



**COMISION NACIONAL DE RIEGO**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
MEJORAMIENTO DE CANALES ARRIBA DE CATEMU,  
ABAJO DE CATEMU Y PEPINO,  
SEGUNDA SECCIÓN RÍO ACONCAGUA**

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 2  
TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

**JULIO 2012**

**ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.**  
Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego  
María Luisa Santander 0231, Providencia, Santiago

---

Fono 341 48 00

Fax 274 5023 e-mail: [oficina@arrauingenieria.cl](mailto:oficina@arrauingenieria.cl)



INFORME FINAL  
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO

VOLUMEN 1: ESTUDIO DE INGENIERÍA

VOLUMEN 2: TOPOGRAFÍA

VOLUMEN 3: ESTUDIOS AGROECONÓMICOS

VOLUMEN 4: ESTUDIO ANÁLISIS AMBIENTAL

VOLUMEN 5: PARTICIPACIÓN CIUDADANA

VOLUMEN 6: ÁLBUM DE PLANOS

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 2**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

**ÍNDICE**

<b>Capítulo</b>	<b>Descripción</b>	<b>#</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA DE TRABAJO</b>	<b>1</b>
2.1.	GENERALIDADES	1
2.2.	METODOLOGÍA CONSTRUCCIÓN DE POLIGONAL	3
2.3.	METODOLOGÍA NIVELACIÓN	5
2.4.	MONOGRAFÍAS	5
2.5.	METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTOS	5
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>6</b>
3.1.	RESUMEN DE RESULTADOS	6
3.2.	DENSIFICACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA	9
3.3.	COORDENADAS DE RED DE PR'S	13
3.4.	REDES DE NIVELACIÓN DE PR'S	14
3.5.	RESUMEN LISTADO DE PR'S DENSIFICADOS ZONA DE ESTUDIO	15
	RESUMEN LISTADO DE PR'S DENSIFICADOS ZONA LA LIGUA -	16
3.6.	CATEMU	
3.7.	CONCLUSIONES	17
<b>4.</b>	<b>TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO</b>	<b>17</b>
4.1.	BOCATOMA CANAL ARRIBA DE CATEMU	17
4.2.	CANAL ARRIBA DE CATEMU	18
4.3.	CANAL ABAJO DE CATEMU	18
	SECTOR MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA PROYECTADA Y CANAL DE	19
4.4.	RESTITUCIÓN HACIA EL ESTERO CATEMU	
	SECTOR DESCARGA PROYECTADA DESPUÉS DEL TÚNEL 1 HACIA	19
4.5.	EL CANAL PEPINO	
<b>5.</b>	<b>PLANOS</b>	<b>19</b>

**INFORME FINAL  
VOLUMEN 2**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
TRABAJOS TOPOGRÁFICOS  
ANEXOS**

**ÍNDICE**

<b>#</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>
2-1	Certificados de Calibración	Impreso
2-2	Certificados Puntos SIRGAS	Impreso
2-3	Certificado Pilar de Nivelación	Impreso
3-1	Monografías	Impreso
3-2	Cálculo Coordenadas Topográficas	Impreso
3-3	Reporte de Poligonales	Digital
3-4	Planillas de Nivelación	Digital
4-1	Puntos de Levantamiento	Digital

## 1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos realizados corresponden a los siguientes:

- Construcción de PR's desde el punto IGM a zona de estudio, dentro de la zona de estudio y sector de bocatoma: 57 PR's.
- Poligonal Geodésica de PR's desde el punto IGM a la zona de estudio, dentro de la zona de estudio y sector de bocatoma: 85,58 km.
- Nivelación de PR's de la zona de estudio y bocatoma: 85,58 km.
- Levantamiento topográfico de sector de bocatoma: aproximadamente 0,7 ha.
- Levantamiento topográfico Canal Arriba de Catemu: desde el Km 0 al Km 15,80 (entrada de Túnel N°2) y desde el Km 16,00 (salida del Túnel N°2) al Km 17,60.
- Levantamiento topográfico sector de Minicentral Hidroeléctrica Proyectada y Restitución Proyectada al Estero Catemu: desde el Km 16,00 del Canal Arriba de Catemu hacia el Estero de Catemu, con una longitud de 1,80 km aproximadamente.
- Levantamiento topográfico Canal Abajo de Catemu: desde el Km 16,00 del Canal Arriba de Catemu, con una longitud de 1,60 km hacia aguas abajo.

## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 2.1. GENERALIDADES

La metodología ocupada en la realización de los trabajos topográfico, ya sea en la construcción y ubicación de los monolitos para PR's, 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. 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 23 PR's distribuidos en la zona de estudio 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:  $400^g/360^\circ$

Para el caso de los levantamientos de la bocatoma y el canal Alto Catemu, se ocupó el siguiente instrumental:

- **Estación Total Topcon Gts 3007:**
  - Aumento Telescopio 29,5X
  - Precisión medición angular 10 segundos centesimales
  - Precisión del distanciómetro, 2 mm + 2 ppm
  - Memoria interna para almacenar las mediciones de terreno
  - Corrección automática por presión y temperatura
  - Compensadores electrónicos de 2 ejes
- **Estación Total Trimble M3:**
  - Aumento Telescopio 30X
  - Precisión medición angular 5 segundos centesimales
  - Precisión del distanciómetro, 2 mm + 2 ppm
  - Memoria interna para almacenar las mediciones de terreno
  - Corrección automática por presión y temperatura

Los certificados de calibración de los instrumentos mencionados anteriormente se presentan en el Anexo 2-1.

Para el caso de la poligonal geodésica, se ocupó el siguiente instrumental:

#### **Sistema GPS Trimble R4 Doble Frecuencia**

- Levantamientos GNSS Static y FastStatic
  - Horizontal 3 mm + 0,1 ppm 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

## 2.2. METODOLOGÍA CONSTRUCCIÓN DE POLIGONAL

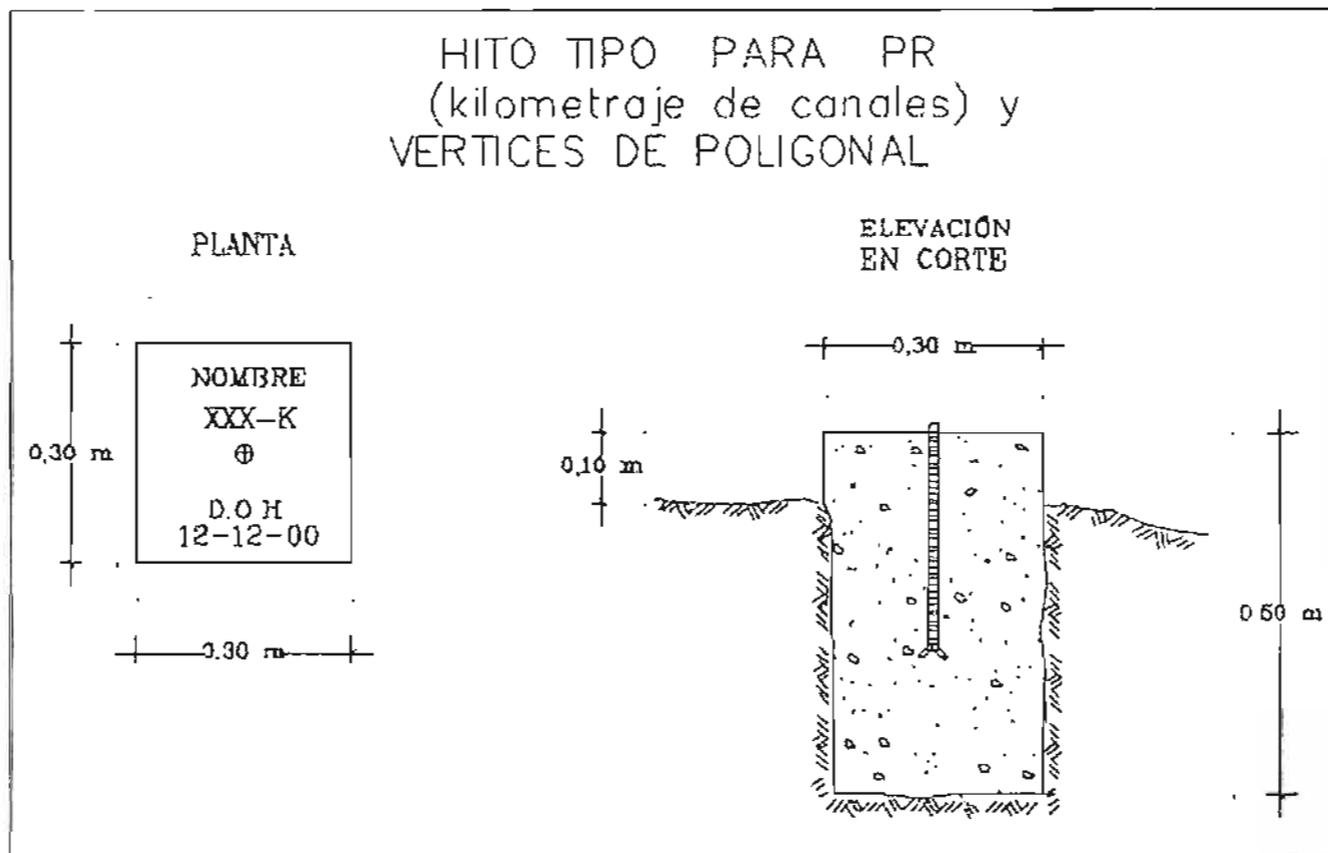
La ubicación de los Puntos de Referencia (PR) cumple con las siguientes condiciones:

- Se construyeron desde el punto IGM ubicado en La Ligua hasta Catemu, cercanos a la zona de estudio y en la bocatoma del canal nuevo, 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 mantienen la distancia exigida en los términos de referencia para el arrastre de la coordenada y cota, considerando la existencia de pares interviables 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 fue pintado en color azul y el nombre del PR en relieve y de color blanco.

En la Figura 2.2.1-1 indica las dimensiones y características que de cada PR monumentado en terreno.

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 indicadas anteriormente.

FIGURA 2.2.1-1  
MONUMENTACIÓN DE PR's



Fuente: Especificaciones Técnicas Topográficas D.O.H.

Con los vértices materializados se desarrolló una poligonal, la cual, comenzó desde La Ligua con PR's cada 2 km y codificados como "CA (nª)" con el fin de trasladar la coordenada desde el punto IGM SIRGAS denominado Quebrada del Pobre (QPOB), cuyo certificado se encuentra en el Anexo 2-2, hasta la zona de estudio en Catemu. Una vez en este lugar se siguió con PR's cada 1 km y nombrados como "A CA (nª)", obteniendo un total de 57 monolitos hasta el sector de la bocatoma del canal Alto Catemu. 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 1/20.000 de la longitud de la poligonal.

### 2.3. METODOLOGÍA 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 utilizó un nivel digital marca Trimble modelo DINI.

La altimetría del presente estudio fue vinculada a al Pilar de Nivelación E7 24 de la red IGM en cuyo certificado consta con cota referida al nivel medio del mar, el que se presenta en el Anexo 2-3.

Una vez obtenida la cota del pilar de nivelación se niveló geoméricamente los 23 PR's de la poligonal ubicados dentro de la zona de estudio.

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

$$e = + 0,01 K^{0,5}$$

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.

### 2.4. MONOGRAFÍAS

Por cada vértice y punto de referencia se hizo una monografía con el balizaje 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.

