

TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

" CONSIDERACIONES TOPOGRAFICAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE
URBANIZACION" (Proyecto "VALLE DEL SOL, Jutiapa")

TESIS

que para obtener el Título de

ARQUITECTO

presenta

ERWIN ROLANDO PEREZ BATRES

Guatemala Julio de 1,992.

DL

02

T(535)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO

Vocal I

Vocal II

Vocal III

Vocal IV

Vocal V

Secretario

Arq. Francisco Chavarría Smeaton

Arq. Marco Antonio Rivera Mendoza

Arq. Miguel Angel Zea Sandoval

Arq. Silvia Morales Castañeda

Br. Estuardo Wong

Profa. Irayda Ruiz

Arq. Sergio Enrique Véliz Rizzo

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO

Examinador

Examinador

Examinador

Secretario

Arq. Francisco Chavarría Smeaton

Arq. Juan Guzmán Ponsa

Arq. Vinicio González

Arq. Julio Roberto Zuchini

Arq. Sergio Enrique Véliz Rizzo

ASESOR

Ing. Marco Tulio Ventura Roldán



DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

Manuel María Pérez de León
Blanca Celia Batres de Pérez

A MIS HERMANOS

Edgar Manuel (Q.E.P.D.)
Sergio Armando
Ana Guadalupe
Silvia Del Rosario

A MI ESPOSA

Laura Matilde García de Pérez

A MIS HIJAS

Laura Manola
Angela María
Blanca Lucía
Ana Silvia

A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

"NO ES POSIBLE, EN UN SOLO CURSO, QUE EL ALUMNO SE CONVIERTA EN UN PERFECTO OBSERVADOR
NI EN UN INSTRUMENTISTA EXPERIMENTADO, PERO PUEDE ADQUIRIR CONOCIMIENTOS CLAROS Y
EFICACES DE LOS INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS, ASI COMO DE SU MANEJO Y APLICACION".

Davis, Raymond y Francis M. Foote
TRATADO DE TOPOGRAFIA

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	
1.1 Concepto de Geodesia	3
1.1.1 Levantamientos Geodésicos.....	4
1.2 Concepto de Topografía	4
1.2.1 Planimetría	5
1.2.2 Altimetría	6
1.2.3 Levantamientos topográficos	6
1.3 Trabajos Preliminares	7
1.3.1 Revisión de datos existentes	7
1.3.2 Inspecciones oculares	8
1.3.3 Condiciones y personal necesario para realizar las medidas	9
1.4 Unidades de medida aplicadas a Topografía	10
1.4.1 Sistemas de medición de ángulos	10
1.4.2 Sistemas de medición lineal	12
1.5 Descripción del equipo topográfico	15
1.6 Manejo y cuidado del equipo topográfico	23
1.6.1 Medida de distancias	24
1.6.2 Medida de ángulos	30
1.6.3 Centrado y nivelación del teodolito	32
1.6.4 Referenciación y Bancos de Marca	34

CAPITULO 2. APLICACION DE CONCEPTOS Y OPERACION DEL EQUIPO TOPOGRAFICO.	
2.1 Levantamiento de Poligonos (Planimetria)	36
2.1.1 Poligonos abiertos	36
2.1.2 Poligonos cerrados	37
2.2 Cálculo de coordenadas de poligonos	43
2.3 Cálculo de áreas de poligonos (Agrimensura)	51
2.4 Cálculo del perimetro de poligonos (Perimetria)	62
2.5 Fórmulas para el cálculo de triángulos	65
2.6 Métodos y cálculos de nivelación (Altimetria)	68
CAPITULO 3. APLICACION A EJEMPLO ESPECIFICO, PROYECTO "VALLE DEL SOL", JUTIAPA.	77
3.1 Información general del Proyecto	78
3.2 Revisión de datos existentes	78
3.3 Levantamiento y cálculos de Planimetria	78
3.4 Cálculo del Perimetro del Poligono (Perimetria)	86
3.5 Levantamiento y cálculos de Altimetria	88
3.6 Elaboración de planos de topografia y perfiles	89
3.7 Consideraciones legales para el diseño de proyectos de urbanización	90
3.8 Aplicación al diseño del proyecto	93
3.8.1 Determinación de áreas	93
3.8.2 Geometria del Proyecto	94
3.8.3 Diseño de rasante de calles	94
3.8.4 Cálculo de curvas horizontales y curvas verticales	95
3.8.5 Cálculo de intersecciones	102
3.8.6 Cálculo de movimiento de tierras	107
CAPITULO 4. CONSIDERACIONES PARA EL REPLANTEO EN CAMPO	111
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	118
GLOSARIO	119
BIBLIOGRAFIA.....	123
ANEXO (PLANOS)	

INTRODUCCION

El hombre desde tiempos antiguos ha necesitado desarrollar sistemas de medición para determinar áreas para delimitar porciones de tierra con fines fiscales para recaudación de impuestos o fines comerciales como parcelamiento de áreas de cultivo, caza, etc. Con la edificación de ciudades, carreteras, vías de ferrocarril, puentes, presas, etc., ha necesitado perfeccionar sus sistemas de medición y el equipo para realizar los trabajos en el campo, es así como se creó una disciplina de medición y cálculos llamada TOPOGRAFIA, basada en principios de Geometria y Trigonometria. Esta disciplina es básica en Ingenieria y en Arquitectura ya que cualquier proyecto debe desarrollarse sobre la base fundamental del conocimiento de las características del terreno, tal es el caso de los trabajos de urbanización, que modifican la configuración natural del terreno para dotar de servicios a las unidades de vivienda diseñadas. Según lo anterior, el conocimiento de topografía está presente en las etapas de Prefactibilidad, Factibilidad y Ejecución de cualquier urbanización, por lo que es importante el "buen criterio y experiencia" del personal relacionado con los trabajos, siendo así como el proyectista debe decidir sobre el personal, los métodos de levantamiento y cálculos a emplearse, el topógrafo tiene la responsabilidad de recopilar del campo la más verídica información para procesarla y diseñar en gabinete (Factibilidad) y además trazará o replanteará el proyecto en la etapa de ejecución de la obra.

La Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala imparte el curso de Topografía comprendido en dos partes, la primera de conocimientos teóricos basados en cursos prerrequisitos de matemática, geometria, trigonometria y geometria descriptiva y una segunda parte de prácticas de campo que comprende el conocimiento, manejo y cuidado del equipo topográfico, actividad que requiere de experiencia que solo se adquiere con las prácticas de campo. En el tiempo disponible para impartir el curso de Topografía, no es posible aplicar los temas impartidos a algún proyecto en particular, circunstancia que junto a experiencias docentes sobre el tema, motivó el desarrollo de éste documento.

El presente trabajo de tesis titulado "CONSIDERACIONES TOPOGRAFICAS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE URBANIZACION, (PROYECTO "Valle del Sol", Jutiapa), pretende complementar en parte el curso de Topografía de la Facultad de Arquitectura o ser un documento de consulta en cursos afines o en la práctica de Ejercicio Profesional Supervisado. El desarrollo del trabajo está estructurado en cuatro capítulos que esencialmente son los siguientes:

CAPITULO 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES. Contiene los conceptos teóricos básicos para iniciar al estudiante en el curso de Topografía así como del conocimiento, manejo y cuidado del equipo topográfico, especialmente con el que se cuenta en la Facultad de Arquitectura.

CAPITULO 2. APLICACION DE CONCEPTOS Y DE OPERACION DEL EQUIPO TOPOGRAFICO. Explica los métodos de levantamiento de polígonos (Planimetría) y de nivelación (Altimetría), comúnmente aplicados en nuestro medio así como del trabajo de gabinete que complementa el trabajo de campo y que incluye varias alternativas para el cálculo de polígonos (Agrimensura y Perimetría), además incluye la descripción de los métodos de nivelación utilizados en nuestro medio, el cálculo de niveles y diferentes formas de trazar curvas de nivel así como recomendaciones para la elaboración de planos finales.

CAPITULO 3. APLICACION A UN EJEMPLO ESPECIFICO, PROYECTO "Valle del Sol", JUTIAPA. en este capítulo se comenta y/o aplican los conceptos técnicos descritos en el Capítulo 2, así como se hace mención a las leyes que deben tomarse en cuenta para el diseño de urbanizaciones a un proyecto concreto, además se describen y se presentan los planos que relacionados con topografía se elaboraron en el Proyecto "Valle del Sol", Jutiapa.

CAPITULO 4. CONSIDERACIONES PARA EL REPLANTEO EN CAMPO. En este capítulo se sugieren algunas aplicaciones para el replanteo o trazo de algunos elementos de diseño en el campo basados en la información de los planos de construcción expuestos en el capítulo anterior.

Al final del trabajo se incluye un Glosario que contiene algunos de los términos técnicos comúnmente usados en el desarrollo de obras de urbanización y que el autor considera pueden ser útiles al lector.

CAPITULO 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

1.1 CONCEPTO DE GEODESIA:

Ciencia o disciplina que trata de la investigación de la forma y dimensiones del globo terrestre.

La tierra es un esferoide de revolución achatado, cuyo eje polar es más corto que el eje ecuatorial. Las longitudes de estos ejes son:

	Eje Polar (m)	Eje Ecuatorial (m)
Clarke (1866)	12,713.530	12,756.412
Hayford (1909)	12,714.041	12,756.776
Valores adoptados (1924) por la UNION GEODESICA Y GEOFISICA INTERNACIONAL	12,714.047 (*)	12,756.776

(*) Calculado a partir del eje ecuatorial, suponiendo que el achatamiento de la Tierra es exactamente 1 : 297

- Davis, Raymond y Francis M. Foote, TRATADO DE TOPOGRAFIA

Como puede observarse en las cifras anteriores, el eje polar es unos 43 Kilómetros más corto que el eje ecuatorial, pero respecto al diámetro de la Tierra, esta cantidad es insignificante, ya que no llega a ser el 0.34 % del valor de dicho diámetro.

Suponiendo la tierra reducida al tamaño de un bola de billar, su forma resultaria perfectamente esférica, con su superficie lisa, y solo con mediciones de extraordinaria precisión podria descubrirse su falta de absoluta esfericidad. La figura No. 1 ilustra los elementos básicos de la esfera terrestre.



FIGURA No. 1

1.1.1 Levantamientos Geodésicos:

Son todos aquellos levantamientos generalmente de grandes extensiones superficiales que por lo mismo toman en cuenta la verdadera forma de la tierra, por lo que todas las líneas son curvas y los ángulos formados son esféricos. Cuando el área a levantarse no es muy extensa, puede obtenerse la precisión requerida considerando a la tierra como una esfera perfecta, como en el caso de levantamientos de grandes ciudades, pero si la superficie es muy grande debe adoptarse la verdadera forma esferoidal de la superficie terrestre.

Los levantamientos geodésicos y los datos obtenidos son de mucha importancia y trascendencia, por constituir puntos y redes como las de control horizontal y vertical que como referencia de mucha precisión son usadas como base a levantamientos para cualquier finalidad.

Para levantamientos geodésicos se emplean sistemas propios y equipo sofisticado y de gran alcance con los que se puede hacer lecturas de varios kilómetros de separación entre dos o más puntos.

1.2 CONCEPTO DE TOPOGRAFIA:

Ciencia o disciplina que trata del conjunto de operaciones de campo y gabinete que tienen como objeto determinar la posición relativa de puntos sobre la superficie de la tierra, éstas operaciones consisten esencialmente en medir distancias horizontales, distancias verticales o diferencia de alturas, ángulos entre puntos o rectas, orientaciones, etc., debido a la poca extensión y a sus fines prácticos, los trabajos de topografía no toman en cuenta la curvatura terrestre, suponen la tierra plana, las características del terreno se representan proyectadas en "planos", por tanto debe tenerse en cuenta las siguientes hipótesis de trabajo:

- a. Las líneas o planos de nivel se consideraran rectas.
- b. La dirección de la plomada en un punto cualquiera de un levantamiento se supone paralela en cualquier punto del levantamiento.
- c. Los ángulos sobre el terreno se tomarán como ángulos planos.

Como ilustración para confirmar el plano horizontal de la topografía, en la figura No. 1.1 se tomará como radio un medio del diámetro del eje ecuatorial adoptado por La Unión Geodésica y Geofísica Internacional ($d = 12,756.776$ m.) y como $\beta = 1^\circ$

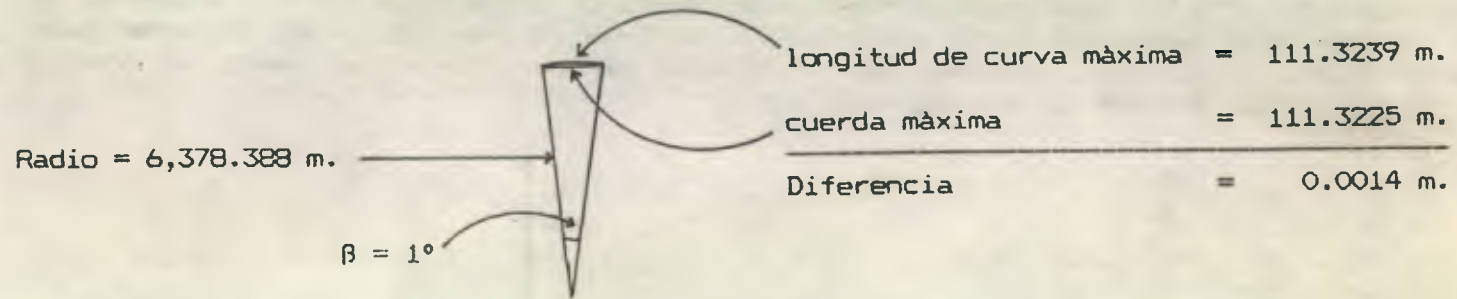


FIGURA No. 1.1

La diferencia entre la longitud de curva máxima y la cuerda máxima indica que el error entre un plano horizontal de 111.3225 m. y el plano curvo generado por un ángulo común de un grado (1°) es de 0.0014 m., error mínimo que no afecta la precisión de levantamientos topográficos.

1.2.1 Planimetría:

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal, toma en cuenta dos dimensiones x & y (ver figura No.3). La Planimetría se divide en:

- | | |
|-------------------------|---|
| | Longimetría: medición de longitudes o distancias. |
| Trabajos de campo | Goniometría: medición de ángulos. |
| | Longimetría: cálculo de longitudes o distancias. |
| | Goniometría: cálculo de ángulos. |
| Trabajos de Gabinete .. | Agrimensura: cálculo de polígonos. |
| | Perimetría: cálculo de datos perimétricos de polígonos. |

1.2.2 Altimetria:

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la representación gráfica de la tercera dimensión del terreno, toma en cuenta las tres dimensiones x , y & z (ver figura No. 3) generalmente se les llama trabajos de Nivelación, la unión de trabajos de planimetría y altimetría nos proyectan en un plano toda la información requerida del terreno para determinados fines como pueden ser el diseño de carreteras, sistemas de riego, urbanizaciones, diseños de arquitectura, etc.

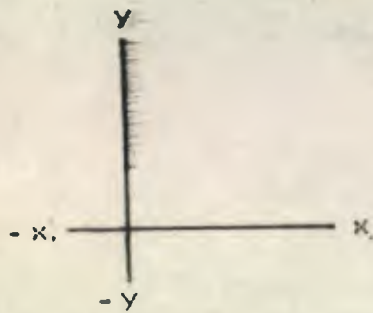


Figura No. 2

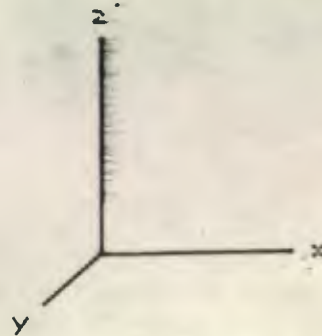


Figura No. 3

1.2.3 Levantamientos topográficos:

Según los conceptos anteriores puede resumirse que estos son trabajos de campo de pequeñas extensiones de tierra con el fin de representar la configuración del terreno, no tomando en cuenta la forma esférica de la tierra. Su aplicación está dirigida principalmente a :

- levantamientos catastrales,
- levantamientos para urbanizaciones,
- levantamiento para carreteras,
- levantamiento para acueductos,
- levantamiento para sistemas de riego, etc., también existen aplicaciones de topografía a especialidades profesionales como:
- levantamientos hidrográficos,
- levantamientos fotogramétricos,
- levantamiento de minas, etc.

1.3 TRABAJOS PRELIMINARES:

En Topografía se conoce como Trabajos Preliminares a la obtención de datos iniciales o características básicas de una porción de tierra y/o sus accidentes geográficos para sustentar el inicio de un estudio o proyecto. El contenido de esta información, generalmente la determina el fin, proyecto o diseño, facilitando el desarrollo del trabajo de campo y gabinete.

1.3.1 REVISION DE DATOS EXISTENTES:

Para iniciar un levantamiento topográfico, es conveniente contar con la mayor cantidad de información sobre el terreno, entre esta información se puede contar con:

a. PLANOS DE REGISTRO:

Plano del terreno con datos registrales como tipo de finca, rústica o urbana, número de finca, número de folio, número de libro y de qué departamento, propietario/s, área, dibujo y datos del polígono como rumbos, distancias entre estaciones, colindancias, etc.

b. CERTIFICACIONES:

Certificaciones del Registro de la Propiedad Inmueble, donde se indique que las inscripciones sobre las fincas de nuestro interés, desmembraciones áreas, gravámenes, propietarios, compradores o adquirentes, etc.

c. HOJAS CARTOGRAFICAS:

En nuestro medio existen hojas cartográficas a escala 1:50,000 que para proyectos de regulares y grandes dimensiones brindan un grado de detalle importante en cuanto a configuración del terreno, accidentes geográficos, infraestructura, elevaciones, bancos de marca; brindan posibilidad de ubicación y orientación para nuestros proyectos. Dependiendo el uso pueden cambiarse de escala, reduciendo o ampliando los sectores de nuestro interés.

d. FOTOGRAFIA AEREA:

Método auxiliar moderno que nos da una visión tridimensional del terreno y sus accidentes y que puede facilitar la planificación del levantamiento.

2. OTRAS FUENTES DE INFORMACION:

La mayor cantidad de información normalmente tendrá su origen en personas conocedoras del terreno como son el propietario, personas de avanzada edad, autoridades, etc.

1.3.2 INSPECCIONES OCLARES:

Como trabajo preliminar también se toman las inspecciones oculares que complementan la información mencionada anteriormente con la información de campo, siendo un factor importante para la determinación del método más conveniente de levantamiento, personal y equipo a usar, tiempos y costos, etc. Siempre que el fin del levantamiento indique otra cosa, en las inspecciones oculares debe tomarse en cuenta la obtención de los siguientes datos:

- a. Localización exacta del terreno y su distancia hacia la ciudad Capital o hacia el poblado más cercano para abastecimientos y hospedaje del personal
- b. Tipos de vías de acceso para establecer el adecuado medio de transporte.
- c. Localización de mojones, cercos, instalaciones, etc., que servirán de base o referencia para iniciar el levantamiento.
- d. Tipo y cantidad de vegetación para así determinar la necesidad de personal para hacer brechas, trompos, estacas, chapeos, transporte de equipo, etc.
- e. Localizar Bancos de Marca si existen cercanos al terreno si el futuro diseño necesita estar "enlazado" a puntos de la red de control vertical y horizontal de la República.
- f. Contactar a personas que estén identificadas plenamente con las características y circunstancias especiales del terreno y que sirvan de guías durante todo el proceso de levantamiento, en nuestro medio se conoce a estas personas como "conocedores".

1.3.3 CONDICIONES NECESARIAS Y PERSONAL PARA REALIZAR LAS MEDIDAS:

Como condiciones para iniciar cualquier levantamiento en el campo se pueden resumir las siguientes:

- a - Revisión de datos existentes como ya se indicó en el inciso 2.1
- b - Tener claro para que va a servir el trabajo a realizar para saber qué es lo que se va a hacer y como se va a hacer.
- c - Tener presente cuales son los datos a obtener durante el desarrollo del levantamiento, de modo que en el campo se ponga en práctica la teoría de clase.
- d - Hacer un listado del equipo a usar, y hacer una revisión previa del estado del equipo.

El personal mínimo para realizar las medidas de campo, básicamente es de tres personas, pero pudiera ser mayor dependiendo las características y dimensiones del levantamiento, en principio la "Brigada" está formada por:

- a - El Topógrafo u operador, persona responsable de dirigir el trabajo y de llevar registro de datos.
- b - Los Cadeneros, personal auxiliar del topógrafo y que son de dos categorías durante el trabajo:
 - El cadenero de adelante, persona que encabeza los levantamientos, de su habilidad y buen juicio para localizar las nuevas estaciones o puntos depende el mayor o menor tiempo que dure el levantamiento, muchas veces se le llama portamira si el levantamiento es taquimétrico, es decir es la persona que lleva la mira o estadal para medir en forma indirecta las distancias entre estaciones.
 - El cadenero de atrás, persona que señala o dà "dà vista" en la estación que va quedando atrás, y por último está el personal que no es directamente de la brigada pero es indispensable y son:
 - Los brechadores normalmente de la región, éstas personas chapean y abren las brechas por donde pasarán las líneas del polígono o caminamiento, además hacen lo que en nuestro medio llamamos "material" y que son los trompos, estacas, etc., a éstas personas también se les conce con el nombre de Peones.

SISTEMA CIRCULAR:

Este sistema tiene como unidad el Radián que es el arco que tiene longitud igual al radio o sea que una circunferencia de un Radio dado tiene una longitud de 2π Radianes, cada cuadrante tiene un valor de $\pi/2$ Radianes. Este sistema de medida angular no es usual en trabajos de topografía en nuestro medio.

SISTEMA CENTESIMAL O G.O.N.

Este sistema de medición de ángulos es relativamente nuevo y el cual se pretende introducir en nuestro medio debido a que presenta alguna ventaja sobre el sistema sexagesimal. Este sistema divide a la circunferencia en cuatrocientas partes llamadas grados centesimales, Gradián o Gon, cada cuadrante divide a la circunferencia en cien partes. Como una ventaja importante de este sistema puede mencionarse el hecho de que para convertir a decimales de grado un determinado ángulo para poder operarlo trigonométricamente, la operación puede hacerse mentalmente.. El grado centesimal o Gon se indica agregando una "g" a la derecha del valor, los minutos se indican agregando una "c" a la derecha del valor y los segundos agregando "cc" a la derecha del valor, ejemplo Convertir a decimales de grado el ángulo $25^g 84^c 72^{cc}$:

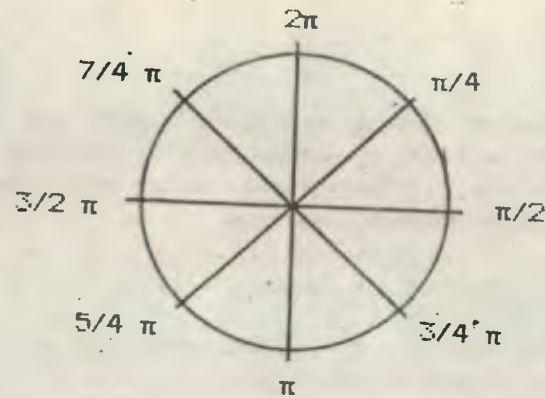
$$25^g 84^c 72^{cc} = 25.8472^g \text{ donde la operación es } 25/1 + 84/100 + 72/10000 = 25.8472^g$$

En la figura N° 5 ilustra las características gráficas de cada sistema:



SISTEMA SEXAGESIMAL

SISTEMA CENTESIMAL



SISTEMA CIRCULAR

Figura N° 5

1.4.2 Sistemas de medición lineal

En nuestro medio existe bastante bibliografía con datos sobre sistemas de medidas con unidades lineales, de área, de volumen, capacidad, etc., pero para los fines de éste trabajo se considera suficiente mencionar los sistemas y unidades que de alguna manera son usadas en tareas de topografía en nuestro medio, por lo que al final de éste numeral se presenta una tabla de conversión de unidades que se espera sea de utilidad para el lector.

SISTEMA METRICO DECIMAL:

En Guatemala, el sistema legal de medida empleado es el Sistema métrico Decimal, cuya unidad básica y lineal es el Metro, la unidad de superficie el Metro Cuadrado y la unidad de volumen el Metro Cúbico. Como unidades de área derivadas de éste sistema usadas en topografía están la Hectárea, Area y Centiárea (Ha.Ar.Ca.) formadas por 10,000 / 100 / 1 metros cuadrados respectivamente, por ejemplo 28,354.15 m² equivalen a decir 2 Has. 83 As. 54.15 Cas.

SISTEMA ESPAÑOL :

Este sistema se emplea en nuestro medio desde la época colonial, tiene como unidad básica y lineal la Vara, como unidad de superficie la Vara Cuadrada y como unidad de volumen la Vara Cúbica, de éste sistema se derivan los términos superficiales de Manzana, que tiene 10,000 varas cuadradas (Mz.), la Caballería que su área es de 645,816 1/8 varas cuadradas. Es importante tener en cuenta que en el interior de la república existen unidades agrarias que tienen como base la vara lineal por lado y varían dependiendo el lugar, éstas son las Tareas y las Cuerdas, que pueden ser de 25 varas de lado, de 30 varas de lado, etc., la Tarea se usa para cuantificar áreas o cantidades de trabajo y la Cuerda para determinar áreas de terreno.

SISTEMA INGLÉS:

Este sistema tiene como unidad básica y lineal la yarda, como unidad de superficie, la yarda cuadrada, como unidad de volumen, la yarda cúbica, éstas dos últimas unidades son muy poco usadas en nuestro medio. Como múltiplos de la yarda se derivan la Milla, la Legua y como submúltiplos las pulgadas y los piés, siendo éstos últimos dos términos muy usados como unidades de superficie y de volumen.

CONVERSION

UNIDAD	X	FACTOR	=	UNIDAD	X	FACTOR	=	UNIDAD
metro		1.196307		varas		0.83591		metro
metro		1.093611		yardas		0.91440		metro
metro		3.28083		piés		0.30480		metro
metro		39.37		pulgadas		0.0254		metro
yarda		3.0		piés		0.33333		yardas
yarda		36.0		pulgadas		0.2778		yardas
yarda		0.0005681		millas		1760.0		yardas
vara		0.914156		yardas		1.093906		varas
vara		2.742465		piés		0.364635		varas
vara		32.909603		pulgadas		0.030386		varas
vara		0.000519		millas		1925.2760		varas
pié		12.0		pulgadas		0.08333		piés
pié		0.00019		millas		5280.00		piés

UNIDAD	X	FACTOR	=	UNIDAD	X	FACTOR	=	UNIDAD
pulgada		2.54		centímetros		0.3937		pulgadas
milla		1609.34928		metros		0.0006214		millas
milla náut.		1.1515		millas terr.		0.8684		millas n.
milla		1.6093		kilómetros		0.62139		millas
milla		0.33333		leguas		3.0		millas
kilómetro		0.539615		milla náut.		1.85317		kilómetros
kilómetro		1196.31		varas		0.0008359		varas
kilómetro		3280.83		piés		0.000305		kilómetros
kilómetro		1093.61		yardas		0.000305		kilómetros
kilómetro		1000.00		metros		0.001		kilómetros
legua		5775.00		varas		0.000173		leguas
legua		4828.00		metros		0.000207		leguas
legua		5280.00		metros		0.000207		leguas
legua		15840.00		piés		0.0000631		leguas
legua		4.8280		kilómetros		0.207125		leguas
metro ²		1.43115		varas ²		0.698739		metros ²
metro ²		10.763865		piés ²		0.092903		piés ²
metro ²		1550.00		pulgadas ²		0.000645		metros ²
metro ²		10000.00		centímetros ²		0.0001		metros ²
vara ²		7.521114		piés ²		0.132959		varas ²
vara ²		83.040456		pulgadas ²		0.12042		varas ²
pié ²		144.00		pulgadas ²		0.006944		piés ²
hectárea		10000.00		metros ²		0.0001		hectáreas
ha.		107639.00		piés ²		0.00000929		hectáreas
hectárea		2.47104		acres		0.4046879		hectáreas
hectárea		14311.5072		varas ²		0.00006987		hectáreas
hectárea		0.0221603		caballerías		45.12574		hectáreas
hectárea		1.43115		manzanas		0.698738		hectáreas
hectárea		100.00		áreas		0.01		hectáreas
hectárea		1000.00		centiáreas		0.001		hectáreas
cuerda *		436.711		metros ²		0.0022898		cuerdas *
cuerda *		625.00		varas ²		0.016		cuerdas *
cuerda *		0.04367		hectáreas		22.899		cuerdas *
cuerda *		0.1079		acres		9.2678		cuerdas *
cuerda *		0.0625		manzanas		16.00		cuerdas *

UNIDAD	X	FACTOR	=	UNIDAD	X	FACTOR	=	UNIDAD
cuerda **				metros ²				cuerdas **
cuerda **				varas ²				cuerdas **
cuerda **				hectáreas				cuerdas **
cuerda **				acres				cuerdas **
cuerda **				manzanas				cuerdas **
acre	4046.8721			metros ²	0.000247			acres
acre	5791.6810			varas ²	0.00017266			acres
manzana	10000.00			varas ²	0.0001			manzanas
manzana	6987.3842			metros ²	0.00014312			manzanas
manzana	1.72661			acres	0.5791696			manzanas
cab.	451256.5407			metros ²	0.00000222			cab.
caballeria	0.451257			kilómetros ²	2.216032			cab.
cab.	645816.1251			varas ²	0.00000155			cab.
caballeria	64.58161			manzanas	0.01548428			cab.
cab.	1033.3058			cuerdas *	0.00096777			cab.
km ²	1000000.00			metros ²	0.000001			km ²
km ²	100.00			hectáreas	0.01			km ²
km ²	247.1050			acres	0.0040047			km ²
km ²	143.11507			manzanas	0.006987			km ²
milla ²	2589894.7692			metros ²	0.386116			milla ²
milla ²	258.9895			hectáreas	0.0038612			milla ²
milla ²	2.5899			kilómetro ²	0.386116			milla ²
milla ²	3706468.00			varas ²	0.00000027			milla ²
milla ²	5.7392			caballerias	0.174240			millas ²
milla ²	370.6468			manzanas	0.002698			millas ²
milla ²	640.00			acres	0.0015625			millas ²

* cuerda de 25 varas de lado.

** cuerda de 30 varas de lado.

1.5 DESCRIPCION DEL EQUIPO TOPOGRAFICO:

En la actualidad existe variedad de equipos de precisión para topografía, desde aparatos convencionales hasta equipo electrónico muy sofisticado para trabajos de mucha

precisión como son los levantamientos Geodésicos, el equipo que aquí se describe es con el que se cuenta en la Facultad de Arquitectura para el aprendizaje en el curso de Topografía; siendo éste adecuado para las prácticas del curso, ya que existe poca diferencia con otras marcas usadas en nuestro medio.

CINTAS:

Es el equipo que sirve para determinar distancias en forma directa, existen cintas fabricadas de diferentes materiales, longitudes, colores, etc., pero en trabajos de topografía como el que aquí se presenta, se emplean cintas de acero, éstas cintas sufren poco estiramiento con la tensión que se hace al medir y poca dilatación térmica, existen también cintas fabricadas con una aliación de acero y níquel que son más resistentes a los cambios de longitud que las de acero. Las cintas pueden ser de talón invertido o de talón directo, talón es la fracción de un metro que tiene la cinta en decímetros o en centímetros, el resto de la cinta está de 50 en 50 centímetros. Las cintas de talón invertido tienen la numeración del primer metro de derecha a izquierda y las de talón directo de izquierda a derecha. Ver figura N° 6

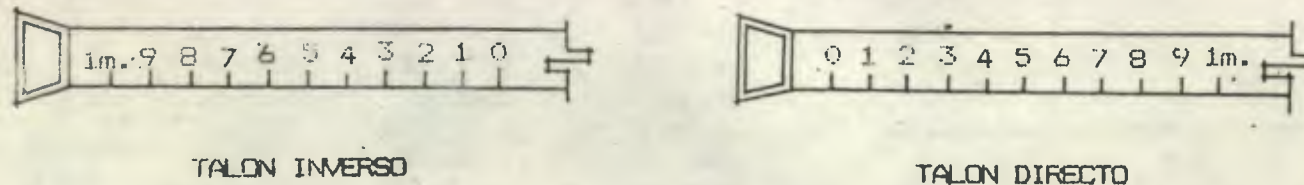


Figura N° 6

Es usual y de mucha utilidad para el cadenero de adelante usar una cinta de bolsillo de 3 a 5 metros de longitud o una pequeña regla plástica graduada en centímetros para poder medir con exactitud cualquier longitud entre el talón de una cinta. Ver figura N° 7.

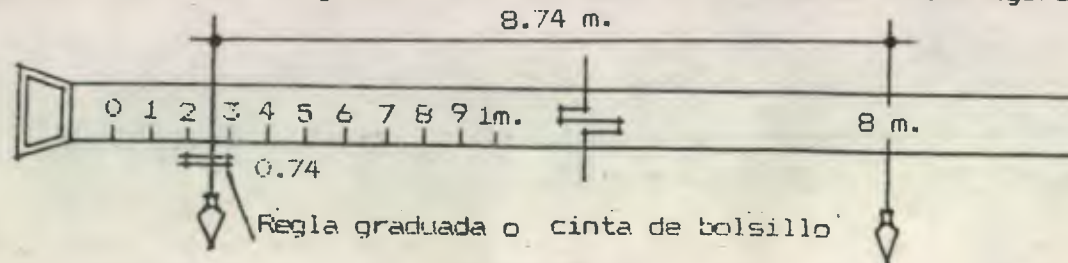


Figura N° 7

PLOMADAS:

Son objetos pesados de forma cónica con punta de acero que se suspende por un hilo que marca la verticalidad de cualquier punto que se desea localizar, las hay de varios pesos, siendo comunes de 8, 12 y 16 onzas, de las cuales las más pesadas son recomendables en lugares donde sopla mucho el viento. Ver figura N°8.

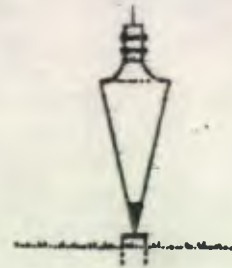


Figura N° 8

JALÓN O BALIZA:

Es una especie de vara metálica o de madera pintada de colores rojo y blanco a cada 20 o 50 centímetros, su función es la de localizar puntos, dirección de líneas, especialmente en zonas de muchos obstáculos o donde el viento dificulta el uso de la plomada para dar vistas, su uso en cuanto a la verticalidad del jalón depende de la habilidad del cadenero. Ver figura N° 9.

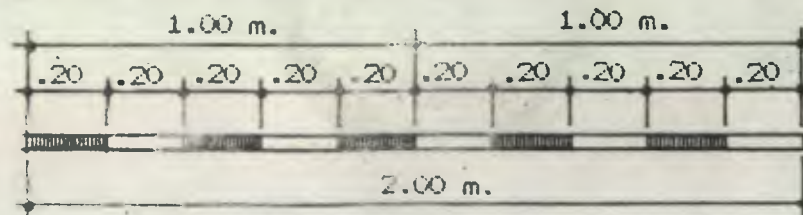


Figura N° 9

AGUJAS:

Son varillas metálicas de 30 centímetros de longitud, con punta en un extremo y argolla en la otra para colocarlas en un gancho para trasportarlas, se usan para localizar puntos instantáneos o transitorios que van a medirse, es aconsejable estén pintadas al igual que las balizas de rojo y blanco para que su localización sea fácil en el campo. Ver figura N° 10



Figura N° 10

BRUJULA:

Es un instrumento que determina el Azimut o Rumbo magnético de una línea, consta de una aguja magnética que define el norte sobre un círculo graduado en 360° o cuatro cuadrantes de 90° en sentido NE, NW, SE, SW. Su uso es principalmente para trabajos preliminares o para la orientación inicial de cualquier trabajo de topografía. Algunos teodolitos traen como accesorio una BRUJULA DECLINATORIA, que consiste en una aguja magnética que indica la orientación norte para el inicio de los levantamientos topográficos. Ver figura N° 11

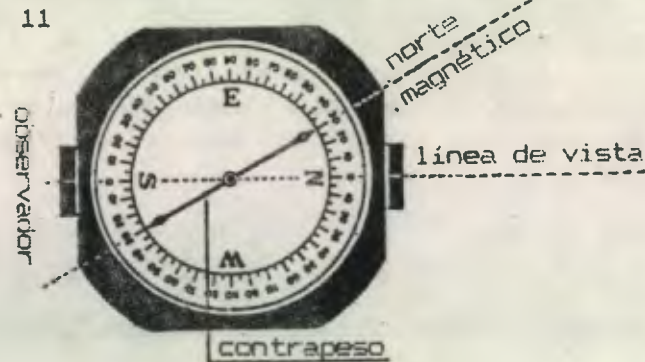


Figura N° 11

ESTADAL O MIRA:

Son reglas de aluminio o de madera graduadas en centímetros y decímetros, usualmente de cuatro metros de longitud, suelen ser plegables en dos partes de dos metros cada una, en cuatro partes de una metro cada una o de enchufle de uno o dos metros dependiendo su diseño. Su uso es el poder determinar diferencias de nivel, distancias verticales y horizontales en forma indirecta. Ver figura N° 12.



