

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
INGENIERÍA (E) GEOMENSURA  
SEDE LOS ANGELES

PROFESOR PATROCINANTE  
JAIME RAVANAL POBLETE



## **ESTUDIO Y EVALUACION DEL SOFTWARE “TOPOCAL”.**

**INFORME DE HABILITACION PROFESIONAL PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO  
DE EJECUCION EN GEOMENSURA.**

LOS ANGELES, NOVIEMBRE 2004

ALUMNOS:  
KAREN FLORES RIQUELME  
OSCAR HEREDIA VILLAGRAN

## SUMARIO

Este trabajo consiste, en realizar un estudio de un programa topográfico de licencia gratuita y de libre acceso en Internet, para luego llevar a cabo una evaluación de éste, de tal forma que pueda ser utilizado en el Laboratorio de Geomática de la Carrera de Ingeniería (e) Geomensura.

Los datos necesarios para ejecutar el proyecto, se realizaron en el predio Rodrigo de Triana sector Quillaimávida, comuna de Florida, Octava Región. El trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación:

**Capítulo I**, que describe los antecedentes generales del estudio del proyecto, definiciones generales y alcances necesarios para el desarrollo del trabajo.

**Capítulo II**, que se refiere al estudio del programa TOPOCAL. En éste se da a conocer el Programa TOPOCAL, se muestran algunas pantallas que genera, para lograr familiarizarse con el entorno gráfico del programa.

**Capítulo III**, en él se describen las aplicaciones que se realizaron con el programa TOPOCAL, en el levantamiento topográfico y en el diseño de un camino secundario, al interior de un predio.

**Capítulo IV**, está relacionado con los aspectos favorables y desfavorables del Programa, además de la confiabilidad que entrega el programa TOPOCAL.

## INDICE

<b>SUMARIO.....</b>	<b>1</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTADO DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>9</b>
<b>“ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO” .....</b>	<b>9</b>
<b>1    Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1  Planteamiento del problema.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2  Objetivos.....</b>	<b>13</b>
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
<b>1.3  Marco teórico.....</b>	<b>14</b>
1.3.1 Definición de Topografía.....	14
1.3.2 Definición de Geodesia.....	15
1.3.3 Definición de Fotogrametría.....	16
1.3.4 Topografía Plana.....	17
1.3.5 Fundamentos de la Topografía Plana.....	18
1.3.6 División básica para el estudio de la Topografía Plana.....	19
1.3.6.1 Planimetría o Control Horizontal.....	19
1.3.6.2 Altimetría o Control Vertical.....	20
1.3.6.3 Planimetría y Altimetría.....	20
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>21</b>
<b>“ESTUDIO DEL PROGRAMA TOPOCAL” .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1  Introducción al estudio.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2  Entorno gráfico de TOPOCAL.....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Barra de menús.....	35
<b>2.3  Introducción de la información.....</b>	<b>41</b>
2.3.1 Introducción manual de datos.....	41

2.3.2 Introducción automática de datos.....	42
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>43</b>
<b>“APLICACION DEL PROGRAMA TOPOCAL” .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Antecedentes Generales.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Aplicación del Programa TOPOCAL en un Levantamiento Topográfico.....</b>	<b>45</b>
3.2.1 Visualización de datos.....	46
3.2.2 Modelo Digital del Terreno.....	55
3.2.3 Trazado de Curvas de Nivel.....	59
<b>3.3 Aplicación del Programa Topocal en el diseño de un camino secundario.....</b>	<b>64</b>
3.3.1 Perfiles.....	67
3.3.1.1 Perfil Longitudinal.....	67
3.3.1.2 Perfil Transversal.....	71
3.3.2 Importación de Datos.....	74
3.3.3 Secciones Tipo.....	80
3.3.4 Calculo de Áreas y Cubicaciones.....	81
<b>3.4 Radiación.....</b>	<b>85</b>
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>89</b>
<b>“EVALUACION DEL PROGRAMA TOPOCAL” .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1 Aspectos favorables del programa TOPOCAL.....</b>	<b>90</b>
<b>4.2 Aspectos desfavorables del Programa TOPOCAL.....</b>	<b>96</b>
<b>4.3 Confiabilidad del Programa TOPOCAL.....</b>	<b>99</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>104</b>

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

FIGURA N°	PAG.
1.- Primera pantalla.....	23
2.- Pantalla principal con diferentes menús.....	24
3.- Iconos parte superior.....	25
4.- Menú lateral.....	28
4.1.- Triángulos del MDT.....	30
4.2.- Triangulación por pendientes.....	31
4.3.- Curvas sin suavizar.....	32
4.4: Curvado suavizado.....	32
5.- Iconos lateral izquierdo.....	33
6.- Información complementaria.....	34
7.- Texto de barra de menú.....	35
8.- Editor de puntos compatibles con Excel.....	47
8.1.- Especiales.....	48
8.2.- Filas.....	48
8.3.- Configuración de columnas.....	48
9.- Editor de capas.....	49
10.- Cuadrícula.....	50
11.- Información de la cuadrícula.....	51
12.- Entidades.....	51
13.- Máximos y Mínimos.....	52
14.- Propiedades de los puntos.....	52

15.- Enfocar puntos.....	53
16.- Valores del punto.....	53
17.- Distancia entre dos puntos.....	54
18.- Triangulación.....	56
19.- Creación del MDT.....	57
20.- Propiedades del MDT.....	58
21.- Curvado.....	59
22.- Plano con curvas de nivel.....	60
23.- Propiedades de la curva.....	61
24.- Datos de la curva.....	61
25.- MDT creado con malla.....	62
26.- Curvado realizado con malla.....	63
27.- Plano de planta.....	64
28.- Plano de planta del camino.....	66
29.- Perfil de una polilínea.....	68
30.- Datos perfil de una polilínea.....	68
31.- Carpetas de perfiles y plano de planta.....	69
32.- Perfil longitudinal sólo con cotas.....	69
33.- Perfil con cuadrícula.....	70
34.- Rasante del perfil longitudinal.....	70
35.- Cuadro de perfiles transversales.....	71
36.- Plano de planta con kilometraje.....	72
37.- Perfil transversal.....	73
38.- Importar archivos DXF.....	74

39.- Leer ficheros DXF.....	75
40.- Selecciona capas a importar DXF.....	76
41.- Importar archivo ASCCI.....	77
42.- Leer fichero ASCCI.....	78
43.- Formas de importar archivos ASCCI.....	79
44.- Transversal con sección tipo.....	80
45.- Sección camino tipo A.....	80
46.- Sector a calcular área.....	81
47.- Cálculo de área de una polilínea.....	82
48.- Generación de triángulos para cálculo de volumen.....	83
49.- Volumen polilínea.....	84
50.- Radiación.....	86
51.- Dibujo de Radiación.....	87

**CAPITULO I**  
**ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO**

# 1 INTRODUCCION

La topografía a través del tiempo ha sufrido cambios significativos, tanto en el instrumental que se utiliza como en el procesamiento de los datos obtenidos en terreno.

Hoy en día es de vital importancia adquirir mayores conocimientos en el área computacional para el desarrollo de la topografía, la que se hace indispensable en la etapa de gabinete.

Existen muchos programas que han contribuido a facilitar el desarrollo de la topografía actual, sin embargo, uno de los mayores inconvenientes, es en la adquisición de estos programas; problema que se ve reflejado en el Laboratorio de Geomática de la Universidad de Concepción en la Carrera de Ingeniería de Ejecución Geomensura, Sede los Ángeles, debido a los altos costos que implica comprar programas topográficos para cada uno de los computadores que están en el laboratorio, el cual ha llevado a profesores y alumnos a tener un estancamiento en el aprendizaje de las nuevas tecnologías.

El presente trabajo tiene por finalidad realizar la evaluación de un programa netamente topográfico de acceso gratuito para poder ser utilizado en el Laboratorio de Geomática.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Carrera de Ingeniería Geomensura de la Universidad de Concepción, Sede Los Ángeles, no existe software Topográfico, que pueda ser utilizado en el Laboratorio de Geomática, debido al alto costo que implica la compra de licencias, lo que produce un estancamiento a nivel tecnológico en la enseñanza, limitando a profesores y alumnos a sólo realizar trabajos con métodos convencionales, lo que no permite un desarrollo íntegro del profesional que se forma, es por esto que se hace necesario contar con herramientas nuevas y de acuerdo a los tiempos que estamos viviendo.

Internet es un tipo de tecnología útil para tener acceso a información del más alto nivel y de las formas más diversas; una de éstas es el poder obtener programas de libre acceso.

Uno de los problemas en el perfeccionamiento de las personas es la adquisición de software, ya que éstos son de alto costo, como se mencionó anteriormente, es así como se han desarrollado programas que solucionan este inconveniente; uno de éstos, en el área de la topografía es el programa TOPOCAL, el que debería presentar grandes ventajas al estudiante de Ingeniería en Geomensura, pues es netamente topográfico y en lengua castellana.

La utilización de nuevos programas como TOPOCAL, es conveniente para un desarrollo óptimo del alumno, lo que permite acceder a una realidad que encontrará en el mundo laboral, al cual deberá enfrentar, logrando así tener nuevos conocimientos que permitan desarrollarse en una mejor forma.

El propósito fundamental de este estudio es dar a conocer al mundo estudiantil y profesorado de la carrera, un programa nuevo, para ser utilizado, como alternativa a los software tradicionales; para esto se entregarán todas sus herramientas, al mismo tiempo dando una aplicación, que demuestre la utilidad con un ejemplo concreto.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 *Objetivo General*

Realizar un estudio del programa TOPOCAL de licencia gratuita, y establecer diferentes aplicaciones en el área de la Geomensura, realizando una evaluación de este software, para el uso en el laboratorio de la carrera.

### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

- 1.- Estudiar el programa topográfico TOPOCAL, para lograr un manejo eficiente de éste, en el área de la Geomensura.
- 2.- Aplicar el programa TOPOCAL en un levantamiento topográfico, en aspectos planimétricos y altimétricos.
- 3.- Aplicar el programa TOPOCAL en el diseño de un camino secundario, considerando todas sus fases de elaboración, como son: perfiles transversales, perfiles longitudinales, cubicaciones, etc.
- 4.- Realizar una evaluación a nivel de la potencialidad y confiabilidad del programa topográfico TOPOCAL.
- 5.- Realizar un Tutorial Digital, para incentivar el uso masivo de programas topográficos de libre acceso en Internet.

## 1.3 MARCO TEORICO

### 1.3.1 DEFINICION DE TOPOGRAFIA

La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala. El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano (trabajo de campo + trabajo de oficina) es lo que comúnmente se llama "Levantamiento Topográfico" La topografía como ciencia que se encarga de las mediciones de la superficie de la tierra, se divide en tres ramas principales que son la geodesia, la fotogrametría y la topografía plana.

Fuente: <http://español.geocites.com/pablojavierbarrera/top.html>

### 1.3.2 DEFINICION DE GEODESIA

La geodesia trata de las mediciones de grandes extensiones de terreno, como por ejemplo para confeccionar la carta geográfica de un país, para establecer fronteras y límites internos, para la determinación de líneas de navegación en ríos y lagos, etc. Estos levantamientos tienen en

cuenta la verdadera forma de la tierra y se requiere de gran precisión. Cuando la zona de que se trate no sea demasiado extensa, se puede obtener la precisión requerida considerando la tierra como una esfera perfecta, pero si dicha superficie es muy grande debe adoptarse la verdadera forma elipsoidal de la superficie terrestre. Los levantamientos de grandes ciudades se hacen bajo el supuesto de que la tierra es perfectamente esférica. Este tipo de levantamiento está catalogado como de alta precisión e incluye el establecimiento de los puntos de control primario o puntos geodésicos, que son puntos debidamente materializados sobre la superficie de la tierra, es decir, con posiciones y elevaciones conocidas, las cuales son de gran importancia y trascendencia por constituir puntos o redes de apoyo y referencia confiables para todos los demás levantamientos de menor precisión. Los puntos fijados geodésicamente (levantamiento de control), como por ejemplo los vértices de triangulación, constituyen una red a la que puede referirse cualquier otro levantamiento sin temor a error alguno en distancias horizontal o vertical o en dirección, derivado de la diferencia entre la superficie de referencia y la verdadera superficie de la tierra.

### **1.3.3 DEFINICION DE FOTOGRAMETRÍA**

La fotogrametría es la disciplina que utiliza las fotografías para la obtención de mapas de terrenos. Los levantamientos fotogramétricos comprenden la obtención de datos y mediciones precisas a partir de fotografías del terreno tomadas con cámaras especiales u otros instrumentos sensores, ya sea desde aviones (fotogrametría aérea) o desde puntos elevados del terreno (fotogrametría terrestre) y que tiene aplicación en trabajos topográficos. Se utilizan los principios de la perspectiva para la proyección sobre planos a escala, de los detalles que figuran en las fotografías. Los trabajos fotogramétricos deben apoyarse sobre puntos visibles y localizados por

métodos de triangulación topográfica o geodésicos que sirven de control tanto planimétrico como altimétrico. Como una derivación de la fotogrametría, está la fotointerpretación que se emplea para el análisis cualitativo de los terrenos. La fotogrametría aérea se basa en fotografías tomadas desde aviones equipados para el trabajo, en combinación de las técnicas de aerotriangulación analítica para establece posiciones de control para la obtención de proyecciones reales del terreno y para hacer comprobaciones con una menor precisión que la obtenida en las redes primarias de control geodésico. Tiene las ventajas de la rapidez con que se hace el trabajo, la profusión de los detalles y su empleo en lugares de difícil o imposible acceso desde el propio terreno.

#### **1.3.4 TOPOGRAFÍA PLANA**

El levantamiento topográfico plano tiene la misma finalidad de los levantamientos geodésicos, pero difiere en cuanto a la magnitud y precisión y por consiguiente en los métodos empleados. Esta área se encarga de la medición de terrenos y lotes o parcelas de áreas pequeñas, proyectados sobre un plano horizontal, despreciando los efectos de la curvatura terrestre. La mayor parte de los levantamientos en proyectos de ingeniería son de esta clase, ya que los errores cometidos al no tener en cuenta la curvatura terrestre son despreciables y el grado de precisión obtenido queda dentro de los márgenes permisibles desde el punto de vista práctico, los trabajos de nivelación no requieren ningún trabajo adicional para referir las alturas medidas a la superficie esferoidal, debido a que la nivelación de los puntos consecutivos normalmente se hace a distancias cortas y cada línea visual va quedando paralela a la superficie media de la tierra.

### 1.3.5 Fundamentos De La Topografía Plana

Debido a los grandes avances tecnológicos y científicos de las tres ramas de la topografía, cada una de ellas se ha conformado en áreas de conocimiento bien diferenciadas, aunque interrelacionadas y complementarias.

La mayor parte de los levantamientos de la topografía tienen por finalidad el cálculo de la superficie o áreas, volúmenes, distancias, direcciones y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante los planos topográficos correspondientes. Estos planos se utilizan como base para la mayoría de los trabajos y proyectos de ingeniería relacionados con la planeación y construcción de obras civiles. Por ejemplo se requieren levantamientos topográficos, antes, durante y después de la planeación y construcción de carreteras, vías férreas, sistemas de transporte masivo, edificios, puentes, túneles, canales, obras de irrigación, presas, sistemas de drenaje, fraccionamiento o división de terrenos urbanos y rurales (particiones), sistemas de aprovisionamiento de agua potable (acueductos), eliminación de aguas negras (alcantarillados), oleoductos, gasoductos, líneas de transmisión, control de la aerofotografía, determinación de límites de terrenos de propiedad privada y pública (linderos y medianías) y muchas otras actividades relacionadas con geología, arquitectura del paisaje, arqueología, etc.

### 1.3.6 DIVISIÓN BÁSICA PARA EL ESTUDIO DE LA TOPOGRAFÍA PLANA

Para el estudio de la topografía plana se divide en dos grandes áreas que son la Altimetría y la Planimetría.

#### 1.3.6.1 Planimetría o control horizontal

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí no interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina Poligonal Base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés. La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema horizontal.

### **1.3.6.2 Altimetría o control vertical**

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

### **1.3.6.3 Planimetría y altimetría simultáneas**

La combinación de las dos áreas de la topografía plana, permite la elaboración o confección de un "plano topográfico" propiamente dicho, donde se muestra tanto la posición en planta como la elevación de cada uno de los diferentes puntos del terreno. La elevación o altitud de los diferentes puntos del terreno se representa mediante las curvas de nivel, que son líneas trazadas a mano alzada en el plano de planta con base en el esquema horizontal y que unen puntos que tienen igual altura. Las curvas de nivel sirven para reproducir en el dibujo la configuración topográfica o relieve del terreno.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DEL PROGRAMA TOPOCAL

#### 2.1 INTRODUCCION AL ESTUDIO

Para dar curso a la investigación de un programa que pudiera ser utilizado en el Laboratorio de Geomática de la Carrera de Ingeniería (E) Geomensura, éste debía cumplir con ciertos requisitos, los cuales estaban enmarcados en tener elementos básicos para poder ser ejecutados en los equipos que están en el Laboratorio de la Carrera, es así, como después de mucho buscar tanto con profesionales que trabajaban en topografía, como en Internet, nos encontramos con un programa que reunía a simple vista con los requisitos estipulados, los cuales son que sea un programa del tipo CAD, esto quiere decir que tenga un entorno gráfico, la otra característica es que fuera compatible con los archivos que contienen las estaciones de la carrera, y por último, pero no menos importante, es que el programa fuera de uso gratuito; con esto se entregaría al usuario de este programa una herramienta útil y sin costo alguno.

