

24.5



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“ESTUDIO TOPOGRAFICO PARA EL SISTEMA  
DE AGUA POTABLE DE COYUXTLAHUAC,  
GRO.”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**

**P R E S E N T A :**

**EDUARDO RAMIREZ MENDEZ**

**NOVIEMBRE, 1987**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

| CAPITULO  | Página |
|---|--------|
| I. INTRODUCCION.....  | 1      |
| II. ANTEPROYECTO.....   | 5      |
| 2.1 Antecedentes.....   | 5      |
| 2.2 Estudios Preliminares.....                                    | 8      |
| 2.2.1 Investigación Preliminar.....                               | 8      |
| 2.2.2 Toma en Aguas Subterráneas.....                             | 11     |
| 2.2.3 Línea de Conducción.....                                    | 18     |
| 2.2.4 Regularización.....   | 24     |
| 2.2.5 Distribución.....   | 28     |
| III. ESTUDIO TOPOGRAFICO.....                                     | 35     |
| 3.1 Reconocimiento.....   | 35     |
| 3.2 Levantamiento Planimétrico.....                               | 40     |
| 3.2.1 Trazo de la Poligonal "Abierta".....                        | 44     |
| 3.2.2 Trazo de la Poligonal "Envolvente".....                     | 55     |
| 3.2.3 Trazo de las Poligonales de Relleno o -<br>Interiores.....  | 59     |
| 3.3 Levantamiento Altimétrico.....                                | 61     |
| 3.4 Cálculo de la Orientación Astronómica.....                    | 79     |
| 3.5 Cálculo de la Poligonal "Abierta".....                        | 87     |
| 3.6 Cálculo de la Poligonal "Envolvente".....                     | 92     |
| 3.7 Cálculo de la Poligonal de "Relleno o Interior".....          | 102    |
| 3.8 Elaboración de los Planos.....                                | 105    |
| IV. PROYECTO.....   | 108    |
| 4.1 Información Básica para la Elaboración del Pro-<br>yecto..... | 108    |
| 4.2 Datos del Proyecto.....                                       | 113    |
| 4.3 Cálculo Hidráulico.....                                       | 118    |
| 4.3.1 Selección del Diámetro Más Económico....                    | 118    |
| 4.3.2 Cálculo de las Pérdidas por Fricción....                    | 123    |
| 4.4 Cálculo de la Capacidad del Tanque.....                       | 128    |
| 4.5 Cálculo Hidráulico de la Red de Distribución..                | 131    |
| 4.6 Resúmenes de Obra.....  | 136    |
| 4.6.1 Captación.....  | 136    |
| 4.6.2 Conducción.....   | 140    |
| 4.6.3 Regularización.....   | 142    |
| 4.6.4 Desinfección.....   | 145    |
| 4.6.5 Distribución.....   | 149    |
| 4.6.6 Tomas Domiciliarias.....                                    | 151    |
| 4.7 Presentación del Proyecto.....                                | 154    |

# I N D I C E

| CAPITULO                               | Página |
|--|--------|
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 156    |
| BIBLIOGRAFIA.....                      | 159    |

## C A P I T U L O I

### I N T R O D U C C I O N

La localidad de Coyxtlahuac, se localiza en la Cuenca del Rfo Balsas al Oriente de la capital del Estado de Guerrero, en las inmediaciones de la Sierra Madre Occidental, sobre la vertiente del Oceano Pacifico; tiene como coordenadas geográficas:

17°23' Latitud Norte, 98°20' Longitud Oeste, con respecto al Meridiano de Greenwich, su altura sobre el nivel medio del mar es de las 1662 m.

Sus calles o accesos públicos están definidos con trazas irregulares sin contar con pavimento. La zona habitada está concentrada con casas generalmente de un sólo nivel con techo a dos aguas, los materiales empleados en la construcción son adobe o -

varas con lodo en los muros y tejas en los techos y su topografía poco accidentada.

La región se caracteriza por ser una zona montañosa por lo cual el clima es templado con una temperatura media de 20°C, la precipitación pluvial es abundante entre los meses de junio a septiembre, por lo tanto el medio de subsistencia es a través de la agricultura de temporal, siendo el cultivo principal el frijol y maíz.

Cuenta con una escuela primaria, con enseñanza completa y carece de cualquier otro servicio.

El propósito de este proyecto es con el fin de introducir un sistema de agua potable en donde se proponen los tratamientos necesarios que la garanticen como tal, y pueda ser ingerida sin riesgo alguno y además ha servido como tema de la presente tesis, esperando que la experiencia asimilada durante el desarrollo sirva a los compañeros ingenieros topógrafos y geodestas, que tengan visión con los trabajos que aquí se presentan.

El proyecto se inicia con el estudio preliminar que consiste en un estudio socioeconómico de la población, para realizarlo se estableció comunicación con las autoridades y habitantes, datos que anteriormente mencionamos.

El sitio de captación lo determinó la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, a la cual se le hizo el aforo para determinar el gasto que aportá, así mismo se tomaron mues--

tras del agua para el análisis físico-químico y bacteriológico, ya que al proceso de conducir agua sin éste análisis es obra hidráulica y no una obra de Ingeniería Sanitaria.

El sistema de abastecimiento se definió en base a la elevación de la captación y el lugar del tanque de almacenamiento, esto nos permitió elaborar el proyecto topográfico donde se alojó la obra de la línea de conducción de agua.

Para la planimetría se realiza un levantamiento completo del poblado por medio de una poligonal envolvente con poligonales interiores, para la línea de conducción una poligonal abierta.

En la altimetría se hicieron nivelaciones de perfil diferencial y la trigonométrica, donde las distancias fueron medidas por el método taquimétrico, después de obtener los datos de campo se realizaron los cálculos en gabinete para poder elaborar y dibujar los planos siguientes: Plano del trazo de agua potable, Plano de perfil de la línea de conducción de agua potable y la línea de conducción correspondiente; la topografía del poblado con curvas de nivel. Donde con el perfil de la línea de conducción y los datos de proyecto se obtienen los cálculos hidráulicos que consisten en utilizar la carga disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas, en seguida se calcula la capacidad del tanque con el gasto máximo diario

y la ley de demandas de la localidad. Además se calcula la tubería de alimentación para que por ella escurra el gasto máximo horario y por último tenemos la red de líneas abiertas, estas tuberías se calculan con el gasto acumulado que les corresponde en base al gasto máximo horario.

En la elaboración de este proyecto se pretende que se cubran las necesidades técnicas dentro de los presupuestos disponibles, no sólo para la construcción de la obra sino para su operación y conservación.

## C A P I T U L O   I I

### A N T E P R O Y E C T O

#### 2.1 ANTECEDENTES.

La localidad de Coyuxtlihuac, se sitúa en una zona montañosa sobre la Cuenca del Río Balsas, en los orígenes de varios -- arroyos de montaña; el clima es templado, las precipitaciones -- pluviales son abundantes entre los meses de junio a septiembre, por lo tanto su vegetación es exuberante, con maderas preciosas como son el pino, encino, cedro, etc.

Cuenta con una población de 860 habitantes de los cuales el 85% habla el Mixteco que es el dialecto predominante en esta zona y el otro 15% son bilingües o sea hablan el Español y el Mixteco.

La construcción de sus casas son generalmente de un solo nivel, utilizando adobe o varas con lodo en los muros y teja para los techos, la zona habitada se encuentra concentrada, el medio principal de subsistencia de la población es la agricultura de temporal, el cultivo principal es el frijol y el maíz.

Esta localidad no cuenta con los servicios públicos indispensables como son: energía eléctrica, centro de salud, alcantarillado, vías de comunicación, etc.

El acceso a este poblado se efectúa mediante una vereda con una longitud de 8 km. tomando como punto de partida el poblado de "Alcozauca".

Los habitantes de esta localidad se abastecen de agua de diferentes manantiales que se encuentran en las inmediaciones de la localidad, los cuales provocan infinidad de enfermedades que afectan la salud, ya que el agua sin la potabilización adecuada sólo sirve de vehículo pasivo para el agente infectante; además todas estas enfermedades también dependen de una higiene deficiente debido a que se utiliza el mismo sitio de la fuente de abastecimiento de agua para lavar, aseo personal, brea el ganado, etc.

El agua de beber tomada de los manantiales se guarda a veces en recipientes abiertos vulnerables a las moscas y otros insectos, en tales circunstancias, es evidente que el abastecimiento de agua potable es condición necesaria para que la población tenga mejor salud, no obstante es de todos conocido que en la salud influyen -

numerosos factores ambientales, sociales, culturales y educativos que determinan a ésta. En algunas ocasiones el abastecimiento de agua potable puede no modificar mucho la salud de la comunidad, - en cambio con otro clima, topografía y con otras medidas de educación sobre saneamiento y salud, adoptados junto con el de abastecimiento de agua potable, se puede lograr un gran progreso en la salud de la localidad.

Desde el punto de vista del saneamiento general, es muy difícil por no decir imposible conseguir mejoras permanentes en la salud, a menos que la creación de la fuente segura y conveniente de abastecimiento de agua proceda o acompañe a la adopción de otras medidas sanitarias, tales como proveer de alcantarillado a la localidad, el lavado de frutas y verduras comestibles, la higiene personal y la limpieza del poblado, esto como campañas emprendidas para evitar y combatir las enfermedades originadas por la no observancia de las precauciones antes mencionadas.

La relación recíproca entre abastecimiento de agua y otras medidas de saneamiento del medio y la salud plantean un difícil problema en sistemas de abastecimiento de agua o de saneamiento para estas zonas rurales. Debido a los problemas de la topografía del terreno y a los intereses económicos muy bajos que percibe la población, se tiene que diseñar un sistema de costo mínimo de abastecimiento de agua y componentes relativos al saneamiento que proporcionen probabilidades aceptables a llevar la salud de la comunidad a un nivel determinado previamente, al decidir la -

asignación de recursos financieros para el proyecto de abastecimiento de agua potable en esta localidad se efectuó un argumento económico el cual indica que mejorar la infraestructura comunal, con el sistema se atraerán industrias y se incrementará el comercio y la industria local.

## 2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES.

La investigación preliminar se hizo en la localidad de Coyuxtlahuac, Estado de Guerrero, solicitando ayuda de las autoridades civiles y militares con el propósito de lograr el mejor desempeño para poder obtener los siguientes datos.

### 2.2.1 Investigación Preliminar.

Localización Geográfica.- Coyuxtlahuac se localiza al Oriente de la capital del Estado de Guerrero y aproximadamente a los 17°23' Latitud Norte y 98°20' Longitud Oeste (datos obtenidos de la Carta Geográfica del Estado de Guerrero, escala 1:50 000).

Orografía e Hidrografía.- La región es una zona montañosa que se encuentra en la Cuenca del Río Balsas y en los orígenes de varios arroyos..

Clima.- Es templado con una temperatura media de 20°C, la precipitación pluvial es abundante en los meses de junio a septiembre.