Figura N° 12

NIVEL DE MANO:

Instrumento rectangular o tubular que posee un nivel que se proyecta en el anteojo y que hay que nivelar poniendo la burbuja al centro del hilo horizontal de la visual, sujetándolo con la mano en sentido horizontal. Su uso es para realizar nivelaciones de poca precisión a corta distancia como en la nivelación de secciones transversales que se verán adelante, la función del nivel de mano se complementa con el estadal sobre el cual se hacen las lecturas. Ver figura N° 13

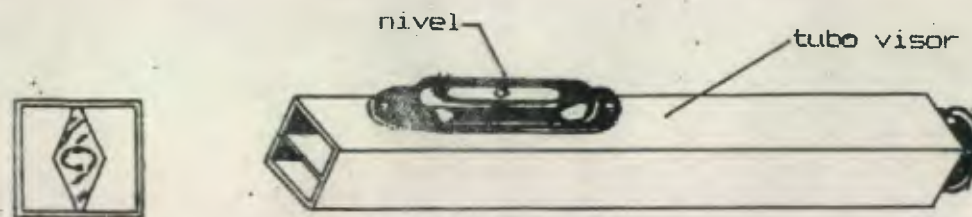


Figura N° 13

CLINOMETRO:

Instrumento muy parecido al nivel de mano en su forma y uso, ya que también sirve para hacer trabajos de nivelación, su diferencia con el nivel de mano es que el clinómetro cuenta con un círculo vertical graduado que permite determinar un ángulo de inclinación o definir una pendiente, al igual que el nivel de mano su trabajo se complementa con el estadal. Ver figura N° 14.

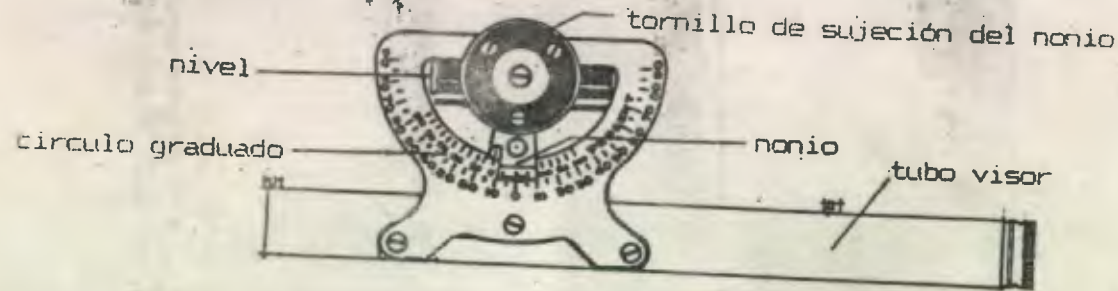


Figura N° 14

TEODOLITO :

Es el aparato universal para la Topografía, debido a la gran variedad de usos que se le dan, puede usarse para medir y trazar ángulos horizontales y direcciones, ángulos verticales y diferencias en elevación, para la prolongación de líneas y para la determinación de distancias en forma indirecta. Existe variedad de fabricantes de teodolitos que difieren en cuanto a detalles de construcción, pero sus características esenciales y principios básicos son iguales, ya que con cualquier teodolito se leen ángulos horizontales en su transportador horizontal, se leen ángulos verticales en su transportador vertical, se localizan objetivos con su telescopio, poseen similares mecanismos de nivelación y tornillos de precisión para sus diferentes movimientos que son, el movimiento azimutal, el movimiento general y el movimiento vertical. La Facultad de Arquitectura cuenta con teodolitos Sockisha serie TM - 20 C de fabricación japonesa y teodolitos Kern serie KO - S de fabricación suiza. Ver Figura N° 15.

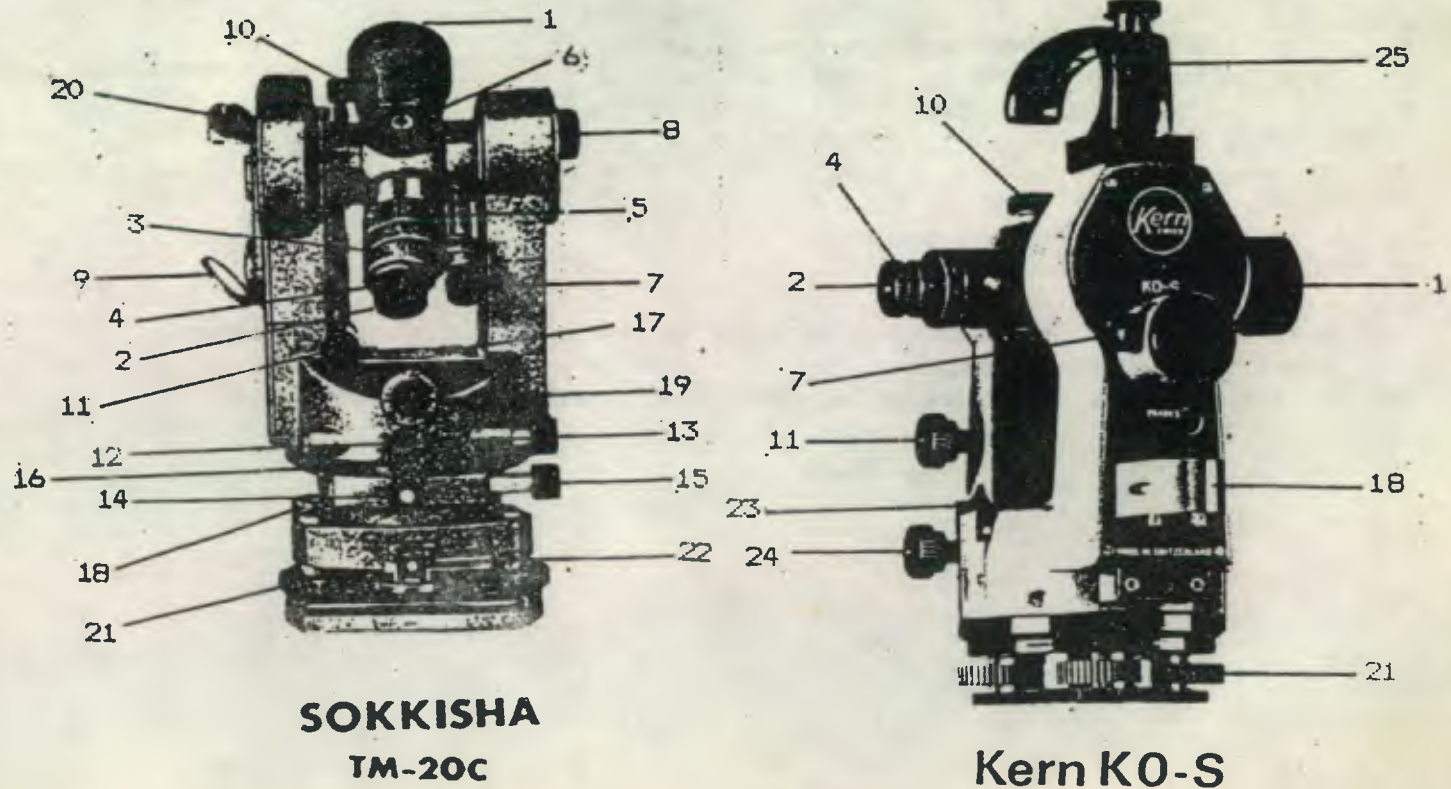


Figura 15

Nomenclatura de los Teodolitos
Sokkisha TM - 20 C y Kern KD - S

1. Lentes objetivos del telescopio
2. Oculares del telescopio
3. Ajuste del foco de la reticula
4. Cubierta de ajuste de la reticula
5. Ajuste del foco del telescopio
6. Mira del indice y ajuste de iluminación de la reticula
7. Oculares del microscopio
8. Botón del micrómetro
9. Reflector de luz
10. Botón fijador del movimiento vertical
11. Tornillo de ajuste fino del telescopio
12. Botón fijador del movimiento superior o azimutal
13. Tornillo de ajuste fino del movimiento azimutal
14. Botón fijador del movimiento inferior o general
15. Tornillo de ajuste fino del movimiento general
16. Anillo de posición del círculo
17. Nivel de la placa o nivel horizontal
18. Nivel circular
19. Plomada óptica
20. Declinatoria magnética (brújula)
21. Tornillos de nivelación
22. Tribraquio
23. Leva de control de movimiento azimutal en posición arriba y movimiento general en posición abajo.
24. Tornillo de ajuste fino para los movimientos azimutal y general
25. Asa portante

NIVELES DE PRECISION:

Son llamados también Equialtímetros, se usan en trabajos de altimetría para medir diferencias de nivel entre dos puntos definidos en el campo, a diferencia del Teodolito, consta únicamente del movimiento horizontal con su transportador horizontal. La Facultad de Arquitectura posee niveles de precisión marca Sokkisha y Kern, mismos que por su diseño de centraje y nivelado sobre tripodes de base en forma de rótula son muy versátiles y rápido su manejo en el campo. Ver figura N° 16

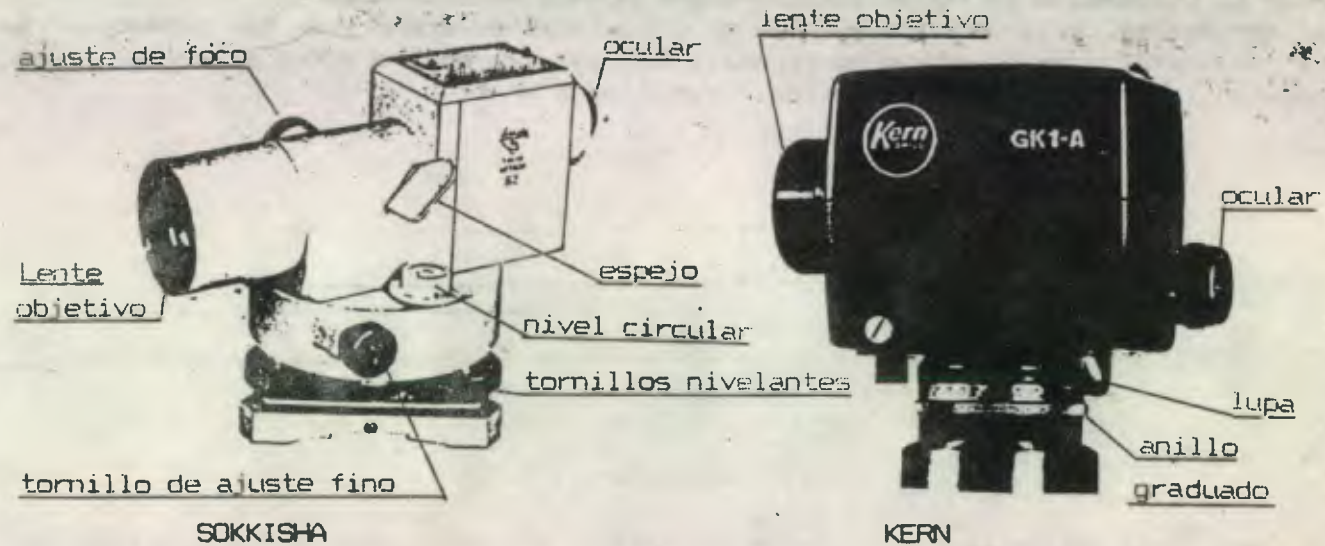


Figura N° 16

1.6 MANEJO Y CUIDADO DEL EQUIPO TOPOGRAFICO:

Anteriormente se ha descrito y se ha señalado la función de cada uno de los instrumentos que componen el equipo regular de topografía, a continuación se expondrá su uso complementado entre si en mediciones lineales y en mediciones angulares, además se considera conveniente el señalar los errores más frecuentes que inciden en la precisión de los trabajos topográficos así como del cuidado del equipo como responsabilidad directa del operador.

1.6.1 MEDIDA DE DISTANCIAS

Se entenderá por medida de distancias, la longitud horizontal entre dos o más puntos localizados en el terreno, medidas en forma directa sobre el plano horizontal, sobre planos inclinados según la forma del terreno para luego ser reducidas a planos horizontales o medidas en forma indirecta por métodos taquimétricos.

MEDIDA DE DISTANCIAS EN FORMA DIRECTA SOBRE PLANOS HORIZONTALES:

Estas medidas se realizan con la ayuda de las cintas de acero y de las plomadas. Si la forma del terreno es un plano horizontal, la cinta se estira sobre el suelo tensándola en toda su longitud durante la medida. Ver figura N° 17

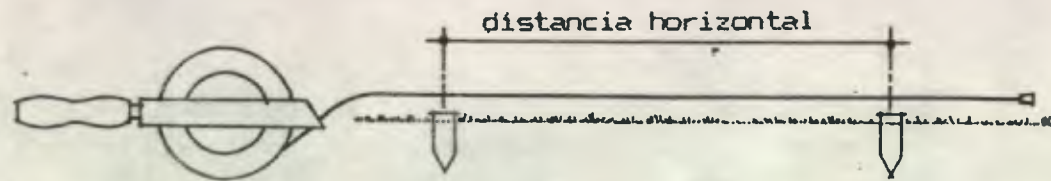


Figura N° 17

Si el terreno no es horizontal o entre los puntos por medir hay obstáculos como piedras, arbustos, etc., la cinta se sostiene sobre uno de los puntos y en el otro extremo libre del suelo haciendo transferencia de la distancia sobre la cinta por medio de una plomada. Ver figura N° 18

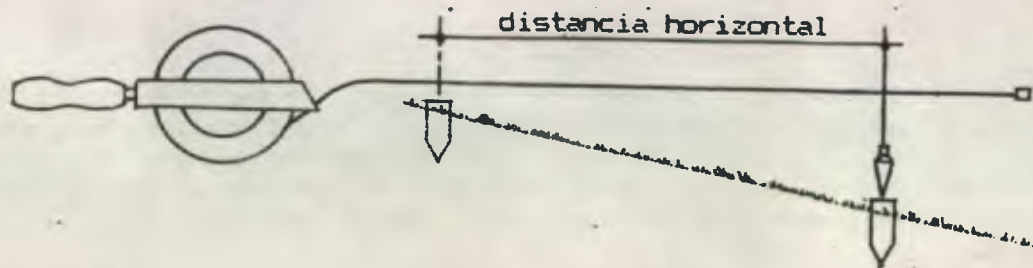


Figura N° 18

El uso de las plomadas en ambos extremos debe evitarse en lo posible, sin embargo en nuestro medio es utilizado por cadeneros experimentados. Ver figura N° 19



Figura N° 19

Si la distancia a medir es más larga que la longitud total de la cinta en terrenos inclinados o dificultosos, la medida se realizará en forma escalonada es decir se realizará midiendo longitudes cortas que generalmente por facilidad se toman distancias enteras excepto la última que por lo regular dará una longitud decimal. La distancia final será la sumatoria de las distancias parciales. En los puntos intermedios que son transitorios pueden usarse las agujas metálicas mencionadas anteriormente o trompos de madera si no existen agujas. Ver figura N° 20

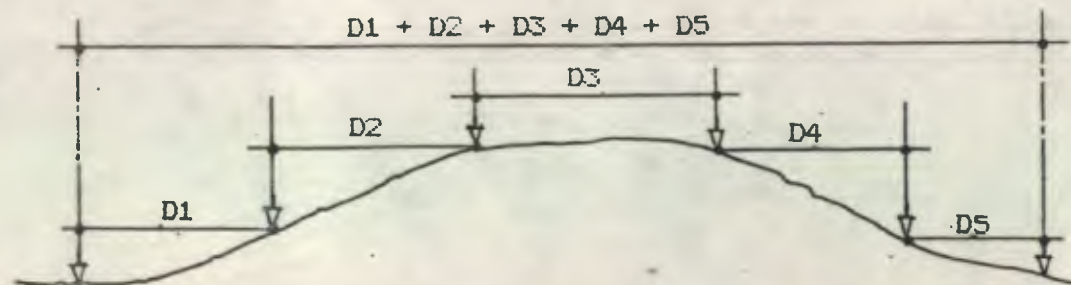


Figura N° 20

Cuando se hace una medida horizontal con cinta, ésta debe ser sostenida en una posición de nivel estimada muchas veces a "ojo" o con la ayuda del nivel de mano, clinómetro o según sea el caso con el nivel de precisión o el teodolito. Ver figura N° 21

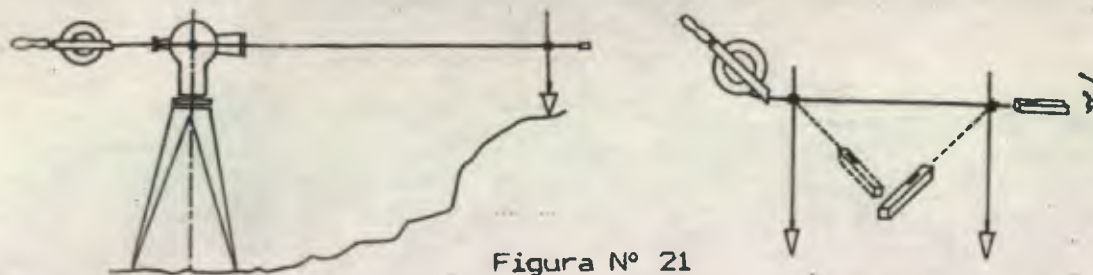


Figura N° 21

En medidas de tipo ordinario, la tensión de la cinta es ejercida de acuerdo al criterio y experiencia de los cadeneros, en trabajos de mucha precisión, la tensión es medida por medio de una balanza de resorte según especificaciones de fabricación de la cinta. Para nuestro caso la precisión requerida no necesita del uso de balanza.

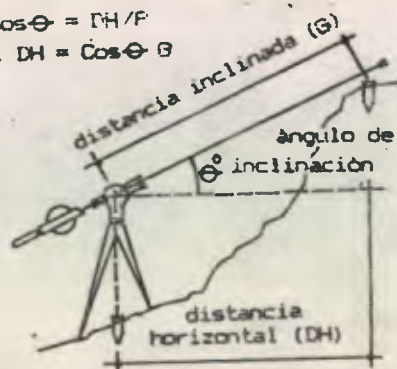
MEDIDA DE DISTANCIAS EN FORMA DIRECTA SOBRE PLANOS INCLINADOS:

Cuando la medida entre dos puntos es imposible de medir en planos horizontales, se hace sobre un plano inclinado o en pendiente, aplicándole a la cinta la tensión usual y leyendo la distancia sobre los puntos sin usar plomada, ésta distancia también puede leerse desde el punto en un extremo del eje vertical del teodolito al siguiente punto. Conociendo la distancia inclinada, la distancia horizontal se calcula conociendo:

- la diferencia de nivel entre los puntos, o
- el ángulo de inclinación de la cinta medido con el teodolito. Ver figura N° 22

$$\cos \theta = DH / S$$

$$\therefore DH = \cos \theta \cdot S$$



$$DH = \sqrt{S^2 - N^2}$$

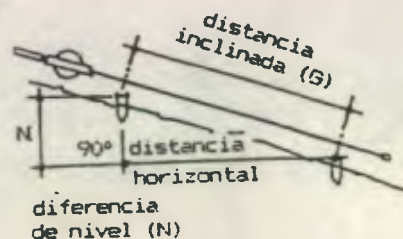


Figura 22

MEDIDA DE DISTANCIAS EN FORMA INDIRECTA:

El método usual para medir distancias en forma rápida sin que la conformación del terreno sea obstáculo, es el método Taquimétrico o Estadimétrico, realizando con el teodolito y una mira o estadal, éste método es muy útil y económico en trabajos de topografía donde la precisión de 1/333 o menos es suficiente. Ver numeral 2.1.2. Esta técnica se realiza entre los puntos o estaciones a medir, centrando el teodolito en un extremo, las lecturas se hacen primeramente con la ayuda de los hilos estadimétricos que posee el telescopio del teodolito sobreponiéndolos sobre la mira, seguidamente se lee el ángulo de inclinación o ángulo vertical en el ocular del microscopio del teodolito, los datos se anotarán en la libreta de campo.

Para calcular la distancia horizontal hay que tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- El hilo estadimétrico central interceptado con el hilo vertical indican el punto exacto u objetivo localizado con el teodolito.
- La diferencia entre los hilos superior e inferior se llama "Intervalo Estadimétrico" y tiene que ser igual a la sumatoria de los intervalos comprendidos entre el hilo superior y el medio y el inferior, la anotación de la lectura del hilo medio sirve para comprobar la precisión de la lectura. Ver figura Nº 23

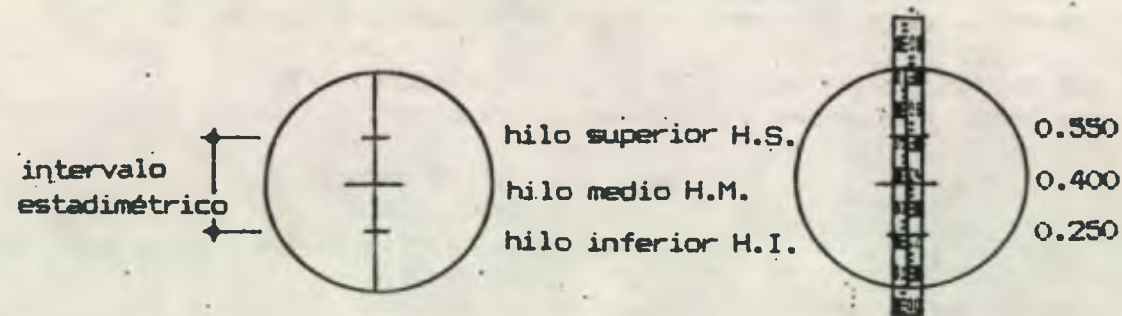


Figura Nº 23

Conociendo el intervalo estadimétrico se multiplica por cien que es una constante de fabricación de los instrumentos y que se conoce como "Factor de intervalo estadimétrico".

La fórmula para calcular la distancia horizontal es:

$$\text{Distancia Horizontal} = (H.S. - H.I.) * 100 * \cos^2 \phi,$$

donde ϕ es el ángulo de inclinación entre el plano horizontal y el objetivo. Ver figura N° 24

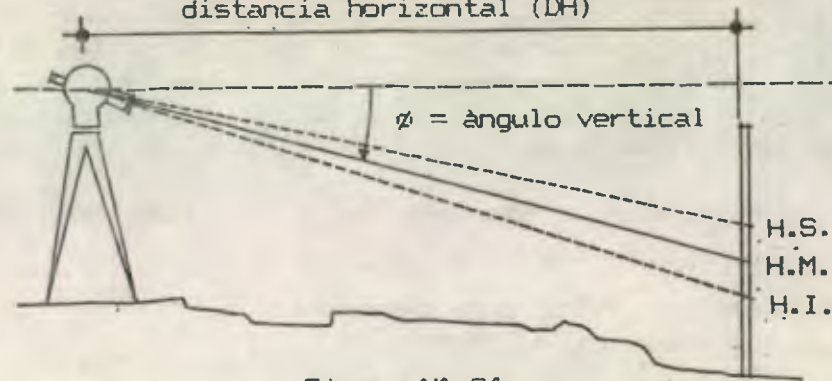


Figura N° 24

En la mayor parte de los casos y siempre dependiendo de la finalidad del trabajo, cuando el ángulo de inclinación es menor o igual que 3° , puede no operarse el $\cos^2 \phi$ y la razón es porque el $\cos 3^\circ = 0.9986$ y $\cos^2 3^\circ = 0.9973$ que tiende a la unidad cuyo efecto operativo puede no ser significativo según el criterio del calculista.

ERRORES QUE DISMINUYEN LA PRECISION EN LA MEDIDA DE LINEAS:

Los errores más frecuentes en la determinación de longitudes medidas con cinta son debidos a:

- descuido de los cadeneros
- defectos de la cinta
- condiciones bajo la cual la cinta esté calibrada,

éstos errores se pueden enumerar de la siguiente forma:

- 1) Alineamiento incorrecto a lo largo de la recta a medirse.
- 2) Sustentación de la cinta en forma tal que ésta no se encuentra alineada en toda su extensión.
- 3) Fuerza del viento.
- 4) Pandeo de la cinta (catenaria).

- 5) Descuido al plomear los puntos.
- 6) Longitud incorrecta de la cinta.
- 7) Variaciones de la temperatura.
- 8) Tensión incorrecta de la cinta.

Es importante observar que en la medida de distancias, los errores tienden a aumentar el registro de la longitud, existiendo la tendencia que las longitudes medidas sean mayores que las reales. Los errores que corresponden a los numerales 1, 2, 3, 4, tienden a aumentar el registro de la longitud, los numerales 5, 6, 7 y 8 tienden a disminuir dicho registro, es decir son de carácter compensativo, pero en general la tendencia es aumentar las distancias.

Los errores que pueden darse al medir distancias en forma taquimétrica básicamente son:

- 1) Lectura incorrecta sobre la mira de los hilos estadimétricos.
- 2) Lectura incorrecta del ángulo vertical.
- 3) Posición incorrecta de la mira, ya sea hacia los lados, situación que puede corregir el operador por medio de señales al portamira, o la mira también puede estar inclinada hacia atrás o hacia adelante del portamira, situación que no puede detectar el operador por lo que es recomendable usar un nivel circular en la mira o una plomada.

CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LAS CINTAS:

Es importante cuidar y mantener en buen estado los instrumentos y materiales que se usan en topografía, para obtener de ellos un mejor rendimiento, por otro lado es importante tener en cuenta, el costo elevado del equipo y el costo de reparación debido a que debe ser especializado el personal que realiza dichas reparaciones. Como algunas recomendaciones para el cuidado y mantenimiento de las cintas, pueden mencionarse

- Mantener la cinta enrollada en su carrete mientras no esté en uso.
- Limpiarla cuidadosamente al finalizar el día de trabajo.
- Si la cinta está mojada, secarla con un pedazo de tela y aplicarle una película de acéite.
- Si estuviera oxidada, limpiarla con una tela áspera con cemento portland o con polvo muy fino.
- Siempre que se guarde colocarla en su sitio sin tirarla.
- Al enrollarla o desenrollarla, la cinta debe correr tangencialmente al carrete evitando las "Cocas" que puedan romperla.
- Evitar doblar agudamente la cinta porque puede romperse a aplicarle una tensión.
- Evitar que personas se paren sobre la cinta o que pasen vehículos sobre ella.

1.6.2 MEDIDA DE ANGULOS:

Dependiendo la finalidad y condiciones particulares de cada levantamiento, así será el equipo a usarse para la determinación de ángulos, por ejemplo, si se tratara de determinar la orientación de una determinada línea se utilizará una brújula, si se necesita conocer los ángulos comprendidos entre líneas en un determinado levantamiento topográfico, lo indicado es usar un teodolito, si se necesitara conocer el ángulo de abertura de los muros de una construcción o los ángulos formados en un pequeño lote de terreno y no se cuenta con instrumentos para medición de ángulos, éstos pueden determinarse midiendo con cinta los triángulos que las líneas forman y después calcularlos trigonométricamente.

Por razones de cálculo es necesario poder convertir azimutes a rumbos y viceversa de la forma que se muestra en la figura N° 25

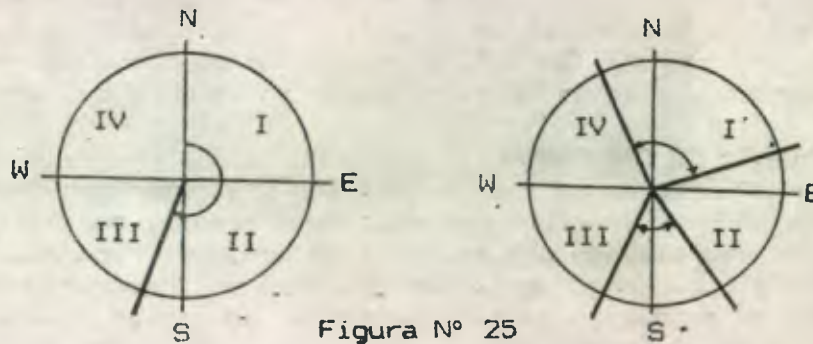


Figura N° 25

También se utilizan los términos de azimut inverso y rumbo inverso que se explican de la siguiente manera:

- AZIMUT INVERSO: sentido inverso de una línea de azimut determinado, ejemplo:

$$\text{sea } 175^{\circ} 35' 15'' \text{ el azimut dado, el azimut inverso será:} \\ 175^{\circ} 35' 15'' + 180^{\circ} 00' 00'' = 355^{\circ} 35' 15''$$

- RUMBO INVERSO: sentido inverso de una línea con rumbo determinado, éste sentido cambia la orientación de la línea en forma inversa, no así el valor del ángulo. Ver figura N° 26)

sea $S 45^{\circ} 35' 28'' E$ el rumbo dado, el rumbo inverso será:
 $N 45^{\circ} 35' 28'' W$.

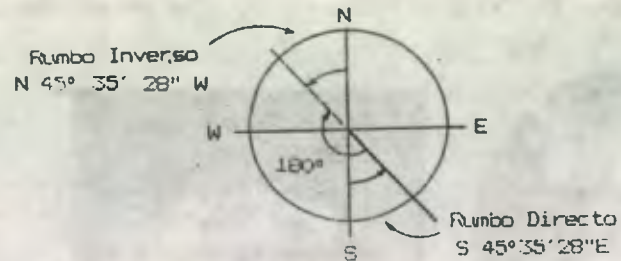


Figura N° 26

MEDICION DE ANGULOS CON BRUJULA MAGNETICA

Generalmente se usa la Brújula Magnética para la orientación inicial de cualquier levantamiento, para lo cual son adaptadas a los teodolitos.

En levantamientos preliminares de poca precisión se usa una brújula que puede montarse sobre un tripode llamada Brújula de Agrimensor, una cinta métrica y dos jalones. El levantamiento que con éste equipo se puede realizar se llama "Caminamiento a Rumbo y Distancia" que consiste en medir los rumbos entre las estaciones anterior y posterior a la estación donde se encuentra la brújula y la distancia se mide con la cinta. Ver figura N° 27.

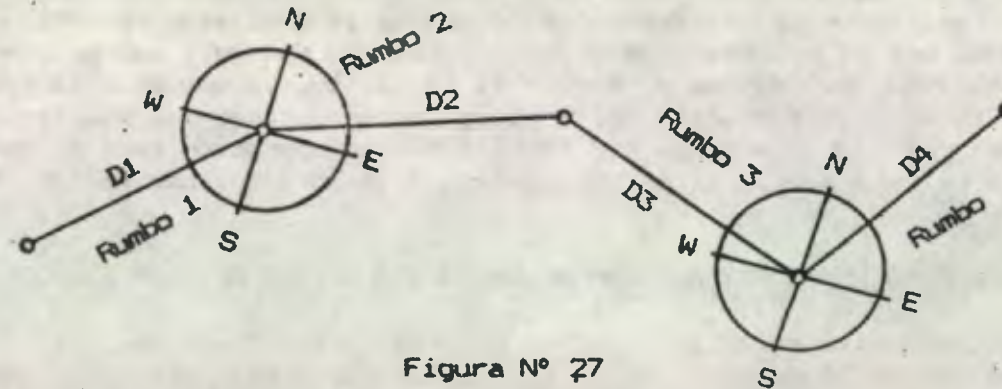


Figura N° 27

MEDIDA DE ANGULOS CON TEODOLITO:

El teodolito por los diferentes usos que pueden darsele es llamado instrumento universal del topógrafo, anteriormente se indicó las partes que lo componen y las lecturas que en él se hacen sobre el estadal, a continuación se presentan ejemplos de lectura de ángulos

él se hacen sobre el estadal, a continuación se presentan ejemplos de lectura de ángulos en los teodolitos Sokkisha TM 20 C y Kern KO-S, que es el equipo con el cuenta la facultad de Arquitectura. Ver figura N° 28

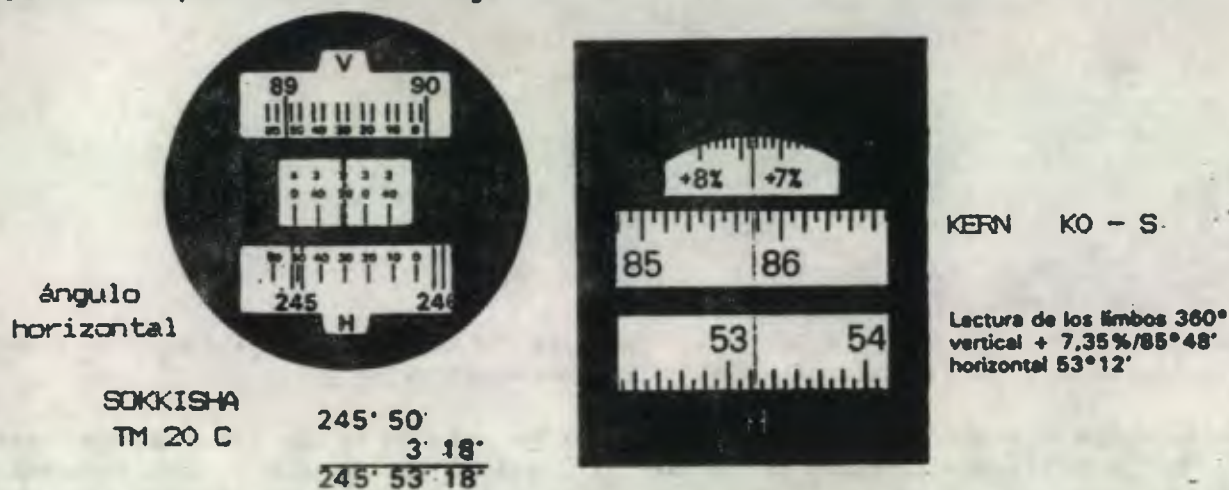


Figura N° 28

1.6.3. CENTRADO Y NIVELACION DEL TEODOLITO:

Para que los resultados de un levantamiento tengan la precisión requerida, es necesario en primer lugar que el aparato esté en buen estado de ajuste y que el operador tenga la suficiente habilidad de centrar y nivelar el teodolito, ya que de esta habilidad también depende el tiempo de ejecución del trabajo, algunas casas fabricantes de equipo de precisión han diseñado elementos que facilitan ésta operación como el caso del equipo Kern que para el centraje vertical del aparato trae lo que llama Bastón Centrador como se verá adelante.

-PROCEDIMIENTO PARA CENTRAR Y NIVELAR EL TEODOLITO SOKKISHA TM-20 C

1. Colocar el teodolito en el tripode con su brújula declinatoria.
2. Colocar el teodolito sobre la estación y el plato lo más horizontal posible.
3. Afinar la plomada óptica aclarando la imagen y la retícula con la graduación del ocular de la plomada óptica.
4. Colocar el teodolito lo más acertadamente posible sobre el clavo de la estación dejando fija una pata del tripode y con las otras dos manipular el aparato hasta llegar la retícula de la plomada al clavo teniendo cuidado de no perder la horizontalidad del

plato.

5. Centrar el nivel esférico por medio del movimiento de extensión de las patas del tripode.
6. Corregir la centrada del clavo aflojando el tornillo de centro y corriendo el aparato sobre la base del tripode.
7. Aflojar el tornillo de movimiento azimutal o general.
8. Nivelar la alidada con el nivel tubular por medio de los tornillos nivelantes, primero con dos tornillos con movimientos en sentidos encontrados, luego con un giro a 90° , repetir el proceso por menos tres veces una en cada lado de la base del aparato.
9. Poner el aparato en $0\ 00' 00''$
0. Indicar el levantamiento por el método elegido.

-PROCEDIMIENTO PARA CENTRAR Y NIVELAR EL TODOLITO KERN KO-S

1. Colocar el tripode sobre la estación.
2. Aflojar el tornillo superior del bastón centrador.
3. Colocar la punta inferior del bastón centrador sobre el clavo de la estación.
4. Maniobrar la base o cabeza centradora hasta que la burbuja del nivel esférico del bastón esté centrado.
5. Colocar el teodolito sobre su base accionando su seguro.
6. Nivelar el teodolito por medio de los tornillos nivelantes de la misma forma que con el teodolito Sokkisha.
7. Poner el aparato en $0\ 00' 00''$.
8. Iniciar el levantamiento por método elegido.

Nota: si no se tuviere bastón centrador, puede centrarse por el procedimiento normal de plomada óptica.

DEFICIENCIAS Y DEFECTOS QUE OCASIONAN ERRORES DURANTE EL USO DEL TEODOLITO:

1. Expansión del instrumento debido a la temperatura y vibraciones debido al viento.
2. Asentamiento desuniforme de las patas del tripode.
3. Enfoque deficiente (paralax) o eje de colimación descorregido.
4. Deficiente colocación del instrumento sobre el punto a usarse.
5. Refracción irregular de la atmósfera.

ERRORES COMUNES EN LA MANIPULACION Y LECTURA DEL TEODOLITO:

1. Manipulación de tornillos de movimiento equivocado.
2. Desconocimiento de lectura de pantalla.

PRECAUCIONES EN EL MANEJO DEL TEODOLITO:

1. Las mariposas de la patas deben estar lo suficientemente apretadas para evitar deslizamiento del aparato.
2. Transportar el Teodolito dentro de su caja durante el recorrido al punto de trabajo.
3. Apretar los tornillos correspondientes para guardarlo en su caja.
4. En el campo, transportar el teodolito sobre el hombro con el aparato hacia atrás y la aliada suelta, al entrar en edificios quitar el aparato del hombro y éste deberá ir hacia adelante, el telescopio irá apretado con el lente del objetivo hacia adentro para evitar que con un golpe se rompa.
5. Evitar que la lluvia penetre en el lente objetivo hacia el telescopio.
6. Secar las partes metálicas para guardarlo.
7. Limpiar el lente del telescopio cuidando que no se raye.
8. No usar fuerza para ajustar los diferentes tornillos del teodolito, solo lo necesario para que no exista desplazamiento.
9. No tocar el aparato más de lo necesario, ni recostarse ni colgarse de él.
10. Nunca dejar que otra persona se acerque demasiado al aparato y mucho menos que toque las partes del aparato.

