

*UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE*

*FACULTAD DE INGENIERIA*

*DEPARTAMENTO DE INGENIERIA GEOGRAFICA*

**APLICACIÓN DE SISTEMA GPS A UNA RED DE  
CONTROL VIAL  
CASO RUTA 60-CH LOS ANDES-VILLA ALEMANA**

MARYERLIN FLORES

SERGIO LOPEZ

2004

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA GEOGRAFICA**

**APLICACIÓN DE SISTEMA GPS A UNA RED DE  
CONTROL VIAL  
CASO RUTA 60-CH LOS ANDES-VILLA ALEMANA**

**"SEMINARIO DE TITULACION PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA  
OBTENER EL TITULO DE INGENIERO DE EJECUCION EN GEOMENSURA".**

***PROFESOR GUIA: Héctor Contreras A.***

MARYERLIN FLORES  
SERGIO LOPEZ  
2004

## RESUMEN

Para el desarrollo de un proyecto de diseño y ejecución de obras viales, es necesario disponer de una fiel representación espacial del área geográfica de interés, significa, realizar un estudio que entregue una buena referencia topográfica que permita desarrollar de manera segura, eficiente y confiable las actividades que involucre un proyecto de caminos, como es el caso de la Ruta Internacional 60-CH.

Como estudio previo a la ejecución del proyecto, se recopila información topográfica esto implica, desarrollar una poligonal que involucra de la mejor manera posible el área de interés, y un apoyo terrestre que permite contar con información actualizada y precisa del entorno al cual está referido el proyecto, obteniendo una restitución aerofotogramétrica escala 1:1.000.

La utilización de GPS en el desarrollo de la poligonal, con obtención de precisiones por bajo de lo requerido es desarrollado en extensión. Además de las consideraciones, planificación y la utilización de apoyo fotogrametrico, como solución para el problema antes mencionado: la representación fiel del terreno a estudiar.

La Ruta Internacional 60-CH atraviesa transversalmente el territorio nacional. Se inicia en la ciudad de Los Andes hasta la conexión con el Troncal Sur en el sector de Limache, accediendo en forma más directa hacia Valparaíso y alrededores.

En general el proyecto plantea duplicar la capacidad actual de la vía a fin de generar las condiciones apropiadas para absorber el crecimiento de la demanda en el horizonte del proyecto.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN .....	5
1.1.- <i>Objetivos</i> .....	5
Capítulo 2: DESARROLLO DEL PROYECTO .....	6
2.1.- <i>Descripción</i> .....	6
2.2.- <i>Poligonal</i> .....	7
2.2.1.- <i>Elaboración de una Poligonal Base</i> .....	7
2.2.2.- <i>Monumentaciones</i> .....	16
2.2.3.- <i>Planimetría</i> .....	20
2.2.4.- <i>Altimetría</i> .....	25
2.2.5.- <i>Post-Proceso de los Puntos Georreferenciados con GPS</i> .....	38
2.2.6.- <i>Tolerancias</i> .....	39
2.2.7.- <i>Coordenadas Locales</i> .....	42
2.3.- <i>APOYO TERRESTRE</i> .....	55
2.3.1.- <i>Aspectos Generales</i> .....	55
2.3.2.- <i>Elección de los Puntos de Apoyo</i> .....	62
2.3.3.- <i>Reconocimiento de los Puntos de apoyo en Terreno</i> .....	63
2.3.4.- <i>Pinchado de Puntos de Apoyo</i> .....	63
2.3.5.- <i>Confeción de Monografías</i> .....	64
2.3.6.- <i>Levantamiento de Puntos de Apoyo con GPS</i> .....	64
2.3.7.- <i>Post-Proceso de los Puntos Apoyados con GPS</i> .....	67
2.3.8.- <i>Tolerancias</i> .....	68
Capítulo 3: ANALISIS DE RESULTADOS .....	70
Capítulo 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	74
APENDICE A <u>R</u> EVISION POLIGONAL RUTA 5 – VILLA ALEMANA .....	75
APENDICE B <u>R</u> EVISION POLIGONAL RUTA 5 – LOS ANDES.....	83

APENDICE C_AJUSTE ANILLO IGM-CANAL.....	97
APENDICE D_CALCULO POLIGONALES .....	3
APENDICE E_NIVELACIÓN.....	8
APENDICE F_REPORTE DEL ESTADO DE LA RADIACIÓN LÍNEA 13 .....	17

## INDICE DE FIGURAS

Fig.2.1.-Trazado Ruta 60-CH .....	6
Fig.2.2.-Diagrama Poligonal Base Ruta 5 – Villa Alemana .....	9
Fig.2.3.- Diagrama Poligonal Base Tramo Ruta 5 – Los Andes .....	10
Fig. 2.4.- Formato de Monografía.....	15
Fig.2.5.- Monolito .....	17
Fig.2.6.- Marca de Aplome .....	18
Fig.2.7.- Monolito Poligonal Base.....	19
Fig. 2.8.- Diagrama de Georeferenciación de Vectores.....	22
Fig.2.9.- Diagrama de Nivelación de Monolitos .....	26
Fig. 2.10.-Proceso de Vectores Poligonal.....	39
Fig. 2.11.- Diagrama de Líneas de Vuelo .....	61
Fig. 2.12.- Diagrama de Líneas de Vuelo .....	62
Fig. 2.13.- Fotografía Vértice de la Poligonal Base LOS ANDES - MAP 10.....	67
Fig. 2.14.- Diagrama de Radiación Línea 13 .....	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Cuadro de Coordenadas Planas Locales Poligonal Base_RUTA 5 – LOS ANDES .....	12
Tabla 2.2.- Cuadro de Coordenadas Planas Locales Poligonal Base_RUTA 5 – VILLA ALEMANA .....	13
Tabla 2.3.- Resumen Anillos .....	21
Tabla 2.4.- Tiempos de Observación.....	24
Tabla 2.5.- Cuadro de Cotas Geométricas_RUTA 5 – LOS ANDES .....	27
Tabla 2.6.- Cuadro de Cotas Geométricas_RUTA 5 – VILLA ALEMANA .....	33
Tabla 2.7.-Errores en Planimetría .....	40
Tabla 2.8.- Cuadro de Coordenadas Locales Poligonal_RUTA 5 – LOS ANDES .....	43
Tabla 2.9.- Cuadro de Coordenadas Locales Poligonal_RUTA 5 – VILLA ALEMANA	50
Tabla 2.10.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA .....	57
Tabla 2.11.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA (Variante San Pedro).....	58
Tabla 2.12.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA (Adicional Variante San Pedro)...	58
Tabla 2.13.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA (incluyendo variantes).....	58
Tabla 2.14.- Tramo RUTA 5 – LOS ANDES (Variante Panquehue).....	59
Tabla 2.15.- Tramo RUTA 5 – LOS ANDES.....	59
Tabla 2.16.- Tramo RUTA 5 – LOS ANDES (incluyendo variante) .....	59
Tabla 2.17.- Tramo LOS ANDES – VILLA ALEMANA .....	60

## **Capítulo 1: INTRODUCCIÓN**

En el desarrollo de un proyecto de diseño y ejecución de obras viales, resulta necesario disponer de una acabada representación espacial del área geográfica de interés, esto es, realizar un estudio que entregue una buena referencia topográfica que permita desarrollar de manera segura, eficiente y confiable las actividades que involucre un proyecto de caminos, como es el caso de la Ruta Internacional 60-CH.

Como estudio previo a la ejecución del proyecto, se plantea la necesidad de recopilar información topográfica implicando desarrollar una poligonal que involucre de la mejor manera posible el área de interés, y de un apoyo terrestre que permitirá contar con información actualizada y precisa del entorno al cual está referido determinado proyecto, obteniendo una restitución aerofotogramétrica escala 1:1.000.

El presente informe define en sus diversas secciones, los conceptos básicos sobre los cuales se ha estructurado el proyecto. Establece la metodología de trabajo, parámetros, términos, etc. y sintetiza el contenido y alcance de dicho estudio.

### ***1.1.- Objetivos***

Desarrollar una poligonal GPS que asegure una buena representación cartográfica de la zona a levantar, mediante el uso de figuras geométricas llamadas polígonos.

Obtener información topográfica valiéndose de un apoyo fotogramétrico, el que permitirá obtener un producto cartográfico que represente de la manera más confiable el área de estudio del proyecto.

## Capítulo 2: DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1.- Descripción

La Ruta Internacional 60-CH atraviesa transversalmente el territorio nacional. Se inicia en la ciudad de Los Andes hasta la conexión con el Troncal Sur en el sector de Limache, accediendo en forma más directa hacia Valparaíso y alrededores.

En 1999 se movilizaron por esa ruta hacia Chile 90.000 vehículos de carga desde países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay) por el Paso Fronterizo de Los Andes, transportando una carga de alrededor de 2,5 millones de toneladas.

FIG.2.1.-TRAZADO RUTA 60-CH



El proyecto considera una longitud aproximada de 112,7 Km., y está dividido en dos sectores. El proyecto se inicia al término de la Ruta 57 Ch, al oriente de la ciudad de

Los Andes, a 6,5 Km. al poniente del Puente Las Vizcachas, y termina en el enlace Peñablanca, donde empalmará con el punto inicial del Troncal Sur.

En general el proyecto plantea duplicar la capacidad actual de la vía a fin de generar las condiciones apropiadas para absorber el crecimiento de la demanda en el horizonte del proyecto.

## ***2.2.- Poligonal***

### *2.2.1.- Elaboración de una Poligonal Base*

La finalidad de una poligonal es calcular principalmente, las coordenadas de cada uno de los vértices que la componen, de tal manera de servir de apoyo para la topografía tradicional.

Los vértices de la poligonal se pueden establecer formando un polígono, una sucesión de polígonos, o un conjunto de polígonos con lados comunes. La correcta elección de los vértices, debe ser tal que todos los lados del polígono resulten de igual o similar longitud.

Las poligonales deben ser cerradas, ya sea que se vuelva al vértice de partida, o bien se parta desde un vértice con coordenadas conocidas y se cierre en otro con coordenadas también conocidas. En este último caso, los vértices de partida y llegada deberán corresponder a un sistema de transporte de coordenadas de orden superior al que se está ejecutando.

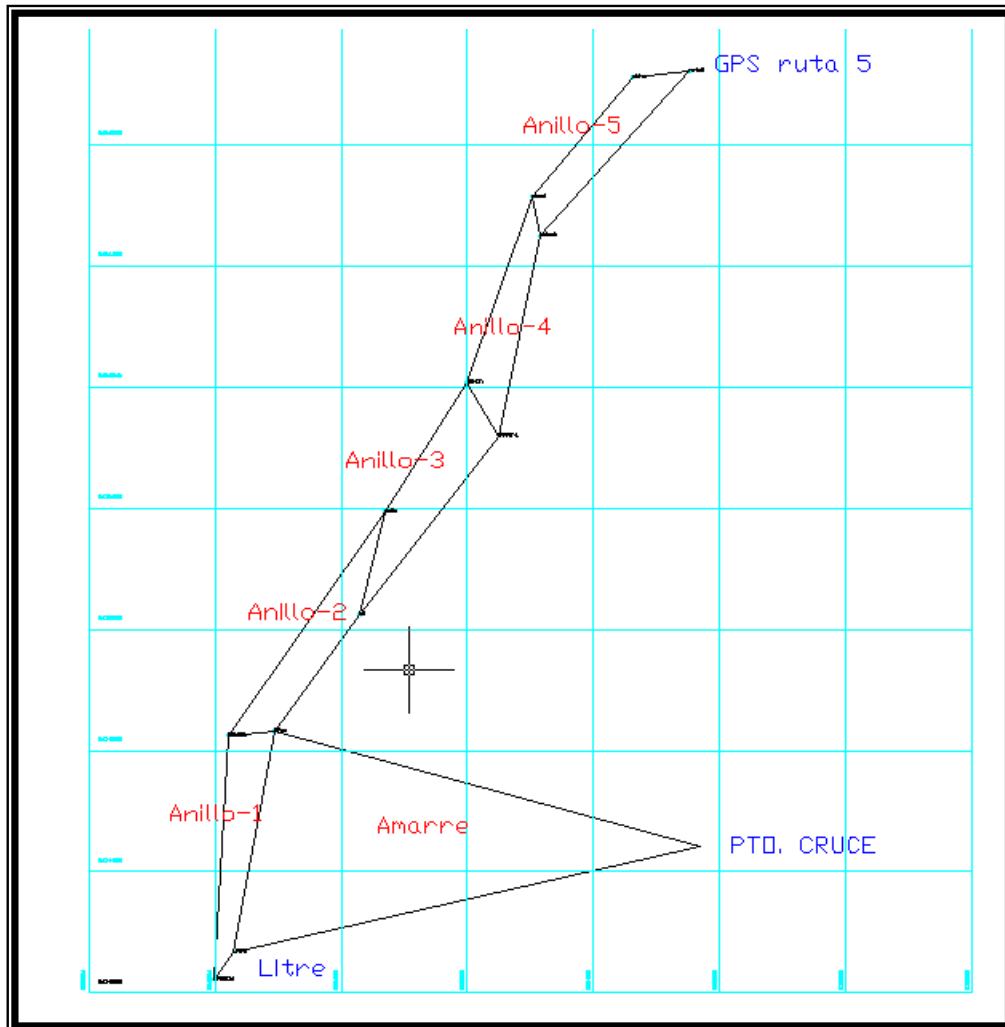
En este caso se desarrollaron y densificaron dos Poligonales Bases que abarcarían los siguientes tramos:

- Ruta 5 – Los Andes (al oriente)
- Ruta 5 – Villa Alemana (al poniente)

Considerando el informe entregado por el mandante, en el cual se entrega un listado con los puntos coordinados y sus correspondientes monografías, se procedió a la revisión de estos.

En la ejecución de la revisión, se ubicaron todos los puntos entregados en cartas del I.G.M. (Instituto Geográfico Militar) escala 1:50.000, con estos puntos se procedió a confeccionar un diagrama de red de cuadriláteros con el fin de minimizar los errores en la revisión. Se adjunta la diagramación resultante de la Red Básica de transporte de coordenadas del estudio, seguido con el listado final de coordenadas para ambos tramos del proyecto.

**FIG.2.2.-DIAGRAMA POLIGONAL BASE RUTA 5 – VILLA ALEMANA**



En la elaboración del diagrama de dicho tramo, se obtuvieron cinco anillos principales más un triángulo de amarre al punto de origen. El punto de origen que se utilizó es el que se indica en el informe entregado por el mandante, denominado CRUCE.

Los resultados de ésta red generada para la revisión de los antecedentes entregados, se adjuntan en el **Apéndice A**.



En virtud de los resultados de este análisis, se puede observar que los valores obtenidos indican que el contexto general de la poligonal se encuentra bien. Esto se basa en que las diferencias en coordenadas son mínimas dejando fijo en el cálculo, las coordenadas del vértice Litre para la Poligonal Base de Villa Alemana, y el vértice MAP06 para la Poligonal Base de Los Andes. Estos puntos son los extremos de la poligonal, por lo que la compensación de estos sería mínima en función de la distancia a que se encuentran estos puntos.

También se puede observar que los puntos intermedios presentan algunas diferencias las que pueden deberse a errores de digitación o cálculos parciales, optando por dejar como válidos los nuevos valores obtenidos para los puntos revisados.

En cuanto a los otros puntos que no fueron revisados, estos se medirán en la densificación de la poligonal, por lo que la validación de estos dependerá de los resultados del cálculo de las poligonales.

A continuación se presenta cuadro de coordenadas de la Poligonal Base de ambos tramos, referidas a un sistema de referencia topográfico plano, triortogonal, con dos de sus ejes (eje Y la dirección del Norte y el eje X la dirección del Este) que representan un plano horizontal sobre el cual se proyectarán ortogonalmente todos aquellos detalles del terreno, y el tercer eje que corresponde a la elevación. El origen ha sido definido mediante coordenadas U.T.M. Datum PSAD 56, desde un vértice I.G.M., los que dan origen al inicio de los tramos en estudio. Los vértices se encuentran monumentados según las normas del Manual de Carreteras Volumen 2 (Procedimientos de Estudios Viales).

**Tabla 2.1.- Cuadro de Coordenadas Planas Locales Poligonal Base  
RUTA 5 – LOS ANDES**

<b>VÉRTICE</b>	<b>NORTE (m.)</b>	<b>ESTE (m.)</b>
<b>VIRGEN</b>	6365891,601	351348,754
<b>MAP-10</b>	6368817,800	349840,266
<b>CURIMON</b>	6371736,975	342095,049
<b>MAP-14</b>	6373167,846	338850,778
<b>PALOMAR</b>	6373304,222	331474,384
<b>PAN-02</b>	6371969,030	327003,979
<b>MAP-19</b>	6369294,266	322379,304
<b>MAP-26</b>	6366000,422	315076,824
<b>RUTA-3</b>	6365351,343	311584,193
<b>RUTA-8</b>	6364481,569	303049,878
<b>ROMERAL</b>	6364750,185	302680,958
<b>RUTA-4</b>	6365786,253	311792,928
<b>MAP-23</b>	6367753,386	315439,593
<b>ESQUINA</b>	6370695,731	321147,646
<b>ISABEL</b>	6373048,054	325264,326
<b>COLU-01</b>	6375021,418	331007,668
<b>MAP-17</b>	6376424,093	335291,283
<b>TAM-01</b>	6373646,455	342717,396
<b>ESCUELA</b>	6370697,933	348186,240
<b>MAP-07</b>	6366722,676	355267,039
<b>FINV</b>	6364046,686	361399,713
<b>MAP-01</b>	6363789,932	360590,260
<b>MAP-06</b>	6366620,285	354664,082

**Tabla 2.2.- Cuadro de Coordenadas Planas Locales Poligonal Base  
RUTA 5 – VILLA ALEMANA**

<b>VÉRTICE</b>	<b>NORTE (m.)</b>	<b>ESTE (m.)</b>
<b>LITRE</b>	6341361.070	282592.950
<b>FFCC</b>	6348625.064	283880.163
<b>H6</b>	6352486.097	286575.974
<b>TETERA</b>	6358376.274	291012.627
<b>COLONIA</b>	6364985.240	292287.793
<b>RUTA 5</b>	6370407.870	297019.266
<b>CHINO</b>	6370219.902	295231.363
<b>CANAL</b>	6366275.284	292039.264
<b>IGM-PN</b>	6360159.137	289971.614
<b>CAÑA</b>	6355878.246	287371.759
<b>ARANDA</b>	6348499.775	282409.817
<b>TRONCAL</b>	6340448.698	281969.481

El sistema altimétrico de coordenadas, para los vértices de ambas poligonales, es referido a la cota del nivel medio del mar. Para poder lograr esto, se ligan las cotas a los vértices de la poligonal desde puntos I.G.M. a través de una Nivelación Geométrica de Precisión.

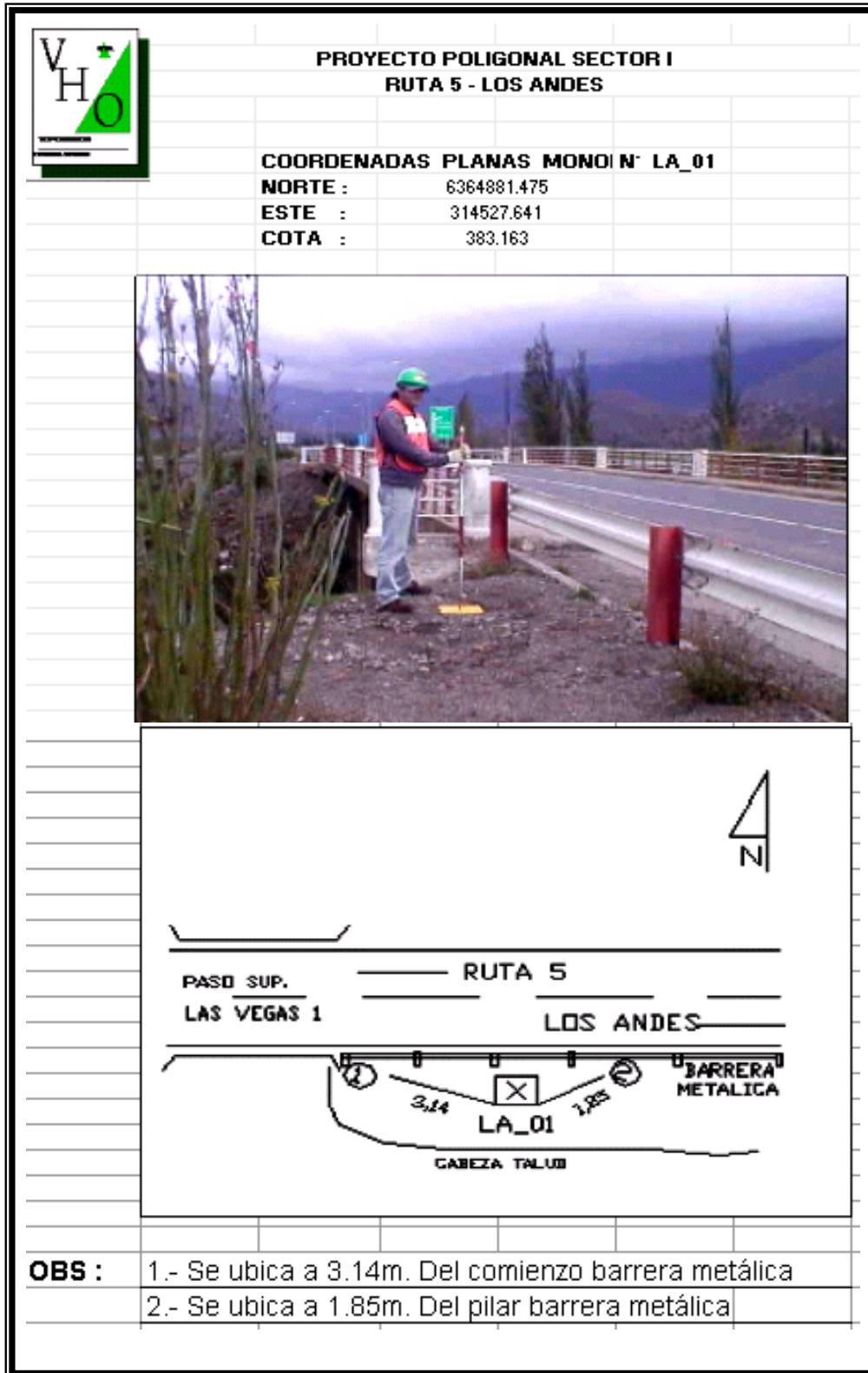
En dichas poligonales, se consideran un determinado número de vértices que en su conjunto representan de la mejor forma el trazado de proyecto.