Es así como se decidió por estudiar y presentar a TOPOCAL que es un programa realizado por los usuarios de Internet en forma anónima, el cual ha ido perfeccionándose a través del tiempo, período en el que se han hecho diferentes versiones, las cuales se han ido mejorando gracias a las sugerencias de los usuarios del programa; es así como se han ido corrigiendo las falencias, y se ha ido mejorando considerablemente su funcionamiento, es más, el programa no se va a quedar en un estancamiento si no que se está trabajando en él para realizar modificaciones y agregar nuevas herramientas para hacer de éste un programa masivo.

## 2.2 ENTORNO GRAFICO DE TOPOCAL

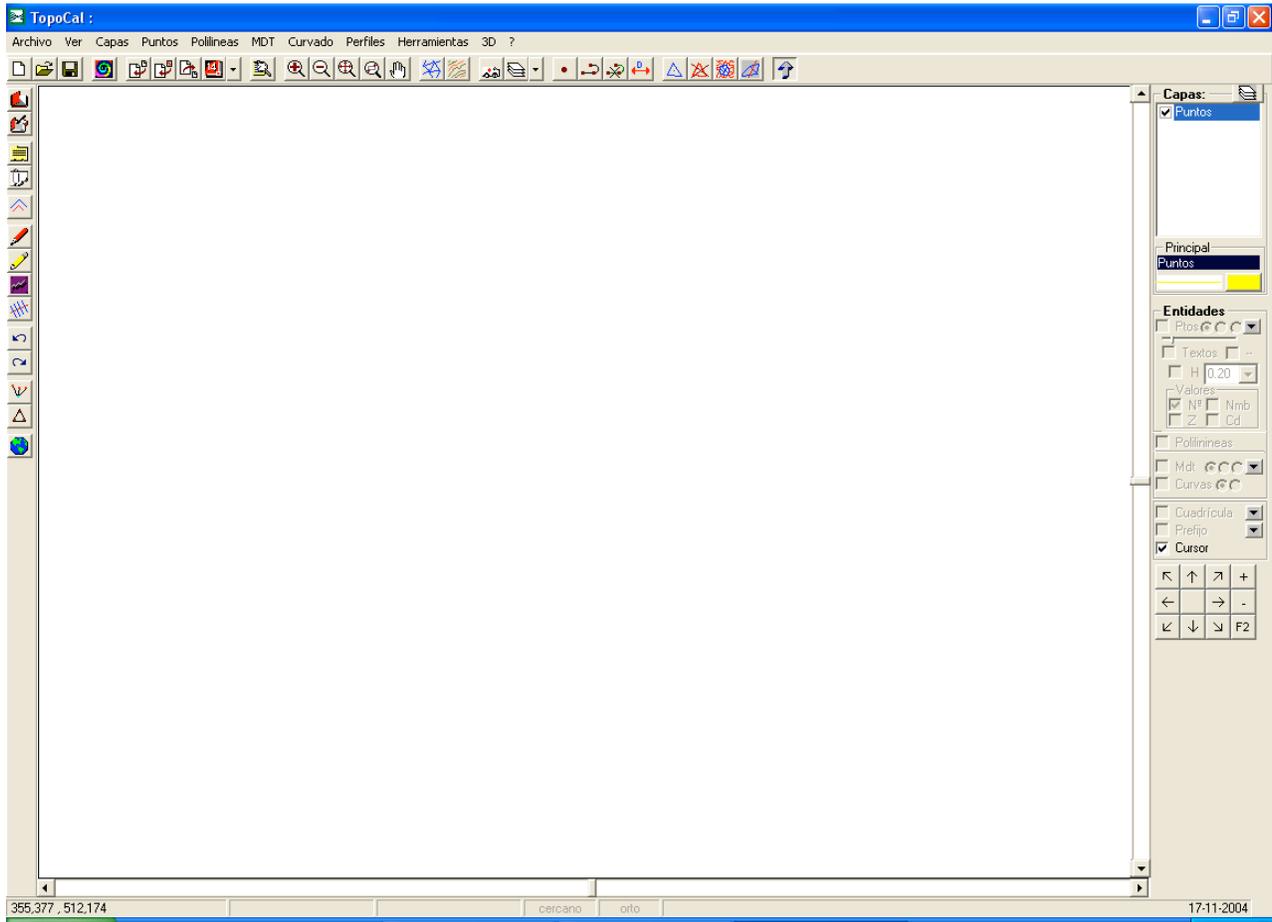
La figura N° 1, es la pantalla de bienvenida de TOPOCAL, que recomienda mandar las opiniones para mejorar el programa, hay que fijarse siempre en el N° de versión para saber si estamos actualizados.

A partir de la versión 1.2.120 hay dos tipos de Instalaciones, una completa de mayor tamaño que incluye todos los archivos unos 3MB y otra sólo con las modificaciones de 1MB que se instala sobre la existente.

Figura N° 1: Primera Pantalla



Figura N° 2: Pantalla Principal con diferentes menús



La figura N° 2, nos muestra la pantalla principal que se abre al aceptar entrar en el programa TOPOCAL, el que nos ofrece una gran cantidad de menús que están ubicados en la parte superior de esta pantalla y que dan paso a otras herramientas de trabajo.

Sobre esta barra de menús, se presenta la barra de título, en la cual se genera el nombre del archivo en uso, con extensión .TOP.

Figura N° 3: Iconos Parte Superior



La figura N° 3, muestra la caja de herramientas de la parte superior de la pantalla principal, la que presenta diferentes iconos que dan acceso fácil y rápido a sus utilidades, cada uno de ellos está debidamente caracterizado por una figura que representa su función a desarrollar, las que se describen a continuación:



Dibujo nuevo



Leer dibujo TOPOCAL



Grabar dibujo TOPOCAL



Barra de puntos aleatorios



Importar ficheros ASCII



Importar fichero DXF



Importar DXF en 3D



Generar directamente en AutoCad 14



Ver número de entidades



Zoom ampliar



Zoom reducir



Zoom ventana



Zoom todo



Zoom desplaza



Calcular triangulación



Calcular curvado



Realiza un auto croquis con los códigos



Operaciones con capas



Crea puntos 2D gráficamente



Crea una polilínea 2D en la capa principal



Elimina polilínea seleccionada



Calcula la distancia gráficamente



Crea triángulo



Elimina triángulo seleccionado



Elimina triángulos exteriores a una polilínea



Elimina triángulos por alineaciones



Menú lateral

Figura N° 4: Menú Lateral



El **Menú lateral**, se activa con el último icono de la parte superior , pulsando Ctrl. + C o en el menú **VER**.

Podemos movernos con el teclado por la lista de capas con las flechas, activándolas o desactivándolas y pulsando <ENTER> o directamente con el Mouse. Al seleccionar una capa, ésta se convierte en capa principal apareciendo en el recuadro de “Capa Principal” con el tipo de línea y el color definido. Pulsando sobre ellos podemos cambiarlos.

Las entidades nuevas que se creen, como puntos líneas y textos, se harán siempre en la capa que esté como principal. Es conveniente crear una nueva capa antes de empezar a dibujar.

En la sección **Entidades** del menú lateral, se activarán o desactivarán las entidades que nos interesen que se dibujen para agilizar y dar claridad al trabajo. Si alguna de estas opciones no está disponible y no se puede activar es porque no existe ninguna entidad en el dibujo actual de ese tipo.

Al lado de la opción de puntos, tenemos tres botones de opción que corresponden al tipo de color de los puntos:

1. dibuja los puntos en la capa que los contiene.
2. color en rojo degradado en función de la cota de los puntos.
3. todos en color definido por el usuario.

En los botones con una flecha hacia abajo  accedemos a las propiedades de sus elementos.

Podemos activar el rotulado de los valores de los puntos en  marcando la casilla.



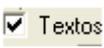
**Nº** es el número de orden que TopoCal le asigna a cada punto de forma única y consecutiva.

**Nombre** es opcional y puede ser alfanumérico.

**Z** es la cota de los puntos.

**Código** es opcional y se suele usar para hacer el autocroquis o deducción automática de polilíneas y capas. Es importante saber que sólo se dibujarán los puntos, polilíneas y Textos que estén en las capas activas.

La casilla del **cursor** nos da opción para trabajar con dos líneas, una en horizontal y otra en vertical como puntero del ratón en la zona del dibujo.

**Rotulación de los valores de los puntos:**  debe estar la casilla activada.

**Altura siempre fija en Píxel:**    si está desactivada la H (altura de los textos de cada punto) se rotulan a una altura fija en píxel.

En esta opción el punto es circular y podemos definir su tamaño en la barra deslizante  y elegir los colores en las opciones  para adaptarlo a nuestras necesidades.

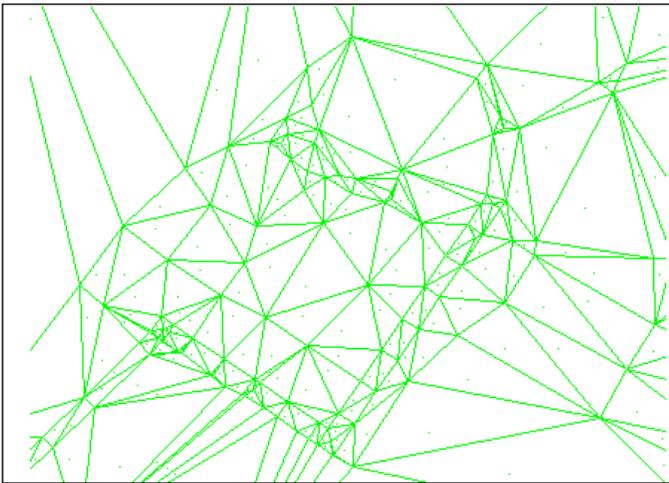
**Altura en metros:**  H 3.00  si está marcado, la altura se dibujará a escala. Podemos (en la lista de la derecha, donde hay predefinidas unas alturas), elegir la que nos interese o escribir directamente en la casilla la que queramos

Podemos también cambiar el sentido horizontal de los textos señalando la casilla  -- para poner los textos verticales

Si activamos el **MDT**  Mdt    (si se ha calculado) tenemos también tres botones de opción:

1. Simplemente dibuja los triángulos del modelo digital del terreno.

Figura N° 4.1: Triángulos del MDT



2. Dibuja un mapa por pendientes aplicando a cada triángulo un relleno en color verde en función de su pendiente siguiendo una regla no lineal.

Figura N° 4.2: Triangulación por pendientes

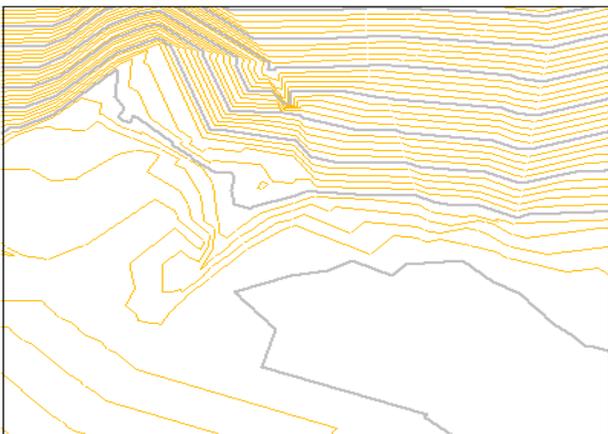


3. Esta opción es como la anterior pero se dibujan también los triángulos.

Si hemos realizado el MDT se activa automáticamente la casilla de curvado  Curvas  y esta tiene dos opciones:

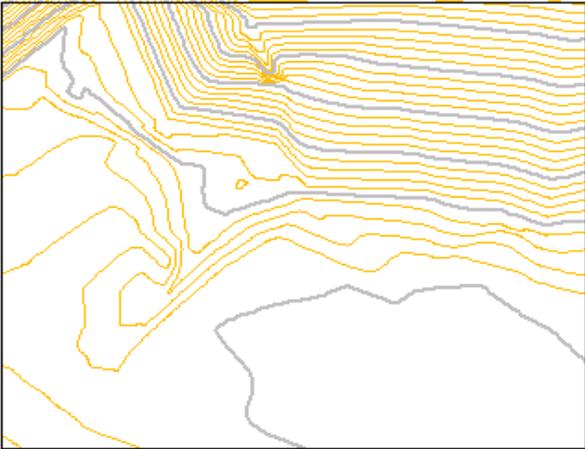
1. Dibujo automático del curvado sin cálculo previo y de forma instantánea pero sin suavizar.

Figura N° 4.3: Curvas sin suavizar



2. Dibuja el curvado suavizado si está calculado, si no lo está preguntará si se quiere realizar.

Figura N° 4.4: Curvado suavizado



.Figura N° 5: Iconos Lateral Izquierdo



La figura N° 5, muestra la caja de herramientas de la parte lateral izquierda de la pantalla principal, la que presenta diferentes iconos que dan acceso fácil y rápido a sus utilidades, cada uno de ellos está debidamente caracterizado por una figura que representa su función a desarrollar, las que se describen a continuación:



Editor de puntos



Editor de puntos tipo Excel



Propiedades de las polilíneas

	Propiedades de la curva
	Crear una paralela a la polilínea
	Perfil rápido
	Perfil aproximado (sin MDT)
	Perfil de una polilínea
	Perfiles transversales a una polilínea
	Deshacer
	Rehacer
	Radiación
	Resolución de un triángulo
	Visor de ficheros.

Figura N° 6: Información Complementaria

1399,949 , 1023,338, 103,296	N°=141 (141) - PRAL		cercano	orto
------------------------------	---------------------	--	---------	------

La figura N° 6, muestra en la parte inferior de la pantalla, una línea de información complementaria, donde se indican las coordenadas X, Y, Z o N. E, H, dependiendo del sistema que se esté utilizando, además nos entrega el número, el nombre y el código del punto, esta información se genera a través del arrastre que se hace con el Mouse dentro de la pantalla.

### 2.2.1 BARRA DE MENU

Figura N° 7: Texto de Barra de Menú

Archivo Ver Capas Puntos Polilineas MDT Curvado Perfiles Herramientas 3D ?

La figura N° 7, muestra que dentro de la barra de menú principal, existen 11 textos correspondientes a diversas herramientas de trabajo; es posible acceder a ellas a través de la comodidad y rapidez que entrega el Mouse, para lo cual, sólo se debe apretar el botón izquierdo de éste en el menú, icono o sentencia que se desea utilizar. También es posible acceder a las herramientas, por medio del teclado, generalmente utilizando la abreviación (ctrl.) más el caracter que corresponda.

Los 11 textos de menús de la barra principal dan acceso a otras herramientas, que a continuación se detallan en la siguiente estructuración:

## MENU DE TOPOCAL

### 1.- ARCHIVO

- 1.1 Nuevo ctrl. + N
- 1.2 Leer ctrl. + A
- 1.3 Guardar ctrl.+ G
- 1.4 Guardar como...
- 1.5 Importar
- 1.5.1 DXF ctrl. + D
- 1.5.2 ASCII ctrl. + I
- 1.5.3 Puntos Topocal
- 1.6 Exportar
- 1.6.1 DXF (2D) ctrl. + E
- 1.6.2 DXF (3D)
- 1.7 Excel
- 1.8 Abrir en...
- 1.8.1 Autocad 14
- 1.8.2 Autocad 2000
- 1.8.3 Autocad 2002
- 1.8.4 Autocad 2004
- 1.9 Imprimir
- 1.10 Salir

### 2.- VER

- 2.1 Menú lateral ctrl. + C
- 2.2 Zoom
  - 2.2.1 Redibuja
  - 2.2.2 Amplia
  - 2.2.3 Reduce
  - 2.2.4 Todo
  - 2.2.5 Ventana
  - 2.2.6 Desplaza
- 2.3 N° de entidades

- 2.4 Máximos y mínimos
- 2.5 Propiedades
  - 2.5.1 Puntos
  - 2.5.2 MDT
  - 2.5.3 Cuadrícula
- 2.6 Barra Ptos. Aleatorios
- 2.7 Color de fondo

### 3.- CAPAS

- 3.1 Editor ctrl. + P
- 3.2 Eliminar vacías
- 3.3 Agrupar iguales

### 4.- PUNTOS

- 4.1 Dibujar
  - 4.1.1 2D
  - 4.1.2 3D con Z fija
  - 4.1.3 3D con Z variable
  - 4.1.4 3D con Z del MDT
- 4.2 Teclear
  - 4.2.1 XY (ZNC)
  - 4.2.2 XY y Z del MDT
- 4.3 Ver
- 4.4 Enfocar F4
- 4.5 Editor F3
- 4.6 Editor Excel
- 4.7 Cotas
  - 4.7.1 Modificar
    - 4.7.1.1 Individual
    - 4.7.1.2 Polilínea
  - 4.7.2 Obtener del MDT
    - 4.7.2.1 Individual

- 4.7.2.2 Por capa
- 4.7.2.3 Por secuencia
- 4.7.2.4 Polilínea
- 4.8 Repetidos
- 4.9 Eliminar
  - 4.8.1 Seleccionado
  - 4.8.2 2D (con  $Z = 0$ )
  - 4.8.3 Secuencia
  - 4.8.4 Por capa
  - 4.8.5 Todos
- 4.10 Prefijo XYZ
- 4.11 Radiación

## 5.- POLILINEAS

- 5.1 Dibujar
  - 5.1.1 2D
  - 5.1.2 3D con Z fija
  - 5.1.3 3D con Z variable
  - 5.1.4 3D con Z del MDT
- 5.2 Teclear
  - 5.2.1 Por número
- 5.3 Editar
- 5.4 Eliminar
  - 5.4.1 Seleccionada
  - 5.4.2 Segmento
  - 5.4.3 Vértice
  - 5.4.4 Todas
- 5.5 Recortar interior ctrl. + U
- 5.6 Vértices
  - 5.6.1 Polilínea: a una cota
  - 5.6.2 Polilínea: a su capa
- 5.7 Colores

- 5.7.1 Todas por capa
- 5.7.2 Todas individuales

5.8 Propiedades

5.9 Autocroquis

## **6.- MDT**

6.1 Triangular

6.2 Eliminar

6.2.1 Todos

6.2.2 Seleccionado

6.2.3 Cercano

6.2.4 Por vértice

6.2.5 Exteriores a polilínea.

6.2.6 Interiores a polilínea

6.2.7 Por alineación

6.3 Permutar

6.4 Crear

6.5 Insertar polilínea

6.5.1 Existente

6.5.2 Crear

## **7.- CURVADO**

7.1 Suavizar

7.2 Eliminar

7.3 Propiedades curva

7.4 Datos curva

## **8.- PERFILES**

8.1 Transversales polilínea

8.2 Rápido

8.3 Aproximado

8.4 Polilínea

**9.- HERRAMIENTAS**

- 9.1 Volumen polilínea
- 9.2 Superficie polilínea ctrl. + S
- 9.3 Distancia ctrl. + L
- 9.4 Malla
- 9.5 Geometría
  - 9.5.1 Paralela
    - 9.5.1.1 Polilínea
  - 9.5.2 Traslaciones
    - 9.5.2.1 Puntos
    - 9.5.2.2 Polilínea
    - 9.5.2.3 Polilínea a cota fija

**10.- 3D**

- 10.1 Manual
- 10.2 Automático

**11.- AYUDA**

- 11.1 Ayuda F1
- 11.2 Configuración
- 11.3 Calculadora
- 11.4 Acerca de TOPOCAL

## 2.3 INTRODUCCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Uno de los aspectos más importantes en un sistema computacional, corresponde a la entrada de datos. En muchos trabajos la cantidad de datos con los que se trabaja puede ser mínima, pero en un proyecto de gran envergadura la información recopilada puede llegar a ser de miles de puntos; esto hace necesario requerir de un sistema computacional acorde con las distintas necesidades de los usuarios.

