

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PROYECTO
CONSTRUCCIÓN DE EMBALSE DE RIEGO
HUEDQUE, COMUNA DE CAUQUENES”**

INFORME FINAL

VOLUMEN 3

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012





Comisión Nacional de Riego
Gobierno Regional - Región del Maule

**“ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE EMBALSE DE RIEGO
HUEDQUE, COMUNA DE CAUQUENES”**

**INFORME FINAL
VOLUMEN 3: TOPOGRAFÍA**

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2012

Estudio Elaborado por:

ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.

Dir: María Luisa Santander 0231, PROVIDENCIA – SANTIAGO
Fonos: 02-23414800 – e-mail: oficina@arrauingenieria.cl – www.arrauingenieria.cl

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a un compendio de los trabajos topográficos realizados en el marco de la Consultoría denominada "**Estudio de Pre-factibilidad para el Proyecto de Construcción de Embalse de Riego Huedque, Comuna de Cauquenes, Región del Maule**", encomendado por la Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Obras Públicas, al Consultor Arrau Ingeniería E.I.R.L

Los trabajos realizados corresponden a los siguientes:

- Construcción de PRs en la zona de las tres alternativas de muros.
- Poligonal Geodésica de PRs dentro de la zona de las tres alternativas de muros.
- Nivelación de PRs de la zona de las tres alternativas de muros.
- Levantamientos topográficos de los sectores de las tres alternativas de muros.

En el Cuadro 1-1 se presenta un resumen de los trabajos realizados

**CUADRO 1-1
RESUMEN TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

#	Trabajos realizados
1	Restitución Aero-Fotogramétrica
2	Construcción de PRs en la zona de las tres alternativas de muros.
3	Levantamiento Sitios de Embalse Escala 1:2000.
4	Poligonal Secundaria de PRs dentro de la zona de las tres alternativas de muros.
5	Nivelación de PRs de la zona de las tres alternativas de muros.
6	Levantamiento de sitio de presa seleccionado, escala 1:500
7	Levantamiento perfiles transversales de canales
8	Levantamiento de singularidades de canales
9	Levantamiento de perfiles transversales del cauce, rio Huedque

Fuente: Elaboración Propia

2. RESTITUCIÓN AEROFOTOGRAMÉTRICA

2.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente Informe Técnico, da cuenta del levantamiento aero-fotogramétrico realizado para el Proyecto Embalse Huedque, El estudio contempla un trazado de aproximadamente 34 km a partir de la localidad de Cauquenes. Los trabajos solicitados requirieron realizar la monumentación de 34 monolitos cada un (1) kilometro aproximadamente y un par intervisible al inicio del trazado y en la zona a construir la represa. A su vez, se realizó una red geodésica GPS principal, red posta GPS y nivelación geométrica corriente para la determinación de las coordenadas Norte, Este y Cota de los vértices solicitados. Todo esto se efectuó según las normativas vigentes por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) 2011.

2.2. OBJETIVO GENERAL

Determinar las coordenadas Norte, Este y Cota de los treinta y cuatro monolitos materializados cada un (1) kilometro a objeto de obtener las bases topográficas para la realización del estudio solicitado. También realizar el levantamiento aero-fotogramétrico a escala 1:5000 de la zona solicitada, a partir del vuelo aero-fotogramétrico efectuado especialmente a escala 1:20.000.

2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Materialización o monumentación de treinta y cuatro monolitos cada 1 kilómetros.
- ✓ Efectuar una Poligonal GPS Geodésica de Vinculación y una Red GPS entre vértices.
- ✓ Obtener las mediciones geodésicas diferenciales de las líneas bases que definen esta Red GPS, Datum de Origen Geodésico SIRGAS (WGS-84).
- ✓ Calcular a través del programa de Postproceso los resultados estadísticos de las líneas bases involucradas y posteriormente obtener las coordenadas de ajuste compensadas de cada vértice.
- ✓ Calculo de coordenadas Sistema de Referencia Global Datum WGS-84 y coordenadas Planas Topográficas según ETT_DOH 2011.
- ✓ Realizar una nivelación geométrica cerrada de los treinta y cuatro vértices que considera el estudio.
- ✓ Apoyo Aerofotogramétrico al vuelo nuevo a escala 1:20.000 y restitución digital escala 1:5000.

2.4. VUELO AEROFOTOGRAMÉTRICO B/N ESCALA 1:20.000

Esta cubierta fotográfica fue realizada en Diciembre de 2011, y consta de 03 Líneas de Vuelo:

2.4.1. Equipamiento Fase del Vuelo Fotogramétrico

- Avión **CESSNA 401-A Bimotor** con un equipo de navegación G.P.S. Garmin y acondicionado con una compuerta eléctrica para la nivelación y transportación de la cámara.

El techo de servicio es de 24.000 Pies y sus dos motores aseguraron el máximo de estabilidad durante la toma aérea.

El avión cuenta con un Kit fotogramétrico instalado en Florida - U.S.A. especialmente para la instalación y manipulación del IRU y la Cámara Aérea.



2.4.2. Equipamiento Fase Toma de Fotografías

- **Cámara Fotogramétrica ZEISS RMK-A 15/23**
Formato 23 x 23 cms. con certificación reciente.

Las características de la cámara fotogramétrica son:

a.- Cámara métrica: Zeiss RMK/A 15/23

b.- Focal: 152,52

c.- Tipo de lente: PLEOGON A

Poder de Resolución del Lente PLEOGON

$$G \text{ (cms.)} = \frac{H \text{ (mts.)} * 10}{R \text{ (1/mm.)} * f \text{ (cm)}}$$

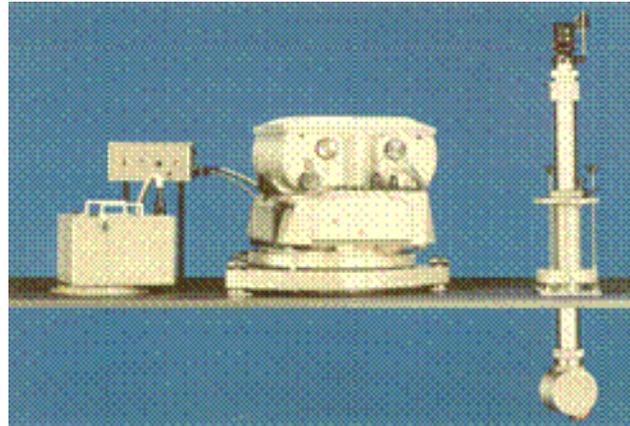
Donde:

(G) = Resolución sobre el terreno en centímetros

(H) = Altura de Vuelo en metros

(R) = Resolución Fotográfica (líneas por mm.)

(f) = Distancia Focal en centímetros



2.5. ETAPA MEDICIÓN GPS

2.5.1. Marco Teórico

2.5.1.1. Método Estático

Es el método tradicional en mediciones de alta precisión, siendo a su vez muy confiable. Este método requiere que se registre información por un período prolongado de tiempo, usualmente por más de una hora, de manera que se asegure una cantidad suficiente de datos que permita resolver las ambigüedades y por tanto llegar a la mayor precisión posible, normalmente especificada en los 5mm + 1ppm.

Entre los equipos geodésicos se debe distinguir entre los de frecuencia simple y los de doble frecuencia. Los primeros registran información de código C/A y fase de la onda portadora L1, estando limitados en la distancia de trabajo entre base y remoto para la lograr la alta precisión especificada, ya que al hacer uso de solo una frecuencia no es posible corregir el error debido al retardo de la señal producida por la refracción atmosférica. La distancia recomendada es de unos 20 km para lograr la resolución de ambigüedades.

Los receptores de doble frecuencia hacen normalmente uso de "todos los observables", es decir, registran toda la información enviada por los satélites, esto es, códigos C/A y P y las portadoras L1 y L2. Al registrar las dos frecuencias, permite resolver los retardos atmosféricos de las señales y por lo tanto se puede mantener las especificaciones de precisión, no importando la distancia, desde luego mientras se mantenga la cantidad suficiente de satélites comunes.

Aplicaciones:

- Control Geodésico.
- Redes Nacionales e Internacionales.
- Control de movimientos tectónicos.
- Control de deformaciones en diques y estructuras.

Ventajas:

- Más preciso, eficiente y económico que los métodos topográficos tradicionales.
- Sustituye el método clásico de triangulación.

2.5.1.2. Configuración y Tiempos de Medición de Puntos de Referencia.

Para esta etapa del trabajo, con la finalidad de asegurar resultados confiables y dentro de las precisiones exigidas, es que se plantea la siguiente ecuación empírica para determinar los tiempos de medición en la vinculación de los puntos denominados GPS, que conformarán las bases de una red geodésica, cuyo sistema de referencia es el elipsoide WGS-84.

$$A \text{ min} * \text{Kilometro} + B \text{ min} + C * \Delta H_{km}$$

Esta es una ecuación donde los parámetros (A, B, C) se ajustan según las condiciones del terreno. El intervalo de grabación de los datos será de 5 segundos y un ángulo de corte de 10° sobre el horizonte de la antena.

2.5.1.3. Procedimiento de Medición

Para el posicionamiento plani-altimétrico de los puntos, se efectuó la siguiente metodología:

- Se utilizó posicionamiento estático y estático rápido midiendo y registrando pseudo distancias satélite del centro eléctrico de la antena y fase de la onda portadora en las frecuencias L1/L2 - GPS + Glonass.
- Las mediciones fueron simultáneas en el tiempo, para su posterior procesamiento diferencial de las líneas.
- Las mediciones fueron continuas y por un período de tiempo según el método de posicionamiento utilizado, con PDOP inferior a 4 y ángulo de elevación inferior a 10 grados sobre el horizonte de la antena.
- Para cada medición se procedió a medir la altura de antena antes y después de la sesión, hora de inicio y fin, y cualquier hecho relevante para el procesamiento.

2.5.1.4. Estático rápido

Este es básicamente análogo al método estático, contando como diferencia fundamental, que el tiempo de observación puede reducirse considerablemente a períodos que van desde los 15 a los 30 minutos. Es decir, uno de los receptores actúa de "base" en un punto de coordenadas conocidas recepcionando datos durante todo el tiempo que dure la sesión mientras que el otro, que se denomina "rover", lo hará en todos los puntos que se pretendan determinar sus coordenadas durante el período de tiempo antes enunciado.

Aplicaciones:

- Levantamientos de Control, densificación.
- Sustituye al método clásico de poligonación.
- Determinación de puntos de control, ingeniería civil, bases de replanteo.
- Levantamiento de detalles y deslindes.
- Cualquier trabajo que requiera la determinación rápida de un elevado número de puntos.
- Apoyos Fotogramétricos.

