

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO MONROY,
ZONA 6, CHINAUTLA, GUATEMALA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

OSWALDO ANTONIO RODRÍGUEZ UCELO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 1999

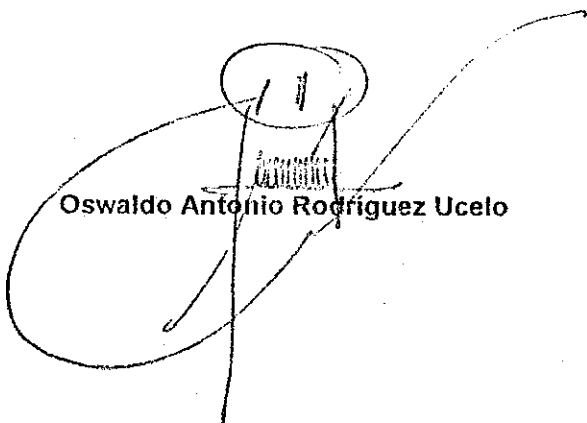
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**Cumpliendo con los propósitos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala,
presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:**

**DISEÑO DE LA RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO MONROY,
ZONA 6, CHINAUTLA, GUATEMALA**

**Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 19 de septiembre de 1,996.**

Atentamente,



Oswaldo Antonio Rodríguez Ucelo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNDO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO
SECRETARIA

ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
ING. JORGE BENJAMÍN GUTIERREZ QUINTANA
BR. DIMAS ALFREDO CARRANZA BARRERA
BR. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ BARRIOS
ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO
EXAMINADOR
EXAMINADOR
EXAMINADOR
SECRETARIO

ING. JORGE MARIO MORALES GONZÁLES
ING. ENRIQUE GIOVANNI SIGÜENZA SILVA
ING. JOSÉ GABRIEL MONTENEGRO PAIZ
ING. MIGUEL ANGEL GUZMÁN MÉRIDA
ING. EDGAR JOSÉ AURELIO BRAVATTI CASTRO



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
28 de octubre de 1,998

Ingeniero
Sydney Samuels Milson
Jefe Departamento de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniero Samuels.

Por este medio tengo el gusto de saludarlo y de hacerle saber que ya he revisado el trabajo de tesis DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION GENERAL DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO MONROY ZONA 6, CHINAUTLA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Oswaldo Antonio Rodríguez Ucelo, quien contó con la asesoría del suscrito.

Sin otro particular me suscribo de usted, atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jack Douglas Ibarra S.
Asesor

/JDIS.



FACULTAD DE INGENIERIA

16 de marzo de 1,999

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

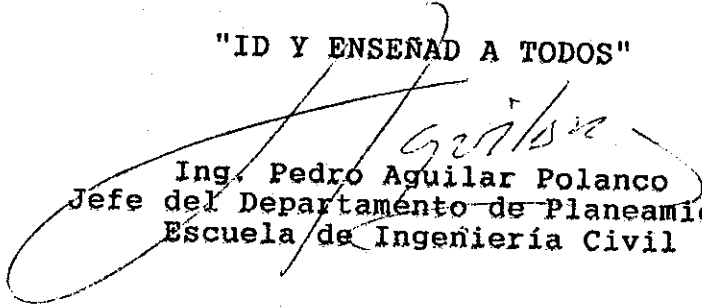
Señor Director:

Después de analizar y revisar el trabajo de tesis titulado **DISEÑO DE LA RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DEL ASENTAMIENTO MONROY, ZONA 6, CHINAUTLA, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante universitario **Oswaldo Antonio Rodríguez Ucelo**, con carné número **85-15138**, quien contó con la asesoría del Ingeniero **Jack Douglas Ibarra Solórzano**, tengo a bien manifestar que dicho trabajo ha sido ejecutado conforme a los requisitos establecidos, por lo que en mi calidad de Jefe del Departamento de Planeamiento de la Escuela de Ingeniería Civil me permito solicitar se continúen los trámites respectivos para su aprobación.

Sin otro particular.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Pedro Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Planeamiento
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Jack Douglas Ibarra S. y del Jefe del Departamento de Planeamiento Ing. Pedro Antonio Aguilar Bolanco, del trabajo de tesis del estudiante Oswaldo Antonio Rodríguez Urelo, titulado DISEÑO DE LA RED GENERAL DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO MONROY, ZONA 6, CHINAUTLA, GUATEMALA; da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels M.



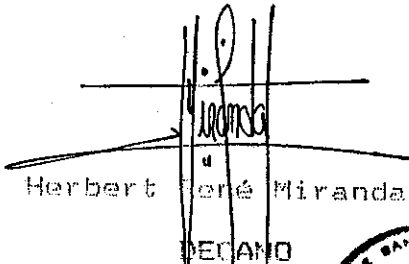
Guatemala, marzo de 1, 1998



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis DISEÑO DE LA RED GENERAL DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO NONROY, ZONA 6, CHINAUTLA, GUATEMALA, del estudiante Oswaldo Antonio Rodríguez Ucelo, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, marzo de 1, 1993

AGRADECIMIENTOS SINCEROS A:

DIOS, Padre Eterno:

Por prestarme la vida y darme la oportunidad de gozar momentos como el de hoy.

Ing. Jack Douglas Ibarra:

Por dedicar parte de su valioso tiempo, colaborando con ello, como ASESOR del presente trabajo.

Ing. Dúglio Véliz:

Por su apoyo incondicional y las experiencias técnicas profesionales que aportó para la elaboración de este estudio.

***La Universidad de San Carlos
de Guatemala:***

Que a través de la Facultad de Ingeniería, me brindó los conocimientos académicos y técnicos para poder alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

***Al Comité Pro-mejoramiento
del Asentamiento Monroy:***

Por la ayuda prestada en la ejecución de los trabajos de campo, consciente de los beneficios a favor de su comunidad.

Amigos y Amigas:

Mayormente a los que encontré en el momento más adecuado y sin ningún tipo de interés dieron su grano de arena, para que el desarrollo y finalización de este documento llegara a ser una realidad. Las personas que con su amistad, aprecio, tiempo y dedicación aportaron los elementos adecuados y necesarios para apoyarme siempre . MIL GRACIAS.

ACTO QUE DEDICO A:

La Memoria de Mi Madre:

Bertha Lidia Ucelo.
Lamentando siempre su ausencia.
(QEPD).

Mi Padre:

Germán Rogelio Rodríguez.
Con todo el respeto que merece.

Mis Hijos:

Pablo Josué y
Denilson Rivaldo.
Por ser ellos la causa principal de mi
superación. GRACIAS POR EXISTIR.

Mi Esposa:

Irma Yolanda de Rodríguez.
Agradeciéndole infinitamente, el apoyo
y paciencia que me ha brindado como
compañera de hogar.

Mi Abuela:

Clara Ucelo.

Mi Tía:

María Margarita Ucelo.
Que son como dos madres para mí,
les agradezco el cariño y cuidado
que me han regalado, principalmente en
mis años de estudiante.

Mi Familia:

Con muchos recuerdos.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	<i>i</i>
OBJETIVOS	<i>iii</i>
CAPÍTULO I	
LA CIENCIA DE LA TOPOGRAFÍA	1
1.1 CONCEPTO	1
1.2 CLASIFICACIÓN	1
1.2.1 Levantamientos Topográficos	2
1.2.1.1 Planimetría	2
1.2.1.2 Altimetría	2
1.2.2 Levantamientos Geodésicos	3
1.3 ALGUNAS APLICACIONES	4
1.3.1 Levantamientos de Tierras	4
1.3.2 Levantamientos Urbanos	4
1.3.3 Levantamientos Catastrales	4
1.3.4 Levantamientos de Vías de Comunicación	4
1.3.5 Levantamientos Hidrográficos	5
1.3.6 Levantamientos Fotogramétricos	5
CAPÍTULO II	
ACTIVIDADES DE CAMPO	6
2.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	6

2.1.1	<i>Ventajas</i>	6
2.1.2	<i>Desventajas</i>	7
2.2	ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA	9
2.2.1	<i>Método Utilizado</i>	9
2.2.2	<i>Justificación del Método</i>	12
2.2.3	<i>Recursos de Trabajo</i>	13
	2.2.3.1 <i>Equipo</i>	13
	2.2.3.2 <i>Recursos humanos</i>	15
2.3	RECOPIACIÓN DE DATOS	15
2.3.1	<i>La Libreta de Campo</i>	15
2.3.2	<i>Ordenamiento de Datos</i>	16
CAPÍTULO III		
	ACTIVIDADES DE GABINETE	24
3.1	CÁLCULO DE COTAS DE TERRENO	24
3.1.1	<i>Nivelación</i>	24
	3.1.1.1 <i>Los datos</i>	24
	3.1.1.2 <i>Las fórmulas</i>	25
	3.1.1.3 <i>Los resultados</i>	28
3.2	CÁLCULO DE LA RED GENERAL DE AGUA POTABLE	37
3.2.1	<i>Aspectos a Considerar</i>	37

3.2.1.1	<i>Población de diseño</i>	37
3.2.1.2	<i>Dotación</i>	39
3.2.2	<i>Caudal de Diseño</i>	40
3.2.2.1	<i>Caudal medio</i>	40
3.2.2.2	<i>Caudal máximo</i>	40
3.2.3	<i>Cálculos Hidráulicos</i>	41
3.2.3.1	<i>Las fórmulas</i>	41
3.2.3.2	<i>Distribución de caudales</i>	42
3.2.3.3	<i>Resumen de resultados</i>	42
3.3	ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO	46
3.3.1	<i>Red de Distribución</i>	46
3.3.2	<i>Conexiones Domiciliares</i>	46
3.3.3	<i>Presupuesto</i>	51
3.3.3.1	<i>Materiales</i>	51
3.3.3.2	<i>Mano de obra</i>	53
3.3.3.3	<i>Herramientas</i>	55
3.3.3.4	<i>Integración de Presupuesto</i>	56
	CONCLUSIONES	iv
	RECOMENDACIONES	vi
	BILIOGRAFÍA	vii
	ANEXOS	
	PLANOS FINALES	

I N T R O D U C C I Ó N

El trabajo que a continuación se desarrollará, contiene los aspectos técnicos necesarios para proponer una solución a uno de los problemas de infraestructura que afecta al Asentamiento MONROY, el cual se encuentra ubicado junto a la Colonia Santa Faz, en la zona 6, sector que pertenece al municipio de Chinautla, departamento de Guatemala.

En la actualidad, existen localizados en distintos puntos del área urbana de la ciudad de Guatemala, un total de 63 asentamientos humanos.

Estas comunidades carecen de los más elementales servicios como lo son agua potable, sistema de drenajes sanitarios, energía eléctrica, urbanización, Etc., lo cual les impide desarrollarse completamente bajo condiciones sociales y económicas lo suficientemente aceptables para aspirar a una mejor clase de vida.

Cumpliendo con la labor de la Universidad de San Carlos dentro de la función social que le concierne, para el desarrollo de la población de Guatemala, a través de la Facultad de Ingeniería, se presenta aquí una solución a la falta del servicio de agua potable que en la actualidad sufren los habitantes del asentamiento antes mencionado. Fue así entonces, que se realizó un estudio para tal situación, aplicando conocimientos de Ingeniería Civil, bajo el nombre de "DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO MONROY ZONA 6, MUNICIPIO DE CHINAUTLA, GUATEMALA".

En el Capítulo I de tal estudio, considerandola como información complementaria, se describen el concepto y clasificación de la ciencia de la Topografía, así como algunas aplicaciones de la misma.

El capítulo II describe las actividades de campo que fueron necesarias para recopilar los datos numéricos, que constituirían la base para realizar las actividades de gabinete.

Dentro de las actividades de gabinete, tema que se trata en el Capítulo III, se destacan principalmente los cálculos de los cambios de nivel (cotas) del terreno, para lo cual se aplicaron conocimientos de topografía.

También aplicando conocimientos de Hidráulica se expone el cálculo y diseño de la red de agua potable, que constituye el objetivo primordial que en esta oportunidad se persigue. La información final de este capítulo consiste en el presupuesto respectivo (costos) del proyecto.

Como todo proyecto de infraestructura, era necesario adjuntar a la información de campo y de gabinete los planos correspondientes. En la Sección de Anexos, los planos se presentan en dos fases (A y B); la fase "A" consiste en un plano general que muestra la poligonal completa trazada sobre los accesos principales del asentamiento y se señalan en él las distancias y diferencias de nivel que hay entre cada estación o punto; la fase "B" contiene cuatro planos que muestran la misma poligonal en forma fraccionada e indican la forma en que se distribuyó la red de agua potable, lo que como consecuencia crea los "LOS DIAGRAMAS DE CAUDALES".

Para finalizar, se presentan las CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES, respectivas, las cuales en su conjunto constituyen una de las partes más importantes de este trabajo, ya que son consecuencia del análisis técnico para sugerir soluciones a problemas de infraestructura social.

O B J E T I V O S

GENERALES:

Colaborar con con la proyección social que la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA lleva a cabo a través de la Facultad de Ingeniería, a favor del desarrollo del pueblo Guatemalteco.

Aplicar conocimientos técnicos adquiridos en esta casa de estudios, con la intención de encontrar alternativas que permitan resolver problemas que se suscitan por la carencia de los servicios públicos mínimos.

Tratar de ayudar a mejorar en formar indirecta, la calidad de vida que en el presente llevan algunos sectores de la población guatemalteca.

ESPECÍFICOS:

Calcular, diseñar y proponer un proyecto de infraestructura y con ello apoyar el desarrollo del Asentamiento Monroy.

En base a las conclusiones de este trabajo, sugerir las recomendaciones necesarias para que en un futuro sean consideradas en proyectos similares, que conlleven al mejoramiento del ornato de la ciudad.

CAPÍTULO 1

LA CIENCIA DE LA TOPOGRAFÍA

1.1 CONCEPTO:

Cuando se habla del concepto de TOPOGRAFÍA, se puede calificar como una ciencia o como un arte o simultáneamente se utilizan los dos términos. Su etimología parte de los dos vocablos griegos que son "topos", que significa lugar y "graphein", que significa describir, con los cuales se define que topografía es: el arte por medio del cual se puede representar gráficamente un determinado lugar sobre el papel, señalando todos los posibles accidentes de la superficie.

En una forma mas amplia, por decirlo así, la topografía es la ciencia y el arte de realizar el conjunto de procedimientos, para determinar o encontrar las posiciones de varios puntos que pertenecen a una porción de la superficie de la tierra y seguidamente proyectarlos a un plano o mapa, con su respectiva escala.

En un lenguaje meramente superficial, es válido mencionar que la topografía de un terreno es plana, inclinada, quebrada, rocosa, Etc. refiriéndose con esto a una cualidad específica del perfil de ese terreno. Por lo tanto se debe tener cuidado de no confundir esta "cualidad" con el concepto que se presento en las líneas de arriba.

1.2 CLASIFICACIÓN:

A continuación se describirán dos grandes áreas, que en forma general, constituyen las partes fundamentales para poder estudiar la ciencia de la topografía divididamente. Como ya se dijo anteriormente, existen conjuntos de procedimientos topográficos, los cuales a su vez tienen diferentes aplicaciones practicas. A tales procedimientos generales se les da el nombre de "Levantamientos o Caminamientos" y se clasifican como Topográficos y Geodésicos.

1.2.1 Levantamientos Topográficos:

Estos levantamientos son parte de la llamada Topografía Plana, que es aquella que para realizar los trabajos de campo desprecia la curvatura de la tierra o sea que la considera plana. Es decir, que los levantamientos topográficos son aplicados en áreas relativamente reducidas y su objetivo principal consiste en representar las características del terreno en un plano o en un mapa.

Ahora bien, la superficie de un terreno en particular queda determinada cuando ya se han conocido las posiciones de varios puntos del mismo; estas posiciones deben ser tanto planimétricas como altimétricas y para su respectivo estudio se dan a conocer a continuación dos conceptos importantes:

1.2.1.1 Planimetría:

Es la rama de la topografía que estudia los métodos que son necesarios para determinar o conocer las coordenadas (posiciones) planimétricas de los puntos a levantar, que pertenecen a una superficie de terreno. Al mencionar la posición planimétrica, se refiere en otras palabras, a la proyección ortogonal (o perpendicular) sobre un plano de referencia.

1.2.1.2 Altimetría:

Es la que se encarga del estudio de los métodos que ayudan a conocer las diferencias de nivel entre los puntos de un levantamiento topográfico en particular. Efectivamente, la altimetría enseña a encontrar las diferentes alturas que existen entre varios puntos y consecuentemente construir sobre el papel un perfil cualquiera.