La introducción de datos puede realizarse de dos maneras, una en forma manual y otra en forma automatizada.

### 2.3.1 INTRODUCCIÓN MANUAL DE DATOS

La introducción manual de datos se puede realizar a través del teclado ingresando las coordenadas N, E, H o X, Y, Z dependiendo del tipo de sistema utilizado. También pueden ser ingresados a una planilla Excel, bloc de notas o notepad y luego ser copiados los datos y pasados al programa TOPOCAL.

El inconveniente de esta acción es que se puede incurrir en mayor cantidad de errores e implica una pérdida de tiempo considerable ya que la persona que está encargada de ingresar la información, debe tener la precaución de verificar que los datos ingresados sean los correctos.

### 2.3.2 INTRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS

Esta forma de introducir los datos nos permite tener una mayor confiabilidad, ya que nos evitamos cometer errores que normalmente ocurren en la introducción manual de los datos.

Los ficheros que puede leer TOPOCAL son ASCII y DXF

**CAPITULO III**  
**APLICACIONES DEL PROGRAMA TOPOCAL**

### 3.1 ANTECEDENTES GENERALES

La mejor forma de estudiar un programa es realizando una aplicación de él, el cual consistirá en dar a conocer paso a paso cada uno de los procedimientos que se siguieron desde que se tomaron los puntos.

Para la aplicación del programa TOPOCAL, como primera etapa se realizó un levantamiento topográfico en el predio Rodrigo de Triana, sector Quillaimávida, Comuna de Florida, Octava Región, donde se tomaron los puntos con la Estación Total LEICA TC 1100, una vez tomados los puntos se procedió a pasar éstos al programa TOPOCAL y ver cada una de sus diferentes funciones mostrando las capacidades del programa, así como las limitantes que éste presenta, indicando cada uno de los procedimientos a seguir para la obtención del producto final, el que es representado en forma gráfica.

Con la aplicación del programa, lo que se pretende es dar a conocer al usuario como debe trabajar y cuales son las características de cada uno de sus elementos que componen el programa TOPOCAL.

### 3.2 APLICACIÓN DEL PROGRAMA TOPOCAL EN UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Como todo trabajo de topografía, éste consta de dos etapas para su desarrollo, la primera es la obtención de los datos en terreno, para lo cual se realizó un levantamiento topográfico en el que se tomaron los puntos con la Estación Total Leica TC 1100, tomando los aspectos mas representativos del lugar, como los sectores con cambio de pendientes significativas, puntos de referencia, como un tramo del camino Concepción – Cabrero, así como también los aspectos naturales del lugar como árboles , bosques, carrizos, matorrales, cursos de aguas, etc, también se tomaron casas de lugareños, caminos existentes, postes de electricidad, etc.

Una vez realizado el levantamiento topográfico se procedió a bajar los datos de la Estación Total, el que se realizó en el Laboratorio de Geomática de la carrera dejando los puntos en archivos G.S.I. Por lo que se debió convertir los datos con un programa de Leica bajado de Internet llamado Leica Survey Office transformando los datos en coordenadas X, Y y Z.

Como segunda parte se realizó el diseño de un camino secundario dentro del predio donde se tomaron los datos, en los cuales obtendremos cada uno de los requerimientos que necesite para la confección de éste, como son, los perfiles longitudinales y transversales, cálculo de volúmenes, trazado de rasante, la sección tipo, etc.

### 3.2.1 VISUALIZACIÓN DE DATOS

Al introducir la información al programa TOPOCAL, éste tenía la facilidad de recibirla en forma manual y automática; en la forma manual se realiza directamente al programa en editor de puntos, donde se pueden crear puntos, pudiendo ser en forma planimétrica (2D) dejando la cota cero o igual para todas, o en forma planialtimétrica con distintas cotas para cada coordenada; si bien éste es un proceso lento, se realiza generalmente cuando se desea agregar puntos.

En la introducción automática de puntos o datos, éste tiene una variada gama de posibilidades, siendo la más conveniente, la que se realiza por una planilla Excel; el único cuidado que hay que tener es que las comas correspondan a los decimales y los puntos a los miles. Otra forma de introducción de datos es por medio del bloc de notas, el cual por el estudio del programa resulta ser la forma más confiable a pesar que TOPOCAL está diseñado para una planilla Excel, la forma de realizar esta operación es sencilla, ya que sólo se deben copiar los datos y pegarlos en editor de puntos Excel .

Una vez que se llevó a cabo el levantamiento, se procedió a bajar los datos de la Estación Total Leica TC 1100, que por la característica de ésta se tuvieron que transformar, debido a que la estación entregaba los datos en formato G.S.I; para realizar esta operación se bajó de Internet un programa de Leica para convertir los datos; una vez realizado esto, se copiaron los datos y se pegaron en el editor de puntos Excel como se mencionó anteriormente.

Una de las características de éste programa es que se puede separar las capas que uno quiere trabajar; es así como se tomó la opción de colocar el mismo nombre de los códigos a las capas, como muestra la figura N° 8.

Figura N° 8: Editor de puntos compatibles con Excel

	Nombre	X	Y	Z	Código	Capa
1	O1	3000.000	5000.000	100.000	E1	E1
2	2	2994.887	5036.248	99.630	orientacion	orientacion
3	3	2992.440	5039.763	100.294	LE	LE
4	4	3001.213	5048.547	98.352	LE	LE
5	5	3012.103	5059.065	96.161	LE	LE
6	6	3026.483	5073.078	95.578	LE	LE
7	7	3029.797	5076.328	95.969	LE	LE
8	8	3011.110	5088.411	96.208	LPP	LPP
9	9	3017.461	5083.181	96.144	LPP	LPP
10	10	3037.165	5070.688	95.746	LPP	LPP
11	11	3049.364	5061.701	95.692	LPP	LPP
12	12	3068.037	5050.059	95.498	LPP	LPP
13	14	3022.429	5103.895	96.840	LPP	LPP
14	16	3070.622	5145.491	100.126	LPP	LPP
15	17	3049.969	5124.802	98.140	ARBOL	ARBOL
16	18	3063.519	5125.924	98.090	ARBOL	ARBOL
17	19	3070.403	5118.317	97.242	ARBOL	ARBOL
18	20	3075.148	5116.708	97.121	ARBOL	ARBOL
19	21	3082.205	5112.563	96.930	ARBOL	ARBOL
20	22	3079.218	5117.328	98.370	ARBOL	ARBOL
21	23	3090.849	5110.406	98.414	ARBOL	ARBOL
22	24	3083.524	5116.498	99.027	ARBOL	ARBOL
23	25	3100.659	5104.605	99.597	ARBOL	ARBOL
24	26	3114.347	5100.955	101.224	ARBOL	ARBOL
25	27	3092.805	5111.101	99.929	ARBOL	ARBOL

El editor de texto compatible con Excel cuenta con diferentes iconos como: copiar todo, pegar y opciones, en éste último cuenta con diferentes alternativas como muestran las figuras N° 8.1 y N° 8.2

Figura N° 8.1: Especiales

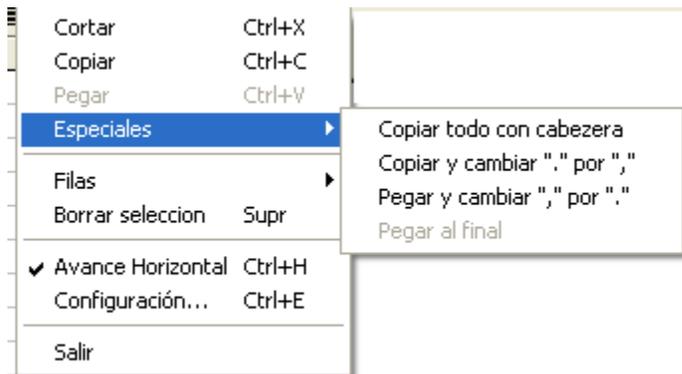
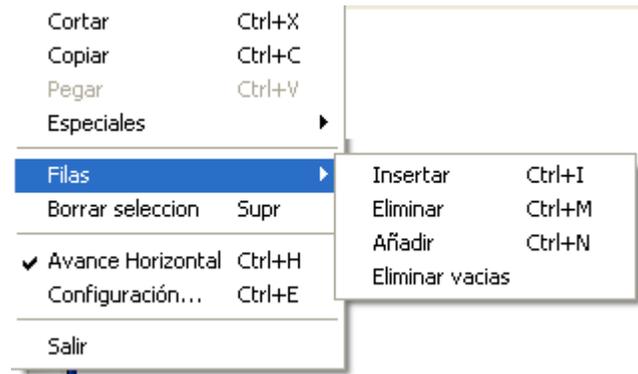
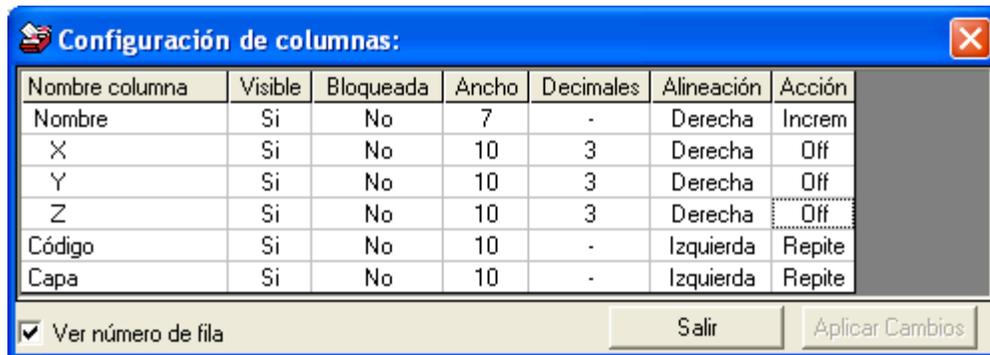


Figura N° 8.2: Filas



En la opción configuración podemos modificar las diferentes alternativas como nos muestra la figura N° 8.3

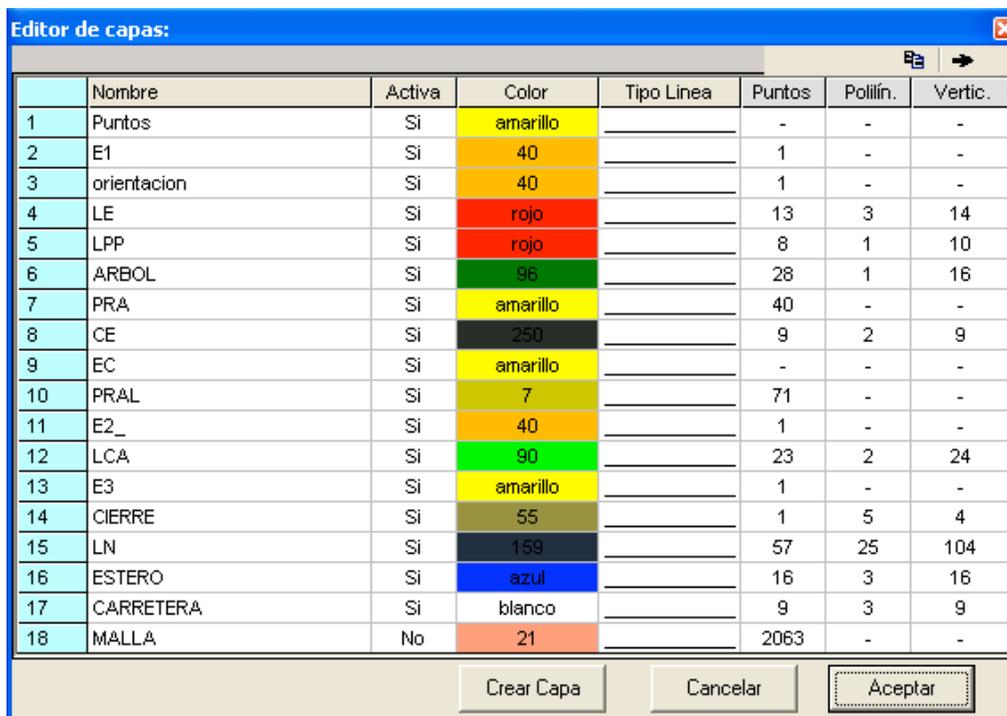
Figura N° 8.3: Configuración de columnas



Uno de los aspectos más importantes en un proyecto, es la manipulación de la información, para ello, se aconseja agrupar en diferentes capas los puntos que presenten similares características, para manejar en forma óptima la información, y así poder, modificar o eliminar sólo la información que sea necesaria.

Dichas capas corresponden a estratos de información que se estructuran de acuerdo al criterio de cada usuario, para obtener de ellas un mejor provecho de resultados en forma diferenciada, es posible: añadir, modificar, eliminar y traspasar información entre capas. En la figura N° 9 se presenta la pantalla de editor de capas, la que nos indica si una capa está activa, el color, tipo de línea, número de puntos que tiene esa capa, las polilíneas que tiene y los vértices de los triángulos.

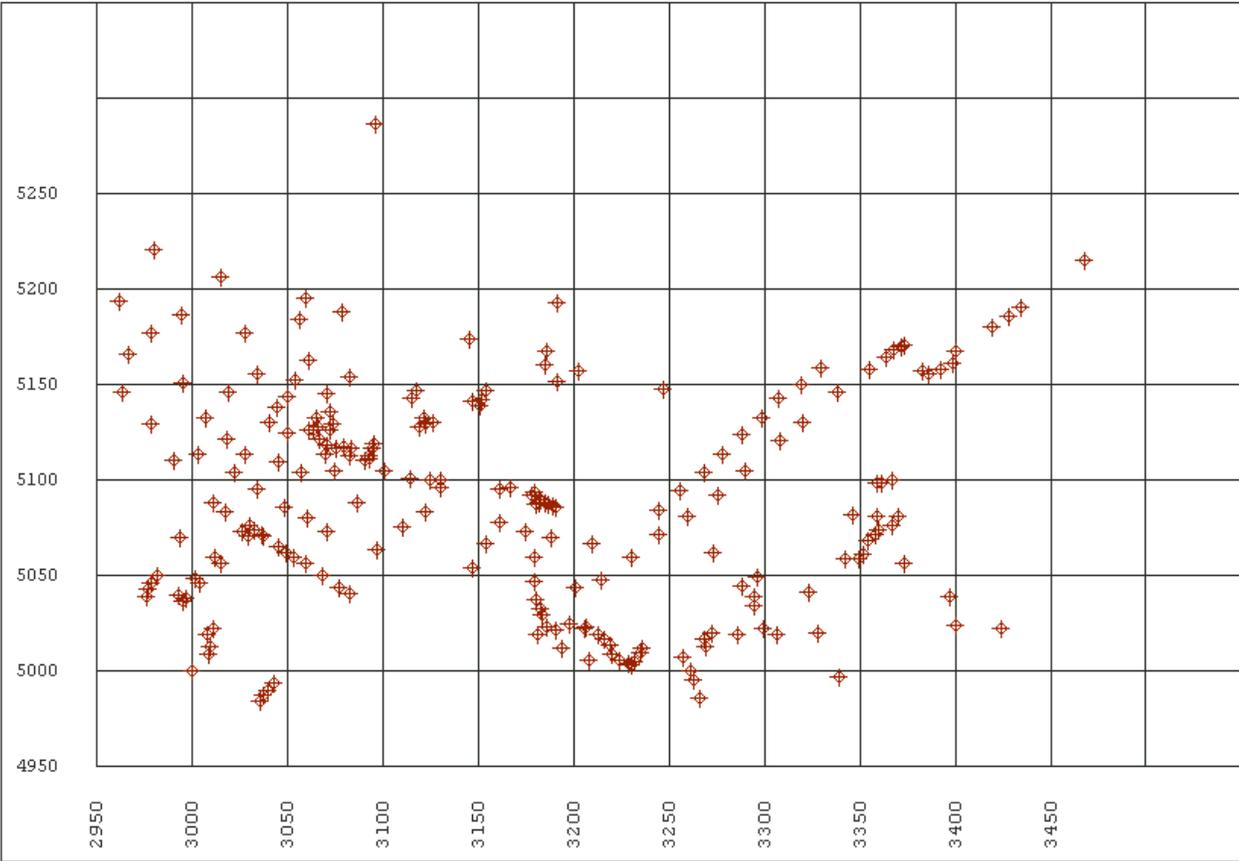
Figura N° 9: Editor de capas



	Nombre	Activa	Color	Tipo Linea	Puntos	Polilín.	Vertic.
1	Puntos	Si	amarillo		-	-	-
2	E1	Si	40		1	-	-
3	orientacion	Si	40		1	-	-
4	LE	Si	rojo		13	3	14
5	LPP	Si	rojo		8	1	10
6	ARBOL	Si	96		28	1	16
7	PRA	Si	amarillo		40	-	-
8	CE	Si	250		9	2	9
9	EC	Si	amarillo		-	-	-
10	PRAL	Si	7		71	-	-
11	E2_	Si	40		1	-	-
12	LCA	Si	90		23	2	24
13	E3	Si	amarillo		1	-	-
14	CIERRE	Si	55		1	5	4
15	LN	Si	159		57	25	104
16	ESTERO	Si	azul		16	3	16
17	CARRETERA	Si	blanco		9	3	9
18	MALLA	No	21		2063	-	-

La visualización de los datos es entregada con todas sus características, es decir, con el número, código, nombre, cota del punto; otra característica del programa es que se puede realizar una cuadrícula, que nos sirve para trabajar con mayor precisión; en éste ejemplo se realizó cada 50 m, como se ve en la figura N° 10.