Los vértices que conforman la poligonal se materializaron con monolitos de hormigón confeccionados según las normativas del Manual de Carreteras, cuya distribución espacial no debe exceder de los 400 m. entre monolitos, considerando además, que estos fuesen intervisibles con el monolito que lo precede y antecede.

La nomenclatura utilizada para la definición de los monolitos corresponde a: **LA** para los vértices de poligonal del tramo **Ruta 5 – Los Andes**, y de **CV** para el tramo **Ruta 5 – Villa Alemana**, los cuales se enumeran a su vez desde el 1 al 146 y del 1 al 118 respectivamente.

Junto con la materialización de los puntos en terreno, se confeccionaron monografías que entregaban una descripción del entorno físico de los monolitos, además de servir como una referencia en posteriores eventos en que fuesen utilizados, ya sea en instalaciones de estaciones totales, o como calajes de referencia. En las monografías se describen sus coordenadas locales, fotografía, observaciones de los puntos materializados, ya sea accesos, kilometraje y amarres. Este último, sirve como referencia para determinar el punto exacto de las monumentaciones de la poligonal en cuestión.

FIG. 2.4.- FORMATO DE MONOGRAFÍA



Mencionados vértices se distribuyeron entre los vértices de la Poligonal Base conformando así otra poligonal, siendo estos los puntos de control de cierre tanto en planimetría como en altimetría.

En la georeferenciación de los vértices de la poligonal, éste se desarrolló en dos etapas alternadas; planimetría y altimetría.

### *2.2.2.- Monumentaciones*

Una adecuada señalización o monumentación de las referencias resulta indispensable en las distintas etapas de un estudio vial. La calidad de la monumentación, a fin de asegurar una clara definición e identificación del punto que se desea materializar, así como las características físicas que den una razonable seguridad de inalterabilidad en el tiempo, serán función de la importancia del elemento que se está monumentando.

Los monumentos utilizados para materializar los vértices de un sistema de coordenadas planimétricas se denominarán MONOLITOS, y los para materializar un sistema de posiciones altimétricas se denominarán PUNTOS DE REFERENCIA (PR).

La ubicación en terreno de los monolitos de cada vértice deberá hacerse en lugares que aseguren su permanencia en el tiempo, debiendo seleccionarse emplazamientos firmes, evitando laderas expuestas a deslizamientos o rodados y lugares poco aptos para la instalación de equipos de observación y medición. La proximidad a caminos o lugares transitados los expone a daños causados por el tránsito o por lugareños.

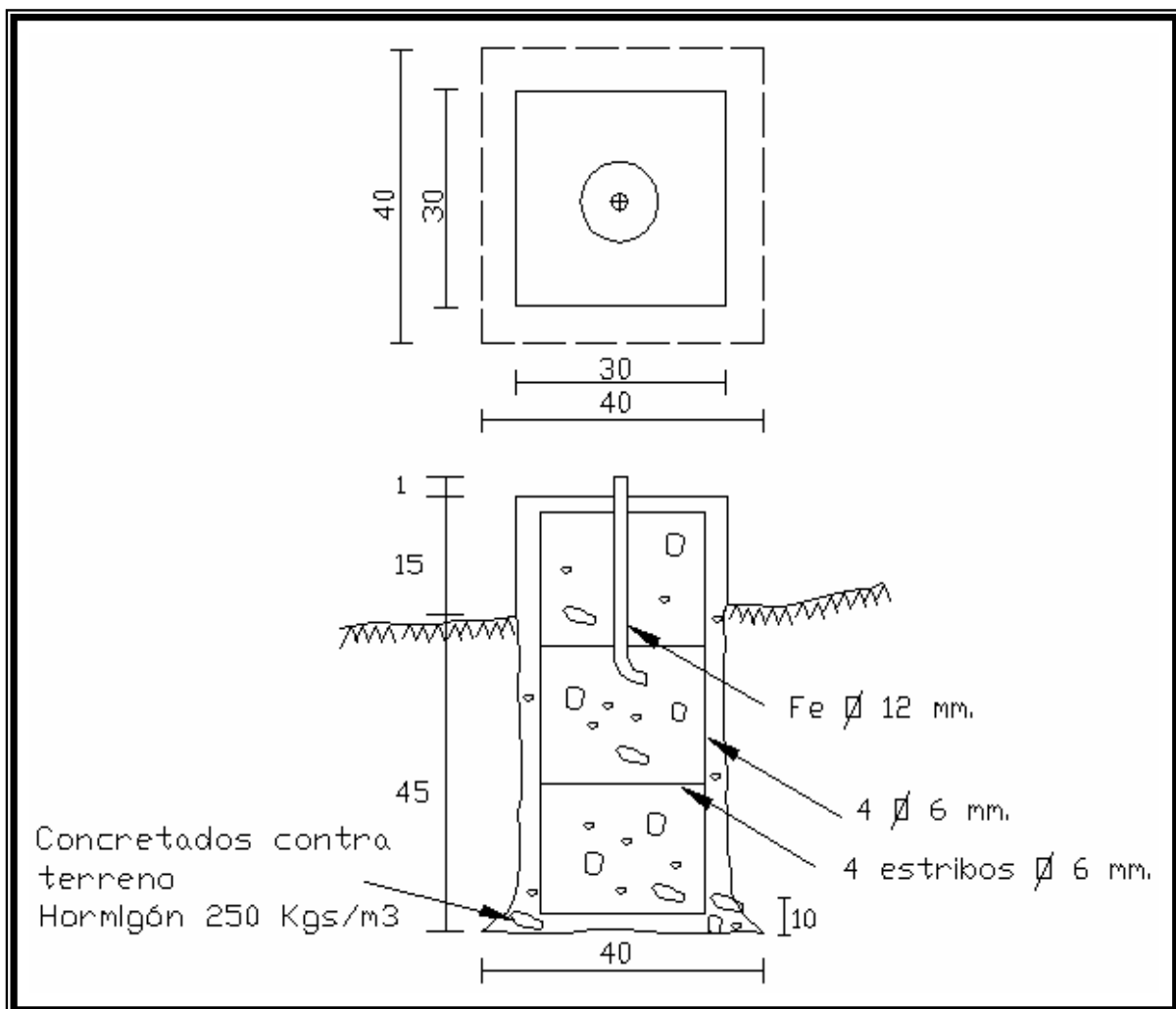
Es importante destacar y tener en consideración que antes de monumentar los vértices de la poligonal, será necesario revisar la perfecta visibilidad necesaria entre ellos, evitando que las visuales sean próximas al suelo en parte importante de su recorrido o que al

medir la distancia con distanciómetros las ondas puedan sufrir rebotes que afecten la legitimidad de la distancia medida.

- ***Materiales, forma y dimensión***

Los Monolitos y Puntos de Referencia se construirán en sitio y de hormigón armado. Sus formas y dimensiones se ilustran en la siguiente figura.

**FIG.2.5.- MONOLITO**

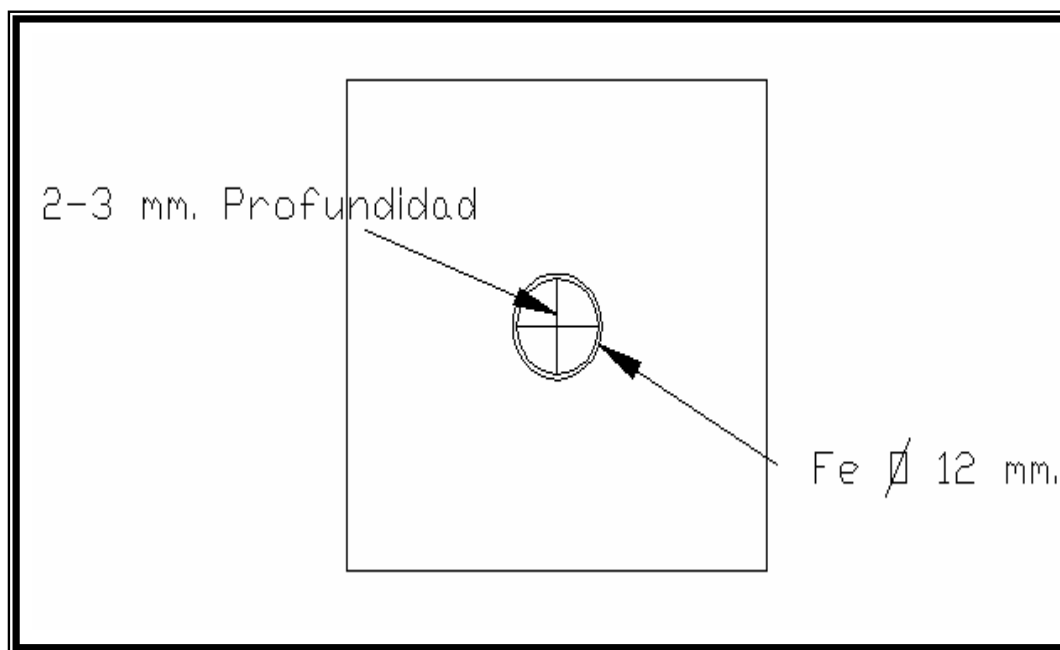


- *Materialización del punto de interés*

El punto que se materializa mediante un monolito, estará constituido por una cañería de fierro galvanizado de 12 mm., de diámetro interior (1/2"), y de 0.20 m., de largo, que quedará empotrada en la masa de hormigón con su extremo superior sobresaliendo unos 10 mm. respecto de la cara superior del monolito. La cañería permitirá centrar la plomada óptica o física del instrumental a utilizar, o bien instalar un jalón cuando el punto se vaya a observar. Mediante cortes con sierra se grabará una cruz de 2 a 3 mm. de profundidad (ver Fig.2.5).

Como la monumentación es para materializar una posición altimétrica como una planimétrica, se agregará dentro de la cavidad, la cañería antes descrita, quedando ambos elementos, cañería y fierro de 12 mm., incorporados en un solo monolito.

**FIG.2.6.- MARCA DE APLOME**



## 2.7.- MONOLITO POLIGONAL BASE



### 2.2.3.- Planimetría

La poligonal desarrollada puede servir de base a otras redes de transporte de coordenadas y en ella se apoyarán todos los trabajos posteriores, como lo es el apoyo terrestre, por lo cual la materialización de sus vértices debe asegurar su permanencia por todo el tiempo necesario, y las coordenadas que definen cada vértice deben ser de una precisión que garantice el éxito del proyecto.

Para obtener un control planimétrico se desarrolló una poligonal GPS, cuyos vértices se georreferenciaron utilizando equipos GPS+GLONASS marca Ashtech de frecuencia simple (L1), obteniendo coordenadas relativas al elipsoide de referencia World Geodesic System 1984 (WGS84) o Sistema Geodésico Mundial WGS84. El sistema de referencia WGS84 es un sistema geocéntrico global (mundial) con origen en el centro de masa de la Tierra, cuya figura analítica es el Elipsoide Internacional WGS-84. Al determinar las coordenadas de un punto sobre la superficie de la Tierra mediante GPS, se obtienen las coordenadas cartesianas X, Y, Z y sus equivalentes geodésicas: latitud ( $\phi$ ), longitud ( $\lambda$ ) y altura elipsoidal (h).

En la ejecución, se valió del Método de Posicionamiento Estático, el que consiste en el estacionamiento de receptores que no varían su posición durante la etapa de observación, basándose principalmente en las condiciones de medición. Este es uno de los métodos que otorgan mayor precisión, por lo que exige mayor tiempo de observación que otras técnicas. La precisión será función del tiempo de observación, de la geometría y del instrumental utilizado.

Sobre la base de las Poligonales Bases existentes para ambos tramos, se realizaron poligonales cerradas, desarrollando anillos que consideran en sus vértices extremos

puntos georreferenciados de la Poligonal Base como controles de cierre en planimetría y altimetría.

**Tabla 2.3.- Resumen Anillos**

	RUTA5 – LOS ANDES (LA)	RUTA5 – V.ALEMANA (CV)
<b>Cantidad de Anillos</b>	7	9

V.ALEMANA	ANI. 1	ANI. 2	ANI. 3	ANI. 4	ANI. 5	ANI. 6	ANI. 7
<b>C.V.</b>	28	21	8	22	8	20	30

*C.V.: Cantidad de Vectores*

*ANI.: Anillo*

LOS ANDES	ANI. 1	ANI. 2	ANI. 3	ANI. 4	ANI. 5	ANI. 6	ANI.7	ANI.8	ANI.9
<b>C.V.</b>	5	7	28	17	15	16	49	20	5

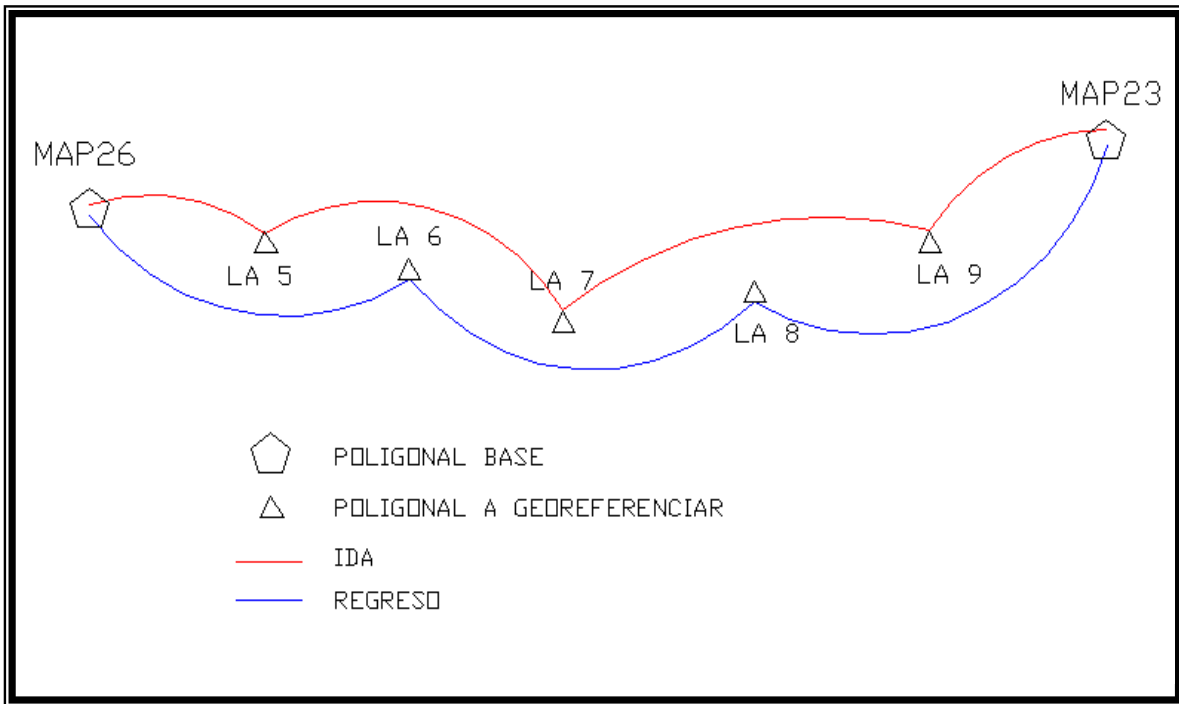
*C.V.: Cantidad de Vectores*

*ANI.: Anillo*

La metodología de trabajo a seguir, consistió en ir georeferenciando monolitos intercaladamente, es decir; obteniendo vectores de ida y regreso, logrando así un mayor control planimétrico de coordenadas en los cierres de dichos anillos de la poligonal.

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

**FIG. 2.8.- DIAGRAMA DE GEOREFERENCIACIÓN DE VECTORES  
ANILLO 2 – POLIGONAL LOS ANDES (7 VECTORES)**



- **Receptores GPS empleados**

Un receptor de señales GPS es un equipo electrónico diseñado para detectar, convertir y procesar las señales transmitidas por los satélites y obtener mediciones.

Las mediciones fueron desarrolladas con receptores geodésicos ASHTECH de frecuencia simple (L1), modelo GG-SURVEYOR (GG24), el que para aprovechar el aumento de disponibilidad de satélites, posee doce canales L1 tanto para GPS como para GLONASS, proporcionando así un seguimiento todo a la vista para ambas constelaciones, lo cual garantiza obtener información necesaria para la solución del tipo Geodésica.

▪ ***Proceso de Medición***

Un trabajo topográfico tradicional consta en general de dos fases: toma de datos en terreno y cálculo de coordenadas. Estas etapas existen igualmente en un levantamiento GPS: grabación de datos en la memoria del receptor y posterior procesamiento a través de un programa específico. En la primera etapa los datos se acumulan, generalmente en memoria interna de los receptores base y móvil y, posteriormente, se transfieren a un PC en forma de archivos, los cuales serán sometidos a proceso. La segunda etapa se realiza mediante un programa de procesamiento de datos GPS que generalmente viene incluido con los receptores.

Para el proceso planimétrico de los puntos, se desarrolló la siguiente metodología:

- Se empleó el posicionamiento estático midiendo y registrando pseudodistancias desde el satélite al centro eléctrico de la antena y fase de la onda portadora en la frecuencia L1.
- Las mediciones fueron continuas en el tiempo, con épocas de 10 segundos. Se consideró un período mínimo de observación de 30 minutos con PDOP inferior a 5 y con una máscara de elevación sobre los 15 grados con respecto al horizonte imaginario de la antena.

Lo que se pretende lograr a través del tiempo de medición realizado, es el cambio en la geometría de la observación, ya que el movimiento de los satélites ayuda a resolver las ambigüedades en la fase.

- ***De la Cantidad y Calidad 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 de 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 Nivelante en perfecto estado de operación.

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

**Tabla 2.4.- Tiempos de Observación**

	<b>L1</b>	<b>L1 / L2</b>
<b>Dist. &lt; 10 Km.</b>	30 min.	20 min.
<b>10 Km. &lt; Dist. &lt; 30Km.</b>	1 hr.	40 min.
<b>30 Km. &lt; Dist. &lt; 60 Km.</b>	-	1 hr.
<b>60 Km. &lt; Dist. &lt; 100 Km.</b>	-	1,5 hr.
<b>100 Km. &lt; Dist. &lt; 200 Km.</b>	-	2 hr.
<b>Dist. &gt; 200 Km.</b>	-	> 3 hr.

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 el grado de perturbación imperante en la troposfera y la ionosfera, además del grado de “encajonamiento” del área que se está midiendo.

Se debe destacar que no obstante se cumpla con todos los criterios antes señalados, si la operación en terreno es poco cuidadosa: mal aplomado y centrado del instrumento sobre la señal, medición bajo condiciones inaceptables de PDOP, multitrayectoria de señales, 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, además de considerar hora de inicio y término, y cualquier hecho relevante para el posterior procesamiento.

#### *2.2.4.- Altimetría*

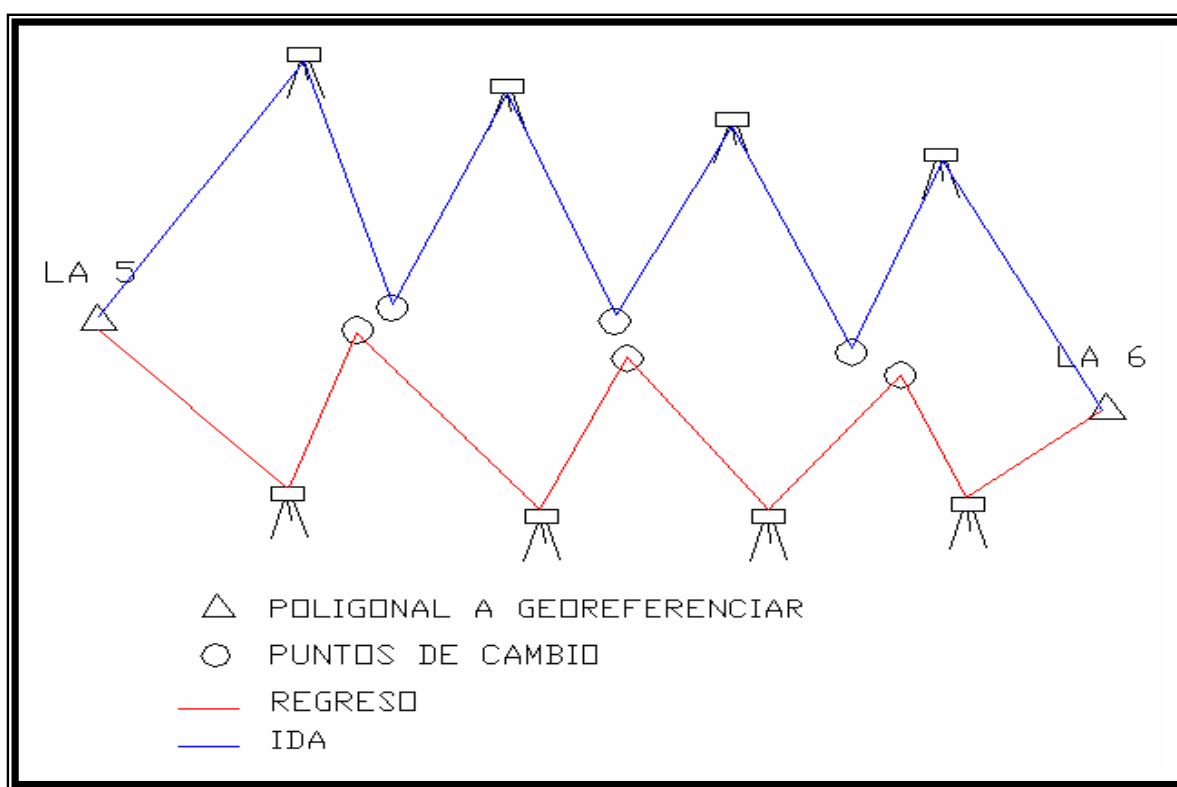
Se llama Cota o Elevación de un punto, a su distancia a una superficie de nivel de referencia. La superficie de referencia adoptada podrá corresponder a un plano o una superficie curva, los cuales pueden ser imaginarios o reales. La superficie de referencia que se adopta es la del nivel medio del mar (n.m.m.).