Ventajas:

- Sencillo, rápido y eficiente comparado con los métodos clásicos.

2.5.2. Objetivos de la Medición GPS.

El objetivo principal del proceso de medición es posicionar en Norte, Este y Altura sobre la superficie terrestre los vértices de apoyo del proyecto en estudio. Para ello se realizaron una serie de actividades técnicas conducentes a obtener como resultados finales un listado de coordenadas, reducciones, cálculos de la ubicación y el establecimiento físico de algunos monolitos (vértices), para posteriormente ocuparlos como bases de la topografía del proyecto.

2.5.3. Procesamiento de la Información.

Las mediciones de fase y de códigos GPS con receptores geodésicos fueron analizadas y procesadas en gabinete en forma diferencial mediante sistemas computacionales que tienen a lo menos las siguientes características:

- Chequeo y combinación de parámetros orbitales registrados en las diferentes estaciones, detección y eliminación automática de "cycle-slips".
- Aplicación de correcciones ionosféricas, troposféricas, por rotación terrestre y otros efectos relativísticos.
- Determinación de líneas bases mediante diferencias simples, dobles y triples con indicaciones estadísticas sobre precisión y confiabilidad de los resultados.

- Ajuste de Red Satelital en sistema cartesiano (x,y,z) si existiera redundancia de información.
- Cálculo de la ondulación geoidal para la zona de trabajo, correlación entre cotas elipsoidales y geoidales para puntos en ambos sistemas.
- Transformación de coordenadas WGS-84 a sistema local considerando ondulaciones geoidales en sistema cartesiano (x, y, z).

2.5.4. Software de Procesamiento.

Trimble Business Center es un software diseñado para añadir la fuerza de la tecnología receptora de satélites R-Track™ de Trimble. Con el software Trimble Business Center se puede transferir, datos GNSS y ópticos capturados en el campo a la oficina, para luego ser procesados. Una vez que los mismos hayan sido procesados, simplemente se exportan los datos al programa de software de nuestros clientes.



Fuente: Software Calculo Trimble Business Center

El software Trimble Business Center integra tareas comunes en un paquete unificado y singular, tareas tales como:

- Importación y exportación de datos de levantamientos topográficos GNSS
- Procesamiento de datos de levantamientos topográficos GNSS, incluyendo las señales GLONASS
- Garantía de calidad y control de calidad de datos (GC/CC)
- Procesamiento de línea base GNSS extremadamente rápido
- Ajuste de red de levantamientos topográficos de mínimos cuadrados para datos GNSS
- Modelo de superficie, contornos rápidos y visualización 3D
- Funciones COGO avanzadas

- Transformación de datos y proyecciones
- Creación de sistemas de coordenadas terrestres, y definiciones de sitio basadas en cientos de sistemas de coordenadas publicadas de todo el mundo
- Calibraciones de Sitio
- Reportes

2.5.5. Receptores (GPS) Empleados.

Las mediciones fueron realizadas con cinco receptores Trimble Modelo R6 Doble frecuencia (L1 y L2) GPS + Glonass RTK con 72 Canales y Portadora L1/L2 de ciclo completo, lo cual garantiza obtener la información necesaria para la solución del tipo Geodésica. Los receptores mencionados se componen como unidad Compacta, tal como se muestra en la Figura 2.5.5-1:

FIGURA 2.5.5-1
EQUIPOS GPS DOBLE FRECUENCIA
MARCA TRIMBLE – MODELO R6



Fuente: Elaboración Propia.

2.6. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE TERRENO

2.6.1. Metodología de terreno.

La metodología aplicada para la vinculación del proyecto Embalse Huedque se realizó desde el vértice IGM CBQA (Cobquecura) ubicado hacia la salida sur del poblado de Cobquecura.

Los procedimientos utilizados y desarrollados en el proyecto Huedque se ajustan a las normativas técnicas topográficas DOH _2011, por lo que se tiene lo siguiente:

Para la etapa de monumentación esta se ajusto a los procedimientos de construcción indicados en este manual. La poligonal GPS se realizó a partir de los vértices IGM CBQA, EH01, EH20 y EH34, obteniendo una figura solida y conforme permitiendo hacer

un ajuste por mínimos cuadrados y posterior compensación. Dicha figura se aprecia en la Figura 2.6.1-1. En el Cuadro 2.6.1-1 se muestran las coordenadas UTM de la poligonal principal y en Cuadro 2.6.1-2 se muestran las coordenadas UTM de la poligonal secundaria.

**CUADRO 2.6.1-1
RESUMEN DE COORDENADAS UTM POLIGONAL PRINCIPAL**

VERTICE	NORTE	ESTE
CBQA	5998558	697954
EH01	6016932	737504
EH20	6006323	734409
EH34	6002894	725098

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 2.6.1-2
RESUMEN DE COORDENADAS UTM POLIGONAL SECUNDARIA**

VERTICE	NORTE	ESTE	COTA
EH01	6016931,94	737504,413	163,042
EH02	6016903,3	737692,294	163,825
EH02A	6016597,75	738356,79	153,904
EH03	6016449,54	738723,641	150,618
EH04	6016349,66	739717,392	137,108
EH05	6016259,12	740773,907	147,249
EH06	6016180,58	741726,195	159,509
EH07	6015723,47	742110,207	137,187
EH08	6014708,27	741963,392	143,701
EH09	6013788,75	741403,36	146,891
EH10	6013118,95	740663,279	166,984
EH11	6012396,67	739996,054	182,696
EH12	6012027,58	739132,686	170,918
EH13	6011555,23	738052,718	167,019
EH14	6011030,87	737152,987	182,499
EH15	6010505,4	736440,813	177,655
EH16	6009511,1	736084,634	174,384
EH17	6008468,19	735823,404	174,322
EH18	6007581,61	735456,21	159,917
EH19	6006966,54	734864,483	166,000
EH20	6006322,86	734408,946	173,831
EH20A	6006210,48	734314,279	178,205
EH21	6005417,12	733422,206	180,898
EH22	6004933,88	732514,61	151,223
EH23	6004200,02	731875,078	155,804

**CUADRO 2.6.1-2
RESUMEN DE COORDENADAS UTM POLIGONAL SECUNDARIA**

VERTICE	NORTE	ESTE	COTA
EH24	6003252,23	731339,381	186,629
EH25	6002346,39	730827,982	214,886
EH26	6001930,12	729838,706	240,046
EH27	6001056,35	729903,032	242,324
EH28	6000154,85	729631,541	295,987
EH29	6000640,78	728776,42	292,000
EH30	6001356,4	728050	254,278
EH31	6002265,32	727525,678	249,120
EH32	6002670,13	726569,643	181,770
EH33	6002797,02	725511,18	172,353
EH34	6002892,24	725096,829	158,831

Fuente: Elaboración propia.

Se generaron dos redes GPS divididas entre; EH01 al EH20 y EH20 al EN34, los vértices consideran 34 monolitos denominados EH (Embalse Huedque). Se efectuó la medición GPS a partir de cinco receptores satelitales doble frecuencia para la realización de la poligonal y red GPS.

Como etapa dentro del estudio también se realizó una Nivelación Geométrica de ida y vuelta entre vértices cada 1 kilómetro, corroborando y controlando de manera directa el error de cierre, Figura 2.6.1-2

En el Cuadro 2.6.1-3 se presenta el resumen de desniveles y cotas de la red.

**CUADRO 2.6.1-3
RESUMEN DE COTAS Y DESNIVELES RED PRIMARIA**

DESDE	HASTA	DESNIVELES		DESNIVEL PROMEDIO	COTA
		IDA	VUELTA		
	EH01				163,042
EH01	EH02	0,7853	-0,7798	0,78255	163,825
EH02	EH2A	-9,9203	9,9201	-9,92018	153,904
EH2A	EH03	-3,2884	3,2850	-3,28669	150,618
EH03	EH04	-13,4892	13,5102	-13,48389	137,108
EH04	EH05	10,1411	-10,1406	10,14089	147,249
EH05	EH06	12,2574	-12,2624	12,25986	159,509
EH06	EH07	-22,3216	22,3209	-22,32130	137,187
EH07	EH08	6,5134	-6,5146	6,51401	143,701
EH08	EH09	3,18525	-3,19446	3,31455	146,891

**CUADRO 2.6.1-3
RESUMEN DE COTAS Y DESNIVELES RED PRIMARIA**

DESDE	HASTA	DESNIVELES		DESNIVEL PROMEDIO	COTA
		IDA	VUELTA		
EH09	EH10	20,08923	-20,09657	20,29127	166,984
EH10	EH11	15,71164	-15,71258	15,43924	182,696
EH11	EH12	-11,7799	11,77638	-11,83000	170,918
EH12	EH13	-3,89871	3,89997	-3,94734	167,019
EH13	EH14	15,47787	-15,48292	15,53574	182,499
EH14	EH15	-4,8485	4,8552	-4,85185	177,655
EH15	EH16	-3,2553	3,2635	-3,25938	174,384
EH16	EH17	-0,0606	0,0634	-0,06203	174,322
EH17	EH18	-14,3903	14,3930	-14,39164	159,917
EH18	EH19	6,0770	-6,0793	6,07816	166,000
EH19	EH20	7,8128	-7,8196	7,81625	173,831
EH20	EH20A	4,3733	-4,3752	4,37427	178,205
EH20A	EH21	2,6884	-2,6961	2,69216	180,898
EH21	EH22	-29,6537	29,6467	-29,65012	151,223
EH22	EH23	4,5790	-4,5819	4,58040	155,804
EH23	EH24	30,8253	-30,8252	30,82506	186,629
EH24	EH25	28,25432	-28,26047	28,37494	214,886
EH25	EH26	25,15687	-25,16308	25,02695	240,046
EH26	EH27	2,2725	-2,2845	2,27840	242,324
EH27	EH28	53,6661	-53,6605	53,66304	295,987
EH28	EH29	-3,98857	3,98542	-3,98700	292,000
EH29	EH30	-37,7261	37,7190	-37,72255	254,278
EH30	EH31	-5,15996	5,15559	-5,53397	249,120
EH31	EH32	-67,3561	67,3454	-67,35068	181,770
EH32	EH33	-9,4176	9,4162	-9,41699	172,353
EH33	EH34	-13,5219	13,5211	-13,52138	158,831

Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de medición estuvieron sujetos a las distancias y entornos de ubicación de cada vértice a medir de aproximadamente treinta minutos y mascara de elevación de diez grados. Los equipos utilizados son GPS Geodésicos Doble frecuencia y doble constelación GPS + Glonass.