Figura N° 10: Cuadrícula



Del menú **VER** en **propiedades/cuadrícula** podemos obtener la información de las características de la cuadrícula, como muestra la figura N° 11.

Figura N° 11: Información de la Cuadrícula

Cuadrícula:	
Dibujar	Si
<b>Control</b>	
Automático	No
<b>Intervalo</b>	
En metros	50
<b>Marca</b>	
Color	[Color]
Estilo	3-Lineas
<b>Texto</b>	
Dibujar	Si
Color	[Color]
Nº Decimales	0
<b>Añadir divisiones</b>	
Izquierda	0
Derecha	0
Arriba	0
Abajo	1

En la figura N° 12, se muestra otra de las opciones del menú **VER**, que es **entidades**, la cual nos indica en cada uno de sus cuadros la cantidad de puntos, polilíneas, triángulos, curvas y texto del dibujo, así como la cantidad de vértices.

Figura N° 12: Entidades

Entidades	Cantidad	Vértices
Puntos	1401	-
Polilíneas	42	212
Triángulos	2776	8328
Curvas	119	135889
Texto	-	-

Con la misma opción podemos obtener los **máximos y mínimos** tanto en coordenadas como en altura indicándonos

las diferencias que existen entre estos puntos, como se muestra en la figura N° 13.

Figura N° 13: Máximos y Mínimos

Maximos y Minimos:					
	Mínimos	Pto	Máximos	Pto	Diferencias
X	2962.052	291	3467.651	158	505.599
Y	4983.885	59	5287.041	304	303.156
Z	94.006	112	183.514	304	89.508

Cancelar    Aceptar

Con la opción **VER** también podemos tener las **Propiedades de los puntos**, entregándonos información de las características generales como la forma, tamaño, color, etc, figura N° 14.

Figura N° 14: Propiedades de los puntos

Propiedades de los Puntos:	
Dibujar los puntos	Si
Forma	Circulo
Tamaño (en pixels)	3
Color	1- Por Capa
Color fijo de usuario	
<b>Rotular:</b>	
Número	No
Nombre	No
Cota	No
Código	No
<b>Color:</b>	
Número	
Nombre	
Cota	
Código	
<b>Posición:</b>	
Número	1-Arriba izq.
Nombre	1-Arriba izq.
Cota	1-Arriba izq.
Código	1-Arriba izq.
<b>Otros</b>	
Decimales cotas	0

Cancelar    Aceptar

En el menú **PUNTOS/Enfocar**, el programa nos entrega la localización del punto con todas sus características en forma individual, tiene la facultad de ampliar donde se encuentra el punto, y redibujar. En el mismo menú **PUNTOS** encontramos **Valores del punto**, el cual nos entrega las

características de cada uno de los puntos, como se ve en las figuras N° 15 y N° 16 respectivamente.

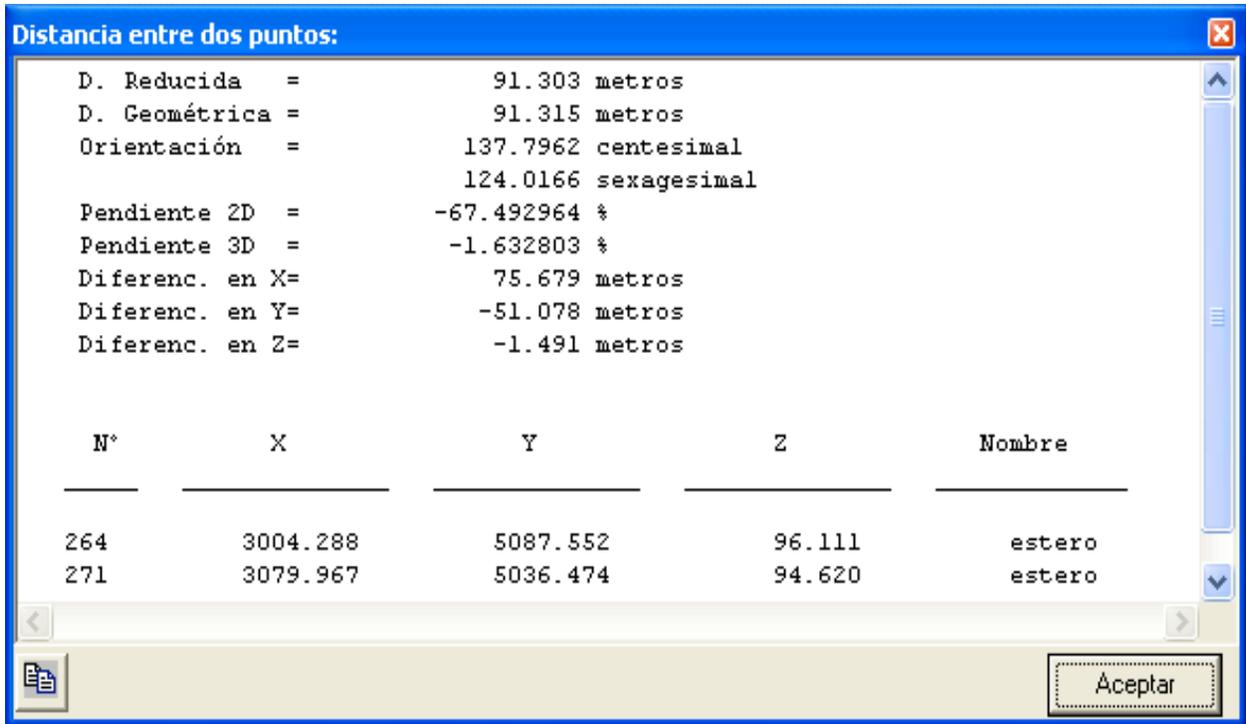
Figura N° 15: Enfocar puntos

Figura N° 16: Valores del punto

Una de las opciones de éste programa es poder tomar las distancias entre puntos gráficamente .

Además, como nos muestra la figura N° 17, el programa calcula la distancia reducida, la distancia geométrica, la orientación en grados centesimales y sexagesimales la pendiente en dos y en tres dimensiones, la diferencia en X; Y; Z en metros, además de las coordenadas de los puntos en que se tomó la distancia.

Figura N° 17: Distancia entre dos puntos.



### 3.2.2 MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

A través de las herramientas que ofrece el programa TOPOCAL, se puede realizar el cálculo del Modelo Digital del Terreno (MDT), el cual consiste en una red de triángulos cuyos vértices están formados por los puntos del levantamiento, teniendo como base de información los puntos altimétricos, y considerando las aristas de los triángulos que se forman al unir cada uno de los puntos.

Al obtener el Modelo Digital del Terreno (MDT), el sistema permite conocer la altimetría en cualquier zona del proyecto. Es imprescindible su utilización para generar perfiles longitudinales, transversales, cubicaciones y curvas de nivel.

Como se señaló anteriormente, el uso de las capas de información es muy útil para el usuario, es posible omitir la visualización de los detalles del terreno y presentar sólo los puntos del levantamiento con su correspondiente MDT ya creado, o viceversa.

Es conveniente dejar en una capa diferente aquellos puntos del levantamiento que no representan necesariamente las características del terreno, algunos de estos puntos pueden ser la cota superior de una edificación, una antena, etc. ya que no corresponde a la superficie del terreno.

La forma de obtener el MDT, es desde el menú **MDT/ triangular**, donde podemos elegir por la distancia máxima que se requiere para realizar los triángulos, la forma de elegir la distancia dependerá del proyecto, será menor la distancia si los puntos obtenidos en terreno están tomados con mayor densidad; por el contrario si la densidad de toma de puntos es poca, la distancia máxima será mayor.

La distancia máxima que se optó para nuestro proyecto es de 1000 m como lo indica la figura N° 18; también tenemos la facultad de elegir si queremos ver la formación de los triángulos

y el color de éstos

Figura N° 18: Triangulación



Una vez creado, se puede optar al mismo menú **MDT** donde se tiene diferentes opciones para que la triangulación quede de acuerdo a los requerimientos que solicita el usuario; siendo estos el poder eliminar, permutar, crear e insertar una polilínea.

La figura N° 19 muestra la formación de la triangulación del modelo digital del terreno

Figura N° 19: Creación del MDT.



En el menú **VER/propiedades/MDT** podemos ver las propiedades del MDT, donde sale descrito todas las características de los triángulos del MDT, contorno de triángulos, así como las características de las curvas, como muestra la figura N° 20

Otra forma de obtener las propiedades del MDT es pinchando en el menú lateral.

Figura N° 20: Propiedades del MDT.

<b>Propiedades del MDT:</b>	
<b>Triángulos</b>	
Dibujar	Si
Color	
Método de dibujo	1 - Triángulos
Líneas	1
Punto central	Si
<b>Contorno Triángulos</b>	
Dibujar	No
Color	
<b>Curvas</b>	
Dibujar	Si
Equidistancia Finas	1.00
Equidistancia Maestras	5.00
Color Finas	
Color Maestras	
Método de dibujo	2 - Suavizado
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Aceptar"/>	

### 3.2.3 TRAZADO DE CURVAS DE NIVEL

Una vez calculado el MDT, se procedió a la representación de las Curvas de Nivel. Del menú curvado, se elige la opción suavizar, de donde es posible determinar la equidistancia entre las curvas de nivel que se generan sobre el terreno.

La figura N° 21, muestra el menú **Curvado**, opción que permite visualizar a través de la existencia de puntos altimétricos, las curvas de nivel ya antes calculadas en la edición del MDT, nos indica la cota mínima y la cota máxima, además de la distancia y el color de las curvas y curvas maestras (índice).

Figura N° 21: Curvado.

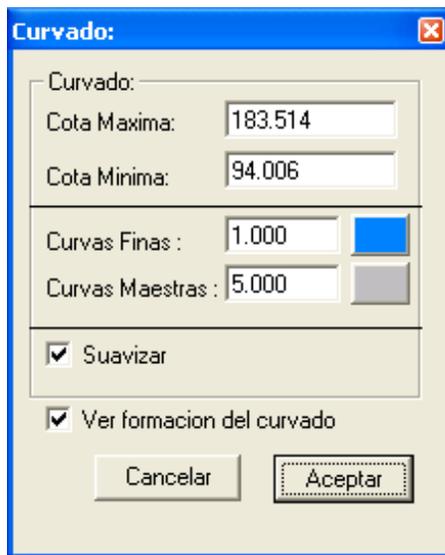
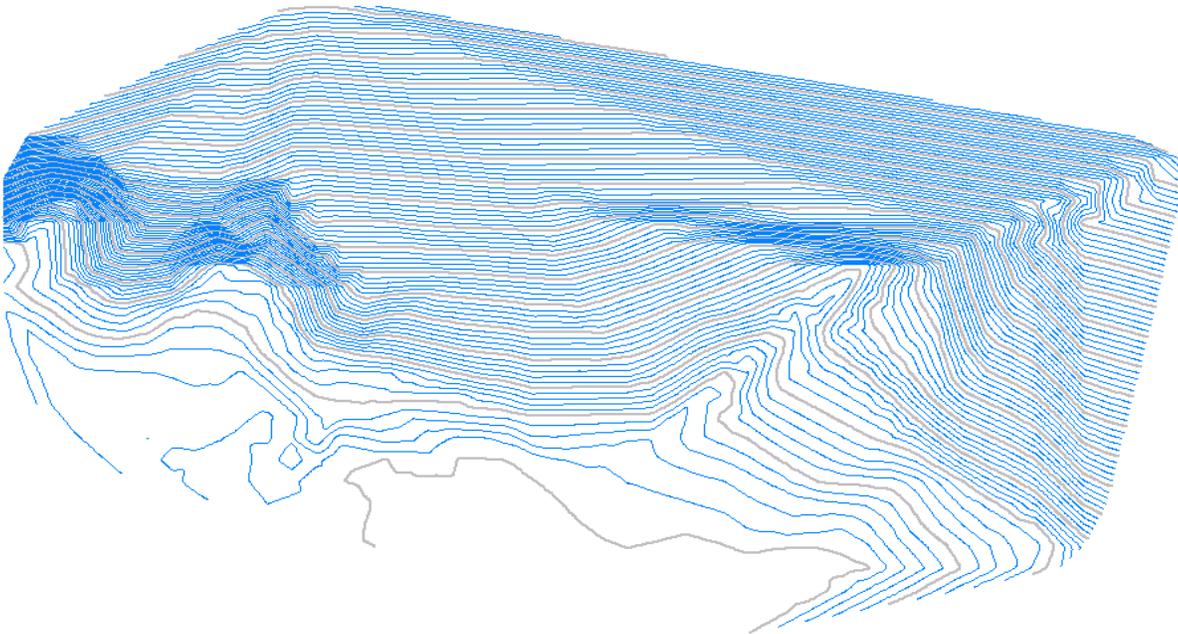


Figura N° 22: Plano con curvas de nivel

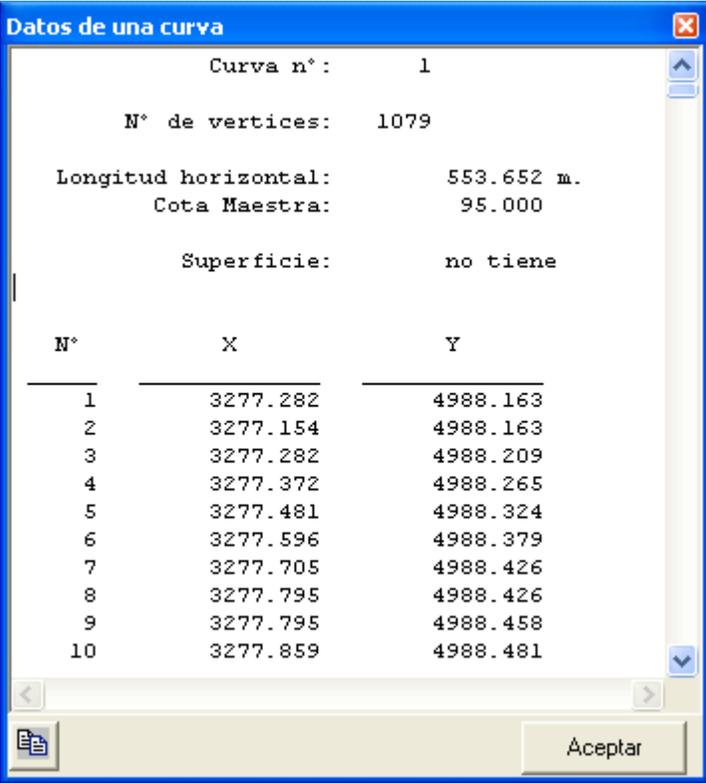


Como se muestra en la figura N° 22, el programa TOPOCAL, no nos da la opción de enumerar las curvas de nivel, pero en el menú **Curvado** tenemos la opción de elegir **Datos de la Curva o Propiedades de la Curva**, cualquiera de las dos opciones se ejecuta pinchando el botón izquierdo del Mouse sobre una de las curvas, entregándonos las características de éstas, como muestra la figura N° 23 y la figura N° 24.