En la obtención del control altimétrico, se realizó una Nivelación Geométrica Cerrada que es el método más preciso y apropiado para transportar el sistema altimétrico de referencia a través de toda la zona de estudio de un proyecto vial, cualquiera sea su extensión, además éste servirá de base a otras nivelaciones y en ellas se apoyarán todos los trabajos posteriores de esta naturaleza.

Se fueron realizando nivelaciones de ida y regreso, el que consiste que para una serie de vértices, se desarrollan dos lecturas de estadía. Se elaboran dos registros por diferencias, según el sentido de avance, de manera que cuando ambos desniveles estén dentro de los rangos de tolerancia establecidos, se obtiene el promedio de ellos como desnivel.

Como se mencionó anteriormente la nivelación realizada fue cerrada, por lo que tiene comprobación, es decir, se parte desde un vértice de la Poligonal Base con cota conocida y después de seguir un itinerario topográfico se llega a un vértice de cota conocida, que en este caso es el mismo de partida. Con este método de nivelación se obtuvieron cierres altimétricos no superiores a los **0.002 m.**, estando siempre dentro de los rangos de tolerancia establecidos.

**FIG.2.9.- DIAGRAMA DE NIVELACIÓN DE MONOLITOS  
ANILLO 2 – POLIGONAL LOS ANDES**



Cabe destacar que entre monolitos se realizaron varios cambios de posición instrumental, ya que la distancia entre monolitos y la topografía del lugar, no permitía realizar lecturas directas. La longitud de las visuales, tanto a la mira de atrás como a la de adelante, no debe exceder de 50 m. procurándose en lo posible que sean iguales. Estos puntos de cambio deben permitir un apoyo firme y estable pues, en parte

importante, el éxito de la nivelación dependerá de la calidad de estos. Lo anterior hace recomendable disponer de placas metálicas de apoyo (sapitos) utilizadas en el trayecto.

A continuación se presentan las cotas geométricas referidas al nivel medio del mar (N.M.M.) para los puntos de la poligonal en los tramos de Los Andes y Villa Alemana.

**Tabla 2.5.- Cuadro de Cotas Geométricas**  
**RUTA 5 – LOS ANDES**

<b>PUNTO</b>	<b>COTA (m.)</b>
<b>LA01</b>	383,163
<b>LA02</b>	376,732
<b>LA03</b>	380,073
<b>LA04</b>	390,317
<b>LA05</b>	386,054
<b>LA06</b>	388,139
<b>LA07</b>	390,886
<b>LA08</b>	393,907
<b>LA09</b>	395,219
<b>LA10</b>	398,383
<b>LA11</b>	400,294
<b>LA12</b>	402,789
<b>LA13</b>	406,066
<b>LA14</b>	408,728
<b>LA15</b>	411,882
<b>LA16</b>	414,089
<b>LA17</b>	416,595

<b>LA18</b>	424,875
<b>LA19</b>	430,945
<b>LA20</b>	451,549
<b>LA21</b>	452,432
<b>LA22</b>	449,140
<b>LA23</b>	432,370
<b>LA24</b>	435,070
<b>LA25</b>	437,670
<b>LA26</b>	440,182
<b>LA27</b>	443,043
<b>LA28</b>	445,714
<b>LA29</b>	447,941
<b>LA30</b>	452,386
<b>LA31</b>	458,081
<b>LA32</b>	452,460
<b>LA33</b>	454,232
<b>LA34</b>	458,944
<b>LA35</b>	464,468
<b>LA36</b>	467,563
<b>LA37</b>	470,335
<b>LA38</b>	474,780
<b>LA39</b>	477,544
<b>LA40</b>	480,632
<b>LA41</b>	484,732
<b>LA42</b>	486,437
<b>LA43</b>	488,225
<b>LA44</b>	489,921
<b>LA45</b>	492,422

<b>LA46</b>	496,330
<b>LA47</b>	500,143
<b>LA48</b>	502,995
<b>LA49</b>	505,591
<b>LA50</b>	509,562
<b>LA51</b>	510,821
<b>LA52</b>	512,956
<b>LA53</b>	516,920
<b>LA54</b>	520,691
<b>LA55</b>	524,869
<b>LA56</b>	528,635
<b>LA57</b>	532,499
<b>LA58</b>	536,682
<b>LA59</b>	539,737
<b>LA60</b>	543,780
<b>LA61</b>	547,219
<b>LA62</b>	550,703
<b>LA63</b>	553,359
<b>LA64</b>	558,154
<b>LA65</b>	561,613
<b>LA66</b>	565,472
<b>LA67</b>	570,137
<b>LA68</b>	574,244
<b>LA69</b>	578,105
<b>LA70</b>	580,626
<b>LA71</b>	583,565
<b>LA72</b>	589,037
<b>LA73</b>	592,099

<b>LA74</b>	598,279
<b>LA75</b>	601,651
<b>LA76</b>	603,630
<b>LA77</b>	599,642
<b>LA78</b>	602,912
<b>LA79</b>	605,080
<b>LA80</b>	607,472
<b>LA81</b>	611,630
<b>LA82</b>	615,365
<b>LA83</b>	620,076
<b>LA84</b>	622,839
<b>LA85</b>	627,056
<b>LA86</b>	629,854
<b>LA87</b>	635,309
<b>LA88</b>	637,104
<b>LA89</b>	640,275
<b>LA90</b>	641,647
<b>LA91</b>	645,361
<b>LA92</b>	648,270
<b>LA93</b>	654,175
<b>LA94</b>	656,143
<b>LA95</b>	661,785
<b>LA96</b>	664,254
<b>LA97</b>	669,041
<b>LA98</b>	674,481
<b>LA99</b>	679,254
<b>LA100</b>	684,394
<b>LA101</b>	689,870

<b>LA102</b>	694,333
<b>LA103</b>	697,768
<b>LA104</b>	701,631
<b>LA105</b>	706,127
<b>LA106</b>	710,113
<b>LA107</b>	715,154
<b>LA108</b>	719,692
<b>LA109</b>	723,770
<b>LA110</b>	728,365
<b>LA111</b>	733,058
<b>LA112</b>	735,008
<b>LA113</b>	740,555
<b>LA114</b>	748,766
<b>LA115</b>	753,362
<b>LA116</b>	759,321
<b>LA117</b>	764,246
<b>LA118</b>	769,206
<b>LA119</b>	772,382
<b>LA120</b>	779,728
<b>LA121</b>	781,531
<b>LA122</b>	785,913
<b>LA123</b>	792,507
<b>LA124</b>	800,247
<b>LA125</b>	805,546
<b>LA126</b>	808,873
<b>LA127</b>	811,692
<b>LA128</b>	817,287
<b>LA129</b>	819,520

<b>LA130</b>	821,417
<b>LA131</b>	823,941
<b>LA132</b>	829,595
<b>LA133</b>	864,786
<b>LA134</b>	843,575
<b>LA135</b>	844,532
<b>LA136</b>	847,012
<b>LA137</b>	851,210
<b>LA138</b>	856,387
<b>LA139</b>	861,068
<b>LA140</b>	867,022
<b>LA141</b>	871,823
<b>LA142</b>	935,710
<b>LA143</b>	894,932
<b>LA144</b>	889,762
<b>LA145</b>	897,432
<b>LA146</b>	910,227

**Tabla 2.6.- Cuadro de Cotas Geométricas**  
**RUTA 5 – VILLA ALEMANA**

<b>PUNTO</b>	<b>COTA (m.)</b>
<b>CV01</b>	230,563
<b>CV02</b>	226,873
<b>CV03</b>	227,888
<b>CV04</b>	225,008
<b>CV05</b>	221,562
<b>CV06</b>	223,000
<b>CV07</b>	221,593
<b>CV08</b>	217,942
<b>CV09</b>	212,566
<b>CV10</b>	209,894
<b>CV11</b>	205,915
<b>CV12</b>	203,519
<b>CV13</b>	200,850
<b>CV14</b>	197,374
<b>CV15</b>	193,188
<b>CV16</b>	190,578
<b>CV17</b>	188,427
<b>CV18</b>	185,759
<b>CV19</b>	183,348
<b>CV20</b>	181,492
<b>CV21</b>	192,803
<b>CV22</b>	191,097
<b>CV23</b>	191,644
<b>CV24</b>	189,047

<b>CV25</b>	178,051
<b>CV26</b>	167,248
<b>CV27</b>	165,587
<b>CV28</b>	166,421
<b>CV29</b>	164,513
<b>CV30</b>	157,281
<b>CV31</b>	156,235
<b>CV32</b>	153,710
<b>CV33</b>	149,449
<b>CV34</b>	147,329
<b>CV35</b>	144,178
<b>CV36</b>	141,822
<b>CV37</b>	144,364
<b>CV38</b>	136,837
<b>CV39</b>	134,457
<b>CV40</b>	131,863
<b>CV41</b>	129,607
<b>CV42</b>	124,206
<b>CV43</b>	121,765
<b>CV44</b>	118,558
<b>CV45</b>	116,077
<b>CV46</b>	116,072
<b>CV47</b>	115,030
<b>CV48</b>	112,789
<b>CV49</b>	112,144
<b>CV50</b>	111,774
<b>CV51</b>	117,418
<b>CV52</b>	107,049

<b>CV53</b>	105,393
<b>CV54</b>	103,028
<b>CV55</b>	101,664
<b>CV56</b>	102,528
<b>CV57</b>	96,775
<b>CV58</b>	94,722
<b>CV59</b>	94,002
<b>CV60</b>	91,547
<b>CV61</b>	88,123
<b>CV62</b>	86,528
<b>CV63</b>	84,933
<b>CV64</b>	82,471
<b>CV65</b>	86,645
<b>CV66</b>	81,481
<b>CV67</b>	81,658
<b>CV68</b>	82,425
<b>CV69</b>	83,221
<b>CV70</b>	82,459
<b>CV71</b>	83,438
<b>CV72</b>	92,597
<b>CV73</b>	106,143
<b>CV74</b>	118,812
<b>CV75</b>	145,162
<b>CV76</b>	184,337
<b>CV77</b>	178,918
<b>CV78</b>	186,473
<b>CV79</b>	185,985
<b>CV80</b>	156,287

<b>CV81</b>	115,625
<b>CV82</b>	120,643
<b>CV83</b>	104,058
<b>CV84</b>	91,204
<b>CV85</b>	73,724
<b>CV86</b>	69,959
<b>CV87</b>	69,115
<b>CV88</b>	66,140
<b>CV89</b>	62,262
<b>CV90</b>	68,115
<b>CV91</b>	83,269
<b>CV92</b>	73,435
<b>CV93</b>	84,075
<b>CV94</b>	83,258
<b>CV95</b>	76,906
<b>CV96</b>	78,821
<b>CV97</b>	88,027
<b>CV98</b>	100,115
<b>CV99</b>	101,888
<b>CV100</b>	101,493
<b>CV101</b>	97,500
<b>CV102</b>	105,753
<b>CV103</b>	103,294
<b>CV104</b>	114,606
<b>CV105</b>	115,969
<b>CV106</b>	113,110
<b>CV107</b>	108,463
<b>CV108</b>	120,826

<b>CV109</b>	126,724
<b>CV110</b>	131,003
<b>CV111</b>	143,492
<b>CV112</b>	158,958
<b>CV113</b>	187,754
<b>CV114</b>	194,015
<b>CV115</b>	194,121
<b>CV116</b>	177,533
<b>CV117</b>	189,790
<b>CV118</b>	218,763

### *2.2.5.- Post-Proceso de los Puntos Georeferenciados con GPS*

En el post-proceso de los puntos georeferenciados de la poligonal, se utilizaron software que permiten procesar y ajustar la información, logrando visualizar la información deseada en el sistema que el usuario defina dentro de una variedad de sistemas y datum que el software proporciona.

El software orientado al cálculo que se utilizó fue WinPrism (de Ashtech), diseñado en plataforma Windows, estructurado con menús que permiten realizar operaciones necesarias para obtener resultados en post-proceso.

Como se mencionó anteriormente, el sistema GPS obtiene coordenadas relativas al sistema WGS84, por lo que el post-proceso de éste permite visualizar éstas en el datum geodésico de referencia PSAD56 para el posterior proceso de transformación de coordenadas definidas por el mandante (coordenadas locales). Para tal efecto se desarrolló una planilla electrónica de cálculo donde se consideran diversos patrones que en su conjunto permiten obtener las coordenadas relativas al sistema local definido.

Con los datos crudos de los puntos georeferenciados, se procede a otorgarles una nomenclatura relacionada con la poligonal en estudio, ya sea LA para los Andes y CV para Villa Alemana; por ejemplo, el punto LA05 corresponde al monolito número 5 de la poligonal Ruta 5 – Los Andes. Posteriormente se procesan los datos en el software, obteniendo la distancia inclinada de los vectores (LENGTH), junto con un identificador RMS que señala la precisión del punto y el estado de este (FIXED, PARTIAL o FLOAT), considerando solamente el estado FIXED que indica que la precisión ha sido fijada (precisión centimétrica).

**FIG. 2.10.-PROCESO DE VECTORES POLIGONAL  
 RUTA 5 - LOS ANDES**

<b>PROCESS GPS/GLONASS Results Are As Follows:</b>						
<b>From</b>	<b>To</b>	<b>SESSION</b>	<b>LENGTH</b>	<b>RMS</b>	<b>RATIO</b>	<b>SOL</b>
LA01	LA02	B	456.090	0.00742	99.98	Fixed
LA02	LA04	B	769.143	0.00755	99.94	Fixed
LA04	MAP2	C	34.743	0.00127	100.00	Fixed
LA12	LA14	F	697.691	0.00228	100.00	Fixed
LA14	LA16	F	656.931	0.00594	98.36	Fixed
LA13	LA15	G	643.218	0.00321	100.00	Fixed
LA15	LA16	G	326.890	0.00357	100.00	Fixed
LA10	LA11	H	195.201	0.00299	100.00	Fixed

Con esta información se procede a completar una planilla electrónica, en la cual se obtienen las coordenadas locales del proyecto en base a las coordenadas extremas del anillo, las que corresponden a la Poligonal Base (ver ejemplo **Apéndice C**).

Básicamente, el proceso de transformación de coordenadas entre los datums WGS84 y PSAD56, consiste en determinar numéricamente la diferencia de los orígenes de los elipsoides de referencia basándose en un set de puntos coordinados en ambos sistemas. Este proceso el software lo desarrolla internamente valiéndose de algoritmos matemáticos, que en su conjunto generan la información necesaria para su posterior transformación a coordenadas topográficas locales.

#### *2.2.6.- Tolerancias*

La poligonal desarrollada corresponde a una Poligonal Primaria, denominada así a aquella red de transporte de coordenadas de la más alta exactitud considerada. Estas

poligonales están asociadas a trabajos topográficos sobre grandes extensiones para ser tratados a escala grande.

Las exigencias a las que deben someterse estas poligonales en cuanto a tolerancias admisibles, se detallan a continuación.

- **Planimetría**

La poligonal primaria debe cerrar con un error máximo en distancia de 1:20.000 de la longitud total de la poligonal. Siendo el **Error en Distancia** igual a:

$$E = (\Delta_X^2 + \Delta_Y^2)^{1/2}$$

En que  $\Delta_X$  y  $\Delta_Y$  son las proyecciones, sobre los ejes ortogonales del sistema de referencia, de las discrepancias entre las coordenadas reales del punto de cierre y las coordenadas calculadas a través de la poligonal.

Los errores de cierre y tolerancias se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.7.-Errores en Planimetría**

	RUTA 5 – LOS ANDES	RUTA 5 – VILLA ALEMANA
<b>Distancia en Km.</b>	125.540	67.053
<b>Error Norte en m.</b>	0.465	-0.209
<b>Error Este en m.</b>	0.096	0.032
<b>Error en Distancia “E” en m.</b>	<b>0.47</b>	<b>0.21</b>
<b>Tolerancia en m.</b>	<b>6.27</b>	<b>3.35</b>

Como se puede apreciar en ambas poligonales, los errores en cierre están muy por debajo de la tolerancia admisible por lo que la poligonal desarrollada es totalmente consistente (**Apéndice D**).

- ***Altimetría***

Indica la máxima discrepancia aceptable (mm.) en una nivelación cerrada, en función de la raíz cuadrada de la distancia recorrida (ida y regreso), expresada en kilómetros.

En general, las nivelaciones geométricas de precisión se extenderán longitudinalmente y es poco probable que formen parte de redes de nivelación que se comprueben entre sí, por ello, será el avance con nivelaciones cerradas sobre sí, el único método para su comprobación.

La tolerancia en el error de cierre altimétrico de un circuito, está dada por la expresión:

$$E = 10 * k^{1/2} \text{ (mm.)}$$

En que K es la longitud del circuito recorrido (ida y regreso), expresada en kilómetros.

En el **Apéndice E** (ver columna *DIFERENCIAS*) se pueden visualizar los cierres de nivelación que en la mayor parte no superan los **0.002 m.** siendo la tolerancia, considerando tramos de 700 m. (ida y regreso), de un valor de **8.36 mm. (0.0083 m.)**. Por lo que la nivelación en su conjunto está muy por debajo de la tolerancia admisible, por consiguiente la poligonal desarrollada es totalmente válida en los valores de cota obtenida para los vértices de ambos tramos en estudio.

### 2.2.7.- *Coordenadas Locales*

En el proceso de transformación de coordenadas, el software entrega información de coordenadas Norte, Este, Altura elipsoidal y distancia entre vectores georreferenciados (distancia inclinada).

La planilla de cálculo considera lo siguiente:

- A modo general, se tiene un vector medido ( $M_1 - V_2$ ), con  $M_1$  con coordenadas conocidas (Poligonal Base) y  $V_2$  como punto a calcular sus coordenadas locales.
- Se calcula una diferencia de altura entre ambos puntos:

$$\mathbf{Delta\ H = \Delta H = H_1 - H_2}$$

- Con el dato de Distancia Inclinada que entrega el software, éste se lleva a Distancia Horizontal:

$$\mathbf{D.H = (D.Incl^2 - \Delta H^2)^{1/2}}$$

- Con las coordenadas de ambos puntos en el sistema PSAD56, se calculan diferenciales planimétricos ( $\Delta N$  y  $\Delta E$ ), obteniendo así la Distancia U.T.M. entre ellos:

$$\mathbf{D.UTM = (\Delta N^2 + \Delta E^2)^{1/2}}$$

- Teniendo calculadas las Distancias Horizontales y UTM, se obtiene el Factor de Escala existente en el vector georreferenciado:

$$\mathbf{F.E = D.H / D.UTM}$$

- Luego, con los diferenciales Norte y Este, se calculan diferenciales amplificados por su F.E:

$$\mathbf{Dy = \Delta N * F.E}$$

$$\mathbf{Dx = \Delta E * F.E}$$

- Se obtiene un factor de conversión, producto de la suma de los diferenciales del anillo en cuestión, por el cociente de la misma suma en valor absoluto:

$$F_y = \sum_{1,n} D_y / \sum_{1,n} \text{Abs}(D_y)$$

$$F_x = \sum_{1,n} D_x / \sum_{1,n} \text{Abs}(D_x)$$

- Con esto se obtienen coordenadas locales parciales a partir de las coordenadas locales totales del punto con coordenadas conocidas, que en este caso corresponde a un vértice de la Poligonal Base:

$$Y_{\text{LOC}} = Y_{\text{LOC (conocida)}} - D_y$$

$$X_{\text{LOC}} = X_{\text{LOC (conocida)}} - D_x$$

- Como el anillo en cuestión tiene coordenadas conocidas de inicio y término, que son las mismas, se obtiene un error lineal de cierre  $E_y$  y  $E_x$ .
- A partir de las coordenadas parciales locales, se calcula un diferencial compensado:

$$D_{y \text{ COMP}} = D_y \pm \text{Abs}(D_y * F_y)$$

$$D_{x \text{ COMP}} = D_x \pm \text{Abs}(D_x * F_x)$$

- Con este diferencial se obtienen las coordenadas topográficas locales del proyecto:

$$N_{\text{LOCAL}} = N_{\text{LOCAL (conocido)}} \pm D_y$$

$$E_{\text{LOCAL}} = E_{\text{LOCAL (conocido)}} \pm D_x$$

Todo trabajo topográfico debe cerrarse o comprobarse para verificar su exactitud. Si el cierre está dentro de los márgenes de tolerancia, deberá procederse a repartir las discrepancias de cierre mediante el proceso denominado de compensación.

Con todo el proceso descrito anteriormente, quedaron conformados los polígonos de los tramos Los Andes y Villa Alemana, con su respectiva información altimétrica y planimétrica en el sistema topográfico local.