### 2.5. METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTOS

Se constituyó en terreno brigadas compuestas por un Ingeniero Geomensor y un Técnico Topógrafo y tres ayudantes especializados por cada brigada, utilizando el siguiente instrumental:

- 2 Estaciones Totales

- 4 Equipos de comunicación
- 2 Equipos de compuesto por Jalones, tarjetas de puntería con sus respectivos prismas.
- 1 Nivel Digital
- 2 Miras BMI
- 1 Equipo GPS doble frecuencia

La coordenada de cada elemento de terreno de los levantamientos se obtuvo mediante mediciones topográficas con instrumental electrónico (Estación Total) 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 PR's correspondientes, asignándole a cada elemento un código predeterminado.

Desde los vértices A CA 22 y A CA 23 de la poligonal se tomaron detalladamente todas las singularidades existentes de importancia en la bocatoma del canal Arriba de Catemu, tales como puentes, descargas, compuertas, pretilas, muros, terreno natural, etc.

Para la toma de perfiles transversales y mantener la alineación perpendicular al cauce se considera el roce y despeje en la línea, se tomaron perfiles transversales con Estación Total Topográfica a una distancia máxima de 20 m para el Canal Arriba de Catemu, desde el Km 0 al Km 15,800 (entrada de Túnel N°2) y a una distancia máxima de 50 m para el resto de los levantamientos. Además se tomaron perfiles transversales en los puntos donde se presenten cambios en la sección de la canalización, la distancia fue menor.

En las zonas que existan singularidades de importancia tales como: Puentes, Descargas, Atravesos, Curvas y otras obras de Arte, se densificaron los transversales. Todos los transversales, tanto al inicio, intermedio y final se georreferenciaron. El trabajo de gabinete consistió en procesar toda la información obtenida en terreno, cálculos topográficos y dibujo. Este trabajo se hizo con el Software de aplicación topográfica. AutoCAD Land Development Desktop R2.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. RESUMEN DE RESULTADOS

En primer lugar se presenta en el Cuadro 3.1-1 en forma resumida las coordenadas UTM, coordenadas planas topográficas y cotas geométricas de los PR's medidos en la zona de estudio.

Como complemento, en el Cuadro 3.1-2 se muestra las coordenadas UTM, coordenadas planas topográficas y cotas geométricas de los PR's medidos para el traslado de la coordenada IGM al lugar del estudio. En la Figura 3.1-1 se muestran los PR's de la poligonal completa. La misma información se presenta a una mayor escala en los Planos Topográficos que se incluyen en el Volumen 6 de este informe.

Por último, las monografías de los PR's definidos en este estudio se presentan en el Anexo 3-1, junto con la monografía del pilar de nivelación del IGM, y las monografías del enlace SIRGAS-CATEMU.

**CUADRO 3.1-1  
COORDENADAS PR's ZONA DE ESTUDIO**

Nombre	Coordenada UTM		Coordenada Topográfica		Cota Geométrica (m)
	Norte (m)	Este(m)	Norte (m)	Este (m)	
A CA 1	6.368.332,182	316.894,406	6.368.332,182	316.894,406	414,714
A CA 2	6.369.027,747	316.635,656	6.369.027,782	316.635,642	417,215
A CA 3	6.370.042,723	316.569,591	6.370.042,809	316.569,571	416,172
A CA 4	6.371.076,513	316.490,646	6.371.076,651	316.490,620	415,198
A CA 5	6.371.785,698	317.285,059	6.371.785,874	317.285,073	421,383
A CA 6	6.372.161,387	318.003,172	6.372.161,585	318.003,227	442,462
A CA 7	6.372.246,137	318.872,990	6.372.246,341	318.873,100	449,394
A CA 8	6.371.740,440	319.181,542	6.371.740,610	319.181,672	448,340
A CA 9	6.371.274,593	319.344,599	6.371.274,731	319.344,740	453,075
A CA 10	6.371.141,103	319.543,185	6.371.141,232	319.543,339	454,518
A CA 11	6.371.311,067	320.696,195	6.371.311,209	320.696,433	454,554
A CA 12	6.370.407,278	321.244,856	6.370.407,350	321.245,134	454,385
A CA 13	6.370.660,964	322.055,700	6.370.661,056	322.056,042	462,317
A CA 14	6.371.628,893	322.358,833	6.371.629,067	322.359,199	478,343
A CA 15	6.371.733,988	322.662,836	6.371.734,172	322.663,228	479,524
A CA 16	6.371.475,800	323.748,057	6.371.475,960	323.748,546	481,134
A CA 17	6.372.131,421	324.415,104	6.372.131,644	324.415,656	492,348
A CA 18	6.372.678,179	325.110,275	6.372.678,457	325.110,895	506,346
A CA 19	6.372.833,677	325.785,873	6.372.833,972	325.786,564	512,152
A CA 20	6.373.493,734	326.771,176	6.373.494,102	326.771,973	517,748
A CA 21	6.373.569,709	327.436,717	6.373.570,085	327.437,589	518,107
A CA 22	6.373.674,124	327.637,110	6.373.674,512	327.638,004	520,123
A CA 23	6.373.823,886	327.879,361	6.373.824,292	327.880,284	524,365

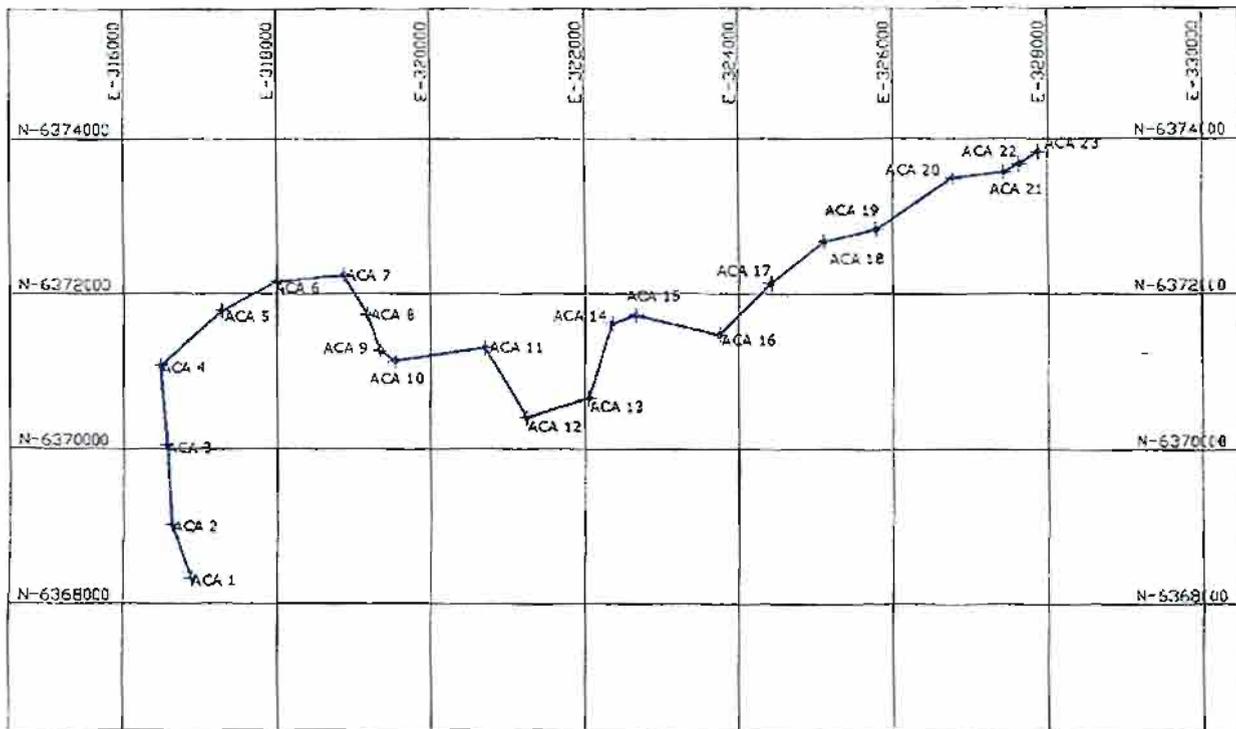
Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 3.1-2**  
**COORDENADAS PR's TRASLADO DE COORDENADA IGM**

Nombre	Coordenada UTM		Coordenada Topográfica		Cota Elipsoidal
	Norte	Este	Norte	Este	
CA 1	6.368.332,182	316.894,406	6.368.332,182	316.894,406	414,714
CA33	6.367.792,801	315.790,143	6.367.792,775	315.790,087	433,000
CA32	6.365.990,791	315.058,273	6.365.990,685	315.058,175	414,748
CA31	6.364.224,686	314.054,907	6.364.224,513	314.054,762	401,846
CA30	6.364.430,396	311.595,872	6.364.430,228	311.595,653	388,274
CA29	6.364.680,019	309.560,545	6.364.679,854	309.560,291	376,785
CA28	6.364.758,594	307.381,010	6.364.758,429	307.380,745	355,111
CA27	6.364.294,715	305.418,188	6.364.294,556	305.417,938	338,513
CA26	6.363.829,883	303.440,209	6.363.829,735	303.439,997	324,238
CA25	6.364.913,501	301.713,356	6.364.913,315	301.713,195	310,156
CA24	6.366.121,317	300.083,938	6.366.121,076	300.083,841	292,944
CA23	6.367.747,110	298.851,061	6.367.746,781	298.851,021	277,319
CA22	6.369.522,078	297.513,227	6.369.521,636	297.513,259	259,236
CA21	6.370.951,143	296.033,798	6.370.950,596	296.033,928	247,512
CA20	6.372.643,148	294.502,955	6.372.642,461	294.503,199	236,489
CA19	6.374.604,778	294.145,233	6.374.603,924	294.145,497	239,922
CA18	6.376.541,961	293.674,450	6.376.540,939	293.674,745	247,881
CA17	6.378.732,020	293.264,672	6.378.730,806	293.264,990	254,362
CA16	6.380.789,815	292.921,837	6.380.788,419	292.922,175	263,301
CA15	6.382.796,645	292.484,766	6.382.795,070	292.485,132	272,257
CA14	6.384.654,385	291.673,072	6.384.652,640	291.673,502	282,122
CA13	6.386.483,273	290.547,747	6.386.481,359	290.548,269	339,839
CA12A	6.388.618,480	290.690,246	6.388.616,401	290.690,745	465,718
CA12	6.390.008,367	289.722,030	6.390.006,197	289.722,585	550,912
CA11	6.392.108,350	289.180,837	6.392.106,006	289.181,424	282,274
CA10	6.393.778,170	288.087,470	6.393.775,629	288.088,176	171,345
CA9	6.395.605,583	287.296,461	6.395.602,798	287.297,263	138,748
CA8	6.397.599,843	287.210,662	6.397.596,785	287.211,465	140,280
CA7	6.399.551,096	287.557,958	6.399.547,774	287.558,704	128,314
CA6	6.401.535,050	287.711,862	6.401.531,454	287.712,576	100,501
CA5	6.403.529,507	287.682,599	6.403.525,630	287.683,307	92,336
CA4	6.405.440,337	287.894,249	6.405.436,191	287.894,917	82,768
CA3	6.407.078,793	289.081,550	6.407.074,426	289.082,047	92,635
CA2	6.408.681,133	290.299,529	6.408.676,558	290.299,858	70,206
CA1	6.410.567,707	291.050,328	6.410.562,899	291.050,554	119,367

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3.1-1  
PR's DE LA POLIGONAL ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia

### 3.2. DENSIFICACIÓN DE PUNTOS DE REFERENCIA

Parte del trabajo topográfico a realizar es la densificación de Puntos de Referencia (PR's) que permita el levantamiento del canal, bocatoma, replanteos y posteriores controles.