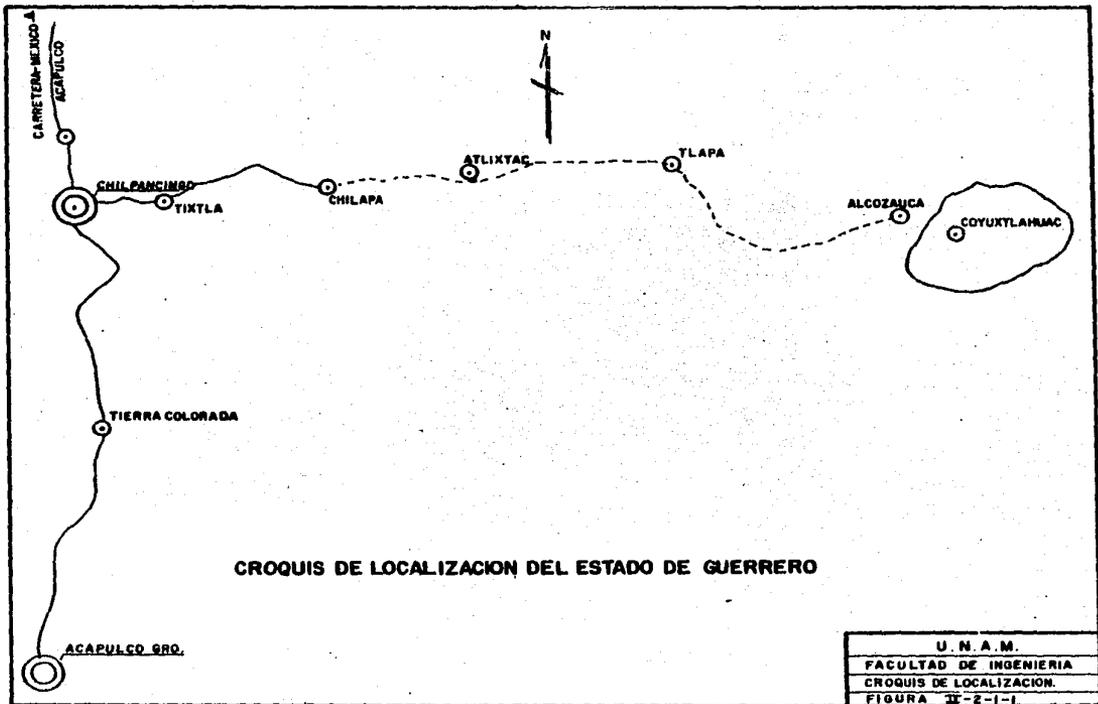
**Comunicación y Transporte.**- Se comunica con la capital del Estado a través de 179 km. de carretera pavimentada, 10 km. de terracería, 32 km. de brecha y 8 km. de vereda, este recorrido se hace en autobús o vehículo hasta el poblado de Alcozauca, ya que de aquí a la localidad se tiene que caminar. No puede utilizarse transporte de herradura por lo accidentado del terreno, por lo que se entiende que estas personas buscan distancias cortas para llegar a su localidad sin importarles las pendientes - del terreno y así forman sus veredas (Ver Croquis de localización II.2.1.1)

No cuenta con vías de acceso para comunicarse al Municipio, por lo tanto no existe transporte.

**Aspectos Demográficos y Económicos.**- En el censo de 1970, realizado por la Secretaría de Programación y Presupuesto la población contaba con 547 habitantes y en el último censo de 1981, había ascendido a 860 habitantes, en base a estos antecedentes se considero determinar una zona para futuros asentamientos humanos. La subsistencia de la población es a través del cultivo de maíz y frijol.

**Reconocimiento de la Fuente de Abastecimiento.**- Se llevó a cabo una visita ocular al Manantial denominado "Piedra del Sol", para poder hacer una descripción somera del mismo, se localiza al Noroeste del poblado como a 1,400 m. de distancia.

El aforo se efectuó el día 8 de junio de 1982, arrojó un --



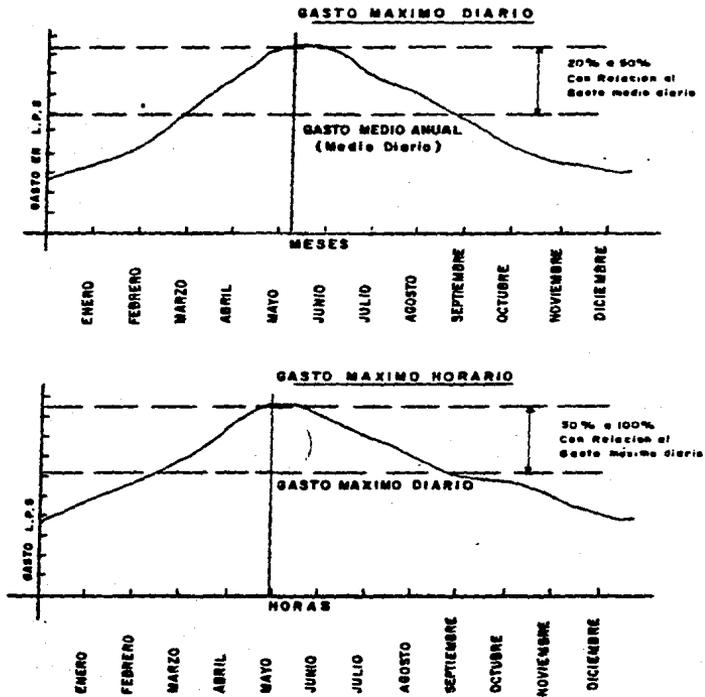
gasto de 3 litros por segundo, este aforo se hizo con el fin de saber el gasto máximo diario, sin embargo en todo proyecto se - deberán establecer las necesidades inmediatas de la localidad, - siendo necesario que, cuando menos la fuente proporcione el gas- to máximo diario para esta etapa, sin peligro de reducción por - sequía o cualquier otra causa. Las condiciones sanitarias de la fuente se verificaron en Laboratorio por medio de un análisis fí- sico-químico.

Esta investigación, recopilación y análisis de la informa- ción disponible en relación con el proyecto y/o estudios se ob- tienen en las dependencias oficiales, regionales y la iniciativa privada, se debe de presentar un informe preliminar de la inves- tigación y determinación de los ajustes finales a la concepción inicial del proyecto, acompañada de las gráficas de variaciones de consumo obtenidas (Ver Figura IL2.1.2).

### 2.2.2 Tomas en Aguas Subterráneas.

Existen varios tipos de captación en aguas subterráneas, - como son los pozos profundos en donde el sitio elegido para la perforación estará basado en un estudio Geohidrológico, y en de terminados casos, se deberá completar con un estudio Geofísico.

Los pozos profundos tienen la ventaja de perforar capas -- acuíferas profundas y externas, cuyo origen se encuentra a mu--



**NOTA.-**

LOS VALORES MAS USUALES PARA  
LOS COEFICIENTES DIARIO Y HORARIO  
SON 1.2 Y 1.5 RESPECTIVAMENTE.

chos kilómetros y circunstancias que evitan rápidas fluctuaciones en el nivel de la superficie piezométrica, dando por resultado un rendimiento uniforme y considerable.

El agua profunda es adecuada para obtener una buena calidad sanitaria, a menos que esté contaminada por infiltraciones en la capa acuífera por cavernas o fisuras en las rocas adyacentes.

#### Galería Filtrante.-

Cuando se encuentra el agua subterránea a profundidad moderada se corta muchas veces la capa acuífera por medio de galerías transversales.

Las galerías filtrantes se emplean también en la captación de manantiales cuando estos se localizan en laderas, la zona filtrante estará constituida por material pétreo lavado con una granulometría adecuada en relación con la granulometría del terreno natural del acuífero y la última capa estará formada por material producto de la excavación.

La fuente que dotara de agua a esta localidad es un manantial denominado "Piedra del Sol", por lo que es conveniente tomar ciertas precauciones que eviten la disminución del caudal y proteger la salida del agua que se va a captar; en general, existen tres tipos de manantiales:

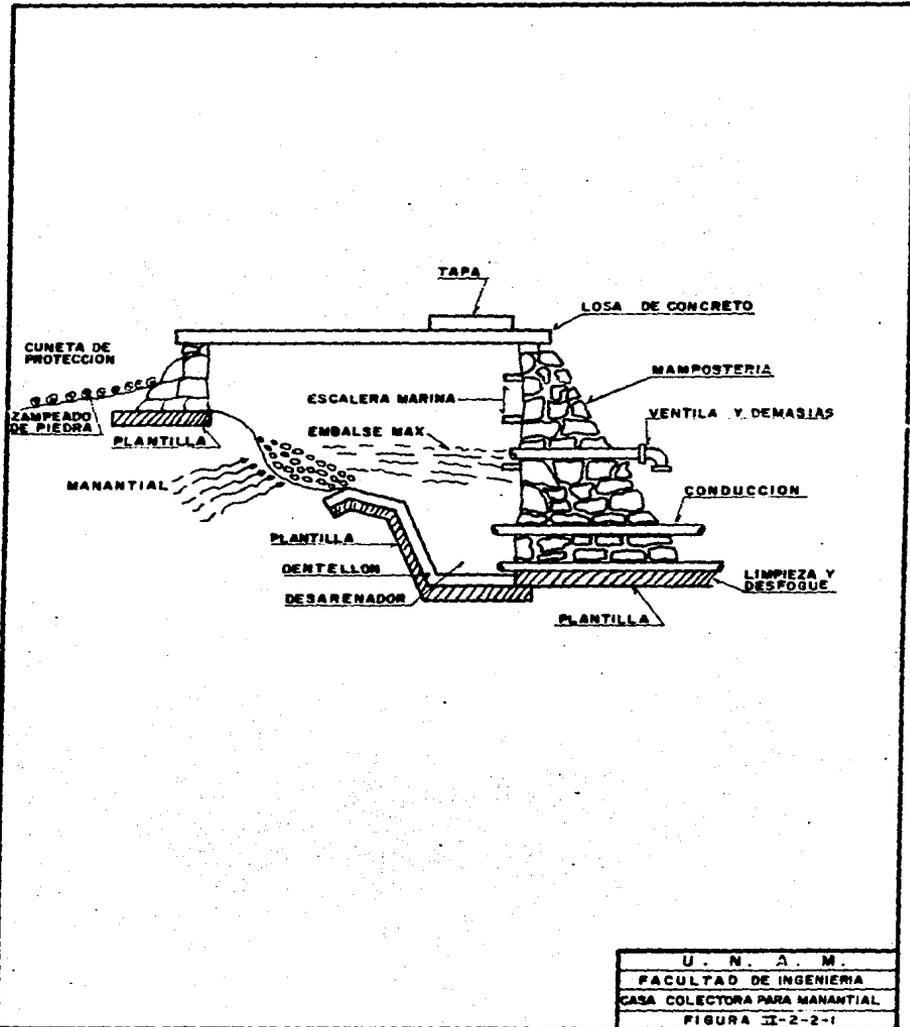
- a) Afloramiento de las aguas en un sitio bien definido, generalmente se encuentra en la ladera de un cerro.

- b) Afloramiento de las aguas en varios sitios de una ladera o cañada a niveles variables.
- c) Afloramiento de las aguas en zona plana más o menos extensa que puede dar lugar a la formación de una zona pantanosa.

Para nuestro caso el tipo de manantial es el del inciso (c) por lo cual se propone por captación una caja colectora, donde el proyectista debe tomar en cuenta la protección del afloramiento contra contaminación y evitar que cambie de origen (Ver Figura IL 2.2.1).

Para esto es conveniente seguir algunas reglas muy sencillas que pueden evitar la pérdida del manantial o bien la disminución de su gasto.