A las diferencias de nivel se les conoce con el nombre de cotas de terreno o elevaciones y están medidas a partir de un plano de referencia; éste a su vez, es generalmente el nivel medio del mar (NMM), que específicamente consiste en la altura promedio sobre el nivel del mar, dada en metros.

Como planos o puntos de referencia también se pueden utilizar los Bancos de Marca, que no son más que puntos fijos y de altura o elevación conocida, que se registran cuando se realizan trabajos para encontrar diferencias de nivel.

Antes de pasar a otro tema que pertenece a la clasificación o división de la topografía, es importante señalar que los levantamientos topográficos pueden hacer uso de la planimetría o de la altimetría, pero independientemente de ello, existen los levantamientos (caminamientos) CERRADOS Y ABIERTOS.

Los caminamientos Cerrados, son aquellos que al iniciar los trabajos, se regresa al punto de inicio, formando así un "Polígono Cerrado".

Los Caminamientos Abiertos, son aquellos que al realizar los trabajos, en ningún momento se regresa punto de inicio, formando así un "Polígono Abierto". A estos también se les conoce con el nombre de Levantamiento de Ruta o Longitudinales.

1.2.2 Levantamientos Geodésicos:

En primer lugar se dará un concepto de lo que es la Geodesia: es la ciencia que estudia e investiga la forma y dimensiones de la tierra como tal, tomando muy en cuenta la curvatura de la misma.

Partiendo de esto, los Levantamientos Geodésicos son aquellos que estudian las características del globo terrestre, considerando que este no es plano. Estos levantamientos se aplican específicamente en áreas muy extensas y en las localizaciones de ciertos puntos, que posteriormente, servirán como referencia para control de otros tipos de topografía.

1.3 ALGUNAS APLICACIONES:

En la actualidad la topografía como tal, tiene la ventaja de auxiliar o ayudar a la humanidad en un sin fin de actividades que requieren de sus conocimientos. Esta ciencia puede ser aplicada en diferentes campos de la industria de la construcción. En ésta oportunidad se tratarán algunos tipos de levantamientos topográficos, así como una breve descripción de la función específica que ejecutan.

1.3.1 Levantamiento de Tierras:

Tienen como objetivo principal establecer la localización de linderos y esquinas de propiedades privadas o públicas. En general ubican y miden terrenos.

1.3.2. Levantamientos Urbanos:

Como su nombre lo indica, se realizan específicamente dentro del área urbana de una ciudad, con la intención de distribuir o ampliar obras de ingeniería: trazo de calles, drenajes, redes de agua potable, edificios públicos, Etc.

1.3.3 Levantamientos Catastrales:

Se utilizan en los levantamientos de tierras públicas específicamente. Pueden desarrollarse en áreas rurales y urbanas de país; en la actualidad son auxiliados por la fotografía aérea, con lo que se obtienen detalles de mayor precisión de los terrenos.

1.3.4 Levantamientos de Vías de Comunicación:

Éstos ayudan a diseñar y realizar proyectos de vías férreas, caminos, carreteras, líneas de transmisión, ductos, Etc. Son conocidos también como Levantamientos de Ruta, por la sencilla razón que se ejecutan por medio de una poligonal abierta.

1.3.5 Levantamientos Hidrográficos:

Dan a conocer los límites y profundidades de corrientes, mares, lagos, océanos, etc. Generalmente son auxiliares por mediciones realizadas desde embarcaciones.

1.3.6 Levantamientos Fotogramétricos:

Su aplicación es profundamente importante ya que sirven como principal auxiliar a todos los demás tipos de levantamientos que existen. Los levantamientos fotogramétricos utilizan fotografías terrestres, pero principalmente aéreas, con las cuales se obtienen datos particulares que al aplicar otros métodos tradicionales de topografía, implicaría costos y tiempo innecesarios.

Así sucesivamente, existen muchos más métodos para estudios de topografía, que con el transcurrir de los años se han modernizado adaptándose a las necesidades del hombre. Al hablar de una topografía moderna, se hace referencia a que en la actualidad existen un sin número de instrumentos electrónicos y equipos topográficos de mayor eficiencia y con altas facilidades de operación, alcance y precisión. Todo esto en conjunto, tiene como consecuencia que los métodos de topografía más complejos se conviertan en actividades fáciles de ejecutar.

CAPÍTULO II

ACTIVIDADES DE CAMPO

2.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO:

Se sabe que previo a realizar algún trabajo de topografía, independientemente del tipo de que se trate, se debe hacer un reconocimiento al terreno, con la intención de formarse una idea más o menos clara de las posibles ventajas y desventajas que se puedan presentar. Con esto se podría deducir "tentativamente" el método de topografía mas apropiado y sobre todo el mas practico que se debe de aplicar para evitarse el mayor número de contratiempos y aprovechar al máximo los recursos disponibles para ejecutar los trabajos.

En la visita reconocimiento al Asentamiento Monroy, ubicada en la zona 6, se observó entre otras cosas, que el área del mismo es relativamente grande y que se encuentra prácticamente en las laderas de los barrancos, los cuales son característicos en ese sector que pertenece al municipio de Chinautla. Una vez terminado el reconocimiento al lugar señalado, se pudieron definir dos puntos de vista muy importantes, que son:

2.1.1 Ventajas:

No calificadas como realmente ventajas, en este caso existieron lo que se puede señalar como circunstancias, las cuales se trataron de aprovechar en forma favorable en las actividades de la recopilación de datos de campo. Así por ejemplo, tomando en cuenta que las viviendas del asentamiento se encuentran ubicadas en los alrededores de la Colonia Santa Faz, se partió de los linderos principales de la misma con el objetivo de contar con puntos de referencia para orientar en forma adecuada toda el área o poligonal, al momento de querer elaborar determinados planos.

Por otro lado, el acceso directo no resultó ser mayor obstáculo ya que se puede llegar en transporte urbano o particular, específicamente a la colonia mencionada y luego a través de ésta se camina hacia el lugar que ocupa el asentamiento.

Si se toma en cuenta la inclinación de la pendiente en algunos sectores del terreno, se puede decir que se constituyó como un factor favorable el hecho de que las actividades de campo se hayan realizado en la época de verano. De lo contrario, como consecuencia se habrían tenido áreas completamente inaccesibles o intransitables, lo que al final implicaría problemas grandes (desventajas).

Es importante señalar que al momento de realizar las actividades de topografía, se contó con la colaboración de los habitantes del lugar, en el sentido que se asignó un grupo de tres a cuatro personas, quienes se encargaron de "trasladar" el equipo de topografía durante el trayecto del trabajo; esta ayuda significó una mayor rapidez en el registro de datos (recopilación de información).

2.1.2 Desventajas:

Categoricamente las desventajas que se encontraron en esta oportunidad superan en cantidad a las ya comentadas ventajas. Así mismo de alguna forma, directa o indirectamente, afectaron en buen porcentaje el avance continuo de los trabajos del estudio realizado, topográficamente hablando.

Entre los problemas, entonces, se señalan los principales:

Con respecto a la configuración del terreno, la pendiente del mismo influyó significativamente, ya que en algunos casos era muy pronunciada, teniendo como consecuencia que algunos lugares era imposible trabajar, ya sea por incomodidad o bien por visualidad nula o casi nula. Por todo esto, se buscaron puntos específicos que permitieran realizar un trabajo que reuniera toda la información posible y necesaria, para cumplir con los objetivos a seguir en este proyecto de tesis.

Otro factor que afectó negativamente consistió en que por realizar los trabajos en un asentamiento y teniendo éste la característica que las viviendas están ubicadas en forma "desordenada", no se encontraron accesos suficientemente largos que permitieran enfoques tendidos, a través del aparato de topografía.

Esto condujo a que el método aplicado se acoplara o acomodara a una serie de esquivamientos de obstáculos, que en su mayoría se trataba de alguna vivienda en particular y en otros casos se trataba de callejones sin salida.

El hecho que en estos lugares no existan calles definidas oficialmente, se debe principalmente a que conforme se han ido poblando, los ocupantes o vecinos se instalan en donde a su juicio sea más conveniente, tomando en cuenta, por supuesto, que lo accidentado del terreno se los permita.

Simultáneamente a esto, se visualizó otro fenómeno, el cual consistió en que los diferentes caminos de acceso hacia las innumerables viviendas existentes llegaban a medir hasta 50 o 60 cms. de ancho en algunos casos, en contraste con otros de 2.00 a 3.00 mts. de ancho.

Fue así y en base a todo lo señalado que se decidió ejecutar un estudio de topografía (levantamiento) lo más conveniente y práctico posible, adecuándose a las vías o caminos más amplios y realmente transitables. Una vez terminada la visita de reconocimiento al terreno, se observó muy claramente que los posibles puntos que podrían tomarse como estaciones de un polígono a levantar, serían demasiadas debido a la existencia de los muchos cambios de dirección al conducirse sobre los caminos principales.

Entonces el método a utilizar debería cumplir, por decirlo así con algunos requisitos, como por ejemplo, que fuera de fácil aplicación y que simultáneamente ofreciera un rendimiento aceptable; es decir, que ayudara a obtener la mayor cantidad de información por día, tratando con ello de minimizar el tiempo necesario a utilizar en campo, lo cual por supuesto dependería del equipo usado y del personal de apoyo.

2.2 ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA:

Seguidamente se tratarán los detalles más importantes que se dieron en las actividades de campo y que corresponden al método de topografía que finalmente se utilizó en los trabajos.

Primero, es necesario recordar que en el capítulo anterior se habló de los levantamientos topográficos en general, donde se indicó que éstos pueden realizarse por medio de un polígono abierto o cerrado. A los polígonos (abiertos o cerrados) también se les conoce con el nombre de “poligonales”, las cuales no son más que una serie continua de lados, cuyas longitudes se definen por medio de mediciones hechas en campo. A los puntos en donde los lados de una polígona cambian de dirección, se les conoce con el nombre de “estaciones”.

2.2.1 Método Utilizado:

Como introducción, a continuación se describirán las generalidades más importantes del levantamiento de una poligonal por medio de Ángulos Externos, que fue el que se escogió para ejecutar los trabajos de campo del Asentamiento Monroy, en la Zona 6.

Para comenzar, es importante señalar que independientemente del tipo de método que se use para medir una poligonal, es indispensable establecer un NORTE que ayude a determinar una línea de referencia para poder orientar esa poligonal, al momento de dibujar los planos correspondientes. Fue así entonces, que se trazó y localizó un norte magnético; se le llama así ya que es establecido por una brújula que se encuentra montada sobre el aparato que sirva para recopilar los otros datos de campo (ángulos horizontales, distancias, etc.).

La dinámica en sí del uso de Ángulos Externos consiste en barrer y leer ángulos horizontales a partir de visar, con el equipo (aparato) de topografía, la estación o punto anterior. Seguidamente se gira alrededor del eje vertical, en el sentido de las agujas del reloj o sea hacia la derecha y se visa la estación de adelante.

Con ello entonces, se registra un ángulo que indica la dirección de la última línea de la poligonal con respecto a la anterior, realizando o repitiendo estas actividades de la misma forma en la estación siguiente y así sucesivamente.

Para tener una idea más clara se dará un ejemplo, en el cual se describirán los pasos a seguir en forma ordenada, aplicándolos en la poligonal abierta de la figura 1.

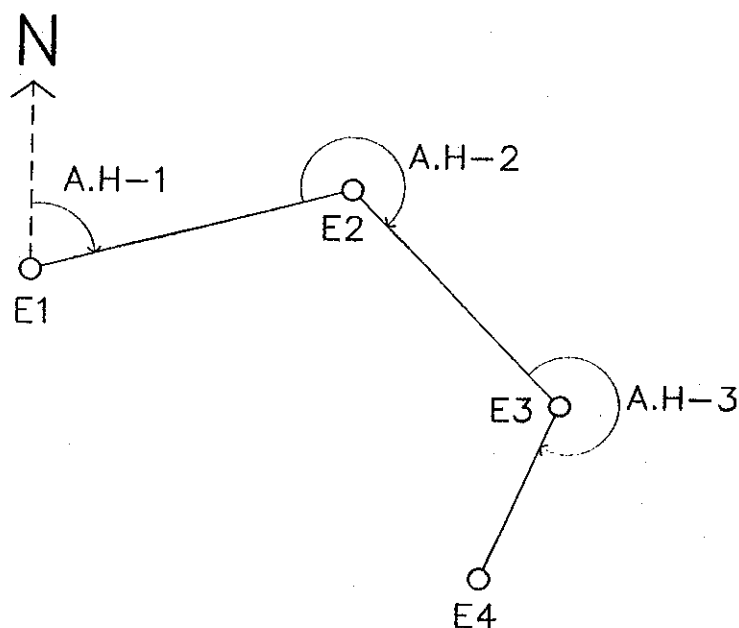


Figura 1

1o. Se encuentra al norte magnético a través de la orientación de la brújula . Esto se hace al momento de encontrarse sobre la estación E1. Ahora se tiene la línea N-E1 que servirá de referencia para orientar la poligonal (Véase figura 1).

2o. Con la escala de lecturas de ángulos horizontales colocada en $0^{\circ} 00'00''$, siempre ubicados en la estación E1; se gira sobre el eje vertical hacia la derecha y se visa la siguiente estación E2. Con ello se encuentra el ángulo A.H-1 entre las líneas N-E1 y E1-E2.

3o. Seguidamente se traslada a la estación E2, donde se centra y nivela el aparato de topografía.

4o. Con la escala de lecturas de ángulos horizontales colocada en $0^{\circ} 00'00''$, se visa la estación siguiente E3. Con ello se encuentra el ángulo A.H-2, entre las líneas E1-E2 y E2-E3.

5o. Ahora se traslada a la estación E3, donde se centra y se nivela el aparato de topografía.

6o. Con la escala de lecturas de ángulos horizontales colocada en $0^{\circ} 00'00''$, se visa la estación de adelante E4. Con ello se encuentra el ángulo A.H-3, entre las líneas E2-E3 y E3-E4.

Si se observa el ejemplo anterior se nota que se leen y se registran ángulos horizontales, que como ya se dijo, no son más que aquellos que indican la dirección de una determinada línea con respecto a la última trazada, en un caminamiento de topografía.

Simultáneamente a esta información también se recopilan datos correspondientes a las distancias horizontales entre cada estación marcada; lo que se puede realizar en distintas formas, las cuales pueden ser por medio de cinta métrica o por medio del equipo de topografía (método taquimétrico).

El sistema de medición taquimétrico, fue empleado cuando el terreno presentó pendientes bruscas o pronunciadas y por lo tanto las distancias horizontales se determinaron con información recogida en base a la siguiente fórmula:

$$DH = K (HS - HI) \times (\text{Sen } (v))^2 \quad (1)$$

Donde:

DH = distancia horizontal

K = constante del aparato topográfico, con valor de 100.

HS = lectura o valor del hilo superior

HI = lectura o valor del hilo inferior

v = ángulo vertical (medido a partir de la vertical, con un rango de 0 a 180°).

Los valores de HS y HI, se obtienen por medio de lecturas que se hacen a través del lente de anteojo del aparato topográfico (teodolito).

Con respecto a los dos tipos de medición mencionados anteriormente, no se darán más detalles por la razón que no son temas específicos a desarrollar en ese trabajo.

2.2.2 Justificación del Método:

En base a lo que se explicó en el punto numeral 2.1 del presente capítulo (Reconocimiento del Terreno), se hizo un análisis de lo que a criterio propio sería más conveniente en lo que se refiere a las acciones a tomar, ya que se presentaron muchos factores desfavorables.

En primer lugar se decidió hacer un levantamiento topográfico general de todo el asentamiento. Es decir, que el objetivo principal fue el registrar toda el área del mismo, dentro de una poligonal.

El recorrido de esta poligonal se desarrolló sobre los accesos transitables que son utilizados por los habitantes del lugar; partiendo de un extremo y buscando cubrir la mayor superficie posible, para luego terminar en el extremo opuesto.

Al mencionar un extremo y un opuesto, es por que el asentamiento rodea parcialmente la colonia Santa Faz y por lo tanto el inicio del estudio se efectuó en un punto y el final en otro punto diferente.