Los trabajos topográficos de generación de la red de poligonal geodésica se realizó utilizando métodos de medición GPS doble frecuencia y altimétricas en base a métodos de medición de nivelaciones cerradas, ejecutando los trabajos bajo las especificaciones técnicas topográficas (ETT-DOH) de la Dirección de Obras Hidráulicas. Para la materialización de estos PR's se utilizó una brigada utilizando un equipo GPS Doble Frecuencia.

Para entrar a la zona de trabajo con coordenadas Norte, Este y Cotas Geométricas, se utilizó como partida un punto de la red SIRGAS llamado Quebrada del Pobre (QPOB), ubicado en la Ligua y alturas geométricas al nivel medio del mar de un Pilar de Nivelación 124 Línea E7, ubicado en la entrada de la compañía Chile Tabacos.

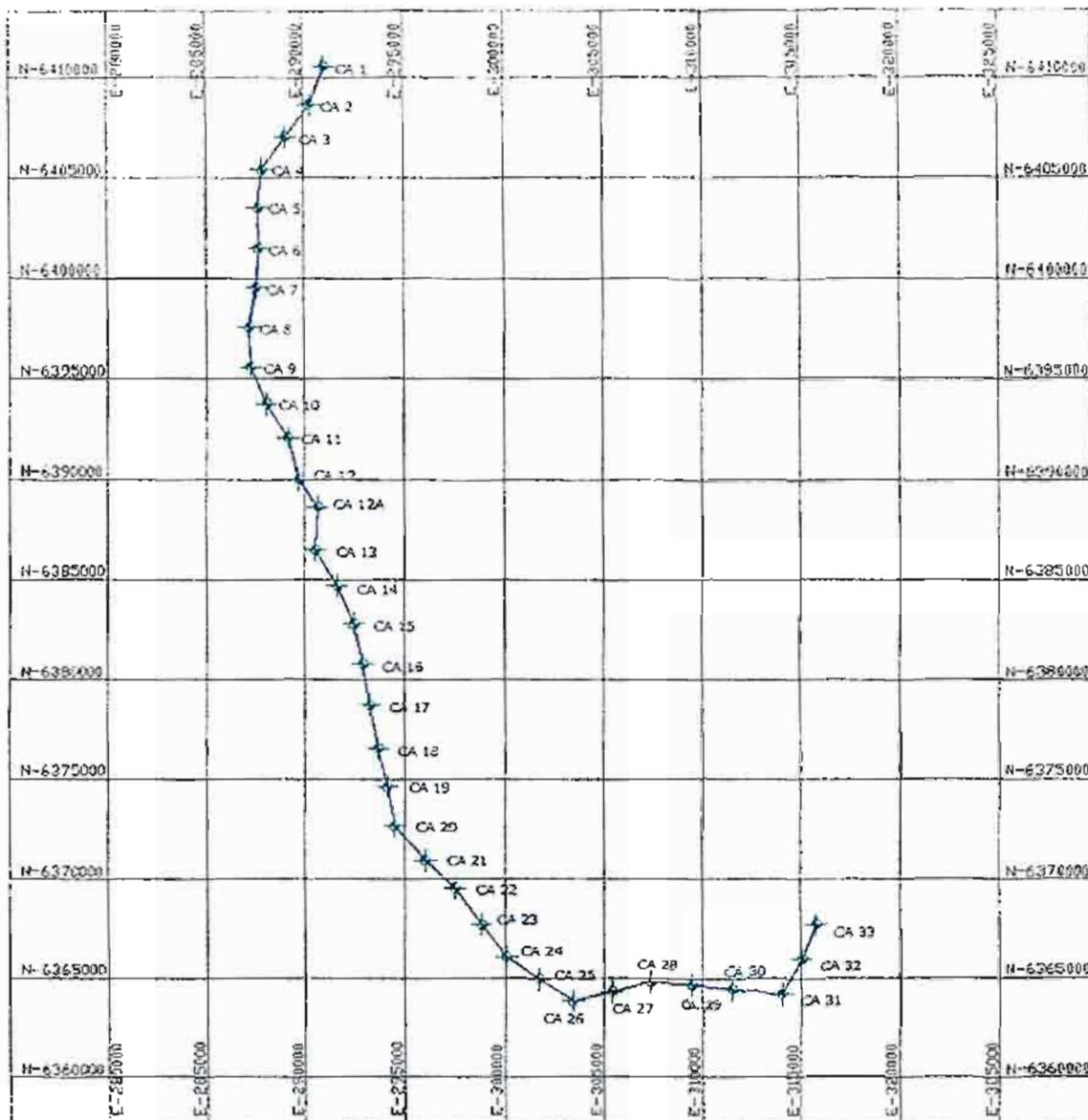
La poligonal realizada contempla monolitos desde el punto IGM hasta la zona de estudio y también a lo largo y en los alrededores del Canal Arriba de Catemu. En la Figura 3.2-1 se muestra el esquema de medición de la poligonal.

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 a una y media horas cada vector, dependiendo de su largo y niveles de obstrucción, de los cuales se presentan los detalles de su medición, solución de vectores y posterior ajuste de ellos con el programa Trimble Business Center. En el Anexo 3-2 se presentan los cálculos de las coordenadas de la poligonal, ajustes, y las coordenadas corregidas.

En el Cuadro 3.2-1 se presenta el resumen de las coordenadas y cotas geométricas de la red de vértices densificados dentro de la zona de riego del Canal Alto Catemu, en tanto que en el Cuadro 3.2-2 se presenta el resumen de las coordenadas y cotas elipsoidales de los monolitos para el traslado de coordenadas densificadas de la zona la Ligua a Catemu. Para ambos cuadros las coordenadas son UTM, zona 19 en el Datum WGS 84.

Se debe tener presente que la elevación geométrica es la altura obtenida de las nivelaciones cerradas realizadas, y la elevación elipsoidal es la altura obtenida de las mediciones con GPS.

FIGURA 3.2-1  
ESQUEMA MEDICION DE LA POLIGONAL COMPLETA



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 3.2-1**  
**RESUMEN COORDENADAS UTM Y COTAS GEOMÉTRICAS DE MONOLITOS**  
**DENSIFICADOS ZONA DE RIEGO CANAL ALTO CATEMU**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación Geométrica (m)
A CA 1	6.368.332,182	316.894,406	414,714
A CA 2	6.369.027,747	316.635,656	417,215
A CA 3	6.370.042,723	316.569,591	416,172
A CA 4	6.371.076,513	316.490,646	415,198
A CA 5	6.371.785,698	317.285,059	421,383
A CA 6	6.372.161,387	318.003,172	442,462
A CA 7	6.372.246,137	318.872,990	449,894
A CA 8	6.371.740,440	319.181,542	448,840
A CA 9	6.371.274,593	319.344,599	453,075
A CA 10	6.371.141,103	319.543,185	454,518
A CA 11	6.371.311,067	320.696,195	454,554
A CA 12	6.370.407,278	321.244,856	454,985
A CA 13	6.370.660,964	322.055,700	462,817
A CA 14	6.371.628,893	322.358,833	478,843
A CA 15	6.371.733,988	322.662,836	479,524
A CA 16	6.371.475,800	323.748,057	481,134
A CA 17	6.372.131,421	324.415,104	492,648
A CA 18	6.372.678,179	325.110,275	506,846
A CA 19	6.372.833,677	325.785,873	512,152
A CA 20	6.373.493,734	326.771,176	517,748
A CA 21	6.373.569,709	327.436,717	518,107
A CA 22	6.373.674,124	327.637,110	520,123
A CA 23	6.373.823,886	327.879,361	524,065

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 3.2-2**  
**RESUMEN COORDENADAS UTM Y COTAS ELIPSOIDALES DE MONOLITOS**  
**TRASLADO DE COORDENADA DENSIFICADOS ZONA LA LIGUA A CATEMU**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación Elipsoidal (m)
A CA 1	6.368.332,182	316.894,406	414,714
CA33	6.367.792,801	315.790,143	433,000
CA32	6.365.990,791	315.058,273	414,748
CA31	6.364.224,686	314.054,907	401,846
CA30	6.364.430,396	311.595,872	388,274
CA29	6.364.680,019	309.560,545	376,785
CA28	6.364.758,594	307.381,010	355,111
CA27	6.364.294,715	305.418,188	338,513
CA26	6.363.829,883	303.440,209	324,238
CA25	6.364.913,501	301.713,356	310,156
CA24	6.366.121,317	300.083,938	292,944

**CUADRO 3.2-2**  
**RESUMEN COORDENADAS UTM Y COTAS ELIPSOIDALES DE MONOLITOS**  
**TRASLADO DE COORDENADA DENSIFICADOS ZONA LA LIGUA A CATEMU**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Elevación Elipsoidal (m)
CA23	6.367.747,110	298.851,061	277,319
CA22	6.369.522,078	297.513,227	259,236
CA21	6.370.951,143	296.033,798	247,512
CA20	6.372.643,148	294.502,955	236,489
CA19	6.374.604,778	294.145,233	239,922
CA18	6.376.541,961	293.674,450	247,881
CA17	6.378.732,020	293.264,672	254,362
CA16	6.380.789,815	292.921,837	263,301
CA15	6.382.796,645	292.484,766	272,257
CA14	6.384.654,385	291.673,072	282,122
CA13	6.386.483,273	290.547,747	339,839
CA12A	6.388.618,480	290.690,246	465,718
CA12	6.390.008,367	289.722,030	550,912
CA11	6.392.108,350	289.180,837	282,274
CA10	6.393.778,170	288.087,470	171,345
CA9	6.395.605,583	287.296,461	138,748
CA8	6.397.599,843	287.210,662	140,280
CA7	6.399.551,096	287.557,958	128,314
CA6	6.401.535,050	287.711,862	100,501
CA5	6.403.529,507	287.682,599	92,336
CA4	6.405.440,337	287.894,249	82,768
CA3	6.407.078,793	289.081,550	92,635
CA2	6.408.681,133	290.299,529	70,206
CA1	6.410.567,707	291.050,328	119,367

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. COORDENADAS DE RED DE PR'S

Definida la partida en el sector de interés, se procedió a construir los PR's de nivelación y poligonal entre 500 y 1.000 m entre cada uno de ellos, buscando la mayor intervisibilidad, y visión panorámica del canal en estudio, además, se construyeron los monolitos cada 2000 m, desde el punto IGM hasta la zona de trabajo para realizar el traslado de la coordenada. En el Cuadro 3.3-1, se muestra las denominaciones e intervisibilidades de los PR's en la zona de estudio, ya que en los vértices de traslado de coordenada no existe intervisibilidad.

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.

**CUADRO 3.3-1  
MONOLITOS CONSTRUIDOS E  
INTERVISIBLES**

VÉRTICE	INTERVISIBILIDAD	
A CA 1	-	-
A CA 2	-	-
A CA 3	-	-
A CA 4	-	-
A CA 5	A CA 6	-
A CA 6	A CA 5	A CA 7
A CA 7	A CA 6	-
A CA 8	A CA 9	-
A CA 9	A CA 8	-
A CA 10	A CA 11	-
A CA 11	A CA 10	-
A CA 12	A CA 13	-
A CA 13	A CA 12	-
A CA 14	A CA 15	-
A CA 15	A CA 14	A CA 16
A CA 16	A CA 15	-
A CA 17	A CA 18	-
A CA 18	A CA 17	A CA 19
A CA 19	A CA 18	-
A CA 20	A CA 21	-
A CA 21	A CA 20	-
A CA 22	A CA 23	-
A CA 23	A CA 22	-

Fuente: Elaboración propia

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, resultados que se presentan en detalle en el Anexo 3-3.