En el Cuadro 2.6.1-4 se encuentra el resumen de la transformación de coordenadas UTM a Topográficas de la red. La planilla con los cálculos se encuentra en el Anexo 3 "Excel_Transformación Planas Topograficas_rev.01"

**CUADRO 2.6.1-4
RESUMEN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS**

VERTICE	NORTE	ESTE	COTA
EH01	6016928,152	737501,637	163,042
EH02	6016899,518	737689,468	163,825
EH02A	6016594,058	738353,782	153,904
EH03	6016445,881	738720,531	150,618
EH04	6016346,029	739714,001	137,108
EH05	6016255,521	740770,211	147,249
EH06	6016177,001	741722,220	159,509
EH07	6015720,023	742106,117	137,187
EH08	6014705,134	741959,343	143,701
EH09	6013785,885	741399,475	146,891
EH10	6013116,288	740659,608	166,984
EH11	6012394,214	739992,571	182,696
EH12	6012025,220	739129,444	170,918
EH13	6011553,006	738049,772	167,019
EH14	6011028,790	737150,282	182,499
EH15	6010503,452	736438,294	177,655
EH16	6009509,421	736082,205	174,384
EH17	6008466,773	735821,039	174,322
EH18	6007580,429	735453,937	159,917
EH19	6006965,512	734862,361	166,000
EH20	6006321,997	734406,937	173,831
EH20A	6006209,642	734312,294	178,205
EH21	6005416,483	733420,438	180,898
EH22	6004933,358	732513,062	151,223
EH23	6004199,680	731873,682	155,804
EH24	6003252,116	731338,108	186,629
EH25	6002346,477	730826,822	214,886
EH26	6001930,298	729837,761	240,046
EH27	6001056,720	729902,071	242,324
EH28	6000155,402	729630,635	295,987
EH29	6000641,236	728775,685	292,000
EH30	6001356,716	728049,409	254,278
EH31	6002265,449	727525,189	249,120
EH32	6002670,173	726569,346	181,770
EH33	6002797,042	725511,098	172,353
EH34	6002892,242	725096,829	158,831

Fuente: Elaboración propia.

La monografía y certificado del punto SIRGAS se encuentra en el Anexo 3 "Certificado IGM SIRGAS_rev.01"

FIGURA 2.6.1-1
POLIGONAL GEODÉSICA GPS – EMBALSE HUEDQUE.
DATUM SIRGAS (WGS-84) HUSO 19.

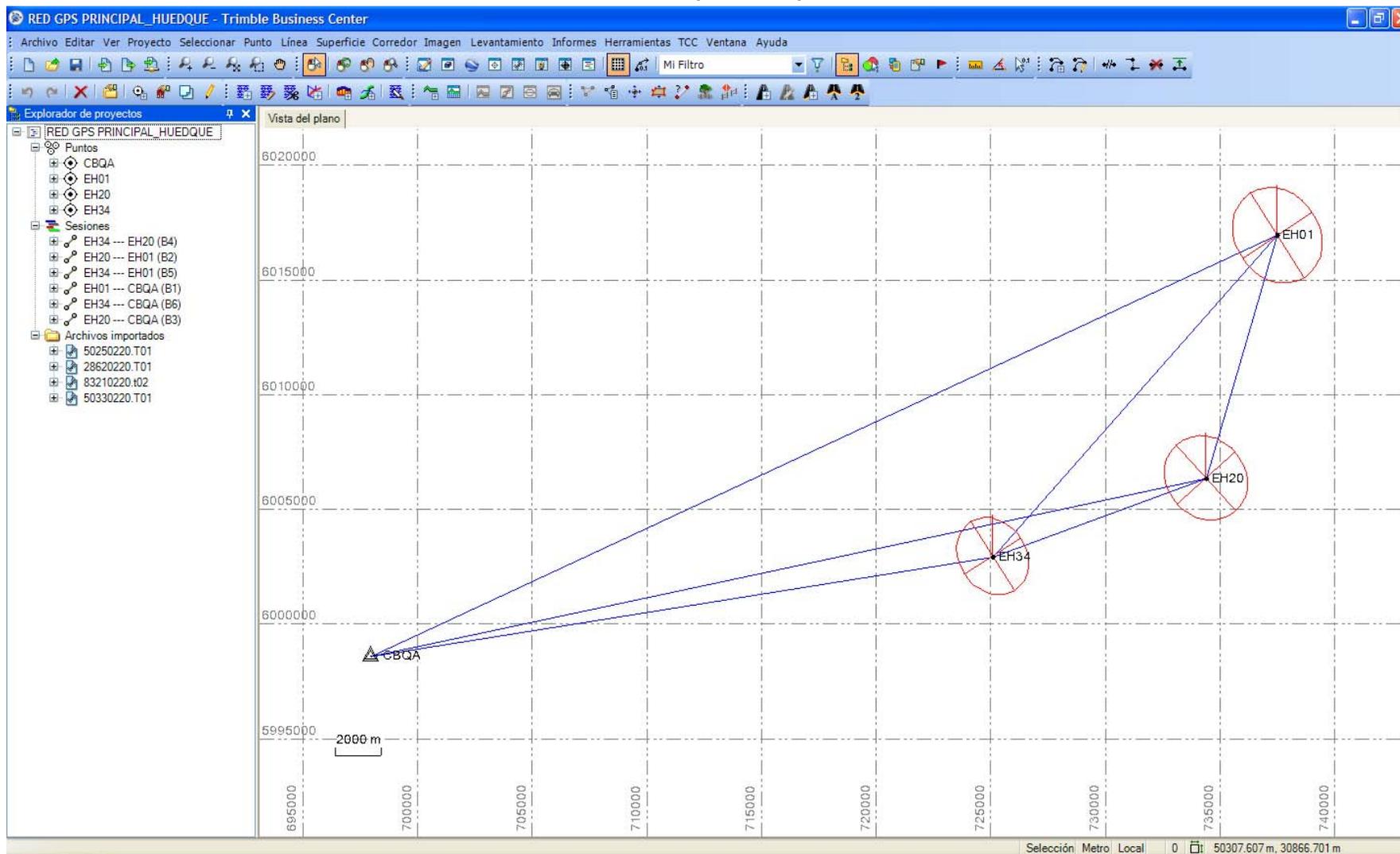


FIGURA 2.6.1-2
POLIGONAL GEODÉSICA GPS – EMBALSE HUEDQUE.

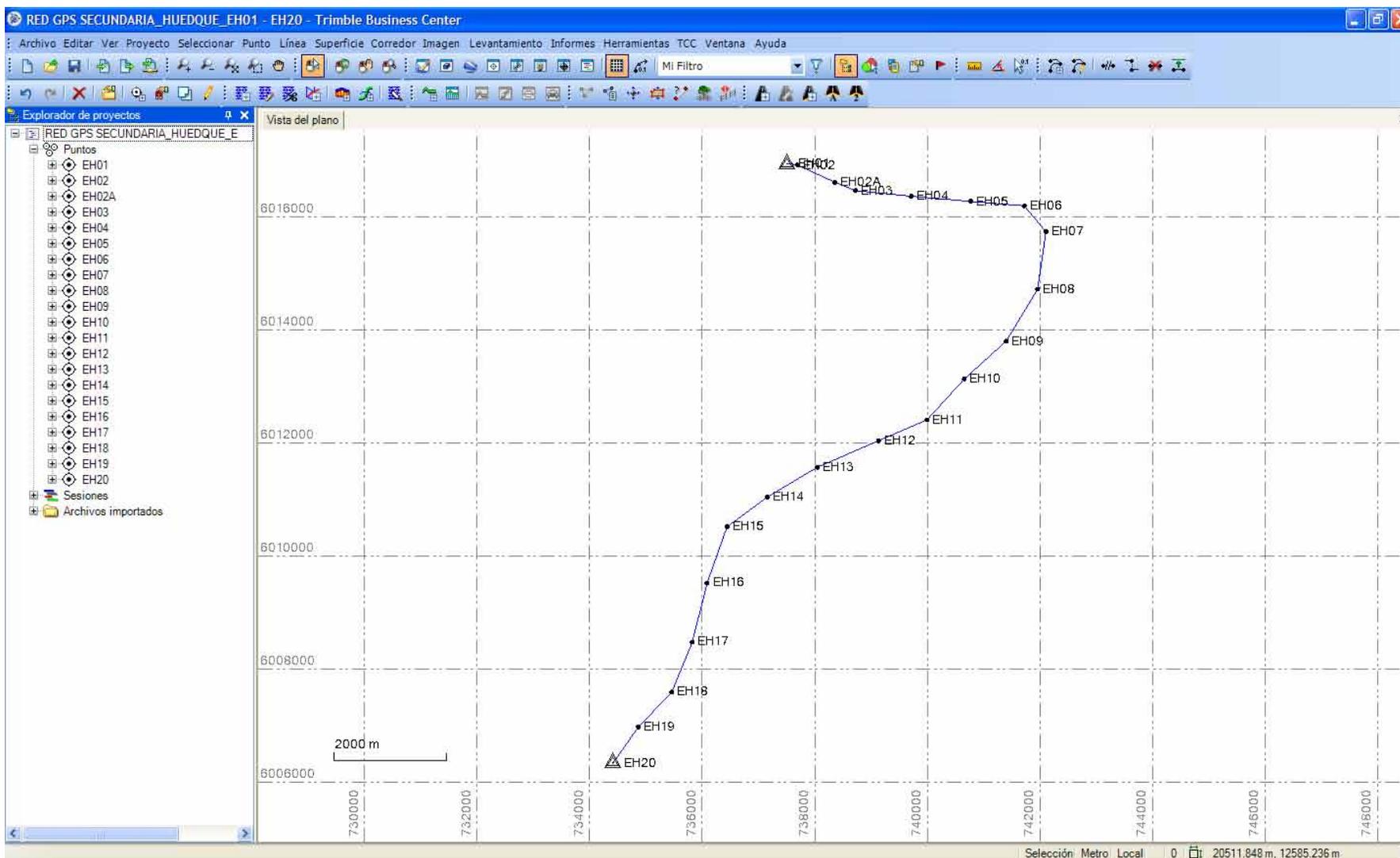
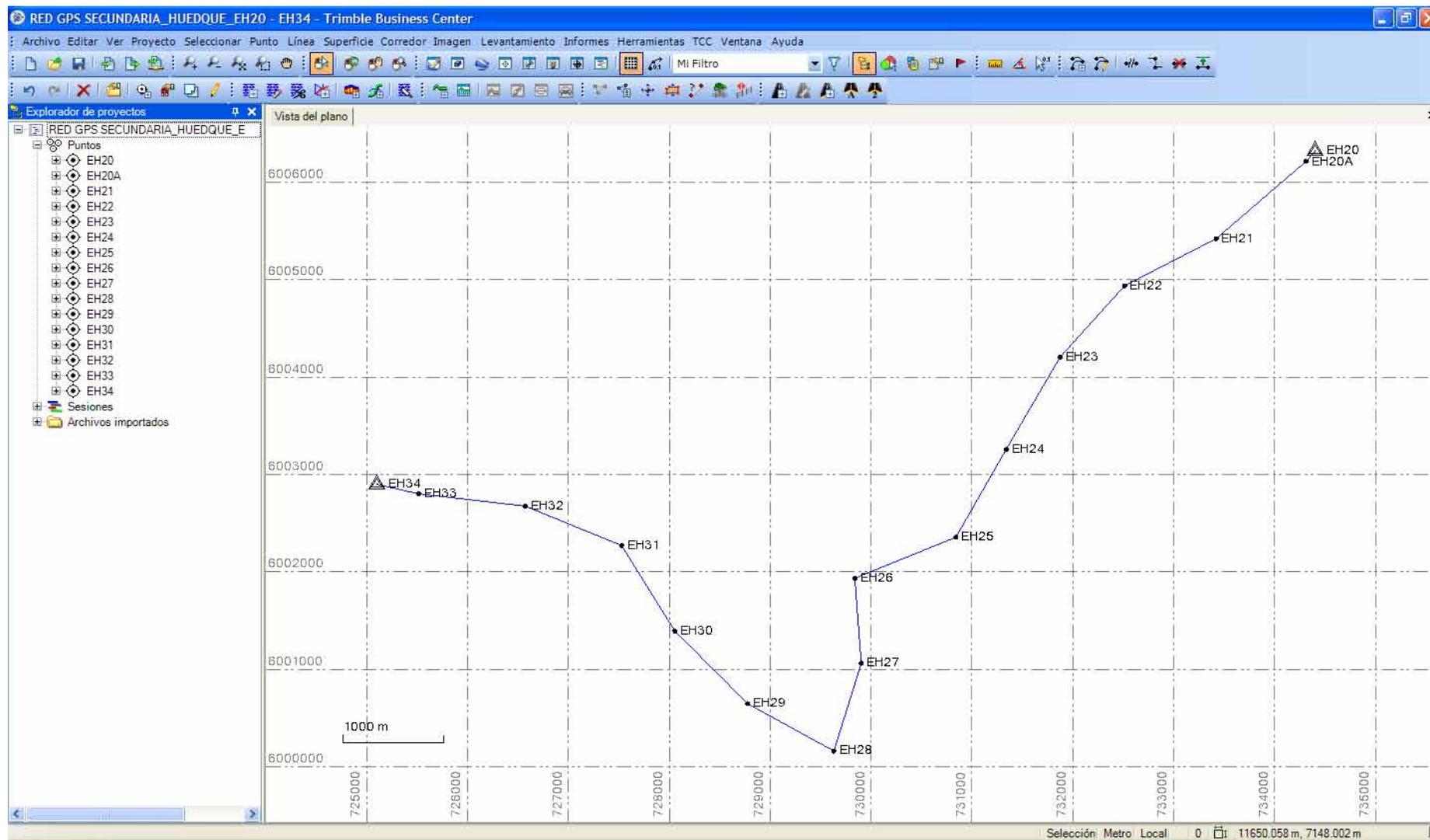