En consecuencia y como se podrá observar, se levantó una poligonal abierta. La decisión de esta forma de trabajar, se basó en los siguientes puntos:

- El área en sí a cubrir era relativamente grande;
- Se deseaba evitar que la cantidad de estaciones que formaran la poligonal no fuera excesiva, en consecuencia el factor de tiempo disminuiría;
- Se tendrían registrados dentro de una poligonal general, todos los sectores del asentamiento;
- Se buscaba hacer un estudio de las diferencias del nivel del terreno, las cuales constituirán la base principal de datos para poder diseñar la red de distribución general de agua potable.

Al final de todo este análisis fue entonces que se priorizó el levantamiento de una poligonal abierta por el método de Ángulos Externos. Se necesitaba solamente orientar horizontalmente y medir las distancias del caminamiento escogido; y simultáneamente a esta información, recopilar aquella que fuera indispensable para encontrar la diferencia de nivel.

Para terminar este tema, es importante señalar que durante la ejecución del levantamiento se hizo necesario el uso de las llamadas Radiaciones, que ayudaron primordialmente a obtener datos de lugares o puntos inaccesibles y de aquellos sobre los cuales no se necesitaba colocar el equipo topográfico.

Por definición, una radiación es la medición o enlace de un punto a partir de otro punto principal (estación), que se toma como base. Para realizar este enlace, se miden el ángulo y la distancia horizontal a que se encuentra la "radiación" del punto base.

2.2.3 Recursos de Trabajo:

Como información de carácter complementario, se presentará una breve descripción de los recursos, tanto material como humano, que fueron indispensables para recopilar y registrar los detalles (datos) de los trabajos de topografía que finalmente se aplicaron.

2.2.3.1 Equipo:

El equipo que como mínimo fue necesario para levantar la poligonal del asentamiento, se lista en las siguientes líneas:

- Teodolito: Consiste en un aparato de precisión, que se utiliza específicamente en trabajos de topografía; está compuesto fundamentalmente de un telescopio y una brújula. Entre los usos más comunes se mencionan:
 - * Trazo y lectura de ángulos horizontales y verticales;
 - * Determinación de distancias horizontales por métodos taquimétricos.

- Estadal: Consiste en una regla graduada, con una escala de 0.00 a 2.00 mts. por medio de la cual y en combinación con el enfoque del anteojo del teodolito sobre la misma, se determinan los valores del hilo inferior (H.I) e hilo superior (H.S). Se recuerda que estos valores son necesarios para calcular distancias horizontales (D.H), a partir de la fórmula (1) (véase página 11)

- Cinta métrica: Se utilizó principalmente para medir distancias entre estaciones donde se presentaba un terreno cuya pendiente no hiciera significativo algún error de lectura.

- Plomadas: Por medio de éstas se podía mantener verticalmente la posición del estadal, al momento de colocar éste último en cada estación de la poligonal.

- Trompos de Referencia: Consiste en “estacas” hechas de madera rolliza, las cuales eran clavadas en cada estación, sirviendo por lo tanto, como puntos de referencia para localizar la siguiente:

- Almádana: Usada para colocar (clavar) los trompos de referencia en sus respectivos puntos.

- Material complementario: Pintura de color rojo para hacer notar o resaltar las cabezas de los trompos, con la intención de identificarlas rápidamente; clavos de 1” para clavar sobre las cabezas de los trompos con los cuales se determinarían los puntos exactos de cada estación.

2.2.3.2 Recursos humanos:

Al momento que se efectuó la visita de reconocimiento, previo a realizar los trabajos, se aprovechó la oportunidad para dialogar con las autoridades del asentamiento en cuestión. A estas personas, que en conjunto forman el Comité de Vecinos, se les comunicó que se ejecutaría un estudio de topografía, con el conocimiento por supuesto, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Ingeniería, con la intención de poder plantear soluciones técnicas a algunos de los problemas de infraestructura del lugar que ellos actualmente ocupan.

Dentro de lo acordado con las autoridades mencionadas, se definió que se dispondría de un grupo de personas durante los días que fueran necesarios, para que específicamente ayudaran a trasladar el equipo de trabajo de un lugar a otro; así también se les dio una orientación de cómo utilizar y colocar el estadal correctamente, cómo utilizar la cinta métrica, en qué momento se deberían usar las plomadas, Etc. todo esto con el objetivo de que pudieran colaborar directamente en las actividades de campo.

La cuadrilla de personal la formaron un promedio de tres a cuatro personas, las que de no existir habría tenido como consecuencia trabajo demasiado tedioso y aún más tardado de lo realmente necesario.

Con los recursos descritos, fue posible lograr la primera meta para las intenciones del proyecto que ahora se reporta; un levantamiento Topográfico General del Asentamiento Monroy, en el municipio de Chinautla.

2.3 RECOPIACIÓN DE DATOS:

2.3.1 Libreta de Campo:

Al momento de ir ejecutando las actividades de campo y que como resultado se genera toda la información (distancias horizontales, ángulos horizontales, ángulos verticales, Etc.), ésta debe recopilarse o archivarse de tal manera que esté disponible para que posteriormente se puedan realizar cálculos de gabinete, por ejemplo o puedan servir como base para la elaboración de determinados planos.

Para obtener una "recopilación de datos" ordenadamente y que a su vez se constituya en un documento legible, existen las llamadas Libretas de Campo.

El modelo de Libreta de Campo que aquí se adoptó está formado por un total de once columnas, de las cuales las primeras ocho definen la localización de distancias correspondientes a cada uno de los lados de la poligonal (véase página 17) y están distribuidas así: la primera y segunda columnas corresponden al punto donde se coloca el teodolito para realizar mediciones (EST.) y al punto que se observa a través del teodolito (P.O.), respectivamente; la tercera columna indica el ángulo horizontal de una línea con respecto a la anteriormente trazada (A.H), teniendo éste un rango de 0 a 360°; los valores de H.I., H.M. y H.S. son los "hilos de retícula" del anteojo del teodolito (inferior, medio y superior) y se obtienen por medio de lecturas al enfocar o visualizar el estadal colocado en una estación; los datos de las distancias horizontales (D.H., séptima columna) se obtienen de dos formas: directamente utilizando cinta métrica o por medio del método taquimétrico, utilizando los valores de H.I., H.S. y v. (cuarta, sexta y octava columnas respectivamente) en la fórmula (1); por último, los valores de H.M. (hilo medio), V.A. (vista atrás), a.i. (altura de instrumento) y a.v. (ángulo vertical), son necesarios para el estudio y determinación de los cambios de nivel del terreno, tema del cual se tratará detenidamente más adelante.

En base a la misma y en combinación con cálculos efectuados sobre una mesa de trabajo, se hizo factible poder elaborar algunos planos, teniendo como contenido un croquis del caminamiento topográfico en campo.

2.3.2 Ordenamiento de Datos:

Con la libreta ya descrita se muestran a continuación los datos recopilados, en forma ordenada (véase página 17).

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 01

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	v.	V. A.	a. l.	a. v.
1	Nmag	00°00'00"								
	2	267°33'		1.00		69.940	96°19'20"			
2	1							1.00	1.430	88°10'
	3	90°00'		2.00		30.425	90°54'			
	4	90°00'		1.00		56.240	91°26'25"			
	2.1	172°18'		0.00		46.548	103°13'30"			
	6	308°51'30"		2.00		12.360	95°11'20"			
6	2							0.12	1.405	90°00'
	7	163°36'		2.00		11.970	100°23'20"			
7	6							0.20	1.380	84°15'30"
	8	162°53'10"		2.00		17.665	103°57'10"			
8	7							0.40	1.365	76°26'30"
	9	164°07'10"		2.00		16.710	100°07'			
9	8							0.00	1.325	84°23'
	10	81°51'35"		2.00		26.860	95°17'50"			
10	9							0.30	1.420	87°38'30"
	11	180°00'		2.00		26.200	92°12'40"			
	10.1	271°52'		1.00		15.250	92°07'			
11	10							2.00	1.320	91°02'
	12	81°51'35"		2.00		17.757	92°19'30"			
	11.1	255°02'05"		0.56		11.860	90°00'			
12	11							1.16	1.390	90°00'
	12.1	91°31'30"		1.95		3.980	90°00'			
12.1	12							0.78	1.365	90°00'
	12.2	267°50'20"		1.99		8.870	90°00'			

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 02

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	v.	V. A.	a. l.	a. v.
12.2	12.1							1.05	1.435	90°00'
	12.3	229°44'30"		2.00		6.800	100°26'			
12.3	12.2							0.02	1.450	89°00'
	12.4	161°38'		2.00		15.830	121°37'			
12.4	12.3							0.60	1.335	59°11'
	12.5	78°56'30"	0.60	0.65	0.702	9.883	79°51'			
	12.6	194°43'	0.20	0.251	0.322	7.632	127°43'30"			
2.1	2							0.15	1.350	81°50'
	5	91°57'		0.91		12.780	90°00'			
5	2.1							2.00	1.425	91°59'
	5.1	180°00'		1.24		11.690	90°00'			
	5.2	270°00'		1.00		16.946	100°45'			
5.2	5							2.00	1.460	89°15'30"
	5.3	91°15'30"		2.00		35.859	100°29'			
5.1	5							2.00	1.410	91°30'
	5.4	180°00'		0.30		35.452	88°15'			
5.4	5.1							2.00	1.540	94°45'
	5.5	153°38'		0.40		17.900	90°00'			
9	8							0.00	1.410	84°43'
	13	270°58'		1.00		19.760	89°55'			
13	9							2.00	1.390	91°27'
	15	176°39'		2.22		14.300	90°00'			
15	13							1.05	1.400	90°00'
	16	195°34'		2.00		22.235	94°56'			
16	15							0.30	1.360	88°11'30"
	17	163°14'		2.27		7.010	90°00'			
	21	163°14'		2.00		36.240	94°44'			

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 03

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	v.	V. A.	a. l.	a. v.
17	16							0.67	1.360	90°00'
	18	104°14'	0.90	1.00	1.03	8.790	124°41'30"			
	19	104°14'	0.80	0.93	1.08	22.410	116°33'			
	20	104°14'	1.75	2.00	2.23	43.074	108°41'			
21	17							1.00	1.350	87°22'
	22	180°17'30"		2.08		20.300	90°00'			
22	21							1.33	1.350	89°15'
	23	128°32'		0.78		45.625	90°00'			
23	22							2.00	1.380	91°57'
	24	228°04'		0.20		45.250	88°06'			
24	23							2.00	1.415	94°43'
	25	235°58'		0.90		29.180	90°00'			
25	24							2.00	1.440	91°15'
	26	158°54'		2.00		26.670	93°14'30"			
26	25							0.23	1.415	90°00'
	27	227°28'	0.30	0.45	0.625	31.810	81°36'			
27	26							2.00	1.450	101°04'
	28	280°09'30"	0.10	0.30	0.50	39.600	84°09'			
28	27							2.00	1.395	98°31'
	29	207°11'	0.70	0.89	1.09	38.600	84°03'10"			
29	28							2.00	1.440	97°50'
	30	63°55'20"		1.08		9.290	90°00'			
30	29							2.12	1.495	90°00'
	31	153°54'30"		1.00		28.870	83°42'			
31	30							2.00	1.380	98°00'
	32	158°04'		0.50		20.570	86°41'			

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 04

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	v.	V. A.	a. l.	a. v.
27	26							2.00	1.440	101°05'
	33	108°52'	0.744	0.72	0.80	5.600	90°00'			
33	27							1.65	1.420	90°00'
	34	141°15'		2.00		24.070	95°06'			
34	33							0.20	1.465	88°22'30"
	34.1	20°16'	1.90	2.01	2.12	21.950	95°42'20"			
	34.2	59°19'	1.00	1.075	1.15	12.000	115°37'			
	40	139°06'	1.90	2.01	2.12	20.180	106°44'20"			
	35	170°13'		2.00		25.880	93°10'			
35	34							0.415	1.465	90°00'
	36	193°46'		0.975		5.750	90°00'			
36	35							2.125	1.450	90°00'
	37	221°21'		1.180		6.550	90°00'			
	38	221°21'	0.40	0.58	0.745	34.460	88°16'			
	36.1	269°35'10"	0.40	0.651	0.906	49.943	83°27'30"			
	36.2	276°39'10"	0.20	0.450	0.700	49.178	82°38'			
	36.3	285°16'10"	0.30	0.580	0.864	55.403	82°21'30"			
	36.4	324°03'10"	0.20	0.462	0.730	51.797	81°20'			
	36.5	324°54'10"	1.50	1.712	1.925	41.814	82°42'			
37	36							1.967	1.485	90°00'
	37.1	94°40'		2.00		18.550	91°29'			
37.1	37							1.07	1.440	90°00'
	37.2	159°32'30"	1.80	1.89	1.975	16.834	101°15'			
40	34							0.20	1.420	76°57'30"
	40.1	109°57'	1.50	1.705	1.905	38.934	101°20'20"			

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 05

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	V.	V. A.	B. I.	a. v.
40	41	201°46'30"	0.70	0.85	1.005	28.560	104°37'			
41	40							0.20	1.455	80°45'
	42	139°28'	1.80	1.92	2.035	22.630	101°06'			
42	41							0.30	1.500	82°35'
	42.1	201°38'	1.80	2.00	2.20	29.625	120°37'			
	42.2	214°06'	1.00	1.18	1.36	28.100	118°00'			
	43	257°57'	1.80	1.885	1.97	16.730	97°14'			
43	42							0.40	1.495	87°03'
	44	245°03'20"	1.50	1.604	1.708	20.601	95°36'			
44	43							0.035	1.455	90°00'
	45	165°46'	0.20	0.29	0.38	17.980	87°17'20"			
45	44							2.00	1.470	96°40'
	46	197°21'		1.935		9.930	90°00'			
46	45							1.275	1.415	90°00'
	47	189°40'	1.40	1.505	1.615	21.441	93°00'			
47	46							0.875	1.385	90°00'
	48	147°34'		2.00		12.720	91°55'30"			
48	47							0.00	1.345	93°21'
	49	188°15'		2.00		12.790	94°55'			
49	48							0.128	1.450	90°00'
	50	215°46'	0.60	0.37	0.87	26.888	93°42'			
50	49							1.40	1.490	90°00'
	51	139°08'30"		1.955		9.520	90°00'			
51	50							1.35	1.495	90°00'
	52	161°00'	0.76	0.80	0.835	6.763	108°16'			

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 06

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	v.	V. A.	a. l.	a. v.
52	51							0.30	1.485	82°12'
	53	167°51'30"	1.00	1.08	1.16	13.415	113°42'			
	54	204°27'		2.176		18.240	90°00'			
	52.1	212°01'	0.30	0.455	0.609	30.456	83°07'			
	52.2	241°52'	1.00	1.165	1.325	27.576	67°05'30"			
38	37							2.00	1.445	94°12'
	55	255°13'	0.20	0.45	0.70	49.620	84°58'			
55	38							2.00	1.480	97°32'
	56	101°14'30"		1.125		16.240	90°00'			
56	55							2.00	1.450	91°16'
	57	257°36'		2.21		18.010	90°00'			
57	56							1.32	1.465	90°00'
	58	121°48'20"		1.035		6.960	90°00'			
58	57							1.995	1.430	90°00'
	59	155°56'	0.20	0.335	0.47	25.030	105°41'30"			
	60	204°28'30"	0.20	0.268	0.335	13.447	86°26'30"			
60	58							2.00	1.420	98°01'
	61	225°39'	0.20	0.303	0.41	20.931	86°43'			
61	60							2.00	1.365	96°32'
	62	200°51'	0.20	0.28	0.36	15.980	87°57'30"			
62	61							2.00	1.450	95°52'
	63	93°10'	0.20	0.40	0.604	40.300	93°10'			
63	62							0.30	1.430	89°12'30"
	64	153°39'	1.10	1.18	1.26	15.862	95°20'			
64	63							0.725	1.435	90°00'

LIBRETA DE CAMPO

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Noviembre / 1996

HOJA 07

EST.	P. O.	A.H.	H. I.	H. M.	H. S.	D. H.	v.	V. A.	a. i.	a. v.
64	65	260°32'	0.70	0.813	0.928	22.614	95°11'			
65	64							0.81	1.475	90°00'
	66	289°39'	1.20	1.605	2.015	80.845	84°51'30"			
65	66							1.00	1.365	85°11'
	67	180°00'		1.833		4.460	90°00'			
67	65							1.074	1.410	90°00'
	68	260°04'	0.20	0.285	0.371	17.100	89°30'20"			
68	67							2.00	1.445	94°22'
	69	132°16'	1.00	1.065	1.129	8.631	125°07'			
	68.1	181°50'	1.00	1.090	1.180	17.331	101°07'			
	68.2	231°13'		1.922		16.565	90°00'			
69	68							0.20	1.385	64°21'
	70	140°21'	0.50	0.606	0.715	18.182	113°08'			
70	69							1.00	1.330	71°47'
	71	91°00'	0.70	0.805	0.910	20.940	93°05'			
	72	180°00'	0.20	0.318	0.432	17.551	119°34'			
	73	180°00'	0.30	0.465	0.625	24.821	119°05'			
	74	276°55'	1.00	1.063	1.127	12.638	94°01'			
74	70							1.17	1.370	90°00'
	74.1	157°39'30"	0.30	0.517	0.730	34.500	116°25'			
	74.2	170°13'	0.70	0.780	0.862	13.100	115°59'			
73	72							0.80	1.355	65°26'
	75	172°18'	0.40	0.52	0.64	16.100	125°06'			
	76	193°31'	0.60	0.79	0.98	24.100	127°14'			
	77	219°46'	0.50	0.571	0.643	9.545	125°13'			
77	73							0.50	1.490	63°55'
	77.1	217°09'	0.30	0.618	0.93	50.763	116°09'			

CAPÍTULO III

ACTIVIDADES DE GABINETE

3.1 CÁLCULO DE COTAS DEL TERRENO:

Los cálculos en sí, constan de dos etapas que son: las distancias horizontales (D.H.) que forman parte de la libreta de campo anteriormente presentada y la determinación de las diferencias de nivel (cotas de terreno), tema del cual se tratará en este momento.