**Tabla 2.8.- Cuadro de Coordenadas Locales Poligonal  
RUTA 5 – LOS ANDES**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE (m.)</b>	<b>ESTE (m.)</b>
<b>LA01</b>	6364881,635	314527,519
<b>LA02</b>	6365318,563	314658,159
<b>LA03</b>	6365639,838	314783,679
<b>LA04</b>	6365981,697	315047,560
<b>LA05</b>	6366164,622	315202,003
<b>LA06</b>	6366590,370	315252,629
<b>LA07</b>	6366915,832	315300,115
<b>LA08</b>	6367194,614	315339,451
<b>LA09</b>	6367371,676	315383,072
<b>LA10</b>	6367770,303	315426,699
<b>LA11</b>	6367934,921	315531,582
<b>LA12</b>	6368117,048	315802,380
<b>LA13</b>	6368271,240	316160,155
<b>LA14</b>	6368385,000	316446,542
<b>LA15</b>	6368499,661	316761,428
<b>LA16</b>	6368683,265	317031,837
<b>LA17</b>	6368866,787	317245,329
<b>LA18</b>	6369103,069	317572,267
<b>LA19</b>	6369134,971	317774,953
<b>LA20</b>	6369045,950	318146,903
<b>LA21</b>	6368991,801	318324,021
<b>LA22</b>	6368940,063	318438,758
<b>LA23</b>	6368832,433	318783,526
<b>LA24</b>	6368724,450	319130,034
<b>LA25</b>	6368622,150	319450,983
<b>LA26</b>	6368534,285	319735,401
<b>LA27</b>	6368405,208	320143,673

<b>LA28</b>	6368336,927	320398,211
<b>LA29</b>	6368390,229	320631,326
<b>LA30</b>	6368544,549	320802,267
<b>LA31</b>	6368725,518	320927,296
<b>LA32</b>	6369255,703	321410,207
<b>LA33</b>	6369284,208	321664,307
<b>LA34</b>	6369290,584	322116,608
<b>LA35</b>	6369426,651	322680,680
<b>LA36</b>	6369626,695	323070,577
<b>LA37</b>	6369748,860	323311,939
<b>LA38</b>	6369916,642	323629,731
<b>LA39</b>	6370065,022	323917,717
<b>LA40</b>	6370216,702	324212,416
<b>LA41</b>	6370382,935	324536,186
<b>LA42</b>	6370503,828	324770,958
<b>LA43</b>	6370614,998	324995,121
<b>LA44</b>	6370744,004	325237,800
<b>LA45</b>	6370998,145	325546,454
<b>LA46</b>	6371250,681	325895,371
<b>LA47</b>	6371473,548	326232,286
<b>LA48</b>	6371638,869	326484,650
<b>LA49</b>	6371806,318	326752,253
<b>LA50</b>	6372305,685	327236,653
<b>LA51</b>	6372637,166	327450,094
<b>LA52</b>	6372773,331	327649,325
<b>LA53</b>	6372890,212	327957,693
<b>LA54</b>	6372989,657	328247,741
<b>LA55</b>	6373304,683	328609,013

<b>LA56</b>	6373543,063	328914,149
<b>LA57</b>	6373837,210	329268,428
<b>LA58</b>	6374139,107	329622,731
<b>LA59</b>	6374336,214	329923,671
<b>LA60</b>	6374556,534	330258,512
<b>LA61</b>	6374784,612	330607,811
<b>LA62</b>	6374966,754	330908,348
<b>LA63</b>	6375139,000	331148,422
<b>LA64</b>	6375382,449	331541,397
<b>LA65</b>	6375560,726	331793,407
<b>LA66</b>	6375772,974	332139,755
<b>LA67</b>	6376015,368	332487,473
<b>LA68</b>	6376232,501	332819,611
<b>LA69</b>	6376440,867	333162,142
<b>LA70</b>	6376568,962	333423,352
<b>LA71</b>	6376762,251	333870,187
<b>LA72</b>	6376795,861	334065,973
<b>LA73</b>	6376759,932	334172,524
<b>LA74</b>	6376607,752	334681,950
<b>LA75</b>	6376504,791	335029,951
<b>LA76</b>	6376543,826	335269,633
<b>LA77</b>	6376937,373	335377,561
<b>LA78</b>	6376833,563	335787,721
<b>LA79</b>	6376632,610	335965,645
<b>LA80</b>	6376453,930	336127,812
<b>LA81</b>	6376232,701	336347,562
<b>LA82</b>	6375973,266	336610,066
<b>LA83</b>	6375663,320	336849,861

<b>LA84</b>	6375296,085	337070,249
<b>LA85</b>	6375045,202	337336,671
<b>LA86</b>	6374818,831	337482,335
<b>LA87</b>	6374499,738	337622,938
<b>LA88</b>	6374331,676	337799,255
<b>LA89</b>	6374181,330	337926,697
<b>LA90</b>	6374042,553	338174,285
<b>LA91</b>	6374012,418	338377,333
<b>LA92</b>	6374041,637	338776,276
<b>LA93</b>	6373901,083	339197,658
<b>LA94</b>	6373829,468	339362,780
<b>LA95</b>	6373636,570	339819,575
<b>LA96</b>	6373602,109	340081,229
<b>LA97</b>	6373492,675	340437,898
<b>LA98</b>	6373343,322	340824,246
<b>LA99</b>	6373299,976	341247,385
<b>LA100</b>	6373320,370	341538,141
<b>LA101</b>	6373203,015	341911,608
<b>LA102</b>	6372972,205	342264,863
<b>LA103</b>	6372871,708	342533,947
<b>LA104</b>	6372726,794	342885,699
<b>LA105</b>	6372647,782	343263,545
<b>LA106</b>	6372559,556	343629,560
<b>LA107</b>	6372349,997	343945,464
<b>LA108</b>	6372187,978	344299,866
<b>LA109</b>	6371957,696	344690,755
<b>LA110</b>	6371852,046	344994,904
<b>LA111</b>	6371680,879	345345,815

<b>LA112</b>	6371383,594	345617,442
<b>LA113</b>	6371032,192	345881,314
<b>LA114</b>	6370665,523	346405,998
<b>LA115</b>	6370523,230	346737,509
<b>LA116</b>	6370356,664	347108,316
<b>LA117</b>	6370148,962	347447,690
<b>LA118</b>	6369933,672	347787,365
<b>LA119</b>	6369650,669	348125,734
<b>LA120</b>	6369523,414	348484,798
<b>LA121</b>	6369323,904	348816,158
<b>LA122</b>	6369185,708	349145,509
<b>LA123</b>	6369057,870	349432,364
<b>LA124</b>	6368579,387	350049,209
<b>LA125</b>	6368236,588	350408,792
<b>LA126</b>	6368055,718	350611,727
<b>LA127</b>	6367968,250	350859,705
<b>LA128</b>	6367878,572	351179,572
<b>LA129</b>	6367670,742	351393,704
<b>LA130</b>	6367347,072	351439,913
<b>LA131</b>	6367040,150	351557,937
<b>LA132</b>	6366668,939	351754,698
<b>LA133</b>	6366475,254	351912,700
<b>LA134</b>	6366384,744	352273,967
<b>LA135</b>	6366595,802	352506,959
<b>LA136</b>	6366782,589	352626,336
<b>LA137</b>	6366976,017	352890,132
<b>LA138</b>	6367149,169	353213,528
<b>LA139</b>	6367232,280	353566,311

<b>LA140</b>	6367231,375	353949,410
<b>LA141</b>	6367140,591	354315,169
<b>LA142</b>	6366966,641	354452,240
<b>LA143</b>	6366458,945	354754,029
<b>LA144</b>	6366230,933	355067,747
<b>LA145</b>	6365986,394	355264,132
<b>LA146</b>	6365828,844	355519,592

**Tabla 2.9.- Cuadro de Coordenadas Locales Poligonal  
 RUTA 5 – VILLA ALEMANA**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE (M.)</b>	<b>ESTE (M.)</b>
<b>CV01</b>	6370225.449	296859.458
<b>CV02</b>	6370147.904	296651.049
<b>CV03</b>	6370057.361	296239.554
<b>CV04</b>	6369981.343	295667.767
<b>CV05</b>	6370107.371	295454.023
<b>CV06</b>	6370221.157	295224.456
<b>CV07</b>	6370188.029	295081.410
<b>CV08</b>	6369900.270	294836.455
<b>CV09</b>	6369709.002	294630.985
<b>CV10</b>	6369580.519	294448.734
<b>CV11</b>	6369386.925	294112.168
<b>CV12</b>	6369204.761	293812.764
<b>CV13</b>	6369118.676	293567.626
<b>CV14</b>	6368975.155	293186.364
<b>CV15</b>	6368855.757	292895.507
<b>CV16</b>	6368650.698	292624.351
<b>CV17</b>	6368392.541	292438.811
<b>CV18</b>	6368063.879	292252.848
<b>CV19</b>	6367694.322	292054.523
<b>CV20</b>	6367386.706	291984.118
<b>CV21</b>	6366978.998	292018.167
<b>CV22</b>	6366826.236	292085.494
<b>CV23</b>	6366565.570	292072.550
<b>CV24</b>	6366386.882	292038.815
<b>CV25</b>	6366159.640	292078.237

<b>CV26</b>	6365774.942	292277.551
<b>CV27</b>	6365485.567	292391.113
<b>CV28</b>	6365220.742	292360.356
<b>CV29</b>	6364959.896	292280.755
<b>CV30</b>	6364671.446	292179.355
<b>CV31</b>	6364330.893	292076.865
<b>CV32</b>	6364152.662	292024.063
<b>CV33</b>	6363847.993	291997.390
<b>CV34</b>	6363538.800	291997.631
<b>CV35</b>	6363115.878	291998.382
<b>CV36</b>	6362787.605	291995.793
<b>CV37</b>	6362531.195	291942.958
<b>CV38</b>	6362093.878	291811.961
<b>CV39</b>	6361710.615	291698.766
<b>CV40</b>	6361289.545	291574.184
<b>CV41</b>	6360882.259	291468.593
<b>CV42</b>	6360023.449	291403.540
<b>CV43</b>	6359568.627	291368.881
<b>CV44</b>	6359147.222	291335.422
<b>CV45</b>	6358797.918	291303.510
<b>CV46</b>	6358676.480	291259.191
<b>CV47</b>	6358582.226	291192.132
<b>CV48</b>	6358145.634	290773.328
<b>CV49</b>	6357966.183	290598.663
<b>CV50</b>	6357863.673	290474.794
<b>CV51</b>	6357766.194	290074.889
<b>CV52</b>	6357676.549	289641.383
<b>CV53</b>	6357483.980	289240.811
<b>CV54</b>	6357312.784	288870.808

<b>CV55</b>	6357119.001	288466.784
<b>CV56</b>	6356955.303	288167.528
<b>CV57</b>	6356634.042	287864.837
<b>CV58</b>	6356293.616	287644.489
<b>CV59</b>	6355975.129	287424.824
<b>CV60</b>	6355750.672	287285.383
<b>CV61</b>	6355436.397	287050.553
<b>CV62</b>	6355201.629	286887.317
<b>CV63</b>	6354993.129	286698.592
<b>CV64</b>	6354837.942	286494.621
<b>CV65</b>	6354743.453	286169.576
<b>CV66</b>	6354586.613	286161.850
<b>CV67</b>	6354415.009	286195.633
<b>CV68</b>	6354019.137	286273.633
<b>CV69</b>	6353592.250	286357.752
<b>CV70</b>	6353219.885	286430.108
<b>CV71</b>	6352815.949	286510.157
<b>CV72</b>	6352325.821	286620.007
<b>CV73</b>	6352060.784	286623.226
<b>CV74</b>	6351863.141	286526.013
<b>CV75</b>	6351734.368	286363.398
<b>CV76</b>	6351495.000	286145.309
<b>CV77</b>	6351265.840	286010.714
<b>CV78</b>	6351215.451	285806.048
<b>CV79</b>	6351165.863	285635.545
<b>CV80</b>	6351064.000	285484.693
<b>CV81</b>	6350911.388	285375.394
<b>CV82</b>	6350573.988	285250.798
<b>CV83</b>	6350408.853	285173.726

<b>CV84</b>	6350108.009	285176.465
<b>CV85</b>	6349771.853	285093.815
<b>CV86</b>	6349448.847	284923.104
<b>CV87</b>	6349199.098	284712.528
<b>CV88</b>	6348965.279	284335.496
<b>CV89</b>	6348810.838	283926.811
<b>CV90</b>	6348606.907	283770.199
<b>CV91</b>	6348361.660	283582.026
<b>CV92</b>	6348207.493	283286.942
<b>CV93</b>	6348069.054	283024.594
<b>CV94</b>	6347971.992	282807.297
<b>CV95</b>	6347709.444	282657.753
<b>CV96</b>	6347460.206	282561.890
<b>CV97</b>	6347149.382	282469.873
<b>CV98</b>	6346932.795	282477.901
<b>CV99</b>	6346737.929	282540.185
<b>CV100</b>	6346555.323	282597.166
<b>CV101</b>	6346249.539	282670.144
<b>CV102</b>	6346021.139	282674.741
<b>CV103</b>	6345752.641	282837.424
<b>CV104</b>	6345577.459	282971.778
<b>CV105</b>	6345385.768	283102.570
<b>CV106</b>	6345088.004	283322.633
<b>CV107</b>	6344862.624	283526.202
<b>CV108</b>	6344474.644	283462.054
<b>CV109</b>	6344039.941	283565.285
<b>CV110</b>	6343690.992	283688.508
<b>CV111</b>	6343294.722	283494.605
<b>CV112</b>	6343026.492	283553.108

<b>CV113</b>	6342577.391	283506.976
<b>CV114</b>	6342228.668	283559.269
<b>CV115</b>	6342020.925	283572.627
<b>CV116</b>	6341662.942	283534.233
<b>CV117</b>	6341512.253	283302.061
<b>CV118</b>	6341377.253	282875.498

## ***2.3.-APOYO TERRESTRE***

### ***2.3.1.- Aspectos Generales***

La fotogrametría es un método que requiere, conjuntamente, del empleo de fotografías que cubren la zona de interés, tomadas con cámaras que cumplen con ciertos requisitos de fabricación, y de la determinación en terreno de las coordenadas de ciertos puntos claramente identificables en las fotografías, y ubicados en lugares apropiados, con el fin de ligarlos en coordenadas y cota, al sistema único de referencia de estudio.

El objetivo es determinar coordenadas planimétricas y altimétricas a puntos de apoyo, con el fin de proporcionar un control horizontal y vertical a un modelo estereoscópico, actuando en forma directa en la orientación del modelo, escala y altura, para luego realizar la elaboración del producto cartográfico.

En términos cartográficos la restitución fotogramétrica consiste en que, a partir del momento en que se logra “restituir” el instante de tiempo en que se toma la fotografía (considerando sus deficiencias, ya sea balanceo, deriva, alabeo y cabeceo), se debe transformar la proyección puntual entregada por la fotografía aérea, a una proyección ortogonal, que es la que proporciona toda carta topográfica a escala.

Para lograr lo anterior, se debe apoyar el modelo estereoscópico en puntos cuya posición y altura sean conocidos. Así se tiene que los puntos a los cuales se les debe georeferenciar, son puntos que se extraen del traslape central de la fotografía (por tener menos deformación), y que además, deben ser de fácil identificación en terreno y de cierta consistencia en el tiempo.

El área en estudio comprende los sectores de Villa Alemana, Limache, San Pedro, La Calera, Los Andes e intermedios. Para tal efecto se realizó un vuelo

Aerofotogramétrico, ejecutando líneas de vuelo que abarcan la zona de la Ruta 5 a Villa Alemana y desde la Ruta 5 a Los Andes con una escala de 1:5.000

▪ ***Obtención de las Fotografías***

Las fotografías a utilizar deben poseer una escala que, de acuerdo con la capacidad de ampliación del equipo de restitución, permitan alcanzar directamente la escala y equidistancia entre curvas de nivel que se requieren para el plano que se va a ejecutar.

Las fotografías fueron tomadas específicamente para el trabajo que se está desarrollando. El vuelo Aerofotogramétrico B/N 1:5.000 fue realizado por la empresa Aeroingeniería Ltda. Este se ejecutó sobre un eje de 112 km. de longitud sobre la carretera desde Los Andes hasta Villa Alemana, cuyo eje fue definido por O.H.L. Ltda. El vuelo consta de 26 líneas con un total de 561 fotografías aéreas.

Las características de los equipos utilizados para la obtención de las fotografías fueron los siguientes:

Avión Cessna turbo – 206, equipado para vuelos aerofotogramétricos con cámara WILD modelo RC-10 y GPS para la navegación y las tomas fotográficas.

El mismo cuenta con una autonomía de vuelo de 6,5 horas a una velocidad crucero de 140 nudos, alcanzando un techo de vuelo del orden de los 25 mil pies.

- Avión Cessna turbo 206
- Cámara aérea : Wild RC-10, N° 1264
- Distancia focal: 151.59 mm.
- Tipo de lente: UAG 1021

El vuelo fotogramétrico se realizó desde el 30 de abril hasta el 01 de mayo de 2002.

A continuación se muestra información de cantidad de fotogramas por línea de vuelo y de puntos de apoyo para ambos tramos a restituir.

1.- Día *30 de abril de 2002* se ejecutó los siguientes vuelos:

a) Vuelo “*Villa Alemana – La Calera*” con un total de 13 líneas de vuelo.

**Tabla 2.10.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA**

LÍNEA	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
1	8	20
2	12	35
3	11	23
4	9	14
5	14	37
6	10	13
7	12	28
8	13	33
9	21	59
10	10	24
11	8	12
12	12	28
13	9	19
<b>Total</b>	<b>149</b>	<b>345</b>

b) Vuelo “*Variante San Pedro*” (*Proyecto Limache*) con un total de 03 líneas de vuelo.

**Tabla 2.11.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA (Variante San Pedro)**

LÍNEA	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
1	13	34
2	12	22
3	16	35
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>91</b>

Vuelo “*Villa Alemana – La Calera*” y Vuelo “*Variante San Pedro*” se utilizaron 3 horas 25 minutos y 60 metros de película expuesta.

c) Vuelo “*Variante San Pedro*” (*Proyecto Limache - SAF*) con un total de 03 líneas de vuelo, pero solamente 1 línea de vuelo apoyada.

**Tabla 2.12.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA (Adicional Variante San Pedro)**

LÍNEA	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
2 (SAF)	11	34

**Tabla 2.13.- Tramo RUTA 5 – VILLA ALEMANA (incluyendo variantes)**

	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
<b>Total</b>	<b>201</b>	<b>470</b>

2.- Día *01 de mayo de 2002* se ejecutó los siguientes vuelos:

a) Vuelo variante sobre “*Línea férrea*”, (*Proyecto LLAY-LLAY*) desde *San Daniel hasta Las Tinajas*, con un total de 2 líneas de vuelo.

**Tabla 2.14.- Tramo RUTA 5 – LOS ANDES (Variante Panquehue)**

LÍNEA	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
1	18	16
2	21	21
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>37</b>

b) Vuelo sobre “Llay-Llay – Los Andes” con un total de 13 líneas de vuelo.

**Tabla 2.15.- Tramo RUTA 5 – LOS ANDES**

LÍNEA	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
14	11	29
15	10	16
16	11	22
17	16	39
18	13	28
19	13	45
20	12	24
21	12	18
22	17	38
23	28	68
24	9	12
25	8	17
26	9	21
<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>377</b>

**Tabla 2.16.- Tramo RUTA 5 – LOS ANDES (incluyendo variante)**

	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
<b>Total</b>	<b>208</b>	<b>414</b>

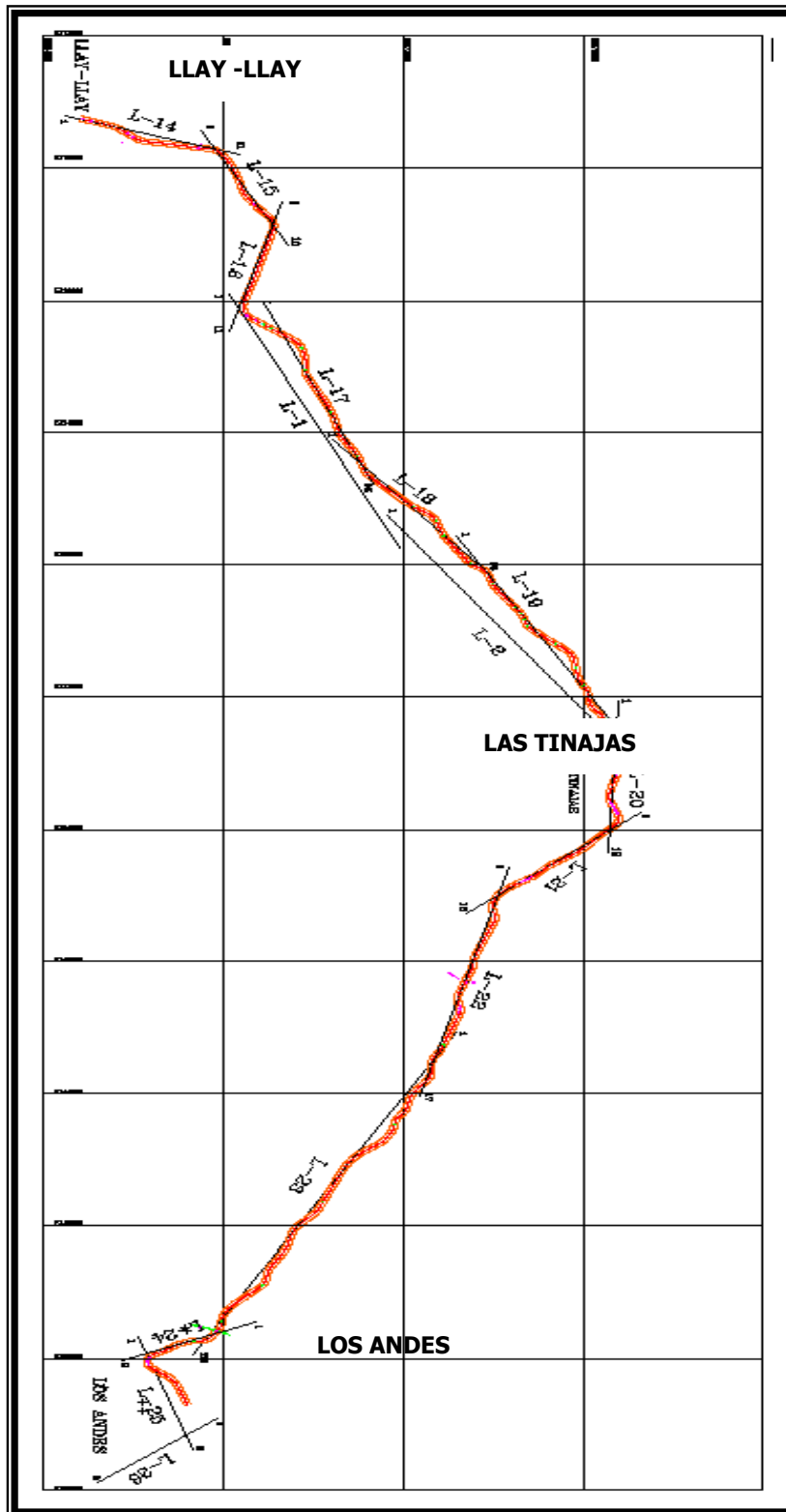
**Tabla 2.17.- Tramo LOS ANDES – VILLA ALEMANA**