1.6.4 REFERENCIACION Y BANCOS DE MARCA:

Las referencias de campo y los Bancos de Marca o B.M. son elementos muy importantes en cualquier trabajo de topografía, las referencias pueden indicar el inicio o alguna sección de un levantamiento, consisten en por lo menos dos marcas consecutivas perennes, de orientación y distancias conocidas de preferencia de concreto o varillas de hierro o cualquier señal que pueda localizarse pasado algún tiempo del levantamiento y realizar en base a ellos trabajos planimétricos como chequeos, replanteos, particiones o trazos que se hallan elaborado en gabinete y necesiten trasladarse al campo. Los Bancos de Marca también son referencias permanentes generalmente de concreto que se usan para trabajos de altimetría, en ellos se marca ya sea la altitud sobre el nivel del mar a ese punto o una cota arbitraria que se tome como plano de referencia para la nivelación de un terreno. Es importante saber que existe una red o triangulación nacional de control horizontal y vertical que contienen datos como altitud sobre el nivel del mar y coordenadas referidas a un eje nacional que en determinado momento pudieran servir de referencia a un proyecto si se tiene la suerte de encontrar cerca un B.M. nacional. Para la colocación de referencias es importante el criterio del topógrafo pero pueden sugerirse las siguientes en la figura N° 65.

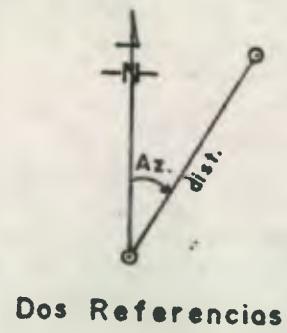


Figura N° 65

CAPITULO 2. APLICACION DE CONCEPTOS DE OPERACION DEL EQUIPO TOPOGRAFICO

2.1 LEVANTAMIENTO DE POLIGONOS: (PLANIMETRIA)

El levantamiento de poligonos o poligonales, es toda la serie de trabajos de campo necesario para determinar las distancias y ángulos horizontales que forman una serie de líneas rectas conectadas entre sí. Dependiendo el fin del levantamiento, los poligonos pueden ser de dos clases:

- Poligonos Abiertos
- Poligonos Cerrados

2.1.1 POLIGONOS ABIERTOS:

Es aquel caminamiento o recorrido que no regresa a su punto original y que puede ser el poligono trazado para la construcción de una carretera, una línea de drenaje, un canal de riego, etc., y del cual no hay procedimiento para verificar la precisión del levantamiento en campo a no ser que éste se haya realizado enlazado a puntos de los cuales se conocen sus coordenadas, distancias y orientaciones. Ver figura N° 29.

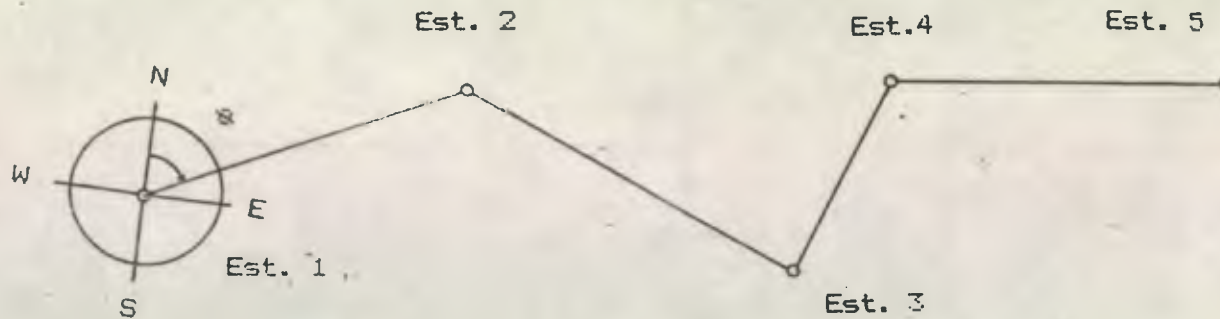


Figura N° 29

2.1.2 POLIGONOS CERRADOS:

Es aquel levantamiento que comienza en un punto dado y después de recorrer un circuito regresa a su punto de origen, como el ejemplo más común de una poligonal cerrada se puede mencionar los trabajos topográficos para determinar los límites y área de una parcela de terreno, en el cual los linderos están formados por los lados de un polígono. Si los lados y los ángulos de un polígono pueden medirse con extremada exactitud, la figura cerrará matemáticamente, pero en todo trabajo topográfico existen errores inherentes del mismo proceso, razón por la cual el último punto no coincide matemáticamente con el primero, es por esto que el trabajo debe ser verificado teniendo en cuenta los parámetros de error permisibles en levantamientos de polígonos.

El criterio, experiencia y circunstancias particulares del trabajo topográfico determina generalmente el tipo de levantamiento a emplear, a continuación se exponen los más usuales y que en algún momento pudieran combinarse para hacer más efectivo y rápido el trabajo de campo.

En el inicio de todo levantamiento topográfico, el primer paso es orientar el aparato de acuerdo al criterio del trabajo, esta orientación puede ser:

1. Al Norte Magnético usando una brújula o una brújula declinatoria.
2. Al Norte Verdadero por medio de una observación astronómica, sistema usado en trabajos muy específicos como levantamiento de ciudades, levantamientos geodésicos, etc.
3. Usando un Norte Arbitrario cuando no es necesaria una orientación precisa.
4. Iniciar levantamiento enlazado a otro polígono del que si existe una orientación previa.

LEVANTAMIENTO POR RADIACIONES:

Método usado regularmente para medir polígonos de poca extensión desde un punto en el cual se dominan todos los vértices que lo forman. El cierre o comprobación angular debe ser la sumatoria de los ángulos centrales igual a 360° .

PROCEDIMIENTO:

1. Centrar y nivelar el aparato en la estación central o estación 1, colocar el aparato en $0^\circ 00' 00''$ y orientar al Norte.
 2. Dirigir el teodolito hacia la primera radiación llamada 1.1, hacer la lectura de distancia ya sea con cinta por el método directo o con lecturas sobre el estadal por el método indirecto.
- Anotar los datos en la libreta de campo como se muestra en la figura N° 30.

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	OBS.
1	1.1			
1	1.2			
1	1.3			
1	1.4			

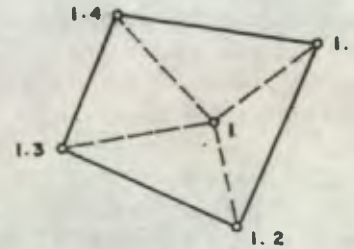


Figura N° 30

LEVANTAMIENTO POR CONSERVACION DE AZIMUT:

Este método se usa para el levantamiento de polígonos cerrados donde cada estación de aparato es un vértice del polígono

PROCEDIMIENTO:

1. Centrar y nivelar el aparato en la est. 1, colocar el aparato en $0^{\circ} 00' 00''$, orientar al Norte y hacer la primera lectura angular y de distancia hacia la Est. 2.
2. En Est.2, centrar y nivelar el teodolito, colocar en su transportador horizontal el azimut leído de la Est. 1 a la Est.2, el que puede guardarse dentro del aparato fijando el movimiento azimutal y dejando libre el movimiento general en el traslado del aparato a la siguiente estación.
3. Invertir el telescopio del aparato y visar a la estación anterior (Est. 1), regresar el lente a su posición normal con el movimiento del telescopio llamado "Vuelta de Campana", dirigir el teodolito a la siguiente estación (Est. 3) y leer su azimut y distancia. Seguir el mismo proceso hasta cerrar el circuito en la Est. 1 pero volviendo a leer el azimut a la Est. 2 como comprobación de cierre angular, éste error no debe ser mayor que \sqrt{N} , en minutos donde N es el número de estaciones del polígono, por ejemplo, si un polígono medido tiene 15 estaciones o vértices, el error permisible de campo es $\sqrt{15} = 3.87' \approx 3' 52''$.

Si la colimación del aparato es o hubiera descorregida o se tiene la duda de que pueda estarlo, puede hacerse el levantamiento sumando o restando al azimut de la estación

anterior 180° , y visar atrás sin invertir el lente, éste método es llamado Levantamiento por Conservación de Azimut con 180° . La notación de la libreta de campo es igual que la usada en el método por Radiaciones. Ver figura N°31.

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	OBS.
1	2			
2	3			
3	4			
4	1			
1	2			CIERRE ANGULAR

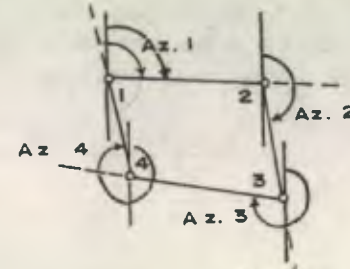


Figura N° 31

De la combinación del método de conservación de azimut y el método de radiaciones resulta el método más práctico usado en nuestro medio para medir terrenos haciendo un polígono "Base" o polígono "Auxiliar" por conservación de azimut y "radiando" a los vértices del polígono real o polígono de área. Ver figura N° 32.

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	OBS.
1	1.1			
1	1.2			
1	2			
2	2.1			
2	3			
3	3.1			
3	1			
1	2			CIERRE ANGULAR

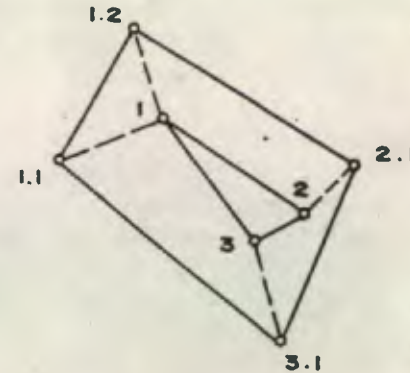


Figura N° 32

LEVANTAMIENTO POR ANGULOS INTERNOS O EXTERNOS:

Este método consiste en leer los ángulos comprendidos entre las tangentes que forman el polígono, en cuyo vértice está centrado el teodolito.

PROCEDIMIENTO:

1. Centrar y nivelar el aparato en el primer vértice, colocar el aparato en $0^{\circ} 00' 00''$ y orientar una de las tangentes del polígono.
2. Colocar el aparato nuevamente en $0^{\circ} 00' 00''$ y leer el ángulo comprendido de izquierda a derecha por facilidad de lectura y evitar tener que restar el ángulo comprendido a 360° . El cierre angular para éste procedimiento será igual $180^{\circ} (n-2)$, donde n es igual al número de lados del polígono. Ver figura N° 33.

EST.	P.O.	α	DISTANCIA	OBS.
1	2			
2	3			
3	4			
4	5			

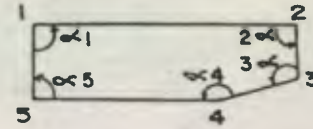


Figura N° 33

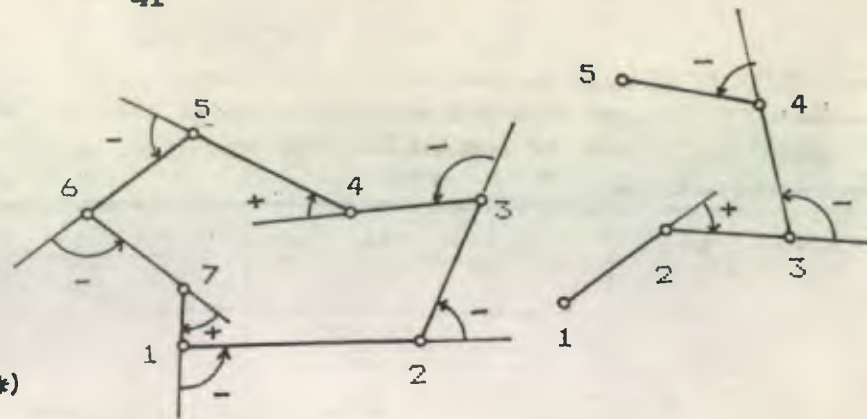
LEVANTAMIENTO POR DEFLEXIONES:

Este método es muy usado en polígonos abiertos en estudios de carreteras, canales de riego, conducción de agua potable, líneas de drenajes, etc., pero también puede usarse en levantamientos de polígonos cerrados en cuyo caso la comprobación angular de cierre será la suma de los ángulos de deflexión a la izquierda y la suma de ángulos de deflexión a la derecha igual a 360° y el error no debe ser mayor de \sqrt{N} , en minutos, donde N es el número de estaciones del polígono.

PROCEDIMIENTO:

1. Centrar y nivelar el aparato en la Est. 1, colocar su transportador en $0^{\circ} 00' 00''$, orientar al Norte y hacer la primera lectura angular y de distancia a la Est. 2.
2. En la Est. 2 centrar y nivelar el aparato, colocar en su transportador horizontal nuevamente $0^{\circ} 00' 00''$ visando a la Est. 1 con el lente invertido para luego dar vuelta de campana y continuar con la línea de Est. 1 a Est. 2 realizar la lectura a la Est. 3, si el ángulo de deflexión es a la derecha se anotará en forma directa el ángulo observado, si la deflexión es a la izquierda, el ángulo leído será restado a 360° , y así sucesivamente hasta finalizar el levantamiento. Este sistema de levantamiento puede hacerse colocando el aparato en 180° visando a la estación anterior y girar en forma normal para leer el ángulo a la siguiente estación.
3. Al llegar a la última estación hacer la lectura de deflexión que quedó pendiente a la Est. 2 por no tener las dos líneas que formarían dicho ángulo. Ver figura N° 34.

EST.	P.O.	deflexión	DISTANCIA	OBS.
1	2			
2	3			
3	4			
4	1			
1	2			
			CIERRE ANGULAR	(*)



(*) polígonos cerrados

polígonos abiertos

Figura N° 34

NOTAS DE CAMPO:

Como se ha expuesto anteriormente el registro de datos de campo se lleva en libretas de formato especial, las páginas del lado izquierdo son rayadas en forma de columnas donde se anotarán las lecturas de ángulos, distancias, etc. estos datos pueden ir de arriba hacia a abajo o viceversa como acostumbran muchos topógrafos, la hoja del lado derecho es usada para observaciones, diagramas y apuntes relacionados con el trabajo. Es muy importante tener en cuenta que todas las notas que se toman en el campo deben ser registradas en la libreta sin dejar absolutamente nada a la memoria, estas notas deben llevarse con limpieza y claridad para evitar una mala interpretación de los datos. Para que las notas sean claras y de carácter permanente es necesario usar lápices que tengan minas de consistencia dura como 3H o 4H, los diagramas deben ser dibujados en forma clara con líneas que se distingan, de preferencia trazadas con regla. Otro aspecto importante en las libretas de campo es el llenar toda la información inicial del formato como la fecha, operador, localización, descripción, número y página, etc. Ver figura N° 35.

2.2 CALCULO DE COORDENADAS DE POLIGONOS

En topografía, el cálculo de polígonos viene a ser la parte central de la planimetría, aquí se procesan los datos de campo para obtener las características numéricas del terreno sobre un plano horizontal como son el área, las longitudes y orientación de sus linderos, ángulos entre linderos, localización de elementos existentes en el terreno, etc.. Para el cálculo de polígonos es necesario la aplicación de conceptos básicos de Geometría y Trigonometría.

COORDENADAS:

Los puntos de un polígono cualquiera se localizarán sobre el plano cartesiano que como se sabe está formado por dos rectas numéricas que se intersectan con un ángulo de 90° en el punto llamado origen. El eje "y" es llamado eje de las ordenadas e indica la orientación NORTE-SUR arriba y abajo del origen respectivamente, el eje "x" es llamado eje de las abscisas e indica la orientación ESTE-OESTE a la derecha y a la izquierda respectivamente. La intersección de los ejes tendrá coordenadas 0.0, 0.0 y en la mayor parte de los casos éstas son las coordenadas iniciales del levantamiento de polígonos.

La intersección de los ejes en el plano cartesiano forma cuatro cuadrantes que se numeran en el sentido de las agujas del reloj de la siguiente forma:

Cuadrante I	orientación Nor-Este	(N-E)
Cuadrante II	orientación Sur-Este	(S-E)
Cuadrante III	orientación Sur-Oeste	(S-W)
Cuadrante IV	orientación Nor-Oeste	(N-W)

Se recomienda que en el cálculo la abreviatura de Oeste sea la letra W de West para evitar confusiones con el cero (0). Ver figura N° 36.

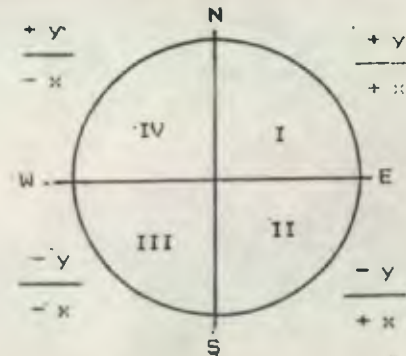


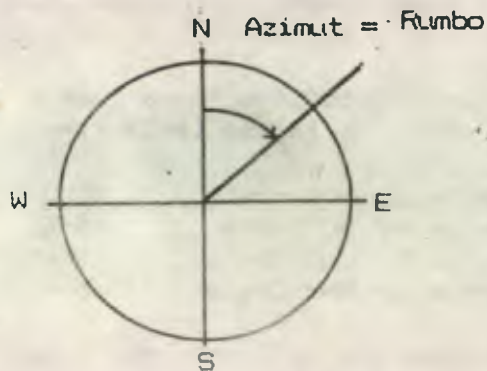
Figura N° 36

AZIMUT Y RUMBO:

Los dos términos indican la orientación en grados, minutos y segundos de las líneas de cualquier polígono, el azimut parte de cero en el sentido de las agujas del reloj hasta llegar a $360^\circ = 0^\circ$ en el origen, el rumbo indica la abertura angular de las líneas en los cuatro cuadrantes del plano cartesiano así:

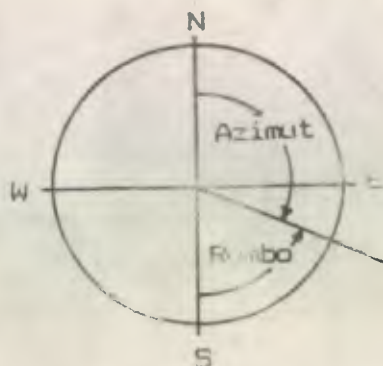
Primer Cuadrante	N-E
Segundo Cuadrante	S-E
Tercer Cuadrante	S-W
Cuarto Cuadrante	N-W

Para efectos de cálculo es importante tener claro la conversión de azimut a rumbo y viceversa como se muestra en la figura N° 37.



Azimut = $58^\circ 15' 48''$
 Rumbo = N $58^\circ 15' 48''$ E

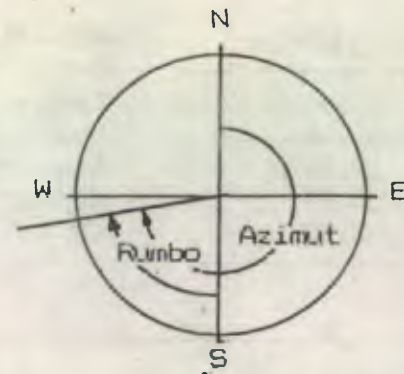
El azimut y el rumbo son iguales en el primer cuadrante



Azimut = $110^\circ 28' 03''$
 Rumbo = S $69^\circ 31' 57''$ E

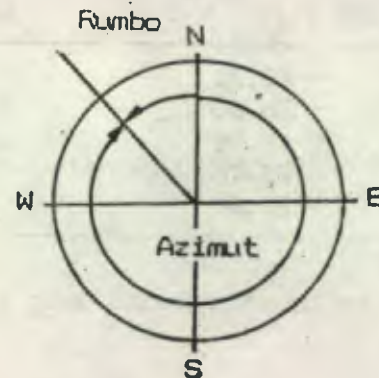
Operación: $179^\circ 59' 60'' -$
 $110^\circ 28' 03''$

 $069^\circ 31' 57''$



$$\begin{aligned} \text{Azimut} &= 259^\circ 58' 31'' \\ \text{Rumbo} &= \text{S } 79^\circ 58' 31'' \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \text{Operación: } 259^\circ 58' 31'' \\ \quad \quad \quad 180^\circ 00' 00'' \\ \hline \quad \quad \quad 079^\circ 58' 31'' \end{array}$$



$$\begin{aligned} \text{Azimut} &= 318^\circ 05' 33'' \\ \text{Rumbo} &= \text{N } 41^\circ 54' 27'' \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} \text{Operación: } 359^\circ 59' 60'' \\ \quad \quad \quad 318^\circ 05' 33'' \\ \hline \quad \quad \quad 041^\circ 54' 27'' \end{array}$$

Figura N° 37

CALCULO DE COORDENADAS:

Las coordenadas de un punto se calculan usando las funciones trigonométricas Coseno y Seno y que son la relación entre el ángulo conocido (Rumbo) y la distancia horizontal como la hipotenusa del triángulo rectángulo. La latitud se calcula con la operación $\text{Cos } \theta * \text{dist. Horizontal}$, la longitud con la operación $\text{Sen } \theta * \text{dist. Horizontal}$.

Ejemplo:

Calcular las coordenadas del siguiente polígono que fué levantado por radiaciones con estación en un punto central del terreno.

LIBRETA DE CAMPO

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	OBSERVACIONES
1	1.1	36° 09' 58"	52.41	Centro
1	1.2	125° 38' 14"	63.16	Esquinero
1	1.3	226° 48' 28"	29.20	Esquinero
1	1.4	298° 05' 48"	50.45	Centro
1	1.5	10° 56' 55"	22.92	Centro

P.O.	AZIMUT	= RUMBO	Y COS RUMBO × DIST.	X SEN RUMBO × DIST
1.1	36° 09' 58"	N36° 09' 58"E	+ 42.31	+ 30.93
1.2	125° 38' 14"	S54° 21' 46"E	- 36.80	+ 51.33
1.3	226° 48' 28"	S46° 48' 28"W	- 19.99	- 21.29
1.4	298° 05' 48"	N61° 54' 12"W	+ 23.76	- 44.50
1.5	10° 56' 55"	N10° 56' 55"E	+ 22.50	+ 4.35

La comprobación angular de cierre en este tipo de levantamiento debe ser la sumatoria de los ángulos centrales = 360° Ver figura N° 38.

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 36^\circ 09' 58'' - 10^\circ 56' 55'' = 25^\circ 13' 03'' \\ \alpha_2 &= 125^\circ 38' 14'' - 36^\circ 09' 58'' = 89^\circ 28' 16'' \\ \alpha_3 &= 226^\circ 48' 28'' - 125^\circ 38' 14'' = 101^\circ 10' 14'' \\ \alpha_4 &= 298^\circ 05' 48'' - 226^\circ 48' 28'' = 71^\circ 17' 20'' \\ \alpha_5 &= 360^\circ - 298^\circ 05' 48'' + 10^\circ 56' 55'' = 72^\circ 51' 07'' \end{aligned}$$

$$\Sigma = 360^\circ 00' 00''$$

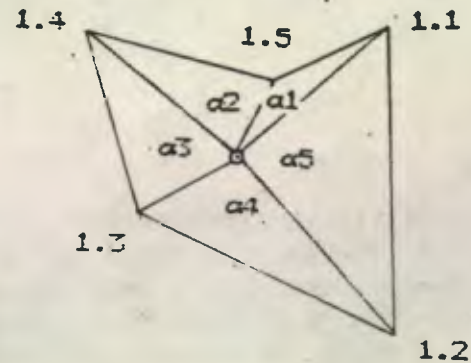


Figura N° 38

CALCULO DE COORDENADAS DE POLIGONOS CERRADOS:

Como se explicara en el numeral 2.1.2 de poligonos cerrados, es poco probable que despues de recorrer varias estaciones, el cierre matemático sea cero, es decir matemáticamente partimos de coordenadas $y = 0.0$ & $x = 0.0$, la diferencia de la sumatoria de altitudes norte-sur debiera ser cero, de igual forma la diferencia de la sumatoria de longitudes este-oeste debiera de ser cero, este error hay que compensarlo matemáticamente antes de calcular áreas, y dimensiones finales de los lados del poligono

En la figura N°39 se ejemplifica el cierre de un poligono y el método de compensación del error.

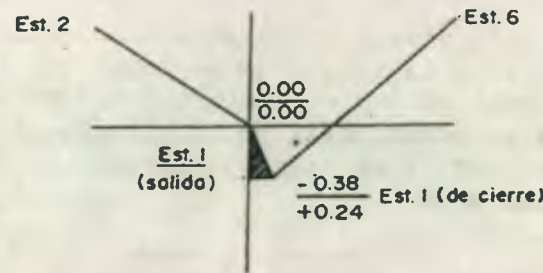


Figura N° 39

El error de cierre será la hipotenusa del triángulo rectángulo que se forma por el desplazamiento del punto de llegada como se muestra en la figura anterior, este error será:

$$E.C. = \sqrt{0.38^2 + 0.24^2} = 0.44494 \text{ m.}$$

Comparando el error de cierre con el perímetro obtenido de la poligonal indicará la precisión con lo cual fueron hechas las medidas.

$$\begin{aligned} \text{Error Unitario de Cierre} &= \frac{\sqrt{0.38^2 + 0.24^2}}{154.83 \text{ m.}} = \frac{0.44494}{154.83 \text{ m.}} = 0.0029 \\ &= 0.0029 < 0.003 \text{ error permitido.} \end{aligned}$$

La precisión será de $1/0.0029$ expresión que indica que por cada 290 metros habrá un metro de error.

COMPENSACION DEL ERROR DE CIERRE:

La compensación del error consiste en distribuir la diferencia en "Y" dentro de todas las longitudes y la diferencia en "X" dentro de las longitudes, de tal manera que las coordenadas de regreso al origen sean cero. Para hacer la corrección del error pueden mencionarse dos métodos:

PRIMER METODO: Es el más usado en nuestro medio y conocido como *Pensylvania* supone que todas las líneas han sido medidas con las misma precisión, por lo tanto los errores son distribuidos proporcionalmente en latitudes y longitudes respectivamente.

El factor de corrección a aplicarse a la latitud de cualquier lado de la poligonal es el error total de latitud dividido la sumatoria de todas las latitudes sin tomar en cuenta el signo algebraico, de igual manera el factor de corrección en las longitudes de los lados del poligono será el error total en longitudes dividido la sumatoria de las longitudes sin tomar en cuenta el signo algebraico. Por ejemplo, calcular hasta coordenadas parciales compensadas:

LIBRETA DE CAMPO

ESTACION	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
1	2	122° 45' 35"	42.19 m.
2	3	358° 59' 41"	68.96 m.
3	4	272° 31' 13"	70.73 m.
4	5	178° 46' 06"	69.78 m.
5	1	59° 57' 46"	40.61 m.
1	2	122° 43' 46"	cierre Angular

$$\text{Error angular permisible} = \sqrt{n} = \sqrt{5} = 2.14''$$

$$122^{\circ}45'35'' - 122^{\circ}43'46'' = 1'49'' < 2'14'' \Rightarrow \text{cierre angular correcto.}$$

P.O	Latitudes		Longitudes	
	N	S	E	W
2		22.830	35.480	
3	68.949			1.210
4	3.110			70.662
5		69.764	1.500	
1	20.328		35.156	
	92.387	92.594	72.136	71.872

∠ Distancias Horizontales = 292.27 m.

Diferencia de latitudes = 0.207 m.
Diferencia de longitudes = 0.264 m.

$$\text{Error} = \sqrt{0.207^2 + 0.264^2} = 0.335 \text{ m.}$$

$$\text{Error Unitario de Cierre} = \frac{0.335 \text{ m}}{292.27 \text{ m.}} = 0.001 < 0.003$$

Por lo tanto el error de cierre es tolerable.

Factores de compensación:

$$\text{Compensación de Latitudes} = \frac{92.387 - 92.594}{92.387 + 92.594} = 0.0011$$

$$\text{Compensación de Longitudes} = \frac{72.136 - 71.872}{72.136 + 71.872} = 0.0018$$

Estos factores multiplicados por las latitudes y longitudes, darán el valor de corrección correspondiente a cada lado del polígono, recordando que siempre estas correcciones son sumadas a los valores de la columna cuya suma es menor y restando de los valores cuya suma es mayor, tanto en longitudes como en latitudes. Los signos en las columnas de coordenadas parciales compensadas son los que les corresponden en

latitudes y longitudes (NE - SE).

P.O.	Latitudes		Comp.	Longitudes		Comp.	Coord. Parcelas Compensadas	
	N	S	y	E	W	x	Y	X
2		22.830	-0.026	33.480		-0.063	-22.804	+33.415
3	69.949		+0.077		1.210	+0.002	+69.026	-1.212
4	3.110		+0.005		70.662	+0.180	+3.113	-70.792
5		69.764	-0.079	1.500		-0.003	-69.686	+1.497
1	20.320		+0.023	33.136		-0.064	+20.331	+33.092
	92.387	92.394	0.307	72.136	71.872	0.264	0.000	0.000

Las coordenadas totales del polígono será la sumatoria algebraica de cada columna partiendo del primer par de coordenadas de la tabla, siendo el resultado de las coordenadas de la Est.1 $y = 0.000$ & $x = 0.000$

COORDENADAS TOTALES			
EST.	P.O.	Y	X
1	2	-22.804	+33.415
2	3	+46.222	+34.203
3	4	+49.335	-36.589
4	5	-20.351	-33.092
5	1	0.000	0.000'

El SEGUNDO METODO para compensar el error de cierre consiste en distribuir el error entre las latitudes y longitudes de las líneas que fueron medidas con cierta deficiencia, compensando con preferencia los valores en las columnas cuyas sumas son mayores porque las distancias medidas pueden ser de mayor longitud, para emplear éste método es importante el criterio y honradez del operador y no es recomendable para polígonos de gran extensión o de muchas estaciones de aparato.

CALCULO DE COORDENADAS DE LEVANTAMIENTOS COMBINADOS:

La combinación de dos o más métodos de levantamiento en determinados trabajos, presenta

ventajas importantes para la eficiencia y rapidéz de los trabajos de campo, la combinación más usada es la que traza un polígono auxiliar o polígono base formado por puntos o estaciones arbitrarias desde la cual se efectúan con facilidad radiaciones a los puntos pertenecientes al polígono real o de área y que presentan dificultad para colocar estaciones con el teodolito como pueden ser, cercos, ríos, construcciones, etc. El cálculo se realiza en dos etapas, la primera calcula el polígono cerrado con sus compensaciones hasta coordenadas totales a las cuales se le suman las coordenadas parciales de las radiaciones respectivas para obtener las coordenadas reales para el cálculo del área y demás datos del polígono real para la presentación final del trabajo, la figura N° 40 ilustra la aplicación del método.

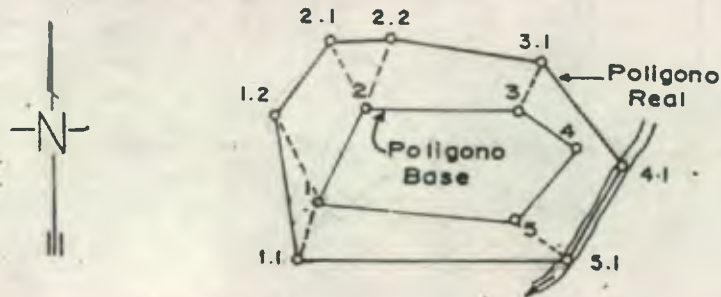


Figura N° 40

2.3 CALCULO DE AREAS DE POLIGONOS (AGRIMENSURA)

El área encerrada por un polígono puede ser calculada por varios métodos de los cuales se expondrán los siguientes:

CALCULO DE AREAS POR TRIANGULACION:

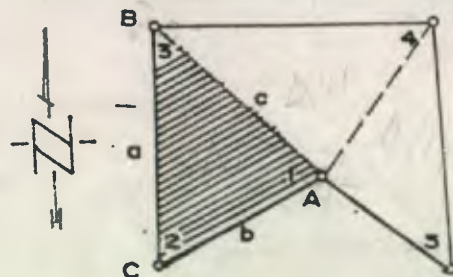
Este método fracciona el polígono en triángulos por medio de líneas radiales que originándose en un vértice del polígono van hacia los otros vértices. Las áreas de cada uno de los triángulos son calculadas separadamente por métodos trigonométricos y la sumatoria de áreas es el área total del polígono, éste método requiere mucho tiempo para su solución y no tiene método razonable de chequeo como otros que veremos más adelante.

Ejemplo: Calcular el área del siguiente polígono dadas sus coordenadas totales:

P.O.	y	x	P.O.	y	x	P.O.	y	x
1	0.00	0.00	3	+ 38.45	- 21.05	5	- 24.35	+ 16.50
2	- 4.80	- 35.75	4	+ 21.95	+ 29.00			

Calculando separadamente cada triángulo, tenemos:

TRIANGULO I:



Nota: Conociendo las coordenadas de los vértices puede calcularse la longitud de los tres lados del triángulo.

Figura N° 41

$$A - B = \sqrt{21.05^2 + 38.45^2} = 43.835 \text{ m. (c)}$$

$$B - C = \sqrt{43.25^2 + 14.70^2} = 45.680 \text{ m. (a)}$$

$$C - A = \sqrt{4.80^2 + 35.75^2} = 36.071 \text{ m. (b)}$$

Por la fórmula de Área por Semiperímetro, tenemos que el cálculo es:

$$S = \frac{43.835 + 45.680 + 36.071}{2} = 62.793 \text{ m.}$$

$$A = \sqrt{S(S-a)(S-b)(S-c)}$$

$$A_1 = \sqrt{62.793(62.793 - 45.680)(62.793 - 36.071)(62.793 - 43.835)}$$

$$A_1 = 737.818 \text{ m}^2$$

De la misma forma se calculan los siguientes triángulos:

TRIANGULO II

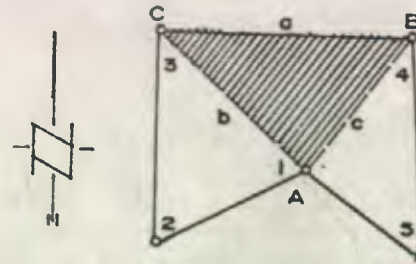


Figura N° 42

$$A - B = \sqrt{21.95^2 + 29.00^2} = 36.370 \text{ m. (c)}$$

$$B - C = \sqrt{50.05^2 + 16.50^2} = 52.700 \text{ m. (a)}$$

$$C - A = \sqrt{21.05^2 + 38.45^2} = 43.835 \text{ m. (b)}$$

$$S = \frac{36.37 + 52.70 + 43.835}{2} = 66.453 \text{ m.}$$

$$A_2 = \sqrt{66.453(66.453 - 52.70)(66.453 - 43.835)(66.453 - 36.37)}$$

$$A_2 = 788.576 \text{ m}^2$$

TRIANGULO III

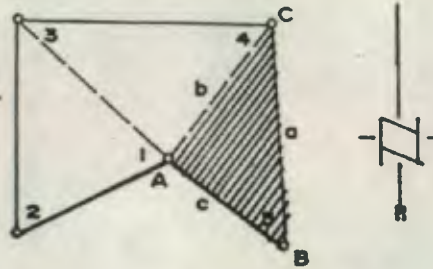


Figura N° 43

$$A - B = \sqrt{16.50^2 + 24.35^2} = 29.414 \text{ m. (c)}$$

$$B - C = \sqrt{46.30^2 + 12.50^2} = 47.958 \text{ m. (a)}$$

$$C - A = \sqrt{21.95^2 + 29.00^2} = 36.370 \text{ m. (b)}$$

$$S = \frac{29.414 + 47.958 + 36.370}{2} = 56.871 \text{ m.}$$

$$A3 = \sqrt{56.871 (56.871 - 47.858) (56.871 - 36.370) (56.871 - 29.414)}$$

$$A3 = 534.160 \text{ m}^2$$

El àrea total del polígono serà la sumatoria de las àreas de los triàngulos:

$$\text{Area Total} = A1 + A2 + A3$$

$$\text{Area Total} = 737.818 + 788.576 + 534.160 = 2,060.554 \text{ m}^2$$

Otra manera de calcular el àrea del polígono, es inscribirlo dentro del rectàngulo formado por las coordenadas y restarle las àreas de los triàngulos rectàngulos formados, por ejemplo, calcular el àrea del polígono de la figura N° 44, dadas sus coordenadas:

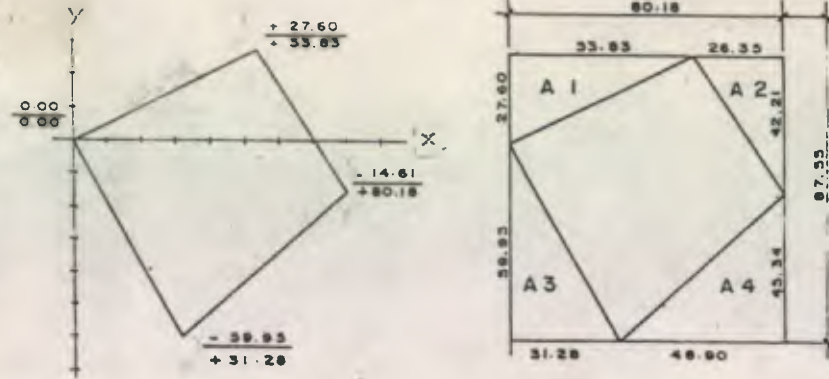


Figura N° 44

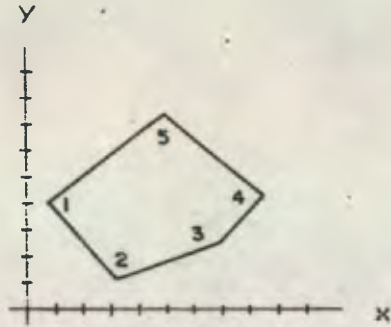
$$\text{Area Total} = \text{Area del Rectángulo} - (A1 + A2 + A3 + A4)$$

$$= 80.18 \times 87.55 - \left(\frac{53.83 \times 27.60}{2} + \frac{26.35 \times 42.21}{2} + \frac{48.90 \times 45.34}{2} + \frac{31.28 \times 59.95}{2} \right) = 3,674.607 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} = 3,674.607 \text{ m}^2$$

CALCULO DE AREAS POR FIGURAS GEOMETRICAS:

Para el cálculo de áreas por éste método, es recomendable que las coordenadas del polígono sean todas positivas para que la figura se localice en el primer cuadrante del plano cartesiano y no existan operaciones con signos negativos. No existe regla alguna para formar las figuras geométricas, solamente la habilidad del calculista, ejemplo, calcular el área del polígono de la figura N° 45 dadas sus coordenadas totales:



P.D.	y	x
1	41.50	7.85
2	13.45	32.05
3	26.63	69.78
4	44.55	85.41
5	74.32	50.10

Figura N° 45

PROCEDIMIENTO:

Formar y calcular las figuras geométricas necesarias para cubrir el área del polígono, originadas sobre el eje "y" o sobre el eje "x". En este caso particular el área se cubre con dos trapecios originados en el eje "y", como se muestra en la figura N° 46.