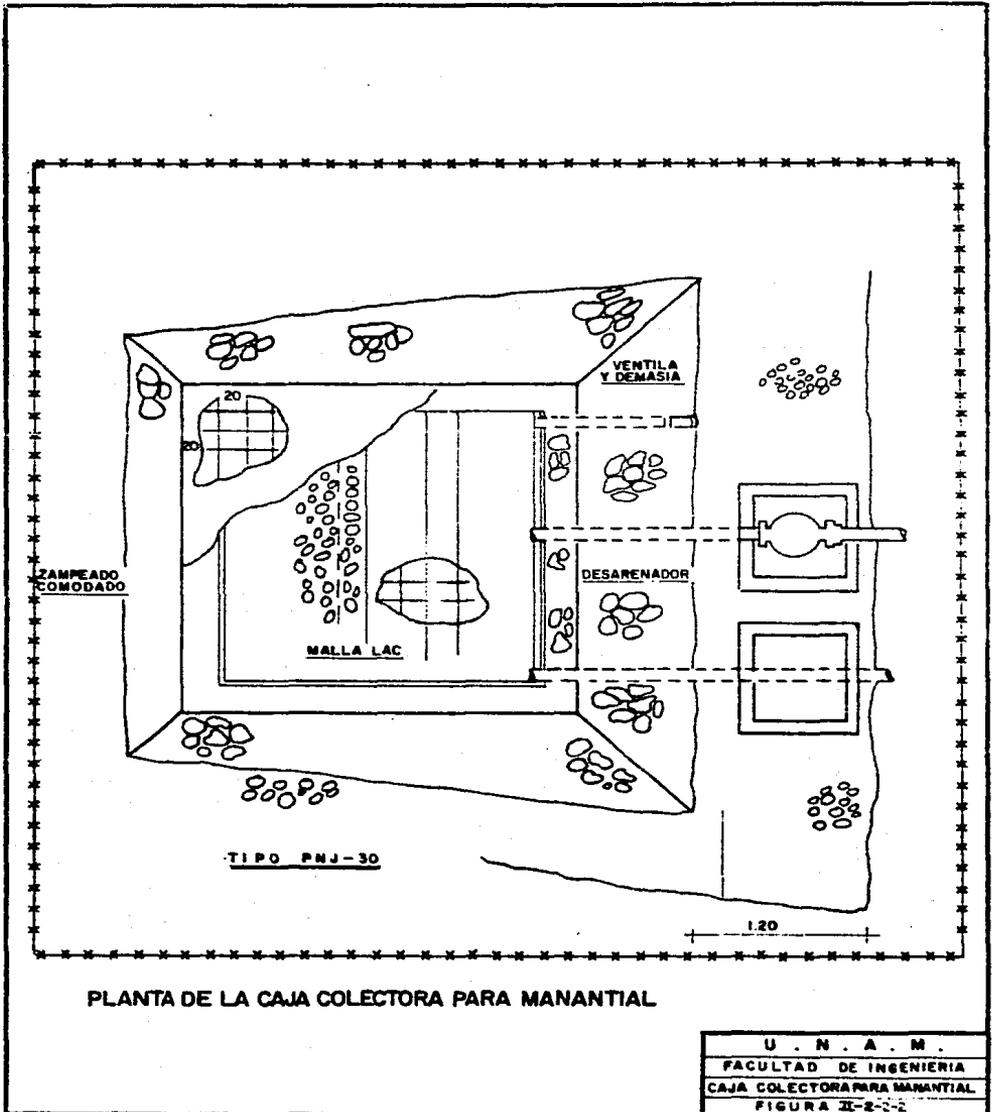
1. Limpiar cuidadosamente la zona del afloramiento eliminando hojas, hierbas, lodo, etc.
2. Las partes lodosas deben eliminarse totalmente colocando en su lugar piedras de unos 40 a 50 cm. evitando tapar los veneros. Se obtiene así un piso firme a través del cual circula el agua turbia al principio, pero en poco tiempo limpia y clara.
3. Evitar el uso de explosivos durante la excavación así como el bombeo para desplantar en seco por las razones antes expuestas.



4. Los muros de las cajas colectoras deben alejarse lo necesario de la zona de afloramiento para no interceptarlo, como se observa en la Figura II.2.2.1, aún cuando la estructura resulte más amplia o de forma irregular. Estas cajas casi siempre tienen salientes y entrantes, pues en cada caso debe respetarse la zona de afloramiento.
5. Al efectuar el colado de losa debe procurarse que el pie derecho no quede sobre los brotes de agua, pues esto hace que el régimen se modifique; esta caja colectora lleva los siguientes accesorios:
  - a) Cedazo o rejilla en la entrada de la tubería de toma.
  - b) Un vertedor de demasías al nivel del afloramiento.
  - c) Desagüe después del tubo de limpieza de desfogue.
  - d) Un registro.
  - e) Una válvula de seccionamiento al principio de la conducción, además se hará una zanja alrededor de la caja colectora con el fin de interceptar el agua superficial que pueda escurrir hacia ésta, también se construirá una cerca de alambre para evitar el acceso de animales y personas.

La zanja quedará situada de 5 a 10 m. de la caja y la cerca de malla ciclónica de 10 a 15 m. como se observa en la Figura(II.2.2.2).

No es recomendable alterar el sitio del afloramiento con el objeto de aumentar su producción, ya que el manantial tendería a



cambiar de curso o desaparecer.

### 2.2.3 Línea de Conducción.

Se denomina línea de conducción a la parte del sistema -- constituido por el conjunto de "obras de arte", en donde se emplean conductos que consisten en canales, puentes canales, tubería a presión (sifones) según sea la conducción.

Para este proyecto se propone que la línea de conducción sea por gravedad o presión, debido al desnivel topográfico que existe entre el sitio de captación y el de regularización. Tomando en cuenta los tipos de conductos disponibles que dependen de los siguientes factores:

1. Topográfico.
2. Geológico.
3. Carga de presión disponible.
4. Calidad del agua.
5. Condiciones de construcción y economía de los materiales empleados.

Una condición muy importante en el diseño de la conducción es la de evitar la contaminación del agua. Entre las fuentes más comunes de contaminación pueden incluirse las infiltraciones de las aguas de los terrenos adyacentes y la contaminación directa de las estructuras no cubiertas.

En la conducción por gravedad el empleo de tuberías permite hacer el análisis hidráulico de los conductos trabajando como canal o a presión, dependiendo de las características topográficas que se tengan. En cualquiera de los casos la velocidad mínima - de escurrimiento es de 0.5 m/s con el fin de evitar el asentamiento de partículas que arrastre el agua y la velocidad máxima permisible, para evitar erosión de la tubería se recomienda observar la tabla de especificaciones dada por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas:

|  |     |
|--|-----|
| Tuberías.....  | m/s |
| De concreto simple hasta 0.45m. de diámetro.....       | 3.0 |
| De concreto reforzado de 0.60m. de diámetro o mayores. | 3.5 |
| De asbesto cemento.....                                | 5.0 |
| De acero galvanizado.....                              | 5.0 |
| De acero sin revestimiento.....                        | 5.0 |
| De acero con revestimiento.....                        | 5.0 |
| De polietileno de alta densidad.....                   | 5.0 |
| De P.V.C. (policloruro de vinilo).....                 | 5.0 |

Cuando la tubería se considera canal a cielo abierto se localiza la pendiente siguiendo curvas de nivel que permitan que esta sea la apropiada; a fin de que la velocidad del agua no produzca erosiones ni azolves.

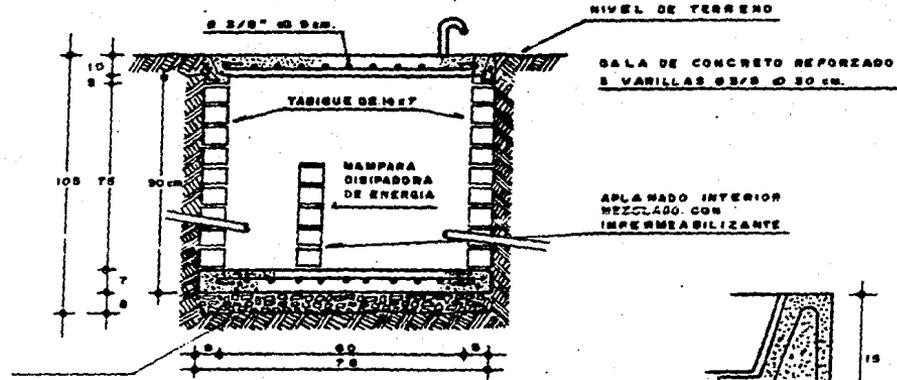
Cuando el desnivel entre la obra de captación y el tanque de regularización es muy grande se abate la velocidad, construyen

do cajas rompedoras de presión que se localizan adecuadamente en el terreno originando así un seccionamiento de presiones en la línea de conducción (Ver Figura II.2.3.1).

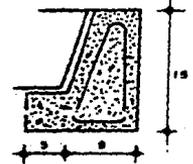
Para la tubería que trabaja a presión de la línea de conducción se toman en cuenta los siguientes accesorios: válvula de aire y desagüe, válvula de expulsión de aire, éste se coloca cuando la posición de la tubería de conducción se acerca a la línea piezométrica, bajando la presión del agua a tal grado que, el aire que lleva está en disolución es librado para acumularse en las partes altas de la tubería, constituyendo verdaderos tapones de aire que reducen la sección de paso causando transtornos en el régimen de aportación (Ver Figura II.2.3.2). Las válvulas de desagüe se colocan en todas las tuberías que tengan depresiones para permitir el desfogue de la tubería de conducción.

El diámetro de las válvulas se determina en función del gasto de conducción y la presión.

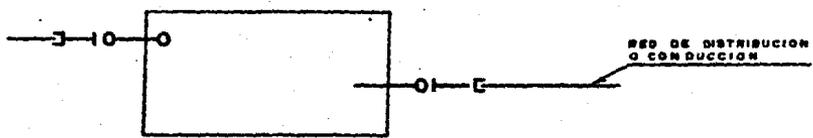
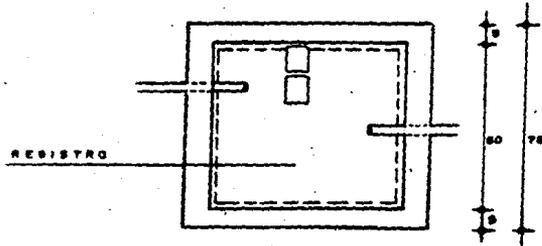
No todas las obras de conducción pueden ser por gravedad, si no también por bombeo, esto depende de la localización de la fuente de abastecimiento y la población por servir y de acuerdo a la topografía de la población en estudio. Cuando no se permite llevar el agua por medio de gravedad se recurre al uso del equipo de bombeo, que para tal efecto llevará el agua de la fuente de captación, al tanque de regularización, o directamente a la red cuando la fuente se encuentre dentro de la localidad (Ver Figura II.2.3.3.3).