#### 3.4. REDES DE NIVELACIÓN DE PR'S

Se realizó la totalidad de nivelaciones cerradas requeridas para ligar en altura los vértices de la poligonal que están dentro de la zona del Canal Alto Catemu. 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 se realizó utilizando el método de Nivelación cerrada. Las visuales no excedieron los 50 m. Los registros de nivelación se adjuntan en planillas formato Trimble, en el Anexo 3-4.

En el Cuadro 3.4-1 se presenta un resumen de los desniveles y cotas de todos los PR's del proyecto.

**CUADRO 3.4-1  
DESNIVELES Y COTAS GEOMÉTRICAS COMPENSADAS DE PR's**

PR		Desnivel (m)		Error (m)	Toler. (m)	Desn. Prom. (m)	Cota Comp. (m)
De	A	ida	vuelta				
E7 - 124							<b>411,692</b>
E7 - 124	A CA 1	3,0224	- 3,023	0,0006	0,009	3,0227	<b>414,715</b>
A CA 1	A CA 2	2,5001	- 2,4949	- 0,0052	0,024	2,4975	417,213
A CA 2	A CA 3	1,4574	-1,4522	- 0,0052	0,024	1,4548	416,170
A CA 3	A CA 4	0,4835	- 0,4783	- 0,0052	0,024	- 0,4809	<b>415,196</b>
A CA 4	A CA 5	6,1846	- 6,1858	0,0012	0,026	6,1852	421,381
A CA 5	A CA 6	27,2642	- 27,2654	0,0012	0,026	27,2648	442,461
A CA 6	A CA 7	34,6965	- 34,6977	0,0012	0,026	34,6971	<b>449,893</b>
A CA 7	A CA 8	- 1,0546	1,0556	- 0,0010	0,011	- 1,0551	<b>448,838</b>
A CA 8	A CA 9	4,2348	- 4,2272	- 0,0076	0,023	4,231	453,069
A CA 9	A CA 10	5,6777	- 5,6701	- 0,0076	0,023	5,6739	454,512
A CA 10	A CA 11	5,7144	- 5,7068	- 0,0076	0,023	5,7106	<b>454,549</b>
A CA 11	A CA 12	0,4309	- 0,4246	- 0,0063	0,027	0,4278	454,977
A CA 11	A CA 13	8,2626	- 8,2563	- 0,0063	0,027	8,2595	462,809
A CA 13	A CA 14	24,2883	- 24,282	- 0,0063	0,027	24,2852	<b>478,834</b>
A CA 14	A CA 15	0,6811	- 0,6787	- 0,0024	0,018	0,6799	479,514
A CA 15	A CA 16	2,2914	- 2,289	- 0,0024	0,018	2,2902	<b>481,124</b>
A CA 16	A CA 17	11,5145	- 11,506	- 0,0085	0,031	11,5103	492,634
A CA 17	A CA 18	25,7122	- 25,7037	- 0,0085	0,031	25,708	506,832
A CA 18	A CA 19	31,0182	- 31,010	- 0,0085	0,031	31,0141	512,138
A CA 20	A CA 20	36,6144	- 36,6059	- 0,0085	0,031	36,6102	<b>517,734</b>
A CA 20	A CA 21	0,3585	- 0,3604	0,0019	0,017	0,3597	518,094
A CA 21	A CA 22	2,3742	-2,3761	0,0019	0,017	2,3752	520,109
A CA 22	A CA 23	6,3162	- 6,3181	0,0019	0,017	6,3172	524,051

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 riego del canal Alto Catemu, tal como se presentó anteriormente en el Anexo 3-1.

### 3.5. RESUMEN LISTADO DE PR'S DENSIFICADOS ZONA DE ESTUDIO

En el Cuadro 3.5-1 se presenta el listado de PR's establecidos.

**CUADRO 3.5-1  
COORDENADAS PLANAS Y COTAS  
GEOMETRICAS DE PR's**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)
A CA 1	6.368.332,182	316.894,406	414,714
A CA 2	6.369.027,782	316.635,642	417,215
A CA 3	6.370.042,809	316.569,571	416,172
A CA 4	6.371.076,651	316.490,620	415,198
A CA 5	6.371.785,874	317.285,073	421,383
A CA 6	6.372.161,585	318.003,227	442,462
A CA 7	6.372.246,341	318.873,100	449,894
A CA 8	6.371.740,610	319.181,672	448,840
A CA 9	6.371.274,731	319.344,740	453,075
A CA 10	6.371.141,232	319.543,339	454,518
A CA 11	6.371.311,209	320.696,433	454,554
A CA 12	6.370.407,350	321.245,134	454,985
A CA 13	6.370.661,056	322.056,042	462,817
A CA 14	6.371.629,067	322.359,199	478,843
A CA 15	6.371.734,172	322.663,228	479,524
A CA 16	6.371.475,960	323.748,546	481,134
A CA 17	6.372.131,644	324.415,656	492,648
A CA 18	6.372.678,457	325.110,895	506,846
A CA 19	6.372.833,972	325.786,564	512,152
A CA 20	6.373.494,102	326.771,973	517,748
A CA 21	6.373.570,085	327.437,589	518,107
A CA 22	6.373.674,512	327.638,004	520,123
A CA 23	6.373.824,292	327.860,284	524,065

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. RESUMEN LISTADO DE PR'S DENSIFICADOS ZONA LA LIGUA – CATEMU

En el cuadro 3.6-1 se presenta el listado de los PR's en el sector mencionado.

**CUADRO 3.6-1  
COORDENADAS PLANAS Y COTAS  
ELIPSOIDALES DE PR's**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)
A CA 1	6.368.332,182	316.894,406	414,714
CA33	6.367.792,775	315.790,087	433,000
CA32	6.365.990,685	315.058,175	414,748
CA31	6.364.224,513	314.054,762	401,846
CA30	6.364.430,228	311.595,653	388,274
CA29	6.364.679,854	309.560,291	376,785
CA28	6.364.758,429	307.380,745	355,111
CA27	6.364.294,556	305.417,938	338,513
CA26	6.363.829,735	303.439,997	324,238

**CUADRO 3.6-1**  
**COORDENADAS PLANAS Y COTAS**  
**ELIPSOIDALES DE PR's**

Nombre	Norte (m)	Este (m)	Cota (m)
CA25	6.364.913,315	301.713,195	310,156
CA24	6.366.121,076	300.083,841	292,944
CA23	6.367.746,781	298.851,021	277,319
CA22	6.369.521,636	297.513,259	259,236
CA21	6.370.950,596	296.033,928	247,512
CA20	6.372.642,461	294.503,199	236,489
CA19	6.374.603,924	294.145,497	239,922
CA18	6.376.540,939	293.674,745	247,881
CA17	6.378.730,806	293.264,990	254,362
CA16	6.380.788,419	292.922,175	263,301
CA15	6.382.795,070	292.485,132	272,257
CA14	6.384.652,640	291.673,502	282,122
CA13	6.386.481,359	290.548,269	339,839
CA12A	6.388.616,401	290.690,745	465,718
CA12	6.390.006,197	289.722,585	550,912
CA11	6.392.106,006	289.181,424	282,274
CA10	6.393.775,629	288.088,176	171,345
CA9	6.395.602,798	287.297,263	138,748
CA8	6.397.596,785	287.211,465	140,280
CA7	6.399.547,774	287.558,704	128,314
CA6	6.401.531,454	287.712,576	100,501
CA5	6.403.525,630	287.683,307	92,336
CA4	6.405.436,191	287.894,917	82,768
CA3	6.407.074,426	289.082,047	92,635
CA2	6.408.676,558	290.299,858	70,206

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. CONCLUSIONES

La densificación de PR's en la zona de riego, tenía por objetivo el levantamiento del canal Alto Catemu. Sin embargo, de los 23 PR's A CA materializados, solo no se utilizaron los A CA N° 1, 2, 3 y 4, para efectos de levantamientos topográficos.

## 4. TRABAJOS DE LEVANTAMIENTO

### 4.1. Bocatoma Canal Arriba de Catemu

Para el sector de la Bocatoma del Canal Alto Catemu, se realizó un levantamiento topográfico, para el posterior análisis y diseño de las obras de la nueva bocatoma.

Para el levantamiento se utilizaron los PR's A CA 22 y A CA 23 levantados en este

estudio. Se instaló la Estación Total sobre el PR A CA 23, levantando la compuerta de la bocatoma, un tramo del canal Alto Catemu aguas debajo de su compuerta, compuerta y un tramo del canal de descarga al río, terreno natural alrededor de la bocatoma.

En el Anexo 4-1 se presenta la totalidad de puntos levantados en el sector de Bocatoma.

En el Plano TOP-03 en el Vol.6 planos se presenta el levantamiento del sector bocatoma.

#### **4.2. Canal Arriba de Catemu**

El levantamiento del Canal Arriba de Catemu se realizó en dos tramos, el primero desde el Km 0 hasta la entrada del Túnel N°2 (Km 15,8), y el segundo desde la salida del Túnel N°2 (Km 16,0) hasta el Km 17,5. Por lo que la longitud total levantada para este canal fue de 17,3 km aproximadamente.

Debido a la importancia de la obra que se pretende proyectar en el primer tramo, el levantamiento consistió en tomar perfiles transversales cada 20 m, y para el segundo tramo el levantamiento consistió en tomar perfiles transversales cada 50 m. Para el levantamiento se consideraron puntos de terreno natural, bordes superiores, bordes inferiores y eje de canal. Cabe mencionar que en distintos lugares no fue posible tomar la información completa del perfil, ya que, existía demasiada vegetación nativa que dificultaba el ingreso de los ayudantes de terreno. Además, se tomaron perfiles a menor distancia de separación en lugares de curvas, puentes y en cualquier singularidad que así lo requiriese.

Además, se desarrollaron levantamientos en los canales bajo Catemu y alto Catemu en una longitud de 1.600 m después de la salida del Túnel 2, sector de minicentrales hidroeléctricas y restitución del estero Catemu, para los que se ocuparon los PR's A CA 5 y A CA 6

#### **4.3. CANAL ABAJO DE CATEMU**

Se desarrolló un levantamiento topográfico del canal bajo Catemu, el cual comenzó a la altura de la salida del túnel 2 del canal alto Catemu, este levantamiento consistió en tomar perfiles transversales cada 50 metros mas todas sus singularidades y una longitud de 1600 metros, para dicho trabajo se realizo un traslado de coordenadas y cotas desde los PRs A CA 5 y A CA 6.

**4.4. SECTOR MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA PROYECTADA Y CANAL DE RESTITUCIÓN HACIA EL ESTERO CATEMU**

Para efectos de proyectar una minicentral hidroeléctrica y un canal de restitución hacia el estero Catemu, se desarrollo un levantamiento topográfico de una franja de 20 m de ancho desde la salida del túnel 2 pasando por el canal alto Catemu, bajo Catemu, Pepino hasta llegar al estero Catemu. Las coordenadas y cotas para este trabajo son las mismas que se trasladaron de los PRs A CA 5 y A CA 6.

**4.5. SECTOR DESCARGA PROYECTADA DESPUÉS DEL TÚNEL 1 HACIA EL CANAL PEPINO**

Para este trabajo se procedió a realizar un enlace en los PRs A CA 15 y A CA 16, los que se encuentran cercanos a la zona de este levantamiento, en el cual se realizo una franja de 20 m de ancho hasta llegar a la zona de bocatoma de los canales bajo Catemu y Pepino.