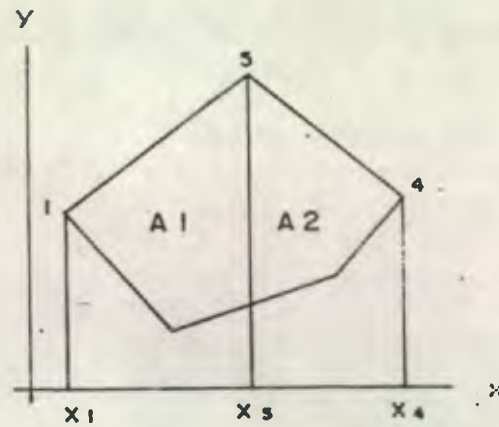


Figura N° 46

$$A1 = \frac{41.50 + 74.32}{2} \times (50.10 - 7.85)$$

$$= 2,446.70 \text{ m}^2$$

$$A2 = \frac{74.32 + 44.55}{2} \times (85.41 - 50.10)$$

$$= 2,098.65 \text{ m}^2$$

$$A1 + A2 = 4,545.35 \text{ m}^2$$

El siguiente paso es descontar las áreas que se agregaron al polígono original para formar las áreas de trapecios, como se muestra en la figura N° 47.

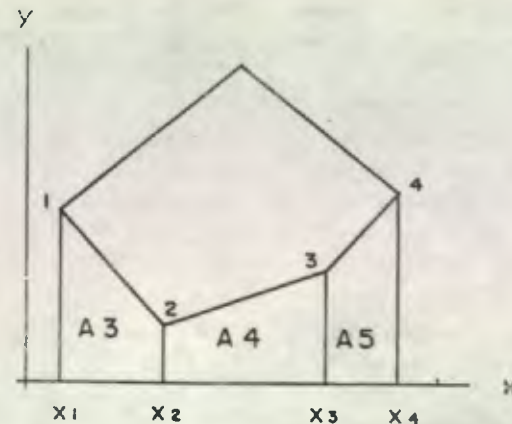


Figura N° 47

$$A3 = \frac{41.50 + 13.45}{2} \times (32.05 - 7.85)$$

$$= 664.90 \text{ m}^2$$

$$A4 = \frac{13.45 + 26.63}{2} \times (69.78 - 32.05)$$

$$= 756.11 \text{ m}^2$$

$$A5 = \frac{26.63 + 44.55}{2} \times (85.41 - 69.78)$$

$$= 556.27 \text{ m}^2$$

$$A3 + A4 + A5 = 1,977.28 \text{ m}^2$$

El área del polígono será: $4,545.35 \text{ m}^2 - 1,977.28 \text{ m}^2 = 2,568.07 \text{ m}^2$

CALCULO DE AREAS POR METODO DE MATRICES:

Este método es rápido para calcular áreas de polígonos conociendo sus coordenadas totales, ya sea que éstas tengan signos positivos y/o negativos, en cuyo caso hay que tener en cuenta las operaciones con números negativos o calcular las coordenadas de tal manera que la figura quede en el primer cuadrante, evitando al operar el uso de signos negativos que podrían ocasionar errores. Ejemplo: Calcular el área del polígono formado por las siguientes coordenadas:

P.O.	y	x
1	0.000	0.000
2	- 22.804	+ 35.415
3	+ 46.222	+ 34.203
4	+ 49.335	- 36.589
5	- 20.351	- 35.092

PROCEDIMIENTO:

-Se copian las columnas de coordenadas repitiendo la estación inicial al final, seguidamente se multiplican las coordenadas en forma cruzada como se indica en siguiente tabla, la diferencia de sumatorias dará como resultado la doble área del polígono:

P.O.	y	x
1	0.000	0.000
2	- 22.804	+ 35.415
3	+ 46.222	+ 34.203
4	+ 49.335	- 36.589
5	- 20.351	- 35.092
1	0.000	0.000

$$\text{COLUMNA "y" * "x": } (0.000 * 35.415) + (- 22.804 * 34.203) + (46.222 * -36.589) + (49.335 * -35.092) + (20.351 * 0.00) = - 4,202.446 \text{ m}^2$$

$$\text{COLUMNA "x" * "y": } (-22.804 * 0.000) + (46.222 * 35.415) + (49.335 * 34.203) + (- 20.351 * -36.589) + (0.00 * -35.092) = + 4,068.980 \text{ m}^2$$

$$\therefore \text{ AREA} = \frac{(- 4,202.446) - (+ 4,068.980)}{2} = 4,135.713 \text{ m}^2 //$$

CALCULO DE AREA POR DOBLES DISTANCIAS:

Este método calcula la doble área del polígono, su proceso consiste en calcular las Dobles Distancias al Paralelo (DDP), sumando de dos en dos las coordenadas totales, luego multiplicar estas DDP por las longitudes compensadas, sumando algebraicamente los resultados, como una acertada posibilidad de comprobación puede calcularse las Dobles

Distancias al Meridiano (DDM) y luego multiplicarlas por las latitudes compensadas y sumar algebraicamente los resultados. La comprobación es el mismo resultado para operación con DDP y DDM, ejemplo:

Calcular el área del siguiente poligono dadas las latitudes y longitudes compensadas y las coordenadas totales:

COORDENADAS PARCIALES COMPENSADAS		COORDENADAS TOTALES	
LATITUDES	LONGITUDES	Y	X
- 22.804	+ 35.415	- 22.804	+ 35.415
+ 69.026	- 1.212	+ 46.222	+ 34.203
+ 3.113	- 70.792	+ 49.335	- 36.589
- 69.686	+ 1.497	- 20.351	- 35.092
+ 20.351	+ 35.092	0.000	0.000

Las DDP y las DDM se calculan sumando algebraicamente de dos en dos las coordenadas totales, sumando como primera pareja, la última coordenada con la primera, ejemplo: DDP = $0.00 + (-22.804) = -22.804$ para DDM = $0.000 + (+ 35.415) = + 35.415$

DDP	DDM
- 22.804	+ 35.415
+ 23.418	+ 69.618
+ 95.557	- 2.386
+ 28.984	- 71.681
- 20.351	- 35.092

Seguidamente se calculan las dobles áreas aplicando las fórmulas siguientes y que generalmente se presentan en formatos de PENSILVANIA:

DOBLES AREAS							
Latitudes compensadas * DDM				Longitudes compensadas * DDE			
+	:	-	:	+	:	-	:
:	:	807.604	:	:	:	807.604	:
:	4,805.452	:	:	:	:	28.383	:
:	:	7.428	:	:	:	6,764.671	:
:	4,995.162	:	:	43.389	:	:	:
:	:	714.157	:	:	:	714.157	:
9,800.614		1,529.189		43.389	8,314.815		
		1,529.189					

Doble Area:

$$2A = 9,800.614 - 1,529.189 =$$

$$8,271.425 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} = 4,135.713 \text{ M}^2 //$$

Doble Area:

$$2A = 8,314.815 - 43.389 =$$

$$8,271.426 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} = 4,135.713 \text{ M}^2$$

Si el resultado de las dos columnas es igual, el cálculo está correcto.

CALCULO DE AREAS DE POLIGONOS QUE TIENEN COMO LIMITES LINEAS CURVAS

La forma de un terreno puede tener linderos de forma curva, por lo que el topógrafo tendrá que tomar la información suficiente para poder representar y calcular los datos del polígono, es decir tendrá que radiar el lindero las veces necesarias para que la forma de éste quede registrada y pueda calcularse como se ha anotado en los incisos anteriores. Como otra alternativa, a continuación se presenta dos fórmulas para calcular polígonos cuando alguno de sus límites es una línea curva, siendo el levantamiento más indicado el realizado con cinta y en terrenos de poca extensión. Ver figura N° 48.

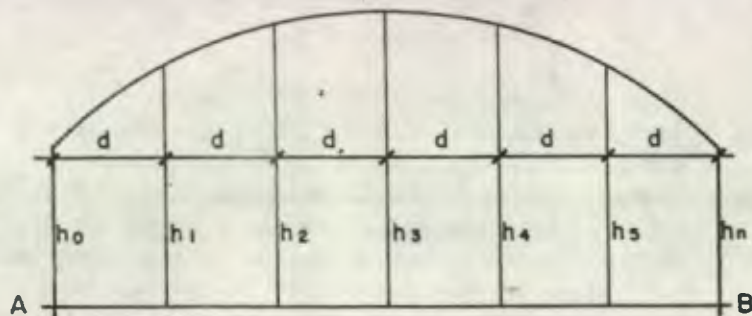


Figura N° 48

Como se muestra en la figura, el levantamiento tiene como base la línea o eje A - B, de la cual parten líneas perpendiculares (h) al límite del lindero, éstas tienen que ser medidas a distancias iguales (d).

CALCULO DE AREA POR EL METODO DEL TRAPEZOIDO:

Este método asume que las áreas que se encuentran entre las líneas paralelas igualmente espaciadas son trapezoides, el espaciamiento de las líneas paralelas depende de la curvatura de la línea curva para evitar que se introduzcan errores apreciables en el área total del polígono. La fórmula general para el cálculo de área es:

$$\text{Area} = \left[\frac{h_0}{2} + \Sigma h + \frac{h_n}{2} \right] d, \quad \text{donde,}$$

d = distancia entre líneas paralelas,
 h_0 = longitud de la primera línea paralela,
 h_n = longitud de la última línea paralela y
 Σh = suma de las longitudes de las líneas paralelas entre h y h .

CALCULO DE AREA POR METODO DE REGLA DE UN TERCIO DE SIMPSON:

Este método asume que la línea curva que forma uno de los límites de la poligonal se aproxima a una curva parabólica. La fórmula derivada de la suposición anterior es:

$$\text{Area} = \frac{d}{3} [h_0 + h_n + 2\Sigma h \text{ impar} + 4\Sigma h \text{ par}] , \text{ donde,}$$

d = distancia entre líneas paralelas,
 h_0 = longitud de la primera línea paralela,
 h_n = longitud de la última línea paralela
 $2\Sigma h \text{ impar}$ = doble de la suma de las longitudes de las líneas impares, es decir, tercera, quinta, séptima, etc.
 $4\Sigma h \text{ par}$ = cuatro veces el valor de la suma de las distancias de las líneas paralelas pares, es decir, segunda, cuarta, sexta, etc.

La posición de las líneas debe tomarse con respecto a un mismo extremo. Esta fórmula se aplica solamente cuando el número de segmentos trapezoidales es un número par, si el número de segmentos es impar, entonces la suma total de todas las áreas de segmentos trapezoidales pueden ser calculados con la fórmula, con excepción de un segmento que puede ser calculado separadamente.

2.4 CALCULO DEL PERIMETRO DE POLIGONOS (PERIMETRIA):

Los Rumbos y Distancias de cada lado de un polígono son datos tan importantes como el área en todo plano de polígonos de un terreno, en primer lugar porque con ellos puede reconstruirse el cálculo de área o de coordenadas para diferentes fines como pueden ser ampliar o reducir la figura para poder diseñar, además éstos datos son un requisito en planos de Registro para la inscripción de propiedades en el Registro de la Propiedad Inmueble.

El cálculo de Rumbos y Distancias debe seguir un determinado sentido, de derecha a izquierda o viceversa, dependiendo de la particularidad de cada plano. Las operaciones parten del conocimiento de las coordenadas totales del polígono, ejemplo:

Calcular los Rumbos y Distancias del siguiente polígono:

P.O.	y	x
1	0.00	0.00
2	+ 27.60	+ 53.83
3	- 14.61	+ 80.18
4	- 59.95	+ 31.28

Con las coordenadas totales y el plano coordenado se forman los triángulos rectángulos que hay que resolver como se muestra en la figura N° 49.

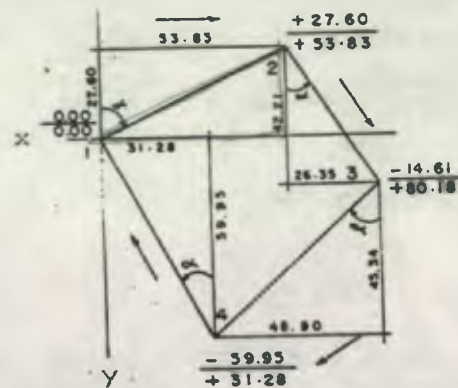


Figura N° 49

De Estación 1 a Estación 2

$$\text{Distancia} = \sqrt{53.83^2 + 27.60^2} = 60.493 \text{ m.}$$

$$\text{Rumbo} = \text{tg}\beta = 53.83 \div 27.60 = 1.93$$

$$\text{tg}(-1) 1.93 = 62.8546^\circ \approx 62^\circ 51' 17'',$$

Orientación NE

De Estación 2 a Estación 3

$$\text{Distancia} = \sqrt{26.35^2 + 42.21^2} = 49.759 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumbo} &= \text{tg}\beta = 26.35 \div 42.21 = 0.624 \\ \text{tg}(-1) 0.624 &= 31.9749^\circ \approx 31^\circ 58' 30'' \end{aligned}$$

Orientación SE

De Estación 3 a Estación 4

$$\text{Distancia} = \sqrt{48.90^2 + 45.34^2} = 66.685 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumbo} &= \text{tg}\beta = 48.90 \div 45.34 = 1.0785 \\ \text{tg}(-1) 1.0785 &= 47.1634^\circ \approx 47^\circ 09' 48'' \end{aligned}$$

Orientación SW

De Estación 4 a Estación 1

$$\text{Distancia} = \sqrt{31.28^2 + 59.95^2} = 67.620 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} \text{Rumbo} &= \text{tg}\beta = 31.28 \div 59.95 = 0.5218 \\ \text{tg}(-1) 0.5218 &= 27.5541^\circ \approx 27^\circ 33' 15'' \end{aligned}$$

Orientación NW

La presentación de los datos se acostumbra hacerla como se indica en la figura N° 50.

Est.	P.O.	RUMBO	DISTANCIA
1	2	N 62° 51' 17" E	60.493 m.
2	3	S 31° 58' 30" E	49.759 m.
3	4	S 47° 09' 48" W	66.685 m.
4	1	N 27° 33' 15" W	67.620 m.

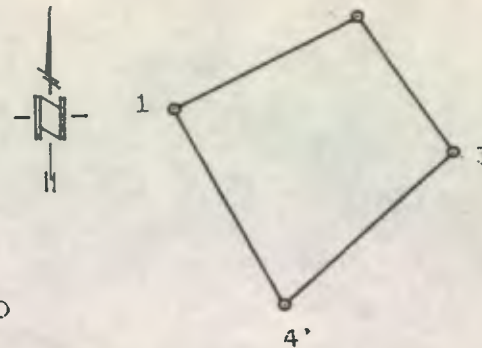


Figura N° 50

2.5 FORMULAS PARA EL CALCULO DE TRIANGULOS:

En levantamientos y cálculos topográficos es necesario tener presente la aplicación de fórmulas trigonométricas para resolver toda clase de triángulos. A continuación se presenta un listado de fórmulas que éste autor considera pueden ser utilidad al lector.

PARA RESOLUCION DE TRIANGULOS RECTANGULOS

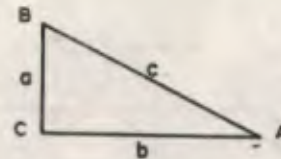


Figura N° 51

$$(1) \quad \text{Sen } A = a/c = \text{Cos } B$$

$$(3) \quad \text{Tg } A = a/b = \text{Cot } B$$

$$(5) \quad \text{Sec } A = c/b = \text{Cosec } B$$

$$(7) \quad a = c \text{ Sen } A = b \text{ Tg } A$$

$$(9) \quad c = \frac{a}{\text{Sen } A} = \frac{b}{\text{Cos } A}$$

$$(2) \quad \text{Cos } A = b/c = \text{Sen } B$$

$$(4) \quad \text{Cot } A = b/a = \text{Tg } B$$

$$(6) \quad \text{Cosec } A = c/a = \text{Sec } B$$

$$(8) \quad b = c \text{ Cos } A = \text{Cot } A$$

$$(10) \quad c = \frac{a}{\text{Cos } B} = \frac{b}{\text{Sen } B}$$

$$(12) \quad c = \frac{a}{\text{Cos } B} = \frac{b}{\text{Sen } B}$$

$$(11) \quad b = c \operatorname{Sen} B = a \operatorname{Tg} B$$

$$(13) \quad a = \sqrt{(c+b)(c-b)}$$

$$(15) \quad c = \sqrt{c^2 + b^2}$$

$$(17) \quad \text{Area} = \frac{ab}{2}$$

$$(14) \quad b = \sqrt{(c+a)(c-a)}$$

$$(16) \quad C = 90^\circ - A + B$$

PARA RESOLUCION DE TRIANGULOS OBLICUANGULOS

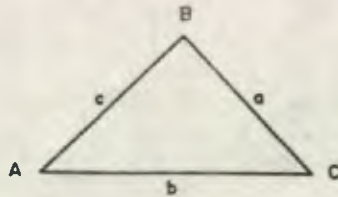


Figura N° 52

	Datos	Incognitas	Fórmulas
(18)	A, B, a	C, b, c	$C = 180^\circ - (A + B)$ $b = (a / \operatorname{Sen} A) * \operatorname{Sen} B$ $c = (a / \operatorname{Sen} A) * \operatorname{Sen} (A + B)$
(19)	A, a, b	B, C, c	$\operatorname{Sen} B = (\operatorname{Sen} A / a) * b$ $C = 180^\circ - (A + B)$ $c = (a / \operatorname{Sen} A) * \operatorname{Sec} C$
(20)	C, a, b	$\frac{1}{2} (A+B)$	$\frac{1}{2} (A+B) = 90^\circ - \frac{1}{2} C$
(21)		$\frac{1}{2} (A-B)$	$\frac{1}{2} (A-B) = [(a - b) / (a + b)] * \operatorname{Tg} \frac{1}{2} (A+B)$
(22)		A, B	$A = \frac{1}{2} (A + B) + \frac{1}{2} (A - B)$

$$B = \frac{1}{2} (A + B) - \frac{1}{2} (A - B)$$

$$(23) \quad c = (a + b) \frac{\cos \frac{1}{2} (A + B)}{\cos \frac{1}{2} (A - B)} =$$

$$= (a - b) \frac{\sin \frac{1}{2} (A + B)}{\sin \frac{1}{2} (A - B)}$$

$$(24) \quad C, a, b \quad \text{Area} \quad K = \frac{1}{2} ab \sin C$$

$$(25) \quad a, b, c \quad A \quad \text{Sea } S = \frac{1}{2} (a + b + c)$$

$$\sin \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{(S - b)(S - c)}{bc}}$$

$$\cos \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{S(S - a)}{bc}}$$

$$\text{Tg } \frac{1}{2} A = \sqrt{\frac{(S - b)(S - c)}{S(S - a)}}$$

$$\sin A = \frac{2 \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}}{bc}$$

$$\text{Area} \quad K = \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}$$

$$(26) \quad A, B, C, a \quad \text{Area} \quad K = \frac{a^2 \sin B \sin C}{2 \sin A}$$

Estas fórmulas fueron tomadas del Manual del Arquitecto y del Constructor de KIDDER - PARQUER.

2.6 METODOS Y CALCULOS DE NIVELACION:

Este inciso se refiere a los trabajos de altimetría en campo y gabinete para determinar la diferencia de altura de 2 o más puntos sobre el terreno con relación a un plano de referencia. Este plano de referencia puede ser arbitrario o el nivel medio del mar, si es arbitrario, a las diferencias de alturas se les denomina COTAS, si es el nivel medio del mar a las alturas de los puntos se les denomina ELEVACIONES sobre el nivel del mar. Entre los métodos para determinar alturas o diferencias de nivel pueden mencionarse los siguientes:

NIVELACION BAROMETRICA:

Este tipo de nivelación consiste en medir la presión atmosférica de varios puntos por medio de barómetros de mercurio, los que son bastante exactos pero muy delicado su manejo y transporte, por lo que es más práctico el uso de barómetros anaeroides o altímetros que son de poco peso y fácil traslado y cuyas graduaciones están en milímetros de presión o en metros de altura sobre el nivel del mar, el principio de éste método parte de que la presión atmosférica varía en relación inversa a la altura. El método barométrico se emplea principalmente en trabajos preliminares, de exploración o reconocimiento donde los desniveles son muy grandes como en áreas montañosas.

NIVELACION TRIGONOMETRICA:

Este método consiste en encontrar la diferencia de nivel entre dos o más puntos, haciendo uso de equipo o instrumentos de medición de ángulos verticales como son el teodolito en la mayoría de las veces o con un clinómetro en medidas cortas y de menor precisión. El procedimiento para encontrar la diferencia entre dos puntos será como se muestra en la figura N° 53.

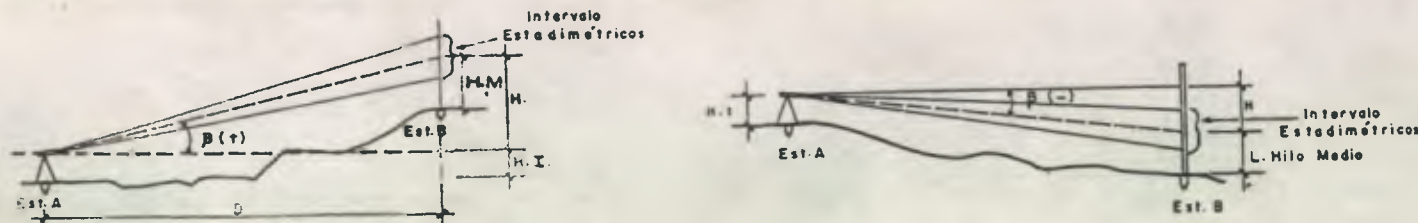


Figura N° 53

PROCEDIMIENTO:

1. Centrar y nivelar el teodolito en la Est. A, de la cual se conoce su elevación o cota.
2. Medir con una cinta de bolsillo la altura de la Est. A al centro del plano horizontal del teodolito (Altura de Instrumento).
3. Medir el azimut o deflexión entre las estaciones para poder enlazarlas o localizarlas planimétricamente si fuera el caso.
4. Leer en el estadal el intervalo estadimétrico incluyendo la lectura del hilo medio.
5. Leer el ángulo cenital y calcular el ángulo vertical o ángulo de inclinación entre la horizontal del teodolito y el hilo medio.

Entonces la anotación de datos en la libreta de campo puede ser la siguiente:

Est.	P.O.	AZIMUT	H.I.	Lect. Hilos	Angulo Vertical	Observ.
1	: 1.1	: 10° 15' 02"	: 1.40	: 1.500/1.250/1.000	: 95° 38' 43"	:
1	: 1.2	: 87° 54' 39"	: 1.40	: 1.650/1.325/1.000	: 83° 56' 28"	:

La diferencia de nivel se calcula con la siguiente relación trigonométrica:

Cota B = Cota A + H.I. - Lectura del Hilo Medio, donde:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= H/D & H &= D \operatorname{tg} \beta & D &= (H. \text{ Superior} - H. \text{ Superior}) * 100 * \operatorname{Cos}^2 \beta \\ H &= (\text{Hilo Sup-hilo inf.}) 100 \operatorname{Cos}^2 \beta * \operatorname{Tga} \end{aligned}$$

Si el ángulo β es negativo la fórmula que se aplica es:

$$\text{Cota } \beta = \text{Cota A} + \text{HI} - H - \text{lectura hilo medido}$$

NIVELACION SIMPLE:

Es el proceso para encontrar la diferencia de nivel en dos o más puntos, utilizando para ello el nivel de precisión y estadal, para nivelaciones, cortas y de menor precisión puede usarse el nivel de mano o un clinómetro colocando en cero su círculo vertical. A esta nivelación también se le llama Nivelación Corrida y consiste en determinar la diferencia de nivel en 2 puntos por medio de puntos de vuelta (P.V.) y que se explican de la siguiente manera, ver figura N° 54.

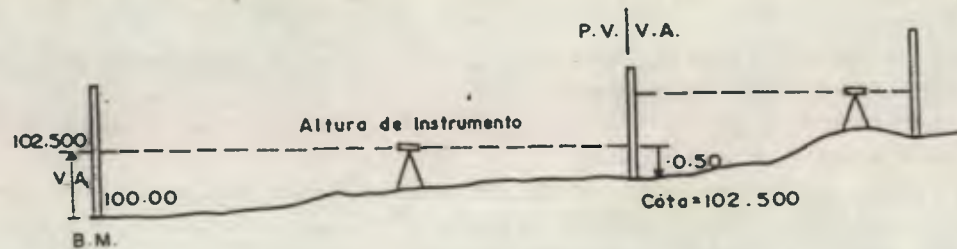


Figura N° 54

Vista atrás: lectura que se hace sobre un banco de marca (B.M) para establecer la altura de instrumento. Punto de Vuelta: lectura sobre el punto donde se establecerá la diferencia de nivel.

Para hacer la nivelación corrida, el portamira se queda en el punto donde se hizo la última lectura, el operador cambia de sitio el nivel y vuelve a leer el estadal anotando en su libreta la nueva lectura como una vista atrás, el proceso se continúa de esta manera hasta donde sea necesario, también se usa para cerrar las nivelaciones entre dos puntos pudiendo establecerse el grado de exactitud de la nivelación y si el error está dentro del parámetro permisible.

Nota: el nivel de precisión no necesariamente debe colocarse en la tangente de alineación entre dos puntos, su posición se determina por facilidad de lectura hacia los puntos a nivelar.

NIVELACION COMPUESTA:

Este método difiere de la nivelación simple en que antes de leer el punto de vuelta se leen puntos intermedios (P.I.) facilitando de ésta manera una mayor cantidad de puntos nivelados desde una estación. Ver figura N° 55.

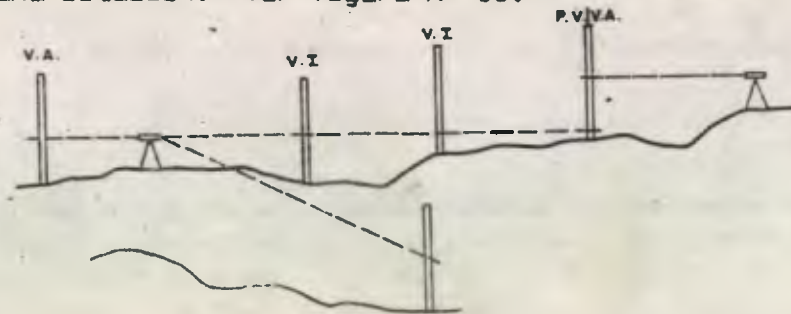


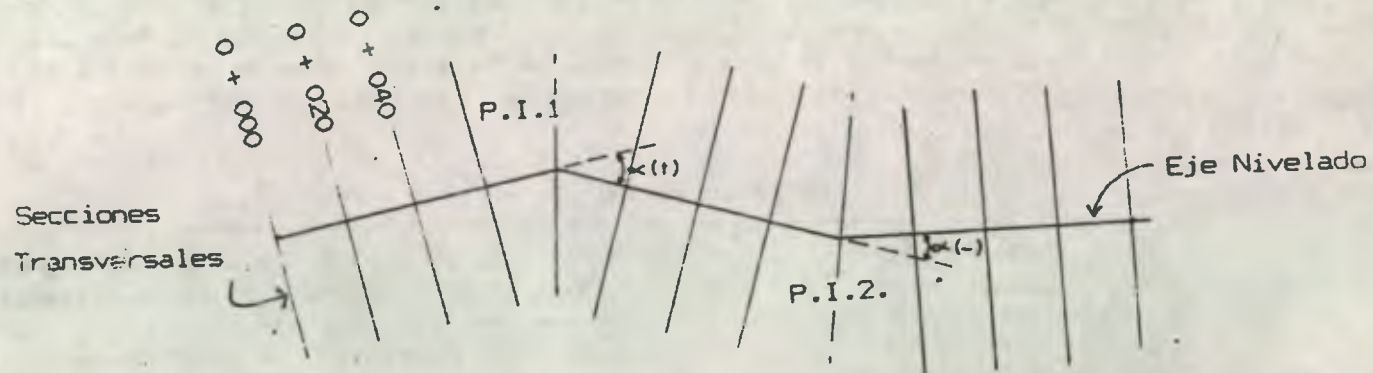
Figura N° 55

La anotación recomendada en la libreta de campo es la siguiente:

P.O. :	V.A. :	A.I. :	V.I. :	P.V. :	Cota :	Observaciones
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:

SECCIONES TRANSVERSALES:

Este método de nivelación parte de uno o mas ejes nivelados que han sido trazados con teodolito y localizados puntos que se han nivelado ya sea con una nivelación simple o una nivelación corrida o compuesta según el caso, de cada uno de éstos puntos se trazan perpendiculares en las que se localizarán puntos que se miden desde el eje y que se nivelan con nivel de mano o nivel de precisión y que tendrán como BM la cota del eje, obteniéndose de ésta forma la información del terreno para proyectar en un plano la configuración del terreno por medio del método de curvas de nivel. Si las distancias del eje central son las mismas que las distancias entre puntos en los ejes perpendiculares se formará lo que llamamos una "Cuadrícula". Ver figuras 56 y 57.

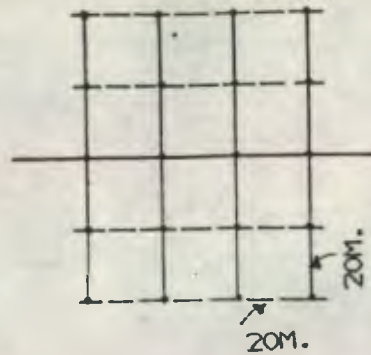


PLANTA SECCIONES TRANSVERSALES

Figura Nº 56

Secciones Transversales usadas en estudios de carreteras, canales de riego, etc.

Sección Transversal Eje Nivelado



PLANTA CUADRICULA
Figura N° 57

Cuadrícula Nivelada:

Las líneas perpendiculares o secciones transversales, se recomienda trabajarlas con un teodolito, especialmente cuando se formará una cuadrícula y dependiendo la magnitud y precisión las diferencias de altura pueden determinarse con un nivel de precisión con una nivelación compuesta, en muchos casos las secciones transversales se trazan a "ojo" y la diferencia de nivel se obtiene con un nivel de mano y estatal, la anotación en la libreta de campo indica las cotas de los puntos por cada eje en dos filas, la inferior indica la distancia del eje a punto, (distancia) la superior indica la diferencia de nivel que se sumará o se restará a la cota del eje, (diferencia) además se indica si la sección es izquierda o derecha siguiendo el sentido del caminamineto del eje central o eje nivelado.

LIBRETA DE CAMPO

+ 1.05	+ 1.28	+ 0.80	+ 0.50		+ 0.25	+ 0.05	- 0.40	- 1.39	diferencias
18.00	15.00	10.00	5.00	0 + 000	5.00	10.00	15.00	20.00	distancias
+ 1.10	+ 1.10	+ 0.75	+ 0.49		+ 0.18	- 0.15	- 0.50	- 1.50	diferencias
18.50	15.00	10.00	5.00	0 + 020	5.00	10.00	16.00	21.00	distancia

Nota: ya en el trabajo de gabinete, la cota de cada estación sobre el eje se colocará sobre el estacionamiento, en el ejemplo anterior, ésta se colocará sobre la estación 0+000 y sobre la estación 0+020 respectivamente.

Las cotas del eje central y las secciones transversales se calcularán en gabinete. La figura N° 58 ilustra como puede realizarse la nivelación de secciones transversales con nivel de mano:



Figura N° 58

Para determinar en campo con nivel de mano y estadal las diferencias de nivel a sumar o restar a la cota del eje pueden aplicarse cualquiera de los métodos siguientes:

Método A:

El operador con el nivel de mano se coloca sobre el punto central en el eje de forma tal que pueda girar su cintura para visualizar toda la sección transversal, tendrá que conocer de antemano la altura que hay del punto nivelado a sus ojos, la diferencia de nivel de cada punto respecto al punto del eje será la resta entre la lectura al estadal y la altura a los ojos del operador, este método puede tener el inconveniente de que la altura a los ojos del operador puede ser un número difícil de operar y pudiera complicar la operación mental que tiene que hacerse en el campo al anotar los datos en la libreta. Ver figura N° 59.

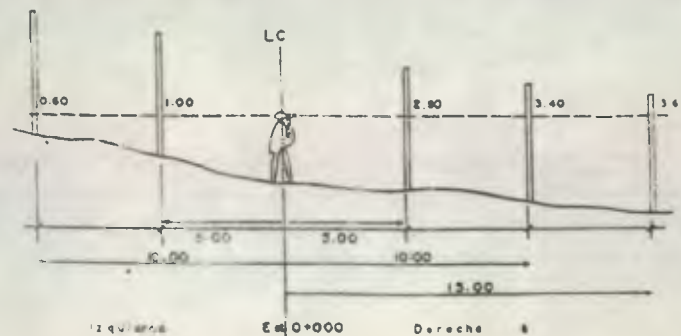


Figura N° 59

En este ejemplo la altura a los ojos del operador es de 1.60 entonces la anotación en la libreta será:

: + 1.00	: + 0.60	: +	: - 1.20	: - 1.80	: - 2.00	: diferencias
: 10.00	: 5.00	: 0 + 000	: 5.00	: 10.00	: 15.00	: distancias

Método B:

El operador por comodidad de operación se colocará en lugar donde su nivel sobre el estadal colocado en el punto de la línea central dé una altura exacta como puede ser 0.00, 1.00, 2.00, 2.50 etc. y así a la lectura de cada punto restará esta lectura exacta, ver figura N° 60.

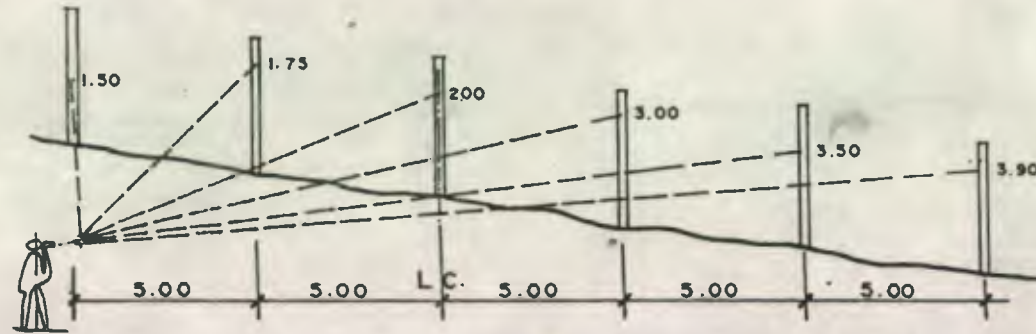


Figura N° 60

: + 1.00	: + 0.60	:	: - 1.20	: - 1.80	: - 2.00	: diferencias
: 10.00	: 5.00	: 0 + 000	: 5.00	: 10.00	: 15.00	: distancias

CURVAS DE NIVEL:

Es un método geométrico para representar la configuración de un terreno por medio de la proyección acotada de las intersecciones de las superficies con planos paralelos equidistantes imaginarios, como se muestra en la figura N° 61.

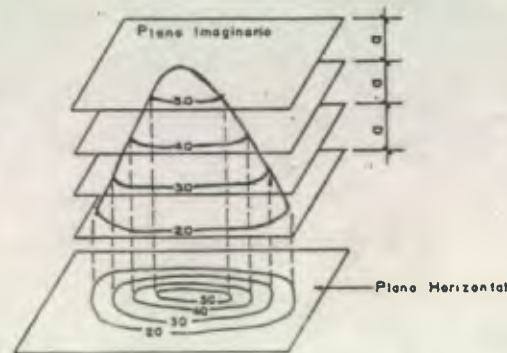


Figura N° 61

Las curvas de nivel además de indicar las elevaciones del terreno muestran su conformación. Esta conformación puede visualizarse después de un estudio de las curvas de nivel del plano o mapa con similar exactitud que el observador encontrara en el terreno mismo. Las curvas de nivel presentan algunas características especiales entre las cuales se mencionan las siguientes:

- 1- Todos los puntos de una curva de nivel se encuentran en la misma elevación.
- 2- Todas las curvas de nivel se cierran sobre si mismas
- 3- Las curvas de nivel nunca deben cruzarse unas con otras con excepción de peñascos colgantes.
- 4- Las curvas de nivel nunca se dividen o ramifican.
- 5- Las curvas de nivel de superficies planas son líneas rectas paralelas
- 6- En declives uniformes las curvas de nivel están espaciadas en forma regular, cuando mayor sea la estrechez de las curvas, tanto mayor será la inclinación de la pendiente.