Figura N° 23: Propiedades de la Curva

Propiedades curva:	
Número	1
Nº de vértices	1080
Cota	95.000
Superficie	0.00 m2
Perímetro	553.652 m
<b>Acciones</b>	
Convertir a polilínea	No
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Aceptar"/>	

Figura N° 24: Datos de la Curva



The screenshot shows a software window titled "Datos de una curva" with the following data:

Curva n°: 1  
 N° de vertices: 1079  
 Longitud horizontal: 553.652 m.  
 Cota Maestra: 95.000  
 Superficie: no tiene

N°	X	Y
1	3277.282	4988.163
2	3277.154	4988.163
3	3277.282	4988.209
4	3277.372	4988.265
5	3277.481	4988.324
6	3277.596	4988.379
7	3277.705	4988.426
8	3277.795	4988.426
9	3277.795	4988.458
10	3277.859	4988.481

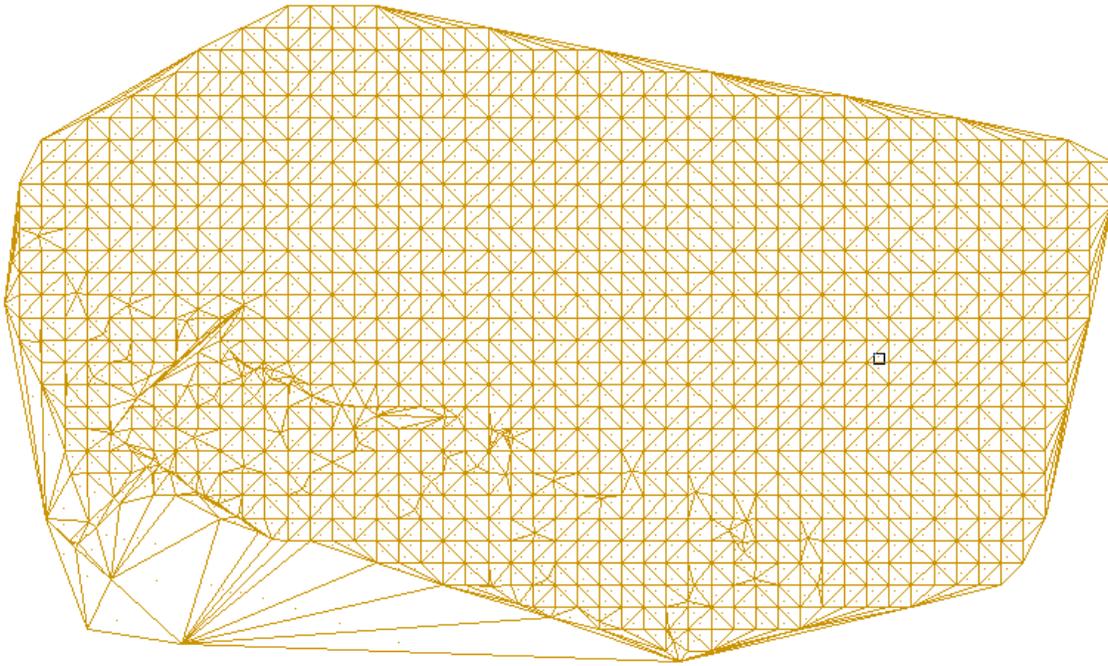
At the bottom of the window is an "Aceptar" button.

**Malla...**del menú principal **Herramienta/malla**, tiene la particularidad de generar una gran cantidad de puntos, los que están situados como una cuadrícula, donde las cotas se generan de acuerdo a las características del terreno, en este caso fue realizada cada 7 m, gracias a esta malla el levantamiento presenta mayores detalles al generar el MDT y por lo tanto una mayor cantidad de triángulos para realizar el curvado.

Para realizar la malla se debe tener en cuenta que ésta sólo se debe hacer una vez que el trabajo esté completo, porque podría sufrir modificaciones según las cotas.

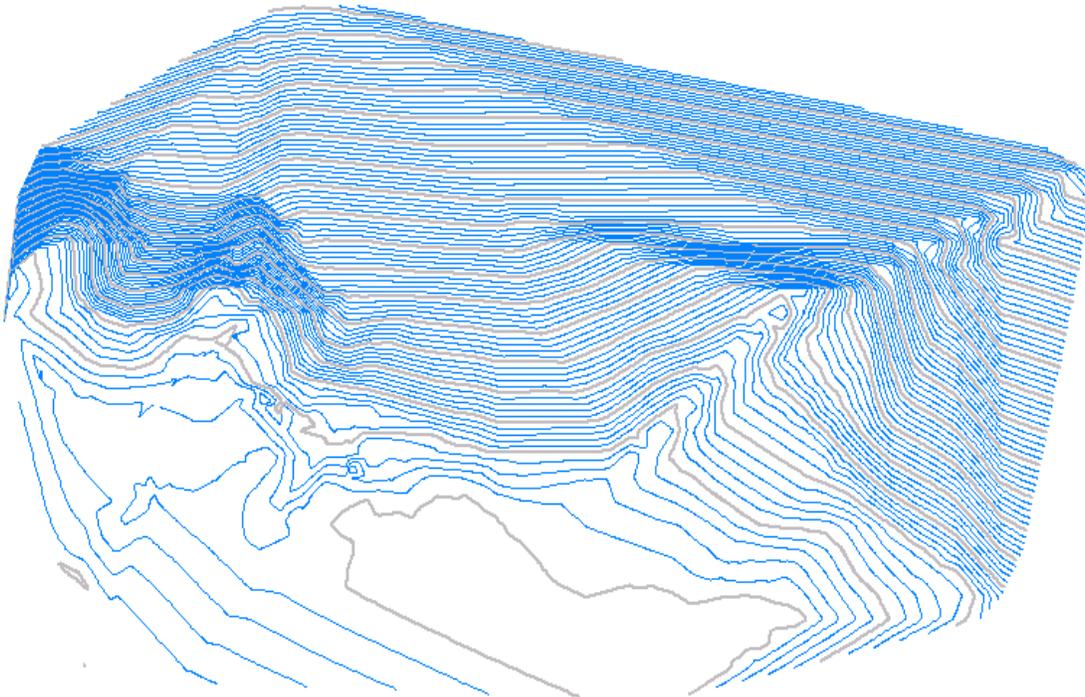
La figura N° 25 muestra la mayor cantidad de triángulos que se formaron al generar el MDT con la malla creada.

Figura N° 25: MDT creado con malla



La figura N° 26, presenta mayores detalles en el curvado, ya que hubo mayor cantidad de triángulos al haber creado la malla.

Figura N° 26: Curvado realizado con malla

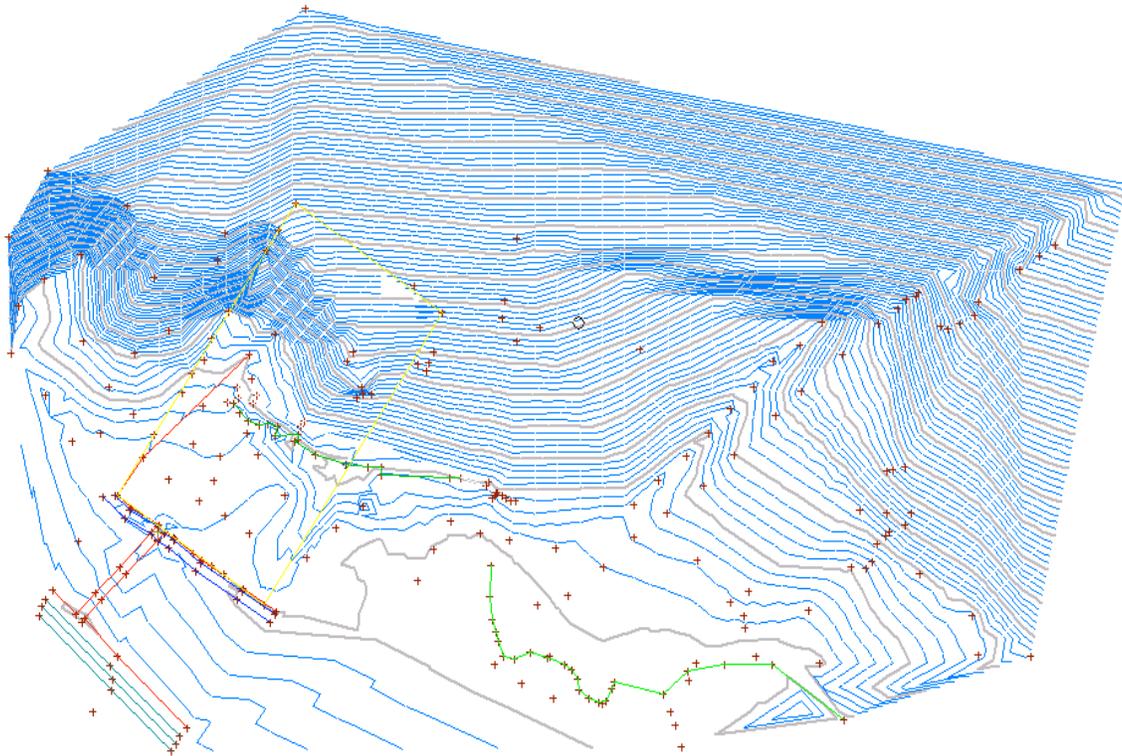


### 3.3 APLICACIÓN DEL PROGRAMA TOPOCAL EN EL DISEÑO DE UN CAMINO SECUNDARIO.

El programa TOPOCAL trabaja en su esencia con coordenadas, por lo tanto, el diseño de un camino se ve limitado a realizarlo sólo con éste método.

Como primera etapa se procedió a dibujar los aspectos más relevantes del levantamiento, como los límites de propiedad, el camino secundario existente, camino principal, etc. Como muestra la figura N° 27.

Figura N° 27: Plano planta



Como segunda etapa se procedió a diseñar el camino secundario, éste se realizó colocando coordenadas al lado del límite de la propiedad utilizando la herramienta de líneas paralelas, a 5 metros, donde se colocó uno de los bordes del camino, luego a 2.5 m para colocar el eje; éste procedimiento se realizó con ayuda de la cuadrícula, si bien esto resultó un poco

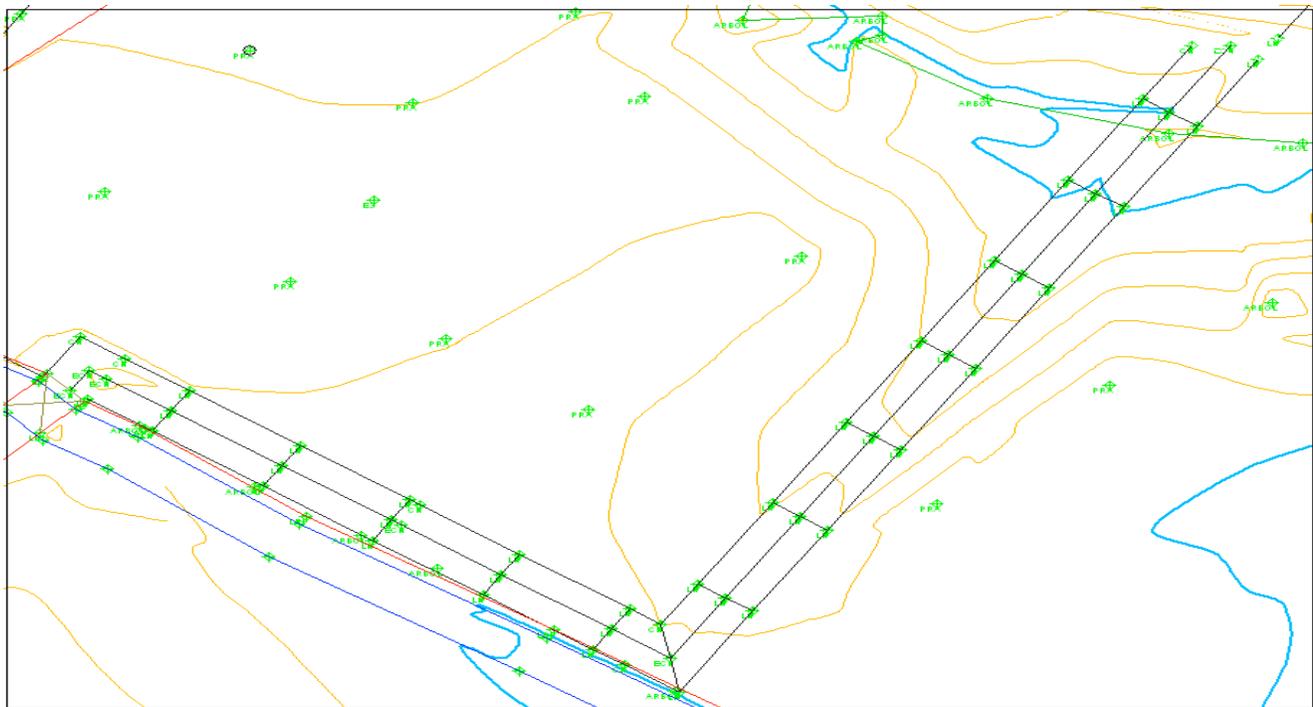
complicado, los resultados se ratificaron con otro programa CAD, el cual produjo resultados similares.

Para la realización de los ejes para los perfiles transversales, éste se realizó con la opción transversales a una polilínea, la que se colocó cada 10 metros, con lo cual el camino queda representado con sus bordes, eje principal y con los trazos para luego realizar los perfiles transversales, la figura N° 28 muestra el plano de planta con el diseño del camino creado.

Uno de los inconvenientes presentados fue como tomar las cotas, ya que los puntos sólo indican las coordenadas y no la altura, por lo cual se tuvo que interpolar las cotas para colocar a las nuevas coordenadas; Es por esto, que en la toma de datos con la Estación Total se hace indispensable tomar la mayor cantidad de puntos posible para dar una representación fidedigna de cada parte del terreno.

Si bien en un plano de planta no se hace necesario o indispensable tener la altura, si lo es para tener los perfiles tanto longitudinales como transversales

Figura N° 28: Plano de planta del camino



### 3.3.1 PERFILES

#### 3.3.1.1 PERFIL LONGITUDINAL

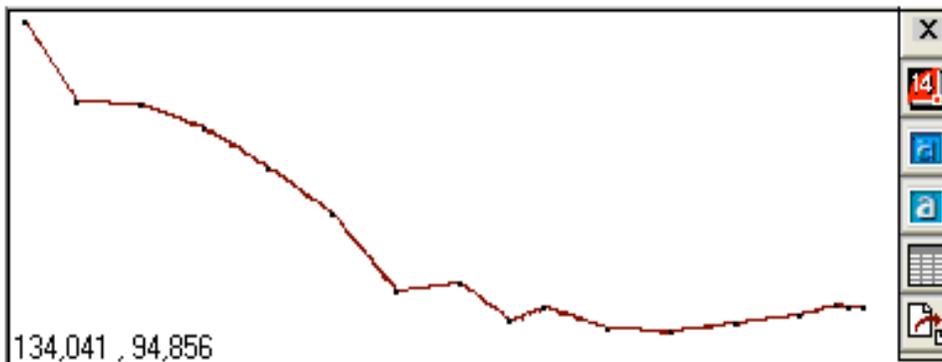
El perfil longitudinal se puede realizar de diferentes maneras; la primera forma es hacerlo directamente, desde perfil aproximado sin MDT , el cual es poco preciso y poco convincente, ya que consiste en tomar un punto cualquiera y llevar un trazo recto hasta otro punto.

Otra forma de realizar el perfil longitudinal es a través de un perfil rápido ; al igual que el anterior, éste sólo se puede trazar en forma recta, pero la diferencia se da que éste se puede ejecutar sólo si está el MDT creado.

También podemos obtener el perfil longitudinal mediante el perfil de una polilínea , ésta es una de las formas más efectiva y representativa, ya que sólo se necesita tener una polilínea por los puntos que uno desee generar el perfil y éste se genera en forma automática indicando y representando la variación de alturas, sin embargo, con este tipo de perfil no se puede hacer ningún tipo de modificaciones del perfil.

La figura N° 29 nos muestra en forma gráfica el perfil generado por una polilínea.

Figura N° 29: Perfil de una polilínea



La figura N° 30 nos muestra la numeración, las distancias acumuladas y las cotas de los puntos.

Figura N° 30: Datos del perfil de una polilínea

Perfil:		
1	0.000	101.479
2	8.218	99.912
3	18.215	99.875
4	28.183	99.432
5	38.182	98.631
6	48.183	97.798
7	58.182	96.275
8	68.183	96.421
9	75.684	95.714
10	81.033	95.976
11	91.023	95.559
12	101.023	95.501
13	111.023	95.682
14	121.022	95.826
15	126.927	96.032
16	128.523	95.999
17	131.023	95.976

La última forma de realizar el perfil longitudinal, es mediante la opción en el icono de perfiles transversales, ya que con esto, aparte de entregarnos los perfiles transversales, además nos entrega el perfil longitudinal en forma automática.

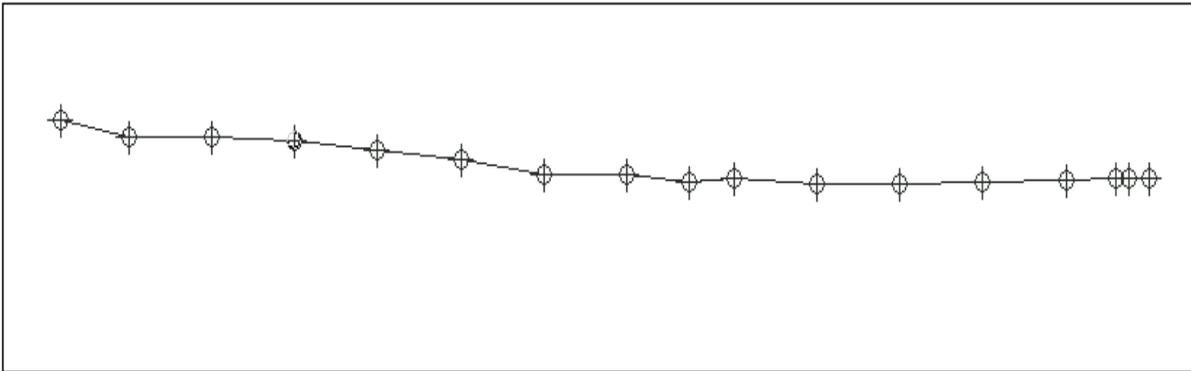
La figura N° 31 nos entrega una carpeta del plano de planta, del perfil longitudinal y de los perfiles transversales.