**5. PLANOS**

El resumen de la poligonal, ubicación de PRs y levantamientos se presenta en los planos TOP-1 a TOP-4 que se presentan en el Volumen 6 del estudio.



---

**RICARDO MEZA MEZA**  
**INGENIERO DE EJECUCIÓN EN GEOMENSURA**

# ANEXOS

**ANEXO 2-1**

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**

**CERTIFICADO**  
**NIVEL DIGITAL TRIMBLE DNI**



**KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA**  
Argomedo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl

Sokkia Co., Ltd.  
JIS\_Q\_9001:2000  
Certificate No. JQA 0557



Señores: CONS.INGENIERIA LUIS ARRAU

Fecha de Emisión: 26/04/2011

Dirección:

## Certificado de Calibración

### NIVEL DIGITAL

### N° 11555

#### Identificación del Instrumento:

Marca Instrumento:	TRIMBLE
Modelo Instrumento:	DINi 07
Numero de serie:	770024
Fecha de Calibración:	26 de Abril de 2011
Nombre de Inspector:	Claudio Kollner V.

#### Lugar de Calibración:

Laboratorio: Kollner Labraña Cia. Ltda.

#### Condiciones ambientales de la calibración:

Temperatura Sala de Colimación:	18.3 °C +/- 2°C
Temperatura Exterior Línea de Base:	10 °C +/- 2°C
Presión Atmosférica:	1020 hPa +/- 4 hPa
Humedad Relativa:	48 +/- 5%

#### Procedimiento de Calibración:

SM-SOKKIA-SDL30

#### Instrumento Patrón: Certificado Calibración N° SSC-308-514

Colimador de siete puntos marca Sokkia japonés, consta de los siguientes instrumentos patrones:

- 1.- Colimador (1) multirretículo Sokkia N° 400 – 80 N° serie: 091242
- 2.- Colimador (2) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091243
- 3.- Colimador (3) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091365
- 4.- Colimador (4) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091366
- 5.- Colimador (5) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091367
- 6.- Colimador (6) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091500
- 7.- Colimador (7) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091501

Colimador de distanciómetro LASER Sokkia japonés.

- 1.- EDM Laser Collimator Compact Type N° serie: 091242

Medidor de Potencia Láser:

- 1.- Optical Power Meter ADVANTEST TQ8210 N° serie: 141001501.  
Certificado Calibración N° QSA-IT307-00141001501
- 2.- Beam Sensor ADVANTEST Q82014A N° serie: 141001428.  
Certificado Calibración N° QSA-IT307-00141001428

**SOKKIA**

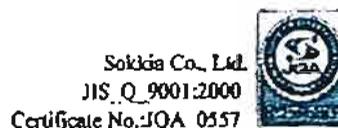
Official Service Center  
www.rubaclat-l-instrumentos.cl

**TOPCON.**



## KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Argomedo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl



Sokkia Co., Ltd.  
JIS\_Q\_9001:2000  
Certificate No.: JQA\_0557

### Trazabilidad de la Calibración:

Los Colimadores SOKKIA son construidos con estándares TRAZABLES a la red de metrología de Japón ILAC-JCSS, Sokkia posee las acreditaciones (JCSS0045),(JCSS0162) y es custodio patrón de :

Longitud de onda láser 633nm HeNe  $K=2 \quad 2 \times 10^{-10}$

Escala Estándar hasta 800mm  $(0.32+(0.03 \times L/800)) \mu\text{m}$

Escala Estándar más de 800mm hasta 1000mm  $0.48 \mu\text{m}$

Reglas arriba de 3005mm  $(5+L/300) \mu\text{m}$

Reglas punto de partida del paralelo arriba de 3005mm  $12 \mu\text{m}$

Instrumentos de medición de distancia electro óptica:

Desde 5mts hasta 51mts mejor medida  $K=2 \quad 0.4\text{mm}$

Mas de 51mts hasta 90mts mejor medida  $K=2 \quad 0.5\text{mm}$

### Normas que rigen la calibración:

- ISO 12857-2 (Internacional Organization for Standarization).

Parte 1: Niveles

Parte 2: Teodolitos

Parte 3: Distanciómetros electro-ópticos (EDM)

- JSIMA (Japanese Surveying Instruments Manufacturers Association)

1. Teodolitos:

JSIMA 101:2002

2. EDM Instrumentos

JSIMA 102:2002

3. Niveles:

JSIMA 103:2002

4. Instrumentos de Topografía Láser:

JSIMA 104:2002

5. Guías para Inspección y Calibración:

JSIMA 111:2002

6. Guía de Trazabilidad para la calibración de Instrumentos Topográficos:

JSIMA 112:2002

7. Guía Pruebas y Ajuste Sistemas de Colimación Instrumentos Topográficos JSIMA 114:2002

Köllner Labraña y Cia. Ltda. es Servicio Técnico y Laboratorio de Calibración Oficial de SOKKIA en Chile y Servicio Técnico Autorizado TOPCON.

Cuenta con:

- Personal entrenado y autorizado por la fábrica SOKKIA y TOPCON en sus centros de entrenamientos, para hacer servicio y calibración de cada modelo de instrumental topográfico.
- Todo el equipamiento, maquinaria, dispositivos, softwares y procedimientos de Calibración bajo los estándares de JSIMA elaborados por el fabricante, para cada modelo.
- Certificados de los equipos aprobados por las Fábricas.

Asegurando una verdadera calibración del equipo y reglaje según el fabricante

SOKKIA CO. LTD. y TOPCON Positioning Systems son miembros de:



# SOKKIA

Official Service Center

www.calciati-instrumentos.cl

# TOPCON.



**KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA**

Argomedo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl

Sokkia Co., Ltd.  
JIS Q 9001:2000  
Certificate No.: JQA\_0557



## Registro de Calibración NIVEL DIGITAL

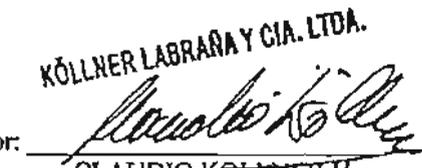
Certifica que el instrumento mencionado ha sido inspeccionado por nuestros técnicos. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

Nº	Item		Resultado		Tolerancia Máxima	
1	Nivel	Plano Horizontal	1"	0,3 mgon	< 3"	< 1 mgon
2	Digital	Exactitud de la medida distancia	10 mm		< 30 mm	
3		Plano Horizontal	1"	0,3 mgon	< 3"	< 1 mgon
4	Nivel	Desviación del eje de puntería	0,0 mm		< 0,3 mm	
5	Óptico	Rango Compensación	17'	0,31 gon	> 15'	> 0,277 gon
6		Exactitud de la Compensación	3,5"	1,07 mgon	< 5"	< 1,54 mgon

La exactitud está especificada de acuerdo al Estándar Japonés JSIMA-103:2002  
(Inspección de 2 colimadores)

La exactitud de la medida es testeada a 20 metros. La tolerancia es calculada de acuerdo a los siguientes estándares:

- +/- 10 mm para distancias menores de 10mt.
- +/- 0,1% x D para distancias entre 10 y 50 mts.
- +/- 0,2% x D para distancias mayores a 50 mts.

Certificado por:   
CLAUDIO KOLLNER V.  
Gerente Técnico  
Kollner Labraña & Cia. Ltda.

**SOKKIA**

Official Service Center  
www.calciati-instrumentos.cl

 **TOPCON.**

**CERTIFICADO**

**ESTACIÓN TOTAL TOPCON GTS**



**KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA**

Argomedo 74, Santiago -- Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
E-mail: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl

Sokkia Co., Ltd.  
JIS\_Q\_9001-2000  
Certificate No.: IQA\_0557



Señores: CONS.INGENIERIA LUIS ARRAU  
Dirección: María Luisa Santander 0231 Providencia

Fecha de Emisión: 26/04/2011

## Certificado de Calibración

### ESTACIÓN TOTAL REBOTE

### N° 11556

**Identificación del Instrumento:**

Marca Instrumento:	TOPCON
Modelo Instrumento:	CTS-3007
Numero de serie:	4U0095
Fecha de Calibración:	26 de Abril de 2011
Nombre de Inspector:	Claudio Kollner V.

**Lugar de Calibración:**

Laboratorio: Köllner Labraña Cia. Ltda.

**Condiciones ambientales de la calibración:**

Temperatura Sala de Colimación:	18,3 °C +/- 2°C
Temperatura Exterior Línea de Base:	8,5 °C +/- 2°C
Presión Atmosférica:	1018 hPa +/- 4 hPa
Humedad Relativa:	46 +/- 5%

**Procedimiento de Calibración:**

SM-TOPCON GPT 3000

**Instrumento Patrón: Certificado Calibración N° SSC-308-514**

Colimador de siete puntos marca Sokkia japonés, consta de los siguientes instrumentos patrones:

- 1.- Colimador (1) multirretículo Sokkia N° 400 – 80 N° serie: 091242
- 2.- Colimador (2) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091243
- 3.- Colimador (3) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091365
- 4.- Colimador (4) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091366
- 5.- Colimador (5) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091367
- 6.- Colimador (6) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091500
- 7.- Colimador (7) Sokkia N° 400 – 83 N° serie: 091501

Colimador de distanciómetro LASER Sokkia japonés.

- 1.- EDM Laser Collimator Compact Type N° serie: 091242

Medidor de Potencia Láser:

- 1.- Optical Power Meter ADVANTEST TQ8210 N° serie: 141001501.  
Certificado Calibración N° QSA-IT307-00141001501
- 2.- Beam Sensor ADVANTEST Q82014A N° serie: 141001428.  
Certificado Calibración N° QSA-IT307-00141001428

**SOKKIA**

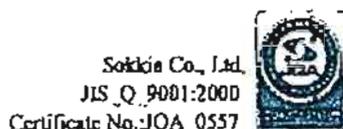
Official Service Center  
www.colclati-instrumentos.cl

**TOPCON.**



## KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Argomedo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl



### Trazabilidad de la Calibración:

Los Colimadores SOKKIA son construidos con estándares TRAZABLES a la red de metrología de Japón ILAC-JCSS, Sokkia posee las acreditaciones (JCSS0045),(JCSS0162) y es custodio patrón de :

Longitud de onda láser 633nm HeNe  $K=2 \quad 2 \times 10^{-10}$

Escala Estándar hasta 800mm  $(0.32+(0.03 \times L/800)) \mu\text{m}$

Escala Estándar más de 800mm hasta 1000mm  $0.48 \mu\text{m}$

Reglas arriba de 3005mm  $(5+L/300) \mu\text{m}$

Reglas punto de partida del paralelo arriba de 3005mm  $12 \mu\text{m}$

Instrumentos de medición de distancia electro óptica:

Desde 5mts hasta 51mts mejor medida  $K=2 \quad 0.4\text{mm}$

Mas de 51mts hasta 90mts mejor medida  $K=2 \quad 0.5\text{mm}$

### Normas que rigen la calibración:

- ISO 12857-2 (Internacional Organization for Standarization).

Parte 1: Niveles

Parte 2: Teodolitos

Parte 3: Distanciómetros electro-ópticos (EDM)

- JSIMA (Japanese Surveying Instruments Manufacturers Association)

1. Teodolitos:

JSIMA 101:2002

2. EDM Instrumentos

JSIMA 102:2002

3. Niveles:

JSIMA 103:2002

4. Instrumentos de Topografía Láser:

JSIMA 104:2002

5. Guías para Inspección y Calibración:

JSIMA 111:2002

6. Guía de Trazabilidad para la calibración de Instrumentos Topográficos:

JSIMA 112:2002

7. Guía Pruebas y Ajuste Sistemas de Colimación Instrumentos Topográficos JSIMA 114:2002

Köllner Labraña y Cia. Ltda. es Servicio Técnico y Laboratorio de Calibración Oficial de SOKKIA en Chile y Servicio Técnico Autorizado TOPCON.