La determinación de las curvas de nivel en el plano se hace por medio de INTERPOLACION, es decir se calcula los cotas intermedias entre dos o más puntos nivelados, regularmente estas cotas son de valor exacto o cotas redondas. Esta interpolación puede hacerse por tres métodos:

- A- Método Estimado: determinación de curvas por tanteos y cálculos mentales, requiere de experiencia del dibujante.
- B- Método Aritmético: interpolación entre dos puntos calculando una regla de tres, de la siguiente manera. Ver figura N° 62.

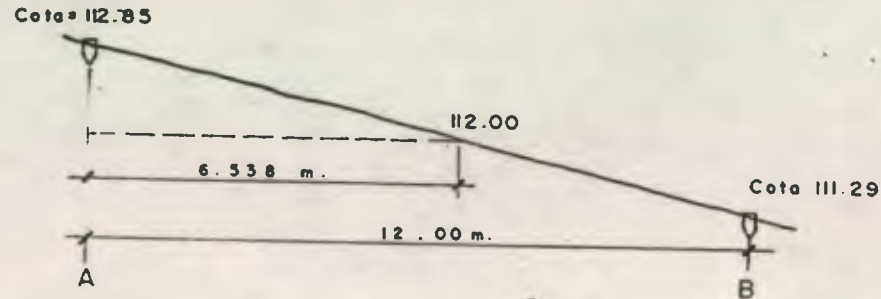


Figura N° 62

En 12.00 metros hay una diferencia de nivel de 1.56 m. en X m. habrá una diferencia de 0.85 m. (cota 112.85 menos cota buscada 112.00 = 0.85 m).

$$X = \frac{12.00 * 0.85}{1.56} = 6.538 \text{ m. de la cota A}$$

C- Método Gráfico: consiste en dividir una recta en partes proporcionales partiendo con la regla graduada en la cota menor como se indica en la figura N° 63.

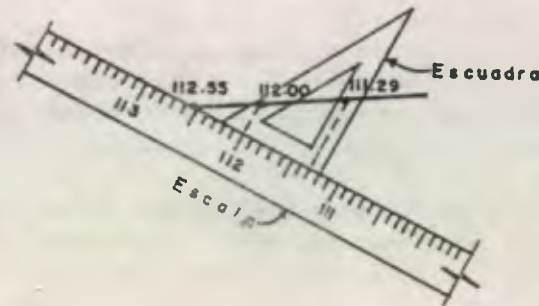


Figura N° 63

PERFILES:

El perfil de un terreno puede obtenerse con el trabajo de campo consistente en nivelar puntos situados sobre un eje o caminamiento en levantamientos topográficos para carreteras, ferrocarriles, canales de riego o como en nuestro caso, un eje central de un sistema de secciones transversales y el correspondiente plano de perfiles. Un perfil también puede obtenerse del plano de curvas de nivel ya que se conoce la equidistancia de estos debiendo trazarse la línea del perfil para luego proyectar en el plano vertical las distancias entre las curvas y las conocidas cotas de cada curva. Ver figura N° 64.

La importancia de los perfiles en estudios de urbanización es la de poder visualizar algunos aspectos como son los rasantes de calles, rasantes de drenajes, terrazas, cálculos de movimientos de tierras, etc.

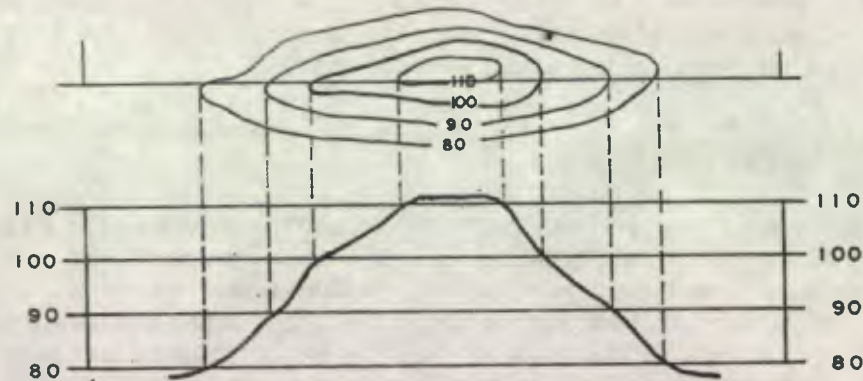


Figura N° 64

CAPITULO 3. APLICACION A UN EJEMPLO ESPECIFICO, PROYECTO VALLE DEL SOL, JUTIAPA.

En éste capítulo se presentan los conceptos descritos, aplicados al estudio y ejecución del Proyecto de Urbanización "Valle del Sol" de la cabecera departamental de Jutiapa; las dimensiones y características del proyecto dan la oportunidad de conocer sus particularidades y sus diferentes etapas de construcción, que se consideran pueden dar al estudiante de Arquitectura la visión de los requerimientos técnicos de topografía y cálculo que normalmente son utilizados en proyectos de urbanización.

3.1 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO:

La creciente demanda de vivienda en nuestro país, reviste de índices cada día más altos, y la ciudad de Jutiapa no es la excepción y más aún como cabecera departamental, por lo que la empresa Hogares Residenciales de Oriente, inició en el año de 1984 los estudios estadísticos de población bajo la hipótesis de una creciente demanda habitacional en la ciudad de Jutiapa, fueron tomados en cuenta factores condicionantes como: características y previsiones nacionales y regionales, las que incluyeron Censos y Proyecciones de Población, Empleo y Análisis de Fuentes de Ocupación en la Región, Ingreso, Vivienda y que según el resultado final del estudio indicó un marcado incremento de la demanda habitacional de la población, y como apoyo se realizaron encuestas y entrevistas que proporcionaron datos importantes como área de vivienda y sus ambientes, existencia de mercado de alquileres, etc.

3.2 REVISION DE DATOS EXISTENTES:

El inicio del proyecto "Valle del Sol" no presentó mayores cuestionamientos en su información topográfica inicial, se contó con las respectivas Certificaciones del Registro de la Propiedad Inmueble, por las dimensiones del terreno, la hoja cartográfica se usó solo para localizar el terreno dentro del área urbana de la ciudad de Jutiapa, por la misma razón no se usó fotografía aérea, la mayor fuente de información provino de los propietarios del terreno y de personas conocedoras que mostraron las colindancias que estuvieron bien definidas.

3.3 LEVANTAMIENTOS Y CALCULOS DE PLANIMETRIA:

Por la extensión y configuración topográfica del terreno no pudo realizarse el caminamiento del polígono sobre la línea del lindero que es un cerco y que en algunas partes está situado en una quebrada, por lo que el levantamiento más apropiado fue la combinación de un polígono cerrado por conservación de azimut, que para una mayor exactitud en el cierre se midió con cinta y radiaciones a los vértices del terreno con método taquimétrico en su mayoría. A continuación se presenta la libreta de campo y el proceso de cálculo hasta llegar al plano final del polígono (Plano de Registro, plano N°

Est.	P.O.	Azimet	Dist.Hbr.	Lectura de Hilos	Angulo Vert.	Observ.
1	2	125° 17' 43"	50.06			
1	1.1	171° 32' 24"		1.000/1.166/1.332	79° 08' 40"	Cerco
2	2.1	256° 52' 00"	27.50			
2	2.2	196° 11' 25"		1.000/1.107/1.214	74° 21' 25"	Cerco
2	2.3	178° 40' 40"		1.000/1.141/1.282	75° 57' 20"	Cerco
2	2.4	142° 17' 30"		1.000/1.167/1.334	82° 01' 20"	Cerco
2	2.5	131° 34' 50"		2.000/2.210/2.420	83° 27' 00"	Cerco
2	3	105° 45' 31"	61.84			
3	3.1	218° 55' 00"		3.000/3.066/3.132	75° 55' 40"	Cerco
3	3.2	193° 44' 00"		1.000/1.088/1.176	70° 44' 00"	Cerco
3	3.3	100° 26' 40"		1.000/1.141/1.282	76° 42' 40"	Cerco
3	3.4	97° 29' 20"		1.000/1.250/1.500	82° 02' 20"	Cerco
3	4	70° 58' 06"	55.24			
4	4.1	168° 03' 50"		1.000/1.145/1.290	78° 11' 30"	Cerco
4	4.2	79° 03' 00"		3.000/3.160/3.320	75° 44' 20"	Cerco
4	5	357° 34' 28"	43.24			Cerco
5	5.1	94° 06' 20"		1.000/1.236/1.472	89° 21' 40"	Cerco
5	6	21° 25' 26"	62.03			
6	6.1	144° 02' 40"		1.000/1.257/1.514	89° 12' 40"	Cerco
6	6.2	126° 32' 00"		1.000/1.204/1.408	85° 20' 00"	Cerco
6	6.3	106° 27' 10"	99.86	3.000/3.205/3.410	84° 25' 30"	Cerco
6	6.4	92° 27' 50"		3.500/3.736/3.972	84° 12' 20"	Cerco
6	7	59° 05' 08"	46.91			Cerco
7	7.1	139° 17' 20"		3.500/3.595/3.690	79° 39' 40"	Cerco
7	7.2	50° 00' 50"		2.000/2.078/2.156	78° 08' 20"	Cerco
7	8	341° 01' 08"	59.89			Cerco
8	8.1	76° 56' 40"		2.000/2.168/2.336	79° 51' 00"	Cerco
8	8.2	43° 58' 20"		3.000/3.220/3.440	68° 16' 00"	Cerco
8	8.3	3° 47' 20"		2.000/2.230/2.460	68° 29' 20"	Cerco
8	8.4	356° 42' 00"		1.000/1.250/1.500	70° 00' 20"	Cerco
8	8.5	348° 49' 10"		1.000/1.302/1.604	73° 54' 30"	Esqui.
8	8.6	317° 57' 40"		3.000/3.400/3.800	81° 16' 40"	Cerco
8	8.7	309° 38' 30"		1.500/1.985/2.470	82° 13' 10"	Cerco
8	9	254° 50' 15"	171.18			
9	9.1	30° 08' 20"		1.000/1.505/2.010	80° 18' 50"	Cerco

Est.	P.O.	Azimut	Dist.Hor.	Lectura de Hilos	Angulo Vert.	Observ.
9	9.2	19° 41' 00"		1.000/1.446/1.892	79° 45' 00"	Cerco
9	9.3	7° 05' 10"		3.000/3.455/3.910	83° 28' 40"	Cerco
9	9.4	352° 05' 40"		2.000/2.431/2.862	84° 15' 00"	Cerco
9	9.5	330° 53' 40"		2.000/2.404/2.808	82° 24' 40"	Cerco
9	9.6	322° 52' 50"		1.000/1.500/2.000	87° 03' 00"	Cerco
9	9.7	305° 07' 40"		1.000/1.545/2.090	87° 38' 00"	Cerco
9	10	257° 04' 41"	44.85			
10	11	270° 15' 58"	95.60			
11	11.1	355° 42' 58"	45.20			Cerco
11	11.2	341° 03' 45"	30.18			Cerco
11	11.3	284° 58' 38"	14.49			Cerco
11	12	170° 19' 24"	48.96			
12	12.1	311° 29' 57"	36.37			Cerco
12	12.2	265° 20' 09"	35.02			Cerco
12	12.3	229° 37' 01"	58.69			Cerco
12	13	144° 59' 38"	61.46			
13	13.1	305° 24' 57"	19.24			Cerco
13	13.2	229° 29' 15"	25.62			Cerco
13	13.3	162° 05' 03"	32.32			Cerco
13	13.4	136° 40' 09"	38.02			Cerco
13	1	91° 03' 24"	67.31			Cierre

Como se explicara anteriormente, la primera parte del cálculo es el cierre del poligono base, calculando para ello las latitudes y longitudes del poligono para establecer el Error Unitario de Cierre (E.U.C) y poder constatar si este está dentro de los parámetros permisibles.

CALCULO DEL POLIGONO BASE

Est.	P.O.	Azimut	Dist. Horiz.	LATITUDES		LONGITUDES	
				N	S	E	W
1	2	125° 17' 43"	50.06		28.924	40.858	
2	3	105° 45' 31"	61.84		16.795	59.516	

Est. P.O.	Azimut	Dist. Horiz.	LATITUDES		LONGITUDES		
			N	S	E	W	
3	4	70°58'06"	55.24	18.013		52.220	
4	5	357°34'28"	43.24	43.201		1.830	
5	6	21°25'26"	62.03	57.744		22.657	
6	7	59°05'08"	46.91	24.100		40.246	
7	8	341°01'08"	59.89	56.634		19.480	
8	9	254°50'15"	171.18		44.773	165.211	
9	10	257°04'41"	44.85		10.030	43.714	
10	11	270°15'58"	95.60	0.444		95.599	
11	12	170°19'24"	48.96		48.263	8.230	
12	13	244°59'38"	61.46		50.341	35.257	
13	1	91°03'24"	67.31		1.241	67.299	
$\Sigma =$			868.57	200.136	200.367	326.283	325.834

$$y = \text{Diferencia de latitudes} = 200.136 - 200.367 = 0.231$$

$$x = \text{Diferencia de longitudes} = 326.283 - 325.834 = 0.449$$

$$\text{Error} = \sqrt{y^2 + x^2} = \sqrt{0.231^2 + 0.449^2} = 0.505 \text{ m.}$$

$$\text{Error Unitario de Cierre} = \frac{\text{Error}}{\Sigma \text{ Dist. Horiz.}} = \frac{0.505}{868.57} = 0.00058$$

El error unitario de cierre fué de $0.00058 \approx 0.001 < 0.003$, que es el error máximo permitido por la "Ley de Agrimensura" y que indica que por cada 333 mt. lineales medidos se tolera 1 Mt. de error.

Para compensar el error de cierre, se procedió como se explica en el numeral 2.2 sobre **Cálculo de Coordenadas de Poligonos Cerrados**, entonces el cálculo de factores de compensación y la tabla de coordenadas parciales compensadas y coordenadas totales será:

CALCULO DE FACTORES DE COMPENSACION DEL ERROR DE CIERRE:

$$\text{Compensación en "y"} = \frac{\text{Diferencia de Latitudes}}{\text{Sumatoria de Latitudes}} = \frac{200.136 - 200.367}{200.136 + 200.367} = 0.00058$$

$$\text{Compensación en "x"} = \frac{\text{Diferencia de Longitudes}}{\text{Sumatoria de Longitudes}} = \frac{326.283 - 325.834}{326.283 + 325.834} = 0.00069$$

Est.	P.O.	Comp. y	Comp. x	Coord. Parciales Compensadas		Coordenadas Totales	
				y	x	y	x
1	2	- 0.017	- 0.028	- 28.907	+ 40.830	- 28.907	+ 40.830
2	3	- 0.010	- 0.041	- 16.785	+ 59.475	- 45.692	+ 100.305
3	4	+ 0.009	- 0.036	+ 18.022	+ 52.184	- 27.670	+ 152.489
4	5	+ 0.025	+ 0.001	+ 43.226	- 1.831	+ 15.556	+ 150.658
5	6	+ 0.033	- 0.016	+ 57.777	+ 22.641	+ 73.333	+ 173.299
6	7	+ 0.014	- 0.028	+ 24.114	+ 40.218	+ 97.447	+ 213.517
7	8	+ 0.033	+ 0.013	+ 56.667	- 19.493	+ 154.114	+ 194.024
8	9	- 0.026	+ 0.114	- 44.747	-165.325	+ 109.367	+ 28.699
9	10	- 0.006	+ 0.030	- 10.024	- 43.744	+ 99.343	- 15.045
10	11	+ 0.000	+ 0.066	+ 0.444	- 95.665	+ 99.787	- 110.710
11	12	- 0.028	- 0.006	- 48.235	+ 8.224	+ 51.552	- 102.486
12	13	- 0.029	- 0.024	- 50.312	+ 35.233	+ 1.240	- 67.253
13	1	- 0.001	- 0.046	- 1.240	+ 67.253	0.000	0.000
		Σ =	0.231	0.449	0.000	0.000	

Una vez calculado el polígono base se procede a calcular las coordenadas de las radiaciones como se explicó en el numeral 2.2 sobre **Cálculo de Coordenadas de Levantamientos Combinados**, y que básicamente consiste en sumar algebraicamente las coordenadas parciales de las radiaciones y las coordenadas totales del polígono base desde donde fueron radiadas, por ejemplo, de la estación 7.1 y 7.2 siendo la operación la siguiente:

$$7 = (97.447 + 213.517) + (-13.938 + 11.994) = (83.509 + 225.511) = 7.1$$

$$7 = (97.447 + 213.517) + (+ 9.601 + 11.448) = (107.048 + 224.965) = 7.2$$

CALCULO DE COORDENADAS TOTALES DEL POLIGONO REAL

Est.	P.O.	Coordenadas Parciales		Coordenadas Totales	
		y	x	y	x
1	1.1	- 31.674	+ 4.711	- 31.674	+ 4.711
2	2.1	- 6.248	- 26.781	- 35.155	+ 14.049
2	2.2	- 19.057	- 5.533	- 47.964	+ 35.297
2	2.3	- 26.532	+ 0.612	- 55.439	+ 41.442
2	2.4	- 25.915	+ 20.035	- 54.822	+ 60.865
2	2.5	- 26.857	+ 30.270	- 55.764	+ 71.100
3	3.1	- 9.663	- 7.802	- 55.355	+ 92.503
3	3.2	- 15.235	- 3.723	- 60.927	+ 96.582
3	3.3	- 4.872	+ 26.267	- 50.534	+ 126.572
3	3.4	- 6.392	+ 48.623	- 52.084	+ 148.928
4	4.1	- 27.185	+ 5.747	- 54.855	+ 158.236
4	4.2	+ 5.710	+ 29.511	- 21.960	+ 182.000
5	5.1	- 3.379	+ 47.073	+ 12.177	+ 197.731
6	6.1	- 41.607	+ 30.180	+ 31.726	+ 203.479
6	6.2	- 24.127	+ 32.566	+ 49.206	+ 205.865
6	6.3	- 11.503	+ 38.950	+ 61.830	+ 212.244
6	6.4	- 2.008	+ 46.676	+ 71.325	+ 219.975
7	7.1	- 13.938	+ 11.994	+ 83.509	+ 225.511
7	7.2	+ 9.601	+ 11.448	+ 107.048	+ 224.965
8	8.1	+ 7.354	+ 31.715	+ 161.468	+ 225.739
8	8.2	+ 27.324	+ 26.361	+ 181.438	+ 220.385
8	8.3	+ 39.728	+ 2.631	+ 193.842	+ 196.655
8	8.4	+ 44.263	- 2.552	+ 198.377	+ 191.472
8	8.5	+ 54.701	- 10.812	+ 208.815	+ 183.212
8	8.6	+ 58.049	- 52.339	+ 212.163	+ 141.685
8	8.7	+ 60.750	- 73.326	+ 214.864	+ 120.698
9	9.1	+ 84.873	+ 49.276	+ 194.240	+ 77.975
9	9.2	+ 81.329	+ 29.093	+ 190.696	+ 57.792
9	9.3	+ 89.140	+ 11.081	+ 198.507	+ 39.780
9	9.4	+ 84.524	- 11.737	+ 193.891	+ 16.962
9	9.5	+ 69.366	- 38.617	+ 178.733	- 9.918
9	9.6	+ 79.527	- 60.188	+ 188.894	- 31.489
9	9.7	+ 62.612	- 88.996	+ 171.979	- 60.297

Est.	P.O.	Coordenadas Parciales		Coordenadas Totales	
		y	x	y	x
11	11.1	+ 45.074	- 3.376	+ 144.861	- 114.086
11	11.2	+ 28.546	- 9.795	+ 128.333	- 120.505
11	11.3	+ 3.745	- 13.998	+ 103.532	- 124.708
12	12.1	+ 24.099	- 27.240	+ 75.651	- 129.726
12	12.2	- 2.848	- 34.904	+ 48.704	- 137.390
12	12.3	- 38.025	- 44.706	+ 13.527	- 147.192
13	13.1	+ 11.150	- 15.680	+ 12.390	- 82.933
13	13.2	- 16.643	- 19.478	- 15.403	- 86.731
13	13.3	- 30.753	+ 9.942	- 29.513	- 57.311
13	13.4	- 27.656	+ 26.090	- 26.416	- 41.163

CALCULO DEL AREA DEL POLIGONO REAL (Agrimensura):

De los métodos para cálculo de áreas mencionados en el inciso 2.3 se utilizó el **METODO DE MATRICES**, el cual se aplica a partir de las coordenadas totales del polígono real.

Est.	P.O.	y	x	y * x	x * y
1	1.1	- 31.674	+ 4.711	- 165.615	- 124.446
2	2.1	- 35.155	+ 14.049	- 673.846	- 444.988
2	2.2	- 47.964	+ 35.297	- 1,956.830	- 1,240.866
2	2.3	- 55.439	+ 41.442	- 2,271.933	- 1,987.724
2	2.4	- 54.822	+ 60.865	- 3,394.076	- 3,374.076
2	2.5	- 55.764	+ 71.100	- 3,935.741	- 3,897.844
3	3.1	- 55.355	+ 92.503	- 5,635.930	- 5,158.337
3	3.2	- 60.927	+ 96.582	- 4,880.675	- 5,346.297
3	3.3	- 50.534	+ 126.572	- 6,592.376	- 7,711.652
3	3.4	- 52.084	+ 148.928	- 8,169.445	- 7,525.928
4	4.1	- 54.855	+ 158.236	- 3,474.863	- 8,241.564
4	4.2	- 21.960	+ 182.000	+ 2,216.214	- 9,983.610
5	5.1	+ 12.177	+ 197.731	+ 6,273.214	- 4,342.173
6	6.1	+ 31.726	+ 203.479	+ 10,012.388	+ 2,477.764

Est.	P.O.	y	x	y * x	x * y
6	6.2	+ 49.206	+ 205.865	+ 12,728.633	+ 6,531.273
6	6.3	+ 61.830	+ 214.249	+ 15,138.660	+ 10,443.924
6	6.4	+ 71.325	+ 219.975	+ 18,369.892	+ 13,601.054
7	7.1	+ 83.509	+ 225.511	+ 24,140.502	+ 16,084.572
7	7.2	+ 107.048	+ 224.965	+ 36,324.649	+ 18,786.602
8	8.1	+ 16.468	+ 225.739	+ 40,957.633	+ 24,164.908
8	8.2	+ 181.438	+ 220.385	+ 42,719.869	+ 35,585.125
8	8.3	+ 193.842	+ 196.655	+ 39,011.829	+ 35,680.690
8	8.4	+ 198.377	+ 191.472	+ 39,982.226	+ 37,115.315
8	8.5	+ 208.815	+ 183.212	+ 38,870.808	+ 36,345.047
8	8.6	+ 212.163	+ 141.685	+ 30,443.006	+ 29,585.953
8	8.7	+ 214.864	+ 120.698	+ 23,444.380	+ 25,607.650
9	9.1	+ 194.240	+ 77.975	+ 14,869.521	+ 16,754.020
9	9.2	+ 190.696	+ 57.792	+ 11,472.117	+ 11,225.518
9	9.3	+ 198.507	+ 39.780	+ 7,712.984	+ 7,585.887
9	9.4	+ 193.891	+ 16.962	+ 3,031.669	+ 3,367.076
9	9.5	+ 178.733	- 9.918	- 1,873.451	- 1,923.011
9	9.6	+ 188.894	- 31.489	- 5,415.289	- 5,628.123
9	9.7	+ 171.974	- 60.297	- 8,734.684	- 11,389.742
11	11.1	+ 144.861	- 114.086	- 14,640.999	- 19,619.826
11	11.2	+ 128.333	- 120.505	- 12,476.124	- 17,456.475
11	11.3	+ 103.532	- 124.708	- 9,434.285	- 16,004.152
12	12.1	+ 75.651	- 129.726	- 6,318.175	- 13,430.792
12	12.2	+ 48.704	- 137.390	- 1,858.475	- 10,393.691
12	12.3	+ 13.527	- 147.192	- 1,823.709	- 7,168.839
13	13.1	+ 12.390	- 82.933	+ 1,277.417	- 1,121.835
13	13.2	- 15.403	- 86.731	+ 2,559.692	- 1,074.597
13	13.3	- 29.513	- 57.311	+ 1,513.927	+ 882.761
13	13.4	- 26.416	- 41.163	+ 1,303.797	+ 1,214.844

$$\Sigma = 320,648.506 \quad 168,449.176$$

$$\text{Area} = \frac{(320,648.506) - (-168,449.176)}{2} = \frac{-152,199.33}{2} = 76,099.665 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Area} &= 76,099.665 \text{ m}^2 \approx 7 \text{ Has. } 60 \text{ As. } 99.665 \text{ Cas.} \approx 76,099.665 \text{ m}^2 * 1.43115 \text{ v}^2/\text{m}^2 \\ &= 108,910.036 \text{ v}^2 \approx 10 \text{ Mz. } 8,910.036 \text{ v}^2 \end{aligned}$$

3.4 CALCULO DEL PERIMETRO DEL POLIGONO (PERIMETRIA)

Para completar el cálculo del polígono es necesario calcular los Rumbos y las Distancias entre las estaciones que limitan el perímetro o polígono del terreno, que según el ejemplo anterior fueron las radiaciones indicadas como cercos. El cálculo se realizó según el numeral 1.2.4 para la presentación final de los datos es conveniente cambiar la numeración de las radiaciones por una numeración correlativa que evite posibilidad de confusión.

Est.	P.O.	--->	Est.	P.O.	Rumbo	Distancia
13.1	1.1		1	2	S 83° 27' 41" E	46.174 m.
1.1	2.1		2	3	S 69° 33' 20" E	9.966 m.
2.1	2.2		3	4	S 58° 55' 01" E	24.810 m.
2.2	2.3		4	5	S 39° 25' 22" E	9.677 m.
2.3	2.4		5	6	N 88° 10' 50" E	19.433 m.
2.4	2.5		6	7	S 84° 44' 29" E	10.278 m.
2.5	3.1		7	8	N 88° 54' 19" E	21.407 m.
3.1	3.2		8	9	S 36° 12' 22" E	6.906 m.
3.2	3.3		9	10	N 70° 53' 11" E	31.740 m.
3.3	3.4		10	11	S 86° 02' 02" E	22.410 m.
3.4	4.1		11	12	S 73° 25' 18" E	9.712 m.
4.1	4.2		12	13	N 35° 50' 42" E	40.581 m.
4.2	5.1		13	14	N 24° 44' 28" E	37.587 m.
5.1	6.1		14	15	N 16° 23' 06" E	20.377 m.
6.1	6.2		15	16	N 7° 46' 22" E	17.642 m.
6.2	6.3		16	17	N 26° 49' 33" E	14.146 m.
6.3	6.4		17	18	N 39° 08' 06" E	12.241 m.
6.4	7.1		18	19	N 24° 26' 08" E	13.383 m.
7.1	7.2		19	20	N 1° 19' 44" W	23.545 m.
7.2	8.1		20	21	N 0° 48' 53" E	54.426 m.
8.1	8.2		21	22	N 15° 00' 29" W	20.675 m.

Est.	P.O.	→	Est.	P.O.	Rumbo	Distancia
8.3	8.4		23	24	N 48° 48' 53" W	6.887 m.
8.4	8.5		24	25	N 38° 21' 21" W	13.311 m.
8.5	8.6		25	26	N 85° 23' 26" W	41.662 m.
8.6	8.7		26	27	N 82° 39' 59" W	21.160 m.
8.7	9.1		27	28	S 64° 13' 54" W	47.441 m.
9.1	9.2		28	29	S 80° 02' 27" W	20.492 m.
9.2	9.3		29	30	N 66° 33' 21" W	19.633 m.
9.3	9.4		30	31	S 78° 33' 49" W	23.280 m.
9.4	9.5		31	32	S 60° 34' 51" W	30.859 m.
9.5	9.6		32	33	N 64° 46' 38" W	23.844 m.
9.6	9.7		33	34	S 59° 34' 48" W	33.407 m.
9.7	11.1		34	35	S 63° 14' 41" W	60.238 m.
11.1	11.2		35	36	S 21° 13' 29" W	17.731 m.
11.2	11.3		36	37	S 09° 37' 06" W	25.155 m.
11.3	12.1		37	38	S 10° 12' 10" W	28.329 m.
12.1	12.2		38	39	S 15° 52' 35" W	28.016 m.
12.2	12.3		39	40	S 15° 34' 13" W	36.517 m.
12.3	13.1		40	41	S 88° 59' 11" E	64.269 m.
13.1	13.2		41	42	S 7° 46' 53" W	28.051 m.
13.2	13.3		42	43	S 64° 22' 38" E	32.629 m.
13.3	13.4		43	1	N 79° 08' 35" E	16.442 m.

Area = 76,099.665 m² ≈ 7 Has. 60 As. 99.665 Cas.

≈ 76,099.665 m² * 1.43115 v²/m² = 108,910.036 v² ≈ 10 Mz. 8,910.036 v²

3.5 LEVANTAMIENTO Y CALCULOS DE ALTIMETRIA:

Para determinar la configuración del terreno a lotificarse y nivelar, se uso el criterio de trazar y nivelar un eje longitudinal y secciones transversales a cada 20 mts. y sobre cada sección nivelar puntos a cada 20 mts. para formar una cuadrícula además de otros puntos que el topógrafo consideró necesarios.

Los datos de campo son los siguientes:

LIBRETA DE CAMPO
NIVELACION DEL EJE CENTRAL
PROYECTO "VALLE DEL SOL", JUTIAPA

: P.O.	: V.A.	: H.I.	: V.I.	: P.V.	: COTA	:
B1	0.638	100.638			100.00	
P.V1	1.182	98.535		3.285	97.353	
0+000.00			2.610		95.925	
0+013.25			0.422		98.113	
0+020.00			0.281		98.254	
P.V2	3.497	101.679		0.353		
0+029.00			2.541		99.138	
0+040.00			2.299		99.550	
0+053.80			2.283		99.396	
0+060.00			2.305		99.374	
0+077.55			3.729		97.950	
0+080.00			3.370		98.309	
0+092.00			2.625		99.054	
0+100.00			2.506		99.173	
0+120.00			2.315		99.364	
0+144.00			2.047		99.632	
0+160.00			2.396		99.283	
0+180.00			2.722		98.957	
0+200.00			3.254		98.425	
P.V3	1.634	99.831		3.482		
0+220.00			2.207		97.624	
0+240.00			3.531		96.300	
P.V4	0.248	96.970		3.109		
0+260.00			1.714		95.256	

: P.O.	: V.A.	: H.I.	: V.I.	: P.V.	: Cota :
0+280.00			3.845		93.125
P.V5	0.980	95.208		2.742	
P.V6	1.043	93.063		3.188	
0+300.00			1.809		91.254
P.V7	0.282	89.877		3.468	
0+320.00(final)			3.125		86.752
R E G R E S O					
P.V8	3.732	90.484			86.752
P.V9	3.633	92.685		1.432	
P.V10	3.497	95.250		0.932	
P.V11	3.559	98.309		0.500	
P.V12	3.299	100.846		0.76	
B.M1				0.846	100.000

3.6 ELABORACION DE PLANOS DE TOPOGRAFIA Y PERFILES:

A continuación se presenta la libreta de secciones transversales de una parte representativa del terreno y el plano en planta con los puntos nivelados del eje, de secciones transversales y el trazo de curvas de nivel para conformar el plano de topografía. (ver plano N° 3)

Con los datos de la libreta de nivelación del eje principal y con las secciones transversales se elaboraron algunos perfiles del terreno para ayudar al diseño de las distintas fases del proyecto como se explicara en el inciso PERFILES del numeral 2.5, ver plano N° 4.

LIBRETA DE SECCIONES TRANSVERSALES
AL EJE CENTRAL
PROYECTO "VALLE DEL SOL", JUTIAPA

IZQUIERDA



DERECHA



-12.73 13.19 6.83 6.05 3.80 3.42 2.36	(95.925)	2.82 4.62
80.00 71.00 58.00 52.50 46.00 41.00 20.50	0+000	20.00 39.60
10.70 12.85 15.07 15.85 15.80 9.00 8.87 5.77 5.66 2.73	(98.254)	1.21 2.19
91.75 84.60 80.00 76.50 71.00 56.25 53.00 46.50 40.00 20.00	0+020	20.00 40.00
10.81 14.15 17.05 7.45 5.60 1.66 0.10	(99.55)	0.43 1.03
101.80 91.20 80.00 56.10 40.00 20.00 12.25	1000	20.00 40.00
11.42 11.87 13.88 17.32 17.69 17.62 7.56 4.95 5.07 1.05 0.59	(99.374)	1.03 0.64 0.53
112.00 108.00 93.20 87.80 83.70 80.00 60.00 40.00 37.10 25.80-20.00	0+060	20.00 40.00 60.00
8.64 10.73 12.67 16.83 16.96 17.08 9.39 6.07 3.89	(98.309)	2.50 1.71 1.11 0.77 1.57
122.90 113.00 91.25 90.00 85.00 80.00 60.60 40.00 20.00	0+080	20.00 40.00 60.00 71.00 81.50
7.74 9.85 11.74 13.57 17.74 17.94 17.69 9.67 6.78 5.91 4.06	(99.173)	0.56 0.51 0.45 1.78
134.50 127.00 103.40 100.00 91.00 86.00 80.00 71.00 60.00 40.00 20.00	0+100	20.00 40.00 60.00 76.00
10.71 15.11 17.76 18.22 18.01 10.06 7.16 6.46 2.65 0.33	(99.364)	0.19 0.00 0.18 0.75
127.00 100.00 93.50 88.00 84.00 73.00 65.50 60.00 40.00 20.00	0+120	20.00 40.00 60.00 73.00
10.67 14.33 18.54 2.55 4.64 1.16 0.33	(99.632)	0.26 0.53 1.63 7.88
135.50 117.70 98.00 80.00 60.00 40.00 20.00	0+140	20.00 40.00 60.00 80.00

3.7 CONSIDERACIONES LEGALES PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS DE URBANIZACION:

Para el diseño de proyectos de urbanización es importante conocer las leyes y reglamentos que rigen la materia, especialmente los relacionados con las áreas que tienen que cederse a diferentes entidades y que en forma resumida es la siguiente:

4) LEY ORGANICA DE EDUCACION NACIONAL (Decreto Ley 317)

Artículo 1.- Previo a emitir la autorización en definitiva de la venta de lotes, las municipalidades respectivas requerirán de cada propietario de lotificación, urbanización o fraccionamiento urbano, sub-urbano o rural, la cesión de título gratuito a favor del Estado, de un área equivalente al seis por ciento (6 %), como mínimo del área total de lotes. Las escrituras de cesión, así como los planos de registro serán por cuenta de los propietarios respectivos.

5) LEY DE EMERGENCIA

CAMPANA NACIONAL DE REFORESTACION

CAPITULO 1

Artículo 46.- Las entidades públicas, privadas, individuales o jurídicas que para lotificar o construir tengan que talar árboles o bosques, deberán obtener previamente autorización del Instituto Nacional Forestal, quedando en la obligación dichas empresas a reforestar un área igual a la talada, en otro terreno, así también a RESERVAR UN AREA FORESTAL DEL DIEZ POR CIENTO DEL AREA TOTAL DE LA LOTIFICACION, independientemente de las áreas verdes, deportivas y educativas que les corresponde dejar. Las municipalidades son las encargadas de su cumplimiento.

REGLAMENTO DE URBANIZACIONES Y FRACCIONAMIENTOS EN EL MUNICIPIO Y AREA DE INFLUENCIA URBANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.

Artículo 15

b-2 Las áreas verdes y de uso público, cubriendo por lo menos el 10 % del área de la finca, dentro de ésta no deben incluirse las áreas destinadas a calle, ni la faja de terreno para conducción de aguas de desague u otros similares a que se refiere el artículo 13 (la servidumbre de paso de conducción de agua, de desague y otros similares, se localizarán sobre las calles de la lotificación y cuando ello no fuera posible o conveniente, se destinará una faja de terreno del ancho necesario que se titulará a nombre de la Municipalidad, con un mínimo de seis metros de ancho.)

1. Generalidades de la LEY PRELIMINAR DE URBANISMO:

CAPITULO 1:

Artículo 1.- para los efectos de la presente ley, se establecen las siguientes definiciones:

- a) "Área de influencia urbana": es la que circunda a una ciudad y en la cual se hacen sentir los efectos de su crecimiento y el desarrollo de sus funciones dentro de un término previsible;
- b) "Lotificación": es todo fraccionamiento de un terreno en más de cinco lotes con apertura de nuevas calles;
- c) "Plan Regulador": es el conjunto de recomendaciones formuladas con base en el análisis de las necesidades y recursos de una ciudad que proporcionan un programa para girar el desarrollo con el máximo de eficiencia y en la forma conveniente para la comunidad;
- d) "Servicio Público": es todo aquel que se presta para uso de la colectividad;
- e) "Sistema vial": es la red de comunicaciones destinadas a canalizar el movimiento de vehículos y peatones;
- f) "Zona de Servidumbre de Reserva": son las áreas que demarquen las municipalidades, dentro del área de reserva urbana respectiva, para destinarlas a fines públicos; y
- g) "Zonificación": es la determinación del uso más conveniente de los terrenos para beneficio integral de la ciudad.

2) LEY DE PARCELAMIENTOS URBANOS:

CAPITULO 1:

Artículo 1.- Parcelamiento urbano es la división de una o varias fincas con el fin de formar otras menores. Tal operación debe ajustarse a las leyes y reglamentos de urbanismo y a los planes reguladores que cada municipalidad ponga en vigor de conformidad con la autonomía de su régimen.