	Nº FOTOGRAMAS	Nº PTOS. DE APOYO
<b>Total</b>	<b>409</b>	<b>884</b>

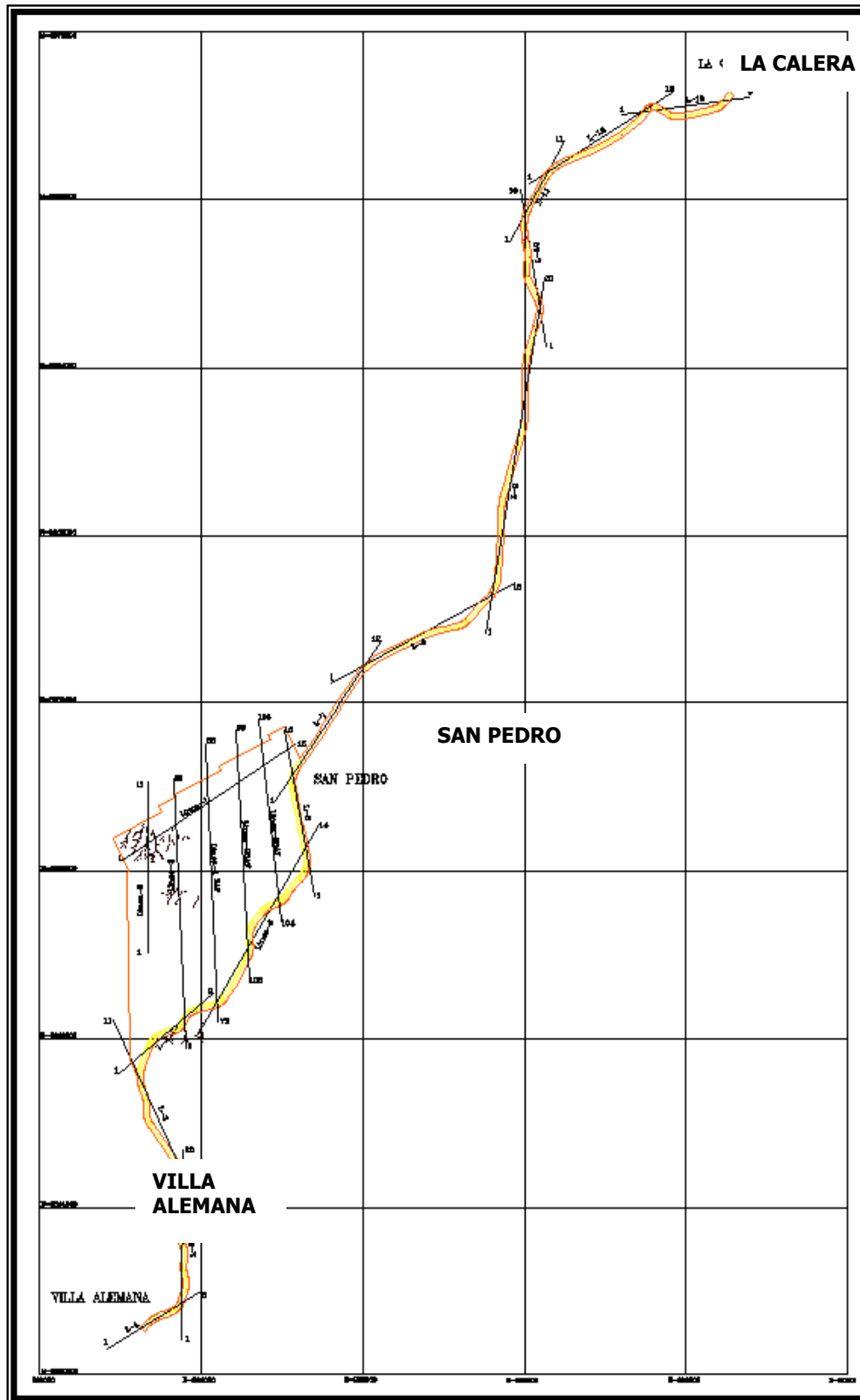
Vuelo variante sobre “**Línea férrea**” y vuelo sobre “**Llay Llay – Los Andes**” se utilizaron 3 horas 38 minutos de vuelo y 70 metros de película expuesta.

Es necesario mencionar que las malas condiciones climáticas imperantes en ese momento dificultaron la ejecución de los vuelos, puesto que en tierra estaba despejado pero luego de ascender sobre los 1500 pies de altura aparecía una bruma que era muy densa como para obtener fotografías nítidas aceptables para trabajos fotogramétricos, por esta razón desde el 26 al 29 de abril se esperó las condiciones más favorables para volar.

FIG. 2.11.- DIAGRAMA DE LÍNEAS DE VUELO  
TRAMO RUTA 5 – LOS ANDES



**FIG. 2.12.- DIAGRAMA DE LÍNEAS DE VUELO  
TRAMO RUTA 5 – VILLA ALEMANA**



La elección de los puntos de apoyo terrestre es fundamental para el desarrollo de una buena orientación. Los criterios de selección de éstos en el fotograma, inciden directamente en el producto que se pretende obtener.

Como recomendación general la elección de los puntos de apoyo se realiza de forma aproximada en el gabinete, con ayuda de la cartografía existente y los fotogramas, se van examinando los entornos donde pueden elegirse estos puntos en terreno. Esta opción viene condicionada por los criterios anteriormente expuestos y por su accesibilidad topográfica, delimitándose las zonas aptas para la selección de los puntos en terreno sobre los correspondientes fotogramas.

Como puntos estereoscópicos se escogen detalles claramente identificables en los fotogramas y en el terreno, que definan bien un punto a la escala de restitución y que permitan al operador del equipo fotogramétrico acotar con seguridad.

### ***2.3.3.- Reconocimiento de los Puntos de apoyo en Terreno***

Básicamente el reconocimiento cumple la finalidad de llevar a cabo una determinación precisa de la ubicación, los accesos, la logística a emplear, los tiempos de viaje de un punto a otro, visibilidad, etc. Con esta información se comienza a precisar en la planificación, determinando tiempos de trabajo.

### ***2.3.4.- Pinchado de Puntos de Apoyo***

Consiste en realizar un orificio en el fotograma, que sea lo suficientemente pequeño, atravesando solo la emulsión de ésta, para ello es conveniente ayudarse de una lupa o de un estereoscopio. El objetivo de esto es no deformar o deteriorar el detalle que se pretende representar en el fotograma, estampando su identificación en el dorso con números o siglas según corresponda.

### ***2.3.5.- Confección de Monografías***

Las monografías consisten en representar la ubicación y distribución en el entorno, de la imagen del punto de apoyo tal como aparece en el terreno, pero hay que hacer notar que no es una representación topográfica. Se dibujarán en formularios especiales y siempre se deben orientar al norte - de preferencia - para su más rápida identificación, adjuntando descripción e identificación del punto, número de fotograma, fecha, vuelo, operador, etc.

Las monografías deben hacerse en terreno, para que pueda ser utilizada por el operador de restitución, la que será de gran ayuda para su ubicación en la imagen tridimensional que percibirá a través del restituidor.

### ***2.3.6.- Levantamiento de Puntos de Apoyo con GPS***

Para poder definir, identificar y distribuir los puntos a utilizar en el apoyo terrestre, se deben seguir diversos patrones que en su conjunto entregarán la mejor solución, la que será fundamental para el desarrollo de una buena orientación y posterior producto cartográfico.

En cada uno de los fotogramas se elegirán 2 o 3 puntos de apoyo, dependiendo de la información que se requiera de estos. Los ubicados en la zona de traslape, deben ser

claramente identificados en ambas fotografías. Dicha distribución se debe a que estos puntos deben servir de control para las líneas de vuelo adyacentes, con el fin de minimizar los puntos de apoyo fotogramétricos.

Dichos puntos fueron elegidos utilizando una lupa junto con una minuciosa inspección de los fotogramas, con especial énfasis en las consideraciones expuestas anteriormente.

Con todos los antecedentes y la clara definición de los puntos de apoyo, se procede al pinchado de estos en los fotogramas, escribiendo el identificador correspondiente al dorso de la fotografía.

En la realización de las mediciones de los puntos de apoyo se emplearon equipos geodésicos marca ASHTECH propiedad de V.H.O. Ltda., el que consideraba lo siguiente:

***EQUIPOS BASE Y MOVIL:***

- 3 Base Tribrach.
- 3 Trípode.
- 3 Huinchas métricas.
- 3 Receptor GPS+GLONASS modelo GG-Surveyor.
- Fuentes de poder.
- Cables de Antena.
- 3 Antenas receptoras

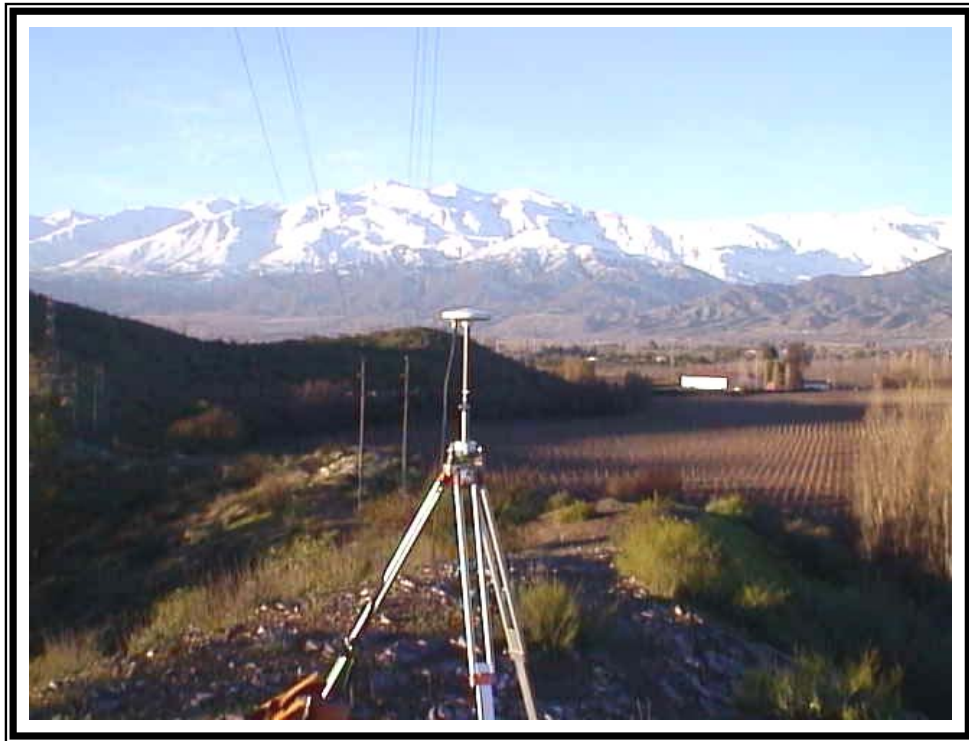
▪ *Proceso de Medición*

Para el proceso de apoyo fotogramétrico de los puntos, se desarrolló el siguiente procedimiento:

- Se empleó el posicionamiento estático midiendo y registrando pseudodistancias desde el satélite al centro eléctrico de la antena y fase de la onda portadora en la frecuencia L1.
- Las mediciones fueron continuas en el tiempo, con épocas de 10 segundos. Se consideró un período mínimo de observación de 25 minutos con PDOP inferior a 5 y con una máscara de elevación sobre los 15 grados con respecto al horizonte de la antena.
- En primer lugar se instala la estación base, ubicada en un punto estratégico de la poligonal donde su ventana satelital sea la óptima, considerando previamente no medir vectores mas allá de los 4 Km., ya que el sistema GPS de por sí entrega una degradación en cota en vectores de mayor longitud.
- Luego de instalado el equipo se procedió a medir la altura de antena la que será indispensable en el post-proceso de los datos.
- De igual manera que con la estación base, se procede con el equipo que se desplazará por los puntos definidos en la fotografía, midiendo siempre la altura de antena, ya que si ésta se omite en algún punto, la medición en dicho punto no tendrá validez en cota.
- El tiempo de medición que se consideró para los puntos de apoyo varió desde, los 25 minutos a 40 minutos. Esta variación se entiende, porque en algunos puntos la ventana satelital y las obstrucciones presentes en el lugar retardarían el cambio en la geometría del lugar, retrasando la resolución de las ambigüedades en la fase.
- Se confeccionaron monografías en terreno del punto medido, detallando la ubicación precisa del punto de apoyo, considerando descripción del lugar, información de las fotografías aéreas, croquis de ubicación, norte, etc.

El mismo proceso de instalación, confección de monografías y medición de los puntos se realizó para las demás líneas de vuelo.

**FIG. 2.13.- FOTOGRAFÍA VÉRTICE DE LA POLIGONAL BASE LOS ANDES - MAP 10**



### ***2.3.7.- Post-Proceso de los Puntos Apoyados con GPS***

En el post-proceso de los puntos de apoyo, se utilizaron software que permiten procesar y ajustar la información, logrando visualizar la información deseada en el sistema que el usuario defina dentro de una variedad de sistemas y datum que el software proporciona.

El software orientado al cálculo que se utilizó fue WinPrism y Ashtech Solutions, diseñado, ambos, en plataforma Windows, estructurado con menús que permiten realizar operaciones necesarias para obtener resultados en post-proceso.

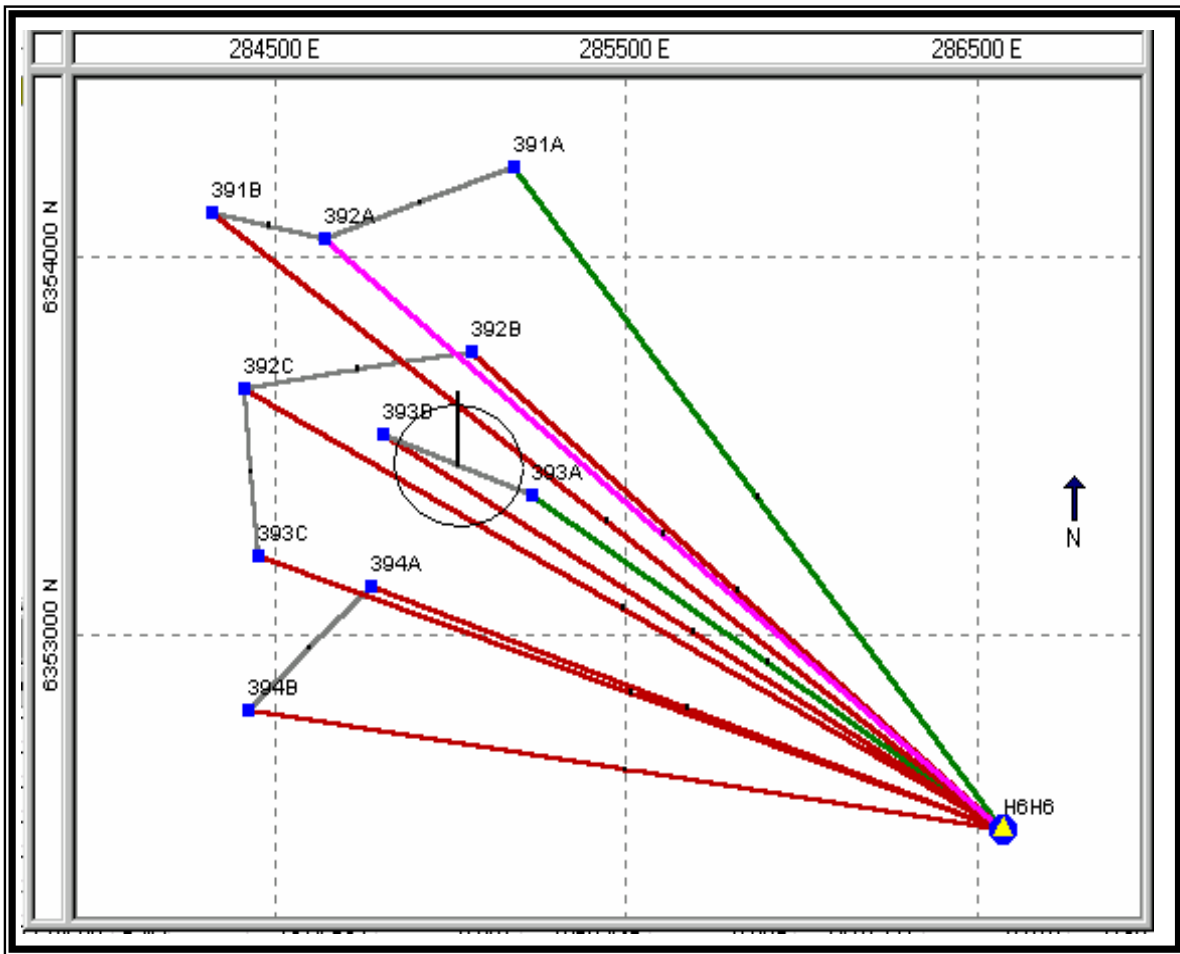
Con los datos crudos de los puntos georreferenciados, se procede a otorgarles una nomenclatura relacionada con la línea de vuelo y número de fotograma, es decir; por ejemplo, el punto L0815C corresponde a la línea de vuelo N°08 fotograma N°15 punto C. Posteriormente se fija una base con un control vertical y horizontal con coordenadas conocidas en el sistema PSAD56, y a partir de ésta se procesan los datos, dándoles coordenadas a los puntos radiados, los que posteriormente se transforman a coordenadas locales planas por medio de una planilla de cálculo, similar a la utilizada en la georreferenciación de la poligonal.

Los resultados de éste proceso, considerando precisiones altimétricas, planimétricas y de distancia, junto con sus coordenadas U.T.M. en el Datum PSAD56, se visualizan en un reporte que el software (Ashtech Solutions) entrega, se adjuntan en el **Apéndice F**.

#### ***2.3.8.- Tolerancias***

Los puntos de apoyo terrestre, en su etapa de levantamiento, deben quedar en tolerancia, esto es, no deben existir discrepancias mayores de 0.02 m en las coordenadas “X” e “Y” (Este y Norte, respectivamente) y de 0.05 m en la Coordenada “Z” (altura elipsoidal), con el fin de optimizar la orientación de los modelos en su etapa de restitución.

**FIG. 2.14.- DIAGRAMA DE RADIACIÓN LÍNEA 13  
APOYO TERRESTRE VILLA ALEMANA**



Para los efectos del Apoyo Terrestre se midieron un total de 884 puntos, de los cuales 414 puntos se distribuyen en el tramo Ruta 5 – Los Andes, y 470 puntos en el tramo Ruta 5 – Villa Alemana.

La información requerida para la restitución se elaboró en formatos que consideran información necesaria para la orientación del modelo. Se incluyen en estos formatos; fotografía del punto medido, monografía, fecha de medición, línea de vuelo, número de fotograma, equipo empleado, descripción específica del punto georreferenciado y sus coordenadas locales planas.

### **Capítulo 3: ANALISIS DE RESULTADOS**

El sentido de la poligonal GPS se produce atravesando transversalmente el territorio nacional, de cordillera a mar, lo que se traduce en que el dátum WGS-84 no sea el Sistema de Georreferencia más apropiado para el control vertical, ya que nuestro país por sus condiciones geográficas en ese sentido es precisamente donde se producen grandes variaciones de masas, partiendo desde el sector de Los Andes, sector cordillerano con altas cumbres y terminando en el sector de Limache acercándose al sector costero (ausencia de masas).

La obtención de coordenadas se hizo a través del método Estático, ya que es precisamente este procedimiento el más indicado para obtener resultados con precisiones al centímetro. Sin embargo se debe considerar tener condiciones adecuadas para definir un tiempo de medición apropiado y tener una solución de tipo fija y no flotante, esto quiere decir que el lugar que sirva de georreferenciación no quede en un sector donde no se tenga la capacidad de captar suficientes satélites teniendo poco tiempo de medición.

En nuestro caso se consideraron tiempos de medición entre 25 y 40 minutos, esto porque en algunos puntos la ventana satelital y las obstrucciones presentes en el lugar retardaron el cambio en la geometría del lugar, retrasando así la resolución de las ambigüedades de la fase.

La poligonal se diseñó para dar coordenadas a cada uno de los puntos, se consideró la independencia de los vectores, asegurando así la calidad de las coordenadas obtenidas, esto quiere decir que se dio un mayor grado de libertad para obtener una poligonal más consistente, esto se traduce en la práctica en generar una mayor cantidad de líneas de medición que las mínimas necesarias requeridas por la poligonal.

Es importante definir que los resultados en altura de los puntos proporcionados por GPS no son de gran precisión ya que el Datum WGS-84 no se ajusta en sectores de grandes diferencias de masas, lo que producirá inevitablemente errores. Por ello se determinó que la obtención de estas sea por nivelación geométrica donde se tienen por medición directa, obteniendo cierres de nivelación que no superaron los 0,002m, muy por debajo de la tolerancia, 0,0083m.

Al momento de ser procesados los resultados en el software WinPrism se consideró la tolerancia máxima permitida, esto es precisión horizontal  $0.005\text{m} + 1\text{ppm}$ , precisión vertical  $0.010\text{m} + 2\text{ppm}$ . los valores de los datos procesados quedaron todos dentro de la tolerancia aceptada, **Apéndice F**. Estos parámetros fueron definidos de acuerdo al tipo de equipo con que se contó, receptores geodésicos ASHTECH de frecuencia simple L1, modelo GG-SURVEYOR.