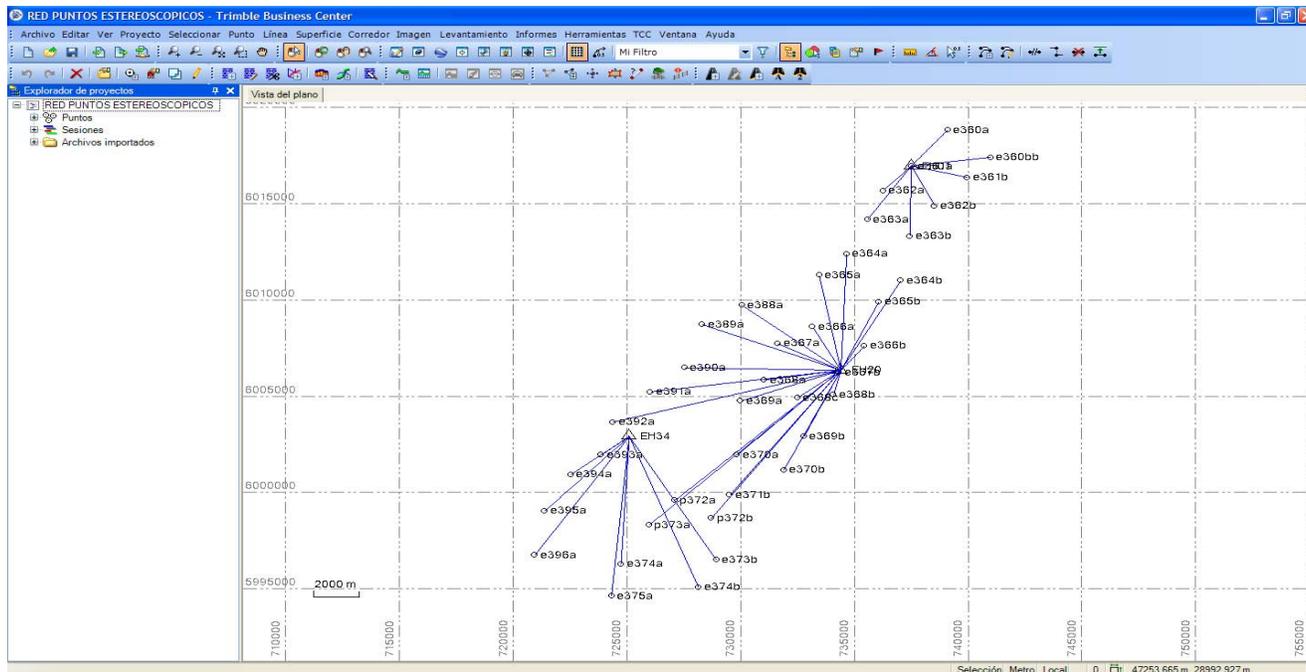
FIGURA 2.6.1-3
POLIGONAL GEODÉSICA GPS – EMBALSE HUEDQUE.



2.6.2. Medición Puntos Estereoscópicos

La determinación de los puntos estereoscópicos se realizó desde los vértices establecidos EH01, EH20 y EH34 monumentados en terreno desde donde se midieron y controlaron los puntos estereoscópicos. La toma de puntos se desarrollo con la metodología y procedimiento GPS Diferencial Estático, de acuerdo a las consideraciones o recomendaciones en las Especificaciones Técnicas Topográficas DOH_2011.

A continuación se muestra el apoyo realizado en terreno:



2.6.3. Precisiones de Equipos GPS.

La precisión obtenida de los equipos GPS, está determinada por el fabricante y corresponde a:

Levantamientos GNSS static y faststatic¹

Horizontal.....3 mm + 0,1 ppm RMS
 Vertical.....3, 5 mm + 0,4 ppm RMS

Levantamientos cinemáticos¹

Horizontal.....10 mm + 1 ppm RMS
 Vertical.....20 mm + 1 ppm RMS
 Tiempo de inicialización³.....por lo general, menos de 25 segundos
 Fiabilidad de la inicialización⁴.....por lo general, más de un 99,9%

(1) La precisión y la fiabilidad pueden estar sujetas a anomalías debido a multitrayecto, obstrucciones, geometría de satélites y condiciones atmosféricas. Siempre siga las prácticas de levantamiento recomendadas.

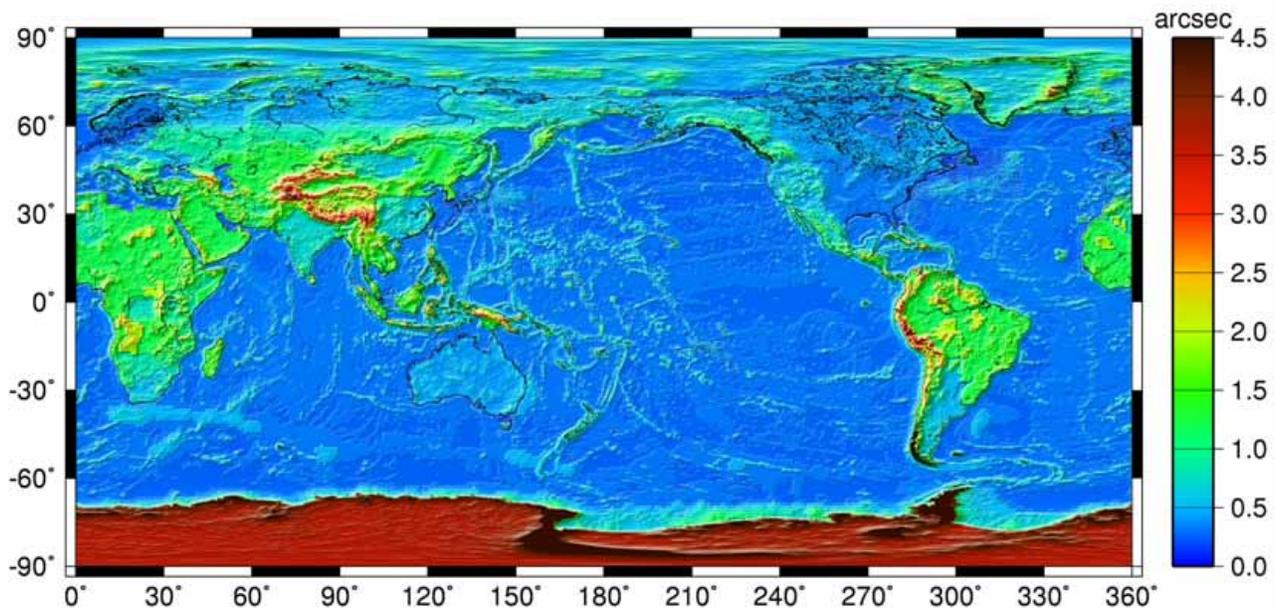
(3) Puede resultar afectado por las condiciones atmosféricas, multitrayecto de señal, obstrucciones y geometría de satélites.

(4) Puede resultar afectado por las condiciones atmosféricas, multitrayecto de señal y geometría de satélites. La fiabilidad de la inicialización se monitorea constantemente para asegurar la más alta calidad.