PLANTILLA DE TERRACERIA DE TABIQUE

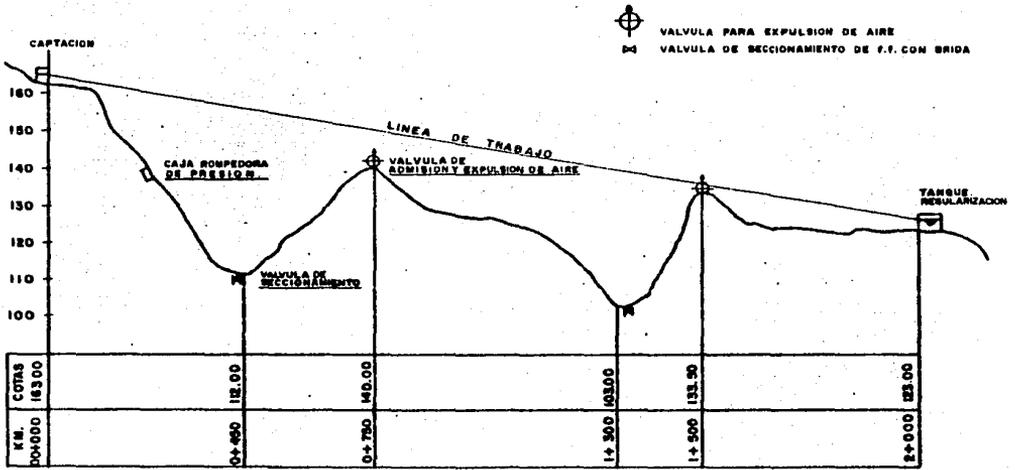


DETALLE DE DALA



PLANTA DE PIEZAS ESPECIALES

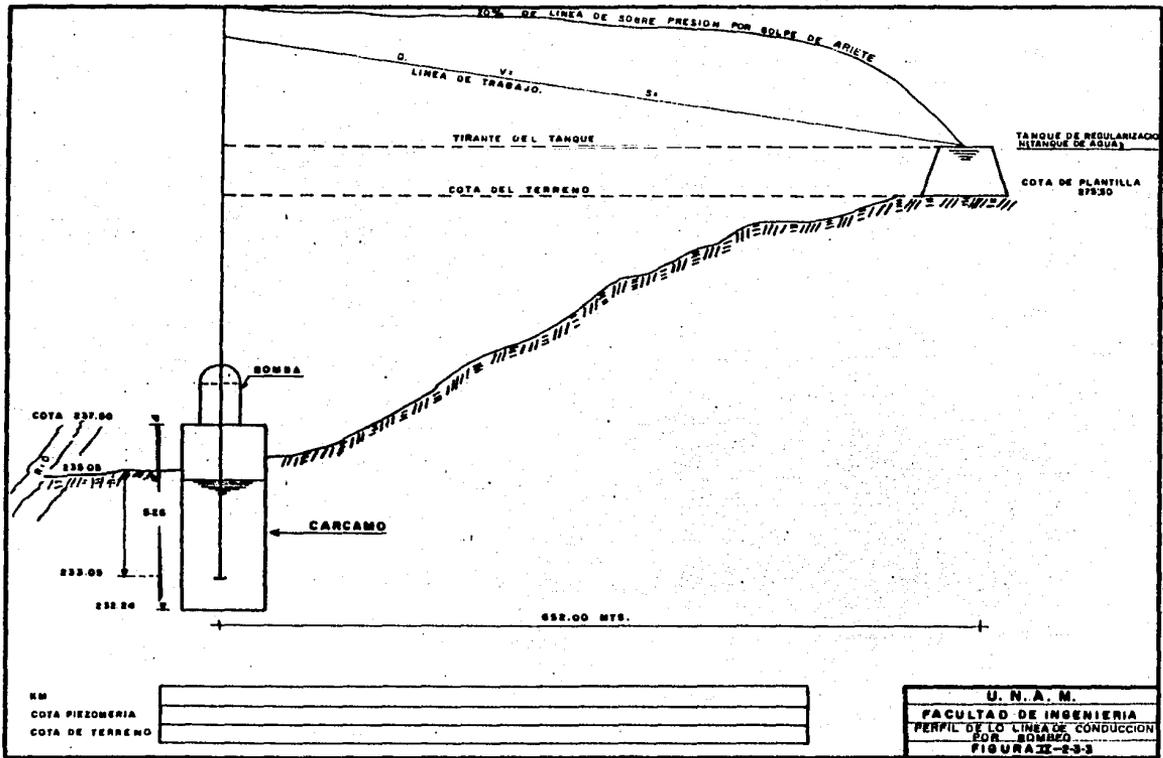
|                           |
|---------------------------|
| U. N. A. M.               |
| FACULTAD DE INGENIERIA    |
| CAJA ROMPEDORA DE PRESION |
| FIGURA II-2-3-1           |



ESC. HOR. 1:10000

ESC. VERT. 1:1000

U . N . A . M .  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 PERFIL DE LA CONDUCCION POR  
 GRAVEDAD FIGURA 26-3-2



#### 2.2.4 Regularización.

Para llevar a cabo la obra de regularización o almacenamiento se considera lo siguiente: El tipo de material con el que se proyecta construir es en base al estudio técnico económico del anteproyecto estructural, donde se consideran los materiales de construcción disponibles en el lugar, asimismo, se toman en cuenta las características sociales de la localidad para identificar la calidad de la mano de obra necesaria.

La regularización se hizo con el objeto de transformar un régimen de aportaciones en uno de demandas. El régimen de aportaciones (gasto que se conduce), es siempre constante, en cambio el régimen de demanda (gasto que consume la población), es en todos los casos variable. Para obtener leyes de demanda y aportación de caudal deben instalarse medidores en las tomas domiciliarias para la captación y medidores registradores en el tanque.

Como en nuestro caso el sistema es por gravedad y la fuente tiene la capacidad suficiente para proporcionar el gasto máximo-horario, puede eliminarse el tanque regulador; sin embargo, se hizo un estudio económico que permitió definir si puede substituirse el almacenamiento por una conducción capaz de llevar dicho caudal.

Las dimensiones que debe tener el tanque de regularización a fin de lograr la capacidad requerida depende exclusivamente de la topografía del terreno y el factor económico, ya que, para --

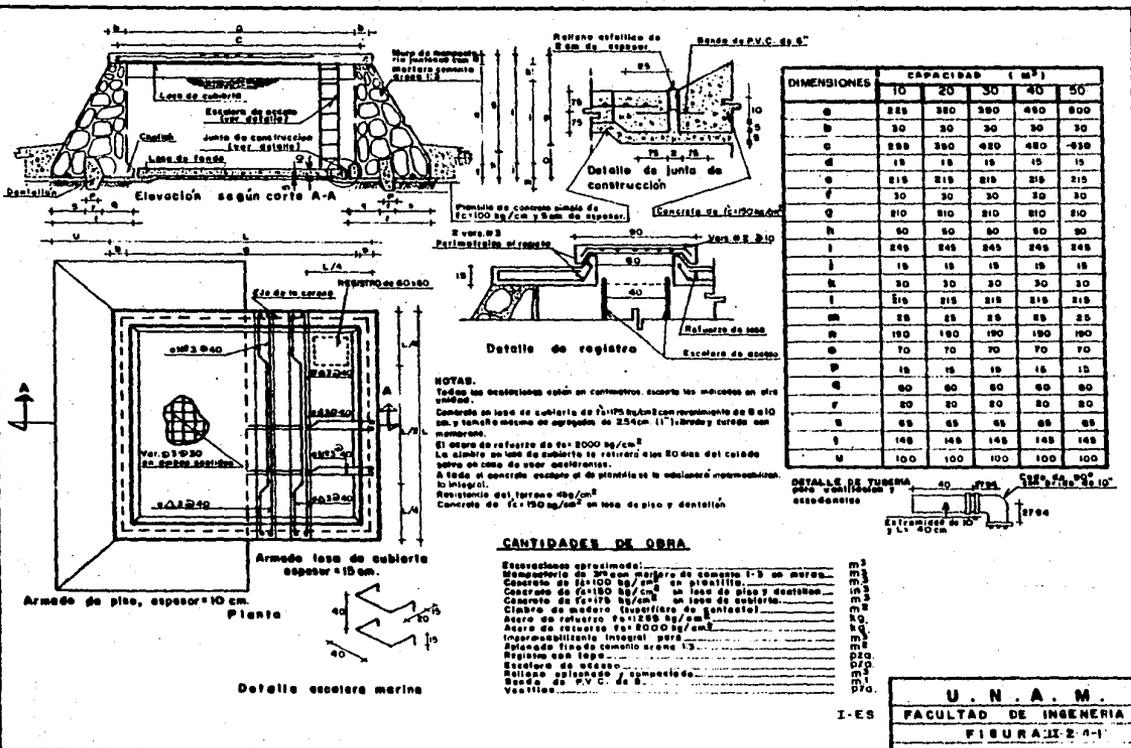
una misma capacidad podemos encontrar un sinnúmero de soluciones. El tanque se construyó superficial, que es el más común y sobre la falda del cerro (elevación natural cercana a la localidad), de manera que la diferencia de nivel de piso de tanque con respecto a los puntos más altos y bajos por abastecer, sea de 15 a 45 metros respectivamente.

La estructura del tanque se efectuó básicamente de acuerdo a las características del terreno: tirante máximo de agua, capacidad y tipo de tanque por construir, como se muestra en la figura II.2.4.1.

Cuando se tenga que hacer su desplante se recomienda emplear losa de cimentación ya que se pueden presentar asentamientos del terreno.

La capacidad del tanque de regularización está en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, se calcula por métodos analíticos o gráficos.

A continuación se presenta la tabla de las demandas horarias con respecto al consumo medio por día de cada hora estimada hace algunos años por el Banco Nacional Hipotecario Urbano de Obras Públicas, S.A., para el promedio general de las poblaciones mexicanas.



I-ES  
**U. N. A. M.**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**FIGURA 2-7-1**

| <u>HORA</u> | <u>DEMANDA</u> | <u>HORA</u> | <u>DEMANDA</u> | <u>HORA</u> | <u>DEMANDA</u> |
|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| (1)         | (2)            | (1)         | (2)            | (1)         | (2)            |
| 0-1         | 45             | 8-9         | 150            | 16-17       | 130            |
| 1-2         | 45             | 9-10        | 150            | 17-18       | 120            |
| 2-3         | 45             | 10-11       | 150            | 18-19       | 100            |
| 3-4         | 45             | 11-12       | 140            | 19-20       | 100            |
| 4-5         | 45             | 12-13       | 120            | 20-21       | 90             |
| 5-6         | 60             | 13-14       | 140            | 21-22       | 90             |
| 6-7         | 90             | 14-15       | 140            | 22-23       | 80             |
| 7-8         | 135            | 15-16       | 130            | 23-24       | 60             |

Quando la alimentación es constante durante el día los caudales de entrada resultan iguales al gasto medio horario, por lo tanto para nuestro caso no se conoce la ley de demandas; así que se calculó la capacidad de la siguiente forma:

| TIEMPO DE BOMBEO | SUMINISTRO AL TANQUE EN HRS. | GASTO DE BOMBEO         | CAPACIDAD DEL TANQUE M3   |
|------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| DE 0 a 24        | 24                           | $Q.M.D = \frac{24}{24}$ | $C = 14.58 \times Q.M.D.$ |
| DE 4 a 24        | 20                           | $Q.M.D = \frac{24}{20}$ | $C = 7.20 \times Q.M.D.$  |
| DE 6 a 22        | 16                           | $Q.M.D = \frac{24}{16}$ | $C = 15.30 \times Q.M.D.$ |

NOTA: Q.M.D.: el gasto máximo diario en L.P.S. los coeficientes fueron obtenidos en base a la tabla de demandas horarias del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.A.

NOTA: La capacidad de regularización se determinó de acuerdo con el estudio económico del conjunto de obras que integran el sistema.