## **Capítulo 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El tiempo óptimo para los puntos de apoyo se consideró desde los 25 minutos hasta los 40 minutos. Se consideró este periodo de tiempo como óptimo porque los puntos de apoyo se encuentran a menos de 3 km. con respecto a su base.

La variación se entiende porque en algunos puntos la ventana satelital y las obstrucciones presentes en el lugar retardan el cambio en la geometría del lugar, retrasando la resolución de las ambigüedades en la fase.

El método estático requiere que se registre información por un periodo prolongado de tiempo, de esta forma se asegura una cantidad suficiente de datos que permite resolver las ambigüedades y llegar a la mayor precisión posible.

Conforme a los resultados obtenidos, se concluye que el método estático es muy confiable en mediciones de alta precisión.

Las poligonales desarrolladas pueden servir de base a otras redes de control, por lo que se debe asegurar la calidad y permanencia en el sector de los vértices de la poligonal.

Los puntos de apoyo terrestre tienen una importancia fundamental, deben tener para una buena restitución, para ser correctamente identificados tanto en terreno como en el fotograma, proporcionando un buen control tanto horizontal como vertical.

En cuanto a recomendaciones generales sobre posibles problemas en terreno, que no puedan ser remediados en el momento, se debe realizar una exhaustiva revisión total de los equipos como estado de cables, conectores, baterías, pilas de la libreta, etc.

Se debe hacer un chequeo o control de las bases nivelantes que se utilizan en los equipos, debido que estas pueden tener una desviación o pueden estar descalibrados por lo que va a incidir en los resultados posteriores.

Al momento de definir un punto de apoyo, es debe observar claramente la diferenciación de tonos grises presentes en la fotografía, ya que estas pueden incidir a errores al no tener bien definido donde empieza o termina una determinada construcción, además de la complicación que nos entregan las sombras de los follajes de los árboles y de las construcciones de altura.

La elección de los puntos por lo general serán intersecciones de calles, líneas de cruce con aceras, cámaras de alcantarillado, es decir puntos que perduren de manera fija y sin alteraciones en el tiempo.

La identificación de los puntos en terreno es de especial importancia, ya que es aquí donde realmente se sabrá si se realizó una buena identificación y definición de los puntos. Dependerá en gran medida de la existencia de los puntos en terreno, de la cobertura satelital que el sector tenga y de las implicancias que las obstrucciones tendrán en posteriores mediciones.

Como conclusión general se puede establecer que para el éxito del trabajo a realizar es primordial una buena planificación en gabinete. Tanto de chequeo de equipos como de planificación de las horas de medición en los lugares definidos, además de la elección correcta de los puntos de apoyo. También se puede concluir que la utilización de GPS para la obtención de los puntos de apoyo de una red de control vial con la utilización del método estático, da resultados bastantes confiables, datos que perfectamente pueden servir de base para futuras redes, dado su alto grado de precisión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Informe Ruta Internacional CH-60 Los Andes-Villa Alemana, de propiedad de la empresa VHO Ltda.
- Apuntes Curso de GPS, Profesor Héctor Contreras, Programa Especial de Titulación, Departamento de Ingeniería Geográfica, Universidad de Santiago de Chile, 2004.
- Prof. Dídima Olave F: “Principios Metodológicos para Fotointerpretación Aérea”, Universidad de Santiago de Chile
- Miguel Diaz B.: “Introducción a la Fotogrametría”, Universidad de Santiago de Chile

**APENDICE A**

**REVISION POLIGONAL RUTA 5 – VILLA ALEMANA**

## ***TRIANGULO DE AMARRE***

ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.0000 Apr 30 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File AMARRE.FOP  
SYSTEM: UTMS56 Univ. Transverse Merc. (S)  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: ZN19 19 Zone19 - 72 W to 66 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6348625.831	283878.643	68.092	FFCC
00002	6341360.703	282591.239	270.029	LITR
00003	6344839.869	297355.341	152.058	CRUC
00004	6344839.922	297355.290	151.924	CRUCE
ERROR				
DE CIERRE	-0.053	0.051	0.134	

## **PUNTOS COMPENSADOS**

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6348595.800</b>	<b>2837878.674</b>	<b>68.173</b>	<b>FFCC</b>
<b>00002</b>	<b>6341360.664</b>	<b>282591.264</b>	<b>270.057</b>	<b>LITR</b>
<b>00003</b>	<b>6344839.869</b>	<b>297355.341</b>	<b>152.058</b>	<b>CRUC</b>

## ANILLO 1

ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.0000 Apr 30 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File ANILLO.FOP  
SYSTEM: UTMS56 Univ. Transverse Merc. (S)  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: ZN19 19 Zone19 - 72 W to 66 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6348500.547	282408.113	66.047	ARAN
00002	6348625.825	283878.682	68.304	FFCC
00003	6340448.161	281967.698	176.744	TRON
00004	6341360.697	282591.277	270.241	LITR
00005	6341360.678	282591.262	270.091	LITRE
ERROR				
DE CIERRE	0.019	0.015	0.150	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6348500.537</b>	<b>282408.105</b>	<b>65.969</b>	<b>ARAN</b>
<b>00002</b>	<b>6348625.814</b>	<b>283878.672</b>	<b>68.207</b>	<b>FFCC</b>
<b>00003</b>	<b>6340448.159</b>	<b>281967.696</b>	<b>176.727</b>	<b>TRON</b>
<b>00004</b>	<b>6341360.678</b>	<b>282591.262</b>	<b>270.091</b>	<b>LITRE</b>

## ANILLO 2

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.0000 Apr 30 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File ANILLO2.FOP  
SYSTEM: UTMS56 Univ. Transverse Merc. (S)  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: ZN19 19 Zone19 - 72 W to 66 W  
UNITS: METER METER

	POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
	00001	6355880.134	287370.834	94.546	CALA
	00002	6352487.405	286574.865	88.994	H6JM
	00003	6348500.522	282408.105	65.917	ARAN
	00004	6348625.758	283878.634	68.152	FFC
	00005	6348625.800	283878.674	68.173	FFCC
ERROR					
DE CIERRE		0.042	0.040	0.021	

## PUNTOS COMPENSADOS

	POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
	<b>00001</b>	<b>6355880.160</b>	<b>287370.856</b>	<b>94.573</b>	<b>CALA</b>
	<b>00002</b>	<b>6352487.437</b>	<b>286574.894</b>	<b>89.024</b>	<b>H6JM</b>
	<b>00003</b>	<b>6348500.523</b>	<b>282408.107</b>	<b>65.935</b>	<b>ARAN</b>
	<b>00004</b>	<b>6348625.798</b>	<b>283878.671</b>	<b>68.189</b>	<b>FFCC</b>

### ANILLO 3

ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.0000 Apr 30 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File ANILLO3.FOP  
SYSTEM: UTMS56 Univ. Transverse Merc. (S)  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: ZN19 19 Zone19 - 72 W to 66 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6355880.166	287370.863	94.576	CALA
00002	6360161.613	289971.068	124.774	IGM
00003	6358378.430	291012.142	119.450	TETE
00004	6352487.437	286574.894	89.024	H6
00005	6352487.441	286574.894	89.030	H6
ERROR				
DE CIERRE	0.004	0.000	0.006	

### PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6355880.160</b>	<b>287370.856</b>	<b>94.573</b>	<b>CALA</b>
<b>00002</b>	<b>6360161.605</b>	<b>289971.060</b>	<b>124.771</b>	<b>IGM</b>
<b>00003</b>	<b>6358378.420</b>	<b>291012.134</b>	<b>119.447</b>	<b>TETE</b>
<b>00004</b>	<b>6352487.434</b>	<b>286574.887</b>	<b>89.021</b>	<b>H6</b>

## ANILLO 4

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.0000 Apr 30 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File ANILLO4.FOP  
SYSTEM: UTMS56 Univ. Transverse Merc. (S)  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: ZN19 19 Zone19 - 72 W to 66 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6366278.424	292038.955	187.986	CANL
00002	6360161.603	289971.060	124.771	IGM
00003	6364988.214	292287.472	166.150	COLO
00004	6358378.420	291012.134	119.447	TETE
00005	6358378.475	291012.181	119.512	TETE
ERROR				
DE CIERRE	0.055	0.047	0.065	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6366278.403</b>	<b>292038.939</b>	<b>187.963</b>	<b>CANL</b>
<b>00002</b>	<b>6360161.605</b>	<b>289971.060</b>	<b>124.771</b>	<b>IGM</b>
<b>00003</b>	<b>6364988.188</b>	<b>292287.449</b>	<b>166.118</b>	<b>COLO</b>
<b>00004</b>	<b>6358378.427</b>	<b>291012.141</b>	<b>119.456</b>	<b>TETE</b>

## ANILLO 5

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.0000 Apr 30 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File ANILLO5.FOP  
SYSTEM: UTMS56 Univ. Transverse Merc. (S)  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: ZN19 19 Zone19 - 72 W to 66 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6366278.398	292038.932	187.954	CANL
00002	6370223.356	295231.346	224.656	CHIN
00003	6370411.334	297019.388	235.635	RUT5
00004	6364988.188	292287.449	166.118	COLO
00005	6364988.178	292287.534	165.921	COLO
ERROR				
DE CIERRE	0.010	0.085	0.197	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6366278.403</b>	<b>292038.939</b>	<b>187.963</b>	<b>CANL</b>
<b>00002</b>	<b>6370223.363</b>	<b>295231.329</b>	<b>224.720</b>	<b>CHIN</b>
<b>00003</b>	<b>6370411.343</b>	<b>297019.358</b>	<b>235.729</b>	<b>RUT5</b>
<b>00004</b>	<b>6364988.192</b>	<b>292287.468</b>	<b>166.098</b>	<b>COLO</b>

## RESUMEN DE COORDENADAS GEOGRAFICAS RED DE TRIANGULACION RUTA 5 – VILLA ALEMANA

### AMARRE

FFF	FFCC	-32 58 43.90152	71 18 45.47024	68.173	0.000
FFF	LITR	-33 2 38.70224	71 19 41.22337	270.091	0.000
FFF	CRUC	-33 0 56.06551	71 10 9.65923	152.058	0.000

### ANILLO 1

FFF	ARAN	-32 58 46.91376	71 19 42.18608	65.935	0.000
FFF	FFCC	-32 58 43.90152	71 18 45.47024	68.173	0.000
FFF	TRON	-33 3 7.86047	71 20 6.02653	176.693	0.000
FFF	LITR	-33 2 38.70270	71 19 41.22330	270.057	0.000

### ANILLO 2

FFF	ARAN	-32 58 46.91376	71 19 42.18608	65.935	0.000
FFF	FFCC	-32 58 43.90158	71 18 45.47037	68.189	0.000
FFF	H6	-32 56 40.51437	71 16 58.45345	89.024	0.000
FFF	CALA	-32 54 50.98852	71 16 25.00617	94.573	0.000

### ANILLO 3

FFF	CALA	-32 54 50.98852	71 16 25.00617	94.573	0.000
FFF	H6	-32 56 40.51449	71 16 58.45372	89.021	0.000
FFF	IGM	-32 52 33.87274	71 14 41.47363	124.771	0.000
FFF	TETE	-32 53 32.45136	71 14 2.89411	119.447	0.000

### ANILLO 4

FFF	CANL	-32 49 16.81021	71 13 17.00906	187.963	0.000
FFF	IGM	-32 52 33.87274	71 14 41.47363	124.771	0.000
FFF	TETE	-32 53 32.45113	71 14 2.89382	119.456	0.000
FFF	COLO	-32 49 58.84593	71 13 8.50048	166.118	0.000

### ANILLO 5

FFF	CANL	-32 49 16.81021	71 13 17.00906	187.963	0.000
FFF	CHIN	-32 47 10.95799	71 11 11.18981	224.720	0.000
FFF	COLO	-32 49 58.84581	71 13 8.49974	166.098	0.000
FFF	RUT5	-32 47 6.05231	71 10 2.35371	235.729	0.000

**APENDICE B**

**REVISION POLIGONAL RUTA 5 – LOS ANDES**

**TRIANGULO DE AMARRE**

ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 18 2002

CREATED FROM: Fillnet Output File AMARRE\_A.FOP

SYSTEM: UTM56 UTM56

DATUM: PROAMER Provisional S. American 195

TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }

ELLIPSOID: INTL International

SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000

INVERSE FLATTENING: 297.0000000

PROJECTION: TM83 Transverse Mercator

ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W

UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6366620.099	354663.119	890.511	MAP6
00002	6368816.996	349840.679	832.509	MA10
00003	6365891.601	351348.754	1008.049	VIRG
00004	6365891.607	351348.714	1008.059	IGMG
ERROR				
DE CIERRE	0.006	0.040	0.010	

**PUNTOS COMPENSADOS**

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6366620.095</b>	<b>354663.148</b>	<b>890.503</b>	<b>MAP6</b>
<b>00002</b>	<b>6368816.994</b>	<b>349840.691</b>	<b>832.506</b>	<b>MA10</b>
<b>00003</b>	<b>6365891.601</b>	<b>351348.754</b>	<b>1008.049</b>	<b>VIRG</b>

## ANILLO 1

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED1\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6363790.606	360587.567	981.578	MAP1
00002	6364047.280	361396.764	987.861	FINV
00003	6366722.508	355265.937	883.525	MAP7
00004	6366620.095	354663.148	890.502	MAP6
00005	6366620.094	354663.173	890.573	MAP6
ERROR				
DE CIERRE		0.001	0.025	0.071

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6363790.606</b>	<b>360587.558</b>	<b>981.552</b>	<b>MAP1</b>
<b>00002</b>	<b>6364047.281</b>	<b>361396.752</b>	<b>987.826</b>	<b>FINV</b>
<b>00003</b>	<b>6366722.509</b>	<b>355265.915</b>	<b>883.463</b>	<b>MAP7</b>
<b>00004</b>	<b>6366620.095</b>	<b>354663.148</b>	<b>890.502</b>	<b>MAP6</b>

## ANILLO 2

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6368816.992	349840.708	832.500	MA10
00002	6370696.806	348186.986	777.588	ESCU
00003	6366722.556	355265.954	883.451	MAP7
00004	6366620.095	354663.148	890.502	MAP6
00005	6366620.141	354663.190	890.498	MAP6
ERROR				
DE CIERRE	0.046	0.042	0.004	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6366620.095</b>	<b>354663.148</b>	<b>890.502</b>	<b>MAP6</b>
<b>00002</b>	<b>6368816.979</b>	<b>349840.697</b>	<b>832.501</b>	<b>MA10</b>
<b>00003</b>	<b>6366722.512</b>	<b>355265.917</b>	<b>883.453</b>	<b>MAP7</b>
<b>00004</b>	<b>6370696.788</b>	<b>348186.968</b>	<b>777.589</b>	<b>ESCU</b>

### ANILLO 3

#### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED3\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6371735.482	342097.219	698.676	CURI
00002	6373644.693	342719.345	694.283	TAM1
00003	6370696.783	348186.971	777.623	ESCU
00004	6368816.979	349840.697	832.500	MA10
00005	6368816.969	349840.693	832.535	MA10
ERROR				
DE CIERRE	0.010	0.004	0.035	

### PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6371735.486</b>	<b>342097.221</b>	<b>698.661</b>	<b>CURI</b>
<b>00002</b>	<b>6368816.979</b>	<b>349840.697</b>	<b>832.500</b>	<b>MA10</b>
<b>00003</b>	<b>6373644.699</b>	<b>342719.347</b>	<b>694.263</b>	<b>TAM1</b>
<b>00004</b>	<b>6370696.792</b>	<b>348186.974</b>	<b>777.593</b>	<b>ESCU</b>

## ANILLO 4

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED4\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6373166.072	338853.576	655.634	MA14
00002	6376421.839	335294.682	604.431	MA17
00003	6373644.667	342719.428	694.241	TAM1
00004	6371735.486	342097.221	698.661	CURI
00005	6371735.437	342097.276	698.712	CURI
ERROR				
DE CIERRE	0.049	0.055	0.051	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6371735.486</b>	<b>342097.221</b>	<b>698.661</b>	<b>CURI</b>
<b>00002</b>	<b>6373166.077</b>	<b>338853.560</b>	<b>655.639</b>	<b>MA14</b>
<b>00003</b>	<b>6376421.851</b>	<b>335294.647</b>	<b>604.442</b>	<b>MA17</b>
<b>00004</b>	<b>6373644.695</b>	<b>342719.359</b>	<b>694.264</b>	<b>TAM1</b>

## ANILLO 5

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED5\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6373302.447	331478.340	542.016	PALO
00002	6375019.411	331011.643	551.771	COL1
00003	6376421.861	335294.618	604.400	MA17
00004	6373166.077	338853.560	655.638	MA14
00005	6373166.096	338853.511	655.606	MA14
ERROR				
DE CIERRE	0.019	0.049	0.032	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6373166.077</b>	<b>338853.560</b>	<b>655.638</b>	<b>MA14</b>
<b>00002</b>	<b>6373302.439</b>	<b>331478.359</b>	<b>542.030</b>	<b>PALO</b>
<b>00003</b>	<b>6376421.848</b>	<b>335294.655</b>	<b>604.426</b>	<b>MA17</b>
<b>00004</b>	<b>6375019.401</b>	<b>331011.669</b>	<b>551.790</b>	<b>COL1</b>

## ANILLO 6

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED6\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6371967.398	327008.502	506.802	PAN2
00002	6375019.388	331011.693	551.791	COL1
00003	6373046.289	325269.036	504.320	ISAB
00004	6373302.439	331478.359	542.030	PALO
00005	6373302.425	331478.390	542.036	PALO
ERROR				
DE CIERRE	0.014	0.031	0.006	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6373302.439</b>	<b>331478.359</b>	<b>542.030</b>	<b>PALO</b>
<b>00002</b>	<b>6371967.402</b>	<b>327008.493</b>	<b>506.800</b>	<b>PAN2</b>
<b>00003</b>	<b>6375019.401</b>	<b>331011.667</b>	<b>551.786</b>	<b>COL1</b>
<b>00004</b>	<b>6373046.296</b>	<b>325269.022</b>	<b>504.317</b>	<b>ISAB</b>

## ANILLO 7

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED7\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6369292.881	322384.261	460.070	MA19
00002	6370694.244	321152.742	451.147	ESQI
00003	6373046.337	325269.039	504.337	ISAB
00004	6371967.402	327008.493	506.799	PAN2
00005	6371967.445	327008.505	506.819	PAN2
ERROR				
DE CIERRE	0.043	0.012	0.020	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6369292.864</b>	<b>322384.257</b>	<b>460.063</b>	<b>MA19</b>
<b>00002</b>	<b>6371967.402</b>	<b>327008.493</b>	<b>506.799</b>	<b>PAN2</b>
<b>00003</b>	<b>6373046.300</b>	<b>325269.030</b>	<b>504.321</b>	<b>ISAB</b>
<b>00004</b>	<b>6370694.221</b>	<b>321152.736</b>	<b>451.136</b>	<b>ESQI</b>

## ANILLO 8

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED8\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6365999.220	315082.215	387.043	MA26
00002	6367752.115	315445.026	395.474	MA23
00003	6370694.262	321152.726	451.095	ESQI
00004	6369292.864	322384.257	460.062	MA19
00005	6369292.899	322384.245	460.018	MA19
ERROR				
DE CIERRE	0.035	0.012	0.044	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6369292.864</b>	<b>322384.257</b>	<b>460.062</b>	<b>MA19</b>
<b>00002</b>	<b>6365999.202</b>	<b>315082.220</b>	<b>387.062</b>	<b>MA26</b>
<b>00003</b>	<b>6367752.094</b>	<b>315445.032</b>	<b>395.499</b>	<b>MA23</b>
<b>00004</b>	<b>6370694.230</b>	<b>321152.737</b>	<b>451.133</b>	<b>ESQI</b>

## ANILLO 9

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED9\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6365350.148	311589.686	354.895	RUT3
00002	6365785.058	311798.450	358.061	RUT4
00003	6367752.115	315444.989	395.521	MA23
00004	6365999.202	315082.220	387.062	MA26
00005	6365999.221	315082.179	387.090	MA26
ERROR				
DE CIERRE	0.019	0.041	0.028	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6365999.202</b>	<b>315082.220</b>	<b>387.062</b>	<b>MA26</b>
<b>00002</b>	<b>6365350.142</b>	<b>311589.697</b>	<b>354.887</b>	<b>RUT3</b>
<b>00003</b>	<b>6365785.049</b>	<b>311798.470</b>	<b>358.048</b>	<b>RUT4</b>
<b>00004</b>	<b>6367752.100</b>	<b>315445.022</b>	<b>395.499</b>	<b>MA23</b>

## ANILLO 10

### ASHTECH POINTS FILE

PROGRAM: PRISM v2.1000 May 19 2002  
CREATED FROM: Fillnet Output File RED10\_A.FOP  
SYSTEM: UTM56 UTM56  
DATUM: PROAMER Provisional S. American 195  
TRANSLATION: { -288.000, 175.000, -376.000 }  
ELLIPSOID: INTL International  
SEMI-MAJOR AXIS: 6378388.000  
INVERSE FLATTENING: 297.0000000  
PROJECTION: TM83 Transverse Mercator  
ZONE: Z19 19 Z19 66 W to 72 W  
UNITS: METER METER

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
00001	6364480.388	303055.460	291.562	RUT8
00002	6364749.016	302686.532	288.340	ROME
00003	6365785.081	311798.558	358.013	RUT4
00004	6365350.142	311589.697	354.886	RUT3
00005	6365350.172	311589.797	354.859	RUT3
ERROR				
DE CIERRE	0.030	0.100	0.027	

## PUNTOS COMPENSADOS

POINT	NORTHING	EASTING	HEIGHT	SITE
<b>00001</b>	<b>6365350.142</b>	<b>311589.697</b>	<b>354.886</b>	<b>RUT3</b>
<b>00002</b>	<b>6364480.375</b>	<b>303055.424</b>	<b>291.577</b>	<b>RUT8</b>
<b>00003</b>	<b>6364749.002</b>	<b>302686.486</b>	<b>288.359</b>	<b>ROME</b>
<b>00004</b>	<b>6365785.053</b>	<b>311798.471</b>	<b>358.048</b>	<b>RUT4</b>