2.6.4. Vinculación Planimétrica

La vinculación planimétrica y altimétrica se ejecuto desde el vértice IGM CBQA (Cobquecura) en el sistema UTM Sur Zona 18, Datum SIRGAS (WGS-84) y altura elipsoidal. En el Anexo 3 se encuentra la monografía y certificado de este punto.

Para la obtención de las alturas ortométricas de cada uno de los vértices se procedió según lo descrito en el **ETT-DOH 2011** punto, **9.2.6.2 Altura con GPS**. Se anexa planilla de cálculo.



Modelo Geoidal EGM2008

2.6.5. Vinculación Nivelación Geométrica:

La nivelación geométrica se vinculo al vértice o **IGM PN 4F-208** ubicado en la **Plaza de Cauquenes**, cota geométrica absoluta = 143.525 (metros). La nivelación

geométrica corriente de ida y vuelta se desarrollo para los 34 monolitos construidos a lo largo del estudio Embalse Huedque, cumpliendo con las tolerancias exigidas en las **Especificaciones Técnicas Topográficas ETT-DOH versión 2011.**

En este caso, el vértice o PRs vinculado al PN 4F-208 corresponde al EH-07 más cercano al Pilar de Nivelación. En el Anexo 3 se encuentra la monografía y certificado de este punto.

2.6.6. Nivel Digital Trimble Modelo DINI.

El nivel digital Trimble DiNi ha sido diseñado para que sea compatible con el resto del conjunto de productos de Integrated Surveying de Trimble. La interfaz del Trimble DiNi se basa en otros controladores avanzados y probados en el campo de Trimble para que los equipos de trabajo adopten el instrumento con facilidad. El sistema óptico probado Carl Zeiss asegura que el Trimble DiNi proporcione la más alta precisión y la mejor resolución.

Precisión	DIN 18723, desviación típica en la medición de altura en 1 km (3280,84 pies) de nivelación doble
Trimble DiNi 0,3 mm por km	
Medición electrónica	
Mira invar precisa con escala codificada.....	0,3 mm (0,001 pies)
Mira estándar con escala codificada.....	1,0 mm (0,004 pies)
Medición visual.....	1,5 mm (0,005 pies)
Medición de distancias.....	con una distancia de puntería de 20 m (65,62 pies)
Mira invar precisa con escala codificada.....	20 mm (0,066 pies)
Mira estándar con escala codificada.....	25 mm (0,082 pies)
Medición visual.....	0,2 m (0,656 pies)
Trimble DiNi 0,7 mm por km	
Medición electrónica	
Mira invar precisa con escala codificada.....	0,7 mm (0,002 pies)
Mira estándar con escala codificada.....	1,3 mm (0,004 pies)
Medición visual.....	2,0 mm (0,007 pies)
Medición de distancias.....	con una distancia de puntería de 20 m (65,62 pies)
Mira invar precisa con escala codificada.....	25 mm (0,082 pies)
Mira estándar con escala codificada.....	30 mm (0,098 pies)
Medición visual.....	0,3 m (0,984 pies)

Alcance

Medición electrónica.....	1,5m–100m (4,92 pies–328,08 pies)
Medición visual.....	desde 1,3m (4,265 pies)

Medición electrónica

Trimble DiNi 0,3 mm por km	
Medición electrónica	
Medición altura de resolución.....	0,01 mm / 0,0001 pies / 0,0001 pulg
Medición distancia de resolución.....	1 mm (0,003 pies)
Tiempo de medición.....	3 s
Trimble DiNi 0,7 mm por km	
Medición electrónica	

Medición altura de resolución.....	0,1 mm / 0,001 pies / 0,001 pulg
Medición distancia de resolución.....	10 mm (0,033 pies)
Tiempo de medición.....	2 s



Nivel Digital Marca Trimble – Modelo DINI

2.7. COMENTARIOS

Según los resultados obtenidos en el estudio Embalse Huedque se tiene lo siguiente:

- Se realizó la poligonal GPS de vinculación, la cual se ajustó a los cierres y tolerancias exigidas por las ETT-DOH 2011.
- Se estableció la red o poligonal GPS en dos tramos: vértice EH01 al EH20 y vértice EH20 al EH34, controlándose y posicionándose de acuerdo a los resultados obtenidos de la poligonal GPS.
- Se obtuvieron las coordenadas en el Sistema UTM Sur Zona 19 y las coordenadas Planas UTM de acuerdo a lo solicitado por la Dirección de Obras Hidráulicas.
- La nivelación tuvo origen en el vértice EH34 con cota Nivel medio del mar. Esta se compenso de acuerdo a las tolerancias permitidas por las ETT-DOH 2011 y se obtuvieron los resultados que se anexan en este informe.

2.8. ANEXOS

En **Anexo 3** digitales se ha incluido la siguiente información del trabajo realizado:

- Resumen de Coordenadas
- Nivelación Geométrica
- Excel transformación Coordenadas Planas Topográficas
- Certificado IGM CBQA
- Monografías Vértices o PRs
- Informe Resultados Estadísticos

- Informe Técnico GPS
- Datos GPS

3. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

3.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología ocupada en la realización de los trabajos topográfico, ya sea, en la construcción y ubicación de los monolitos para PRs, nivelación geométrica, poligonal GPS y levantamientos, se basó en las Especificaciones Técnicas Topográficas de la Dirección de Obras Hidráulicas (ETT-DOH) y Términos de Referencia de este Estudio, mediante la utilización de la instrumentación adecuada, tal que se cumplan con los requerimientos de precisión y tolerancias que se exige.

3.2. ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS GENERALES

Los trabajos relacionados con las nivelaciones del proyecto de estudio de ingeniería se ejecutó tomando como base el PR EH 33 de la poligonal primaria, ubicado al costado sur del camino que llega al fundo Huedque, este punto es un monolito de hormigón como lo exige la CNR y cuya cota fue determinada por una nivelación geométrica, la cual se muestra en el cuadro de cotas dentro de este informe. Además, se creó una red secundaria de vértices en cada alternativa de muro, dicha poligonal geodésica se generó en datum WGS 84 y con equipos GPS doble frecuencia.

3.3. INSTRUMENTOS

Los instrumentos ocupados son los adecuados a estos tipos de trabajos, de tal manera que se cumplan con los requerimientos de precisión y tolerancias en cada uno de ellos.

Para el caso de la nivelación de los PRs distribuidos en las 3 alternativas de muro se ocupó el siguiente instrumental:

- **Nivel Digital Trimble DINI**
 - Precisión en 1 km de Doble nivelación:
 - Mira Invar: 0,7 mm
 - Mira Código de Barra Normal: 1.3 mm.
 - Rango de Medición entre 1,5 m. y 100 m.
 - Precisión de Distancia:
 - Mira Invar: 25 mm

- Mira Código de Barra Normal: 30 mm

- Tiempo de Medición: 3 s
- Zoom Telescopio: 26X
- Rango de Compensador: $\pm 15'$
- Graduación: 400 grads/360°

Los certificados de calibración de los instrumentos mencionados anteriormente se presentan dentro de este informe.

Para el caso de la poligonal geodésica y los levantamientos de las alternativas de muro, se ocupó el siguiente instrumental:

- **Sistema GPS Trimble R4 Doble Frecuencia**

- Levantamientos GNSS Static y FastStatic

Horizontal 3 mm + 0.1ppm RMS

Vertical 3.5 mm + 0.4 ppm RMS

- Levantamientos Cinemáticos

Horizontal 10 mm + 1 ppm RMS

Vertical 20 mm + 1 ppm RMS

Tiempo de inicialización por lo general, menos de 25 segundos

Fiabilidad de la inicialización por lo general, más de un 99.9 %

- Posicionamiento GPS diferencial de código

Horizontal 0.25 m + 1 ppm RMS

Vertical 0.50 m + 1 ppm RMS

Precisión de posicionamiento diferencial WAAS

Por lo general, menos de 5 m 30 RMS

3.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO SITIOS DE PRESA Y CANALES EXISTENTES

3.4.1. Brigada Topográfica

Se constituyó en terreno brigadas compuestas por un Ingeniero Geomensor, dos ayudantes especializados, utilizando el siguiente instrumental:

- 3 Equipos de comunicación
- 1 Nivel Digital
- 2 Miras BMI
- 1 Equipo GPS doble frecuencia.

3.4.2. Metodología

La coordenada de cada elemento de terreno de los levantamientos se obtuvo mediante mediciones topográficas con instrumental GPS doble frecuencia en modo cinemático Stop & Go, esto se realiza midiendo el punto de interés, el cual queda registrado en la libreta electrónica del GPS, que con un proceso posterior a la etapa de terreno se le asigna a cada punto coordenadas NEZ, de acuerdo al amarre a los PRs correspondientes, asignándole a cada elemento un código predeterminado.

También, se ocupó una estación total cuya coordenada de cada elemento de los levantamientos se obtuvo mediante mediciones topográficas electrónicas con colector de datos. Esto se realiza midiendo al punto de interés, el cual queda registrado en el instrumento con coordenadas NEZ, de acuerdo al amarre a los PRs correspondientes, asignándole a cada elemento un código predeterminado.

3.4.3. Puntos de Referencia

Se materializaron 5 puntos de referencia (PR), más uno ya existente en la zona de estudio, del cual se realizó el amarre para los 5 PRs nuevos para la obtención de sus correspondientes coordenadas mediante una poligonal GPS y sus respectivas cotas mediante nivelación geométrica.

3.4.4. Trabajo de Gabinete

El trabajo de gabinete consistió en procesar toda la información obtenida en terreno y cálculos topográficos. Este trabajo se hizo con el Software de aplicación topográfica. Trimble Business Center.