Figura N° 31: Carpeta de perfiles y plano de planta



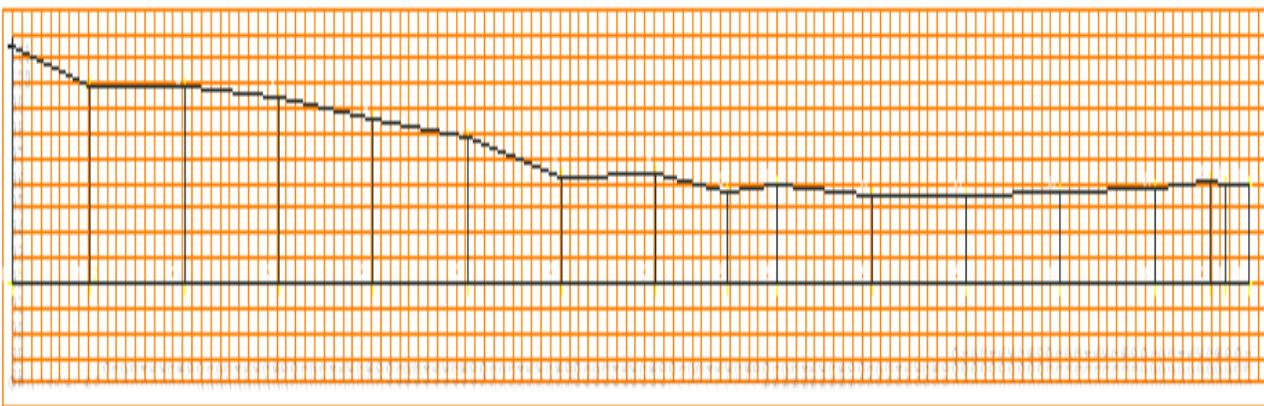
Al generar el perfil longitudinal, éste nos entrega sólo las cotas y las distancias en forma planimétrica, como muestra la figura N° 32. la información sobre el perfil se puede obtener desde el editor de puntos.

Figura N° 32: Perfil longitudinal, sólo con cotas



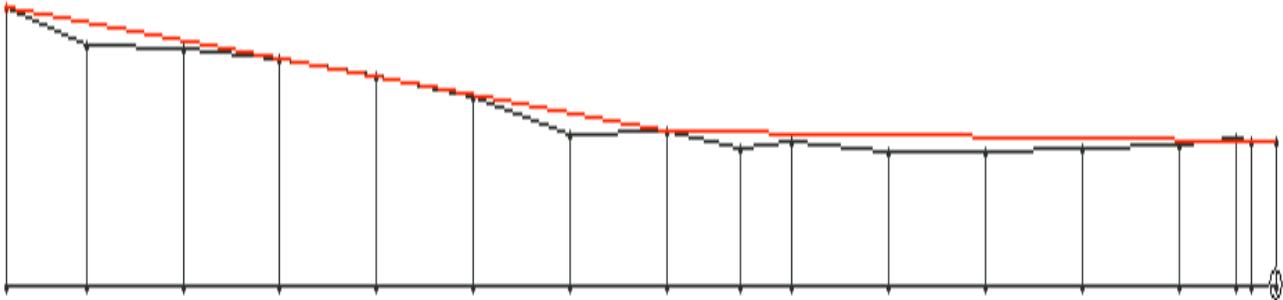
Luego colocamos una cuadrícula, la que configuramos a una distancia de 1m de separación, para dar forma al perfil longitudinal, y colocando nuevos puntos en la parte inferior de éste como se ve en la figura N° 33.

Figura N° 33: Perfil con cuadrícula



Una vez realizado el perfil longitudinal, podemos colocar la rasante como muestra la figura N° 34, la que está en color rojo.

Figura N°: 34: Rasante del perfil longitudinal



Cada una de las formas de representar un perfil tiene la facultad de entregar los datos de cada uno de éstos, entregando las distancias acumuladas, las cotas de los puntos y además el número de cada punto.

Otra operación que se puede realizar con los perfiles es que pueden ser exportados a Autocad 14, 2000, 2002, 2004 y se puede guardar en archivos DXF.

### 3.3.1.2 PERFIL TRANSVERSAL

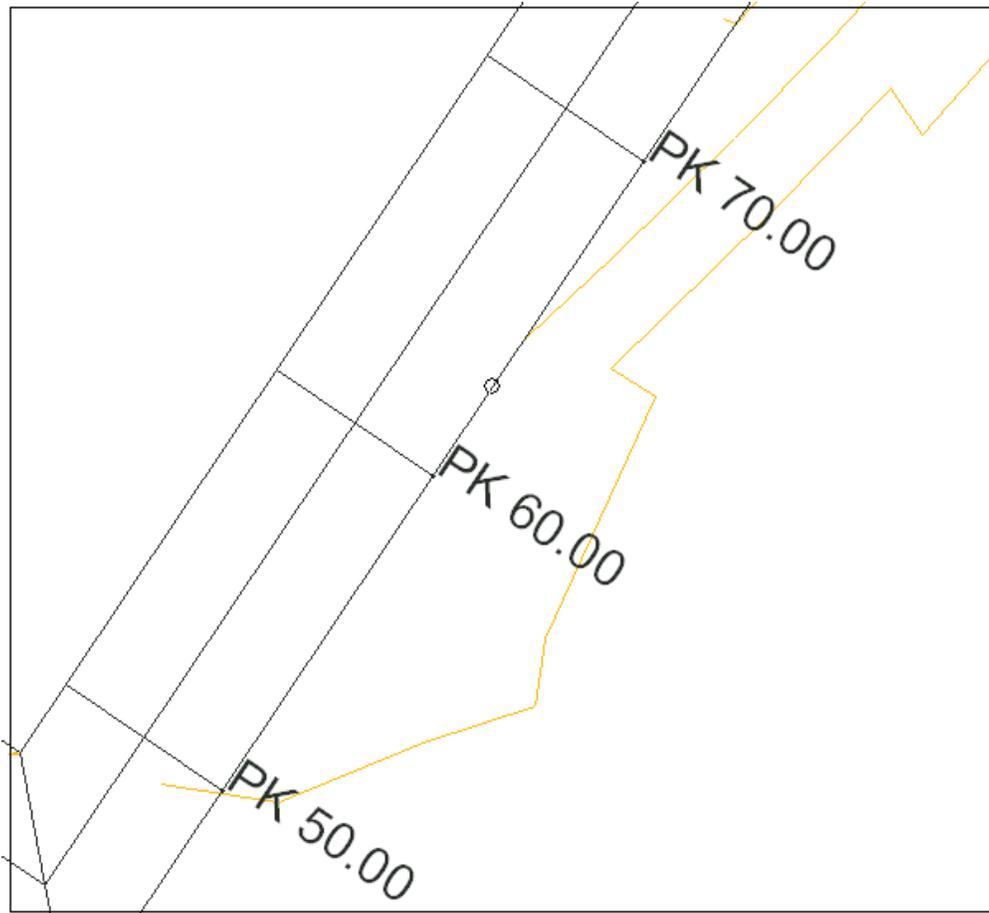
Para la realización del perfil transversal se seleccionó el icono **transversal de una polilínea**, al seleccionar la polilínea del eje del camino, ésta genera un cuadro con información, la que se debe adecuar a los requerimientos del usuario; como es, la distancia entre perfiles, el ancho, el punto de origen (cota), altura de rotulación, la opción de invertir el eje.

Figura N° 35: Cuadro de Perfiles Transversales

Perfiles Transversales:	
Intervalo entre perfiles	10.00
Ancho a la izquierda	2.50
Ancho a la derecha	2.50
PK del origen	93.00
Altura rotulación	1.00
Invertir Eje	Si
<b>Cuadrícula</b>	
Dibujar	Si
Intervalo horizontal	1.00
Intervalo vertical	1.00
Color	<input type="text" value=""/>
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Aceptar"/>	

En el plano de planta nos entrega la distancia entre los perfiles con el kilometraje, como muestra la figura N° 36.

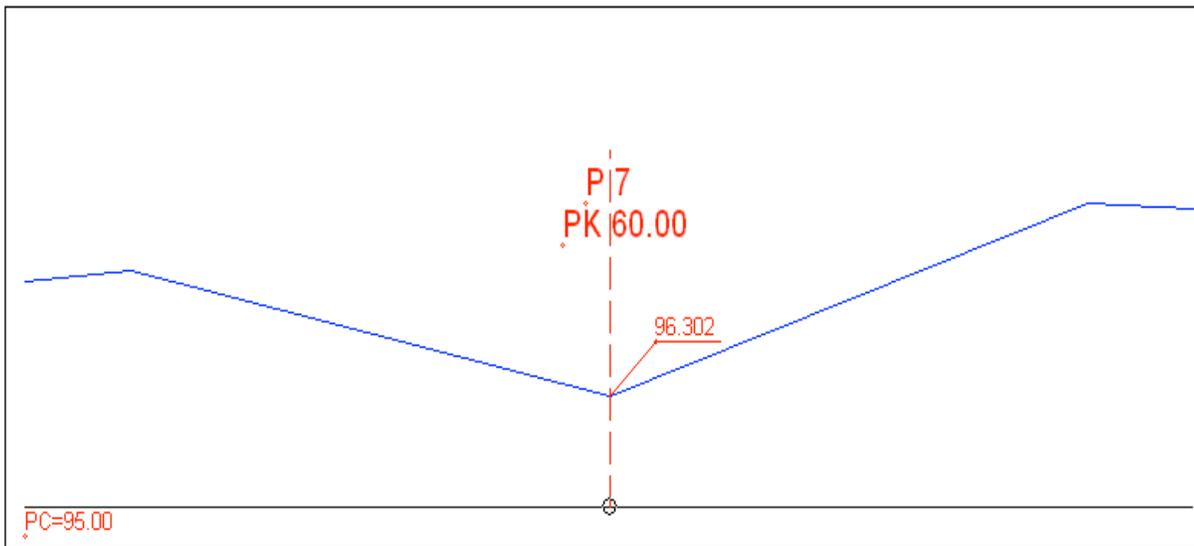
Figura N° 36: Plano planta con kilometraje



Para la visualización de los perfiles, el programa TOPOCAL nos entrega un cuadro en la parte superior izquierda de la pantalla, como se mencionó anteriormente en la figura N° 31.

Los perfiles transversales creados nos entregan: la cota del punto, el kilometraje, el número del perfil y la cota de referencia.

Figura N° 37: Perfil transversal



### 3.3.2 IMPORTACIÓN DE DATOS

Uno de los aspectos importantes que deben ser considerados en este estudio es la capacidad del programa de leer otros archivos, es así como Topocal puede leer archivos con extensión DXF y ASCII.

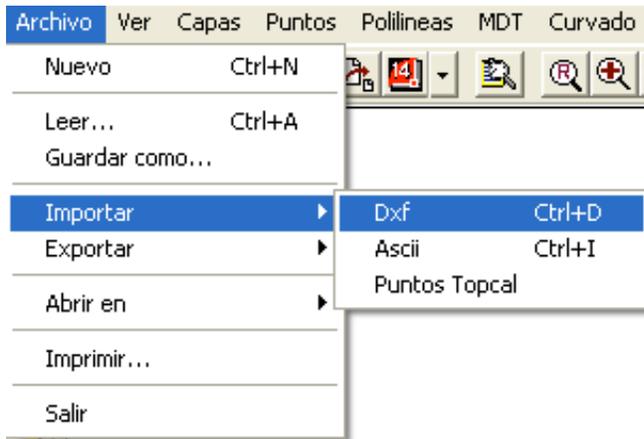
Se debe considerar que una vez importados este tipo de archivos, éstos deben ser pasados a Topocal para ser trabajados, con lo cual queda con extensión .TOP

**campo1.top**

#### Importación de archivos DXF

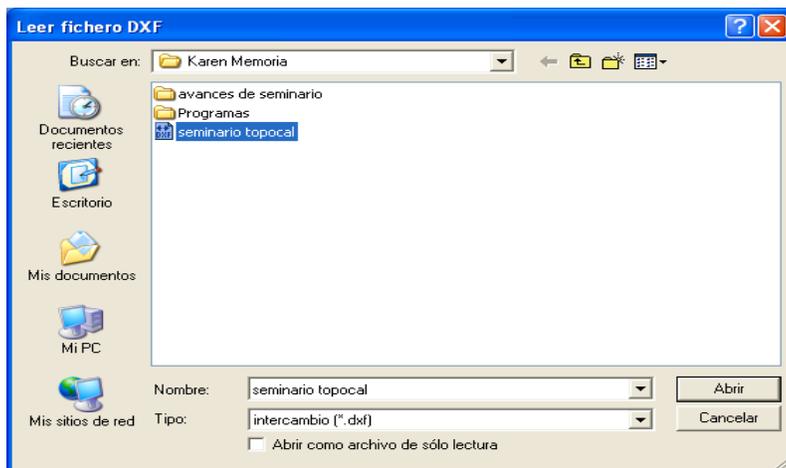
Para la importación de archivos DXF se puede hacer de dos maneras, la primera desde el menú principal en archivo y luego se coloca importación, donde salen dos opciones en las cuales debemos elegir importación de archivos DXF, como muestra la figura N° 38, otra es simplemente colocando ctrl.+D o por último elegir importación directa de los archivos DXF .

Figura N° 38: Importar archivo DXF



Una vez realizado el procedimiento anterior elegimos el archivo DXF que deseamos abrir, como muestra la figura N° 39.

Figura N° 39: Leer fichero DXF



Cuando hemos abierto el fichero DXF, éste nos da la opción de elegir las capas que deseamos abrir en Topocal y si lo deseamos abrir en bloques o por puntos, figura N° 40.

Figura N° 40: Selecciona capas a importar del DXF

Selecciona Capas a importar del DXF:

Nº de Estudio = 25

	Capa	Importar	Puntos	Pollin.	(vertc.)	Lineas	3Dcara	Textos	Circul.	Arcos	Bloque	Insert
1	0	No	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Numero	Si	-	-	-	-	-	1401	-	-	-	-
3	N	Si	-	-	-	-	-	263	-	-	-	-
4	Z	Si	-	-	-	-	-	1401	-	-	-	-
5	Cod	Si	-	-	-	-	-	1385	-	-	-	-
6	Cv	Si	-	96	108300	-	-	-	-	-	-	-
7	Cvd	Si	-	23	27589	-	-	-	-	-	-	-
8	TRI	Si	-	-	-	-	2777	-	-	-	-	-
9	E1	Si	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	orientacion	Si	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	LE	Si	13	3	14	-	-	-	-	-	-	-
12	LPP	Si	8	1	10	-	-	-	-	-	-	-
13	ARBOL	Si	28	1	16	-	-	-	-	-	-	-
14	PRA	Si	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	CE	Si	9	2	9	-	-	-	-	-	-	-
16	PRAL	Si	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	E2_	Si	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	LCA	Si	23	2	24	-	-	-	-	-	-	-
19	E3	Si	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	CIERRE	Si	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-
21	LN	Si	57	27	110	-	-	-	-	-	-	-
22	ESTERO	Si	16	2	16	-	-	-	-	-	-	-
23	CARRETERA	Si	9	3	9	-	-	-	-	-	-	-
24	MALLA	Si	1097	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Seleccionado...	-	1401	161	136101	-	2777	4450	-	-	-	-

- Insert bloques como puntos Cancelar Aceptar

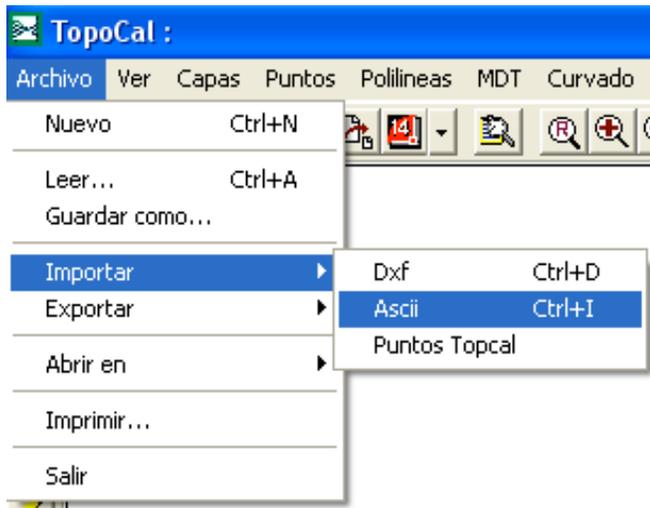
En la última fila vemos seleccionado en color verde, que nos indica la cantidad de entidades que importaremos.