3) LEY ORGANICA DEL DEPORTE (Decreto 48-69 y 65-69)

Artículo 85.- dentro del área de toda lotificación o parcelamiento urbano o rural, deberán destinarse terrenos suficientes y apropiados para la construcción de instalaciones y campos deportivos. La extensión de tales terrenos será proporcional al área a lotificarse o parcelarse, se determinará atendiendo a la densidad de población que dicha área comprenderá y no podrá exceder del 10 % del área habitada para lotificarse o su equivalente en moneda nacional.

3.8 APLICACION AL DISEÑO DEL PROYECTO:

Un criterio muy importante en la etapa de diseño de una urbanización, es el aprovechamiento de la mayor área que pueda lotificarse, optimizando los recursos económicos con las características que preste la topografía del terreno, tomando en cuenta las áreas que deben cederse, como se explicara en el inciso anterior.

En el Proyecto "Valle del Sol", la topografía fue determinante para el diseño de calles y manzanas de lotes, la configuración del terreno es una especie de meseta con depresiones en los linderos al norte, sur y este, siendo la entrada al terreno por el lado oeste por medio de una calle de terracería que conduce al centro de la ciudad, la forma alargada del terreno y la topografía sugirieron que las calles estuvieran orientadas de oeste a este, formando cinco bloques de manzanas más algunos lotes que la topografía permitió diseñar hasta el lindero del terreno, es así como se tomó como dimensión promedio, lotes de 8.00 m. x 20.00 m., el resumen de áreas por manzanas es el siguiente:

3.8.1 DETERMINACION DE AREAS:

Manzana "A"	3,764.462 m ²
Manzana "B"	4,729.205 m ²
Manzana "C"	1,441.715 m ²
Manzana "D"	1,574.407 m ²
Manzana "E"	4,885.327 m ²
Manzana "F"	7,125.383 m ²
Manzana "G"	7,849.053 m ²
Manzana "H"	3,334.853 m ²
<hr/>	
TOTAL	34,704.405 m ²

Entonces se tiene que:

AREA TOTAL DE LOTES O AREA VENDIBLE:	34,704.405 m ²
AREA TOTAL DE CALLES:	12,468.942 m ²
AREA TOTAL DEL TERRENO:	76,099.665 m ²

Con la información anterior se puede determinar las áreas mínimas a ceder, de la siguiente forma:

Areas verdes y de uso público, 10 % del área del terreno	7,609.966 m ²
Areas deportivas, 10 % del área vendible	3,470.440 m ²
Area escolar, 6 % del área vendible	2,082.264 m ²
Areas de reforestación, 10 % del área del terreno	7,609.966 m ²
<hr/>	
AREA TOTAL A CEDER	20,772.636 m ²

Por aprovechamiento de las características del terreno, las áreas de cesión fueron un poco mayores que las mínimas exigidas por la ley, quedando de la siguiente manera:

Areas verdes y de uso público, 11.859 % del área del terreno .	9,022.899 m ²
Areas deportivas, 12.922 % del área vendible	4,426.494 m ²
Area escolar, 6 % del área vendible	2,082.264 m ²
Area de reforestación, 10.417 % del área del terreno	7,927.504 m ²
<hr/>	
AREA REAL A CEDER	23,459.161 m ²

3.8.2 GEOMETRIA DEL PROYECTO:

En el inciso anterior se definieron, el área de calles en base al criterio mencionado, así también se definió que hasta donde fuera posible, la dimensión de lotes sería de 8.00 m. de frente por 20.00 m. de fondo, por lo que en éste inciso se presenta la planta acotada del proyecto.

El plano de geometria del proyecto puede dividirse en geometria de calles y geometria de lotes o integrar toda la información en un solo plano, lo importante es que se tenga toda la información geométrica para poder replantear el proyecto en campo y además obtener la información planimétrica que se desee como áreas de lotes, áreas a ceder, orientación y dimensión de líneas, linderos, etc. El plano de geometria se dibuja en base a un plano de coordenadas que normalmente está trazado en papel milimetrado y que es un borrador del proyecto. Para ilustración de éste tema, se presenta el plano de geometria de una parte del proyecto, donde se consideran existen todos los elementos que pudieran repetirse en todo el proyecto.

3.8.3 DISEÑO DE RASANTE DE CALLES:

Se llama rasante a la pendiente regular de una línea, tanto si es ascendente como

descendente, para el caso de diseño y replanteo de calles, ésta definición puede complementarse con la de SUB-RASANTE, que es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento, o sea la sub-base y la capa de rodadura. Para el diseño de calles, es importante tomar en cuenta que la pendiente máxima en calles debe de ser 15 %. El procedimiento normal para el diseño de calles, debiera ser el siguiente:

1. Diseño de calles en plano de topografía y perfiles (Anteproyecto), tomando en cuenta el drenaje transversal (bombeo) y drenaje longitudinal de la calle.
2. Replanteo y nivelación de ejes de calles diseñados en gabinete.
3. Cálculo y dibujo de ejes y perfiles del replanteo.
4. Diseño final de la rasante.

La siguiente ilustración presenta los términos descritos, así como algunos tipos de drenaje transversal, de los cuales algunos fueron usados en el proyecto "Valle del Sol". Ver figura N° 66.

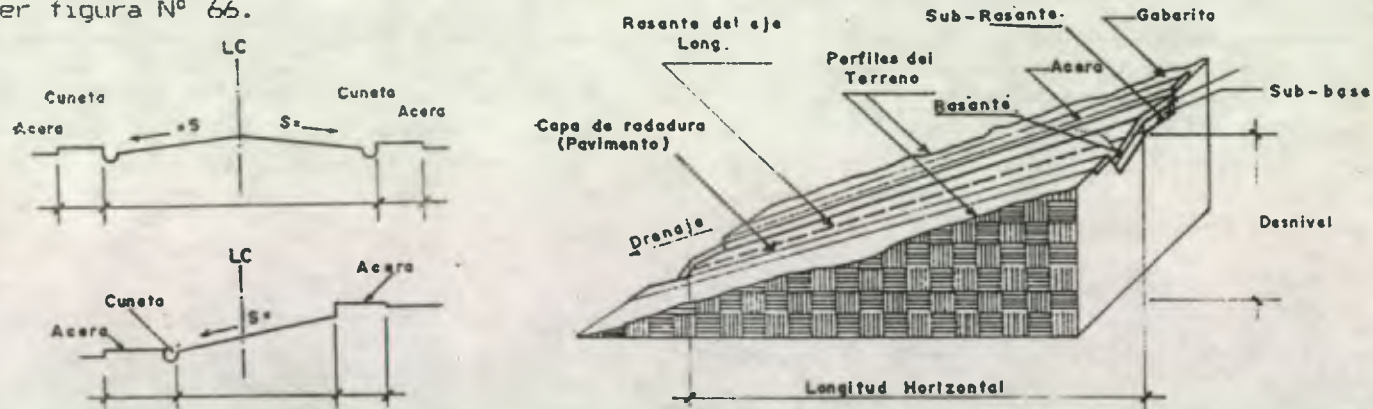


Figura N° 66

3.8.4 CALCULO DE CURVAS HORIZONTALES Y VERTICALES:

CURVAS HORIZONTALES:

Son elementos geométricos importantes en el diseño de calles, ya que permiten que éstas

puedan adaptarse a la topografía del terreno, así también las calles puedan cambiar de dirección en forma suave, otra aplicación importante de las curvas horizontales es cuando en el perímetro de lotes se cuenta con alguna curva especialmente en lotes de esquina o en lotes formados por curvas de calles o rotondas. Los elementos que forman una curva horizontal se muestran en la figura N° 67.

- R = radio
- Δ = delta
- LC = longitud de curva
- Stg = subtangente
- Cda = cuerda
- P.C. = principio de curva
- P.I. = punto de inflexión
- P.T. = principio de tangente
- M = medial o flecha
- E = external o traflecha

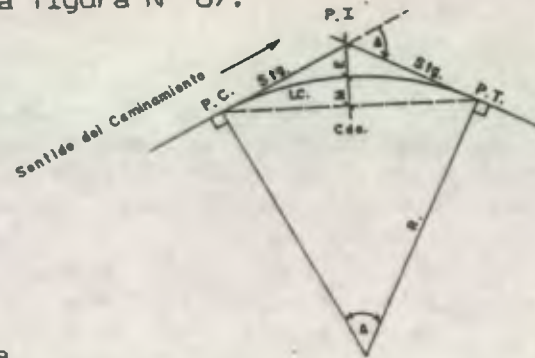
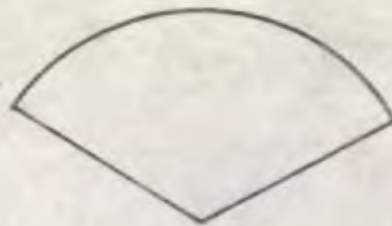
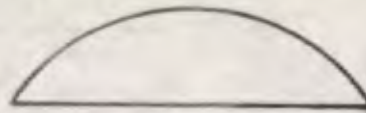


Figura N° 67

Otros elementos importantes en el cálculo de curvas horizontales son las áreas de que se muestran en la figura N° 68.



SECTOR



SEGMENTO



FILETE

Los elementos mencionados son calculados con fórmulas, por lo que para su mejor comprensión se aplicarán en el ejemplo de una curva de una calle y en un lote con un lado curvo. Ver figura N° 69.

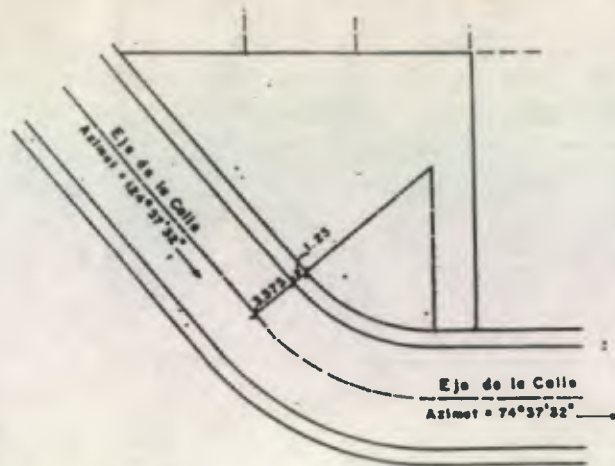


Figura N° 69

Nota:

para la aplicación de cualquiera de las fórmulas para resolver curvas horizontales, es necesario conocer por lo menos dos datos, en éste ejemplo se conoce el delta (Δ) en función de los azimutes del eje de la calle y la subtangente (Stg) que es un dato de diseño

PROCEDIMIENTO:

$$\begin{aligned} \text{CALCULO DEL DELTA } (\Delta) &= \text{Azimut 1} - \text{Azimut 2} \\ &= 124^\circ 57' 32'' - 74^\circ 37' 32'' = 50^\circ 20' 00'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DATOS PARA EL CALCULO: } \Delta &= 50^\circ 20' 00'' \\ \text{Stg} &= 7.85 \text{ m.} \end{aligned}$$

CALCULO DEL RADIO (R):

$$\text{Stg} = R \operatorname{tg}\left(\frac{\Delta}{2}\right) \rightarrow R = \frac{\text{Stg}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\Delta}{2}\right)} \quad \therefore R = \frac{7.85}{\operatorname{tg}\left(\frac{50^\circ 20'}{2}\right)} = 16.7073 \text{ m.}$$

CALCULO DE LONGITUD DE CURVA :

$$\text{LC} = \frac{\pi R}{180^\circ} = \frac{3.1416 \times 16.7073 \times 50.3333 (*)}{180^\circ} = 14.6771 \text{ m.}$$

(*) Decimales de grado.

CALCULO DE CUERDA :

$$Cda = 2R \operatorname{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right) = 2 \times 16.7073 \times \operatorname{sen} \left(\frac{50^\circ 20'}{2} \right) = 14.2097 \text{ m.}$$

CALCULO DE LA EXTERNAL O CONTRAFLECHA

$$E = Stg \times \operatorname{tg} \left(\frac{\Delta}{4} \right) = 7.85 \times \operatorname{tg} \left(\frac{50^\circ 20'}{4} \right) = 1.7523 \text{ m.}$$

CALCULO DE LA FLECHA :

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right] = 16.7073 \left[1 - \operatorname{Cos} \left(\frac{50^\circ 20'}{2} \right) \right] = 1.5859 \text{ m.}$$

Quando los datos conocidos son la cuerda y el ángulo delta (Δ), el Radio puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Cda}{2 \operatorname{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right)}$$

El resumen de los datos de curva es el siguiente:

$R = 16.7073 \text{ m.}$	$E = 1.7523 \text{ m.}$
$\Delta = 50^\circ 20' 00''$	$M = 1.5859 \text{ m.}$
$LC = 14.6771 \text{ m.}$	
$Stg = 7.85 \text{ m.}$	
$Cda = 14.2097 \text{ m.}$	

Como se mencionó anteriormente, es muy importante calcular las áreas de los elementos de

curvas siguientes, sector, segmento y fillet, las fórmulas son las siguientes:

$$\text{Area del Sector} = \frac{\pi R^2 \Delta}{360^\circ} = \frac{LC R}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{Area del Segmento} &= \text{Area del Sector} - \frac{1}{2} R^2 \text{ Sen } \Delta \\ &= \text{Area del Sector} - \frac{1}{2} \text{Cda} \times R \text{ Cos } \left(\frac{\Delta}{2} \right) \end{aligned}$$

$$\text{Area del Fillet} = R \text{ Stg} - \text{Area del Sector}$$

En el siguiente ejercicio se calcula un lote en el que uno de los lados es una curva, como una alternativa puede calcularse el polígono de lados rectos en la forma normal, dejando pendiente el área del sector que habrá que incrementar a la antes calculada, ejemplo, Ver figura N° 70.

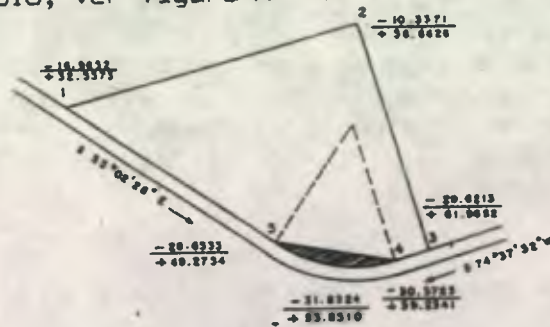


Figura N° 70

DATOS DE CURVA

R = 11.8823 m.
 $\Delta = 50^\circ 20' 00''$
 LC = 10.4384 m.
 Stg = 5.5829 m.
 Cda = 10.1060 m.
 M = 1.1279 m.
 E = 1.2462 m.

DATOS DEL POLIGONO CALCULADO EN BASE A COORDENADAS:

EST.	P.O.	RUMBO	DISTANCIA	EST.	P.O.	RUMBO	DISTANCIA
1	2	N 74°37'32" E	25.00 m.	4	5	N 80°12'29" W	10.1059 m. (*)
2	3	S 15°22'28" E	20.00 m.	5	1	N 55°02'28" W	20.3938 m.
3	4	S 74°37'32" W	2.8324 m.	(*) se sustituirá por la longitud de curva.			
AREA DEL POLIGONO = 322.1566 m ²							

CALCULO DEL AREA DEL SEGMENTO:

$$\text{Area del sector} = \frac{\pi R^2 \Delta}{360^\circ} = \frac{3.1416 \times 11.8823^2 \times 50.3333}{360^\circ} = 62.0160 \text{ m}^2$$

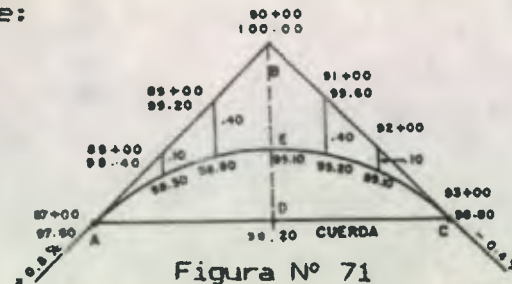
$$\begin{aligned} \therefore \text{Area del segmento} &= \text{Area del sector} - \frac{1}{2} R^2 \text{ Sen } \Delta \\ &= 62.0160 - \frac{1}{2} 11.8823^2 \times \text{sen } 50^\circ 20' = 7.6744 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

entonces el área real del polígono es $322.1566 + 7.6744 = 329.5310 \text{ m}^2$ el nuevo lado de la est. 4 a la est. 5 se cambiará por la longitud de curva que es de 10.4384 m.

CURVAS VERTICALES:

En carreteras, calles y vías férreas, para suavizar los cambios bruscos de dirección vertical en los vehículos, se enlazan los tramos de distinta pendiente con curvas situadas en un plano vertical, se les llama curvas verticales o arcos de redondeamiento. Las curvas de enlace son arcos de parábola que es la forma que mejor se adapta a un cambio gradual de dirección y es fácil el cálculo de alturas a lo largo de la curva. El cambio máximo de pendiente está dado por normas y disposiciones legales que no se considerarán en este trabajo ya que estas rigen especialmente el diseño de carreteras, donde las velocidades de los vehículos es mayor que la permitida en calles de urbanizaciones donde la velocidad del tráfico es lento.

El método para el cálculo de un arco vertical de enlace o curva vertical de acuerdo a la figura N° 71 es el siguiente:



1. Se calcula la cota del punto medio de la cuerda A-C = $\frac{97.60 + 98.80}{2} = 98.20$

2. La curva es un arco de parábola, la cota en su punto medio (E) es el promedio de la cota del vértice "B" y de la cota del punto medio "D" de la cuerda (98.20 + 100.00) / 2 = 99.10.

3. Se calculan las distancias dentro los puntos de las tangentes y la curva, fundándose en la propiedad de la parábola que dice que las ordenadas de sus puntos varían como el cuadro de la distancia al punto de tangencia.

La separación de las tangentes en las estaciones 89 y 91 son $\frac{2^2}{3^2} \times 0.90 = 0.40$ m. y las estaciones 88 y 90 estas distancias son $\frac{1^2}{3^2} \times 0.90 = 0.10$ m.

Las cotas de los puntos de la curva se determinan como se ve en el siguiente cuadro:

Estación	:87 = A:	88	:	89	:	90	:	91	:	92	:	93 = C	:	
Cota de tangente	:	97.60	:	98.40	:	99.20	:	100.00	:	99.60	:	99.20	:	98.80
Separación de tangente	:	0.00	:	0.10	:	0.40	:	0.90	:	0.40	:	0.10	:	0.00
Cota de la curva	:	97.60	:	98.30	:	98.80	:	99.10	:	99.20	:	99.10	:	98.80

3.8.5 CALCULO DE INTERSECCIONES:

En el diseño de lotificaciones es frecuente calcular intersecciones de líneas en casos como el cruce o unión de ejes de calles, intersecciones de linderos de lotes, etc. En el cálculo de lotes también puede darse el caso de la intersección de una línea recta con una línea curva. Existe más de una manera de calcular estas intersecciones, en este trabajo se propone la aplicación de fórmulas desarrolladas en base a ecuaciones básicas que simplifican el cálculo. Ver figura N° 72.

EQUACIONES BASICAS:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C_x - A_x}{C_y - A_y} \quad \& \quad \operatorname{tg} \phi = \frac{B_x - C_x}{B_y - C_y}$$

FORMULAS DESARROLLADAS:

$$C_x = \frac{\operatorname{tg} \alpha [\operatorname{tg} \phi (B_y - A_y)] + A_x \operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \phi - \operatorname{tg} \alpha}$$

$$C_y = B_y - \frac{B_x - C_x}{\operatorname{tg} \phi}$$

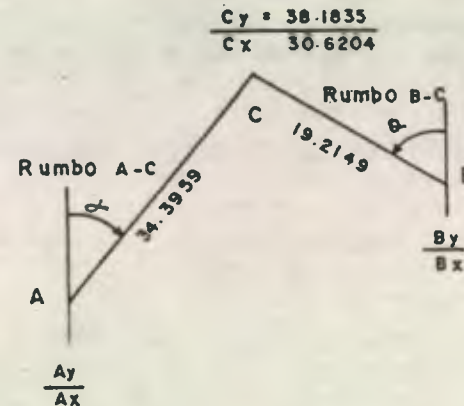


Figura N° 72

EJEMPLO:

Calcular la intersección de las líneas rectas con la información siguiente:

$$A_y = + 15.4325$$

$$B_y = + 23.4311$$

$$\text{Rumbo A-C} = \text{N } 48^{\circ} 35' 23'' \text{ E} = \alpha$$

$$A_x = + 4.8237$$

$$B_x = + 42.9320$$

$$\text{Rumbo B-C} = \text{N } 30^{\circ} 50' 48'' \text{ W} = \phi$$

Cálculo de coordenadas en C:

$$C_x = \frac{\operatorname{tg} 48^{\circ} 35' 23'' [-\operatorname{tg} 39^{\circ} 50' 48'' (23.4311 - 15.4325) - 4.8237 (-\operatorname{tg} 39^{\circ} 50' 48'')] }{-\operatorname{tg} 39^{\circ} 50' 48'' - \operatorname{tg} 48^{\circ} 35' 23''}$$

$$C_x = \frac{1.13387 [-0.83455 (7.99860) - 42.9320] + 4.8237 (-0.83455)}{-0.83455 - 1.13387} = 30.62038$$

$$C_y = 23.4311 - \frac{42.9320 - 30.62038}{-0.83455} = 38.18351$$

CALCULO DE DISTANCIAS :

$$A-C = \sqrt{(C_y - A_y)^2 + (C_x - A_x)^2} = \sqrt{22.75101^2 + 25.79668^2} = 34.39589 \text{ m.}$$

$$B-C = \sqrt{(C_y - B_y)^2 + (B_x - C_x)^2} = \sqrt{14.75241^2 + 12.31162^2} = 19.21483 \text{ m.}$$

RESUMEN DE LOS DATOS DE LA INTERSECCION:

Rumbo A-C = N 48°35'23" E
 Distancia A-C = 30.62038 m.
 Rumbo B-C = N 39°50'48" W
 Distancia B-C = 19.21483 m.
 Coordenadas de C : $C_y = 38.18351$
 $C_x = 30.62038$

El cálculo de la intersección de una línea curva con una línea recta, es común sobre todo en el cálculo de lotes junto a curvas de lotes, al igual que en el cálculo de líneas rectas existen varias maneras de resolver el problema, en este trabajo se propone un método que parte del conocimiento de todos los datos de la curva incluyendo sus coordenadas así como de los datos de algunos elementos del lote, en el siguiente ejercicio se muestran los datos necesarios así como el procedimiento propuesto. Ver figura N° 73.

DATOS CONOCIDOS:

Coordenadas de 1 (+130.7615/+196.1725)
 Coordenadas de 4 (+140.0000/+200.0000)
 Coordenadas de A, centro la curva de la calle, (+120.0000/+230.000)
 Rumbo de 1-2 S 67°09'18" E
 Rumbo de 4-3 S 67°09'18" E
 Rumbo de 1-4 N 22°30'15" E
 Radio de la curva de la calle = 15.00 m.

DATOS A CALCULAR:

Distancia 4-3

Distancia 1-2
 Longitud de curva de 2-3
 Area del lote.

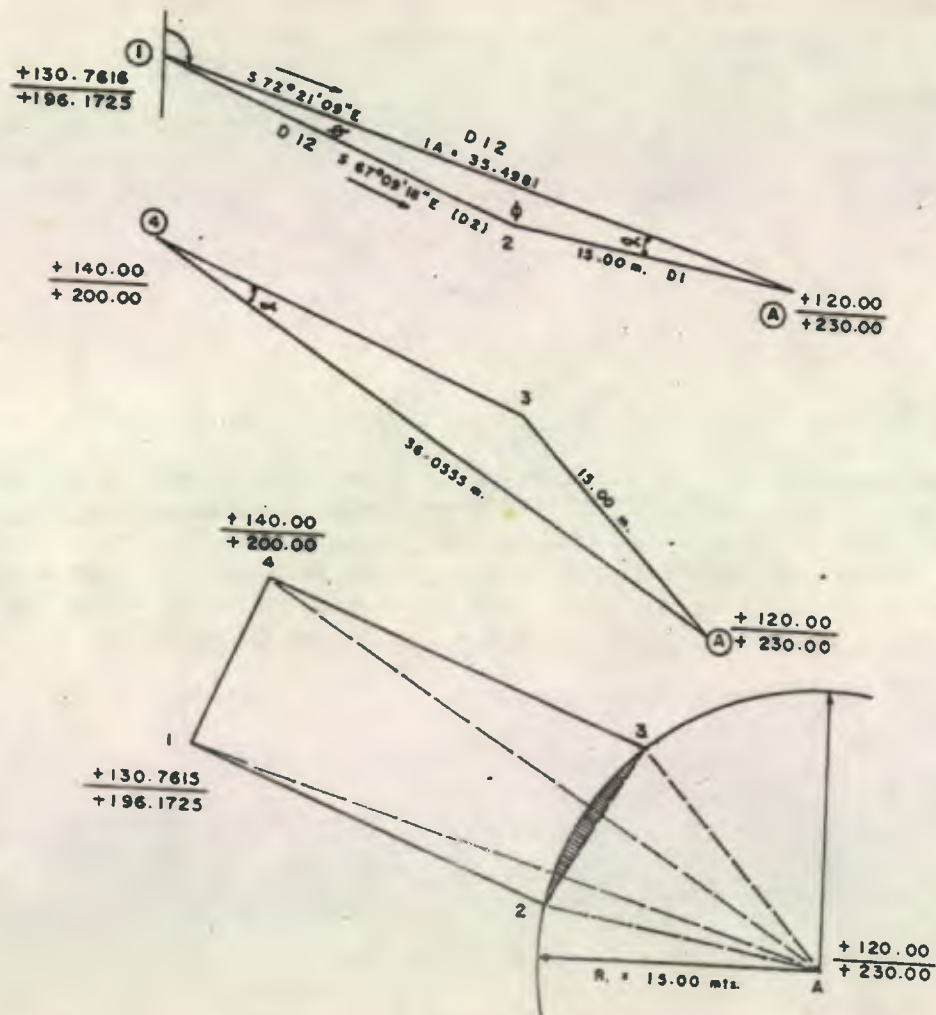


Figura N° 73

$$\text{Dist. 4-3} = \sqrt{36.0555^2 + 15^2} - 2 (36.0555)(15) \cos 10^\circ 50' 42''$$

$$\text{Dist. 4-3} = 21.5094 \text{ m.}$$

Con los datos anteriores, las coordenadas de 3 serán:

$$\text{Rumbo 4-3} = \text{S } 67^\circ 09' 18'' \text{ E, Distancia 3-4} = 21.5094 \text{ m.}$$

Conociendo las coordenadas de todos los puntos, se calcula el polígono 1-2-3-4, siendo sus datos los siguientes:

Est.	P.O.	RUMBO	DISTANCIA
1	2	S $67^\circ 09' 19''$ E	20.6046 m.
2	3	N $27^\circ 40' 39''$ E	10.0354 m. (*)
3	4	N $67^\circ 09' 18''$ W	21.5094 m.
4	1	S $22^\circ 30' 15''$ W	10.0000 m.

AREA: 210.5647 m² (a esta área restar el área del segmento)

(*) este dato se sustituirá por la longitud de curva de 2-3

CURVA 2-3 :

La información que se tiene para calcular los datos de curva son los rumbos para calcular el Delta (Δ) y el radio de la curva.

$$\text{Delta} = (\text{Rumbo A-3}) - (\text{Rumbo A-2}) = \text{N } 41^\circ 08' 36'' \text{ W} - \text{N } 79^\circ 27' 21'' \text{ W}$$

$$\text{Delta} = 38^\circ 18' 45''$$

$$\text{Radio} = 15 \text{ m.}$$

La curva se calcula según se indica en el inciso N° 3.8.4

DATOS DE CURVA

$$R = 15.00 \text{ m.}$$

$$\Delta = 38^\circ 18' 45''$$

$$LC = 10.0302 \text{ m. (*)}$$

$$\text{Area del sector} = 75.2264 \text{ m}^2$$

$$\text{Area del segmento} = 5.4820 \text{ m}^2$$

$$\text{Area del fillet} = 2.9343 \text{ m}^2$$

Stg. = 5.2107 m.

Cda. = 9.8444 m.

M = 0.8306 m.

E = 0.8793 m.

El área real del lote será: $210.5647 - 5.4820 = 205.0827 \text{ m}^2$

3.8.6 CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS:

Para el cálculo de movimiento de tierras existen varios procedimientos que dependen del tipo de trabajo y de la información de campo que se tenga, en este trabajo se sugieren los siguientes:

CALCULO SOBRE SECCIONES TRANSVERSALES:

Este es el método más común para el cálculo de movimiento de tierras, consiste básicamente en plotear las secciones transversales (perfiles) a escala en papel milimetrado, igualmente plotear el diseño de plataformas o gabaritos sobre el mismo perfil y calcular el área entre el diseño y el perfil natural del terreno, ésta área se promedia con el área de la siguiente sección transversal, multiplicándose por la longitud entre las dos para encontrar el volumen del movimiento de tierras, este volumen dependiendo del caso puede ser de relleno o de corte. Para calcular las áreas en las secciones puede usarse métodos geométricos, métodos gráficos o planimetro que es un instrumento para estimar áreas sobre planos. A este método también se le llama de AREAS EXTREMAS. La figura N° 74 ilustra el método y la formula para solución es la siguiente:

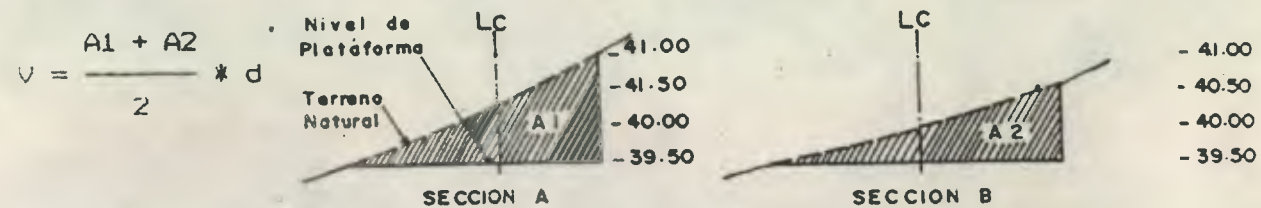


Figura N° 74

CALCULO DE FOSOS DE EXCAVACION (PLATAFORMAS) :

El volumen de tierra a cortar es calculado con la suposición de que el sólido que se encuentra en cada uno de los cuadrados de la reticula o cuadrículado es un prisma truncado, y cuyo volumen es igual al producto del área horizontal de cada cuadrado y el promedio de las dimensiones de los cortes en los vértices. Este volumen expresado en forma de fórmula es:

$$V = A \left[\frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \right] \quad 1$$

en el cual V es el volumen, A es el área del cuadrado y h_1, h_2, h_3 & h_4 son las dimensiones de los cortes en los vértices del cuadrado. En forma similar la fórmula para el volumen de un prisma truncado triangular es:

$$V = A \left[\frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} \right] \quad 2$$

Cuando un grupo de prismas tienen la misma sección transversal horizontal, los valores de los cortes en sus vértices pueden ser combinados y el volumen calculado en una sola operación aplicando la fórmula siguiente: (ver figura N° 75).

$$V = A \left[\frac{\Sigma h_1 + 2 \Sigma h_2 + 3 \Sigma h_3 + 4 \Sigma h_4}{4} \right] \quad 3$$

donde :

- V = volumen total del movimiento de tierras
- A = área de uno de los cuadrados del cuadrículado
- Σh_1 = sumatoria de los cortes de los vértices aislados
- Σh_2 = sumatoria de los cortes de los vértices que son comunes a dos cuadrados
- Σh_3 = sumatoria de los cortes de los vértices comunes a tres cuadrados
- Σh_4 = sumatoria de los cortes de los vértices comunes a cuatro cuadrados

Ejemplo:

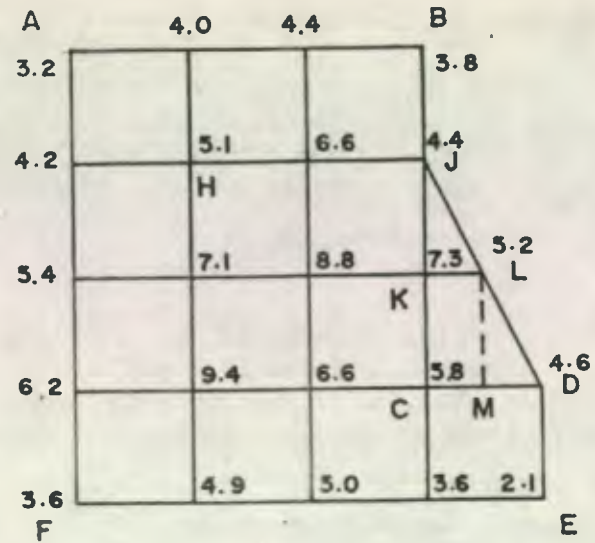


Figura Nº 75

El volumen del corte limitado por ABCDEF puede calcularse por la fórmula 3

h1	h2	h3	h4
3.2	4.0	5.8	5.1
3.8	4.4	-	6.6
4.6	4.4	-	8.8
2.1	7.3	-	7.1
3.6	3.6	-	9.4
-	5.0	-	6.6
-	4.9	-	-
-	6.2	-	-
-	5.4	-	-
-	4.2	-	-
17.3	49.4	5.8	43.6

$$V = 900 \left[\frac{17.3 + 2(49.4) + 3(5.8) + 4(43.6)}{4} \right] = 69.278 \text{ m}^3$$

El volumen limitado por JKL es un prisma triangular truncado y puede calcularse por la fórmula 2

$$V = 225 \left[\frac{4.4 + 5.2 + 7.3}{3} \right] = 1268 \text{ m}^3$$

Para calcular el volumen del prisma trapezoidal cuya área es KLDC, puede dividirse esta área en dos triángulos trazando una diagonal o dividiendo la misma área en un prisma rectangular y un prisma triangular, si se usa éste último método, el corte en el punto M se determina por una simple interpolación, entonces, el volumen de KLDC es:

$$V = \left[\frac{7.3 + 5.2 + 5.2 + 5.8}{4} \right] = 2644 \text{ m}^3$$

El volumen de LDM es:

$$V = 225 \left[\frac{5.2 + 4.6 + 5.2}{4} \right] = 1125 \text{ m}^3$$

El volumen total de la excavación es de:

$$V = 69,278 + 1268 + 2644 + 1125 = 74315 \text{ m}^3$$

CALCULO POR MEDIO DE USO DE CURVAS DE NIVEL:

El cálculo de movimiento de tierras se puede hacer haciendo uso un mapa topográfico con el trazo de plataformas o áreas a modificar con este movimiento, básicamente consiste en determinar las áreas entre secciones imaginarias, conociendo el límite del terreno natural y el diseño de plataformas, conociendo en el plano la distancia entre éstas (método de Areas Extremas). Otro procedimiento, especialmente si el área es muy irregular, es calcular las áreas horizontales con planimetro y multiplicar por el promedio de alturas de corte o relleno para conocer el volumen del movimiento de tierras. Ver figura N° 76.

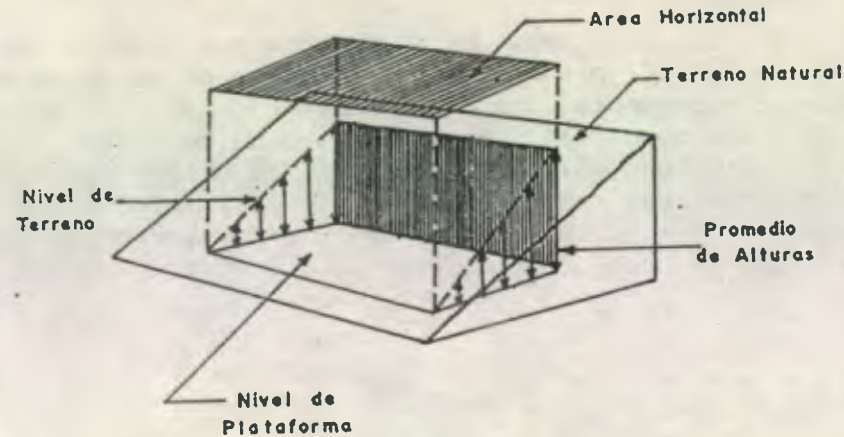


Figura N° 76

El movimiento de tierras que se realice para apertura de calles y plataformas o terrazas de lotes modifica las curvas originales, ver plano de plataformas (plano N° 8).

CAPITULO 4. CONSIDERACIONES PARA EL REPLANTEO EN CAMPO.

Esta fase, en la ejecución de trabajos de urbanización es muy importante ya que se trata de trazar y confrontar en el terreno todo el trabajo de diseño que se ha elaborado en gabinete, requiere entonces de la experiencia y habilidad de topógrafos, niveladores, cadeneros y la supervisión acertada de un residente. Los pasos que en este trabajo se consideran esenciales son:

GEOMETRÍA DE CALLES:

Son todos los elementos geométricos horizontales que dan la forma de las calles del proyecto, la información para su trazo está dada en los planos de geometría de calles. Normalmente se trazan los ejes de calles partiendo de por lo menos dos referencias que dan la orientación y localización del inicio de ejes, si para el trazo o replanteo se lleva libreta que debe contener un esquema de lo que se trazará y la información de azimutes y distancias entre cada punto o estación. En urbanizaciones, los ejes de calles se cierran formando polígonos cerrados por lo que es recomendable llevar una nueva libreta de replanteo donde se indique las nuevas referencias y toda la información

que se genere durante el replanteo. Es importante que este trazo se realice con teodolito y cinta metálica. El plano N° 6, es el plano de la manzana E del proyecto Valle del Sol, donde se representan los datos necesarios para el trazo de los ejes de calles, incluyendo el trazo de curvas. Para el trazo de curvas en calles y lotes, puede decirse que si la curva es pequeña como podría ser el ochavo de un lote, ésta puede trazarse con la longitud del radio perpendicular al inicio de curva (P.C.) y al principio de tangencia (P.T.), localizando en la intersección el centro del radio, colocando las estacas que se consideren necesarias. Ver figura N° 77.