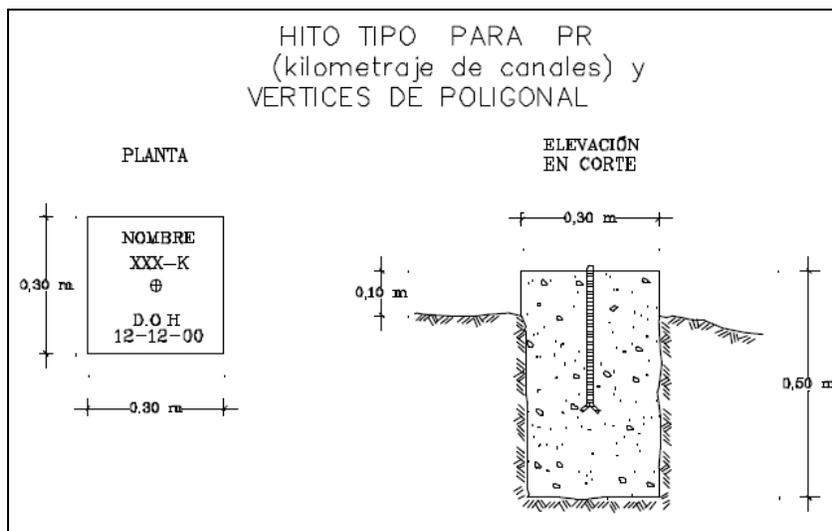
3.4.5. CONSTRUCCIÓN DE MONOLITOS PARA PRs

La ubicación de los **Puntos de Referencia (PR)** cumplirá con las siguientes condiciones:

- Se construyeron desde el punto EH 33 ubicado en las cercanías del puente Huedque, cercanos a la zona de estudio, permitiendo que de una sola operación instrumental sea posible el control o los replanteos correspondientes.
- La ubicación de los puntos de referencia (PR) se fijó considerando el proyecto en su totalidad, con el objeto de evitar su reposición por la construcción de caminos o canales, ensanches o variantes de obras, acopio de materiales, instalaciones anexas, etc.
- La ubicación de estos puntos se situó en lo posible, alejadas de construcciones en altura, líneas de alta tensión o bosques. No obstante deberán mantener la distancia exigida en los términos de referencia para el arrastre de la coordenada y cota, considerando la existencia de pares intervisibles entre ellos en la zona del estudio.
- La señalización de los puntos de referencia tiene por objeto ubicar en el terreno la referencia topográfica. Cada PR será pintado en color azul y el nombre del PR en relieve y de color blanco.

La Figura 3.4.5-1 se indica las dimensiones y características que de cada PR monumentado en terreno.

**FIGURA 3.4.5-1
MONUMENTACIÓN DE PR'S**



Fuente: Elaboración Propia

3.4.6. Poligonal Primaria

Antes de empezar los trabajos, se efectuó un reconocimiento del terreno a levantar de modo de distribuir estratégicamente y con visión panorámica los vértices de la poligonal, con la finalidad, de que con estos se cubra la faja en estudio. Antes de realizar los trabajos de medición, se materializó la red de vértices, los que cumplen con las especificaciones correspondientes.

Con los vértices materializados se desarrolló una poligonal, la cual, comenzó desde el PR EH 33 de la poligonal primaria construida por la empresa encargada de la restitución con el fin de trasladar la coordenada a los 5 PRs nuevos de la poligonal secundaria distribuidos en la zona de las tres alternativas de los muros. La medición de la poligonal geodésica fue a través de receptores GPS doble frecuencia, obteniéndose coordenadas UTM utilizando el datum WGS 84 y transformadas posteriormente a Planas Topográficas.

Las tolerancias para una poligonal GPS que parte en un vértice IGM y cierra sobre otro vértice IGM u otro vértice de una red de mayor orden es de 1:50.000 la longitud de la poligonal.

La tolerancia de cierre para una poligonal GPS sobre el mismo vértice de inicio es de 1:20.000 la longitud de la poligonal.

3.4.7. Nivelación

La Nivelación Geométrica de los PR's se realizó utilizando el método de nivelación simple con cierre, ésta nivelación se realiza avanzando desde un PR con cota geométrica definida y luego retornando al PR inicial. Las visuales no excedieron los 70 m.

Para realizar estas nivelaciones se utilizo un nivel digital marca Trimble modelo DINI.

La altimetría del presente estudio fue vinculada a dos PRs de la poligonal primara EH 33 y EH 34, los cuales constaban con cota geométrica ligada a la red IGM en cuyo certificado consta con cota referida al nivel medio del mar.

Una vez obtenida la cota de los PRs nombrados se niveló geoméricamente los 5 PRs de la poligonal secundaria ubicados dentro de la zona de estudio.

La tolerancia máxima admisible para la nivelación simple para este estudio está determinada por la expresión:

$$e = + 0,01 * K^{0.5} \text{ Nivelación Corriente}$$

Donde: "e" es el error de cierre expresado en metros y "K" es la distancia de avance total del recorrido, medido en kilómetros

Si la nivelación cerrada cumple con la tolerancia se ejecuta la compensación del error, el cual se distribuye por partes iguales si las distancias son constantes o una distribución proporcional a la distancia existente entre cada punto.

3.4.8. Levantamiento de Sitios de Embalse

Para el levantamiento de la alternativa de muro n°1 se ocupo como punto base el PR de la poligonal secundaria MH1B, así como también para el levantamiento de la alternativa 2 se ocuparon dos PRs como base, el monolito MH2 y el ya existente EH 33, y para el trabajo topográfico de la alternativa 3 se ocupo el PR MH3B, en todos los sectores se tomaron detalladamente todas las singularidades existentes de importancia del terreno involucrado.

3.4.9. Monografías

Por cada vértice y punto de referencia se hizo una monografía con la balización del monolito de hormigón, esta monografía contiene, una foto referencial, croquis, descripción de las balizas, coordenadas Planas Topográficas, cotas Geométricas y cotas GPS, donde correspondan.

3.5. POLIGONAL SECUNDARIA

3.5.1. Densificación de Puntos de Referencia

Parte del trabajo topográfico a realizar es la densificación de Puntos de Referencia (PR's) que permita el levantamiento de los sectores destinados como alternativas de muro.

Los trabajos topográficos de generación de la red de poligonal secundaria geodésica se realizó utilizando métodos de medición GPS doble frecuencia, ejecutando los trabajos bajo las especificaciones técnicas topográficas (ETT-DOH) de la Dirección de Obras Hidráulicas.

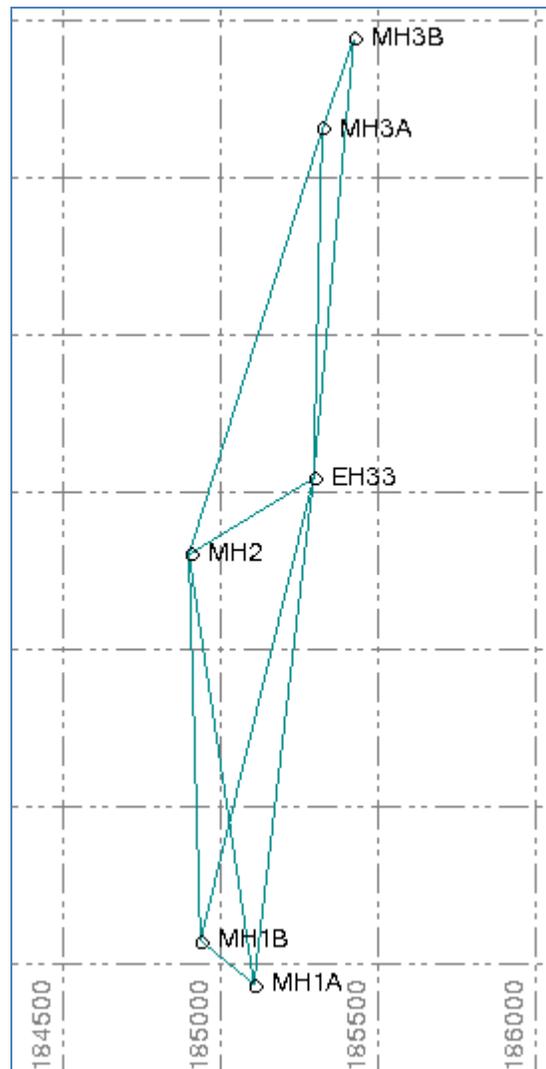
Para la materialización de estos PRs, se ocupó el siguiente instrumental:

- Una brigada utilizando un equipo GPS Doble Frecuencia.

3.5.2. Georreferenciación de Poligonal

Para entrar a la zona de trabajo con coordenadas Norte, Este y Cotas Geométricas, se utilizó como partida un punto de la red principal llamado EH 33, ubicado en las cercanías de la zona de estudio. La poligonal realizada contempla 2 monolitos en cada alternativa de muro. En la Figura 3.5.2.-1 se muestra el esquema de medición de la poligonal.

FIGURA 3.5.2-1
ESQUEMA MEDICIÓN POLIGONAL SECUNDARIA



Fuente: Elaboración Propia

Para la medición de la red de poligonal geodésica se utilizó un equipo Marca Trimble modelo R4 de doble frecuencia, grabando en épocas de 5 segundos, en periodos aproximados de una hora en cada vector, de los cuales se presentan los detalles de su medición, solución de vectores y posterior ajuste de ellos con el programa Trimble Business Center.

Se presenta en el Cuadro 3.5.2-1 el resumen de coordenadas UTM, zona 18 en el Datum WGS 84 de red de vértices densificados dentro de la zona de alternativas de muro.

CUADRO 3.5.2-1
RESUMEN COORDENADAS UTM Y COTAS GEOMÉTRICAS DE MONOLITOS
DENSIFICADOS ZONA DE LAS ALTERNATIVAS DE MURO

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)
MH1A	6001201.943	725223.119	185.558
MH1B	6001348.510	725062.724	191.274
MH2	6002577.750	725100.519	174.661
EH 33	6002797.023	725511.180	172.353
MH3A	6003902.665	725606.933	171.600
MH3B	6004185.508	725724.968	177.445

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3. Metodología, Definición, Construcción y Resumen de Coordenadas de Red de PR's

Definida la partida en el sector de interés, se procedió a construir los PR's de poligonal en cada uno de los sitios de alternativa de muros, buscando la mayor intervisibilidad, y visión panorámica del sitio a medir, en el Cuadro 3.5.3-1 se muestra las denominaciones e intervisibilidad de los PRs en la zona de estudio.

CUADRO 3.5.3-1
MONOLITOS CONSTRUIDOS E INTERVISIBLES

VÉRTICE	INTERVISIBILIDAD
MH1A	MH1B
MH1B	MH1A
MH2	EH 33
EH 33	MH2
MH3A	MH3B
MH3B	MH3A

Fuente: Elaboración Propia

Todos los Monolitos fueron construidos de hormigón bajo las normas de las ETT-DOH, con las siguientes características; 0,30 x 0,30 m y 0,50 m de profundidad sobresaliente 0,05 m del terreno natural con una barra de fierro de 12 mm de diámetro sobresaliente 0.02 m. anclado en el hormigón, pintados de color azul con nombre, número y fecha bajo relieve, pintados de color blanco, construidos cercanos a las fajas de estudio.

Las mediciones se realizaron en secuencia de postas en el orden que indican las tablas anteriores, utilizando equipos GPS de doble frecuencia, marca Trimble aplomados sobre trípodes con bases nivelantes, en intervalos de grabación de 5 segundos, en tiempos comunes de entre una hora a una y media horas. El método de medición correspondió al modo diferencial estático, con soluciones en post proceso con el software Trimble Business Center.