## Importación de archivos ASCII

Para la importación de archivos ASCII se puede realizar de dos maneras: la primera, desde el menú principal en ARCHIVO y luego se coloca importación donde salen dos opciones en las cuales debemos elegir importación de archivos ASCII, como muestra la figura N° 41; otra es simplemente colocando ctrl.+I, o por último elegir importación directa de los archivos ASCII



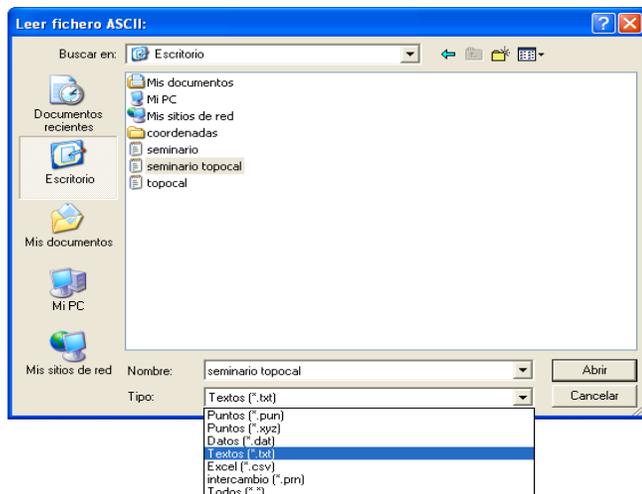
Figura N° 41: Importar archivos ASCII



Una vez elegido el procedimiento anterior tenemos diferentes opciones para elegir nuestro archivo, como muestra la figura N° 42, estos pueden ser con extensión:

Puntos \*.pun, Puntos \*.xyz, Datos \*.dat, textos \*.txt, Excel \*.csv, Intercambio \*.prn, Todos \*.\*

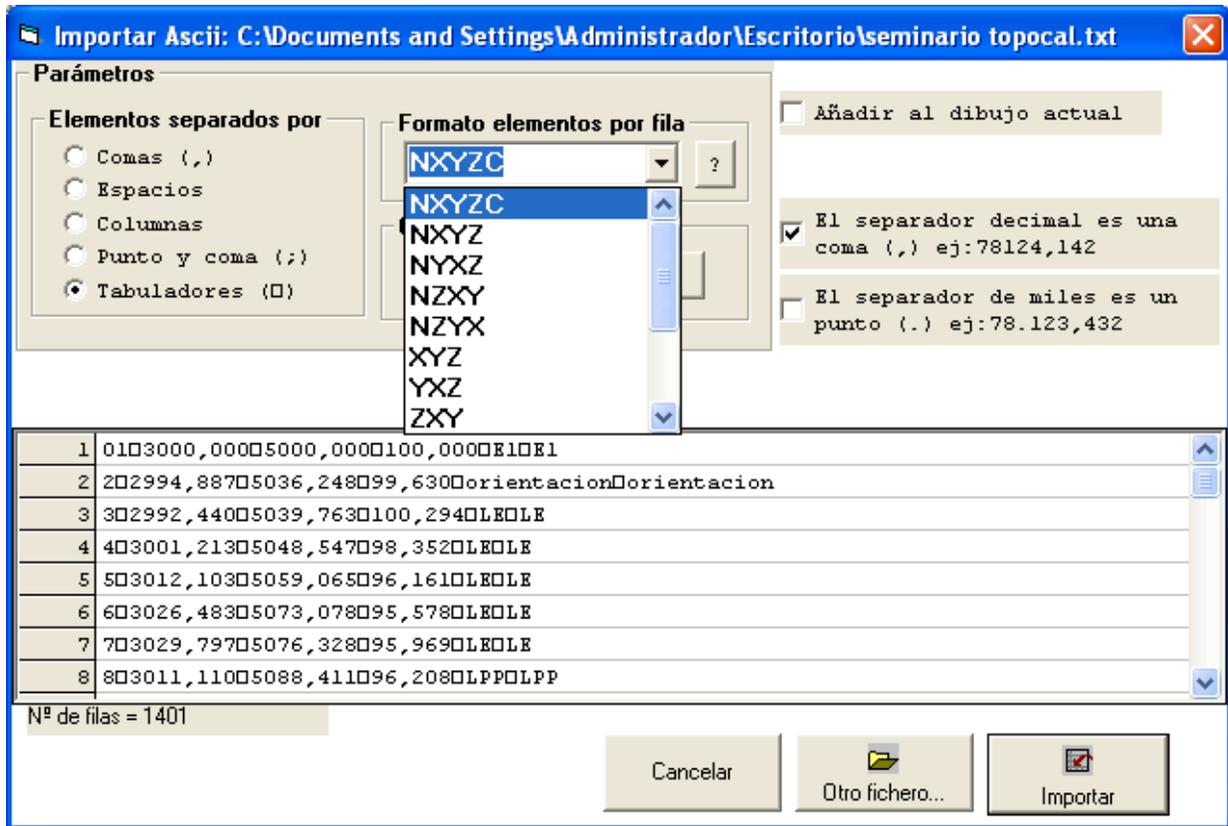
Figura N° 42: Leer fichero ASCII



Cuando hemos seleccionado el trabajo, éste nos indica una serie de alternativas como lo muestra la figura N° 43: donde nos indica los parámetros, el formato de elementos por fila, tiene la alternativa de agregar a un dibujo que ya está; tiene la facultad de colocar el separador de

decimales y de miles en los puntos. Con todos estos elementos podemos obtener en forma satisfactoria todos los puntos que deseamos representar.

Figura N° 43: Formas de importar archivos ASCII

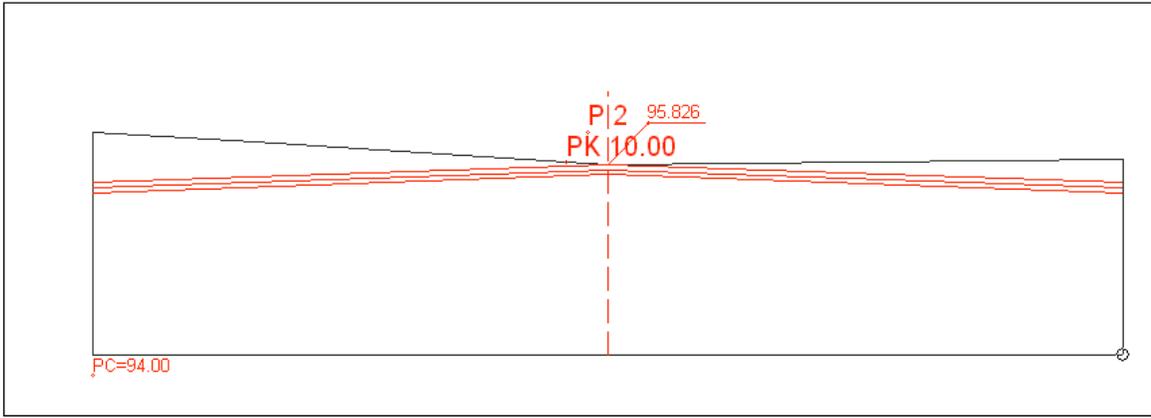


### 3.3.3 SECCIONES TIPO

Al realizar los perfiles transversales cada 10m aproximadamente por el eje del camino, se procedió a confeccionar las secciones tipo, por coordenadas, ya que si conocemos la pendiente que deseamos y la distancia horizontal es muy fácil colocar la distancia vertical.

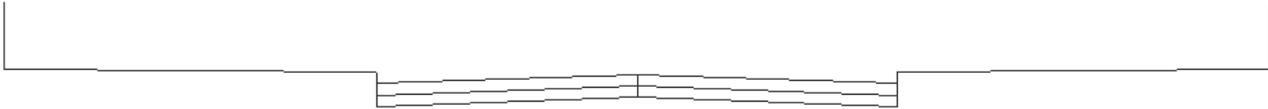
La figura N° 44 presenta un perfil transversal con la sección tipo de un camino.

Figura N° 44 Transversal con Sección tipo



Como muestra la figura N° 45 se realizó una sección tipo con un 3.5% de pendiente, es un camino tipo A.

Figura N° 45 Sección camino tipo A



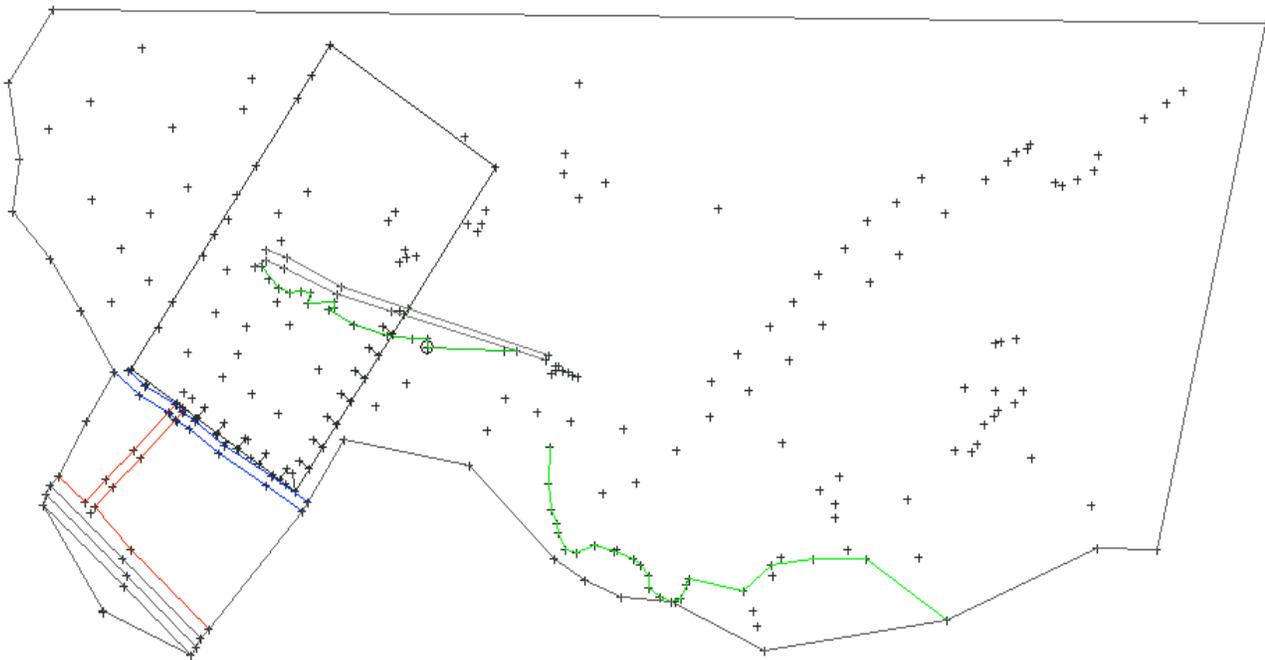
### 3.3.4 CÁLCULO DE ÁREAS Y CUBICACIONES

- **Área**

Para la realización de cualquier cálculo de áreas se debe tener como requisito, una polilínea cerrada del sector que se quiere calcular, como muestra la figura N° 46.

Para determinar el área se va al menú principal en herramientas y se selecciona superficie de una polilínea.

Figura N° 46: sector a calcular Área



Una vez seleccionada la polilínea del sector, nos entrega la siguiente información.

- Número de la polilínea seleccionada.
- Número de vértices.
- Longitud horizontal y geométrica.

- Superficie.
- Las coordenadas de cada uno de los puntos por donde pasa la polilínea con su respectiva descripción.
- Las distancias parciales y de origen.
- Azimut.

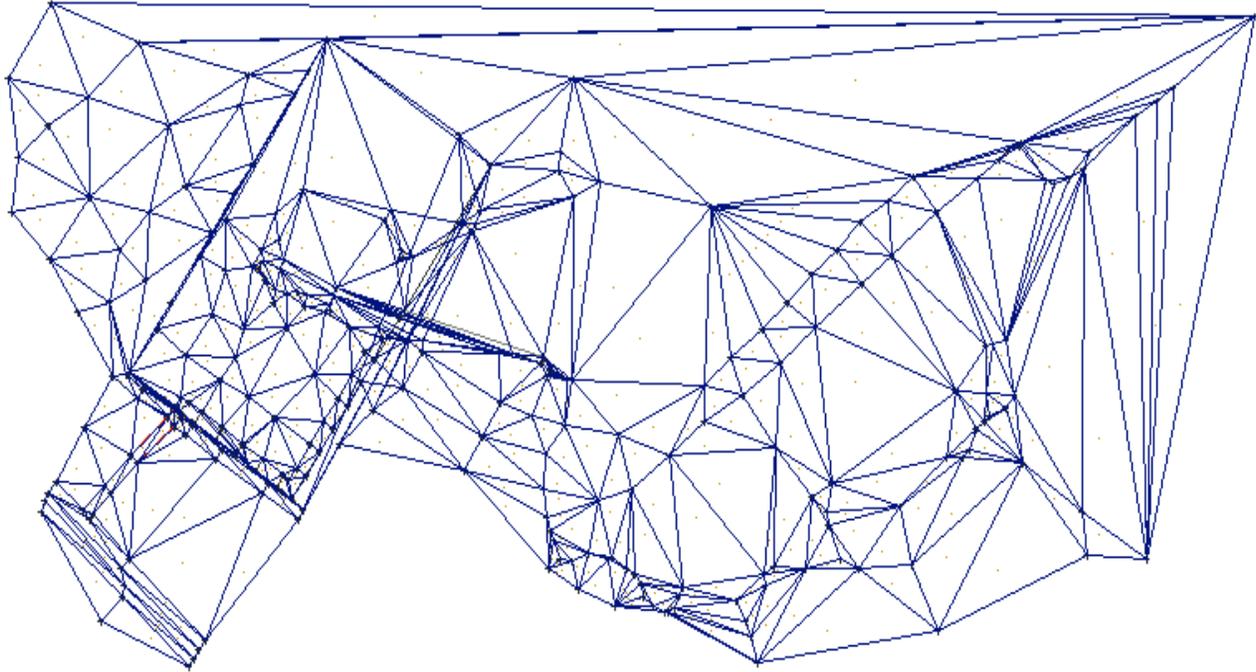
Figura N° 47: Cálculo de área de una polilínea.

Área de una Polilínea:							
Polilínea n°	34						
N° de vertices:	31						
Longitud horizontal:	1435.755 m.						
Longitud geométrica:	1480.856 m.						
Superficie:	95038.01 m2						
N°	X	Y	Z	Nombre	D. Parcial	D. Origen	Azimut
207	2979.823	5220.398	165.648	209	0.000	0.000	
157	3467.651	5215.460	177.263	159	487.853	487.853	100.6444
141	3423.889	5022.461	107.233	143	197.898	685.751	214.1952
139	3399.949	5023.338	103.296	141	23.956	709.707	302.3311

### • Cubicación

Para realizar la cubicación se debe crear el MDT de acuerdo a las características del dibujo, esto quiere decir, que la formación de los triángulos debe abarcar todo el sector a determinar; esto debido a que el programa para realizar el cálculo del volumen lo hace a través de los mismos triángulos generados por el MDT. Calcula dos tipos de volumen, el generado por los triángulos (de color azul oscuro) y el volumen real, luego hace una comparación.

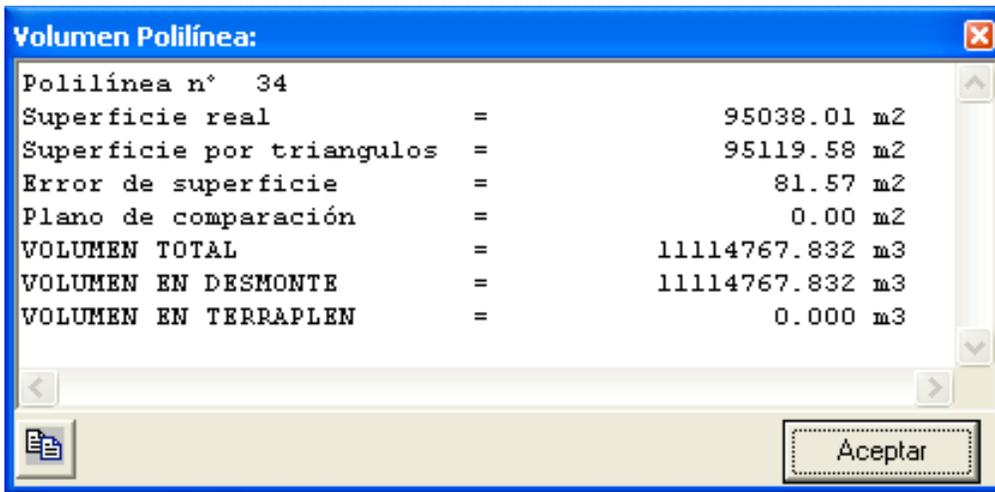
Figura N°: 48: Generación de triángulos para cálculo de volumen.



Una vez seleccionada la polilínea del sector, nos entrega la siguiente información:

- Número de la polilínea seleccionada.
- Superficie real.
- Superficie por triángulos.
- Error de superficie.
- Plano de comparación.
- Volumen total.
- Volumen de desmonte.
- Volumen de terraplén.

Figura N° 49: Volumen de polilínea.



Volumen Polilínea:			
Polilínea n° 34			
Superficie real	=	95038.01	m2
Superficie por triangulos	=	95119.58	m2
Error de superficie	=	81.57	m2
Plano de comparación	=	0.00	m2
VOLUMEN TOTAL	=	11114767.832	m3
VOLUMEN EN DESMONTE	=	11114767.832	m3
VOLUMEN EN TERRAPLEN	=	0.000	m3

### 3.4 RADIACIÓN

Esta es una de las herramientas de TOPOCAL, la cual consiste en determinar las coordenadas de los puntos a partir de distancias y ángulos, para tener una visión clara de cómo se trabaja con esta herramienta daremos a conocer un ejemplo para ver su utilización.

Para entrar a radiación existen dos formas; una en forma directa a través del icono  que se encuentra en la parte izquierda de la pantalla principal. La segunda forma es desde el menú **Puntos/Radiación**.

#### Ejemplo de Radiación:

Tenemos los siguientes datos de campo en grados centesimales y con la distancia reducida:

Estación	Visado	Dist. Geométrica (m)	Angulo HZ
1000	1	10,000	0,0000
1000	2	10,000	25,0000
1000	3	10,000	50,0000
1000	4	10,000	75,0000
1000	2000	20,000	75,0000
2000	1000	0,000	0,0000
2000	5	10,000	375,0000
2000	6	10,000	350,0000
2000	7	10,000	325,0000
2000	8	10,000	300,0000

#### En el menú Puntos >> Radiación

Introducimos las coordenadas de la estación 1000 (100, 100,50) en la tabla de puntos y pulsamos el botón <Calcular>

Figura N° 50: Radiación.