Cuenta con:

- Personal entrenado y autorizado por la fábrica SOKKIA y TOPCON en sus centros de entrenamientos, para hacer servicio y calibración de cada modelo de instrumental topográfico.
- Todo el equipamiento, maquinaria, dispositivos, softwares y procedimientos de Calibración bajo los estándares de JSIMA elaborados por el fabricante, para cada modelo.
- Certificados de los equipos aprobados por las Fábricas.

Asegurando una verdadera calibración del equipo y reglaje según el fabricante

SOKKIA CO. LTD. y TOPCON Positioning Systems son miembros de:



**SOKKIA**

Official Service Center

www.culaciati-instrumentos.cl

**TOPCON.**



**KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA**

Argomedo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl

Sokkia Co., Ltd.  
JIS\_Q\_9001:2000  
Certificate No.: JQA, 0557



## Registro de Calibración ESTACIÓN TOTAL REBOTE

Certifica que el instrumento mencionado ha sido inspeccionado por nuestros técnicos y ha cumplido con sus requerimientos. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

### (1) Teodolito

N°	Ítem	Resultado		Tolerancia máxima	
		V	H		
1	Telescopio	Máx. desviación eje telescopio		0,125 mm	< 0.5 mm
				0,025 mm	< 0.3 mm
2	Mecanismo	Perpendicularidad eje telescopio a eje horizontal	3"	0,93 mgon	< 10"
		Horizontabilidad eje telescopio	2,2"	0,68 mgon	< 10"
3	Círculo Horizontal	Exactitud*	9,6"	3 mgon	< 20"
4	Círculo Vertical	Error punto 0 vertical	0"	0 mgon	< 20"
		Error constante vertical	0"	0 mgon	< 20"
5	Sensor de Inclinación	Rango	3,3"	59,4 mgon	> ±3'
		Exactitud	6,4"	2 mgon	< 10"
6	Plomada laser	Centraje cono óptico a 1,7 mts.		0,5 mm	< 1 mm

< menor que

> mayor que

La exactitud precisión del limbo horizontal está especificado de acuerdo al Estándar Japonés JSIMA-101:2002 (Inspección de 5 colimadores)

Tolerancias esperadas según el método usado (2 o 5 colimadores).

Exactitud ángulo Horizontal por catálogo	1" / 0.3 mgon	2" / 0.6 mgon	3" / 0.9 mgon	5" / 1.5 mgon	6" / 1.9 mgon
* Inspección 2 colimadores	< 5" / 1.5 mgon	< 10" / 3.1 mgon	< 20" / 6.2 mgon	< 20" / 6.2 mgon	< 20" / 6.2 mgon
Inspección 5 colimadores	< 1" / 0.3 mgon	< 2" / 0.6 mgon	< 3" / 0.9 mgon	< 5" / 1.5 mgon	< 6" / 1.9 mgon

### (2) Medidor de Distancia

#### (2-1) Potencia del Láser

N°	Chequeo del Ítem	Resultado	Tolerancia	Estándar
1	Potencia del Láser	0.98 mW	0.95 ± 0.05 mW	Clase 2 IEC60825-1 Amd.2:2001

#### (2-2) EDM

Temperatura: 8.5 °C

Presión Atmosférica: 1018 hPa

N°	Distancia estándar	Distancia medida	Resultado	Tolerancia (±(3+2ppmxD) mm)
1	5884.2 mm	5885 mm	+0.8 mm	Menor que ±3.01 mm
2	11808.3 mm	11809 mm	+0.7 mm	Menor que ±3+0.2 mm

La inspección del EDM cumple con el estándar Japonés JSIMA-102: 2002

Certificado por:

**KOLLNER LABRAÑA Y CIA. LTDA.**  
*Claudio Kollner*  
CLAUDIO KOLLNER V.  
Gerente Técnico  
Köllner Labraña & Cia. Ltda.

**SOKKIA**

Official Service Center  
www.culacati-instrumentos.cl

**TOPCON.**

**CERTIFICADO**

**ESTACIÓN TOTAL TRIMBLE M3**



## KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Argomedo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl

Sokkia Co., Ltd.  
JIS\_Q 9001:2000  
Certificate No.: JQA\_0557



Señores: CONS.INGENIERIA LUIS ARRAU  
Dirección:

Fecha de Emisión: 26/04/2011

# Certificado de Calibración

## ESTACION TOTAL

### Nº 11560

#### Identificación del Instrumento:

Marca Instrumento:	TRIMBLE
Modelo Instrumento:	M3 5DR
Numero de serie:	120075
Fecha de Calibración:	26 de Abril de 2011
Nombre de Inspector:	Claudio Kollner

#### Lugar de Calibración:

Laboratorio: Köllner Labraña Cia. Ltda.

#### Condiciones ambientales de la calibración:

Temperatura Sala de Colimación:	18,2°C +/- 2°C
Temperatura Exterior Línea de Base:	11,3°C +/- 2°C
Presión Atmosférica:	1018hPa +/- 4 hPa
Humedad Relativa:	46% +/- 5%

#### Procedimiento de Calibración:

SM-SOKKIA SET 610

#### Instrumento Patrón: Certificado Calibración Nº SSC-308-514

Colimador de siete puntos marca Sokkia japonés, consta de los siguientes instrumentos patrones:

- 1.- Colimador (1) multiretículo Sokkia Nº 400 – 80 Nº serie: 091242
- 2.- Colimador (2) Sokkia Nº 400 – 83 Nº serie: 091243
- 3.- Colimador (3) Sokkia Nº 400 – 83 Nº serie: 091365
- 4.- Colimador (4) Sokkia Nº 400 – 83 Nº serie: 091366
- 5.- Colimador (5) Sokkia Nº 400 – 83 Nº serie: 091367
- 6.- Colimador (6) Sokkia Nº 400 – 83 Nº serie: 091500
- 7.- Colimador (7) Sokkia Nº 400 – 83 Nº serie: 091501

Colimador de distanciómetro LASER Sokkia japonés.

- 1.- EDM Laser Collimator Compact Type Nº serie: 091242

#### Medidor de Potencia Láser:

- 1.- Optical Power Meter ADVANTEST TQ8210 Nº serie: 141001501.  
Certificado Calibración Nº QSA-IT307-00141001501
- 2.- Beam Sensor ADVANTEST Q82014A Nº serie: 141001428.  
Certificado Calibración Nº QSA-IT307-00141001428

**SOKKIA**

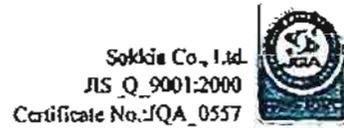
Official Service Center  
www.calceclati-instrumentos.cl

**TOPCON**



## KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA

Argomodo 74, Santiago - Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl



### Trazabilidad de la Calibración:

Los Colimadores SOKKIA son construidos con estándares TRAZABLES a la red de metrología de Japón ILAC-JCSS, Sokkia posee las acreditaciones (JCSS0045),(JCSS0162) y es custodio patrón de:

Longitud de onda láser 633nm HeNe  $K=2 \times 10^{-10}$

Escala Estándar hasta 800mm  $(0.32+(0.03 \times L/800)) \mu\text{m}$

Escala Estándar más de 800mm hasta 1000mm  $0.48 \mu\text{m}$

Reglas arriba de 3005mm  $(5+L/300) \mu\text{m}$

Reglas punto de partida del paralelo arriba de 3005mm  $12 \mu\text{m}$

Instrumentos de medición de distancia electro óptica:

Desde 5mts hasta 51mts mejor medida  $K=2 \quad 0.4\text{mm}$

Mas de 51mts hasta 90mts mejor medida  $K=2 \quad 0.5\text{mm}$

### Normas que rigen la calibración:

- ISO 12857-2 (Internacional Organization for Standardization).

Parte 1: Niveles

Parte 2: Teodolitos

Parte 3: Distanciómetros electro-ópticos (EDM)

- JSIMA (Japanese Surveying Instruments Manufacturers Association)

1. Teodolitos:

JSIMA 101:2002

2. EDM Instrumentos

JSIMA 102:2002

3. Niveles:

JSIMA 103:2002

4. Instrumentos de Topografía Láser:

JSIMA 104:2002

5. Guías para Inspección y Calibración:

JSIMA 111:2002

6. Guía de Trazabilidad para la calibración de Instrumentos Topográficos:

JSIMA 112:2002

7. Guía Pruebas y Ajuste Sistemas de Colimación Instrumentos Topográficos JSIMA 114:2002

**Köllner Labraña y Cia. Ltda. es Servicio Técnico y Laboratorio de Calibración Oficial de SOKKIA en Chile y Servicio Técnico Autorizado TOPCON.**

Cuenta con:

- Personal entrenado y autorizado por la fábrica SOKKIA y TOPCON en sus centros de entrenamientos, para hacer servicio y calibración de cada modelo de instrumental topográfico.
- Todo el equipamiento, maquinaria, dispositivos, softwares y procedimientos de Calibración bajo los estándares de JSIMA elaborados por el fabricante, para cada modelo.
- Certificados de los equipos aprobados por las Fábricas.

Asegurando una verdadera calibración del equipo y reglaje según el fabricante

**SOKKIA CO. LTD. y TOPCON Positioning Systems son miembros de:**



**SOKKIA**

Official Service Center

www.cubaclat-instrumentos.cl

**TOPCON**



**KOLLNER LABRAÑA & CIA. LTDA**

Argemundo 74, Santiago Chile  
Fono/Fax: 635 3490  
Email: kollnerlabrana@gmail.com  
www.kollnerlabrana.cl

Sokkia Co., Ltd.  
JIS Q 9001:2000  
Certificate No.: JQA\_0557



## Registro de Calibración ESTACIÓN TOTAL

Certifica que el instrumento mencionado ha sido inspeccionado por nuestros técnicos. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

(1) Teodolito

Nº	Ítem	Resultado		Tolerancia máxima	
		V	H		
1	Telescopio	Máx. desviación eje telescopio		0,025 mm	< 0,3 mm
				0,025 mm	< 0,3 mm
2	Mecanismo	Perpendicularidad eje telescopio a eje horizontal	3"	0,93 mgon	< 8"
		Horizontabilidad eje telescopio	2,2"	0,68 mgon	< 10"
3	Círculo Horizontal	Exactitud *	1,6"	0,5 mgon	< 5"
4	Círculo Vertical	Error punto 0 vertical	0,81"	0,25 mgon	< 15"
		Error constante vertical	0"	0 mgon	< 20"
5	Sensor de Inclinación	Rango	3,3'	60,1 mgon	> ±3'
		Exactitud	1,6"	0,5 mgon	< 10"
6	Plomada laser	Centraje cono óptico a 1,7 mts.	0,5 mm		< 1 mm

< menor que

> mayor que

La exactitud precisión del limbo horizontal está especificado de acuerdo al Estándar Japonés JSIMA-101:2002 (Inspección de 5 colimadores)

El método de cálculo de exactitud empleado corresponde al método grueso con 2 colimadores. El dato arrojado es sólo a modo de inspección. Si desea método preciso JSIMA 101:2002 Contáctenos.