3.1.1 Nivelación:

La nivelación es el conjunto de los cálculos necesarios para encontrar las diferencias de nivel entre dos o más puntos de un terreno en particular.

Los tipos de nivelación existentes son la directa o topográfica y la indirecta. Aquí se utilizará la segunda, la que a su vez se subdivide en nivelación trigonométrica y nivelación barométrica, (ésta última no se tomará en cuenta).

La nivelación trigonométrica se aplica sobre principios de trigonometría, utilizando ángulos verticales y distancias horizontales.

3.1.1.1 Los datos:

Los datos para realizar una nivelación trigonométrica se registran en un documento que se conoce como Libreta de Nivelación. El modelo que se presenta (véase página 29), se construyó en base al que comúnmente se usa en una nivelación directa.

Los valores de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta, séptima, octava y novena columnas fueron directamente copiadas de la libreta de campo que sirvió para la recopilación de la información. Los valores correspondientes a A.I. (altura de instrumento) y COTA (cota de terreno), se obtienen a través de las fórmulas de la nivelación trigonométrica.

3.1.1.2 Las fórmulas:

La figura 2 muestra un perfil de terreno, en el cual se aplica una nivelación trigonométrica. Al observar detenidamente se nota que con el teodolito colocado en la estación 1 (E1) se puede enfocar o visualizar la estación del banco de marca (B.M) y la estación 2 (E2), para obtener los valores de la vista atrás (V.A.) y de la vista al frente (P.V.), respectivamente. Simultáneamente, se registran los valores de las distancias horizontales (D.H.) y de los ángulos verticales (a.v.); con todos estos datos de campo archivados, es posible utilizar las fórmulas para determinar A.I. y COTA.

Las fórmulas para calcular los valores de A.I. son:

$$AI = C + VA + Y1 \quad (2)$$

ó

$$AI = C + VA - Y1 \quad (3)$$

Donde:

AI = Altura de instrumento, (elevación o cota de la línea de visión horizontal, del teodolito).

C = Elevación o cota conocida del banco de marca o de un punto cualquiera.

VA = Vista hacia atrás, que se obtiene visando el estadal sobre un punto de cota conocida, el cual se encuentra colocado atrás de la estación donde está centrado el teodolito.

Y1 = Valor que se suma o se resta, dependiendo de que el ángulo vertical (a.v.) sea mayor o menor que 90 , respectivamente. (véase las fórmulas 6 y 7).

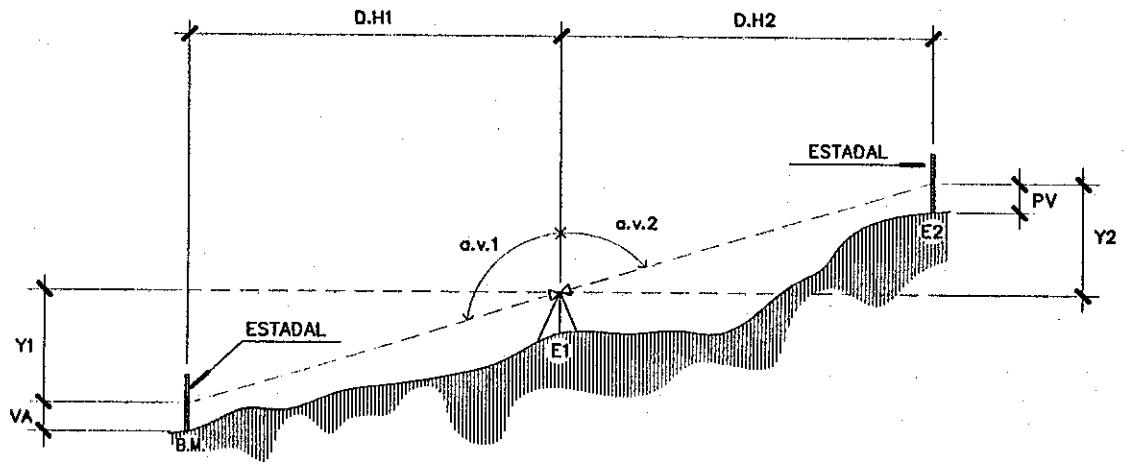


Figura 2.

Las fórmulas para calcular los valores de COTA son:

$$COTA = AI - PV - Y2 \quad (4)$$

ó

$$COTA = AI - PV + Y2 \quad (5)$$

Donde:

COTA = Elevación desconocida de un punto cualquiera.

AI = Altura de instrumento, calculada a través de las fórmulas 2 y 3.

PV = Vista hacia el frente, que se obtiene visando el estadal sobre un punto de cota desconocido, el cual se encuentra colocado adelante de la estación donde está centrado el teodolito.

Y2 = Valor que se resta o se suma, dependiendo de que el ángulo vertical (a.v.) sea mayor o menor que 90° , respectivamente. (véase las fórmulas 6 y 7).

Independientemente que se requiera calcular Y1 ó Y2, se utilizan las fórmulas 6 y 7, previo a que se cumpla con la condición señalada:

- Sí a.v. es menor que 90° , entonces

$$Y = DH / \text{Tg} (a.v.) \quad (6)$$

(véase figura 2)

- Sí a.v. es mayor que 90° , entonces

$$Y = DH \times \text{Tg} (a.c.) \quad (7)$$

(véase figura 2),

Donde:

Y = es el valor (Y1 ó Y2) que se utiliza en las fórmulas 2, 3, 4 y 5.

DH = distancia horizontal entre dos estaciones.

a.v. = ángulo vertical.

a.c. = ángulo complementario, que se obtiene al restarle 90° al ángulo vertical (a.v.).

Tg (a.v.) = tangente del ángulo vertical.

Tg (a.c.) = tangente del ángulo complementario.

En forma de resumen, el contenido de las fórmulas de A.I. y COTA puede ilustrarse como sigue:

a.v.	A.I.	COTA
Sí es mayor que 90°	$C + VA + Y1$	$AI - PV2 - Y2$
Sí es menor que 90°	$C + VA - Y1$	$AI - PV2 + Y2$

Es indispensable señalar, en este momento, que los ángulos verticales fueron leídos y registrados a partir de la vertical de la plomada, con un rango de 0 a 180° ; y que la elevación o cota del banco de marca con la que se inició el proceso de nivelación tiene un valor de 100.00 mts., lo cual se tomó como un dato conocido.

3.1.1.3 Los resultados:

Después de aplicar todos los conceptos correspondientes a una nivelación trigonométrica, se obtiene como consecuencia el conjunto de los cambios de nivel o cotas de terreno, sobre la poligonal abierta, que como se indicó anteriormente, se analizó por el método de ángulos externos. En las siguientes páginas se pueden observar los resultados.

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 01

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	a. l.		LECT.	v.	D. H.	
2	1	1.00	88°10'	1.430	98.76			69.944	100.00
	3					2.00	90°54'	30.425	96.28
	4					1.00	91°26'25"	56.240	96.35
	2.1					0.73	102°21'	46.758	87.79
	6					2.00	95°11'20"	12.360	95.64
6	2	0.12	90°00'	1.405	97.45				97.33
	7					2.00	100°23'30"	11.970	93.26
7	6	0.20	84°15'30"	1.380	94.64				95.64
	8					2.00	103°57'10"	17.660	88.25
8	7	0.40	76°26'20"	1.365	89.40				93.26
	9					2.00	100°07'	16.710	84.42
9	8	0.00	84°23'	1.325	86.61				88.25
	10					2.00	95°17'50"	26.860	82.12
10	9	0.90	87°38'30"	1.420	83.81				84.42
	11					2.00	92°12'40"	26.200	80.60
	10.1					1.00	92°07'	15.250	82.05
11	10	2.00	91°02'	1.320	84.60				82.12
	12					2.00	92°19'30"	17.757	81.88
	11.1					0.56	90°00'	11.860	84.04
12	11	1.16	90°00'	1.390	81.76				80.60
	12.1					1.95	90°00'	3.980	79.81
12.1	12	0.78	90°00'	1.365	82.66				81.88
	12.2					1.99	90°00'	8.870	80.67

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 02

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	a. l.		LECT.	v.	D. H.	
12.1	12.1	1.05	90°00'	1.435	80.86				79.81
	12.3					2.00	100°26'	6.800	77.61
12.3	12.2	0.02	89°00'	1.450	80.57				80.67
	12.4					2.00	121°37'	15.830	68.82
12.4	12.3	0.60	59°11'	1.335	68.77				77.61
	12.5					0.65	79°51'	9.883	69.70
	12.6					0.251	127°43'30"	7.630	62.61
2.1	2	0.15	81°50'	1.350	90.77				97.33
	5					0.91	90°00'	12.780	89.86
5	2.1	2.00	91°59'	1.425	90.23				87.79
	5.1					1.24	90°00'	11.690	88.99
	5.2					1.00	91°45'	16.946	88.77
5.2	5	2.00	89°15'30"	1.460	91.64				89.86
	5.3					2.00	97°29'	35.859	84.93
5.1	5	2.00	91°30'	1.410	92.17				89.86
	5.4					0.45	90°00'	35.452	91.72
5.4	5.1	2.00	94°45'	1.54	93.94				88.99
	5.5					0.40	90°00'	17.900	93.54
9	8	0.00	84°23'	1.325	86.61				88.25
	13					1.00	89°55'	19.760	85.64
13	9	2.00	91°27'	1.395	86.92				84.42
	15					2.22	90°00'	14.300	84.70
15	13	1.05	90°00'	1.400	86.69				85.64

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 03

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	g. v.	B. I.		LECT.	v.	D. H.	
15	16					2.00	94°56'	22.235	82.77
16	15	0.30	88°11'30"	1.360	84.30				84.70
	17					2.27	90°00'	7.010	82.03
17	16	0.67	90°00'	1.360	83.44				82.77
	18					1.00	124°41'30"	8.790	76.36
	19					0.93	166°33'	22.410	71.51
	20					2.00	108°41'	43.074	66.87
	21					2.00	94°44'	36.240	77.10
21	17	1.00	87°22'	1.35	76.59				82.03
	22					2.08	90°00'	20.300	74.51
22	21	1.33	89°15'	1.35	78.16				77.10
	23					0.78	90°00'	45.625	77.38
23	22	2.00	91°57'	1.380	78.06				74.51
	24					0.20	88°06'	45.250	79.36
24	23	2.00	94°43'	1.415	83.12				77.38
	25					0.90	90°00'	29.180	82.22
25	24	2.00	91°51'	1.440	82.30				79.36
	26					2.00	93°14'30"	26.670	78.79
26	25	0.23	90°00'	1.415	82.45				82.22
	27					0.45	81°36'	31.81	86.70
27	26	2.00	101°04'	1.450	87.01				78.79
	28					0.30	84°09'	39.600	90.76
28	27	2.00	98°31'	1.395	94.63				86.70

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 04

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	a. l.		LECT.	v.	D. H.	
28	29					0.89	84°03'10"	38.600	97.76
29	28	2.00	97°50'	1.440	98.07				90.76
	30					1.08	90°00'	9.290	96.99
30	29	2.12	90°00'	1.495	99.88				97.76
	31					1.00	83°42'	28.870	102.07
31	30	2.00	98°00'	1.380	103.05				96.99
	32					0.50	86°41'	20.570	103.74
27	26	2.00	101°05'	1.440	87.02				78.79
	33					0.72	90°00'	5.600	86.30
33	27	1.65	90°00'	1.420	88.35				86.70
	34					2.00	95°06'	42.07	84.20
34	33	0.20	88°22'30"	1.465	85.82				86.30
	34.1					2.01	92°42'20"	21.950	82.77
	34.2					1.075	115°37'	12.000	81.39
	40					2.01	106°44'20"	20.180	77.75
	35					2.00	93°10'	25.880	82.40
35	34	0.415	90°00'	1.465	84.62				84.20
	36					0.975	90°00'	5.750	83.65
36	35	2.125	90°00'	1.450	84.53				82.40
	37					1.18	90°00'	6.550	83.35
	38					0.58	88°16'	34.468	85.00
	36.1					0.651	83°27'30"	49.943	89.61
	36.2					0.45	82°38'	49.178	90.44

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 05

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	B. I.		LECT.	v.	D. H.	
36	36.3					0.58	82°21'30"	55.403	91.40
	36.4					0.462	81°20"	51.797	91.96
	36.5					1.712	82°42'	41.814	88.20
37	36	1.967	90°00'	1.485	85.62				83.65
	37.1					2.00	91°29'	18.550	83.14
37.1	37	1.07	90°00'	1.440	84.42				83.35
	37.2					1.89	101°15'	16.834	79.20
40	34	0.20	76°57'30"	1.42	79.73				84.20
	40.1					1.705	101°20'20"	38.934	70.22
	41					0.85	104°37'	28.560	71.43
41	40	0.20	80°45'	1.455	73.30				77.75
	42					1.92	101°06'	22.630	66.94
42	41	0.30	82°35'	1.50	68.78				71.43
	42.1					2.00	120°37'	29.625	49.25
	42.2					1.18	118°00'	28.100	52.66
	43					1.885	97°14'	16.730	64.77
43	42	0.40	87°03'	1.495	66.50				66.94
	44					1.604	95°36'	20.601	62.88
44	43	0.035	90°00'	1.455	64.81				64.77
	45					0.29	87°17'20"	17.980	65.37
45	44	2.00	96°40'	1.470	66.98				62.88
	46					1.935	90°00'	9.930	65.05
46	45	1.275	90°00'	1.415	66.65				65.37

LIBRETA DE NIVELACION

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACION: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 06

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	a. l.		LECT.	v.	D. H.	
46	47					1.505	93°00'	21.441	64.02
47	46	0.875	90°00'	1.385	65.92				65.05
	48					2.00	91°55'30"	12.720	63.50
48	47	0.00	93°21'	1.345	64.76				64.02
	49					2.00	94°55'	12.790	61.66
49	48	0.128	90°00'	1.450	63.63				63.50
	50					0.73	93°42'	26.888	61.16
50	49	1.40	90°00'	1.490	63.06				61.66
	51					1.955	90°00'	9.520	61.11
51	50	1.35	90°00'	1.495	62.51				61.16
	52					0.80	108°16'	6.763	59.47
52	51	0.30	82°12'	1.485	60.48				61.11
	53					1.08	113°42'	13.415	53.51
	54					2.178	90°00'	18.240	58.30
	52.1					0.455	83°07'	30.456	63.70
	52.2					1.165	67°05'30"	27.576	70.97
38	37	2.00	94°12'	1.445	87.40				83.35
	55					0.45	84°58'	49.620	91.32
55	38	2.00	97°32'	1.480	93.56				85.00
	56					1.125	90°00'	16.240	92.44
56	55	2.00	91°16'	1.450	93.68				91.32
	57					2.21	90°00'	18.010	91.47
57	56	1.32	90°00'	1.465	93.76				92.44