**Observaciones** Leer Ayuda

**Puntos**

	Nombre	X	Y	Z	Código
1	1000	100.000	100.000	50.000	

Calcular  
Aceptar  
Cancelar

**Opciones**

Grados: **Centesimales** Tipo: **Dist. Reducida**

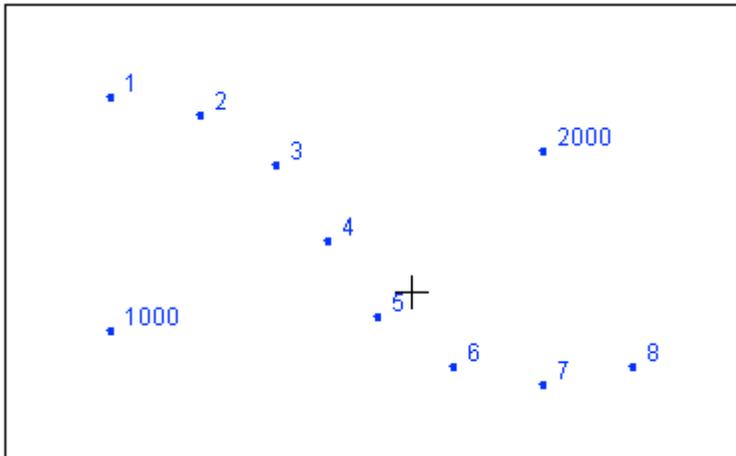
No crear ptos de referencia

**Radiaciones**

Estac	Visado	Dist.Geom	L.Horz	L.Vert	H mira	H apar	Código	X	Y	Z	Desorient
1000	1	10.000	0.0000					100.000	110.000	50.000	0.0000
1000	2	10.000	25.0000					103.827	109.239	50.000	0.0000
1000	3	10.000	50.0000					107.071	107.071	50.000	0.0000
1000	4	10.000	75.0000					109.239	103.827	50.000	0.0000
1000	2000	20.000	75.0000					118.478	107.654	50.000	0.0000
2000	1000		0.0000					118.478	107.654	50.000	275.0000
2000	5	10.000	375.0000					111.407	100.583	50.000	275.0000
2000	6	10.000	350.0000					114.651	98.415	50.000	275.0000
2000	7	10.000	325.0000					118.478	97.654	50.000	275.0000
2000	8	10.000	300.0000					122.304	98.415	50.000	275.0000

Este será el resultado

Figura N° 51: Dibujo de la Radiación.



- Vamos a radiar desde la estación 1000 los puntos del 1 al 4 en incrementos de 25 grados centesimales a una distancia fija de 10 metros, con lo que creamos una parte de un círculo.
- Como el primer punto visado es el 1, no existe, no se puede calcular su azimut y se considera la estación orientada.
- Después en la misma dirección del punto visado 4 generamos la estación 2000 (centro de otro círculo) y volvemos a radiar puntos en otro sentido para generar los puntos del 5 al 8.
- La primera estación que hay en la libreta de radiaciones al calcularla es la 1000 y el programa la busca primero en la base de datos de puntos y toma sus coordenadas (100, 100,50). Si esta tabla estuviera vacía o no existiera, en ella le asignaría las coordenadas (0, 0,0) y la pondría en color rojo.
- Si hubiera estaciones repetidas en la base de datos escogería siempre las coordenadas de la primera que haya.
- Para la segunda estación (2000), el programa también busca sus coordenadas en la base de datos de los puntos y al no existir la busca en los puntos visados desde la estación anterior o anteriores. Como existe en los ya radiados toma sus coordenadas (118.478, 107.654, 50.00) y le asigna el color azul.
- El color azul indica que la estación es un punto visado y perteneciente a la misma radiación.
- El color verde nos indica que es una referencia y sólo se toma su lectura para calcular la orientación de la estación.
- Acto seguido analiza el primer punto visado desde la estación 2000 , en este caso vemos que es la estación 1000 que ya existe y tiene definidas ya unas coordenadas, calculando su orientación que es 275.0000 y la compara con la lectura horizontal introducida 0.0000. Como no es igual a la dada el programa calcula su desorientación en este caso es 275.0000 y la aplica a

toda la estación, si el primer punto visado desde cada nueva estación no existiera se considera que la estación está orientada.

- Si no se introduce la lectura vertical se considera una lectura de 100.0000 o 90.000 según sean los grados usados.

El programa TOPOCAL no distingue entre puntos y estaciones pudiendo usarse indistintamente aunque en el ejemplo actual lo diferenciamos por su nombre.

**CAPITULO IV**  
**EVALUACION DEL PROGRAMA TOPOCAL**

#### 4.1 ASPECTOS FAVORABLES DEL PROGRAMA TOPOCAL

1.- En términos generales TOPOCAL es un programa gratuito, de libre acceso en Internet y sin limitaciones de uso, creado sólo con la finalidad de servir a los profesionales de la Topografía, ya que su interfaz gráfica esta orientada al mundo de la topografía y no de la arquitectura y al diseño en general.

Tiene la gran ventaja de ser compatible con AUTOCAD en diferentes versiones, como son: AUTOCAD 14, 2000, 2002 y 2004.

El programa tiene herramientas muy importantes e indispensables para ser desarrolladas en el área, como son: los de realizar planos de planta, perfiles longitudinales y transversales, trazado de curvas de nivel, se puede obtener la cubicación por mallas, se puede obtener un listado de las coordenadas, pudiendo realizar modificaciones según los requerido por el dibujo, contiene la opción de poder integrar una cuadrícula al área de dibujo.

El programa trabaja a base de coordenadas siendo ésta su herramienta más importante.

2.- TOPOCAL es programa que tiene la virtud de ir mejorando cada día, es así que sus creadores están trabajando en este momento en modificaciones al programa, actualizando y agregando nuevos accesorios para ser de éste un programa más completo y útil para los usuarios.

3.- El programa puede trabajar sobre el entorno gráfico Microsoft Windows, en sus diferentes versiones, sin tener ninguna limitación, además aprovecha las funcionalidades de éste para utilizar sus programas como son Excel, bloc de notas, Wordpad, con los que se puede obtener las coordenadas para luego ser utilizadas en el programa.

4.- El programa TOPOCAL, entrega al usuario la capacidad de ahorro en el espacio del computador, esto es debido a que TOPOCAL trabaja como unidad fundamental el punto y sobre ésta deben girar todas las demás entidades, lo que no sucede con otro tipo de programas CAD en los cuales el punto es una entidad más

5.- Este programa presenta como alternativas de desarrollo, la posibilidad de realizar trabajos con una capacidad limitada de 32.000 puntos determinados en terrenos, el que nos entrega la posibilidad de realizar trabajos de pequeña, mediana y gran envergadura.

6.- TOPOCAL ofrece una gran cantidad de cuadros, tanto informativos como de diálogos, los que se presentan en algunas de las herramientas del sistema, las que facilitan el trabajo de los usuarios.

7.- El programa ofrece diferentes alternativas de entradas de datos, lo que permite al usuario tener una mayor posibilidad de elección. La entrada de datos puede ser realizada de las siguientes maneras:

a) En forma manual, por medio del teclado, el cual se realiza directamente en el dibujo o por medio de Editor de Puntos, en el que se ingresan las coordenadas que se requieren.

b) En forma automática, es posible leer ficheros ASCII donde se consideran las cinco primeras columnas, las cuales deberán estar compuestas ordenadamente por índice, coordenadas X, Y, Z y código. El sistema también puede leer ficheros del tipo DXF y a su vez es posible la generación de éstos, al igual que la de los ficheros ASCII.

8.- Una de las cualidades más importantes que presenta el programa, corresponde a la distribución de los datos, a través de diversas capas de información, las cuales pueden ser definidas por el usuario.

9.- TOPOCAL genera automáticamente un autocroquis, que es la deducción automática de polilíneas en función de los códigos de los puntos. Se puede asignar a cada código una capa y color.

10.- Este programa, tiene la capacidad de generar un Modelo Digital de Terreno o MDT, teniendo como base de datos, un levantamiento del tipo planialtimétrico, lo que permite determinar cualquier elevación dentro de la zona de levantamiento, permite obtener el trazado de las curvas de nivel, perfiles longitudinales, transversales y cálculos de cubicaciones entre otros.

11.- TOPOCAL permite obtener las curvas de nivel colocando las curvas índices de un color y las curvas finas de un color diferente, permitiendo con esto la diferencia entre una y otra; también podemos lograr el suavizado de las curvas de nivel; nos entrega toda la información de cada una de las curvas, ya que tiene las herramientas de propiedades y datos de la curva.

12.- Una de las características importantes de este programa es que podemos activar el menú lateral donde nos aparecen las entidades y órdenes más frecuentes. Al seleccionar una capa, ésta se convierte en capa principal apareciendo en el recuadro de “Capa Principal” el tipo de línea y el color. Pulsando sobre ellos podemos cambiarlos. Las entidades nuevas que se creen se harán siempre en la capa que esté como principal.

13.- El programa tiene la alternativa de trabajar tanto en forma planimétrica 2D, como planialtimétrica 3D.

14.- Permite generar perfiles longitudinales, estos se pueden realizar con o sin MDT. Los perfiles se pueden visualizar en tiempo real pudiendo obtener cada una de sus cotas y las distancias acumuladas.

15.- Permite generar perfiles transversales de un polilínea, permitiendo crearlos de acuerdo a las necesidades del usuario, pudiendo ser visualizado en forma independiente y en el plano de planta.

16.- Es posible determinar los volúmenes y áreas de un sector determinado del proyecto, seleccionando las capas entre las que se desea la cubicación.

17.- Se puede trabajar en cada proyecto con una cuadrícula, la cual permite al usuario servir de referencia; ésta se genera a partir de una coordenada de inicio prefijada o de acuerdo a las coordenadas del proyecto.

18.- Se puede optar a la función generada por la vista tridimensional en la cual nos permite ver en forma real las características del terreno, pudiendo ser vista en forma automática o manual.

19.- El programa TOPOCAL tiene la opción de tener un icono (puntos aleatorios), que permite al usuario poder conocer el programa y como práctica, sin necesidad de tener un proyecto específico para poder ejecutarlo

20.- El programa tiene la facultad en uno de sus iconos de poder resolver triángulos, el cual permite al usuario tener una herramienta importante para conocer tanto sus lados como ángulos en una forma fácil y clara.

21.- El programa tiene la facultad en uno de sus iconos de poder determinar las coordenadas a partir de visadas y distancias, el cual se llama radiación.

22.- Permite conectarse directamente con las planillas Excel, donde se traspasa toda la información que está en el trabajo de TOPOCAL.

23.- Un aspecto de gran importancia que presenta el programa TOPOCAL, es que se puede acceder a través del FORO de la página de TOPOCAL, a preguntas, dudas o sugerencias, que van surgiendo a medida que se trabaja en el programa.

## 4.2 ASPECTOS DESFAVORABLES DEL PROGRAMA TOPOCAL

1.- En muchas pantallas de diálogo es posible solicitar ayuda referente a las características de su utilización, sin embargo, existen muchas funciones del programa que no tiene ayuda o la información que contiene ésta es escasa y poco clara.

2.- TOPOCAL es un programa que sólo trabaja a base de coordenadas por lo tanto presenta grandes inconvenientes para el diseño, ya que cada polilínea que se quería trazar tenía que tener necesariamente unas coordenadas ya establecidas.

3.- El programa TOPOCAL no permite crear ningún tipo de texto que permita embellecer los trabajos, limitándose solamente a la visualización de los datos, y los textos del programa vienen con un formato propio los cuales no se pueden modificar, llámese a esto al tipo de letra, tamaño o color.

4.- TOPOCAL no presenta una opción directa de impresión, ésta se debe realizar a través de un programa gratuito llamado volo view, con el cual se puede imprimir.

Para poder imprimir en volo view, se deben pasar los trabajos al formato DXF, otra dificultad es que los trabajos realizados en TOPOCAL están en tamaño real estos no se pueden imprimir a escala, o trabajar en escala.

5.- El programa Topocal permite realizar los perfiles de cualquier trabajo a través de una polilínea, sin embargo, cuando se realizan los perfiles longitudinales estos solamente salen con sus cotas y se tiene que realizar el formato y embellecer el trabajo.

6.- Cuenta con una opción de resolución de triángulos en que se puede determinar, los ángulos y lados de un triángulo, sin embargo, éste se encuentra con problemas, ya que después de haber realizado la comparación con el Teorema del Coseno, los resultados arrojados daban diferencia, ya que este para que funcione debe estar en configuración regional en España.

7.- El programa no puede hacer curvas verticales, aunque los creadores del programa están trabajando para que se puedan hacer en las próximas versiones de TOPOCAL

8.- Al ingresar los datos en el programa hay que tener en cuenta que las comas corresponda a los decimales y los puntos a los miles, pero sólo se presenta al ingresar los datos, ya que al momento de entregar resultados no es así, ya que sólo tiene separadores de decimales y es un punto.

9.- El programa no tiene ninguna herramienta para determinar los ángulos de los trazos.

10.- El programa no cuenta con ninguna herramienta para realizar arcos, circunferencias, que permitan realizar las curvas en el diseño de trazados de camino y otros.

11.- El programa tiene una limitante importante para el diseño, el de no poder tirar un trazo con una distancia determinada.

12.- En las secciones tipo se tenía la dificultad de colocar el galibo tipo, ya que éste se tiene que realizar sobre cada uno de los perfiles, debido a que el programa no cuenta con la opción de mover, copiar, o girar.

13.- En el plano de planta, no aparecen enumeradas las curvas de nivel, sólo se logra información de ellas seleccionando directamente cada curva en Datos de una curva o Propiedades de la curva.

### 4.3 CONFIABILIDAD DEL PROGRAMA TOPOCAL

Para analizar la confiabilidad del programa debemos resaltar en primer lugar el hecho que, como se ha mencionado en capítulos anteriores, el programa es completamente gratuito y que es una gestión realizada por personas que sólo quieren entregar a los usuarios de éste, el mejor de los programas.

Uno de los aspectos fundamentales que podemos mencionar, es que se han hecho las comprobaciones de los resultados obtenidos como:

- **DISTANCIA GEOMÉTRICA:** Es aquella distancia entre dos puntos tal y como la medimos en el terreno. La proyección de ésta sobre un plano horizontal será la distancia reducida.

$$DG = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}$$

- **DISTANCIA REDUCIDA:** Es la distancia entre las proyecciones de dos puntos sobre un plano horizontal, o dicho de otra forma, la proyección sobre un plano horizontal de la distancia geométrica de dos puntos medida sobre el terreno.

$$DG = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

- **PENDIENTE 3D:** Cuando se tiene la diferencia de las cotas dividido por la distancia.

$$P = (DV/DH) \times 100$$

- **PENDIENTE 2D:** Cuando se tienen dos puntos cualesquiera  $(x_1, y_1)$  y  $(x_2, y_2)$ , la pendiente queda determinada por el cociente entre la diferencia de las ordenadas de dos puntos de ella y la diferencia de las abscisas de los mismos puntos.

$$P = ((Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)) \times 100$$

## CONCLUSIONES

El propósito de la realización de este trabajo, es entregar un programa de uso gratuito para ser instalado en el Laboratorios de la Carrera de Ingeniería de Ejecución en Geomesura, para que pueda ser utilizado tanto por alumnos como profesores y servir de apoyo en las asignaturas que se imparten.

Una vez realizado el estudio y posterior aplicación del programa TOPOCAL en la Comuna de Florida en el sector de Quillaimávida, de la versión 1.2.297, en que se realizó un completo análisis del programa, se ha logrado determinar una serie de aspectos que mencionaremos a continuación.

En la entrada de datos el programa presenta una serie de alternativas para ingresar la información, pudiendo realizar ésta labor en forma eficiente y fácil, tanto manual como automática.

En el manejo de los datos podemos decir que el programa presenta una forma conveniente en el tratamiento de la información, entregando resultados de muy buena precisión, en todas las metodologías de cálculo que tiene el programa.

En la salida de información el programa tiene diferentes listados que pueden ser obtenidos de los datos calculados, como superficie, volúmenes, perfiles, etc. Además de poder visualizar estos resultados en pantalla a través de alguna pantalla desplegada, pudiendo ser ésta en forma gráfica o en forma de planilla.

Uno de los aspectos más relevantes del programa es que éste cuenta con un sistema de archivos propios, que tiene la particularidad de ahorrar espacio en los discos, esto es debido a que su unidad fundamental es el punto.

El programa cuenta con funciones que permiten llevar los datos obtenidos a coordenadas, como es la función radiación, que sólo trabaja con distancias y ángulos.

Una dificultad no menor se presentó en el diseño, ya que el programa carece de elementos para realizar un buen trabajo, como por ejemplo, el poder realizar en forma automatizada la creación de las secciones tipos, curvas verticales y curvas horizontales con todos sus elementos.

Como conclusión final podemos decir que el programa tiene grandes ventajas al representar los datos obtenidos en terreno, pudiendo obtener en forma clara y rápida la forma real del terreno con sus respectivas curvas de nivel, pero presenta dificultades para ser utilizado en el diseño, sin embargo, los creadores del programa TOPOCAL están haciendo grandes esfuerzos por mejorar las falencias que tiene, es así que en el transcurso de este trabajo hemos tenido que modificar la versión que estábamos trabajando para entregar la más actualizada.

Es de gran importancia tener un contacto periódico con los creadores de este programa para contar con las últimas actualizaciones y darles a conocer las sugerencias para tener un programa mejor cada día.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **Castillo Carlos – Arrollo Julio. “Manual de Trazado y Replanteo”.**  
Informe de habilitación profesional Universidad de Concepción, 2002.
  
- **Gorge López <gorge lopez@topocal.com>**
  
- **<http://espanol.geocities.com/pablojavierbarrera/top.html>**
  
- **[www.google.cl](http://www.google.cl)**
  
- **[www.topocal.com](http://www.topocal.com)**