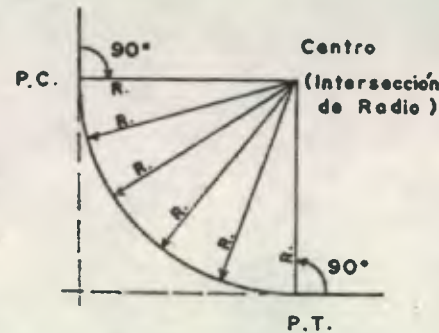


Figura N° 77

Si la curva es mayor, se hace necesario aplicar un método de trazo, en este trabajo se propone un método muy común conocido como método de ángulos de deflexión.

TRAZO DE CURVAS POR METODO DE ANGULOS DE DEFLEXION:

Cuando se habla de curvas, el ángulo de deflexión es el ángulo formado entre la tangente y una cuerda .

En la figura N° 78, los ángulos VDa, VDb y VDE son los ángulos de deflexión a los puntos a, b y E respectivamente. Los pasos para el trazo deben ser primero, localizar el punto de inflexión (P.I.) y a partir de él, midiendo hacia atrás la longitud de la subtangente se localiza el P.C. y hacia adelante después de girar el ángulo de deflexión del eje, se localiza el P.T., a continuación los ángulos de deflexión con sus correspondientes cuerdas son calculadas para los diferentes puntos sobre la curva, como se explicará adelante.

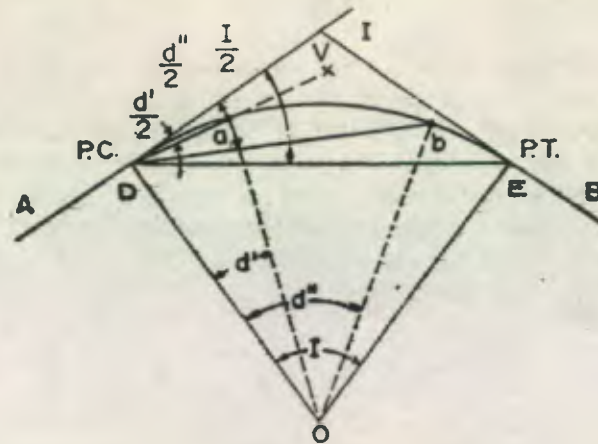


Figura N° 78

Para localizar los puntos y sembrar las estacas, el teodolito se coloca en el P.C. , visando con $0^{\circ}00'00''$ hacia el P.I. (V) en seguida se gira éste hasta colocarlo con el primer ángulo de deflexión calculado, en el ejemplo el ángulo VDa queda en la visual a lo largo de la línea Dx, sobre la cual se coloca la primera estaca, midiendo la cuerda Da desde el punto D a lo largo de línea Dx, cuando el punto a, ha sido establecido, en el teodolito se coloca el segundo ángulo de deflexión VDb y con esta nueva visual el punto b se determina sobre la curva al encontrar el punto de intersección de la línea de la visual con el extremo más avanzado de la cuerda ab, medida desde el punto a. Cuando se han colocado todos los puntos sobre la curva se hace necesario chequear las medidas lo que se hace midiendo la última cuerda bE comparándola con el valor calculado de ésta cuerda, también puede chequearse angularmente visando el ángulo de deflexión al P.T. comparado siempre con el ángulo calculado.

CALCULO DE ANGULOS DE DEFLEXION POR MEDIO DEL ARCO:

Para el cálculo del ángulo de deflexión se hace uso de los siguientes teoremas geométricos:

- El ángulo al centro de un círculo es medido por medio del arco que éste subtiende.
- El ángulo entre la tangente y una cuerda y cuyo vértice se encuentra en la circunferencia tiene valor igual a $1/2$ de arco subtendido.
- El ángulo entre dos cuerdas y cuyo vértice se encuentra en la circunferencia (un ángulo inscrito) es igual a $1/2$ del arco subtendido.

En la figura N° 78, los ángulos de deflexión son:

$$VDa = \frac{DOa}{2} = \frac{d'}{2}$$

$$VDb = \frac{DOb}{2} = \frac{d''}{2}$$

$$VDE = \frac{DOE}{2} = \frac{I}{2}$$

Para calcular los ángulos DOa, DOb & DOE, las distancias Da, ab & be a lo largo del arco y el radio de curvatura son conocidos y pueden calcularse según se vió en el inciso N° 3.8.4. y son:

$$\text{Cuerda} = 2R \operatorname{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

GEOMETRIA DE LOTES:

Al igual que la geometria de calles, ésta información debe estar en un plano específico, en él debe estar representada toda la información geométrica necesaria para que el topógrafo pueda replantear los lotes, es recomendable que para el trazo se siga un itinerario para poder al final hacer los chequeos de cierre, tanto en distancias como en ángulos, si se encontraran líneas curvas en los lotes, éstas pueden trazarse como se indicó en el inciso anterior. El plano N° 6 representa la geometria de lotes de la manzana E del proyecto "Valle del Sol", con la información necesaria para su trazo. El trazo debe hacerse con teodolito y cinta metálica, así como también es recomendable llevar una nueva libreta de replanteo para registrar cualquier dato que sea necesario para el desarrollo final de planos. Si en el campo se encontraran varias referencias del levantamiento original, pueden calcularse más de un azimut y una distancia para poder iniciar el replanteo de los lotes así como también puede servir para chequear cierres de ángulos y distancias.

RASANTE DE CALLES:

La rasante de calles es el nivel de corte o de relleno que se hace sobre el terreno natural para dar la forma y pendiente básica de una calle sobre la cual se hará un tratamiento de pavimento para la rodadura de vehiculos. La rasante está determinada por la pendiente de diseño, la libreta de rasante de calles contiene los cortes y los rellenos a lo largo de los ejes que forman el eje y el gabarito de la calle, en cada punto medido se colocará una estaca donde se indicará con crayón o pintura la longitud de corte o de relleno en ese punto, se debe tener presente que toda la información tiene un plano de referencia que es el banco de marca colocado al inicio de los trabajos de nivelación necesario que toda nivelación se haga desde el B.M. inicial o cualquier B.M. secundario que se haya fijado en el terreno. Es necesario que después que la maquinaria haga el corte o relleno grueso se replantee la nivelación y el trazo para que se afine la calle y quede lo más acertado al diseño.

En el plano N° 7 se presenta el diseño de la calle con la información necesaria para su trazo. El cálculo de la rasante es una relación del porcentaje de pendiente con la distancia total y las distancias parciales del trazo, en la figura se presenta la libreta del tramo ilustrado, el cálculo del corte o relleno es la longitud vertical entre el perfil natural del terreno y la rasante.

RASANTE DE DRENAJES:

La rasante de drenajes en la pendiente de diseño de las líneas de conducción de aguas servidas y aguas pluviales, al igual que la rasante de calles tienen su origen en el mismo plano de referencia o B.M. inicial. El trazo de rasante de drenajes tiene dos fases, la primera es el trazo horizontal de la línea con sus detalles de acomoda domiciliar y la segunda es el trazo y colocado de estacas de corte para que pueda hacerse el zanjeo respectivo, el trazo horizontal se hará con teodolito y cinta metálica y la nivelación del eje con nivel de precisión y estatal. El concepto de la rasante de drenaje es el mismo que en la rasante de calles, las longitudes de corte serán entre el perfil del terreno y la rasante de drenaje o entre el perfil o rasante de calle y la rasante de drenaje según fuera el caso. En el plano N° 9 se presenta la planta y perfil de un tramo del drenaje de la manzana E del proyecto Valle del Sol, incluyendo su libreta de rasante.

LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE:

El trabajo de campo para la conducción de agua potable consiste básicamente en el trazo

de la línea ya que no se necesitan pendiente por que el agua se conduce en una sección llena por presión, pero es importante tener localizada, replanteada y referenciada la red para que en planos finales pueda localizarse cualquier punto de la tubería en reparaciones posteriores.

NIVELES DE TERRAZAS:

Esta parte del diseño de urbanizaciones es muy importante ya que determina el máximo aprovechamiento del terreno con el menor movimiento de tierras y por ende la optimización de los recursos económicos del proyecto. Se representa en un plano específico donde se indica la conformación final del terreno con la modificación de curvas de nivel y la proyección de las curvas originales. La libreta que se utiliza para el trazo de terrazas indica la localización de las estacas que indican la longitud de cortes y rellenos desde el nivel natural del terreno hasta el nivel de plataforma.

El plano N° 8 representa los niveles de terrazas y la modificación de curvas de nivel de la manzana E del proyecto Valle del Sol, así mismo se ilustra un caso básico para comprender la modificación de curvas de nivel.

CONCLUSIONES

En el quehacer arquitectónico es frecuente encontrarse con trabajos directamente relacionados con topografía, pueden ser sencillos, como establecer la diferencia de nivel entre dos puntos o determinar la longitud de alguna línea en campo o en gabinete, también pueden ser trabajos más completos como levantamientos y cálculos de áreas de terrenos o la determinación de la configuración del terreno para proyectos de diferentes fines y diferentes magnitudes incluyendo proyectos de urbanización donde se aplican toda una serie de conceptos que se incluyen en los cursos de topografía, puede concluirse entonces que, para el proyectista y para el ejecutor de proyectos de urbanización son imprescindibles sus conocimientos y experiencia en la rama de topografía, ya que tendrán que tomar decisiones sobre las alternativas de trabajos en campo, las alternativas en el cálculo de gabinete para diseñar, programar y calcular sus costos de obra.

Se concluye también el hecho de que, los temas que fundamentan la topografía son impartidos en la Facultad de Arquitectura en diferentes cursos y se aplican en el curso de topografía, más las prácticas de campo que enseñan el uso del equipo topográfico. La experiencia de campo se adquiere preferentemente aplicando los conocimientos teóricos de clase a trabajos de práctica supervisada en campo.

El tiempo para el desarrollo del curso de Topografía no permite ver aplicados sus temas a un trabajo específico ni la suficiente experiencia de campo, y es hasta el enfrentamiento con un proyecto real o en un proyecto de cursos avanzados cuando el estudiante puede encontrarse con algún tipo de complicación técnica, por lo que entonces la inquietud del presente trabajo es que el estudiante encuentre en un solo documento las alternativas conceptuales y sus aplicaciones a un proyecto así como información de temas legales relacionados con el diseño de urbanizaciones y la aplicación de prácticas y recomendaciones de campo, que de alguna manera puedan ser de ayuda en sus proyectos relacionados con este tema.

RECOMENDACIONES:

Como puede verse en el desarrollo del presente trabajo, la experiencia en los trabajos de campo y de gabinete es necesaria para el buen desarrollo de cualquier trabajo de topografía. Esta experiencia se adquiere con la aplicación de conocimientos básicos, sentido común, paciencia y mucho sentido de responsabilidad en la ejecución de los trabajos, es muy importante tener claro que de la exactitud de la información de campo, de la exactitud de los trabajos de cálculo y dibujo depende la prefactibilidad y factibilidad de un proyecto de urbanización, de las decisiones en el campo y de la acertada supervisión de los trabajos durante la ejecución de la obra, depende el éxito o fracaso de todo un proyecto; Razón importante para que el estudiante de arquitectura tome conciencia que el curso de Topografía no solo es de los primeros cursos profesionales de la carrera, si no de que sus conocimientos estarán presentes durante toda su carrera profesional.

Este documento como se indicó al principio, no pretende ser un tratado de topografía ya que existen varios muy completos, pero para el estudiante de arquitectura y al interesado en el tema pueda ser guía en aspectos básicos de topografía aplicados a trabajos de urbanización, en el que si no encuentra la respuesta exacta a sus dudas pueda tener idea de como resolver su problema específico.

GLOSARIO

El glosario que a continuación se describe, servirá para familiarizar al lector sobre algunos términos o definiciones importantes usadas en el desarrollo de proyectos de urbanización, algunos otros términos importantes se irán aplicando en el desarrollo de éste trabajo.

ACARREO: Es el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte del material de desperdicio, a cualquier distancia que exceda de un kilómetro menos la distancia de acarreo libre.

ANGULO INTERNO: Es el ángulo formado por la unión de las dos tangentes.

ANGULO DE DEFLEXION: Es el ángulo formado por la unión de las dos tangentes y tiene sentido positivo o negativo según el giro que tenga en el caminamiento.

ACARREO LIBRE: Es el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamos, así como el transporte del material de desperdicio a una distancia menor o igual a 500 metros.

BANCO DE MARCA (B.M.): Punto de carácter permanente, cuya elevación respecto a un plano de comparación es conocida.

BASE: Es la base constituyente de la estructura de pavimento, de granulometría y espesor determinado que se constituye sobre la sub-base, las bases son provenientes de la explotación de minas de roca, pedreras naturales o de los lechos de los ríos.

CURVA HORIZONTAL: Es el tramo de forma circular que une dos tangentes o rectas. Las curvas pueden ser derechas o izquierdas de acuerdo al ángulo de deflexión respectivo, el punto de unión de la línea central entre una tangente o recta y una curva se llama Principio de Curva (P.C.), el punto de unión de la línea central entre una curva y una tangente recta se llama Principio de Tangente (P.T.), la distancia entre el principio de curva y el principio de tangente se llama Longitud de Curva (L.C.).

CURVA VERTICAL: Es el tramo de forma parabólica que une dos rasantes. Esta puede ser cóncava o convexa según el sentido de la curva y son de longitud variable para que el cambio sea gradual, el punto de unión de una rasante y una curva vertical se llama principio de curva vertical (P.C.V.), en el caso inverso se llama principio de tangente

vertical (P.T.V.) y su distancia entre su principio y terminación se llama longitud de curva vertical. (L.C.V.)

CAPA DE RODADURA: Es la componente superficial de la estructura de un pavimento y, por lo tanto, es la que está en contacto directo con el tránsito. La capa de rodadura puede estar constituida de los siguientes materiales:

- Carpeta asfáltica
- Losas o placas de cemento Portland (rígido)
- Adoquinado o empedrado
- Material selecto

DRENAJE PLUVIAL: Avenamiento o conducción de aguas pluviales. El drenaje es una de las partes más importantes en la construcción de cualquier tipo de caminos, ya que el agua es el elemento natural que tiene mayor capacidad para deteriorarlo. El drenaje puede ser:

a) Drenaje Longitudinal y b) Drenaje Transversal

DRENAJE LONGITUDINAL:

- I) Cunetas: son estructuras destinadas a recoger el agua que escurre de la superficie del camino, debido al bombeo que tiene la sección como a la que escurre por los taludes de los cortes.
- II) Contracunetas: es otro elemento importante para la proyección del camino, y es un canal paralelo al camino que se construye en las laderas del lado aguas arriba del la vía, su función es canalizar las aguas evitando que lleguen a provocar erosión en los taludes de las secciones en corte, de esta forma también se alivian las cunetas.

DRENAJE TRANSVERSAL:

- I) Bombeo: es la pendiente que se da a la corona en las tangentes de alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la capa de rodadura. Se sugiere que en caminos de terracería la pendiente transversal a bombeo no deba ser menor del 3 %, dándole así sensación de seguridad y comodidad al conductor.

DERECHO DE VIA: Es el área de terreno que el gobierno suministra para ser usada en la construcción de la carretera, sus anexos y futuras ampliaciones.

MATERIALES INAPROPIADOS: Son materiales que no sirven para la construcción de terraplenes (rellenos) y de preferencia, los que corresponden a la capa vegetal y los suelos altamente orgánicos.

PAVIMENTO: Revestimiento que se aplica a un suelo para hacerlo sólido.

PENDIENTE: Es la relación entre el desnivel y distancia de dos puntos de una tangente.

PENDIENTE MÁXIMA: La máxima pendiente que se permite diseñar en un camino clasificado como montañoso es de 15 % aplicándolo en tramos no mayores de 200 metros, la razón es que a una mayor pendiente el vehículo de diseño que se ha tomado necesita un mayor esfuerzo que disminuye su vida útil.

PENDIENTE MÍNIMA: Es la menor pendiente del eje de un camino que deberá tener los tramos en corte para facilitar el drenaje del agua que cae sobre la corona del camino, para caminos de penetración se recomienda que la pendiente mínima no sea menor de 1 %.

PERALTE: Es la diferencia de elevación en sentido transversal que existe entre los dos extremos, interno y externo de la superficie de rodamiento de una curva.

SECCION TÍPICA: Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes componentes de una carretera.

PUNTOS DE INTERSECCION: Es el punto de unión entre la prolongación de la línea central de las dos tangentes.

SOBRE-ACARREO: Es el transporte de materiales no clasificados, provenientes del corte y de préstamos, así como el transporte del material de desperdicio desde una distancia que excede el límite de acarreo libre, hasta la distancia de un kilómetro.

SOBRE-ANCHO: Es el área que se incrementa al ancho normal de la plataforma o corona en una curva.

SUBTANGENTE: Se le llama a la continuación de la tangente o recta entre el principio de curva (P.C.) o el principio de tangente (P.T.) y el mismo punto de inflexión (P.I.).

SUB-BASE: Es la capa de la estructura del pavimento destinado fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar, absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la base.

SUB-RASANTE: Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento o sea sub-base y carpeta asfáltica.

VALDES: son los planos inclinados de la terracería que delimitan los volúmenes de corte o terraplen.

TANGENTE O RECTA: Es el tramo entre un principio de tangente (P.T.) y un principio de curva (P.C.).

TERRACERIA: Es el prima en corte o terraplen , en el cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.

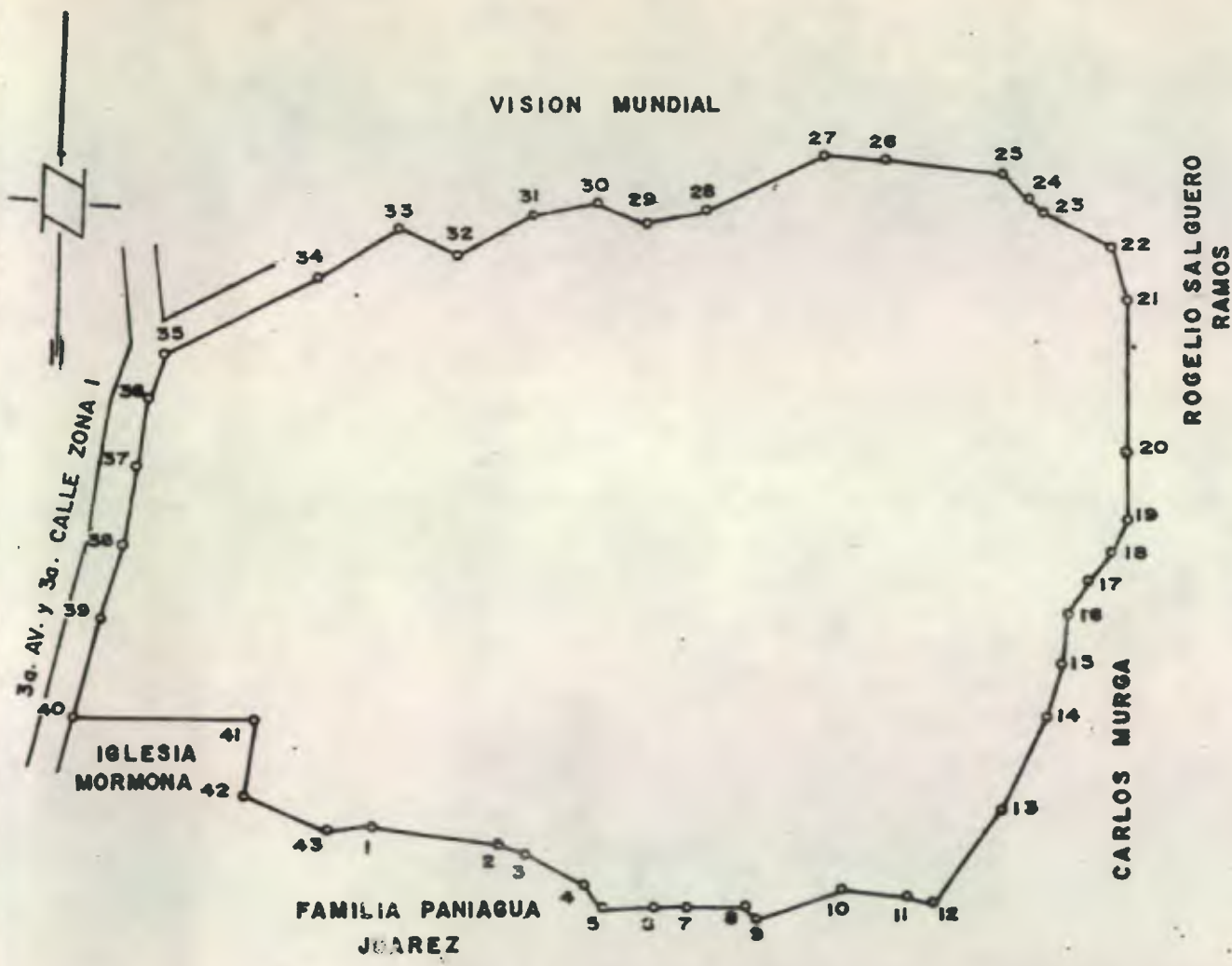
TERRAPLEN: Es la estructura que se construye con los materiales que se especifican en ésta sección y en capas sucesivas hasta la elevación indicada en planos.

VELOCIDAD: Relación de movimiento del tránsito o de vehículos específicos y se expresa generalmente en kilómetros por hora.

VIA: Lugar devidamente acondicionado para el paso de vehículos, peatones o ambos.

B I B L I O G R A F I A

- Barry Topografía (Biblioteca Facultad de Arquitectura)
- Breed Charles
Surveying
edición al Español por Jorge T. Quiroa, Fuente Gulick, Zona
del Canal de Panamá, 1954
198 Pag. ilus.
- Brinker E. Wolf
TOPOGRAFIA MODERNA
d. Harla; Mexico 1982
- Montes de Oca. (Biblioteca Facultad de Arquitectura)
- Bailey F. Ruben S.
Tesis APUNTES DE TOPOGRAFIA PARA ARQUITECTOS
Guatemala, Universidad de San Carlos Fac. de Arquitectura, 1974
- Muñoz de la Peña Guillermo Andrés
Tesis MANUAL DE PARCATICAS DE TOPOGRAFIA.
Guatemala, Universidad de San Carlos Fac. de Arquitectura, 1975
- Marco Tulio Ventura
Apunte de Topografía, 1986.



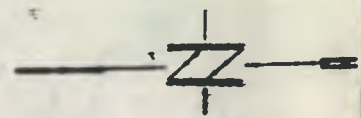
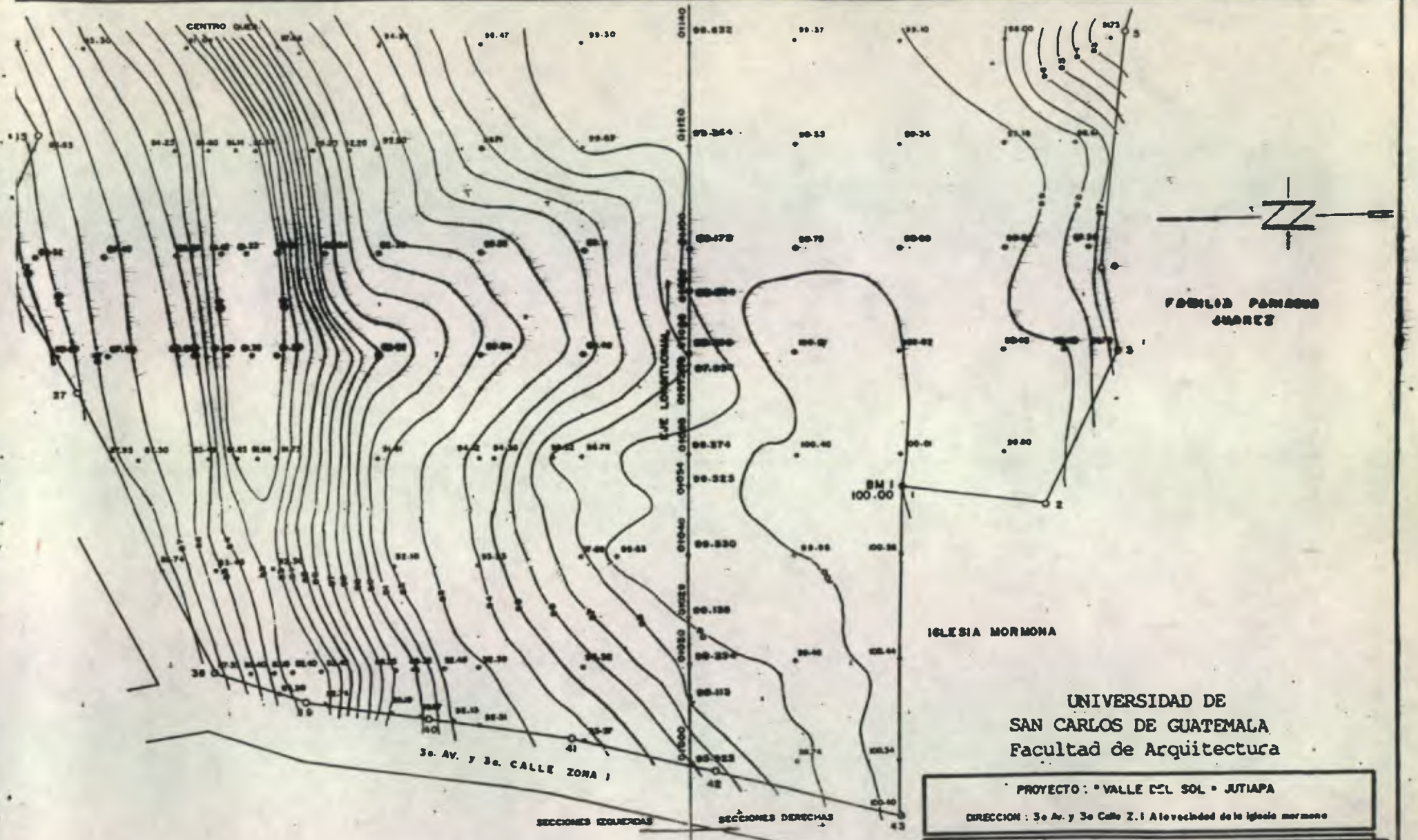
JULIO CARRILLO

UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

Est.	P.O.	Rumbo	Distancia
1	2	S 83° 27' 41" E	46.174 m.
2	3	S 69° 33' 20" E	9.966 m.
3	4	S 58° 55' 01" E	24.810 m.
4	5	S 39° 25' 22" E	9.677 m.
5	6	N 88° 10' 50" E	19.433 m.
6	7	S 84° 44' 29" E	10.278 m.
7	8	N 88° 54' 19" E	21.407 m.
8	9	S 36° 12' 22" E	6.906 m.
9	10	N 70° 53' 11" E	31.740 m.
10	11	S 86° 02' 02" E	22.410 m.
11	12	S 73° 25' 18" E	9.712 m.
12	13	N 33° 50' 42" E	40.581 m.
13	14	N 24° 44' 28" E	37.587 m.
14	15	N 16° 23' 06" E	20.377 m.
15	16	N 7° 46' 22" E	17.642 m.
16	17	N 26° 49' 33" E	14.146 m.
17	18	N 39° 08' 06" E	12.241 m.
18	19	N 24° 26' 08" E	13.383 m.
19	20	N 1° 19' 44" W	23.548 m.
20	21	N 0° 48' 53" E	54.426 m.
21	22	N 15° 00' 28" W	20.673 m.
22	23	N 62° 24' 12" W	26.774 m.
23	24	N 48° 48' 53" W	6.887 m.
24	25	N 38° 21' 21" W	13.311 m.
25	26	N 85° 23' 26" W	41.662 m.
26	27	N 82° 39' 59" W	21.160 m.
27	28	S 64° 13' 54" W	47.441 m.
28	29	S 80° 02' 27" W	20.492 m.
29	30	N 66° 33' 21" W	19.633 m.
30	31	S 78° 33' 49" W	23.280 m.
31	32	S 60° 34' 51" W	30.859 m.
32	33	N 64° 46' 38" W	23.844 m.
33	34	S 59° 34' 48" W	33.407 m.
34	35	S 63° 14' 41" W	60.238 m.
35	36	S 21° 13' 29" W	17.731 m.
36	37	S 09° 37' 06" W	25.155 m.
37	38	S 10° 12' 10" W	28.329 m.
38	39	S 15° 52' 35" W	28.016 m.
39	40	S 15° 34' 13" W	36.517 m.
40	41	S 88° 59' 11" E	64.269 m.
41	42	S 7° 46' 53" W	28.051 m.
42	43	S 64° 22' 38" E	32.629 m.
43	1	N 79° 08' 35" E	16.442 m.

PLANO No. 1

PLANO: DE LA	
PLA. URBANA	No. 4122
De JALAPA - JUTIAPA	
UBICACION: 3a AV. Y 3a CALLE ZONA I A LA VECINDAD DE LA IGLESIA MORMONA	
OTORGANTE	
ADQUIRIENTE: HOGARES RESIDENCIALES DE ORIENTE S.A.	
AREA: 7 Has. 60 As. 89.000 Cds. 10 Ms. 8.000 Cds.	
ESCALA: 1:2500	
FECHA: DICIEMBRE DE 1980	
NO. _____	PLANO _____
ARCHIVO	_____

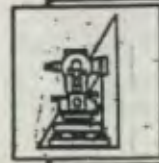


FAMILIA PARRADO JUREZ

IGLESIA MORMONA

UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

PROYECTO : " VALLE DEL SOL " - JUTIAPA
DIRECCION : 3a. Av. y 3a. Calle Z. I. A lo vecindad de la Iglesia mormona



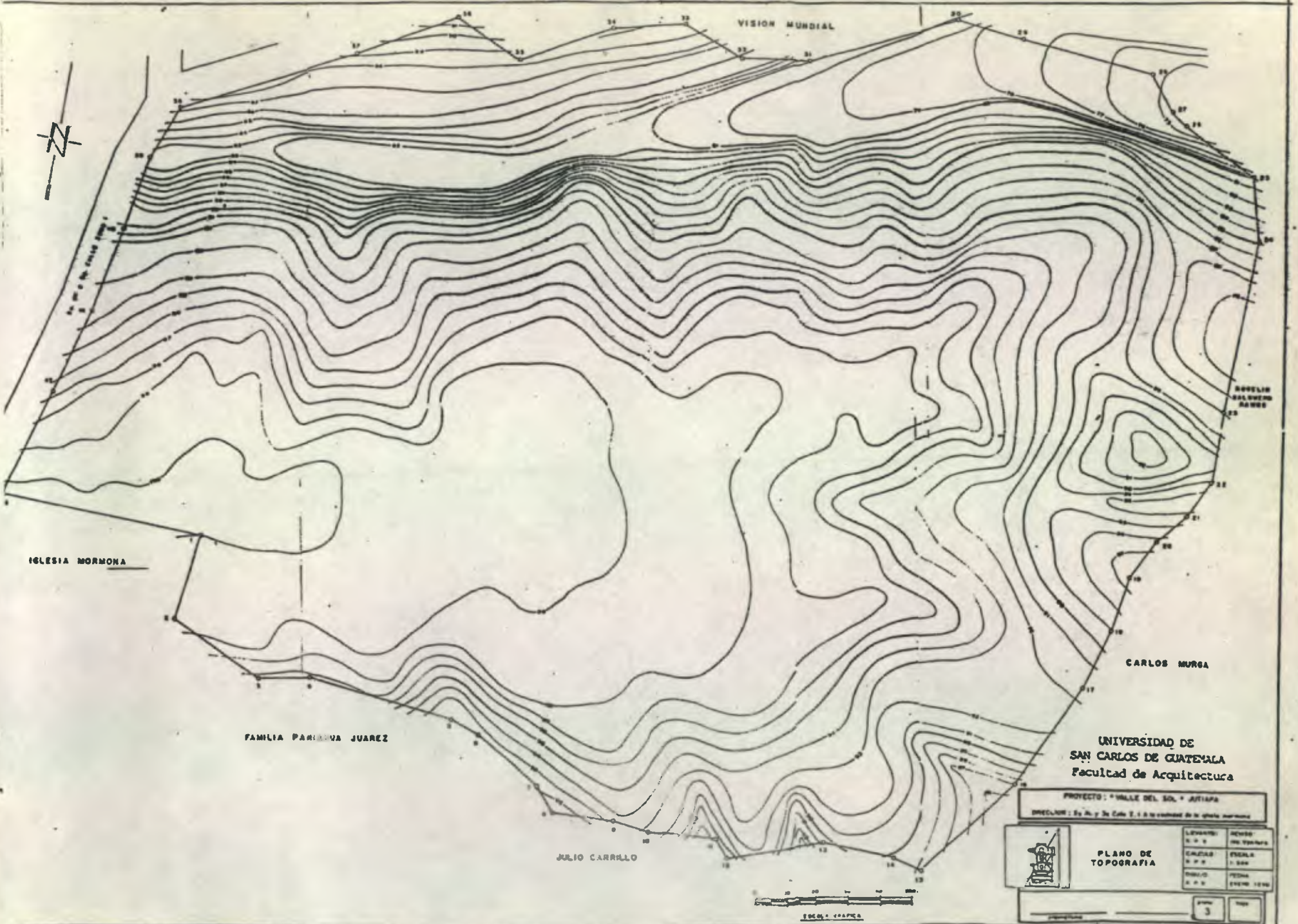
PLANO DE SECCIONES
TRANSVERSALES Y
CURVAS DE NIVEL

LEVANTO: R. P. S.	REVISO: ING. Ventura
CALCULO: R. P. S.	ESCALA: 1:500
DIBUJO: R. P. S.	FECHA: ENERO 1960

PROPIETARIO _____

plan	hoja
2	

VISION MUNDIAL



IGLESIA MORMONA

FAMILIA PARRONA JUAREZ

JULIO CARRILLO

CARLOS MURGA

ARRELIQ
SALGUEIRO
RAMOS

UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

PROYECTO: "VALLE DEL SOL" - JUTIAPA

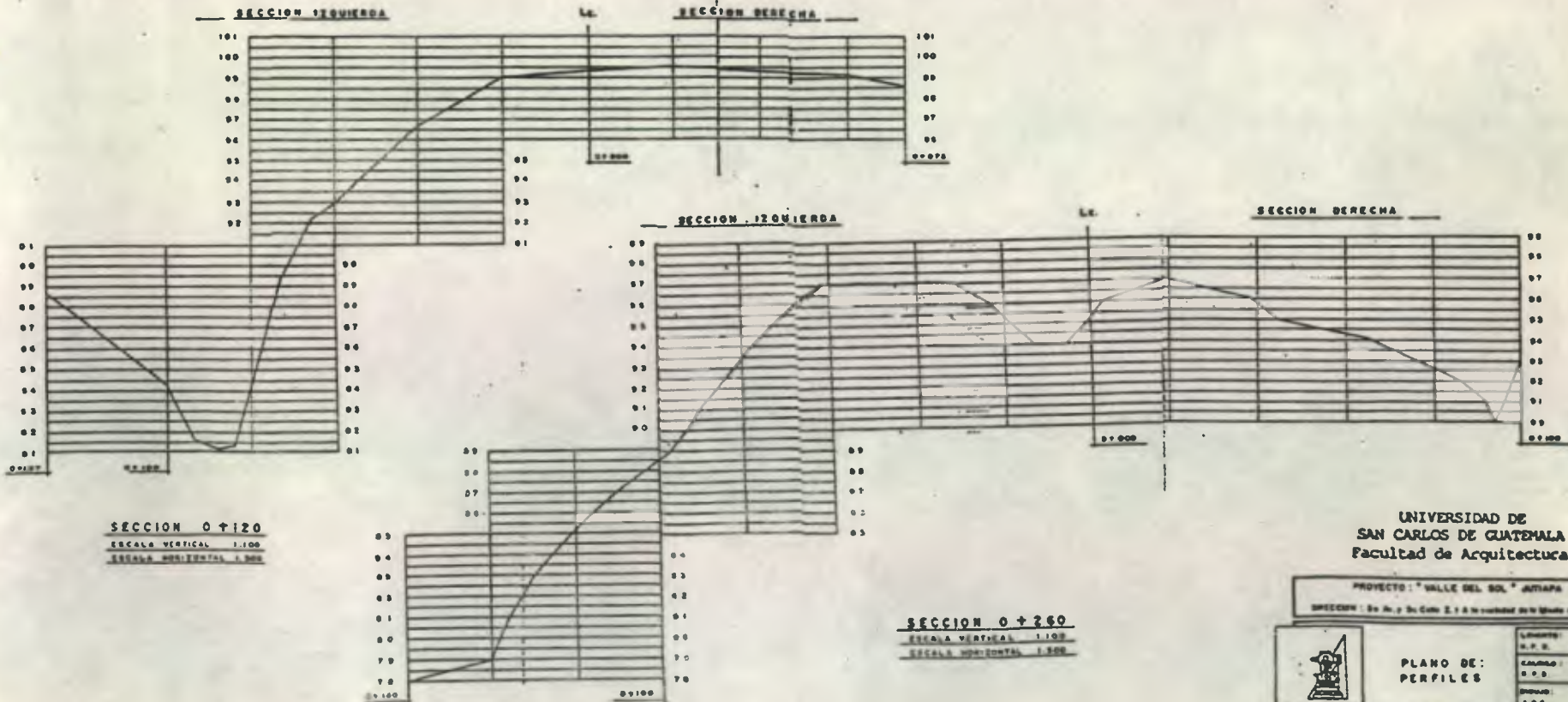
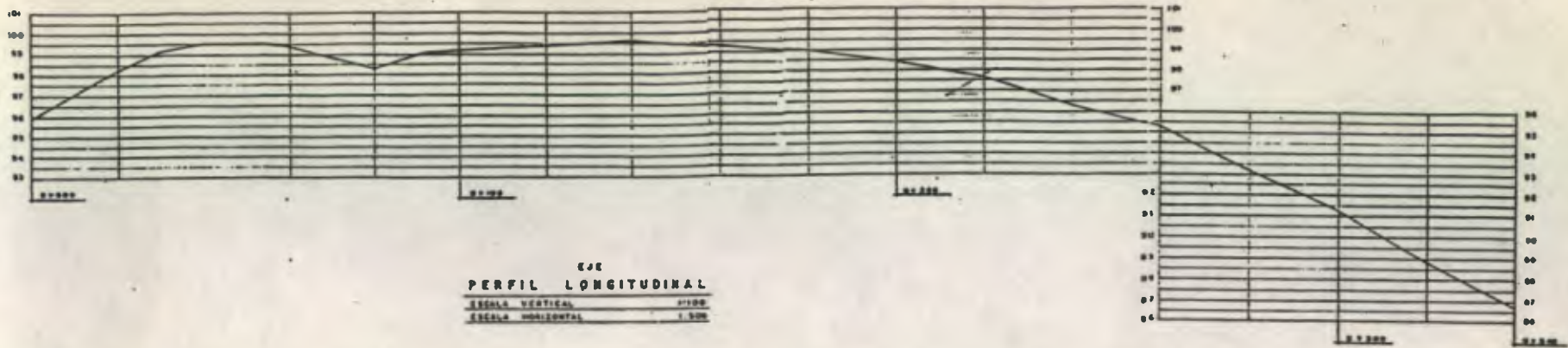
DISEÑADOR: Sr. M. y Sr. C. de la U. S. S. de la Universidad de la especialidad de la especialidad

	LEVANTADO:	REVISO:
	DISEÑADO:	ESTRUC.
	PROJEC.	ESTRUC.
	PROJEC.	ESTRUC.