## RESUMEN DE COORDENADAS GEOGRAFICAS RED DE TRIANGULACION RUTA 5 - LOS ANDES

### AMARRE

FFF	MAP6	-32 49 42.02069	70 33 9.57171	890.503	0.000
FFF	MAP10	-32 48 28.36913	70 36 13.69708	832.506	0.000
FFF	VIRG	-32 50 4.06930	70 35 17.42053	1008.049	0.000

### ANILLO 1

FFF	MAP1	-32 51 16.64120	70 29 23.32475	981.552	0.000
FFF	MAP6	-32 49 42.02069	70 33 9.57171	890.502	0.000
FFF	FINV	-32 51 8.67847	70 28 52.06487	987.826	0.000
FFF	MAP7	-32 49 38.98310	70 32 46.33932	883.463	0.000

### ANILLO 2

FFF	MAP6	-32 49 42.02069	70 33 9.57171	890.502	0.000
FFF	MAP10	-32 48 28.36964	70 36 13.69686	832.501	0.000
FFF	MAP7	-32 49 38.98299	70 32 46.33924	883.453	0.000
FFF	ESCU	-32 47 26.53104	70 37 16.15389	777.589	0.000

### ANILLO 3

FFF	CURI	-32 46 49.72467	70 41 9.54013	698.661	0.000
FFF	MAP10	-32 48 28.36964	70 36 13.69686	832.500	0.000
FFF	TAM1	-32 45 48.07321	70 40 44.47144	694.263	0.000
FFF	ESCU	-32 47 26.53091	70 37 16.15366	777.593	0.000

### ANILLO 4

FFF	CURI	-32 46 49.72467	70 41 9.54013	698.661	0.000
FFF	MAP14	-32 46 1.59387	70 43 13.27965	655.639	0.000
FFF	MAP17	-32 44 14.01757	70 45 27.92637	604.442	0.000
FFF	TAM1	-32 45 48.07334	70 40 44.47101	694.264	0.000

### ANILLO 5

FFF	MAP14	-32 46 1.59387	70 43 13.27965	655.638	0.000
FFF	PALOMAR	-32 45 53.18743	70 47 56.52079	542.030	0.000
FFF	MAP17	-32 44 14.01768	70 45 27.92608	604.426	0.000
FFF	COLU1	-32 44 57.20092	70 48 13.32482	551.790	0.000

### ANILLO 6

FFF PALOMAR	-32 45 53.18743	70 47 56.52079	542.030	0.000
FFF PAN2	-32 46 34.01972	70 50 49.12296	506.800	0.000
FFF COLU1	-32 44 57.20092	70 48 13.32488	551.786	0.000
FFF ISABEL	-32 45 58.01204	70 51 55.22031	504.317	0.000

### ANILLO 7

FFF MAP19	-32 47 58.16907	70 53 48.62036	460.063	0.000
FFF PAN2	-32 46 34.01972	70 50 49.12296	506.799	0.000
FFF ISABEL	-32 45 58.01191	70 51 55.22002	504.321	0.000
FFF ESQUINA	-32 47 11.96765	70 54 34.97231	451.136	0.000

### ANILLO 8

FFF MAP19	-32 47 58.16907	70 53 48.62036	460.062	0.000
FFF MAP26	-32 49 40.72332	70 58 31.57893	387.062	0.000
FFF MAP23	-32 48 44.05448	70 58 16.37611	395.499	0.000
FFF ESQUINA	-32 47 11.96737	70 54 34.97228	451.133	0.000

### ANILLO 9

FFF MAP26	-32 49 40.72332	70 58 31.57893	387.062	0.000
FFF RUTA3	-32 49 59.64811	71 0 46.29894	354.887	0.000
FFF RUTA4	-32 49 45.66293	71 0 37.95560	358.048	0.000
FFF MAP23	-32 48 44.05428	70 58 16.37650	395.499	0.000

### ANILLO 10

FFF RUTA3	-32 49 59.64811	71 0 46.29894	354.886	0.000
FFF RUTA8	-32 50 22.47622	71 6 15.00763	291.577	0.000
FFF ROMERAL	-32 50 13.52015	71 6 28.98354	288.359	0.000
FFF RUTA4	-32 49 45.66280	71 0 37.95554	358.048	0.000

**APENDICE C**

**AJUSTE ANILLO IGM-CANAL**



## **APENDICE D**

### **CALCULO POLIGONALES**



<b>ESTACION</b>	<b>NORTE SAD-56</b>	<b>ESTE SAD-56</b>	<b>DN</b>	<b>DE</b>	<b>DY</b>	<b>DX</b>	<b>Y LOCALES</b>	<b>X LOCALES</b>	<b>DY-COM</b>	<b>DX-COM</b>
<b>VIRGEN</b>	6365891.601	351348.754					6365891.601	351348.754		
<b>MAP-10</b>	6368816.972	349840.676	-2925.371	1508.078	-2926.168	1508.489	6368817.769	349840.265	-2926.199	1508.488
<b>CURIMON</b>	6371735.465	342097.183	-2918.493	7743.493	-2919.145	7745.224	6371736.914	342095.042	-2919.176	7745.217
<b>MAP-14</b>	6373166.051	338853.520	-1430.586	3243.663	-1430.855	3244.274	6373167.770	338850.768	-1430.870	3244.271
<b>PALOMAR</b>	6373302.404	331478.301	-136.353	7375.219	-136.375	7376.400	6373304.144	331474.368	-136.376	7376.394
<b>PAN-02</b>	6371967.360	327008.433	1335.044	4469.868	1335.206	4470.409	6371968.939	327003.959	1335.192	4470.405
<b>MAP-19</b>	6369292.822	322384.195	2674.538	4624.238	2674.793	4624.678	6369294.146	322379.280	2674.765	4624.674
<b>MAP-26</b>	6365999.147	315082.159	3293.675	7302.036	3293.878	7302.486	6366000.268	315076.794	3293.843	7302.480
<b>RUTA-3</b>	6365350.081	311589.633	649.066	3492.526	649.086	3492.634	6365351.182	311584.160	649.079	3492.631
<b>RUTA-8</b>	6364480.303	303055.362	869.778	8534.271	869.783	8534.322	6364481.399	303049.838	869.774	8534.315
<b>ROMERAL</b>	6364748.929	302686.425	-268.626	368.937	-268.613	368.920	6364750.012	302680.918	-268.616	368.919
<b>RUTA-4</b>	6365784.989	311798.413	-1036.060	-9111.988	-1036.057	-9111.963	6365786.069	311792.881	-1036.068	-9111.970
<b>MAP-23</b>	6367752.042	315444.965	-1967.053	-3646.552	-1967.112	-3646.661	6367753.181	315439.542	-1967.133	-3646.664
<b>ESQUINA</b>	6370694.181	321152.672	-2942.139	-5707.707	-2942.315	-5708.048	6370695.496	321147.591	-2942.346	-5708.053
<b>ISABEL</b>	6373046.260	325268.966	-2352.079	-4116.294	-2352.298	-4116.677	6373047.794	325264.267	-2352.322	-4116.680
<b>COLU-01</b>	6375019.367	331011.614	-1973.107	-5742.648	-1973.344	-5743.338	6375021.138	331007.605	-1973.365	-5743.343
<b>MAP-17</b>	6376421.821	335294.598	-1402.454	-4282.984	-1402.659	-4283.611	6376423.797	335291.217	-1402.674	-4283.615
<b>TAM-01</b>	6373644.673	342719.318	2777.148	-7424.720	2777.667	-7426.107	6373646.131	342717.323	2777.638	-7426.113
<b>ESCUELA</b>	6370696.773	348186.947	2947.900	-5467.629	2948.553	-5468.840	6370697.578	348186.164	2948.522	-5468.845
<b>MAP-07</b>	6366722.501	355265.911	3974.272	-7078.964	3975.299	-7080.793	6366722.279	355266.957	3975.257	-7080.799
<b>FINV</b>	6364047.280	361396.754	2675.221	-6130.843	2676.017	-6132.668	6364046.261	361399.625	2675.989	-6132.673
<b>MAP-01</b>	6363790.605	360587.559	256.675	809.195	256.757	809.453	6363789.504	360590.172	256.754	809.452
<b>MAP-06</b>	6366620.085	354663.141	-2829.480	5924.418	-2830.323	5926.183	6366619.828	354663.989	-2830.353	5926.178
<b>VIRGEN</b>	6365891.601	351348.754	728.484	3314.387	728.691	3315.331	6365891.136	351348.658	728.684	3315.328
			<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.465</b>	<b>0.096</b>	<b>0.465</b>	<b>0.096</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>
					44370.992	117437.4124				
					1.048E-05	8.19027E-07				



<b>ESTACION</b>	<b>NORTE SAD-56</b>	<b>ESTE SAD-56</b>	<b>DN</b>	<b>DE</b>	<b>DY</b>	<b>DX</b>	<b>Y LOCALES</b>	<b>X LOCALES</b>	<b>DY-COM</b>	<b>DX-COM</b>
<b>LITRE</b>	6341360.664	282591.264					6341361.070	282592.950		
<b>FFCC</b>	6348625.800	283878.674	-7265.136	-1287.410	-7264.019	-1287.212	6348625.089	283880.162	-7263.994	-1287.213
<b>H6</b>	6352487.437	286574.894	-3861.637	-2696.220	-3861.047	-2695.808	6352486.136	286575.970	-3861.034	-2695.811
<b>TETERA</b>	6358378.420	291012.134	-5890.983	-4437.240	-5890.197	-4436.648	6358376.333	291012.618	-5890.177	-4436.653
<b>COLONIA</b>	6364988.188	292287.449	-6609.768	-1275.315	-6608.989	-1275.165	6364985.322	292287.783	-6608.966	-1275.166
<b>RUTA 5</b>	6370411.343	297019.358	-5423.155	-4731.909	-5422.649	-4731.467	6370407.971	297019.250	-5422.630	-4731.472
<b>CHINO</b>	6370223.363	295231.329	187.980	1788.029	187.967	1787.905	6370220.004	295231.346	187.968	1787.903
<b>CANAL</b>	6366278.403	292038.939	3944.960	3192.390	3944.605	3192.102	6366275.399	292039.243	3944.618	3192.099
<b>IGM-PN</b>	6360161.605	289971.060	6116.798	2067.879	6116.126	2067.652	6360159.274	289971.591	6116.147	2067.650
<b>CAÑA</b>	6355880.160	287370.856	4281.445	2600.204	4280.876	2599.858	6355878.398	287371.733	4280.891	2599.856
<b>ARANDA</b>	6348500.523	282408.107	7379.637	4962.749	7378.445	4961.947	6348499.953	282409.786	7378.470	4961.942
<b>TRONCAL</b>	6340448.146	281967.698	8052.377	440.409	8051.050	440.336	6340448.904	281969.450	8051.078	440.336
<b>LITRE</b>	6341360.664	282591.264	-912.518	-623.566	-912.375	-623.469	6341361.279	282592.918	-912.372	-623.469
			0.000	0.000	-0.209	0.032	-0.209	0.032	0.000	0.000
					59918.344	30099.56962				
					-3.49E-06	1.05603E-06				

**APENDICE E**

**NIVELACIÓN**

### ivelación Ruta 5 – Los Andes

NIVELACION TRAMO 7-E-124 - LA01							
MONOLOS		IDA	REGRESO	DIFERENCIA	PROM		COTA
7-E-124							411,692
7-E-124	LA15	0,190	-0,190	0,000	0,190	0,190	411,882
LA15	LA14	-3,153	3,155	0,002	3,154	-3,154	408,728
LA14	LA13	-2,661	2,663	0,002	2,662	-2,662	406,066
LA13	LA12	-3,277	3,277	0,000	3,277	-3,277	402,789
LA12	LA11	-2,495	2,496	0,001	2,496	-2,496	400,294
LA11	LA10	-1,911	1,911	0,000	1,911	-1,911	398,383
LA10	MAP23	-0,293	0,293	0,000	0,293	-0,293	398,090
MAP23	LA9	-2,871	2,871	0,000	2,871	-2,871	395,219
LA9	LA8	-1,312	1,311	-0,001	1,312	-1,312	393,907
LA8	LA7	-3,020	3,022	0,002	3,021	-3,021	390,886
LA7	LA6	-2,747	2,748	0,001	2,748	-2,748	388,139
LA6	LA5	-2,084	2,086	0,002	2,085	-2,085	386,054
LA5	MAP26	4,097	-4,098	-0,001	4,098	4,098	390,151
MAP26	LA4	0,166	-0,166	0,000	0,166	0,166	390,317
LA4	LA3	-10,243	10,245	0,002	10,244	-10,244	380,073
LA3	LA2	-3,342	3,340	-0,002	3,341	-3,341	376,732
LA2	LA1	6,430	-6,432	-0,002	6,431	6,431	383,163
NIVELACION TRAMO 7-E-124 - LA45							
MONOLOS		IDA	REGRESO	DIFERENCIA	PROM		COTA
7-E-124							411,692
7-E-124	LA15	0,190	-0,190	0,000	0,190	0,190	411,882
LA15	LA16	2,206	-2,208	-0,002	2,207	2,207	414,089
LA16	LA17	2,507	-2,505	0,002	2,506	2,506	416,595
LA17	LA18	8,281	-8,279	0,002	8,280	8,280	424,875
LA18	LA19	6,071	-6,069	0,002	6,070	6,070	430,945
LA19	LA20	20,604	-20,603	0,001	20,604	20,604	451,549
LA20	LA21	0,882	-0,884	-0,002	0,883	0,883	452,432
LA21	LA22	-3,291	3,292	0,001	3,292	-3,292	449,140
LA22	LA23	-16,770	16,770	0,000	16,770	-16,770	432,370
LA23	LA24	2,701	-2,699	0,002	2,700	2,700	435,070
LA24	LA25	2,599	-2,601	-0,002	2,600	2,600	437,670
LA25	LA26	2,512	-2,511	0,001	2,512	2,512	440,182
LA26	LA27	2,862	-2,861	0,001	2,862	2,862	443,043
LA27	LA28	2,671	-2,671	0,000	2,671	2,671	445,714
LA28	LA29	2,226	-2,227	-0,001	2,227	2,227	447,941

LA29	LA30	4,444	-4,446	-0,002	4,445	4,445	452,386
LA30	LA31	5,696	-5,694	0,002	5,695	5,695	458,081
LA31	R-16	-7,011	7,012	0,001	7,012	-7,012	451,069
R-16	LA32	1,391	-1,390	0,001	1,391	1,391	452,460
LA32	LA33	1,772	-1,773	-0,001	1,773	1,773	454,232
LA33	LA34	4,711	-4,712	-0,001	4,712	4,712	458,944
LA34	MAP19	2,996	-2,995	0,001	2,996	2,996	461,939
MAP19	LA35	2,529	-2,528	0,001	2,529	2,529	464,468
LA35	LA36	3,095	-3,096	-0,001	3,096	3,096	467,563
LA36	LA37	2,771	-2,773	-0,002	2,772	2,772	470,335
LA37	LA38	4,445	-4,445	0,000	4,445	4,445	474,780
LA38	LA39	2,764	-2,763	0,001	2,764	2,764	477,544
LA39	LA40	3,088	-3,088	0,000	3,088	3,088	480,632
LA40	LA41	4,101	-4,100	0,001	4,101	4,101	484,732
LA41	LA42	1,704	-1,706	-0,002	1,705	1,705	486,437
LA42	LA43	1,789	-1,787	0,002	1,788	1,788	488,225
LA43	LA44	1,696	-1,695	0,001	1,696	1,696	489,921
LA44	LA45	2,502	-2,500	0,002	2,501	2,501	492,422
<b>NIVELACION TRAMO LA45 - MAP17</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>
LA45							492,422
LA45	LA46	3,909	-3,907	0,002	3,908	3,908	496,330
LA46	LA47	3,813	-3,813	0,000	3,813	3,813	500,143
LA47	LA48	2,852	-2,853	-0,001	2,853	2,853	502,995
LA48	LA49	2,596	-2,595	0,001	2,596	2,596	505,591
LA49	PAN-02	2,488	-2,489	-0,001	2,489	2,489	508,079
PAN-02	LA50	1,484	-1,482	0,002	1,483	1,483	509,562
LA50	LA51	1,259	-1,259	0,000	1,259	1,259	510,821
LA51	LA52	2,136	-2,134	0,002	2,135	2,135	512,956
LA52	LA53	3,963	-3,965	-0,002	3,964	3,964	516,920
LA53	LA54	3,770	-3,772	-0,002	3,771	3,771	520,691
LA54	LA55	4,178	-4,178	0,000	4,178	4,178	524,869
LA55	LA56	3,766	-3,766	0,000	3,766	3,766	528,635
LA56	LA57	3,863	-3,865	-0,002	3,864	3,864	532,499
LA57	LA58	4,182	-4,184	-0,002	4,183	4,183	536,682
LA58	LA59	3,055	-3,054	0,001	3,055	3,055	539,737
LA59	LA60	4,044	-4,042	0,002	4,043	4,043	543,780
LA60	LA61	3,438	-3,440	-0,002	3,439	3,439	547,219
LA61	LA62	3,485	-3,484	0,001	3,485	3,485	550,703
LA62	COLU-01	1,798	-1,798	0,000	1,798	1,798	552,501
COLU-01	LA63	0,858	-0,858	0,000	0,858	0,858	553,359
LA63	LA64	4,794	-4,795	-0,001	4,795	4,795	558,154
LA64	LA65	3,458	-3,460	-0,002	3,459	3,459	561,613
LA65	LA66	3,860	-3,859	0,001	3,860	3,860	565,472

LA66	LA67	4,666	-4,664	0,002	4,665	4,665	570,137
LA67	LA68	4,106	-4,108	-0,002	4,107	4,107	574,244
LA68	LA69	3,862	-3,860	0,002	3,861	3,861	578,105
LA69	LA70	2,521	-2,520	0,001	2,521	2,521	580,626
LA70	LA71	2,938	-2,940	-0,002	2,939	2,939	583,565
LA71	LA72	5,471	-5,473	-0,002	5,472	5,472	589,037
LA72	LA73	3,062	-3,062	0,000	3,062	3,062	592,099
LA73	MAP18	2,845	-2,845	0,000	2,845	2,845	594,944
MAP18	LA74	3,336	-3,334	0,002	3,335	3,335	598,279
LA74	LA75	3,373	-3,372	0,001	3,373	3,373	601,651
LA75	MAP17	3,036	-3,034	0,002	3,035	3,035	604,686
<b>NIVELACION TRAMO MAP17 - LA146</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>
MAP17							604,686
MAP17	LA76	-1,055	1,057	0,002	1,056	-1,056	603,630
LA76	LA77	-3,987	3,989	0,002	3,988	-3,988	599,642
LA77	LA78	3,270	-3,269	0,001	3,270	3,270	602,912
LA78	LA79	2,167	-2,169	-0,002	2,168	2,168	605,080
LA79	LA80	2,391	-2,393	-0,002	2,392	2,392	607,472
LA80	LA81	4,158	-4,159	-0,001	4,159	4,159	611,630
LA81	LA82	3,734	-3,736	-0,002	3,735	3,735	615,365
LA82	LA83	4,712	-4,710	0,002	4,711	4,711	620,076
LA83	LA84	2,762	-2,764	-0,002	2,763	2,763	622,839
LA84	LA85	4,216	-4,217	-0,001	4,217	4,217	627,056
LA85	LA86	2,798	-2,799	-0,001	2,799	2,799	629,854
LA86	LA86A	4,813	-4,815	-0,002	4,814	4,814	634,668
LA86A	LA87	0,640	-0,641	-0,001	0,641	0,641	635,309
LA87	LA88	1,795	-1,796	-0,001	1,796	1,796	637,104
LA88	LA89	3,171	-3,170	0,001	3,171	3,171	640,275
LA89	LA90	1,371	-1,373	-0,002	1,372	1,372	641,647
LA90	LA91	3,713	-3,715	-0,002	3,714	3,714	645,361
LA91	LA92	2,909	-2,910	-0,001	2,910	2,910	648,270
LA92	LA93	5,905	-5,904	0,001	5,905	5,905	654,175
LA93	LA94	1,967	-1,969	-0,002	1,968	1,968	656,143
LA94	LA95	5,641	-5,643	-0,002	5,642	5,642	661,785
LA95	LA96	2,469	-2,469	0,000	2,469	2,469	664,254
LA96	LA97	4,787	-4,787	0,000	4,787	4,787	669,041
LA97	LA98	5,441	-5,440	0,001	5,441	5,441	674,481
LA98	LA99	4,772	-4,773	-0,001	4,773	4,773	679,254
LA99	LA100	5,141	-5,139	0,002	5,140	5,140	684,394
LA100	LA101	5,477	-5,475	0,002	5,476	5,476	689,870
LA101	LA102	4,462	-4,464	-0,002	4,463	4,463	694,333
LA102	LA103	3,436	-3,435	0,001	3,436	3,436	697,768
LA103	LA104	3,862	-3,864	-0,002	3,863	3,863	701,631