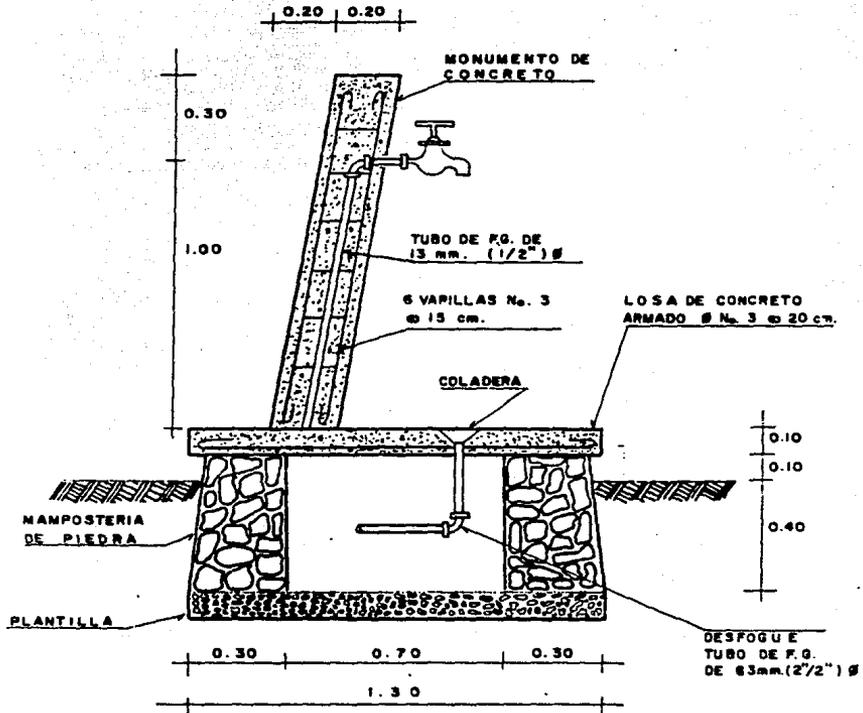
En la memoria descriptiva y el plano de proyecto del tanque se indica el horario de bombeo considerando para el cálculo la capacidad de regularización del tanque y en general el horario más recomendable de bombeo es de 24 horas.

#### 2.2.5 Distribución.

La red de distribución tiene la finalidad de proporcionar el agua al usuario en cantidad y calidad adecuada, mediante hidrantes públicos, unidad agua (conjunto de hidrantes para tomas públicas, lavaderos, baños, etc.) con presiones que varían de 1.0 a 4.5 kg/cm<sup>2</sup> (Ver Figura II.2.5.1).

En las obras de distribución las tuberías se clasifican de acuerdo a la magnitud de sus diámetros de la siguiente manera: línea de alimentación, línea principal o troncal y línea secundaria o de relleno.

La línea de alimentación se define como un tendido de tubería que suministra agua directamente a la red de distribución, la cual parte de una fuente de abastecimiento a un tanque de regularización, o bien partiendo del punto en que converge una línea de conducción y una tubería que aporta agua desde un tanque



|                        |
|------------------------|
| U . N . A . M          |
| FACULTAD DE INGENIERIA |
| HIDRANTE PUBLICO       |
| FIGURA II -25-         |

que termina en el punto donde se hace la primera deriva.

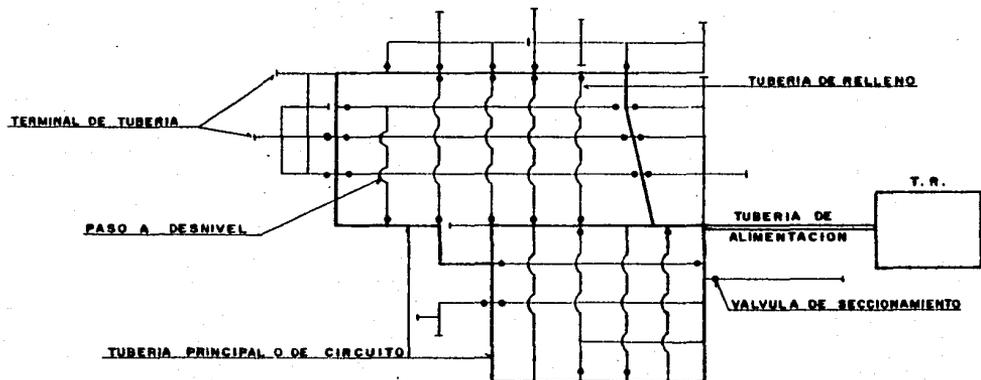
La línea principal o troncal se define como un tendido de tubería que está conectada a la línea secundaria o de relleno.

La línea secundaria o de relleno se define como un tendido de tuberías que cubre el total de la red y se liga a la tubería troncal.

Existen dos tipos de red de distribución de acuerdo a la topografía del terreno y la concentración de población. Cuando las trazas de las calles forman una malla que permita proyectar circuitos con tuberías principales, a ésta red se le denomina -- "de circuito" y se localizan las tuberías a distancia, entre una y otra de 400 y 600 m. (Ver Figura 2.2.5.2).

Para este tipo de red es conveniente observar algunas reglas con relación a la tubería y sus uniones:

- a) Que se ligue de preferencia por sus dos extremos a la tubería principal con el objeto de que la alimentación se pueda llevar a cabo por dos lados diferentes.
- b) Emplear el sistema biplamar, es decir, que se crucen a diferentes planos entre ellos. En este aspecto cabe hacer notar que el método ofrece por lo menos dos ventajas grandes con relación a los sistemas donde la tubería secundaria se liga entre sí, el ahorro es hasta de un 40% en la mano de obra, y piezas especiales, te--



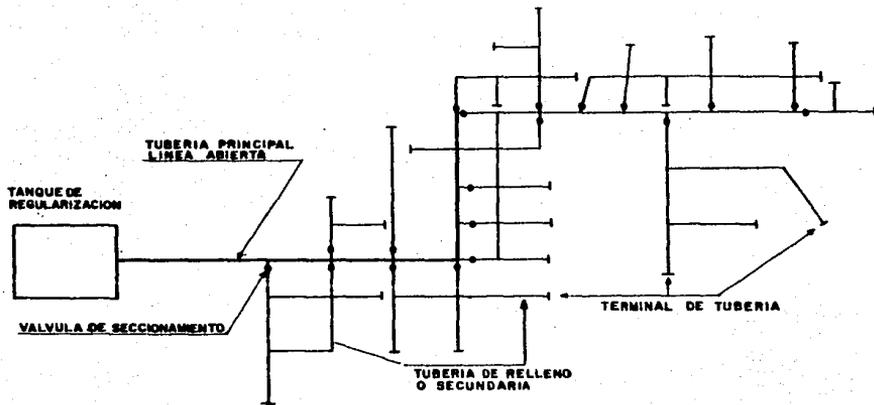
|   |
|---|
| U . N . A . M   |
| FACULTAD DE INGENIERIA  |
| RED CERRADA DE CIRCUITO O DE CIRCULACION CONTINUA FIGURA II-2-5-2 |

niendo mayor facilidad en la operación del sistema.

- c) Evitar al máximo las terminales o puntos muertos, debido a que ocasionan el efecto de estancamiento por supuesto estas recomendaciones son difíciles de aplicar cuando la red es a base de líneas abiertas.

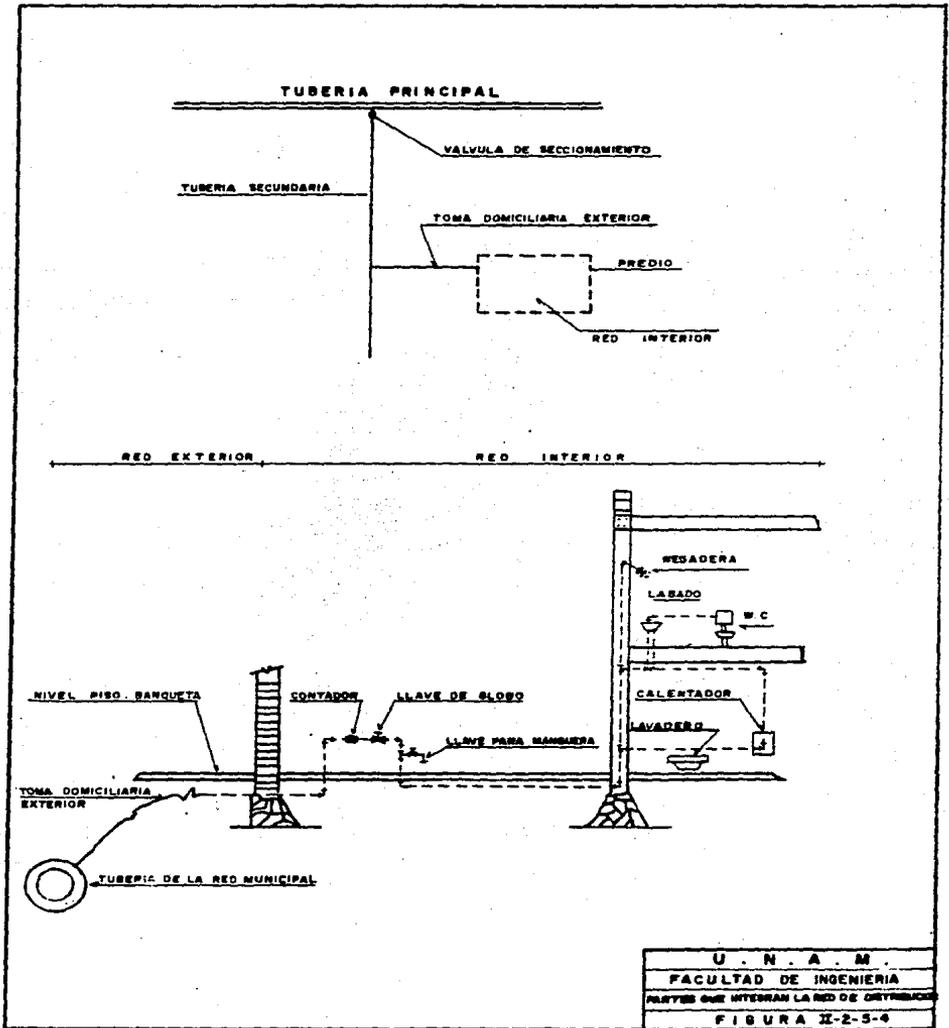
Cuando la topografía es accidentada y la población es de trazas irregulares que no permite formar un circuito con la tubería principal, la red se denomina "línea abierta" (Ver Figura -- II.2.5.3).

Este tipo de red es el adecuado para la población a la que nos estamos refiriendo en la presente tesis, ya que la presión que se dispone en cualquier punto de la red debe ser suficiente para suministrar una determinada cantidad de agua, así como puede observarse la importancia que tiene la planeación de la red de distribución dentro de un abastecimiento, no sólo es el trazo de la línea troncal y la de relleno, sino los materiales que forman a la tubería, (válvulas y piezas especiales) que en todo caso tienen un comportamiento distinto; pudiendo significar esto que la planeación es la parte de todo proyecto que no cae en procesos rutinarios como podría serlo el cálculo estrictamente hidráulico (Ver Figura II.2.5.4).



61

|                                 |
|---------------------------------|
| U . N . A . M .                 |
| FACULTAD DE INGENIERIA          |
| RED ABIERTA O DE REMIFICACIONES |
| SUCESIVAS FIGURAS 2-5-3         |



## C A P I T U L O   I I I

### E S T U D I O   T O P O G R A F I C O

#### 3.1 RECONOCIMIENTO.

Para el inicio de cualquier trabajo de topografía, el primer paso a seguir es hacer el reconocimiento del terreno (visita física al lugar), para definir los métodos topográficos adecuados en la elaboración de cualquier proyecto a realizar.