PLANO DE TOPOGRAFIA

ESCALA: GRAFICA

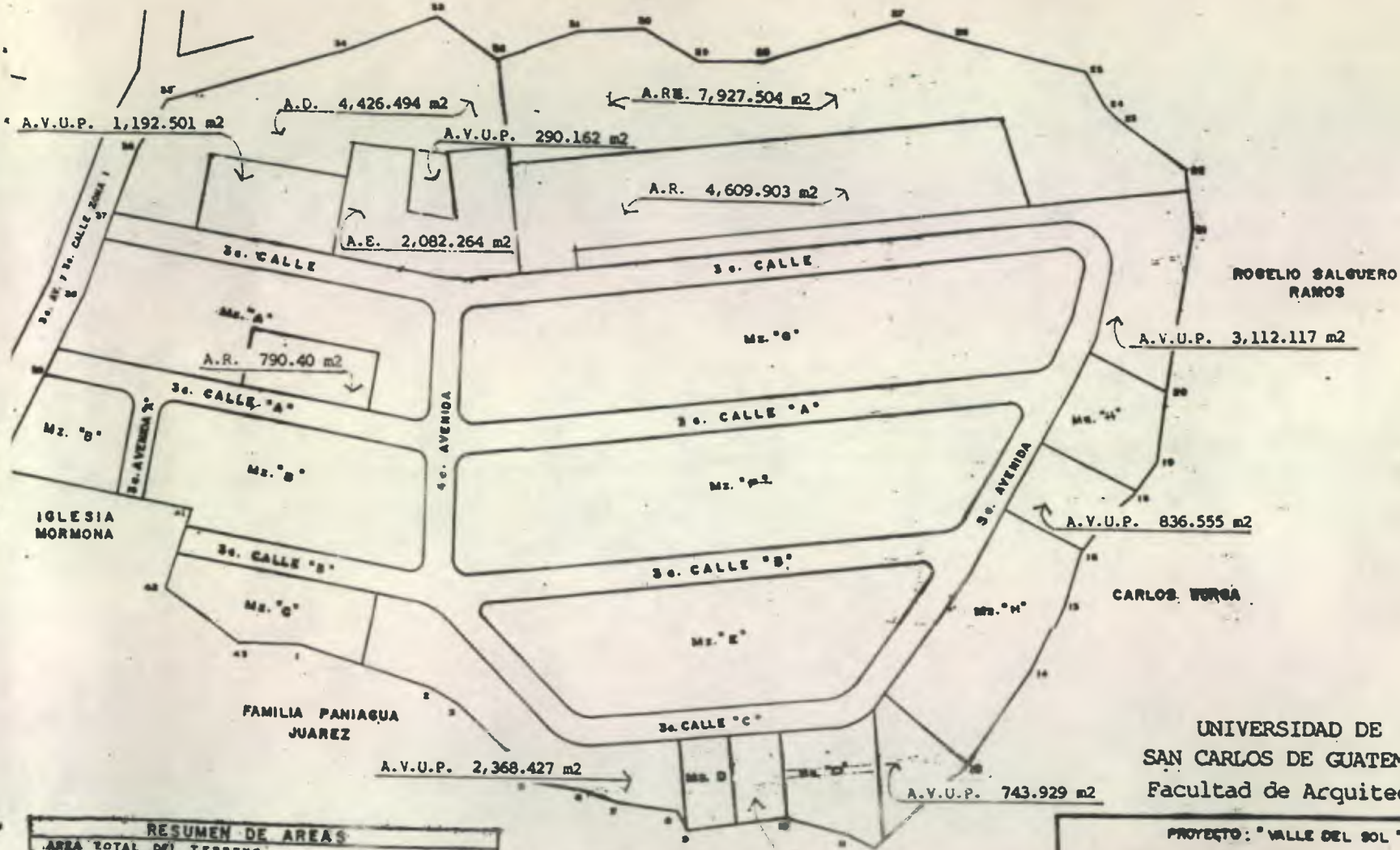
3



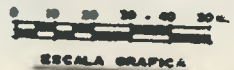
UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

PROYECTO: "VALLE DEL SOL" - JUTIAPA	
SECCION: 2a. A. y 3a. C. de la Calle 2. y 3a. de la Avenida de la Unidad Urbana	
	PLANO DE: PERFILES
ALUMNO: E. P. B. CARRERA: A. A. B. GRUPO: C. P. S.	DISEÑO: M. V. M. FECHA: 01 de 01 de 1960
FOLIO: 4	TOTAL: 4

VISION MUNDIAL



RESUMEN DE AREAS	
AREA TOTAL DEL TERRENO	76,039.883 M ²
AREA DE CALLES	18,535.716 M ²
AREA DE LOTES O AREA VENDIBLE	34,704.403 M ²
AREAS A CEDER	
A.V.U.P. AREAS VERDES Y DE USO PUBLICO	3,022.892 M ²
A.D. AREA DEPORTIVA	4,426.494 M ²
A.E. AREA ESCOLAR	2,082.264 M ²
A.R.E. AREAS DE REFORESTACION	7,927.504 M ²
A.R. AREAS DE RESERVA	3,400.320 M ²



UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

PROYECTO: "VALLE DEL SOL" JUTIAPA
DIRECCION: 2da. y 3a. Calle 2.1 A la localidad de la Iglesia mormona



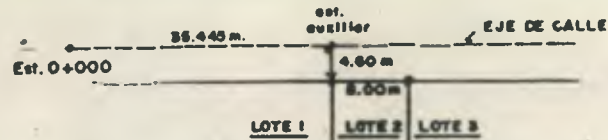
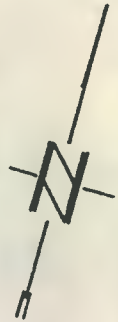
PLANTA AREAS DE:
MANZANAS DE LOTES,
CALLES Y AREAS DE CESION

LEVANTO: R. P. O.	REVISO: MR. FRANCISCO
CALCULO: R. P. O.	ESCALA: 1:1000
DIBUJO: R. P. O.	FECHA: DICIEMBRE 1970

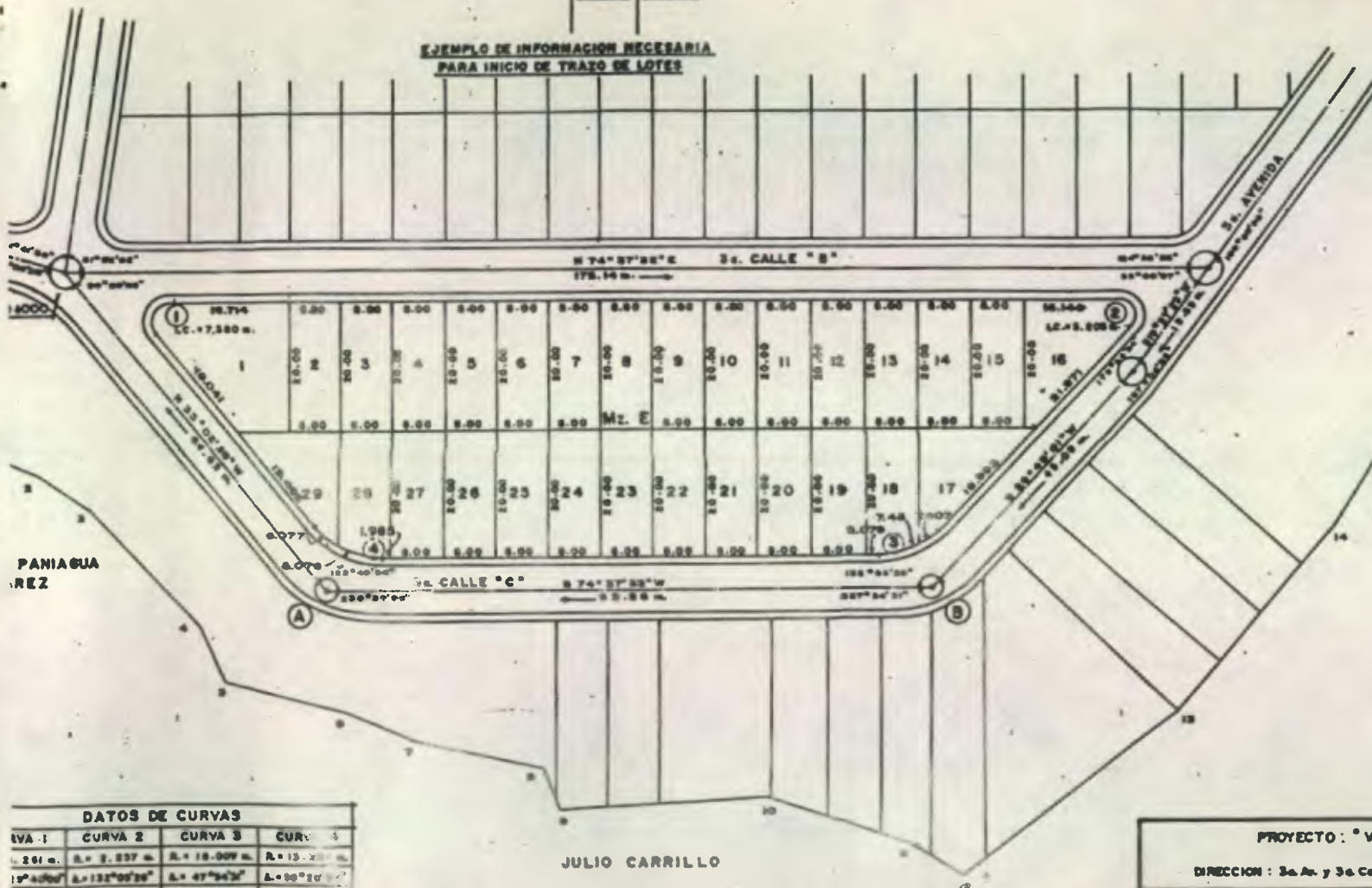
PROPIETARIO: _____

plano 5 hoja

UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura



EJEMPLO DE INFORMACION NECESARIA
PARA INICIO DE TRAZO DE LOTES



CARLOS MURGA

Curvas en eje de calle

CURVA A

R = 18.434 m.
Δ = 30° 20'
LC = 18.194 m.
Stg. = 8.661 m.
Cds. = 15.678 m.
M = 175 m.
E = 1.933 m.

CURVA B

R = 22.007 m.
Δ = 47° 54' 31"
LC = 18.903 m.
Stg. = 10.044 m.
Cds. = 18.357 m.
M = 1.947 m.
E = 2.131 m.

PANIAGUAREZ

JULIO CARRILLO

DATOS DE CURVAS			
CURVA 1	CURVA 2	CURVA 3	CURVA 4
1.261 m.	R = 3.237 m.	R = 18.007 m.	R = 13.200 m.
12° 40' 00"	Δ = 131° 05' 20"	Δ = 47° 54' 31"	Δ = 88° 20' 00"
7.300 m.	LC = 3.105 m.	LC = 18.007 m.	LC = 8.153 m.
1.244 m.	Stg. = 3.06 m.	Stg. = 8.08 m.	Stg. = 6.00 m.
3.903 m.	Cds. = 4.83 m.	Cds. = 14.82 m.	Cds. = 8.70 m.
874 m.	M = 1.341 m.	M = 1.331 m.	M = 1.315 m.
407 m.	E = 3.303 m.	E = 1.957 m.	E = 1.87 m.

Nota:

Para el trazo e replanteo de la información de este plano se recomienda lo siguiente:
- Partir de las referencias colocadas al inicio de los trabajos de campo.

- Trazar los ejes de calles chequeando el cierre angular y el cierre horizontal.

- Trazar curvas horizontales en eje de calles.

- Trazo de la manzana incluyendo curvas en esquinas, puede partirse de los P.I. en ejes de calles y/o calcular por lo menos dos estaciones dentro de la manzana.

- Trazo de lotes y/o límites de plataformas.

PROYECTO: "VALLE DEL SOL" JUTIAPA

DIRECCION: 3a. Av. y 3a. Calle 2.1 a la vezada de la gran...

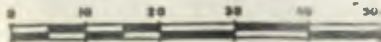


PLANO DE:
GEOMETRIA DE CALLES Y
GEOMETRIA DE LOTES
MANZANA "E"

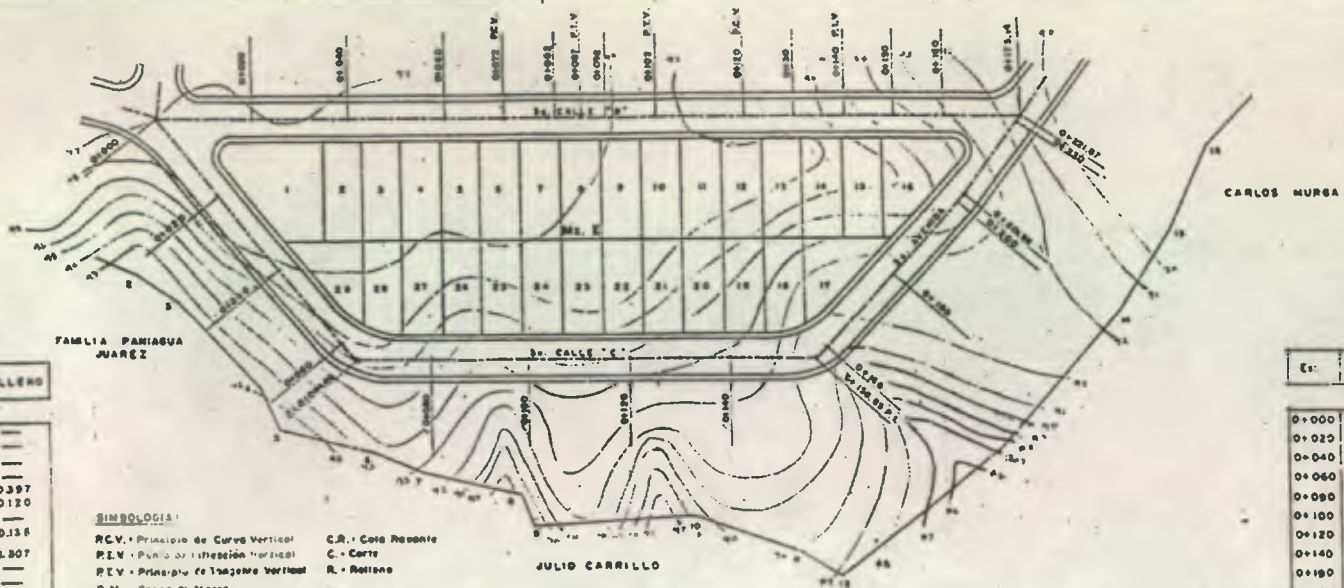
LEVANTO: R. P. S.	REVISO: Ing. Ventura
CALCULO: R. P. S.	ESCALA: 1:500
DIBUJO: R. P. S.	FECHA: diciembre 1994

plano	hoja
6	

PROPIETARIO



ESCALA GRAFICA



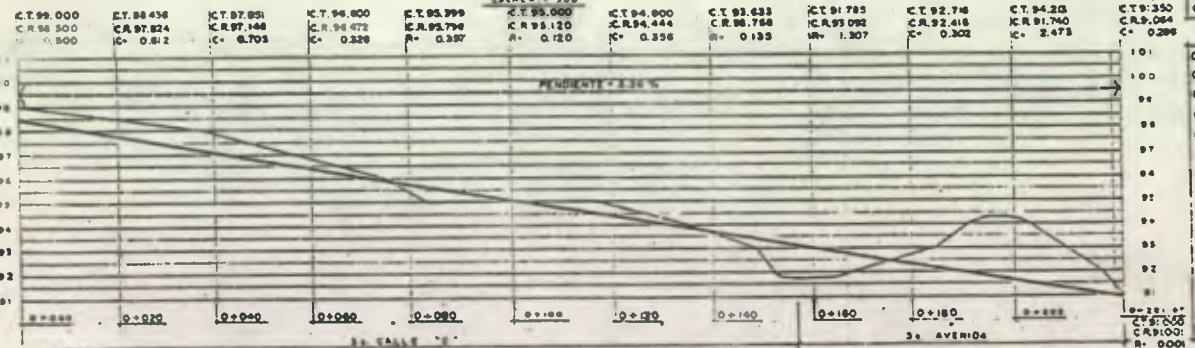
LIBRETA DE CAMPO

Est.	ESTA. "E" EN TEND.	STA. RASANTE	CORTE	RELLENO
3a. CALLE "C" Y 5a. AVENIDA				
0+000	99.000	98.500	0.500	---
0+020	98.458	97.824	0.612	---
0+040	97.851	97.148	0.703	---
0+060	98.800	98.472	0.328	---
0+080	95.355	95.796	---	0.397
0+100	94.000	95.120	---	0.120
0+120	94.600	94.444	0.396	---
0+140	93.633	93.768	---	0.138
0+160	91.785	93.092	---	1.307
0+180	92.718	92.416	0.302	---
0+200	94.213	91.740	1.473	---
0+220	91.320	91.064	0.256	---
0+240	91.000	91.001	---	0.001

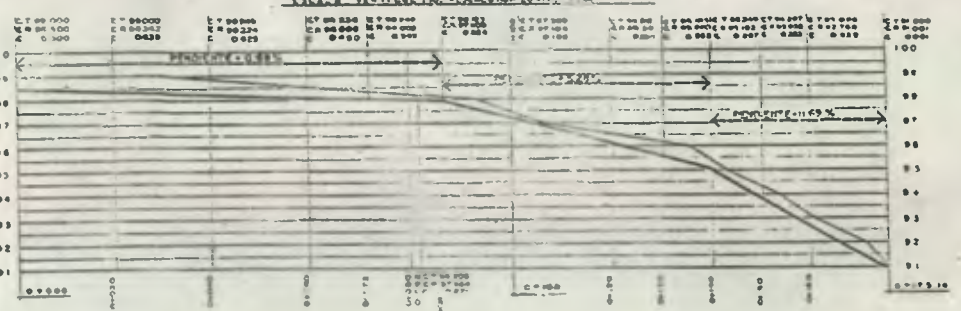
FAMILIA PANIAGUA JUAREZ

SIMBOLOGIA
 P.C.V. - Principio de Curva Vertical C.R. - Cota Rasante
 P.L.V. - Punto de Intersección Vertical C. - Corte
 P.I.V. - Principio de Tangente Vertical R. - Retorno
 B.M. - Banca de Marca
 M.I. - Alfiler de Instrumento
 C.T. - Cota terreno

PLANTA



PERFIL DE 3a CALLE "C" Y 5a AVENIDA



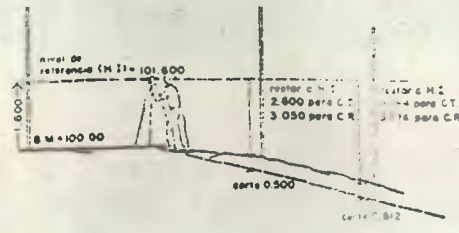
PERFIL DE 3a CALLE "B"

CALCULO DE RASANTE

Est.	Cota de terreno a rasante	Grav. 5	Inclinación de rasante a terreno	Cota de rasante a rasante	RELEV.
3a CALLE "C" Y 5a AVENIDA					
0+000	98.500	3.30	-	-	-
0+020	97.824	-	-	-	-
0+040	97.148	-	-	-	-
0+060	96.972	-	-	-	-
0+080	95.796	-	-	-	-
0+100	95.120	-	-	-	-
0+120	94.444	-	-	-	-
0+140	93.768	-	-	-	-
0+160	93.092	-	-	-	-
0+180	92.416	-	-	-	-
0+200	91.740	-	-	-	-
0+220	91.064	-	-	-	-
0+240	91.001	-	-	-	-

Est.	Cota de terreno a rasante	Grav. 5	Inclinación de rasante a terreno	Cota de rasante a rasante	RELEV.
3a. CALLE "B"					
0+000	98.500	0.89	-	-	-
0+020	98.362	-	-	-	-
0+040	98.224	-	-	-	-
0+060	98.086	-	-	-	-
0+072	98.003	-	-	98.003	P.C.V.
0+082	97.934	-	-0.076	97.859	-
0+087	97.900	-	-0.172	97.728	P.L.V.
0+092	97.834	3.20	-0.076	97.560	-
0+102	97.108	-	-	97.108	P.T.V.
0+120	96.159	-	-	96.159	P.C.V.
0+130	96.680	-	-0.090	95.550	-
0+140	95.102	-	-0.320	94.782	P.L.V.
0+150	93.935	11.67	-0.090	93.855	-
0+160	92.768	-	-	92.768	P.T.V.
0+175.18	91.001	-	-	-	-

NOTA
 Las estaciones de corte y/o relleno se colocaron primeramente sobre un rasante horizontal de 91.00 de cota. Durante el movimiento de tierras se generara una superficie de elevación realizando la rasante diseñada. El siguiente esquema ilustra esta actividad.

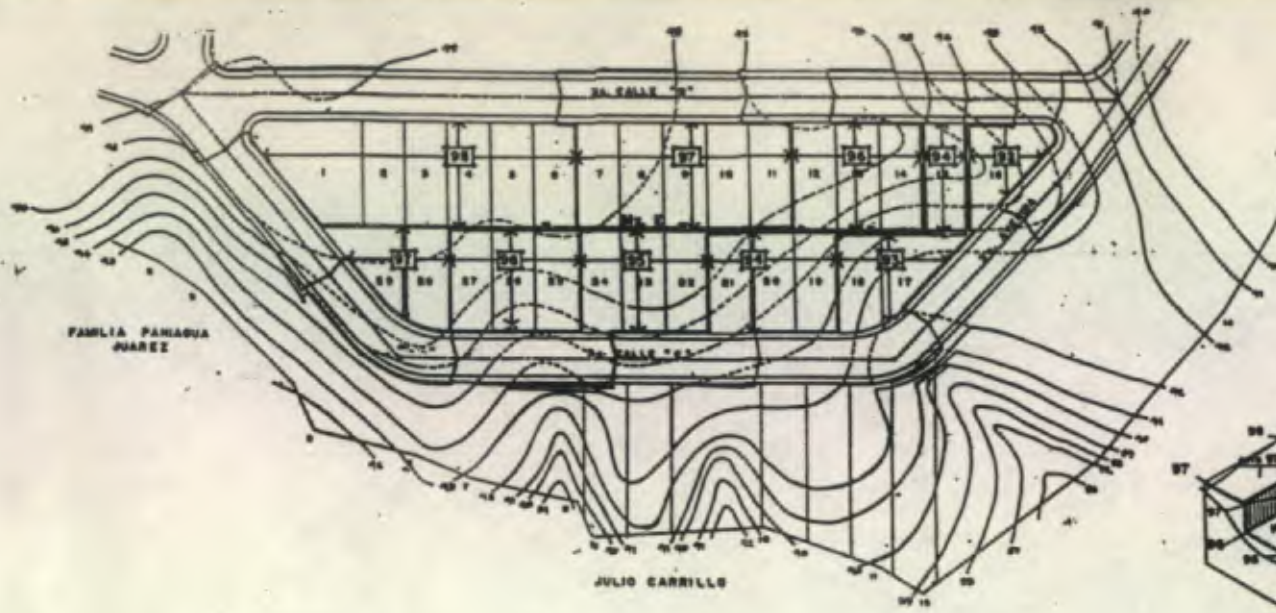


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Facultad de Arquitectura

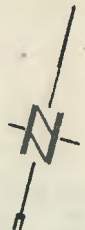
PROYECTO: "VALLE DEL SOL" ATITLAN
 DIRECCION: 2a y 3a Calle Z y 4a Avenida de la ciudad de Atitlan

PLANO DE RASANTE DE CALLES MANZANA "E"

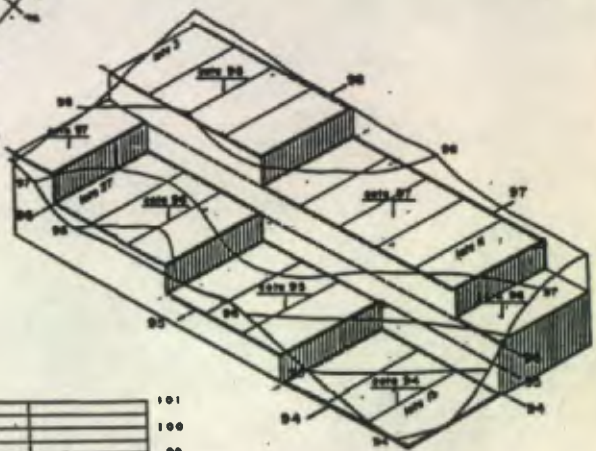
ESTADO: 1500
 CALCAL: 1500
 ESCALA: 1:1000
 FECHA: 15/05/1970
 REVISOR: 1500
 DISEÑADOR: 1500



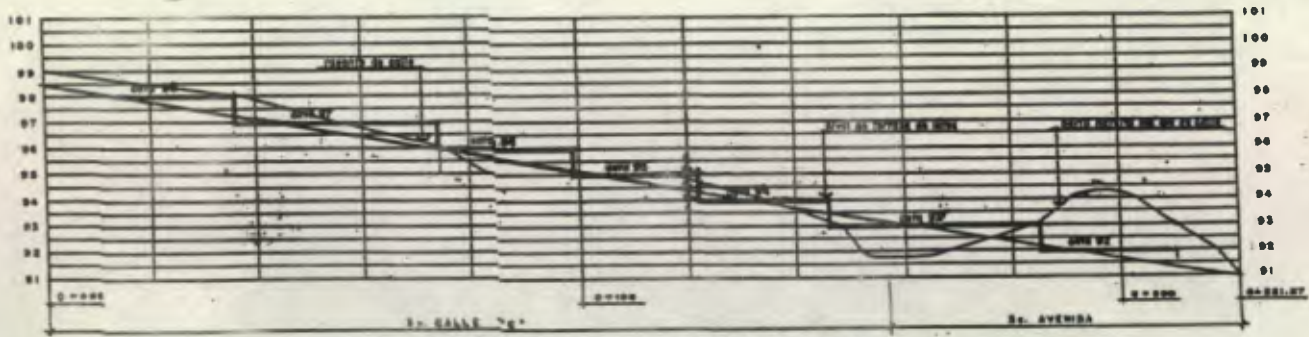
CARLOS MURGA



PLANTA
ESCALA 1:1500



VISTA DE PLATAFORMAS CON DETALLE DE MODIFICACION DE CURVAS DE NIVEL
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:100

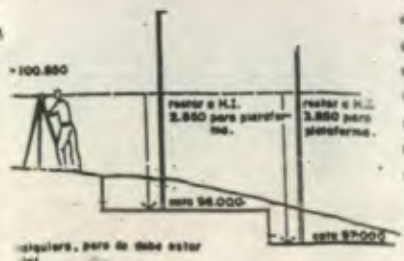


PERFIL DE 3a CALLE "C" Y 3a AVENIDA
ESCALA VERTICAL 1:100
ESCALA HORIZONTAL 1:500



PERFIL DE 2a CALLE "C"
ESCALA VERTICAL 1:100
ESCALA HORIZONTAL 1:500

3/4 ratones se colocaran primeramente sobre un loteo y/o plataformas. Durante el movimiento de permanencia de una cuadrilla de nivelacion para el finis de plataformas.
3 litro de cada actividad.

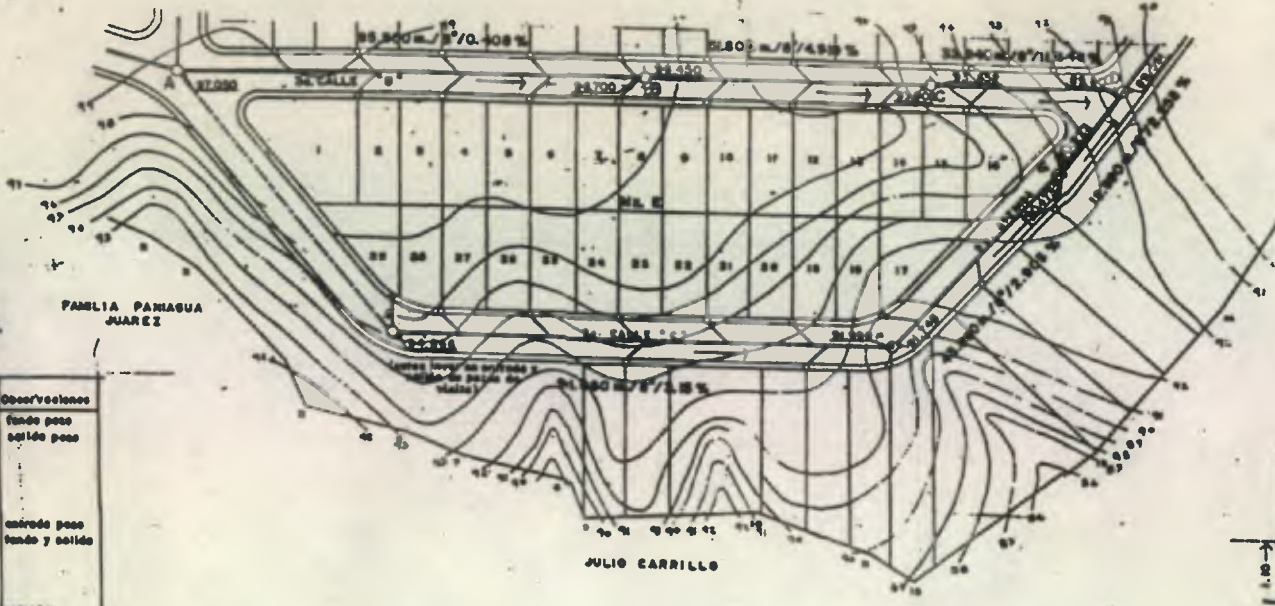


UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

PROYECTO: "VALLE DEL SOL" ATITAPA
SECCION: 1a, 2a y 3a Calle E.I. a travessera de la plaza normal.

	PLANO DE PLATAFORMAS MANZANA E	LEYENDA: S. P. S. : en Verano S. P. S. : ESCALA S. P. S. : ESCALA S. P. S. : ESCALA S. P. S. : ESCALA	ESCALA: ESCALA ESCALA ESCALA
--	---------------------------------------	--	---------------------------------------

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18



CARLOS MURGA



CAMPO PARA EL ANTE DE DRENAJE "C" Y 3a AVENIDA

FAMILIA PANAGUA JUAREZ

NOTA:
Los cotes de corte se colocarán una vez hecha la rasante de calle, además se necesitará la permanente de una cuadrilla de nivelación para marcar la rasante del drenaje.
El alfilerado quedará libre de esta actividad.

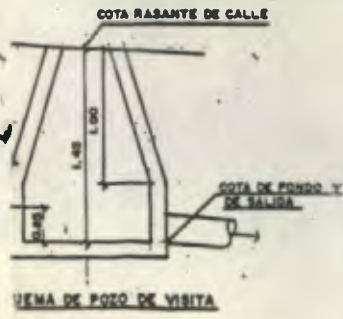
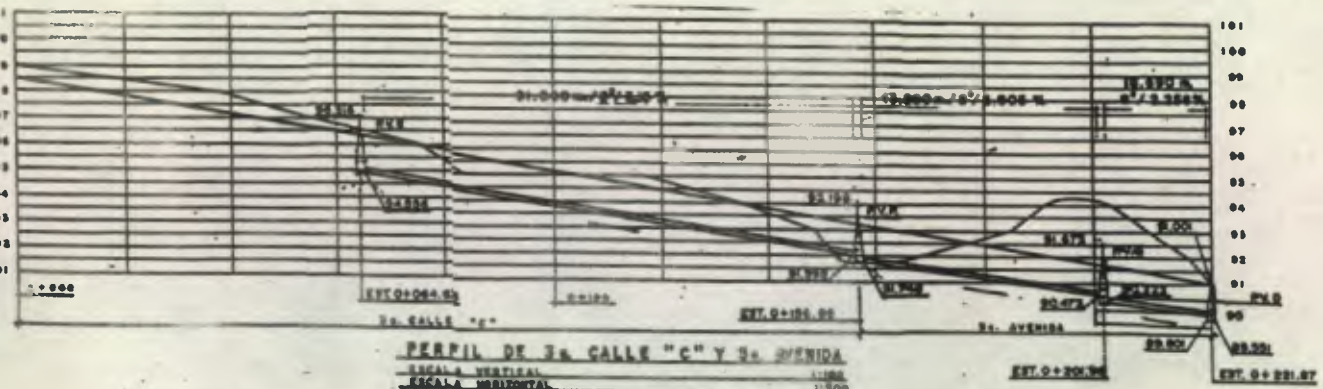
Cota rasante dren.	Elevación	Observaciones
94.966	1.45	fondo pozo
94.966	1.431	salida pozo
94.401	0.833	
93.771	1.229	
93.741	1.689	
92.911	1.182	
91.999	1.431	entrada pozo
91.748	1.433	fondo y salida
91.679	1.417	
91.094	1.323	
90.913	1.237	
90.473	1.230	entrada pozo
90.223	1.430	fondo y salida
89.930	1.334	
89.801	1.320	entrada pozo

PLANTA
ESCALA: 1:300



CALLE "B"

Cota rasante dren.	Elevación	Observaciones
97.080	1.446	salida pozo
96.971	1.391	
96.889	1.339	
96.808	1.279	
96.726	1.222	
96.700	1.204	entrada pozo
96.460	1.418	fondo y salida
96.040	1.374	
94.888	1.302	
93.903	1.233	entrada pozo
93.683	1.380	fondo y salida
93.600	1.271	entrada pozo
93.581	1.450	fondo pozo



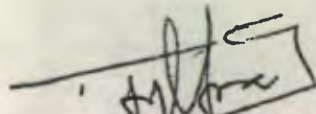
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Arquitectura

PROYECTO: VALLE DEL SOL - JUTIAPA
SECCION: 3a Av. y 3a Calle 2.1 A la izquierda de la Iglesia parroquial

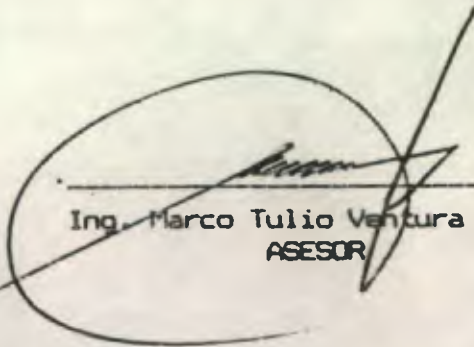
LEONARDO S. P. S.	INGENIERO EN CIVIL
OSCAR S. P. S.	INGENIERO EN CIVIL
OSCAR S. P. S.	INGENIERO EN CIVIL
OSCAR S. P. S.	INGENIERO EN CIVIL

FECHA: 1958

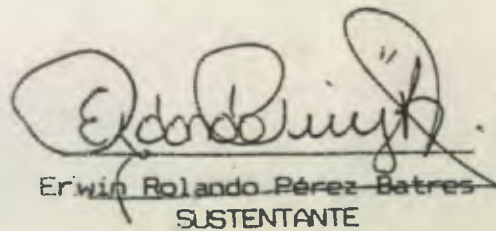
IMPRIMASE



Arq. Francisco Chavarria Smeaton
DECANO



Ing. Marco Tulio Ventura Roldán
ASESOR



Erwin Rolando Pérez Batres
SUSTENTANTE