LA104	LA105	4,497	-4,495	0,002	4,496	4,496	706,127
LA105	LA106	3,985	-3,986	-0,001	3,986	3,986	710,113
LA106	LA107	5,040	-5,042	-0,002	5,041	5,041	715,154
LA107	LA108	4,539	-4,538	0,001	4,539	4,539	719,692
LA108	LA109	4,078	-4,078	0,000	4,078	4,078	723,770
LA109	LA110	4,595	-4,594	0,001	4,595	4,595	728,365
LA110	LA111	4,694	-4,692	0,002	4,693	4,693	733,058
LA111	LA112	1,951	-1,949	0,002	1,950	1,950	735,008
LA112	LA113	5,547	-5,548	-0,001	5,548	5,548	740,555
LA113	LA114	8,211	-8,210	0,001	8,211	8,211	748,766
LA114	LA115	4,596	-4,597	-0,001	4,597	4,597	753,362
LA115	LA116	5,960	-5,958	0,002	5,959	5,959	759,321
LA116	LA117	4,924	-4,925	-0,001	4,925	4,925	764,246
LA117	LA118	4,960	-4,960	0,000	4,960	4,960	769,206
LA118	LA119	3,176	-3,176	0,000	3,176	3,176	772,382
LA119	LA120	7,347	-7,345	0,002	7,346	7,346	779,728
LA120	LA121	1,804	-1,803	0,001	1,804	1,804	781,531
LA121	LA122	4,383	-4,381	0,002	4,382	4,382	785,913
LA122	LA123	6,593	-6,594	-0,001	6,594	6,594	792,507
LA123	MAP10	39,950	-39,950	0,000	39,950	39,950	832,457
<b>NIVELACION TRAMO MAP10 - LA146</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>
MAP10							832,457
MAP10	LA124	-32,210	32,209	-0,001	32,210	-32,210	800,247
LA124	LA125	5,299	-5,299	0,000	5,299	5,299	805,546
LA125	LA126	3,328	-3,326	0,002	3,327	3,327	808,873
LA126	LA127	2,819	-2,818	0,001	2,819	2,819	811,692
LA127	LA128	5,595	-5,596	-0,001	5,596	5,596	817,287
LA128	LA129	2,234	-2,232	0,002	2,233	2,233	819,520
LA129	LA130	1,898	-1,896	0,002	1,897	1,897	821,417
LA130	LA131	2,525	-2,523	0,002	2,524	2,524	823,941
LA131	LA132	5,655	-5,653	0,002	5,654	5,654	829,595
LA132	LA133	35,190	-35,191	-0,001	35,191	35,191	864,786
LA133	LA134	-21,210	21,212	0,002	21,211	-21,211	843,575
LA134	LA135	0,958	-0,957	0,001	0,958	0,958	844,532
LA135	LA136	2,479	-2,481	-0,002	2,480	2,480	847,012
LA136	LA137	4,198	-4,198	0,000	4,198	4,198	851,210
LA137	LA138	5,176	-5,177	-0,001	5,177	5,177	856,387
LA138	LA139	4,682	-4,680	0,002	4,681	4,681	861,068
LA139	LA140	5,953	-5,955	-0,002	5,954	5,954	867,022
LA140	LA141	4,800	-4,802	-0,002	4,801	4,801	871,823
LA141	LA142	63,890	-63,884	0,006	63,887	63,887	935,710
LA142	MAP06	-45,601	45,600	-0,001	45,601	-45,601	890,109
MAP06	LA143	4,825	-4,820	0,005	4,823	4,823	894,932

LA143	LA144	-5,169	5,170	0,001	5,170	-5,170	889,762
LA144	LA145	7,670	-7,670	0,000	7,670	7,670	897,432
LA145	LA146	12,790	-12,800	-0,010	12,795	12,795	910,227

### Nivelación Ruta 5 – Villa Alemana

<b>NIVELACION TRAMO SAN PEDRO - H6 - FFCC - CV94</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>
<b>PEDRO</b>							<b>86,779</b>
<b>PEDRO</b>	<b>CV66</b>	-5,299	5,298	-0,001	5,299	-5,299	<b>81,481</b>
	<b>CV66</b>	<b>CV67</b>	0,176	-0,178	-0,002	0,177	<b>81,658</b>
	<b>CV67</b>	<b>CV68</b>	0,766	-0,768	-0,002	0,767	<b>82,425</b>
	<b>CV68</b>	<b>CV69</b>	0,796	-0,797	-0,001	0,797	<b>83,221</b>
	<b>CV69</b>	<b>CV70</b>	-0,761	0,763	0,002	0,762	<b>82,459</b>
	<b>CV70</b>	<b>CV71</b>	0,978	-0,980	-0,002	0,979	<b>83,438</b>
	<b>CV71</b>	<b>H6</b>	5,476	-5,475	0,001	5,476	<b>88,914</b>
	<b>H6</b>	<b>CV72</b>	3,683	-3,684	-0,001	3,684	<b>92,597</b>
	<b>CV72</b>	<b>CV73</b>	13,545	-13,547	-0,002	13,546	<b>106,143</b>
	<b>CV73</b>	<b>CV74</b>	12,669	-12,668	0,001	12,669	<b>118,812</b>
	<b>CV74</b>	<b>CV75</b>	26,349	-26,351	-0,002	26,350	<b>145,162</b>
	<b>CV75</b>	<b>CV76</b>	39,174	-39,176	-0,002	39,175	<b>184,337</b>
	<b>CV76</b>	<b>CV77</b>	-5,420	5,418	-0,002	5,419	<b>178,918</b>
	<b>CV77</b>	<b>CV78</b>	7,554	-7,556	-0,002	7,555	<b>186,473</b>
	<b>CV78</b>	<b>CV79</b>	-0,489	0,487	-0,002	0,488	<b>185,985</b>
	<b>CV79</b>	<b>CV80</b>	-29,699	29,697	-0,002	29,698	<b>156,287</b>
	<b>CV80</b>	<b>CV81</b>	-40,663	40,661	-0,002	40,662	<b>115,625</b>
	<b>CV81</b>	<b>CV82</b>	5,018	-5,019	-0,001	5,019	<b>120,643</b>
	<b>CV82</b>	<b>CV83</b>	-16,586	16,585	-0,001	16,586	<b>104,058</b>
	<b>CV83</b>	<b>CV84</b>	-12,853	12,853	0,000	12,853	<b>91,204</b>
	<b>CV84</b>	<b>CV85</b>	-17,481	17,479	-0,002	17,480	<b>73,724</b>
	<b>CV85</b>	<b>CV86</b>	-3,766	3,764	-0,002	3,765	<b>69,959</b>
	<b>CV86</b>	<b>CV87</b>	-0,844	0,844	0,000	0,844	<b>69,115</b>
	<b>CV87</b>	<b>CV88</b>	-2,976	2,974	-0,002	2,975	<b>66,140</b>
	<b>CV88</b>	<b>CV89</b>	-3,879	3,877	-0,002	3,878	<b>62,262</b>
	<b>CV89</b>	<b>FFCC</b>	6,508	-6,507	0,001	6,508	<b>68,770</b>
	<b>FFCC</b>	<b>CV90</b>	-0,655	0,655	0,000	0,655	<b>68,115</b>
	<b>CV90</b>	<b>CV91</b>	15,155	-15,153	0,002	15,154	<b>83,269</b>
	<b>CV91</b>	<b>CV92</b>	-9,833	9,835	0,002	9,834	<b>73,435</b>
	<b>CV92</b>	<b>CV93</b>	10,640	-10,641	-0,001	10,641	<b>84,075</b>
	<b>CV93</b>	<b>CV94</b>	-0,817	0,819	0,002	0,818	<b>83,258</b>
<b>NIVELACION TRAMO QUILLOTA - SAN PEDRO</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>

IGM							<b>124,531</b>
IGM	A	2,611	-2,609	0,002	2,610	2,610	<b>127,141</b>
A	B	0,504	-0,506	-0,002	0,505	0,505	<b>127,646</b>
B	C	-0,057	0,055	-0,002	0,056	-0,056	<b>127,590</b>
C	PALMA	4,364	-4,362	0,002	4,363	4,363	<b>131,953</b>
PALMA	CV42	-7,746	7,748	0,002	7,747	-7,747	<b>124,206</b>
CV42	CV43	-2,440	2,442	0,002	2,441	-2,441	<b>121,765</b>
CV43	CV44	-3,206	3,208	0,002	3,207	-3,207	<b>118,558</b>
CV44	CV45	-2,482	2,480	-0,002	2,481	-2,481	<b>116,077</b>
CV45	CV46	-0,006	0,005	-0,001	0,006	-0,006	<b>116,072</b>
CV46	CV47	-1,042	1,042	0,000	1,042	-1,042	<b>115,030</b>
CV47	TETE	4,223	-4,224	-0,001	4,224	4,224	<b>119,253</b>
TETE	CV48	-6,463	6,465	0,002	6,464	-6,464	<b>112,789</b>
CV48	CV49	-0,646	0,645	-0,001	0,646	-0,646	<b>112,144</b>
CV49	CV50	-0,370	0,370	0,000	0,370	-0,370	<b>111,774</b>
CV50	CV51	5,645	-5,643	0,002	5,644	5,644	<b>117,418</b>
CV51	CV52	-10,369	10,368	-0,001	10,369	-10,369	<b>107,049</b>
CV52	CV53	-1,657	1,655	-0,002	1,656	-1,656	<b>105,393</b>
CV53	CV54	-2,364	2,366	0,002	2,365	-2,365	<b>103,028</b>
CV54	CV55	-1,365	1,363	-0,002	1,364	-1,364	<b>101,664</b>
CV55	CV56	0,864	-0,864	0,000	0,864	0,864	<b>102,528</b>
CV56	CV57	-5,754	5,752	-0,002	5,753	-5,753	<b>96,775</b>
CV57	CV58	-2,054	2,053	-0,001	2,054	-2,054	<b>94,722</b>
CV58	CV59	-0,719	0,720	0,001	0,720	-0,720	<b>94,002</b>
CV59	CAÑA	0,055	-0,055	0,000	0,055	0,055	<b>94,057</b>
CAÑA	CV60	-2,510	2,510	0,000	2,510	-2,510	<b>91,547</b>
CV60	CV61	-3,425	3,424	-0,001	3,425	-3,425	<b>88,123</b>
CV61	CV62	-1,595	1,595	0,000	1,595	-1,595	<b>86,528</b>
CV62	CV63	-1,594	1,596	0,002	1,595	-1,595	<b>84,933</b>
CV63	CV64	-2,462	2,460	-0,002	2,461	-2,461	<b>82,472</b>
CV64	CV65	4,174	-4,173	0,001	4,174	4,174	<b>86,645</b>
CV65	PEDRO	0,134	-0,134	0,000	0,134	0,134	<b>86,779</b>
<b>NIVELACION TRAMO SAN PEDRO - VILLA ALEMANA</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>
PALMA							<b>131,953</b>
PALMA	CV41	-2,347	2,346	-0,001	2,347	-2,347	<b>129,607</b>
CV41	CV40	2,255	-2,257	-0,002	2,256	2,256	<b>131,863</b>
CV40	CV39	2,594	-2,595	-0,001	2,595	2,595	<b>134,457</b>
CV39	CV38	2,381	-2,379	0,002	2,380	2,380	<b>136,837</b>
CV38	CV37	7,527	-7,526	0,001	7,527	7,527	<b>144,364</b>
CV37	CV36	-2,543	2,541	-0,002	2,542	-2,542	<b>141,822</b>
CV36	CV35	2,355	-2,357	-0,002	2,356	2,356	<b>144,178</b>
CV35	CV34	3,152	-3,150	0,002	3,151	3,151	<b>147,329</b>
CV34	CV33	2,120	-2,120	0,000	2,120	2,120	<b>149,449</b>

CV33	CV32	4,261	-4,261	0,000	4,261	4,261	153,710
CV32	CV31	2,525	-2,525	0,000	2,525	2,525	156,235
CV31	CV30	1,047	-1,046	0,001	1,047	1,047	157,281
CV30	CV29	7,232	-7,232	0,000	7,232	7,232	164,513
CV29	COLONIA	0,553	-0,553	0,000	0,553	0,553	165,066
COLONIA	CV28	1,355	-1,355	0,000	1,355	1,355	166,421
CV28	CV27	-0,835	0,834	-0,001	0,835	-0,835	165,587
CV27	CV26	1,660	-1,662	-0,002	1,661	1,661	167,248
CV26	CV25	10,804	-10,803	0,001	10,804	10,804	178,051
CV25	CANA	8,782	-8,781	0,001	8,782	8,782	186,833
CANA	CV24	2,214	-2,215	-0,001	2,215	2,215	189,047
CV24	CV23	2,597	-2,597	0,000	2,597	2,597	191,644
CV23	CV22	-0,547	0,548	0,001	0,548	-0,548	191,097
CV22	CV21	1,706	-1,706	0,000	1,706	1,706	192,803
CV21	CV20	-11,311	11,311	0,000	11,311	-11,311	181,492
CV20	CV19	1,856	-1,857	-0,001	1,857	1,857	183,348
CV19	CV18	2,411	-2,410	0,001	2,411	2,411	185,759
CV18	CV17	2,668	-2,668	0,000	2,668	2,668	188,427
CV17	CV16	2,151	-2,152	-0,001	2,152	2,152	190,578
CV16	CV15	2,610	-2,610	0,000	2,610	2,610	193,188
CV15	CV14	4,186	-4,185	0,001	4,186	4,186	197,374
CV14	CV13	3,475	-3,477	-0,002	3,476	3,476	200,850
CV13	CV12	2,670	-2,669	0,001	2,670	2,670	203,519
CV12	CV11	2,396	-2,396	0,000	2,396	2,396	205,915
CV11	CV10	3,978	-3,979	-0,001	3,979	3,979	209,894
CV10	CV9	2,673	-2,671	0,002	2,672	2,672	212,566
CV9	CV8	5,376	-5,377	-0,001	5,377	5,377	217,942
CV8	CV7	3,652	-3,650	0,002	3,651	3,651	221,593
CV7	CV6	1,407	-1,407	0,000	1,407	1,407	223,000
CV6	CHINO	-0,126	0,126	0,000	0,126	-0,126	222,874
CHINO	CV5	-1,312	1,313	0,001	1,313	-1,313	221,562
CV5	CV4	3,446	-3,447	-0,001	3,447	3,447	225,008
CV4	ACON	8,311	-8,309	0,002	8,310	8,310	233,318
ACON	CV3	-5,429	5,431	0,002	5,430	-5,430	227,888
CV3	CV2	-1,015	1,015	0,000	1,015	-1,015	226,873
CV2	CV1	3,689	-3,691	-0,002	3,690	3,690	230,563
CV1	RUTA5	2,994	-2,992	0,002	2,993	2,993	233,556
<b>NIVELACION TRAMO CV95 - CV118</b>							
<b>MONOLOS</b>		<b>IDA</b>	<b>REGRESO</b>	<b>DIFERENCIA</b>	<b>PROM</b>		<b>COTA</b>
CV93	CV94	-0,817	0,819	0,002	0,818	-0,818	83,258
CV94	CV95	-6,353	6,351	-0,002	6,352	-6,352	76,906
CV95	CV96	1,916	-1,914	0,002	1,915	1,915	78,821
CV96	CV97	9,206	-9,205	0,001	9,206	9,206	88,027
CV97	CV98	12,087	-12,089	-0,002	12,088	12,088	100,115

<b>CV98</b>	<b>CV99</b>	1,773	-1,774	-0,001	1,774	1,774	<b>101,888</b>
<b>CV99</b>	<b>CV100</b>	-0,394	0,396	0,002	0,395	-0,395	<b>101,493</b>
<b>CV100</b>	<b>CV101</b>	-3,994	3,992	-0,002	3,993	-3,993	<b>97,500</b>
<b>CV101</b>	<b>CV102</b>	8,254	-8,252	0,002	8,253	8,253	<b>105,753</b>
<b>CV102</b>	<b>CV103</b>	-2,459	2,459	0,000	2,459	-2,459	<b>103,294</b>
<b>CV103</b>	<b>CV104</b>	11,312	-11,310	0,002	11,311	11,312	<b>114,606</b>
<b>CV104</b>	<b>CV105</b>	1,362	-1,364	-0,002	1,363	1,363	<b>115,969</b>
<b>CV105</b>	<b>CV106</b>	-2,860	2,858	-0,002	2,859	-2,859	<b>113,110</b>
<b>CV106</b>	<b>CV107</b>	-4,647	4,647	0,000	4,647	-4,647	<b>108,463</b>
<b>CV107</b>	<b>CV108</b>	12,362	-12,363	-0,001	12,363	12,363	<b>120,826</b>
<b>CV108</b>	<b>CV109</b>	5,899	-5,897	0,002	5,898	5,898	<b>126,724</b>
<b>CV109</b>	<b>CV110</b>	4,280	-4,278	0,002	4,279	4,279	<b>131,003</b>
<b>CV110</b>	<b>CV111</b>	12,490	-12,488	0,002	12,489	12,489	<b>143,492</b>
<b>CV111</b>	<b>CV112</b>	15,467	-15,465	0,002	15,466	15,466	<b>158,958</b>
<b>CV112</b>	<b>CV113</b>	28,797	-28,795	0,002	28,796	28,796	<b>187,754</b>
<b>CV113</b>	<b>CV114</b>	6,261	-6,261	0,000	6,261	6,261	<b>194,015</b>
<b>CV114</b>	<b>CV115</b>	0,105	-0,107	-0,002	0,106	0,106	<b>194,121</b>
<b>CV115</b>	<b>CV116</b>	-16,588	16,588	0,000	16,588	-16,588	<b>177,533</b>
<b>CV116</b>	<b>CV117</b>	12,257	-12,258	-0,001	12,258	12,258	<b>189,790</b>
<b>CV117</b>	<b>CV118</b>	28,973	-28,972	0,001	28,973	28,973	<b>218,763</b>

**APENDICE F**

**REPORTE DEL ESTADO DE LA RADIACIÓN LÍNEA 13  
APOYO TERRESTRE VILLA ALEMANA**

**Posiciones de Estación  
ASHTECH con Base H6**

**Sistema de Coordenadas Horizontal:** PSAD56-UTM      **Fecha:**08/07/02  
**Sist. de Altura:** Altura de Elips. **Archivo de Proy.:**ASHTECH con Base H6.spr  
**Precisión Horizontal Deseada:** 0.005m + 1ppm  
**Precisión Vertical Deseada:** 0.010m + 2ppm  
**Nivel de Confianza:** Err. al 95%  
**Unidades Lineales de Medida:** Metros

<u>Identificador de Estación</u>	<u>Descriptor de Estación</u>	<u>95% Posición</u>	<u>Estado Error Fijo</u>	<u>Estado de Posición</u>
1 <b>392A</b>	Este	284644.900	0.006	<b>Procesado</b>
	Norte	6354043.967	0.006	
	Elev.	77.213	0.010	
2 <b>392C</b>	Este	284416.764	0.004	<b>Procesado</b>
	Norte	6353650.191	0.006	
	Elev.	72.346	0.010	
3 <b>393B</b>	Este	284808.878	0.008	<b>Procesado</b>
	Norte	6353526.582	0.006	
	Elev.	77.089	0.012	
4 <b>394A</b>	Este	284776.193	0.004	<b>Procesado</b>
	Norte	6353126.521	0.006	
	Elev.	74.738	0.008	
5 <b>H6H6</b>	Este	286574.894	0.000	Fijo <b>Procesado</b>
	Norte	6352487.437	0.000	Fijo
	Elev.	92.953	0.000	Fijo
6 <b>391A</b>	Este	285181.153	0.002	<b>Procesado</b>
	Norte	6354235.757	0.004	
	Elev.	80.550	0.006	
7 <b>391B</b>	Este	284319.323	0.008	<b>Procesado</b>
	Norte	6354113.895	0.006	
	Elev.	75.498	0.012	
8 <b>393A</b>	Este	285231.418	0.006	<b>Procesado</b>
	Norte	6353367.400	0.004	
	Elev.	76.866	0.010	
9 <b>392B</b>	Este	285061.159	0.004	<b>Procesado</b>
	Norte	6353746.402	0.006	
	Elev.	78.774	0.010	

## Processed Vectors ASHTECH con Base H6

**Vector Stage:** Processed      **Date:** 08/07/02,  
**Horizontal Coordinate System:** PSAD56-UTM      **Project file:** ASHTECH con Base H6.spr  
**Height System:** Altura de Elips.  
**Desired Horizontal Accuracy:** 0.005m + 1ppm  
**Desired Vertical Accuracy:** 0.010m + 2ppm  
**Confidence Level:** Err. al 95%  
**Linear Units of Measure:** Metros

<u>Vector Identifier</u>	<u>Vector Length</u>	<u>95% Error</u>	<u>Vector Components</u>	<u>95% Error</u>	<u>Process</u>	<u>QA</u>	<u>SVs</u>	<u>PDOP</u>	<u>Meas. Type</u>
1 H6H6-392A 8/06 15:32	2479.118	0.012	X -1520.815	0.006		8	2.3	L1	GPS
	Y -1418.314	0.007							
	Z 1349.642	0.008							
2 H6H6-392C 8/06 18:12	2451.137	0.013	X -1814.004	0.007		9	1.6	L1	GPS
	Y -1290.183	0.008							
	Z 1026.105	0.008							
3 H6H6-393B 8/06 17:05	2048.805	0.014	X -1467.052	0.007		7	2.7	L1	GPS
	Y -1101.122	0.008							
	Z 912.628	0.010							
4 H6H6-394A 8/06 19:04	1908.656	0.011	X -1576.491	0.006		8	2.1	L1	GPS
	Y -906.941	0.007							
	Z 578.879	0.006							
5 H6H6-391A 8/06 15:14	2235.055	0.011	X -977.206	0.006		7	1.6	L1	GPS
	Y -1339.307	0.006							
	Z 1498.932	0.008							
6 H6H6-391B 8/06 15:54	2780.446	0.015	X -1814.682	0.007		7	1.8	L1	GPS
	Y -1560.436	0.009							
	Z 1415.221	0.010							
7 H6H6-393A 8/06 16:45	1605.845	0.012	X -1099.674	0.006		9	2.0	L1	GPS
	Y -879.942	0.007							
	Z 771.465	0.007							
8 H6H6-392B 8/06 17:46	1968.606	0.013	X -1185.844	0.006		7	3.4	L1	GPS
	Y -1130.392	0.007							
	Z 1091.511	0.010							
9 H6H6-393C 8/06 18:35	2241.742	0.013	X -1867.526	0.006		6	2.3	L1	GPS
	Y -1054.300	0.008							
	Z 652.843	0.007							
10 H6H6-394B 8/06 19:26	2168.812	0.014	X -1961.299	0.006		6	5.4	L1	GPS
	Y -878.115	0.010							
	Z 293.198	0.009							