Las monografías se dibujaron según las normas de las ETT-DOH, con una foto a una distancia que muestra los PR's.

3.5.4. Redes de Nivelación de PRs

Se realizó la totalidad de nivelaciones cerradas requeridas para ligar en altura los vértices de la poligonal secundaria que están dentro de la zona de las tres alternativas de muros.

Para la realización de esta red de nivelación, se midió sobre los fierros empotrados en los monolitos de hormigón, para su uso se dejaron fraguar aproximadamente por cuatro días, para posteriormente, comenzar la medición sobre ellos.

La Nivelación Geométrica de PR's fue del tipo nivelación cerrada de tipo corriente. Las visuales no excedieron los 70 m.

Los registros de nivelación se encuentran en planillas formato Trimble, en el **Anexo 1.**

La tolerancia máxima admisible para la nivelación cerrada corriente para este trabajo está determinada por la expresión:

$$e = + 0,01 K^{0,5} \text{ Nivelación corriente}$$

Donde:

e = error de cierre expresado en metros.

K = distancia de avance total del recorrido ida y vuelta, medido en kilómetros

Los trabajos de redes de nivelación se ejecutaron con un nivel digital Trimble modelo DINI, cuyas especificaciones técnicas se encuentran en el capítulo 2 de este informe.

Se presenta en el Cuadro 3.5.4-1 un resumen de los desniveles y cotas de todos los PRs dentro de la zona de las tres alternativas de muro.

**CUADRO 3.5.4-1
DESNIVELES Y COTAS GEOMÉTRICAS COMPENSADAS DE PRS**

PR		Desnivel (m)		Error (m)	Toler. (m)	Desn. Prom. (m)	Cota Comp. (m)
De	A	ida	vuelta				
EH - 34							158.831
EH - 34	MH - 1B	-32.454	32.431	-0.017	0.017	32.443	191.274
	MH - 1A	-26.739	26.716	-0.017	0.017	26.727	185.558
	MH - 2	-15.851	15.810	-0.017	0.017	15.830	174.661
EH - 33							172.353
EH - 33	MH - 3A	0.754	-0.751	0.0031	0.019	-0.753	171.600
	MH - 3B	-5.092	5.095	0.0031	0.019	5.093	177.445
MH - 3B							177.445
MH - 3B	HD - 25	-30.186	30.192	0.006	0.015	-30.189	147.256
HD - 25	HD - 25A	83.072	-83.069	0.003	0.011	83.071	230.327
HD - 25	HD - 26	29.806	-29.798	0.008	0.011	29.802	177.058
HD - 26	HD - 27	-13.834	13.832	-0.002	0.007	-13.633	163.425
HD - 27	HD - 28	-15.714	15.726	0.012	0.015	-15.720	147.705
HD - 28	HD - 29	1.803	-1.815	-0.012	0.013	1.809	149.514
HD - 29	HD - 30	-1.322	1.318	-0.004	0.011	-1.320	148.194
HD - 30	HD - 31	0.499	-0.494	0.005	0.008	0.497	148.691
HD - 31	HD - 32	14.775	-14.777	-0.002	0.010	14.776	163.467
HD - 32	HD - 33	-16.031	16.040	0.009	0.011	-16.036	147.431
MH - 1A							185.558
MH - 1A	HD - 23	-23.683	23.686	0.003	0.009	-23.685	161.874
HD - 23	HD - 22	3.914	-3.904	0.010	0.010	3.909	165.783
HD - 22	HD - 21	9.872	-9.880	-0.008	0.010	9.876	175.659
HD - 21	HD - 20	-2.476	2.480	0.004	0.010	-2.478	173.181
HD - 20	HD - 20A	3.969	-3.967	0.002	0.004	3.968	177.149

Fuente: Elaboración Propia

Las monografías se dibujaron según las normas de las ETT-DOH, con una foto a una distancia que muestra los PR's, pero también el entorno que caracteriza sus alrededores densificados en la zona de las alternativas de muro. El resultado de este trabajo se presenta en el **Anexo 1**.

3.5.5. Resumen Listado de PRs Densificados Zona de Estudio

En el Cuadro 3.5.5-1 se presenta el listado de PR's establecidos.

CUADRO 3.5.5-1
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMÉTRICAS COMPENSADAS
DE PR's

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Cota Geométrica (m)
MH1A	6001202.274	725223.099	185.558
MH1B	6001348.812	725062.735	191.274
MH2	6002577.812	725100.519	174.661
EH33	6002797.042	725511.098	172.353
MH3A	6003902.462	725606.837	171.600
MH3B	6004185.249	725724.849	177.445

Fuente: Elaboración Propia

3.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ALTERNATIVA DE MURO SELECCIONADA

Para el sector de la alternativa escogida como definitiva, se realizó un levantamiento topográfico escala 1/500, para el desarrollo del diseño del muro y sus obras complementarias.

Para el levantamiento se utilizaron los PR's MH1A y MH1B construidos en este estudio de Prefactibilidad. El levantamiento se realizó en su totalidad con el sistema Stop & Go del GPS Doble Frecuencia, obteniendo coordenadas y cotas referidas al PR EH 33, después de un proceso de calibración tomando como base la poligonal primaria que tiene coordenadas UTM y cota geométrica, instalándose un equipo base en el PR MH1A y un equipo móvil con el cual se recorrió el terreno involucrado en esta alternativa tomando puntos con una separación no mayor a 10 pasos, levantándose en total puntos de terreno natural, caminos y bordes de río. Las coordenadas de estos PR's se presentan en el Cuadro 3.6-1.

CUADRO 3.6-1
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMÉTRICAS COMPENSADA
DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA ALTERNATIVA DEFINITIVA

PR	COORDENADAS PLANAS TOPOGRÁFICAS		
	NORTE	ESTE	COTA
MH1A	6001202.274	725223.099	185.558
MH1B	6001348.812	725062.735	191.274

Fuente: Elaboración Propia

3.7. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE CANALES EXISTENTES

Para el canal existente dentro de la zona de estudio se realizó un levantamiento topográfico tomando perfiles transversales a una distancia razonable para mostrar todos los detalles del trazado de este, además, todas sus singularidades.

Para el levantamiento se utilizaron los PRs MH1A y MH1B de la poligonal desarrollada en las alternativas de muros y además los PRs HD 20, HD 21 y HD 22 de la poligonal construida en la topografía de los perfiles del río. El levantamiento del canal se realizó en su totalidad con el sistema Stop & Go del GPS Doble Frecuencia, obteniendo coordenadas y cotas referidas al PR EH 33, después de un proceso de calibración tomando como base la poligonal primaria que tiene coordenadas UTM y cota geométrica, instalándose en los PRs ya nombrados para no superar la distancia entre el equipo base y el móvil a 1 km. Las coordenadas de estos PRs se muestran en los Cuadros 3.7-1 y Cuadro 3.7-2

CUADRO 3.7-1

COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMÉTRICAS COMPENSADA DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DEL CANAL

PR	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	COTA
MH1A	6001202.274	725223.099	185.558
MH1B	6001348.812	725062.735	191.274

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 3.7-2

COORDENADAS UTM Y COTAS GEOMÉTRICAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DEL CANAL

PR	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	COTA
HD 20	5997619.801	724667.448	173.181
HD 21	5998368.797	725288.877	175.659
HD 22	5999366.650	725727.843	165.783

Fuente: Elaboración Propia

3.7.1. Levantamientos Topográficos Interferencias del Canal

Para los levantamientos topográficos de las interferencias del canal existente, se considero el sector aledaño al punto de interés, ya sea, el terreno natural, el canal, etc. El canal en sus siete interferencias con caminos no presenta alcantarillas u otro tipo de atraveso, ya que, se encuentra totalmente cortado por el camino.

Para los levantamientos de las interferencias se utilizaron los mismos PRs que para el levantamiento del canal, ya que, estas se encuentran a lo largo del canal y no se puede separar mucho el equipo base del equipo móvil. El método ocupado para estas topografías fue el sistema Stop & Go del GPS Doble Frecuencia, obteniendo coordenadas y cotas referidas al PR EH 33 de la poligonal primaria, después de un proceso de calibración tomando como base la poligonal primaria que tiene coordenadas UTM y cota geométrica. Las coordenadas de estos PR's se presentan en los Cuadros 3.7.1-1 y 3.7.1-2.

CUADRO 3.7.1-1

COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMÉTRICAS COMPENSADA DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LAS INTERFERENCIAS DEL CANAL

PR	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	COTA
MH1A	6001202.274	725223.099	185.558
MH1B	6001348.812	725062.735	191.274

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 3.7.1-2

COORDENADAS UTM Y COTAS GEOMETRICAS DE PRS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LAS INTERFERENCIAS DEL CANAL

PR	COORDENADAS UTM		
	NORTE	ESTE	COTA
HD 20	5997619.801	724667.448	173.181
HD 21	5998368.797	725288.877	175.659
HD 22	5999366.650	725727.843	165.783