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 07

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	a. l.		LECT.	v.	D. H.	
57	58					1.035	90°00'	6.960	92.73
58	57	1.995	90°00'	1.430	93.47				91.47
	59					0.335	105°41'30"	25.030	86.10
	60					0.268	86°26'30"	13.447	94.04
60	58	2.00	98°01'	1.420	96.62				92.73
	61					0.303	86°43'	20.931	97.52
61	60	2.00	96°32'	1.365	98.44				94.04
	62					0.280	87°57'30"	15.980	98.73
62	61	2.00	95°52'	1.450	101.16				97.52
	63					0.400	93°10'	40.300	98.53
63	62	0.30	89°12'30"	1.430	98.47				98.73
	64					1.180	95°20'	15.862	95.81
64	63	0.725	90°00'	1.435	99.26				98.53
	65					0.813	95°11'	22.614	96.40
65	64	0.81	90°00'	1.475	96.62				95.81
	66					1.605	84°51'30"	80.845	102.30
65	66	1.00	85°11'	1.365	96.49				102.30
	67					1.833	90°00'	4.460	94.66
67	65	1.074	90°00'	1.410	97.47				96.40
	68					0.285	89°30'20"	17.100	97.33
68	67	2.00	94°22'	1.445	97.97				94.66
	69					1.065	125°07'	8.631	92.97
	68.1					1.090	101°07'	17.331	93.47

LIBRETA DE NIVELACIÓN

PROYECTO: ASENTAMIENTO MONROY

LOCALIZACIÓN: Municipio de Chinautla, Guatemala

FECHA: Diciembre / 1996

HOJA 08

EST.	P. O.	V. A.			A. I.	P. V.			COTA
		LECT.	a. v.	a. l.		LECT.	v	D. H.	
68	68.2					1.922	90°00'	16.565	96.05
69	68	0.20	64°21'	1.385	93.40				97.33
	70					0.606	113°08'	18.182	85.03
70	69	1.00	71°47'	1.330	87.99				92.97
	71					0.805	93°05'	20.940	86.05
	72					0.318	119°34'	17.551	77.72
	73					0.465	119°05'	24.821	73.72
	74					1.063	94°01'	12.638	86.04
74	70	1.17	90°00'	1.370	86.20				85.03
	74.1					0.517	116°25'	34.500	68.55
	74.2					0.780	115°59'	13.100	79.04
37	72	0.80	65°26'	1.355	70.50				77.72
	75					0.520	125°06'	16.100	58.66
	76					0.790	127°14'	24.100	51.40
	77					0.571	125°13'	9.545	63.20
77	73	0.50	63°55'	1.490	69.55				73.72
	77.1					0.618	116°09'	50.763	44.00

3.2 CÁLCULO DE LA RED GENERAL DE AGUA POTABLE

3.2.1 Aspectos a Considerar:

3.2.1.1 Población de diseño:

En el presente caso, la población de diseño es la población máxima que llegará a habitar todos los lotes con los que cuenta el área total del asentamiento. En otras palabras, eso significa que actualmente existen terrenos que aun no han sido ocupados y que al ocurrir esto se llegará a la saturación poblacional y no habrá más espacio para asentarse.

El cálculo de la cantidad de habitantes que residen actualmente en el lugar, se realizó tomando como base la información proporcionada por la Dirección de Asentamientos Humanos y Vivienda (DAVHI). Esta institución tiene entre sus objetivos principales, resolver la problemática de "tenencia de tierras", que en el presente afecta a miles de personas ubicadas en los 64 asentamientos localizados en los alrededores del área metropolitana de la ciudad de Guatemala.

Por ello entonces, es que el DAVHI realiza censos de población como parte de los servicios que presta y consecuentemente obtiene estadísticas de la cantidad de habitantes que puedan formar determinado asentamiento.

Entrando de lleno a lo que interesa, el asentamiento Monroy cuenta con un total de 620 lotes habitables, de los cuales 444 fueron censados (aproximadamente un 72%), que son los que estaban ocupados al momento de realizar las encuestas por personal del DAVHI.

Como resultado se obtuvo una población de 1,918 habitantes. Luego, con el número de lotes censados y población obtenida se puede calcular un promedio de habitantes por lote, con lo cual resulta un valor de 4.32 habitantes/lote.

Por otro lado, conociendo, por medio del censo, que la sumatoria total de las áreas de los lotes es de aproximadamente 36,282 mts²., que equivale a 3.6282 hectáreas (Ha), se registra una densidad de población de 528.64 habitantes por hectárea (hab./Ha.).

Entonces la población de saturación, por decirlo así, se obtiene al multiplicar el número total de lotes existentes (620) por el promedio de habitantes por lote (4.32 hab/lote), lo que muestra un resultado de 2,678 habitantes.

Ahora, considerando la proyección de la población hacia un período de 20 años (población futura), para compararla con la anteriormente calculada. Esta proyección se realiza a través de la fórmula de crecimiento geométrico, la cual es la siguiente:

$$Pf = Pa (1 + \% / 100) \uparrow (af - ai)$$

Donde:

Pf = Población futura (proyectada hasta 20 años)

Pa = Población actual

% = Porcentaje de tasa de crecimiento, establecido por el Instituto Nacional de Estadística (INE), que para el presente caso tendrá un valor de 3.

af = Año final de período de proyección (período de diseño)

ai = Año inicial del período de proyección (período de diseño)

Luego, asignando valores a cada parámetro,

$$Pa = 444 \text{ lotes} \times 4.32 \text{ hab./lote} = 1,918 \text{ habitantes.}$$

$$\% = 3$$

$$af = 2,019$$

$$ai = 1,999$$

se tiene que:

$$Pf = (1,918 \text{ hab.}) \times [(1 + 3/100)] \uparrow (2,019 - 1999)$$

$$Pf = 3,464 \text{ habitantes}$$

Al comparar Pf con el resultado obtenido en base a la información del DAVHI, se concluye que la Población de Diseño a considerar, es 3,464 habitantes, por ser el caso crítico.

3.2.1.2 Dotación:

Se conoce bajo este concepto a la cantidad de agua que se puede considerar en un día para cada habitante (o usuario) y comúnmente se expresa en litros por habitante por día (lts./hab./día)

Con respecto a las investigaciones que se realizaron en torno a este tema, primeramente y a través de las oficinas del DAVHI, se estableció que los habitantes del asentamiento Monroy forman una "población de extrema pobreza". Este tipo de información se obtiene simultáneamente a los datos de población, ya que las boletas de la encuesta realizada reúnen aspectos que sirven para clasificar la situación social y económica de las familias encuestadas.

Partiendo de este dato y sabiendo que el tipo de agua con el que se cuenta para el diseño de la red del lugar es de tipo municipal, se acudió al departamento de Planificación de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA).

En estas oficinas se confirmó que efectivamente la población en cuestión se clasifica dentro del renglón de extrema pobreza y que por ello se puede considerar una dotación de agua de 125 lts./hab./día.

Con todos estos conocimientos en mano, se procedió a realizar los pasos necesarios para determinar el caudal final que servirá para diseñar la red de agua potable.

3.2.2 Caudal de Diseño:

3.2.2.1 Caudal Medio (Q_m)

Para calcular el caudal medio (Q_m), se debe considerar lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Población futura (Pf)} &= 3,462 \text{ habitantes} \\ \text{Dotación} &= 125 \text{ hab./lts./día} \end{aligned}$$

Seguidamente si se utiliza la formula de Q_m , sabiendo que esta se expresa de la siguiente manera:

$$Q_m = Pf \times \text{Dotación}$$

$$Q_m = 3,464 \text{ hab.} \times 125 \text{ lts./hab./día.}$$

$$Q_m = 433,000 \text{ lts./día.}$$

Si se expresa este resultado en lts./seg., partiendo de que un día equivale a 86,400 seg. se tiene:

$$Q_m = 5.01 \text{ lts./seg.}$$

3.2.2.2 Caudal Máximo: (Q_{max})

El caudal máximo es el caudal "crítico" que se utiliza para el diseño de una red de agua; es aquel que se necesita para poder abastecer a una determinada población en una hora de demanda máxima, sin que el agua se desperdicie y mucho menos haga falta. Dentro de la Ingeniería Sanitaria, este caudal se conoce también con el nombre de "Caudal de Distribución".

Para el cálculo de este caudal, se necesita un factor de hora máximo que es el que garantiza la existencia del consumo más alto de una hora. Este factor varía entre 1.50 y 3.00; Para el presente caso se tomará el valor de 2.00.

$$Q_{\max.} = Q_m. \times \text{factor de hora máximo}$$

Sustituyendo los respectivos valores:

$$Q_{\max.} = 5.01 \text{ lts./seg.} \times 2.00$$

$$Q_{\max.} = 10.02 \text{ lts./seg.}$$

Por lo tanto el "Caudal de Diseño" a considerar para la red de distribución es igual a 10.02 lts./seg.

3.2.3 Cálculos Hidráulicos:

3.2.3.1 Las fórmulas:

La formula utilizada para calcular las "Pérdidas de Carga" existentes en la red de distribución es la que se conoce con el nombre de Hazen Williams, la cual es la siguiente:

Pérdida de Carga: (Hf)

$$H_f = \frac{1743.811 \times Q^{1.85} \times L}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Donde:

C = 140 (coeficiente de rugosidad de tubería)

Q = caudal de diseño (lts./seg.).

L = longitud de tubería (ms).

D = diámetro de tubería (pulg.)

La fórmula utilizada para calcular las velocidades del flujo en las tuberías y con ello controlar de alguna forma la sedimentación por causa de velocidades menores o el deterioro prematuro por velocidades mayores o exageradas, es la siguiente:

Velocidad: (Vel)

$$\text{Vel} = \frac{1.9735 \times Q}{D \uparrow (2)}$$

Donde:

Vel = velocidad (mts./seg.)

Q = caudal de diseño (lts./seg.)

D = diámetro de tubería (pulg.)

3.2.3.2 Distribución de caudales:

Para realizar la Distribución de Caudales se utilizó el concepto de una red ramificada, la que tiene como característica el no contar con circuitos cerrados, sino por el contrario está diseñada de tal forma que los consumos lleguen a ramales o tramos finales y abiertos; se distribuyó el caudal máximo ya calculado (10.02 lts./seg.) y fue así como se crearon "Puntos de Consumo" con su respectivo caudal, concentrado lógicamente, al final de cada tramo. La decisión de aplicar una red abierta o ramificada, se debió principalmente a los aspectos topográficos del terreno; así mismo, también influyó la ubicación de las viviendas a beneficiar (Véase el Diagrama de Caudales o Puntos de Consumo, capítulo IV). Una vez obtenidos estos consumos y sabiendo que se cuenta con las cotas de terreno de todos los "puntos" se procedió al diseño hidráulico.

3.2.3.3 Resumen de resultados:

En las siguientes páginas se muestran las tablas generales que contienen los datos y resultados finales como consecuencia del diseño de la red de distribución.

Para tal diseño, se aplicó el Método conocido como “Longitud de una Tubería”, el cual considera solamente un diámetro de tubería en cada tramo de la red, que se encuentra ubicado entre dos “puntos” de consumo.

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE**

**ASENTAMIENTO MONROY
ZONA 6, CHINAUTLA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRAMO	CAUDAL (fts/seg.)	LONGITUD (mts.)	C	DIÁMETRO (pulg.)	HI. (mts.)	COTA DE SALIDA		COTA DE LLEGADA		VEL. (mts/seg.)	PRESIÓN (m.c.a.)
						TERRENO	PIEZOMET.	TERRENO	PIEZOMET.		
5.6 - 5.3	10.020	95.50	140	4	1.48	88.83	134.54	84.93	133.06	1.24	48.13
5.3 - 5	10.020	52.81	140	4	0.83	84.93	133.06	89.86	132.23	1.24	42.37
5 - 5.5	0.290	65.04	140	3/4	5.00	89.86	132.23	93.54	127.23	1.02	33.69
5 - 2	9.570	59.54	140	4	0.85	89.86	132.23	97.33	131.38	1.18	34.05
2 - 4	0.192	56.24	140	3/4	2.12	97.33	131.38	96.35	129.26	0.67	32.91
2 - 1	0.192	69.94	140	3/4	2.54	97.33	131.38	100.00	128.84	0.67	28.84
2 - 7	9.074	24.33	140	3	1.25	97.33	131.38	93.26	130.13	1.99	36.87
7 - 9	8.784	34.38	140	3	1.77	93.26	130.13	84.42	128.36	1.93	43.94
9 - 10	0.552	26.86	140	1	1.85	84.42	128.36	82.12	126.51	1.09	44.39
10 - 11	0.422	26.20	140	3/4	3.64	82.12	126.51	80.60	122.87	1.48	42.27
11 - 12.6	0.230	63.12	140	3/4	3.26	80.60	122.87	62.61	119.61	0.81	57.00
9 - 15	8.072	34.06	140	3	1.51	84.42	128.36	84.70	126.85	1.77	42.15
15 - 17	7.702	29.25	140	3	1.15	84.70	126.85	82.03	125.7	1.69	43.67
17 - 22	7.442	56.54	140	3	2.17	82.03	125.70	74.51	123.53	1.63	49.02
17 - 20	0.260	43.07	140	3/4	2.60	82.03	125.70	66.87	123.10	0.91	56.23
22 - 24	7.022	90.88	140	3	3.11	74.51	123.53	79.36	120.52	1.54	41.16
24 - 27	6.478	87.66	140	3	2.51	79.36	120.52	86.70	118.01	1.42	31.31
27 - 29	0.512	78.20	140	2	0.14	86.70	118.01	97.76	117.87	0.25	20.11
29 - 32	0.160	58.73	140	2	0.01	97.76	117.87	103.74	117.86	0.08	14.12

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE**

**ASENTAMIENTO MONROY
ZONA 6, CHINAUTLA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRAMO	CAUDAL (fts/seg.)	LONGITUD (mts.)	C	DIÁMETRO (pulg.)	HF. (mts.)	COTA DE SALIDA		COTA DE LLEGADA		VEL. (mts/seg.)	PRESIÓN (m.c.a.)
						TERRENO	PIEZOMET.	TERRENO	PIEZOMET.		
27 - 34	5,534	29,67	140	3	0,63	86,70	118,01	84,20	117,38	1,21	33,18
34 - 41	1,506	48,74	140	1 1/2	2,63	84,20	117,38	71,43	114,75	1,32	43,32
41 - 43	1,314	39,86	140	1 1/2	1,79	71,43	114,75	64,77	112,96	1,15	48,19
43 - 45	0,944	38,58	140	1	6,98	64,77	112,96	65,77	105,93	1,86	40,21
45 - 47	0,720	31,37	140	1	3,02	65,77	105,98	64,02	102,96	1,42	38,94
47 - 49	0,480	25,51	140	3/4	4,63	64,02	102,96	61,66	98,33	1,68	36,67
49 - 52	0,256	43,17	140	3/4	2,53	61,66	98,33	59,47	95,80	0,90	36,33
34 - 37	3,898	38,18	140	3	0,46	84,20	117,38	83,35	116,92	0,85	33,57
37 - 37.2	0,112	35,38	140	3/4	0,47	83,35	116,92	79,20	116,25	0,39	37,05
37 - 38	3,786	27,91	140	3	0,31	83,35	116,92	85,00	116,61	0,83	31,61
38 - 56	3,642	65,86	140	3	0,63	85,00	116,61	92,44	115,98	0,80	23,54
56 - 58	3,302	24,97	140	3	0,19	92,44	115,98	92,73	115,79	0,72	23,06
58 - 59	0,210	25,03	140	3/4	1,00	92,73	115,79	86,10	114,79	0,74	28,69
58 - 62	3,092	50,36	140	3	0,38	92,73	114,79	98,73	114,41	0,68	15,68
62 - 63	2,912	40,30	140	3	0,270	98,73	114,41	98,53	114,14	0,64	15,61
63 - 65	2,752	38,47	140	3	0,240	98,53	114,14	96,40	113,90	0,60	17,50
65 - 68	2,592	21,56	140	3	0,120	96,40	113,90	97,33	113,78	0,57	16,45
68 - 70	1,092	26,81	140	1 1/2	0,910	97,33	113,78	85,03	112,87	0,96	27,84
70 - 71	0,272	20,94	140	3/4	1,62	85,03	112,87	86,05	111,25	0,95	25,20
70 - 73	0,500	24,82	140	3/4	4,99	85,03	112,87	73,72	107,88	1,75	34,16
70 - 74	0,320	12,64	140	3/4	1,09	85,03	112,87	86,04	111,78	1,12	25,74

3.3 ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO:

3.3.1 Red de Distribución General:

A partir de la página 47 se presentan varios cuadros (Tablas de Resumen) que señalan las especificaciones de las tuberías que se han considerado instalar en cada uno de los tramos de la Red de Distribución, según como fue diseñada.