El reconocimiento que se realiza para este trabajo se hace con el fin de elegir los métodos y procedimientos topográficos - adecuados para la elaboración del proyecto de agua potable de la localidad de Coyuxtlahuac, en el cual se hace un recorrido en su totalidad de la población, para tomar en cuenta los detalles especiales como son: pendientes del terreno, cruces de arroyos, --

barrancas, puentes, etc. Al terminar el reconocimiento y analizar el itinerario concluimos que el tipo de poligonal de apoyo - que se trazará para que envuelva en su totalidad la mancha urbana es la que definimos como "Poligonal Envolvente".

Para el levantamiento de esta poligonal elegimos el método de ángulos interiores, medidos con tránsito de aproximación de - 1' (un minuto), y las distancias con cinta; y para la altimetría se opto por el método conocido como nivelación diferencial, el - método de nivelación de perfil para los ejes del trazo.

En la complementación del levantamiento topográfico del po blado se vió la necesidad de implementar una red de poligonales interiores o de "relleno", las cuales se levantarán por ángulos interiores y las distancias con cinta apoyadas en los vértices de la poligonal "envolvente".

Posteriormente definimos en el campo aproximadamente el - - itinerario del eje del trazo de la línea de conducción, partiendo del lugar propuesto del tanque hasta llegar a la captación con - el propósito de ligar este trazo con la poligonal "envolvente."

En este recorrido se concluyó que el trazo del eje de la lí nea se hará por el método de conservación de acimutes, siendo el más adecuado para este tipo de poligonal abierta, ya que se pueden verificar los resultados obtenidos directamente en campo.

Se decidió hacer la ubicación de una red de bancos de nivel que en lo subsecuente, y durante la ejecución de los levantamien-

tos y las obras que se utilicen para control de este proyecto.

A esta red de bancos de nivel se les dió la elevación a partir del banco de nivel de elevación conocida dada por SARH.

Se nos recomendó que se fueran dando cadenamientos en puntos claves para sondeos, aforos, bancos de material, etc., así como una orientación astronómica al principio de la línea de conducción.

El reconocimiento nos sirvió también para determinar el tiempo necesario que se tomará en realizar el trabajo.

Este tiempo lo determinamos de la siguiente manera:

Para un terreno accidentado sin vegetación y cintazos de 5 a 10 m. tenemos un avance diario de 0.6 km. por brigada.

Para terreno poco accidentado con vegetación exuberante y cintazos que varían de 10 a 15 km. tenemos un avance diario de 0.5 km. también por brigada.

Para terreno plano con poca vegetación calculamos un avance de 1 km. por día, igualmente por brigada.

Y para un terreno plano sin vegetación se dió un avance diario de 1.5 km.

En base a estos avances determinamos el tiempo empleado en el trazo de la línea de conducción y el poblado, tomando en cuenta lo disperso que se encuentren las casas que lo componen.

Esto nos conduce a realizar el trabajo en el tiempo adecua-

do para el trazo en general. Una vez obtenidos los tiempos se tuvo que aumentar un 40% de imprevistos y así protegernos de las fechas de entrega.

Los imprevistos que se tomaron en cuenta son: la lluvia, el transporte, las descomposturas, mantenimiento y revisión de aparatos, problemas que se pueden presentar con los habitantes del poblado en sus afectaciones, etc.

En nuestro caso las afectaciones no se tomaron en cuenta - porque en los terrenos donde paso la línea de conducción son comunales.

En la línea de conducción se siguió una línea preliminar - buscada por el jefe de la brigada de localización, en donde se fueron dando puntos de acuerdo a las pendientes que nos autorizó SAHOP; en ésta se determinó la elevación previamente del punto - de la captación por medio de un alfilero debidamente comparado.

Como la línea de conducción, es por gravedad, el Jefe de - la Brigada tuvo que ir descendiendo a partir del punto de captación, al sitio del tanque de regularización, esto se hizo con un clisfímetro. De donde el observador se colocó precisamente encima de la cota redonda inmediata inferior al de captación, con lo -- cual tenemos que la nueva cota de observación fue la cota redonda del propio punto, más la altura del ojo del observador.

La distancia se cadeneo a pasos, debido a que se necesitaba aproximar las pendientes y deflexiones por donde deberá pasar el

trazo de la línea de conducción.

Enseguida el observador se para en el punto (cuya distancia al origen ha sido medida) y vuelve a leer en el estadal una lectura igual a la cota de observación, menos la cota buscada, que es una cantidad constante.

Para hacer la lectura en el estadal se tuvo que mover sobre el alineamiento.

Las pendientes buscadas no están restringidas a las recomendadas por SAHOP, debido a que muchas veces lo accidentado del terreno no lo permitió; cuando ésto sucede en que la pendiente es demasiado fuerte y no se tiene ninguna alternativa en campo, se deja a criterio del proyectista, para que por medio de las cajas rompedoras de presión se contrarreste la pendiente del proyecto.

La línea preliminar de conducción estuvo compuesta de -- XXIV vértices, a la cual se les asignaron números romanos y se recomendó que se trazará primero, debido a que es el inicio del proyecto ya que de aquí depende el sistema de agua a utilizar - (gravedad o bombeo).

### 3.2 LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO.

Antes de comenzar el levantamiento planimétrico se organizaron las brigadas y se eligió equipo y material.

Las brigadas de campo se formaron de la siguiente manera:

- Un jefe de brigada.
- Un Ing. Topógrafo y Geodesta.
- Un Auxiliar de Ing. Topógrafo y Geodesta (anotador y -- aparateró).
- Cadeneros.
- Peones.

Funciones de los integrantes de la Brigada.-

- Jefe de Brigada.- Es un Ing. Topógrafo y Geodesta, localizador, se encarga de dar puntos claves que en lo posible tuviera el 100% de visibilidad, es decir, indicar por donde debe pasar el trazo de la línea de la poligonal; su trabajo es muy importante desde el punto de vista económico, de él depende en -- gran parte el que la línea lleve la orientación adecuada y se -- apegue a las necesidades de la obra, las pendientes más convenientes y el alineamiento, etc.

- Ing. Topógrafo y Geodesta Trazador, es el profesional - que se encarga del trazo de la poligonal utilizando un tránsito para leer ángulos horizontales, dar alineamientos, estacando la línea, poniendo puntos con trompos y tachuelas en los vértices y opera de acuerdo a las indicaciones de las especificaciones del

anteproyecto.

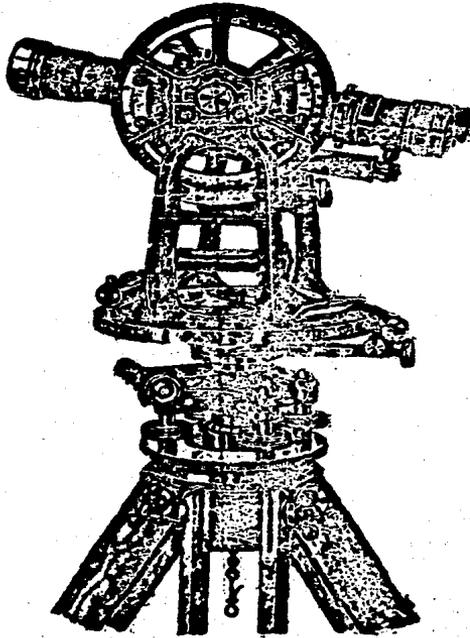
- Auxiliar de Ing. Topógrafo y Geodesta.- El auxiliar es la persona que se encarga de llevar el registro de campo, dibujar los croquis orientados en la libreta de campo y en algunos trabajos ocupa el lugar de Ing. Topógrafo y Geodesta, cuando éstos tienen un grado de dificultad menor.

- Cadenero.- Estas personas juegan un papel muy importante en las mediciones con cinta de acero y plomadas, dada la importancia de su trabajo se requirió de toda su dedicación y atención.

- Peones.- Son las personas que se encargan de abrir brechas, hacer las estacas y trompos, clavarlas en los vértices y puntos donde las requiera el Ing. Topógrafo y Geodesta; además se ocuparon para ayudar en cualquier momento.

El equipo y material que utilizamos en la brigada para llevar a cabo el levantamiento planimétrico fue el siguiente:

- Tránsitos de 1' de aprox. (Ver Fig. III.2.A)
- Cintas metálicas de 30 m.
- Plomadas de 18 onzas.
- Machetes.
- Estadales.
- Palas.
- Narros o macetas.



|                             |
|-----------------------------|
| U . N . A . M .             |
| FACULTAD DE INGENIERIA      |
| TAGUIMETRO PARA INGENIEROS  |
| CON SOPORTE EN FORMA DE UY  |
| LIMBO TAGUIMETRICO (STADIA) |
| FIGURA XXX-2-A              |

- Martillos.
- Clavos.
- Pintura de aceite.
- Picos.
- Camioneta.
- Altimetro.
- Libreta de tránsito.
- Libreta de nivel.
- Clisfmetro,
- etc.

Al iniciar el levantamiento de cualquier poligonal es conveniente verificar las siguientes condiciones geométricas del tránsito o del nivel según lo que se utilice.

En nuestro caso utilizamos el tránsito tradicional de 1' de aproximación, y sus condiciones geométricas son:

- a) La directriz del nivel del limbo horizontal es perpendicular al eje vertical o azimutal.
- b) Los hilos de la retícula son perpendiculares a los ejes respectivos; por construcción los hilos son perpendiculares entre sí.  
Si lo son, el instrumento está bien, sino se procede a hacer el ajuste como lo indican los manuales.
- c) La línea de colimación debe ser perpendicular al eje horizontal o de altura.

- d) El eje de alturas es perpendicular al eje azimutal o vertical.
- e) Ajuste del nivel unido al telescopio, la directriz del nivel y la línea de colimación deben ser paralelas. Esta condición es indispensable cuando se va a ejecutar una nivelación trigonométrica o estadimétrica.

Aunque lo que a continuación se describe no es una condición geométrica pero es bueno tener cuidado que no exista el error de paralaje en el anteojo, se comprueba al enfocar un objeto y si cambia de posición con respecto a la retícula, al moverse el observador en el campo del ocular. Hay error de paralaje. Se corrige ajustando el enfoque de la retícula y del objetivo que es lo que produce el defecto óptico.

Terminada la revisión de las condiciones y hechos los ajustes necesarios al instrumento, se inicia el trazo de las poligonales.

### 3.2.1 Trazo de la Poligonal "Abierta".

Obtenida la línea preliminar como se menciona en el capítulo 3.2, se procede a trazarla, utilizando el método que a continuación se describe.

El trazo definitivo es el de conservación de azimut siguiendo

do el sistema de operación vuelta de campana para ver atrás en posición inversa, adelante en posición directa y siempre leyendo en un mismo vernier. O sea se niveló el aparato en la estación (I) y con el anteojo en posición directa se orientó a la estación (II) para medir con un vernier el azimut del primer lado. Enseguida conservando en el vernier esta lectura, se traslada el aparato a la estación siguiente (II) en donde se centra y se nivela. Una vez que se tiene listo, se visa a la estación (I en posición inversa quedando el anteojo sobre la línea cuyo azimut se tiene marcado. Para volver el anteojo en posición directa y lograr que el aparato quede en una posición paralela a la que tuvo en el punto de atrás, quedando el cero orientado al Norte después dejamos fija la graduación (movimiento general apretado) aflojamos el tornillo del movimiento particular para visar a la estación (III) y leer en el vernier del tránsito el azimut de la línea orientada (II - III) y así continuamos recorriendo la poligonal ordenadamente en cada uno de sus vértices.