Tolerancias esperadas según el método usado (2 o 5 colimadores)

Exactitud ángulo Horizontal por catálogo	1" / 0,3 mgon	2" / 0,6 mgon	3" / 0,9 mgon	5" / 1,5 mgon	6" / 1,9 mgon
* Inspección 2 colimadores	<5" / 1,5 mgon	<10" / 3,1 mgon	<20" / 6,2 mgon	<20" / 6,2 mgon	<20" / 6,2 mgon
Inspección 5 colimadores	<1" / 0,3 mgon	<2" / 0,6 mgon	<3" / 0,9 mgon	<5" / 1,5 mgon	<6" / 1,9 mgon

(2-2) EDM

Temperatura: 11,3 °C

Presión Atmosférica: 1018 hPa

Nº	Distancia estándar	Distancia medida	Resultado	Tolerancia (±(3+2ppmxD) mm)
1	5884,2 mm	5883 mm	-1,2 mm	Menor que ±3,01 mm
2	11808,3 mm	11807 mm	-1,3 mm	Menor que ±3,02 mm

La inspección del EDM cumple con el estándar Japonés JSIMA-102: 2002 Intervalo de Calibración: 6 meses

KOLLNER LABRAÑA Y CIA. LTDA.

Certificado por:

*Claudio Köllner V.*

CLAUDIO KÖLLNER V.

Gerente Técnico

Köllner Labraña & Cia. Ltda

**SOKKIA**

Official Service Center

www.calacal-instrumentos.cl

**TOPCON.**

**ANEXO 2-2**

**CERTIFICADO PUNTO SIRGAS**

## CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS PLANAS Y ALTURA

Fecha: 02 de mayo de 2011

O N° 858 - 11

 Solicitadas por : **ARRAU INGENIERIA EIRL**

Datum : SIRGAS  
 Elipsoide : GRS-80  
 Unidad : N, E y Altura en metros.

Nombre de la Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Altura	Altura	Zona
	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elipsoidal	NMM	
QUEBRADA DEL POBRE (QPOB)	32° 24' 22,1087"	71° 12' 45,2771"	6.412.391,301	291.914,578	278,4848	—	19

**NOTA :** Las coordenadas entregadas en este certificado están referidas a la época: 2002.0  
 Los Valores de coordenadas son vigentes hasta el 26 de Febrero de 2010



**PABLO VENTURA ALARCON**  
 Jefe Asesoría Técnica  
 Sub Dirección Comercial

**CHILE AL ALCANCE DE TODOS**

**ANEXO 2-3**

**CERTIFICADO PILAR DE NIVELACION**

**CERTIFICADO DE PILARES DE NIVELACIÓN  
CON VALORES DE ALTURA**

Fecha, 02 de mayo de 2011  
OTA° 858 - 11

Solicitadas por : **ARRAU INGENIERIA EIRL**

Unidad : **Cota referida al nivel medio del mar (en metros)**

Línea	Número de Pilar	Año	Coordenadas Geográficas		Cota
			Latitud	Longitud	
E7	124	1982	32° 48' 45"	70° 57' 58"	411,892

**NOTA :** Las coordenadas entregadas en este certificado son solo referenciales.



**PABLO VENTURA ALARCON**  
Jefe Asesoría Técnica  
Sub Dirección Comercial

**CHILE AL ALCANCE DE TODOS**

**ANEXO 3-2**

**CÁLCULO COORDENADAS**

**POLIGONAL PRINCIPAL**

Poligonal Principal

CALCULO DE COORDENADAS TOPOGRAFICAS DESDE COORDENADAS UTM  
POLIGONAL, CATEMU LA LIGUA

Junio 2011

Datos Elevacion:	8137,00
WGS 84	0,003353
Zona 19	31,72

	Vertice	N	E	Cota	Azimuth
PTA	A CA 1	6368332,182	316894,406	414,714	-
A PTA	CA33	6367792,801	315790,143	433	271,0741

VERTICE	Norte UTM	Este UTM	Cota	Altura Proy.	DN	DE	Dist UTM	q1	q2	q2 prom.	XVIII	K	DG	Dterr	e'1	e'2	t-T	Azimuth	Az Gradianes	Az corregido	Az Final	COORDENADAS TOPOGRAFICAS			VERTICE
A CA 1	6368332,182	316894,406	414,714	Altura Media																		N	E	C	
CA33	6367792,801	315790,143	433,000	423,957	539,38	1104,26	1228,954	0,18310559	0,18420986	0,033730262	0,01233782	1,000016026	1228,935	1229,016	-183105,59	-184209,86	-7,7729E-05	4,259021259	271,0740525	271,0741302	271,07413	6367792,775	315790,087	433,000	CA33
CA32	6365990,791	315058,273	414,748	423,874	1802,01	731,87	1944,961	0,18420986	0,18494173	0,034068268	0,01233782	1,000020195	1944,922	1945,051	-184209,86	-184941,73	-0,00026107	3,527381692	224,560093	224,5603541	224,56035	6365990,685	315058,175	414,748	CA32
CA31	6364224,686	314054,907	401,846	408,297	1766,11	1003,37	2031,224	0,18494173	0,18594509	0,034389342	0,01233782	1,000024155	2031,175	2031,305	-184941,73	-185945,09	-0,00025701	3,658243811	232,8910342	232,8912912	232,89129	6364224,513	314054,762	401,846	CA31
CA30	6364430,396	311595,872	388,274	395,060	-205,71	2459,04	2467,624	0,18594509	0,18840413	0,035034839	0,01233782	1,000032117	2467,545	2467,698	-185945,09	-188404,13	3,01763E-05	4,795849421	305,3132566	305,3132265	305,31323	6364430,228	311595,653	388,274	CA30
CA29	6364680,019	309560,545	376,785	382,530	-249,62	2035,33	2050,577	0,18840413	0,19043946	0,03588096	0,01233782	1,000042554	2050,490	2050,613	-188404,13	-190439,46	3,70725E-05	4,834424693	307,7690347	307,7689977	307,76900	6364679,854	309560,291	376,785	CA29
CA28	6364758,594	307381,010	355,111	365,948	-78,57	2179,53	2180,951	0,19043946	0,19261899	0,036683839	0,01233782	1,000052458	2180,837	2180,962	-190439,46	-192618,99	1,17981E-05	4,748424642	302,2941015	302,2940897	302,29409	6364758,429	307380,745	355,111	CA28
CA27	6364294,715	305418,188	338,513	346,812	463,88	1962,82	2016,892	0,19261899	0,19458181	0,037481436	0,01233782	1,000062296	2016,767	2016,876	-192618,99	-194581,81	-7,0419E-05	4,480314453	285,2256767	285,2257471	285,22575	6364294,556	305417,938	338,513	CA27
CA26	6363829,883	303440,209	324,238	331,376	464,83	1977,98	2031,864	0,19458181	0,19655979	0,038248264	0,01233782	1,000071755	2031,718	2031,824	-194581,81	-196559,79	-7,1283E-05	4,481573697	285,3058427	285,305914	285,30591	6363829,735	303439,997	324,238	CA26
CA25	6364913,501	301713,356	310,156	317,197	-1083,62	1726,85	2038,688	0,19655979	0,19828664	0,038976175	0,01233782	1,000080734	2038,524	2038,625	-196559,79	-198286,64	0,000167786	5,272791401	335,6763261	335,6761583	335,67616	6364913,315	301713,195	310,156	CA25
CA24	6366121,317	300083,938	292,944	301,550	-1207,82	1629,42	2028,256	0,19828664	0,19991606	0,03984157	0,01233782	1,000088942	2028,076	2028,172	-198286,64	-199916,06	0,000188625	5,350270453	340,6087958	340,6086072	340,60861	6366121,076	300083,841	292,944	CA24
CA23	6367747,110	298851,061	277,319	285,132	-1625,79	1232,88	2040,389	0,19991606	0,20114894	0,04021341	0,01233782	1,000095995	2040,193	2040,285	-199916,06	-201148,94	0,000255812	5,634378421	358,6956708	358,695415	358,69541	6367747,781	298851,021	277,319	CA23
CA22	6369522,078	297513,227	259,236	268,278	-1774,97	1337,83	2222,681	0,20114894	0,20248677	0,040730596	0,01233782	1,000102375	2222,454	2222,547	-201148,94	-202486,77	0,000281052	5,637305807	358,882034	358,8817529	358,88175	6369521,636	297513,259	259,236	CA22
CA21	6370951,143	296033,798	247,512	253,374	-1429,07	1479,43	2056,924	0,20248677	0,20396620	0,041301188	0,01233782	1,000109414	2056,699	2056,781	-202486,77	-203966,20	0,000227835	5,490472696	348,897728	348,8975002	348,89750	6370950,596	296033,928	247,512	CA21
CA20	6372643,148	294502,955	236,489	242,001	-1692,00	1530,84	2281,745	0,20396620	0,20549705	0,041915233	0,01233782	1,000116988	2281,478	2281,565	-203966,20	-205497,05	0,000271745	5,547751608	353,1808365	353,1805647	353,18056	6372642,461	294503,199	236,489	CA20
CA19	6374604,778	294145,233	239,922	238,206	-1961,63	357,72	1993,980	0,20549705	0,20585477	0,042302589	0,01233782	1,000121767	1993,737	1993,812	-205497,05	-205854,77	0,000316804	6,102807795	388,5168109	388,5164941	388,51649	6374603,924	294145,497	239,922	CA19
CA18	6376541,961	293674,450	247,881	243,902	-1937,18	470,78	1993,568	0,20585477	0,20632555	0,042473172	0,01233782	1,000123871	1993,321	1993,398	-205854,77	-206325,55	0,000313457	6,044782485	384,8228049	384,8224915	384,82249	6376540,939	293674,745	247,881	CA18
CA17	6378732,020	293264,672	254,362	251,122	-2190,06	409,78	2228,066	0,20632555	0,20673533	0,042654836	0,01233782	1,000126112	2227,765	2227,873	-206325,55	-206735,33	0,00035515	6,098215876	388,2244803	388,2241252	388,22413	6378730,806	293264,990	254,362	CA17
CA16	6380789,815	292921,837	263,301	256,832	-2057,80	342,84	2066,156	0,20673533	0,20707816	0,042810411	0,01233782	1,000128031	2065,891	2065,976	-206735,33	-207078,16	0,000334328	6,118098491	389,4902459	389,4899126	389,48991	6380788,419	292922,175	263,301	CA16
CA15	6382796,645	292484,766	272,257	267,779	-2006,83	437,07	2053,874	0,20707816	0,20751523	0,042971937	0,01233782	1,000130023	2053,607	2053,693	-207078,16	-207515,23	0,000326638	6,068742289	386,3481334	386,3478069	386,34781	6382795,070	292485,132	272,257	CA15
CA14	6384654,385	291673,072	282,122	277,190	-1857,74	811,69	2027,325	0,20751523	0,20832693	0,043231231	0,01233782	1,000133222	2027,055	2027,143	-207515,23	-208326,93	0,000303191	5,871257161	373,7758397	373,7755385	373,77554	6384652,640	291673,502	282,122	CA14
CA13	6386483,273	290547,747	339,839	310,981	-1828,89	1125,33	2147,368	0,20832693	0,20945225	0,043634967	0,01233782	1,000138202	2147,071	2147,176	-208326,93	-209452,25	0,000299799	5,731587649	364,8842025	364,8839027	364,88390	6386481,359	290548,269	339,839	CA13
CA12A	6388618,480	290690,246	465,718	402,779	-2135,21	-142,50	2139,957	0,20945225	0,20930975	0,043840406	0,01233782	1,000140736	2139,656	2139,791	-209452,25	-209309,75	0,000351119	0,066638974	4,242368831	4,24201764	4,24202	6388616,401	290690,745	465,718	CA12A
CA12	6390008,367	289722,030	550,912	508,315	-1389,89	968,22	1693,880	0,20930975	0,21027797	0,044013543	0,01233782	1,000142872	1693,638	1693,773	-209309,75	-210277,97	0,000228852	5,674734834	361,2648398	361,2646111	361,26461	6390006,197	289722,585	550,912	CA12
CA11	6392108,350	289180,837	282,274	416,593	-2099,98	541,19	2168,598	0,21027797	0,21081916	0,044330723	0,01233782	1,000146785	2168,260	2168,422	-210277,97	-210819,16	0,000347135	6,030960591	383,9428759	383,9425287	383,94253	6392106,006	289181,424	282,274	CA11
CA10	6393778,170	288087,470	171,345	226,810	-1669,82	1093,37	1995,933	0,21081916	0,21191253	0,044675621	0,01233782	1,000151039	1995,632	1995,703	-210819,16	-211912,53	0,000276978	5,703456194	363,0932984	363,0930214	363,09302	6393775,629	288088,176	171,345	CA10
CA9	6395605,583	287296,461	138,748	155,047	-1827,41	791,01	1991,264	0,21191253	0,21270354	0,045074754	0,01233782	1,000155963	1990,954	1991,002	-211912,53	-212703,54	0,000304544	5,874678351	373,9936394	373,9933348	373,99333	6395602,798	287297,263	138,748	CA9
CA8	6397599,843	287210,682	140,280	139,514	-1994,26	85,80	1996,105	0,21270354	0,21278934	0,045261048	0,01233782	1,000158261	1995,789	1995,833	-212703,54	-212789,34	0,00033322	6,240189847	397,2627603	397,2624271	397,26243	6397596,785	287211,465	140,280	CA8
CA7	6399551,096	287557,958	128,314	134,297	-1951,25	-347,30	1981,919	0,21278934	0,21244204	0,045205442	0,01233782	1,000157575	1981,607	1981,648	-212789,34	-212442,04	0,000325944	0,176141602	11,21352266	11,21319672	11,21320	6399547,774	287558,704	128,314	CA7
CA6	6401535,050	287711,862	100,501	114,408	-1983,95	-153,90	1989,915	0,21244204	0,21228814	0,045098933	0,01233782	1,000156261	1989,604	1989,639	-212442,04	-212288,14	0,000330966	0,07741933	4,928667628	4,928336662	4,92834	6401531,454	287712,576	100,501	CA6
CA5	6403529,507	287682,599	92,336	96,4																					