Por ejemplo, en la Tabla de Resumen No. 1 se indica que en el tramo comprendido entre las estaciones 5.6 y 5.3, deben instalarse 16 tubos P.V.C. de 4" de diámetro, con una capacidad de 160 PSI (libras por pulgada cuadrada). Así mismo se detallan los accesorios necesarios para esta misma red (véase Tabla de Resumen No. 5).

3.3.2 Conexiones Domiciliarias:

Las Tablas de Resumen Nos. 6 y 7 (véase página 50), muestran las especificaciones de las tuberías y accesorios que se usarán para las conexiones domiciliarias; en este caso se consideró un promedio de 4 tubos P.V.C., de 1/2" de diámetro por cada lote a beneficiar, los cuales son un total de 620.

**TUBERÍAS A INSTALAR EN
LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

TABLA DE RESUMEN No. 1

(véase Plano B/1)

DE EST.	A EST.	LONGITUD (mts.)	DIÁMETRO (pulg.)	CANTIDAD DE TUBOS	CLASE (PSI)	OBSERVACIONES
5,6	5,3	96,00	4	16,00	160	
5,3	5	54,00	4	9,00	160	
5	5,5	66,00	3/4	11,00	250	
5	2	60,00	3	10,00	160	
2	4	60,00	3/4	10,00	250	
2	1	72,00	3/4	12,00	250	
2	7	24,00	3	4,00	160	
7	9	36,00	3	6,00	160	
9	10	30,00	1	5,00	160	
10	11	24,00	3/4	4,00	250	
11	12,6	66,00	3/4	11,00	250	
9	15	36,00	3	6,00	160	

TABLA DE RESUMEN No. 2

(véase Plano B/2)

DE EST.	A EST.	LONGITUD (mts.)	DIÁMETRO (pulg.)	CANTIDAD DE TUBOS	CLASE (PSI)	OBSERVACIONES
15	17	30,00	3	5,00	160	
17	22	60,00	3	10,00	160	
17	20	42,00	3/4	7,00	250	
22	24	96,00	3	16,00	160	
24	27	90,00	3	15,00	160	
27	29	78,00	2	13,00	160	
29	32	60,00	2	10,00	160	

TABLA DE RESUMEN No. 3

(véase Plano B/3)

DE EST.	A EST.	LONGITUD (mts.)	DIÁMETRO (pulg.)	CANTIDAD DE TUBOS	CLASE (PSI)	OBSERVACIONES
27	34	30,00	3	5,00	160	
34	41	48,00	1 1/2	8,00	160	
41	43	42,00	1 1/2	7,00	160	
43	45	42,00	1	7,00	160	
45	47	30,00	1	5,00	160	
47	49	24,00	3/4	4,00	250	
49	52	42,00	3/4	7,00	250	
34	37	42,00	3	7,00	160	
37	37,2	36,00	3/4	6,00	250	
37	38	30,00	3	5,00	160	
38	56	66,00	3	10,00	160	
56	58	24,00	3	4,00	160	
58	59	24,00	3/4	4,00	250	

TABLA DE RESUMEN No. 4

(véase Plano B/4)

DE EST.	A EST.	LONGITUD (mts.)	DIÁMETRO (pulg.)	CANTIDAD DE TUBOS	CLASE (PSI)	OBSERVACIONES
58	62	54,00	3	9,00	160	
62	63	42,00	3	7,00	160	
63	65	66,00	3	11,00	250	
65	68	24,00	3	4,00	160	
68	70	30,00	1 1/2	5,00	160	
70	71	24,00	1	4,00	160	
70	73	24,00	3/4	4,00	250	
70	74	12,00	3/4	2,00	250	

**ACCESORIOS A INSTALAR EN
LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

TABLA DE RESUMEN No. 5

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO (pulg.)	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Codo PVC 45°	1 1/2	2	
Codo PVC 45°	1	3	
Codo PVC 45°	3	10	
Codo PVC 45°	3/4	2	
Codo PVC 90°	1 1/2	1	
Codo PVC 90°	2	1	
Codo PVC 90°	3	5	
Codo PVC 90°	3/4	4	
Codo PVC 90°	4	3	
Cruz PVC	1 1/2	1	
Cruz PVC	3	4	
Cruz PVC	3/4	5	
Cruz PVC	4	1	
Reductor PVC	1 1/2 a 1	2	
Reductor PVC	1 1/2 a 3/4	4	
Reductor PVC	1 a 3/4	5	
Reductor PVC	2 a 3/4	2	
Reductor PVC	3 a 1 1/2	2	
Reductor PVC	3 a 1	1	
Reductor PVC	3 a 2	1	
Reductor PVC	3 a 3/4	18	
Reductor PVC	3/4 a 1/2	632	
Reductor PVC	4 a 3	1	
Tee PVC	4	2	
Tee PVC	1 1/2	2	
Tee PVC	1	3	
Tee PVC	3	10	
Tee PVC	3/4	638	
Yee PVC	2	1	
Yee PVC	3	3	

TUBERÍAS Y ACCESORIOS A INSTALAR
EN CONEXIONES DOMICILIARES

PARA : 1 CONEXIÓN DOMICILIAR

TABLA DE RESUMEN No. 6

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO (pulg.)	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD	OBSERVACIONES
TUBOS PARA AGUA POTABLE	1/2	PVC, 315 PSI	4	
CODO 90, CON ROSCA	1/2	PVC	1	
CODO 90, CON ROSCA	1/2	H.G.	1	
ADAPTADOR HEMBRA	1/2	H.G.	1	
NIPLE de 0.25 mts.	1/2	H.G. Liviano	1	
NIPLE de 1.25 mts.	1/2	H.G. Liviano	1	
CHORRO DE MARIPOSA	1/2	BRONCE	1	
BASE DE CONCRETO		CONCRETO	1	0.15x0.15x0.25 mts.
CAJA DE VÁLVULAS		CONCRETO	1	PREFABRICADA
VÁLVULA DE PASO	1/2		1	

PARA : 620 CONEXIONES DOMICILIARES

TABLA DE RESUMEN No. 7

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO (pulg.)	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD	OBSERVACIONES
TUBOS PARA AGUA POTABLE	1/2	PVC, 315 PSI	2.480	
CODO 90, CON ROSCA	1/2	PVC	620	
CODO 90, CON ROSCA	1/2	H.G.	620	
ADAPTADOR HEMBRA	1/2	H.G.	620	
NIPLE de 0.25 mts.	1/2	H.G. Liviano	620	
NIPLE de 1.25 mts.	1/2	H.G. Liviano	620	
CHORRO DE MARIPOSA	1/2	BRONCE	620	
BASE DE CONCRETO		CONCRETO	620	0.15x0.15x0.25 mts.
CAJA DE VÁLVULAS		CONCRETO	620	PREFABRICADAS
VÁLVULA DE PASO	1/2		620	

3.3.3 Presupuesto:

3.3.3.1 Materiales:

RED DE DISTRIBUCIÓN

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Codo PVC 45°, diámetro = 1 1/2"	unidad	2	10,57	21,14
Codo PVC 45°, diámetro = 1"	unidad	3	6,21	18,63
Codo PVC 45°, diámetro = 3"	unidad	10	51,05	510,50
Codo PVC 45°, diámetro = 3/4"	unidad	2	4,84	9,68
Codo PVC 90°, diámetro = 1 1/2"	unidad	1	7,28	7,28
Codo PVC 90°, diámetro = 2"	unidad	1	11,18	11,18
Codo PVC 90°, diámetro = 3"	unidad	5	39,12	195,60
Codo PVC 90°, diámetro = 3/4"	unidad	4	2,07	8,28
Codo PVC 90°, diámetro = 4"	unidad	3	69,87	209,61
Cruz PVC, diámetro = 1 1/2"	unidad	1	25,95	25,95
Cruz PVC, diámetro = 3"	unidad	4	133,96	535,84
Cruz PVC, diámetro = 3/4"	unidad	5	14,00	70,00
Cruz PVC, diámetro = 4"	unidad	1	175,42	175,42
Reducidor PVC, 1 1/2" a 1"	unidad	2	4,96	9,92
Reducidor PVC, 1 1/2" a 3/4"	unidad	4	4,96	19,84
Reducidor PVC, 1" a 3/4"	unidad	5	2,92	14,60
Reducidor PVC, 2" a 3/4"	unidad	2	8,35	16,70
Reducidor PVC, 3" a 1 1/2"	unidad	2	16,50	33,00
Reducidor PVC, 3" a 1"	unidad	1	16,50	16,50
Reducidor PVC, 3" a 2"	unidad	1	17,00	17,00
Reducidor PVC, 3" a 3/4"	unidad	18	15,00	270,00
Reducidor PVC, 3/4" a 1/2"	unidad	632	1,75	1.106,00
Reducidor PVC, 4" a 3"	unidad	1	30,00	30,00
Tee PVC, diámetro = 4"	unidad	2	108,14	216,28
Tee PVC, diámetro = 1 1/2"	unidad	2	9,57	19,14
Tee PVC, diámetro = 1"	unidad	3	4,96	14,88
Tee PVC, diámetro = 3"	unidad	10	64,98	649,60
Tee PVC, diámetro = 3/4"	unidad	638	2,51	1.596,38
Yee PVC, diámetro = 2"	unidad	1	14,00	14,00
Yee PVC, diámetro = 3"	unidad	3	26,00	78,00
Tubo PVC de 4"x20', C/160 PSI	unidad	35	335,93	11.757,55
Tubo PVC de 3"x20', C/160 PSI	unidad	124	203,14	25.189,36
Tubo PVC de 2"x20', C/160 PSI	unidad	23	93,63	2.153,49
Tubo PVC de 1 1/2"x20', C/160 PSI	unidad	20	60,19	1.203,80
Tubo PVC de 1"x20', C/160 PSI	unidad	21	33,97	713,37
Tubo PVC de 3/4"x20', C/250 PSI	unidad	82	22,95	1.881,90
Pegamento Tangit	Galones	2	115,24	230,48
Tinner	Galones	3	30,00	90,00
Wipe	Libras	12	5,00	60,00
SUMATORIA DE TOTALES:				49.200,88
TRANSPORTE: (8%)				3.936,07
COSTO TOTAL RUBRO:				53.136,95

CONEXIONES DOMICILIARES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBOS PVC, 315 PSI, 1/2"	Unidad	2.480	18,00	44.640,00
CODO 90° PVC, (con rosca), 1/2"	Unidad	620	1,75	1.085,00
CODO 90° HG, (con rosca), 1/2"	Unidad	620	3,00	1.860,00
ADAPTADOR HEMBRA HG, 1/2"	Unidad	620	2,25	1.395,00
NIPLE de 0.25 mts. HG Liviano, 1/2"	Unidad	620	20,00	12.400,00
NIPLE de 1.25 mts. HG Liviano, 1/2"	Unidad	620	35,00	21.700,00
CHORRO DE BRONCE (con rosca), 1/2"	Unidad	620	14,00	8.680,00
BASE DE CONCRETO, 0.15x0.15x0.25 mts.	Unidad	620	5,00	3.100,00
CAJA DE VÁLVULAS (de concreto)	Unidad	620	18,00	11.160,00
VÁLVULA DE PASO (de bronce), 1/2"	Unidad	620	23,00	14.260,00
Alambre de Amarre	Libras	50	2,30	115,00
Ciavo de 2"	Libras	25	2,50	62,50
Tabla de Pino (1"x12"x8')	Unidad	15	24,00	360,00
Regla de Pino (1"x1 1/2"x8')	Unidad	10	3,00	30,00
SUMATORIA DE TOTALES:				120.847,50
TRANSPORTE: (8 %)				9.667,80

COSTO TOTAL RUBRO:	130.515,30
---------------------------	-------------------

RESUMEN DE COSTOS DE MATERIALES

RUBRO	COSTO	TOTALES
RED DE DISTRIBUCIÓN:	53.136,95	
CONEXIONES DOMICILIARES:	130.515,30	183.652,25
GRAN TOTAL DE MATERIALES:		183.652,25

3.3.3.2

Mano de Obra:

RED DE DISTRIBUCIÓN

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 4"x20', C/160 PSI	unidad	35	15,00	525,00
Tubo PVC de 3"x20', C/160 PSI	unidad	124	15,00	1.860,00
Tubo PVC de 2"x20', C/160 PSI	unidad	23	10,00	230,00
Tubo PVC de 1 1/2"x20', C/160 PSI	unidad	20	5,00	100,00
Tubo PVC de 1"x20', C/160 PSI	unidad	21	2,00	42,00
Tubo PVC de 3/4"x20', C/160 PSI	unidad	82	2,00	164,00
Excavación para instalación de tuberías	Mts3.		M.O.N.C.	
Relleno de Zanja	Mts3.		M.O.N.C.	
SUMATORIA DE TOTALES : (M.O.C)				2.921,00
M.O.N.C. : (35 % de M.O.C.)				1.022,35
SUMATORIA DE MANO DE OBRA: (Calificada + No Calificada)				3.943,35
PRESTACIONES DE MANO DE OBRA: (Factor = 1.90)				7.492,37
COSTO TOTAL RUBRO:				7.492,37

CONEXIONES DOMICILIARES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Conexión de Domiciliares	Unidad	620	40,00	24.800,00
Excavación para instalación de tuberías	Mts3.		M.O.N.C	
Relleno de Zanja	Mts3.		M.O.N.C	
SUMATORIA DE TOTALES : (M.O.C)				24.800,00
M.O.N.C. : (35 % de M.O.C.)				8.680,00
SUMATORIA DE MANO DE OBRA: (Calificada + No Calificada)				33.480,00
PRESTACIONES DE MANO DE OBRA: (Factor = 1.90)				63.612,00

COSTO TOTAL RUBRO:	63.612,00
---------------------------	------------------

RESUMEN DE COSTOS DE MANO OBRA

RUBRO	COSTO	TOTALES
RED DE DISTRIBUCIÓN:	7.492,37	
CONEXIONES DOMICILIARES:	63.612,00	71.104,37
GRAN TOTAL DE MANO DE OBRA:		71.104,37

NOTA:

M.O.C = Indica Mano de Obra Calificada (fontaneros)

M.O.N.C. = Indica Mano de Obra No Calificada (peones)

3.3.3.3

Herramientas:

HERRAMIENTAS A UTILIZAR
EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Almádanas de 6 Lbs.	Unidad	2	20,00	40,00
Azadones	Unidad	10	40,00	400,00
Barretas	Unidad	2	150,00	300,00
Brochas de 1"	Unidad	5	10,00	50,00
Brochas de 2"	Unidad	5	12,00	60,00
Carretillas de Mano	Unidad	5	150,00	750,00
Cubetas	Unidad	20	10,00	200,00
Palas	Unidad	20	45,00	900,00
Piochas	Unidad	20	45,00	900,00
Puntas	Unidad	5	15,00	75,00
Cabos para azadones	Unidad	10	5,00	50,00
Cabos para almádanas	Unidad	4	2,50	10,00
SUMATORIA DE HERRAMIENTAS				3.735,00

3.3.3.4 Integración de presupuesto:

DESCRIPCIÓN DE RUBRO	COSTO	TOTAL
Materiales	183652,25	
Mano de Obra	71.104,37	
Herramientas	3.735,00	258.491,62
SUMATORIA DE RUBROS:		258.491,62
IMPREVISTOS: (12% de Sumatoria de Rubros)		31.019,00
SUPERVISIÓN TÉCNICA: (5% de Rubros + Imprevistos)		14.475,53
ADMINISTRACIÓN Y UTILIDAD: (15% de Rubros + Imprevistos + Supervisión Técnica)		45.597,92
PRECIO FINAL DEL PROYECTO:		349.584,07