Fuente: Elaboración Propia

3.8. LEVANTAMIENTO PERFILES TRANSVERSALES RIO HUEDQUE

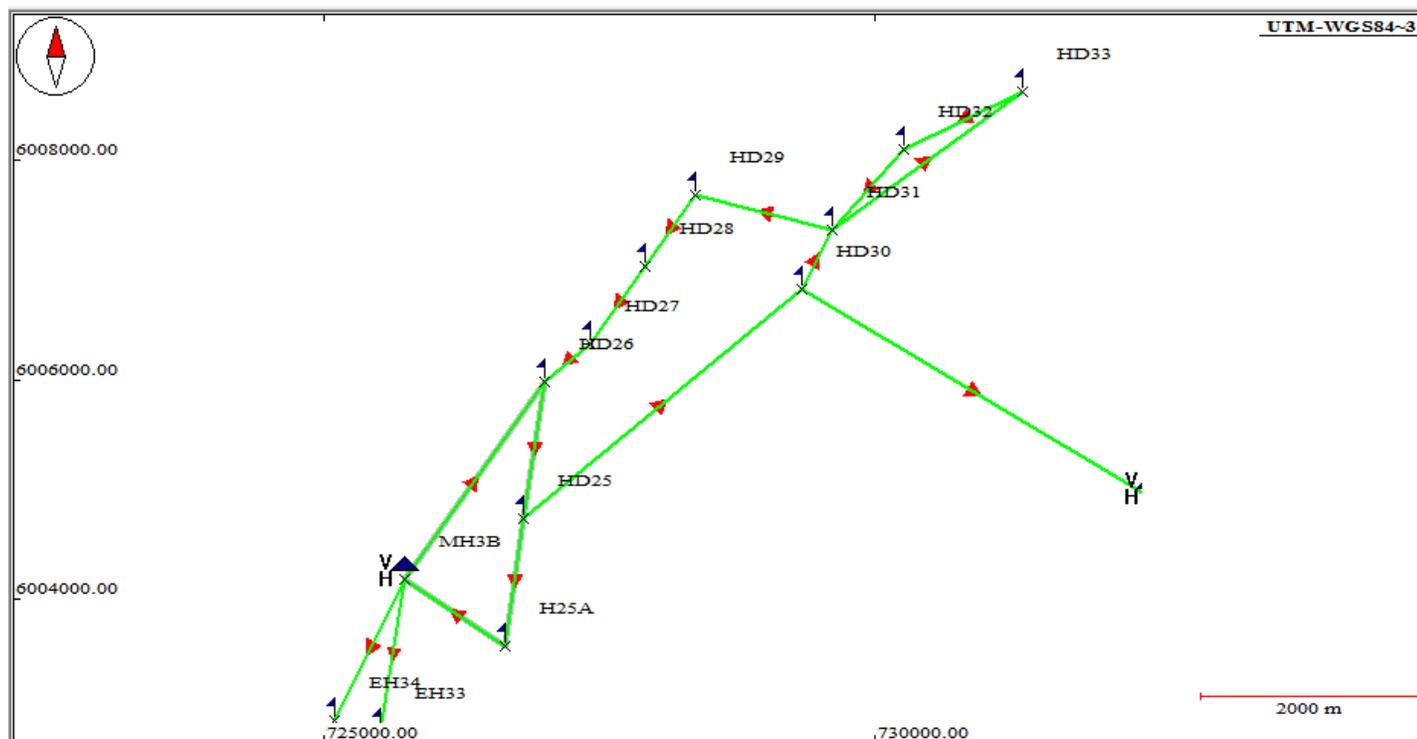
Se realizaron perfiles transversales del cauce cada 250 m., con un ancho de 100m. aprox. incluyendo el fondo del cauce.

Para tal efecto se consideró como base topográfica los vértices EH - 33, EH - 34 MH1, MH1A, MH1B, MH3A, MH3B, pertenecientes a la red primaria del proyecto. Desde esta base topográfica se ejecutó la poligonal GPS para el rio Huedque en 20 km de extensión.

3.8.1. Poligonal Rio Huedque

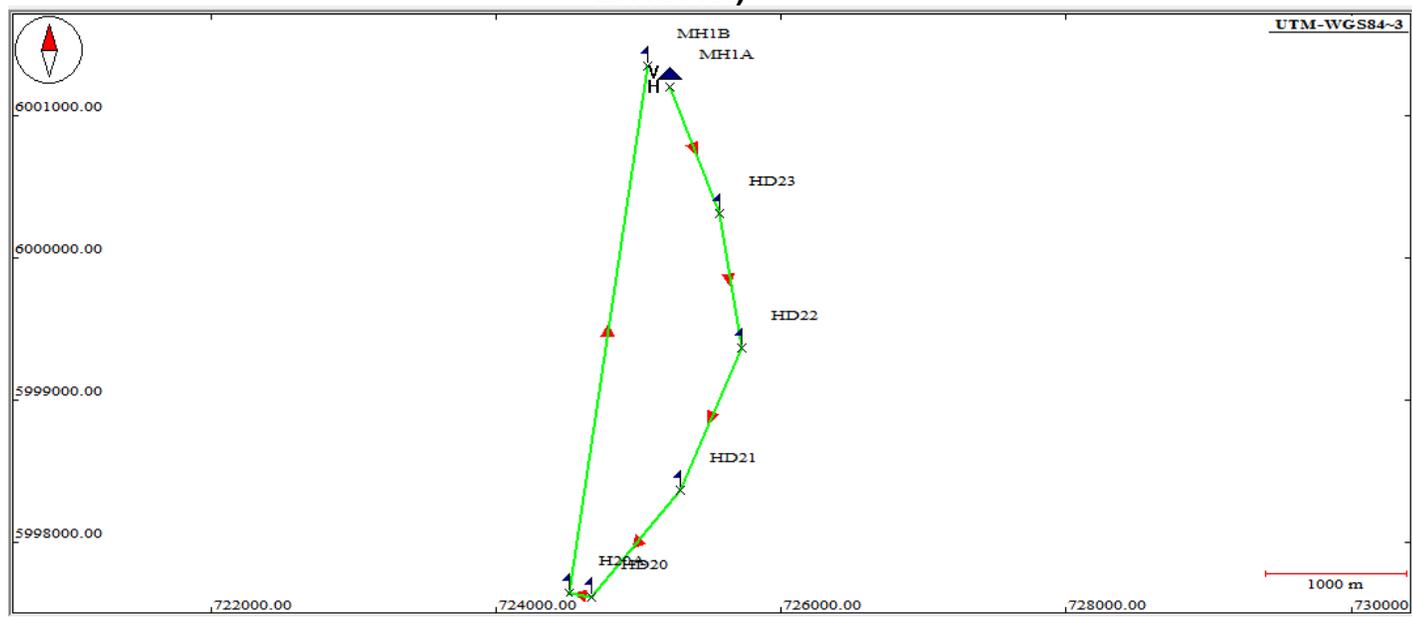
Con el instrumental antes individualizado, se procedió a medir en forma de "postas", todos los lados de la poligonal, obteniéndose solo soluciones FIJAS.

FIGURA 3.8.1-1
POLIGONAL DESDE ALTERNATIVA 3 HACIA AGUAS ABAJO HASTA HD33
(FUNDOMILLACO)



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 3.8.1-2
POLIGONAL DESDE ALTERNATIVA 1 HACIA AGUAS ARRIBA HASTA HD20 (ESTERO LA RAYA)



Fuente: Elaboración Propia

Se presenta en el cuadro 3.8.1-1 el listado de coordenadas UTM y cotas de los vértices que componen la poligonal. En el Cuadro 3.8.1-2 se muestra el listado de las coordenadas planas topográficas.

CUADRO 3.8.1-1
RESUMEN COORDENADAS UTM Y COTAS GEOMÉTRICAS DE PR

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)
H – 20A	5997649.084	724517.778	177.149
HD – 20	5997619.801	724667.448	173.181
HD – 21	5998368.797	725288.877	175.659
HD – 22	5999366.650	725727.843	165.783
HD – 23	6000316.123	725563.828	161.874
HD - 25	6004731.339	726806.624	147.256
HD – 25A	6003573.210	726641.380	230.327
HD – 26	6005979.043	727005.349	177.058
HD – 27	6006323.708	727420.453	163.425
HD – 28	6007028.916	727913.449	147.705
HD – 29	6007680.910	728373.667	149.514
HD – 30	6006832.916	729339.526	148.194
HD – 31	6007364.188	729616.758	148.691

**CUADRO 3.8.1-1
RESUMEN COORDENADAS UTM Y COTAS GEOMÉTRICAS DE PR**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)
HD - 32	6008104.547	730271.953	163.467
HD - 33	6008627.076	731346.963	147.431

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 3.8.1-2
COORDENADAS PLANAS TOPOGRAFICAS Y COTAS GEOMÉTRICAS DE PRS**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)
H - 20A	5997650.122	724517.904	177.149
HD - 20	5997620.845	724667.545	173.181
HD - 21	5998369.695	725288.850	175.659
HD - 22	5999367.350	725727.726	165.783
HD - 23	6000316.631	725563.741	161.874
HD - 25	6004730.966	726806.293	147.256
HD - 25A	6003573.075	726641.079	230.327
HD - 26	6005978.406	727004.980	177.058
HD - 27	6006322.998	727419.997	163.425
HD - 28	6007028.053	727912.888	147.705
HD - 29	6007679.903	728373.006	149.514
HD - 30	6006832.101	729338.651	148.194
HD - 31	6007363.252	729615.821	148.691
HD - 32	6008103.440	730270.888	163.467
HD - 33	6008625.846	731345.628	147.431

Fuente: Elaboración Propia

El completo informe de esta poligonal y monografías para vértices y PRs se encuentran en el **Anexo 2** de este Informe.

4. PLANOS

El listado de planos topográficos de interés es el indicado en el Cuadro 4-1. Estos planos se encuentran en el Volumen 7 de este Informe.

**CUADRO 4-1
LISTADO DE PLANOS TOPOGRÁFICOS**

NOMBRE	DESCRIPCION
RES-HDQ-01	LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMETRICO AREA DE INUNDACION Y MUROS LAMINA 1/3
RES-HDQ-02	LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMETRICO AREA DE INUNDACION Y MUROS LAMINA 2/3
RES-HDQ-03	LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMETRICO AREA DE INUNDACION Y MUROS LAMINA 3/3
RES-HDQ-04	RESTITUCION AEROFOTOGRAMETRICA ZONA DE RIEGO 1/3
RES-HDQ-05	RESTITUCION AEROFOTOGRAMETRICA ZONA DE RIEGO 2/3

CUADRO 4-1
LISTADO DE PLANOS TOPOGRÁFICOS

NOMBRE	DESCRIPCION
RES-HDQ-06	RESTITUCION AEROFOTOGRAMETRICA ZONA DE RIEGO 3/3
TOP-HDQ-01	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EJE MURO ALTERNATIVA 1
TOP-HDQ-02	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EJE MURO ALTERNATIVA 2
TOP-HDQ-03	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EJE MURO ALTERNATIVA 3
TOP-HDQ-04	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO SITIO DE LA PRESA ALTERNATIVA SELECCIONADA
TOP-HDQ-05	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CANAL EXISTENTE
TOP-HDQ-06	PERFILES TRANSVERSALES EJE CANAL EN DESUSO LAMINA 1-2
TOP-HDQ-07	PERFILES TRANSVERSALES EJE CANAL EN DESUSO LAMINA 2-2
TOP-HDQ-08	PLANTA GENERAL EMPLAZAMIENTO PERFILES TRANSVERSALES CAUCE RIO HUEDQUE
TOP-HDQ-09	PERFILES TRANSVERSALES EJE CAUCE RIO HUEDQUE LAMINA 1-3
TOP-HDQ-10	PERFILES TRANSVERSALES EJE CAUCE RIO HUEDQUE LAMINA 2-3
TOP-HDQ-11	PERFILES TRANSVERSALES EJE CAUCE RIO HUEDQUE LAMINA 3-3

Ricardo Meza Meza
Encargado Trabajos Topográficos