En los vértices de la poligonal se utilizaron marcas de color rojo en donde no se pueden clavar trompos, estacas o pedazos de varilla y para su señalamiento fue la misma. En cada uno de estos vértices se tomaron cuatro referencias para que en cualquier momento que desaparezca el vértice pueda restablecerse (Ver Croquis de referencia III.2.B.)

En esta poligonal se utilizó la brújula del aparato para sacar el rumbo de la primera línea orientada (I - II) y el rumbo



del último tramo (XIII -XXIV), ésto se hizo con el fin de obtener mayor seguridad en el trabajo de campo y comprobar (Ver registro de Campo III.2.B.)

Las distancias de los vértices, referencias de los mismos, los cadenamientos de 20 en 20 m. se midieron con una cinta de -- acero.

La medida se efectuó de la siguiente manera:

Colocando el trompo o una baliza en cada uno de los extremos de la línea por medir, se pone horizontalmente la cinta entre el cadenero que va adelante y el contra-cadenero (el que va atrás) ambos avanzaron con el asa del longímetro en su mano derecha y la baliza en la izquierda.

Cuando se avanza la longitud del longímetro, el contra-cadenero avisa al cadenero para que éste se detenga alineando al cadenero, visando la baliza delantera. El cadenero da la tensión necesaria al longímetro cuando el contra-cadenero hizo coincidir el cero del longímetro con la marca del trompo. Después aviso según lo convenido, mide y marca un punto en el terreno para colocar el nuevo trompo. Así se continua hasta terminar de medir la distancia entre cada vértice; para los bancos de préstamo se cadeneo de la manera antes mencionada.

Al terminar el trazo de la poligonal abierta se llevó a cabo una orientación astronómica al principio de la poligonal para orientar la línea (I-II) con el fin de obtener más calidad y pro-

fesionalismo en las direcciones de las líneas de la poligonal. - Para el trabajo que realizamos recurrimos a una dirección Norte Sur fija e invariable, ajena a las perturbaciones magnéticas, este Norte invariable fue el Norte Astronómico y lo obtuvimos por medio de una orientación astronómica realizada con un teodolito T-2.

#### Orientación Astronómica.-

Antes de describir el método que se utilizó para la ejecución de la orientación astronómica, fue necesario conocer los -- conceptos fundamentales de la Astronomía de Posición.

##### A) Esfera Celeste.

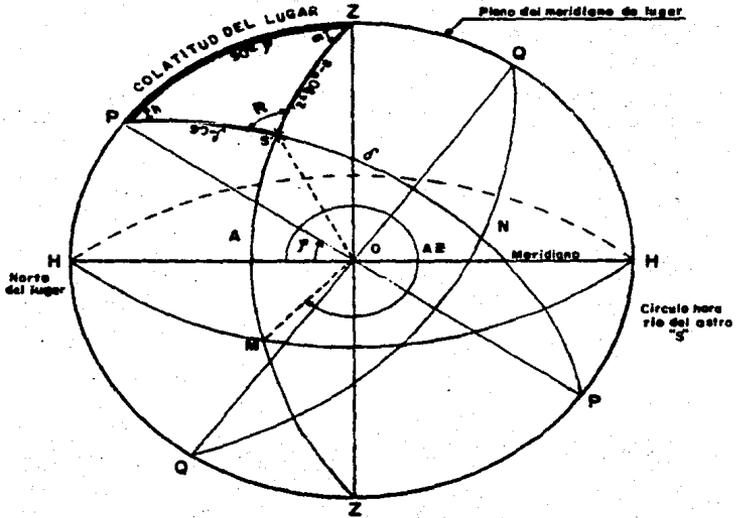
Esfera.- Es una figura sólida determinada por una superficie curva, cuyos puntos exteriores equidistan de uno interior llamado centro; la distancia del centro a cualquier punto de la superficie es el radio, y toda línea recta que cruce a la esfera se le llama diámetro.

La intersección de cualquier plano con la esfera es un círculo, y si el plano pasa por el centro es un círculo máximo, éste divide a la esfera en dos partes iguales - llamadas hemisferios (Ver Figura III.3.C)

##### B) Triángulo Astronómico.

El triángulo astronómico es el formado por tres arcos de círculo máximo de la esfera celeste, los tres vértices - son:

# ESFERA CELESTE



El Polo Norte, el Zenit y el "Astro", los tres lados - son los complementos de la latitud ( $90^\circ - \phi$ ), de la de clinación ( $90^\circ - \delta$ ) y de la altura del mismo astro -- ( $90^\circ - h$ ) que es la distancia zenital. Ver Fig.III.2.D.

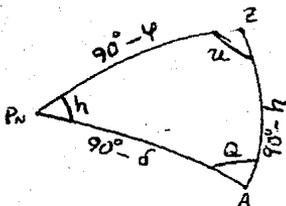


Fig.III.2.D.

donde:

U: azimut en Z

h: Angulo Horario en Pn

Q: Angulo paraláctico en T

$90^\circ - \phi$ : colatitud.

$90^\circ - h$ : distancia zenital

$90^\circ - \delta$ : distancia polar -  
(co-declinación)

Los ángulos del triángulo son: El azimut "u", el Angulo Horario "h" y el Angulo "Q" llamado Angulo Paraláctico.

### C) Sistema de Coordenadas.

Para situar puntos sobre la superficie de la Tierra y - puntos sobre la esfera celeste, se utilizan sistemas de coordenadas que tienen como base el plano del Ecuador - como se describe a continuación:

Las coordenadas horizontales están referidas a dos planos al horizonte y al plano meridiano, cuyos elementos son las distancias zenital y azimutal.

El azimut o ángulo diedro cuya arista es la línea Z Z'

formado por el meridiano del lugar y el círculo máximo ZSMZ' llamado plano vertical del astro (o círculo vertical del astro).

La segunda coordenada es la altura del astro sobre el horizonte medida por el arco SM y por SOM, su complemento es el arco SZ llamado distancia zenital del astro.

Las coordenadas ecuatoriales el plano normal de la línea de los polos corta a la esfera celeste en un círculo máximo Q'Q', llamado Ecuador, se llama círculo horario del astro S al círculo máximo que pasa por el astro y por los polos. Las coordenadas son el Angulo Horario o sea el diedro cuya arista es PP' y cuyos planos son el meridiano y el horario del astro que designamos como H en nuestra Figura III.2.C.

La segunda coordenada es la declinación o sea el arco de círculo horario comprendido entre el astro y el Ecuador se le designa con la letra  $\delta$  y es SN en nuestra Figura III.2.C Su complemento es el arco de círculo horario SP llamada distancia polar del astro.

Coordenadas terrestres. -

Las coordenadas nos sirven para fijar la posición de un punto en la superficie de la Tierra por medio de la latitud y la longitud.

La latitud se calcula o se cuenta sobre el meridiano --

terrestre y pasa por el punto de observación.

Se llama meridiano terrestre a la intersección con la superficie de la Tierra de un plano que pasa por los polos terrestres, se cuenta a partir del Ecuador Terrestre, de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  siendo Norte del Ecuador hacia el Polo Norte y Sur del Ecuador hacia el Polo Sur, esta latitud es igual a la altura del Polo Celeste sobre el horizonte.

La longitud, es el ángulo diedro formado por dos meridianos terrestres, tomando uno como origen y el otro el que pasa por el punto de la Tierra que se considere. Este meridiano es el origen que pasa por el Observatorio de --- Greenwich , en Inglaterra y es oriental (la longitud) u occidental según el punto en que esté situado al oriente del meridiano del origen, y se cuenta de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$ .

Para la determinación del rumbo astronómico de la línea uno dos (I-II) fue necesario hacer tres series de observaciones astronómicas al Sol, cuya finalidad es la de obtener las coordenadas ortogonales del levantamiento topográfico, el método utilizado en la SAHOP es el de "alturas absolutas" del Sol en dos posiciones.

Los pasos que se siguieron en el terreno, para efectuar la orientación astronómica son:

1. Se centra y nivela el teodolito en el vértice No. 1, bisectando el hilo de la plomada del vertice No. II, -

haciendo coincidir el índice del vernier con el "cero" de la graduación.

2. Posteriormente se fija el tornillo del movimiento general, enseguida se afloja el tornillo de movimiento particular y haciendo un giro en el sentido de las manecillas del reloj se dirige la visual hacia el Sol.
3. Se observa el Sol en posición directa, y sobre una tarjeta que se coloca atrás del ocular del instrumento, se hace tangencia el Sol con los hilos de la retícula en el primer cuadrante, anotando la hora y los valores de la tangencia, ésto se observa tres veces en el mismo cuadrante y esta se realizó en la mañana (Ver hoja de Registro)
4. A continuación, se gira tanto el anteojo sobre el eje de alturas como la alidada, para que en posición inversa se haga la tangencia al Sol en el tercer cuadrante, anotando la hora de observación y los valores angulares de los círculos horizontales y verticales, haciendo tres observaciones para completar la primera serie.
5. Una serie de observaciones se hace en un período de tiempo no mayor a 7' min. para orientaciones de tercer orden o topográficas.
6. Después de hacer la última observación en posición inversa, se visa el hilo de la plomada del vértice No. II, -

para anotar el valor angular del círculo horizontal, - el que fue de  $180^\circ$  lo que indica que durante la observación del aparato no se movió (Ver Figura de Registro).

7. Finalmente, se anotó el valor angular del rumbo magnético de la línea I-II, utilizando para tal efecto una brújula.

La discrepancia máxima admisible entre el promedio de los valores obtenidos en las tres series fue de 1 min. lo cual indica que las observaciones están dentro de tolerancia para trabajos topográficos.

Como recomendación cualquiera que sea la posición de la línea por orientar, siempre el movimiento del aparato se hará hacia la derecha.

Enseguida se tiene el Registro de Campo que se llevó durante la observación (Figura III.2.E)

### 3.2.2 Trazo de la Poligonal "Envolvente"

La poligonal envolvente se trazo por el centro de las calles del poblado, formada por 20 vértices más 2 que nos sirvieron para ligarlas con la poligonal abierta (línea de conducción) los números que se ocuparon en los vértices de esta poligonal son arábigos y se marcaron por medio de un pedazo de varilla en

| SERIE | POSICION<br>CIRCULO V. | OBJETO<br>VISADO | TIEMPO   | CIRCULO HORIZONTAL | CIRCULO<br>VERTICAL |
|-------|------------------------|------------------|----------|--------------------|---------------------|
| 1     | I                      | SEÑAL            | —————    | 00° 00' 00"0       | —————               |
|       | I                      | SOL +            | 10 34 00 | 216 15 22.8        | 49 52 07.9          |
|       | I                      | SOL +            | 10 35 00 | 216 21 36.4        | 49 41 57.2          |
|       | I                      | SOL +            | 10 36 00 | 216 43 06.2        | 49 33 27.0          |
|       | D                      | SOL +            | 10 39 00 | 327 56 27.4        | 310 13 22.0         |
|       | D                      | SOL +            | 10 40 00 | 328 16 20.4        | 310 23 32.0         |
|       | D                      | SOL +            | 10 41 00 | 328 26 19.4        | 310 32 36.9         |
|       | D                      | SEÑAL            | —————    | 179 59 42.2        | —————               |

| SERIE | POSICION<br>CIRCULO V. | PUNTO<br>VISADO | TIEMPO   | CIRCULO HORIZONTAL | CIRCULO<br>VERTICAL |
|-------|------------------------|-----------------|----------|--------------------|---------------------|
| 11    | I                      | SEÑAL           | —————    | 00° 00' 00"0       | —————               |
|       | I                      | SOL +           | 10 45 30 | 218 56 10.2        | 48 03 24.2          |
|       | I                      | SOL +           | 10 46 30 | 219 11 06.5        | 47 55 03.8          |
|       | I                      | SOL +           | 10 47 30 | 219 25 06.0        | 47 45 29.5          |
|       | D                      | SOL +           | 10 50 30 | 330 04 11.8        | 312 01 08.2         |
|       | D                      | SOL +           | 10 51 30 | 330 17 24.1        | 312 09 39.0         |
|       | D                      | SOL +           | 10 52 30 | 330 31 36.8        | 312 18 46.9         |
|       | D                      | SEÑAL           | —————    | 179 59 36.7        | —————               |

Observe : RAMIREZ MENDEZ EDUARDO  
 Lugar : COYUXTLANHUAC  
 Fecha : 27/ENERO 1983

Estación : VERTICE I  
 Aparato : T-2  
 Aproximación : DE 1"0

|                                  |
|----------------------------------|
| U . N . A . M .                  |
| FACULTAD DE INGENIERIA           |
| REGISTRO DE CAMPO                |
| PARA UNA ORIENTACION ASTRONOMICA |
| FIGURA III-2-E                   |

la cual para su referencia se señalo con pintura roja.