TABLAS DEL PLANO DE REGISTRO GENERAL

EST.	P. O.	AZIMUT	D. H. (mts.)	COTA (mts.)
1	N-mag.	00° 00' 00"		
2		267° 33' 00"	69.940	97.33
3		177° 33' 00"	30.425	96.28
4		177° 33' 00"	56.240	96.35
	2.1	260° 01' 00"	46.758	87.79
	6	36° 24' 20"	12.360	95.64
6		20° 00' 30"	11.970	93.26
7		02° 53' 40"	17.665	88.25
8		347° 00' 50"	16.710	84.42
9		248° 52' 25"	26.860	82.12
10		248° 52' 25"	26.200	80.60
	10.1	340° 44' 25"	15.250	82.05
11		248° 52' 25"	17.757	81.88
	11.1	323° 54' 30"	11.860	84.04
12		159° 23' 55"	3.980	79.81
12.1		247° 14' 15"	8.870	80.67
12.2		296° 58' 45"	6.800	77.61
12.3		278° 36' 45"	15.830	68.62
12.4		191° 41' 41"	7.632	69.70
	12.6	267° 63' 15"	9.883	62.61
2.1	5	171° 58' 00"	12.780	89.86
5		171° 58' 00"	11.690	88.99
	5.2	261° 58' 00"	16.946	88.77
5.2		173° 13' 30"	35.859	84.93
5.1		171° 58' 00"	35.452	91.72
5.4		145° 36' 00"	17.900	93.54
9		77° 58' 50"	19.760	85.64
13		74° 37' 50"	14.300	84.70
15		90° 11' 50"	22.235	82.77
16		73° 25' 50"	7.010	82.03

EST.	P. O.	AZIMUT	D. H. (mts.)	COTA (mts.)
17	21	73° 25' 50"	36.240	77.10
	18	357° 39' 50"	8.790	76.36
	19	357° 39' 50"	22.410	71.31
	20	357° 39' 50"	43.074	66.87
21	22	73° 43' 20"	20.300	74.51
22	23	22° 15' 20"	45.625	77.38
23	24	71° 19' 20"	45.250	79.36
24	25	127° 17' 20"	29.180	82.22
25	26	106° 11' 20"	26.670	78.79
26	27	153° 39' 20"	31.810	86.70
27	28	253° 48' 50"	39.600	90.76
28	29	280° 59' 20"	38.600	97.76
29	30	164° 55' 10"	9.290	96.99
30	31	138° 49' 40"	28.870	102.07
31	32	116° 53' 50"	20.570	103.74
27	33	82° 31' 20"	5.600	86.30
33	34	43° 46' 20"	24.070	84.20
34	34.1	244° 02' 20"	21.950	82.77
	34.2	283° 05' 20"	12.000	81.39
	40	02° 52' 20"	20.180	77.75
	35	33° 59' 20"	25.880	82.40
35	36	47° 45' 20"	5.750	83.65
36	37	89° 06' 20"	6.550	83.35
	38	89° 06' 20"	34.460	85.00
	36.1	137° 20' 30"	49.943	89.61
	36.2	144° 24' 30"	49.178	90.44
	36.3	153° 01' 30"	55.403	91.40
	36.4	191° 48' 30"	51.797	91.96
	36.5	192° 39' 30"	41.814	88.20
37	37.1	03° 46' 20"	18.550	83.14

TABLAS DEL PLANO DE REGISTRO GENERAL

EST.	P. O.	AZIMUT	D. H. (mts.)	COTA (mts.)
63	64	82° 45' 40"	15.860	95.81
64	65	163° 17' 40"	22.614	96.40
65	66	272° 56' 40"	80.845	102.30
65	67	92° 56' 40"	4.460	94.66
67	68	167° 07' 20"	17.100	97.33
68	69	119° 23' 20"	8.631	92.97
	68.1	168° 23' 20"	17.331	93.41
	68.2	218° 20' 20"	16.565	96.05
69	70	79° 44' 20"	18.182	85.03
70	71	350° 44' 20"	20.940	86.05
	72	79° 44' 20"	17.551	77.72
	73	79° 44' 20"	24.821	73.72
	74	176° 39' 20"	12.638	86.04
74	74.1	154° 18' 50"	34.500	68.55
	74.2	166° 52' 20"	13.100	79.04
73	75	72° 02' 20"	16.100	58.66
	76	93° 15' 20"	24.100	51.40
	77	119° 30' 20"	9.545	63.20
77	77.1	156° 39' 20"	50.763	44.00

EST.	P. O.	AZIMUT	D. H. (mts.)	COTA (mts.)
37.1	37.2	343° 18' 50"	16.835	79.20
40	40.1	292° 49' 20"	38.934	70.22
	41	24° 38' 15"	28.560	71.43
41	42	344° 06' 15"	22.630	66.94
42	42.1	05° 44' 15"	29.625	49.65
	42.2	18° 12' 15"	28.100	52.66
	43	62° 03' 15"	16.730	64.77
43	44	127° 06' 35"	20.601	62.88
44	45	112° 52' 35"	17.980	65.77
45	46	130° 13' 35"	9.930	65.37
46	47	159° 53' 35"	21.441	64.02
47	48	107° 27' 35"	12.720	63.50
48	49	115° 42' 35"	12.790	61.66
49	50	151° 28' 35"	26.888	61.16
50	51	110° 37' 05"	9.520	61.11
51	52	91° 37' 05"	6.763	59.47
52	53	79° 28' 35"	13.415	53.51
	54	116° 04' 05"	18.240	58.30
	52.1	123° 38' 05"	30.456	63.70
	52.2	153° 29' 05"	27.576	70.97
38	55	164° 19' 20"	49.620	91.32
55	56	85° 33' 50"	16.240	92.44
56	57	163° 09' 50"	18.010	91.47
57	58	104° 58' 10"	6.960	92.73
58	59	80° 54' 10"	25.030	86.10
	60	129° 26' 40"	13.447	94.04
60	61	175° 05' 40"	20.931	97.52
61	62	195° 56' 40"	15.980	98.73
62	63	109° 06' 40"	40.300	98.53
63	64	82° 45' 40"	15.862	95.81

CONCLUSIONES

- Al inicio del diseño de la Red de Distribución se llegó a la conclusión de utilizar diámetros de tubería de 4" y 3", con la intención de que hidráulicamente la pendiente de la línea piezométrica se mantuviera paralelamente al perfil del terreno y con ello garantizar que el agua potable llegue hasta los puntos más altos del asentamiento.
- Desde el punto de vista topográfico, se decidió aplicar un levantamiento topográfico sobre una poligonal abierta por la forma en que se encuentran ubicadas las viviendas del asentamiento, ya que el objetivo principal era simplemente conocer las diferencias de nivel (cotas) existentes en el terreno y consecuentemente obtener toda la información necesaria para diseñar la Red General de Agua Potable.
- En este trabajo de tesis solamente se elaboró un estudio del diseño de la Red General de Distribución de Agua Potable, ya que existe en la actualidad un sistema de servicio de Agua Municipal que en su conjunto constituye en si la línea de conducción para la población del asentamiento Monroy.
- En lo que respecta al presupuesto de la ejecución del proyecto, se calculó de tal forma para que en su oportunidad se tenga la alternativa de que de las municipalidad local proponga la cotización y/o licitación y por lo consiguiente otorgar dicha ejecución a la empresa constructora que presente la mejor oferta.
- Como información complementaria, sin dejar de tener su respectiva importancia, se estimó conveniente elaborar dos tipos de planos: la primera parte (Anexos) muestra un plano de Registro General de la poligonal completa que sirvió de base para el levantamiento topográfico y ubicación de la Red de Distribución de agua; la segunda parte (Anexos), consiste en cuatro planos que indican los diagramas del flujo y puntos de consumo, que fueron consecuencia de la forma en que se diseñó la Red de Distribución.

- En determinadas estaciones se establecieron puntos de consumo (diagrama de flujos) con la intención de llevarle servicio de agua a grupos de viviendas que se encontraban ubicadas en lugares en donde era imposible entrar con el estudio de topografía.

RECOMENDACIONES

- Si en su oportunidad, el ejecutor de este tipo de proyectos fuera un "Contratista Privado", se recomienda realizar las compras de materiales con el apoyo de las municipalidades locales, con la intención de adquirir materiales a "Precio de Gobierno". Con esto se reducirían costos en el proyecto.
- Se recomienda a la autoridades de la Escuela de Ingeniería Civil, que si en futuras oportunidades y con el objetivo de cumplir con la función social que tiene, trate de programar para temas de tesis la elaboración de estudios de urbanización para los asentamientos que existen en el perímetro urbano de la ciudad capital, con el objetivo principal que los proyectos complementarios como lo son, introducción de agua potable, construcción de drenajes, introducción de energía eléctrica, Etc., se elaboren sobre colonias formalmente trazadas.
- Por criterios de dibujo y legibilidad de los planos de un proyecto similar al que aquí se desarrolló, es recomendable que la información que debería ir escrita en un plano cualquiera se redacte en tablas o cuadros impresos en hojas de tamaño normal (que sean parte de la información teórica compaginada).

BIBLIOGRAFÍA

1. Castro Martínez, Byron Orlando. Métodos y Técnicas para Dibujo Topográfico. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1987. 162 pp.
2. Colmenares Samayoa, María de Rosario. Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la aldeas San Diego y La Libertad, jurisdicción de Quezada, Jutiapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1986. 128 pp.
3. Gonzáles Alvarado, Dacio. Guía del Ingeniero Supervisor de Levantamientos Topográficos de la Dirección General de Obras Públicas. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1995. 117 pp.
4. Gonzáles Cal, Roberto. Análisis y Aplicación del Método de Hazen Williams en Tuberías de Diferentes Diámetros en el Proyecto de Abastecimiento de Agua Potable de las Comunidades de Arenal, Carrizo y el Durazno. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1990. 110 pp.
5. Manual del Ingeniero Civil. 3ª. Edición, Tomo II. Editorial McGRAW-HILL. México, 1995.
6. Mejía Batres, Otto Erwin. Proyecto de Introducción de Agua Potable al Cantón Nimasac, Totonicapán. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1982. 70 pp.
7. Melgar Mancilla, José Alejandro. Topografía: Principios Básicos y Planimetría. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1984. 243 pp.
8. Santizo Latorre, Oscar Armando. Topografía Aplicada en Ingeniería. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 1977. 66 pp.

ANEXOS

ELABORACIÓN DE PLANOS FINALES

- **PLANO DEL POLÍGONO GENERAL Y DIFERENCIAS DE NIVEL (Cotas de Terreno)**

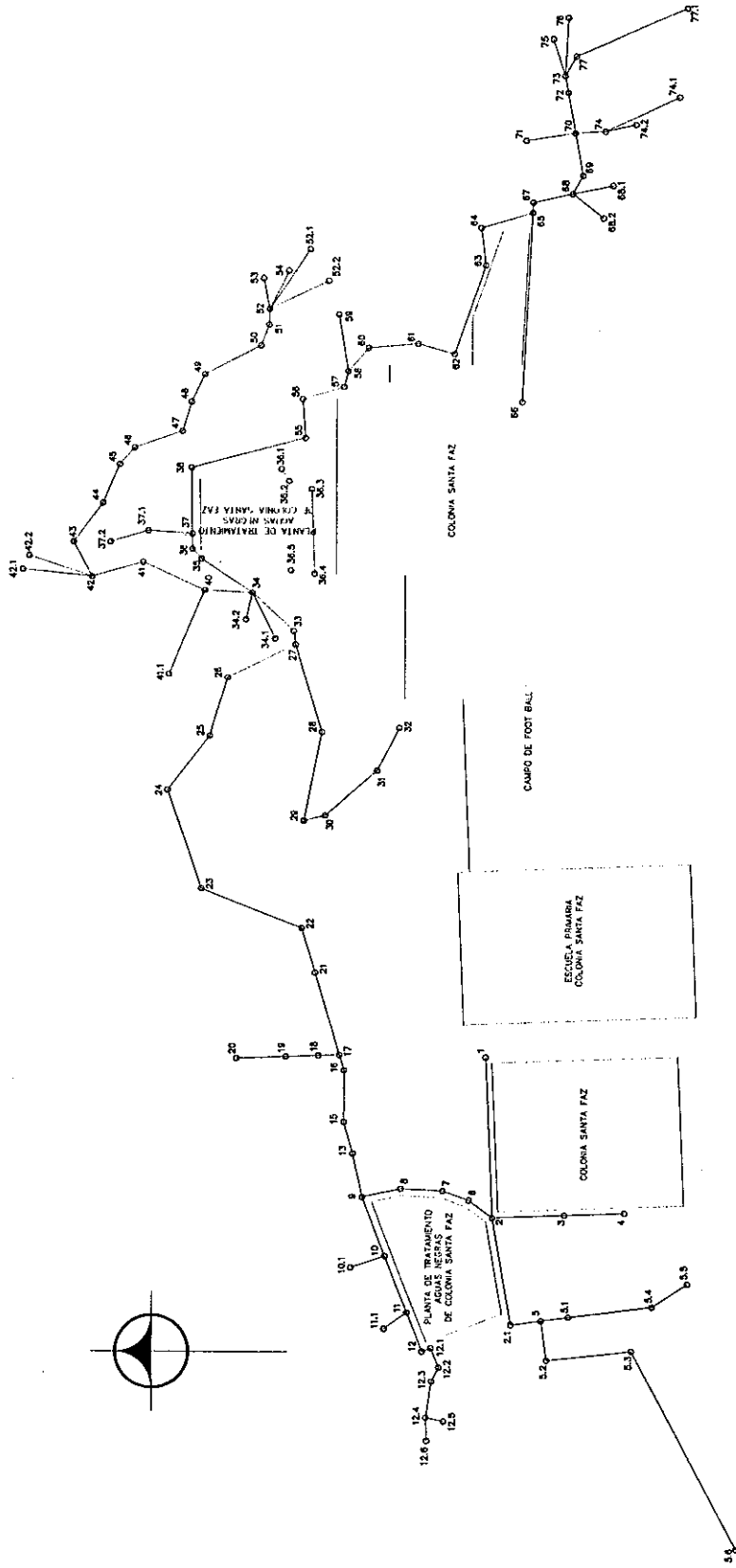
Este plano indica todos y cada uno de los tramos en donde se aplicó el estudio de topografía, que al final fue necesario utilizar para la información general de campo. En él se indican la cantidad de estaciones y el número con el cual se identificó cada una, el azimut y distancia de cada una de las líneas o lados del polígono y las cotas que le corresponden a cada estación identificada. (Véase plano A/1).

Para una información más detallada de las cotas de terreno véase LAS ACTIVIDADES DE GABINETE, (Capítulo III).

- **CÁLCULO DE LA RED GENERAL DE AGUA POTABLE**

La información de estos planos tiene como objetivo principal señalar la forma en que se dividió. En ellos se indica la cantidad de flujo o caudal (lts./seg.) que llevará cada tramo entre dos estaciones, así como también en qué lugares existen "puntos de consumo", los que se indican con una flecha saliendo de la línea principal de la poligonal.

La información complementaria de estos planos se encuentra en las Tablas de Resumen Nos. 1, 2, 3 y 4 (véase página 47). En estas tablas se indican las cantidades, diámetros y clases de tubería que se instalarán en cada tramo de la red, lo que es consecuencia del cálculo hidráulico de la red de distribución.



NOTA: INFORMACION DE CANTIDAD DE AGUA, DISTANCIAS HORIZONTALES Y COTAS DEL PISO DEL TERRENO, VER PLANOS: 58 Y 59.