**POLIGONAL SECUNDARIA**

Poligonal Secundaria

CALCULO DE COORDENADAS TOPOGRAFICAS DESDE COORDENADAS UTM  
CANAL ALTO CATENU

Junio 2011

WGS 84	317E, 37.00
Zona 18	0,003353
	31,72

VERTICE	N	E	Cota	Altura
A CA 1	6369027,182	316894,406	414,7144	-
A CA 2	6369027,747	316635,658	417,2145	377,3278

VERTICE	Nombr UTM	Este UTM	Cota	AlturaProy.	DN	DE	Dist UTM	α'	α2	q*2 prom	XVIII	K	DG	Dterr	α'1	α'2	I-T	Arrietal	Az Gradilanas	Az conocido	Az Final	COORDENADAS TOPOGRAFICAS			VERTICE		
																						N	E	C			
A CA 1	6369027,182	316894,406	414,714	414,714	-695,57	258,75	742,734	0,18306434	0,18306434	0,033575059	0,01233782	1,000014111	742,732	742,172	-183105,59	-183364,34	0,000100003	5,327047592	377,3275689	377,3274688	377,32747	6369027,782	316635,642	417,215	A CA 2		
A CA 2	6369027,747	316635,658	417,215	415,954	-1014,98	66,07	1017,124	0,18336434	0,18336434	0,033634598	0,01233782	1,000014846	1017,124	1017,175	-183364,34	-183430,41	0,000146197	6,215186789	395,0620658	395,0619196	395,06192	6370042,809	316569,571	416,172	A CA 3		
A CA 3	6371076,513	316490,646	415,198	415,895	-1033,79	78,95	1036,890	0,18343041	0,18350935	0,033661198	0,01233782	1,000015174	1036,894	1036,852	-183430,41	-183509,35	0,000148964	6,208058503	395,1479933	395,1477443	395,14774	6371076,651	316490,620	415,190	A CA 4		
A CA 4	6371785,698	317285,009	421,383	418,293	-709,18	-794,41	1064,911	0,18350935	0,18271494	0,033530111	0,01233782	1,000013557	1064,857	1064,966	-183509,35	-182714,94	0,000102072	6,547010278	53,60467578	53,6045737	53,60457	6371785,874	317285,073	421,383	A CA 5		
A CA 5	6372161,387	318003,172	442,462	431,922	-375,69	-718,11	810,450	0,18271494	0,18199683	0,033253712	0,01233782	1,000010147	810,441	810,496	-182714,94	-181996,83	5,384555E-05	1,085791751	69,31463567	69,31458183	69,31458	6372161,585	318003,227	442,462	A CA 6		
A CA 6	6372246,137	318872,990	449,894	446,172	-84,75	-869,82	873,937	0,18112701	0,18112701	0,032964793	0,01233782	1,000006954	873,931	873,992	-181127,01	-181127,01	1,20958E-05	1,471668734	93,81666542	93,81665332	93,81665	6372246,341	318873,100	449,894	A CA 7		
A CA 7	6371740,440	319181,542	448,840	449,367	505,70	-308,55	592,337	0,18112701	0,18081846	0,032751138	0,01233782	1,000003948	592,394	592,436	-181127,01	-180818,46	-7,1902E-05	2,593741924	165,1227391	165,122811	165,12281	6371740,610	319181,672	448,840	A CA 8		
A CA 8	6371274,593	319344,599	453,075	450,927	465,85	-163,06	493,560	0,18081846	0,18065540	0,03266584	0,01233782	1,000002796	493,556	493,593	-180818,46	-180655,40	-6,6141E-05	2,804897658	178,5653309	178,5653971	178,56540	6371274,731	319344,740	453,075	A CA 9		
A CA 9	6371141,103	319643,185	454,518	453,796	133,49	-198,59	239,282	0,18065540	0,18045682	0,032600511	0,01233782	1,000000009	239,282	239,299	-180655,40	-180456,82	-1,8935E-05	2,162621625	137,6767687	137,6767878	137,67679	6371141,232	319543,339	454,518	A CA 10		
A CA 10	6371311,067	320096,195	454,554	454,536	-169,96	-1153,01	1165,470	0,18045682	0,17930381	0,032357037	0,01233782	0,999999057	1165,471	1165,554	-180456,82	-179303,81	2,40392E-05	1,424441366	90,68275382	90,68272978	90,68273	6371311,209	320696,633	454,554	A CA 11		
A CA 11	6370407,278	321244,856	454,985	454,770	903,79	-548,66	1057,291	0,17930381	0,17875514	0,032051578	0,01233782	0,999995319	1057,296	1057,371	-179303,81	-178755,14	-0,00012715	2,595992604	165,2660221	165,2661492	165,26615	6370407,350	321245,134	454,985	A CA 12		
A CA 12	6370660,964	322055,700	462,817	459,901	-252,69	-810,84	849,603	0,17875514	0,17794430	0,031808678	0,01233782	0,999992323	849,609	849,670	-178755,14	-177944,30	3,55643E-05	1,267577515	80,69649091	80,69645534	80,69646	6370661,056	322056,042	462,817	A CA 13		
A CA 13	6371628,893	322358,833	478,843	470,830	-967,93	-303,13	1014,286	0,17794430	0,17764117	0,031610264	0,01233782	0,999988876	1014,296	1014,371	-177944,30	-177641,17	0,000135206	0,303501424	19,32150072	19,32136552	19,32137	6371629,067	322359,199	478,843	A CA 14		
A CA 14	6371733,988	322662,836	479,524	479,183	-105,09	-304,00	321,656	0,17764117	0,17733716	0,031502412	0,01233782	0,999988545	321,680	321,684	-177641,17	-177337,16	1,46553E-05	1,23795395	78,81059616	78,8105815	78,81058	6371734,172	322663,228	479,524	A CA 15		
A CA 15	6371475,800	323748,057	481,134	480,329	258,19	-1085,22	1115,511	0,17733716	0,17625194	0,031256412	0,01233782	0,999985511	1115,528	1115,612	-177337,16	-176251,94	-3,5889E-05	1,804366879	114,8695832	114,8695991	114,86960	6371475,960	323748,546	481,134	A CA 16		
A CA 16	6372131,421	324415,104	492,648	486,891	-655,62	-667,05	935,302	0,17625194	0,17558490	0,030947327	0,01233782	0,999981699	935,320	935,391	-176251,94	-175584,90	9,06473E-05	0,794036549	50,54983669	50,54984604	50,54985	6372131,644	324415,656	492,648	A CA 17		
A CA 17	6372678,179	325110,275	506,846	499,747	-546,76	-695,17	884,425	0,17558490	0,17488973	0,030708155	0,01233782	0,999978748	884,443	884,513	-175584,90	-174889,73	7,53052E-05	0,90433613	57,57182615	57,57175085	57,57175	6372678,457	325110,895	506,846	A CA 18		
A CA 18	6372833,677	325785,873	512,152	509,499	-155,50	-675,60	693,262	0,17488973	0,17421413	0,030468413	0,01233782	0,999975791	693,279	693,334	-174889,73	-174214,13	2,13327E-05	1,344572659	85,59815403	85,5981327	85,59813	6372833,972	325786,564	512,152	A CA 19		
A CA 19	6373493,734	326771,176	517,748	514,950	-660,06	-985,30	1185,958	0,17421413	0,17322882	0,030179232	0,01233782	0,999972224	1185,991	1186,087	-174214,13	-173228,82	9,01491E-05	0,980558635	62,42418693	62,42409678	62,42410	6373494,102	326771,973	517,748	A CA 20		
A CA 20	6373560,709	327436,717	518,107	517,928	-75,97	-665,54	669,863	0,17322882	0,17256328	0,029893082	0,01233782	0,999968695	669,884	669,939	-173228,82	-172563,28	1,03241E-05	1,457133103	82,76397441	82,76396409	82,76396	6373570,065	327437,589	518,107	A CA 21		
A CA 21	6373674,124	327637,110	520,123	519,115	-104,42	-200,39	225,964	0,17256328	0,17236289	0,02974352	0,01233782	0,999966585	225,972	225,990	-172563,28	-172362,89	1,41468E-05	1,090449986	69,42020222	69,42018807	69,42019	6373674,512	327638,004	520,123	A CA 22		
A CA 22	6373823,886	327879,361	524,065	522,094	-149,76	-242,25	284,806	0,17236289	0,17212064	0,02966723	0,01233782	0,999965909	284,815	284,839	-172362,89	-172120,64	2,02655E-05	1,017094587	64,75025246	64,7502322	64,75023	6373824,292	327880,284	524,065	A CA 23		
A CA 1	6369027,182	316894,406	414,714	469,389	5491,70	10984,96	12281,207	0,17212064	0,18310559	0,031556475	0,01233782	0,999989212	12281,340	12282,245	-172120,64	-183105,59	-0,00075823	4,248797705	270,4868628	270,487621	270,48762	6368332,255	316894,335	414,714	A CA 1		

**ANEXO 3-3**

**REPORTE DE POLIGONALES  
(DIGITAL)**

## **ANEXO 3-4**

# **PLANILLAS DE NIVELACIÓN (DIGITAL)**

## **ANEXO 4-1**

### **PUNTOS DE LEVANTAMIENTO (DIGITAL)**