USAC
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

PROYECTO:
DISEÑO DE RED GENERAL DE AGUA POTABLE DEL ASENTAMIENTO MINEROY (Zona 6 Chiranda)

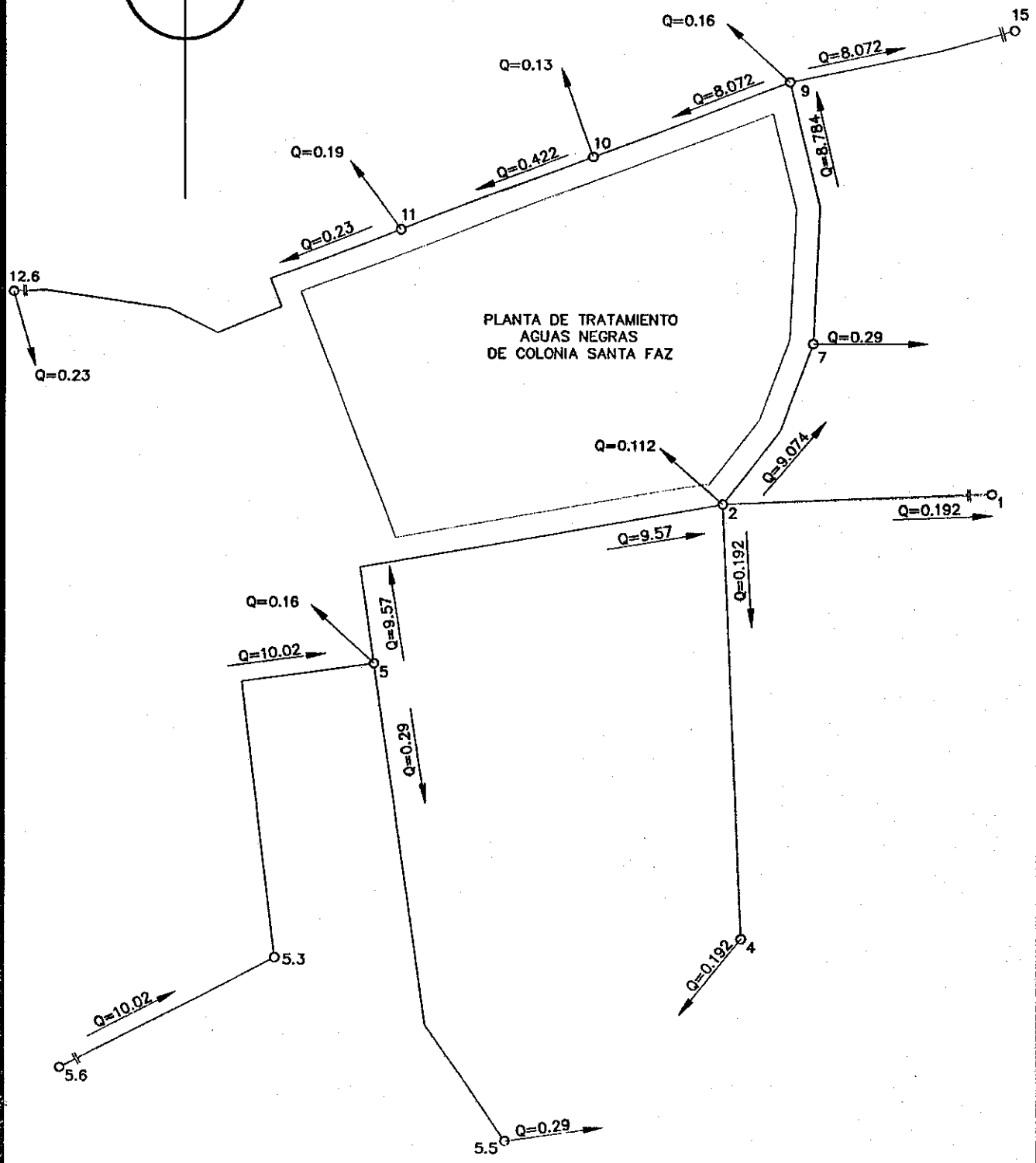
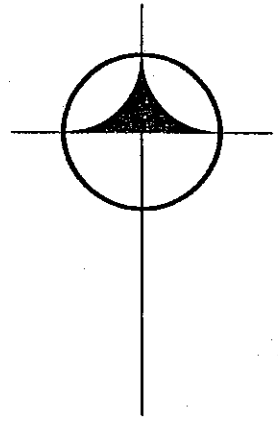
ESCALA:
1 / 2000
FECHA:
SEPTIEMBRE / 98
DIBUJO:
O.R.U.

PLANO DE:
REGISTRO GENERAL Y DIFERENCIA DE NIVEL

F. PLANIFICADOR
F. PROPIETARIO

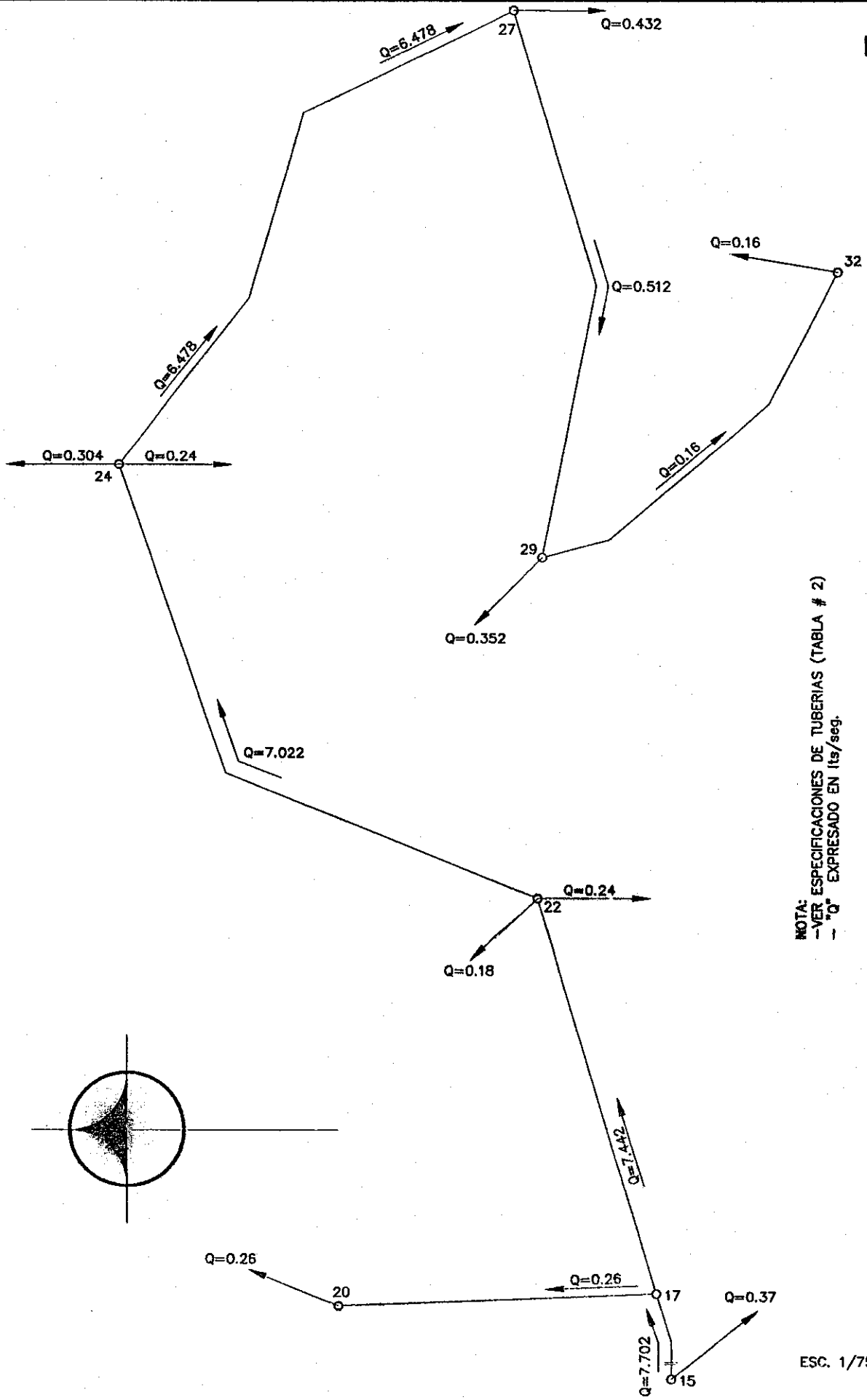
HOJA
A

PLANO DE: Registro General y Diferencias de Nivel Esc. 1/2000



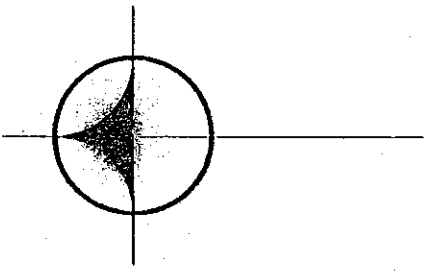
NOTA:
-VER ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS (TABLA # 1)
- "Q" EXPRESADO EN lts/seg.

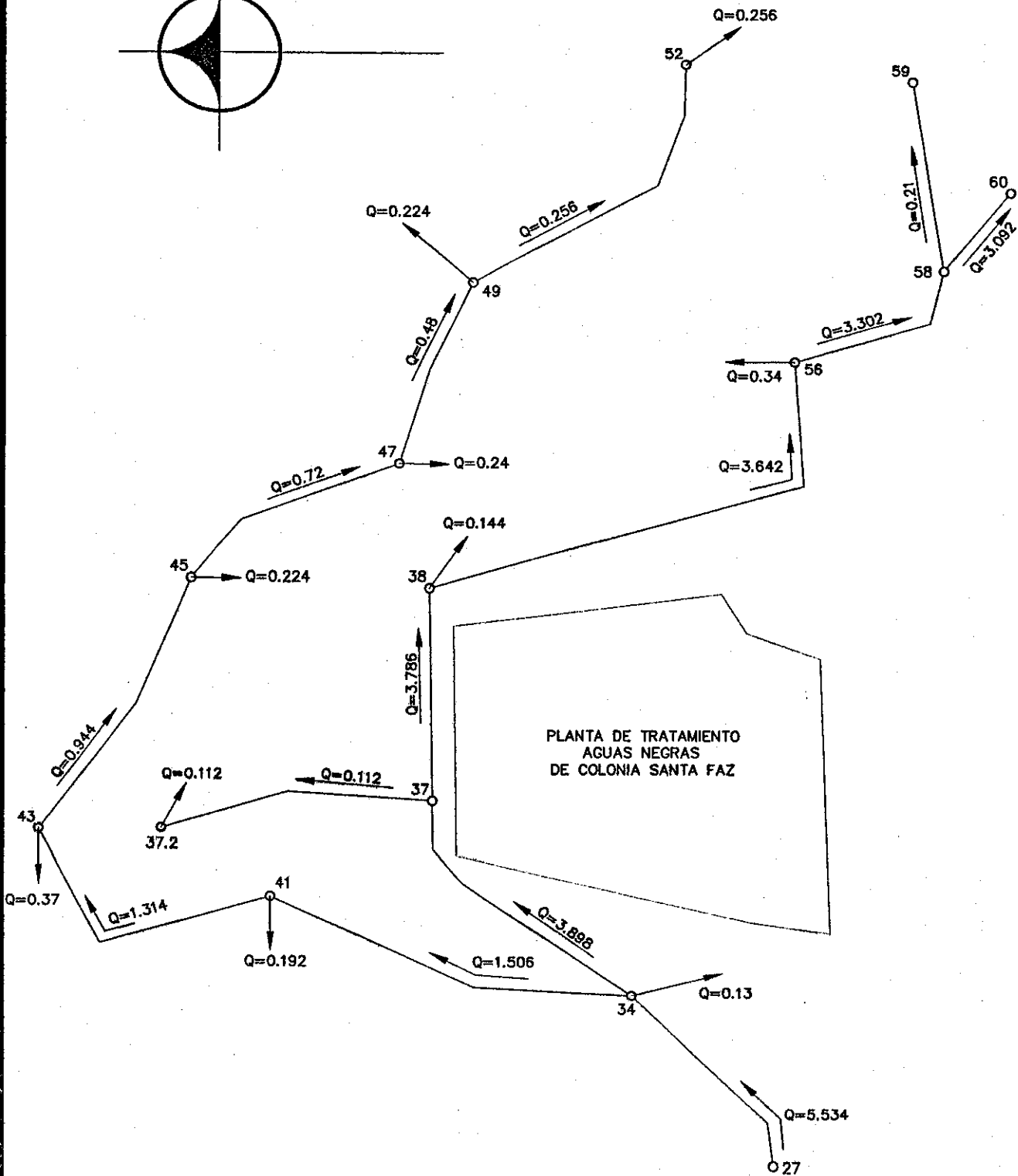
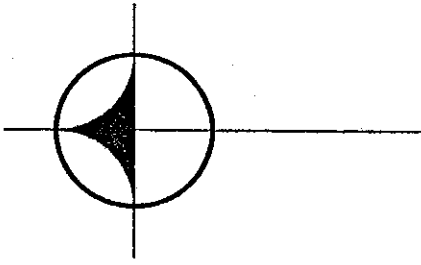
ESC. 1/750



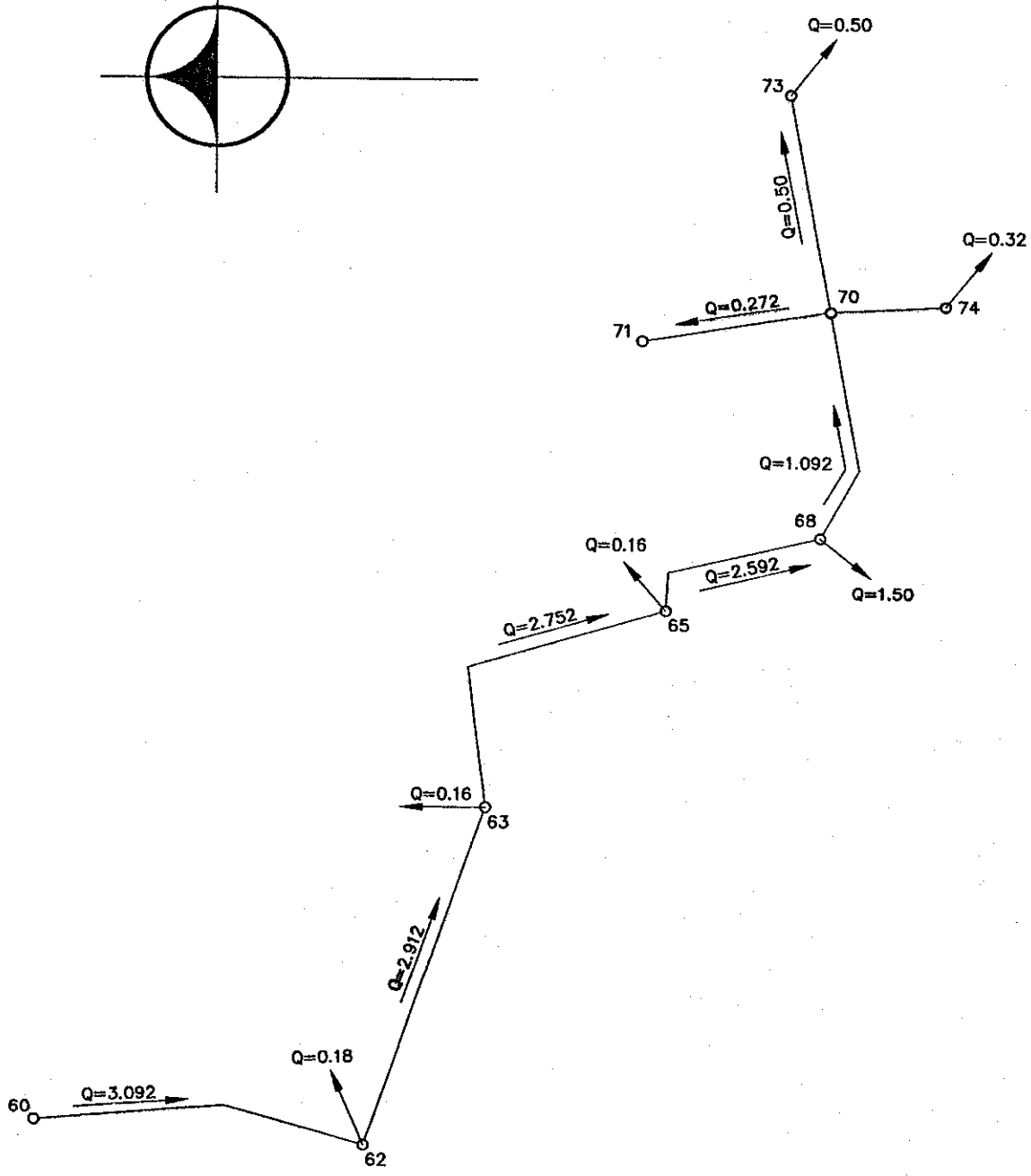
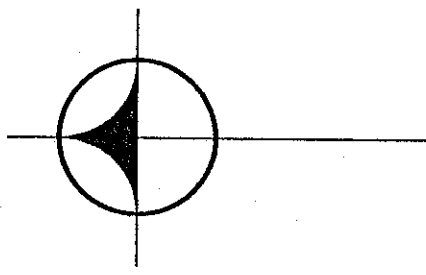
NOTA:
--VER ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS (TABLA # 2)
--"Q" EXPRESADO EN lts/seg.

ESC. 1/750





NOTA:
-VER ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS (TABLA # 3)
- "Q" EXPRESADO EN lts/seg.



NOTA:
-VER ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS (TABLA # 4)
- "Q" EXPRESADO EN lts/seg.