Para este tipo de poligonal se utilizo el método de ángulos interiores utilizando la medida de ángulos por reiteraciones, -- donde se determina por diferencia de direcciones el ángulo.

Los ángulos horizontales son internos debido a que trazamos la poligonal envolvente al contrario de las manecillas del reloj y los ángulos se midieron en el sentido de las manecillas del reloj.

Para la obtención de origen de las direcciones se tomaron - en cuenta el número de series que se van a hacer, lo anterior se representa mediante la fórmula siguiente:  $\frac{360}{n}$

donde:

n: es el número de series que se observa en cada vértice - 360°. Es la graduación del círculo horizontal.

En el trabajo que realizamos se hicieron dos series por estación siendo sus orígenes cada una de ellas las que a continuación calculamos:  $\frac{360^\circ}{2} = 180^\circ$

Para la primer serie su origen fue de 00°00' y para la segunda se comenzó por 180°00' como origen (Ver Registro de Campo III.2.E).

La forma como se tomaron las direcciones de la serie es a la estación (III) visamos en posición directa a la estación (II) -

LIBRETA 1

ESTADO: G.R.O.

MUNICIPIO: MILCOZANCA.

LUGAR: COYUNTLANAC

TRABAJO: TRAZO DE LA

APARATO: TRANSITO TOTAL

APROXIMACION DE MINUTO

OPERADOR: E. RAMIREZ

POLIGONAL ENCLAVANTE.

| FOLIA | EST. | P.V. | Posición | ↻        | DIST. |
|-------|------|------|----------|----------|-------|
| 1     | 3    | 2    | D        | 00° 00'  | 50.24 |
|       |      | 4    | D        | 180 00   | 52.20 |
|       |      | 4    | I        | 360 00   |       |
|       |      | 2    | I        | 180 00   |       |
| 11    | 3    | 2    | I        | 180° 00' |       |
|       |      | 4    | I        | 360 00   |       |
|       |      | 4    | D        | 180 00   |       |
|       |      | 2    | D        | 00 00    |       |
| 3     | 2    | D    | D        | 00 00'   |       |
|       |      | a    | D        | 48° 28'  |       |
|       |      | b    | D        | 160 10'  |       |
|       |      | c    | D        | 205 25'  |       |
|       |      | d    | D        | 281 00'  |       |

(III-2.F)

para poner el vernier en ceros apretamos el movimiento general, enseguida alfojamos el movimiento particular y visamos a la estación (IV) se aprieta el movimiento particular y con el tangencial del particular se lleva exactamente al punto para después leer el ángulo.

A continuación se da vuelta de campana y se gira  $180^\circ$  para tener el instrumento en posición inversa y visar a la estación (IV) para leer en el vernier la dirección, después se gira el aparato al contrario de las manecillas del reloj hasta encontrar la estación (II) (Ver Registro de Campo III.2.F.

Teniendo hecha la primer serie, el origen de la segunda es de  $180^\circ$ , y así continuamos con el procedimiento antes mencionado hasta recorrer todos y cada uno de los vértices de la poligonal envolvente. Al ir midiendo los ángulos de los vértices de las esquinas que forman las manzanas, se fijan por radiaciones donde se repiten hasta dos veces las lecturas para dar la misma posición a la ubicación de las manzanas. Las distancias se midieron con mucho cuidado debido a que de ellas depende la medida real del terreno.

Una vez levantada la poligonal se suman todos los ángulos interiores de los vértices de la misma y se comparan con la condición de cierre angular de  $\sum \text{int} = 180^\circ (n-2)$  que es la fórmula para ángulos interiores de un polígono cerrado donde:

$n$  = número de vértices.

Al comparar esta condición con la suma de los ángulos medidos se vió que existía una discrepancia, que fue menor que la tolerancia calculada con la siguiente fórmula:

$$T = \pm 1' \sqrt{N}$$

donde:

T: tolerancia.

1': aproximación del aparato.

n: número de ángulos observados.

En tal caso, si la discrepancia calculada hubiera resultado mayor que la tolerancia, tendríamos que repetir el trabajo.

La distancia de vértice a vértice se midió con cinta de acero cadeneada hasta dos veces.

### 3.2.3 Trazo de las Poligonales de Relleno o Interiores.

Para el trazo de las poligonales de relleno se procedió de la siguiente manera:

De acuerdo a la poligonal envolvente nos centramos en el vértice 8 visando con cero grados cero minutos al vértice 7, aflojamos el movimiento particular y giramos hasta encontrar el vértice 9, midiendo tanto el ángulo como su distancia; nos trasladamos al vértice 9 y visamos al vértice 8 en cero grados cero minutos, aflojado el tornillo particular giramos a la derecha hasta visar el vértice 10, midiendo tanto el ángulo como su dis

tancia. Se repite el procedimiento hasta llegar al vértice 11, en el cual se midió el ángulo a la derecha (10-11-12-14) para poner en función del rumbo el lado 11-12, y de forma parecida medimos todas las poligonales interiores verificando sus respectivos cierres angulares, etc. Y Así damos por terminado el levantamiento para seguir con el cálculo de las mismas en el gabinete.

### 3.3 LEVANTAMIENTO ALTIMETRICO.

La altimetría tiene por objeto determinar la diferencia de alturas entre dos puntos del terreno.

Las alturas de los puntos se toman sobre diversos planos de comparación siendo el más común de ellos el del nivel del mar a las alturas de los puntos sobre esos planos de comparación se les llama cota, elevación o altura.

La elevación del banco de nivel del poblado de Tlapa, establecido por la SARH en la entrada de la puerta de la iglesia, se llevó hasta la Capilla del Poblado de Coyuxtlahuac, por medio de una nivelación diferencial, esto nos permitió saber la diferencia de alturas entre estos dos puntos.

La nivelación diferencial que se realizó en este trabajo, fue la de distancias largas en donde los puntos están muy distantes uno de otros y con obstáculos intermedios, el desnivel se obtuvo repitiendo la operación cuantas veces fue necesario, para ello utilizamos puntos intermedios, llamados puntos de liga (PL) y se va llevando así por la ruta mejor posible, hasta llegar al punto final. Para saber si se baja o se sube utilizamos la siguiente regla (Ver Figura III.2.G.)

Sí  $\epsilon$  atrás  $>$   $\epsilon$  adelante: se subió al ir de un punto al otro.

Sí  $\epsilon$  atrás  $<$   $\epsilon$  adelante: se bajó al ir de un punto al otro.

El método utilizado fue el de doble altura de aparato, ya -

que para comprobar que el desnivel estuvo correcto, la suma de los valores obtenidos deberán ser casi iguales  $\pm$  una pequeña diferencia que está dada por:

$$T = 0.01\sqrt{K},$$

donde:

K = número de kilómetros recorridos.

T = diferencia aceptada o tolerancia.

La diferencia de las sumas positivas y sumas negativas nos dió el desnivel:  $\Sigma (+) - \Sigma (-) = \text{desnivel}$ .

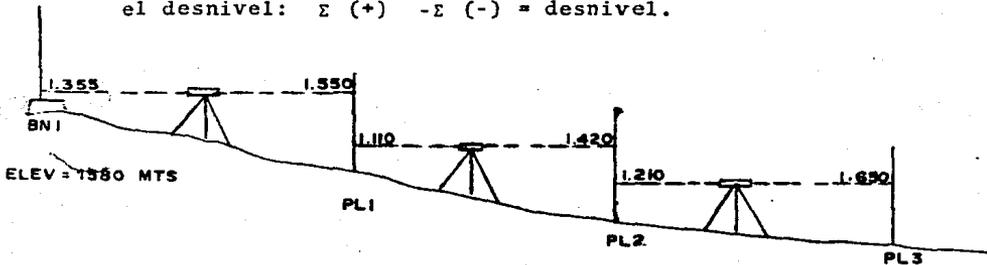


FIG. III.3.G.

| P V             | LECT (+)     |          | LECT (-)     | COTAS     |
|-----------------|--------------|----------|--------------|-----------|
| BN <sub>1</sub> | 1.355        | 1581.355 |              | 1580 mts. |
| PL <sub>1</sub> | 1.110        | 1580.915 | 1.550        | 1579.805  |
| PL <sub>2</sub> | 1.210        | 1580.705 | 1.420        | 1579.495  |
|                 | <u>3.675</u> |          | <u>1.650</u> | 1579.055  |
|                 |              |          | <u>4.620</u> |           |

$$\begin{aligned} \text{DESNIVEL} &= 1580.000 \\ &\quad 1579.055 \\ &\quad \hline &= 0000.945 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DESNIVEL} &= \text{LECT (+)} + \text{LECT (-)} \\ &3.675 + (-4.620) = -0.945 \end{aligned}$$

Una vez que se ha obtenido la elevación del  $\text{BN}_2$ , puesto en el poblado de Coyuxtlahuac, se realizó otra nivelación diferencial para dar elevación a todos los vértices de la poligonal de apoyo y de relleno, como se describe a continuación.

La Nivelación Diferencial que se efectuó fue para distancias cortas y largas:

Para distancias cortas.- La nivelación se lleva a cabo cuando se elige un lugar donde se puede poner el aparato de modo que puedan verse desde éste los dos estadales colocados en sus respectivos vértices y si la distancia del aparato a ellos no se excede de la calculada se obtiene la aproximación deseada. El desnivel se obtuvo simplemente por la diferencia de lecturas de los vértices como se muestra en la figura III.3.H donde la distancia de vértice a vértice es menor de 100m.

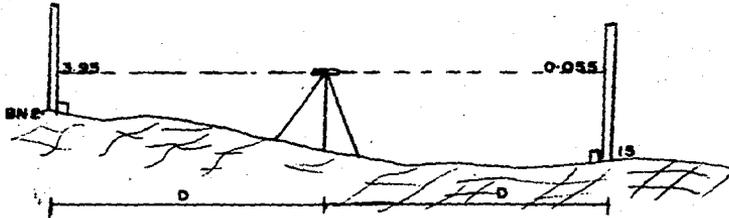


Fig. III.3.H.

| PV              | LECT (+) |  | LECT (-) | COTAS    |
|-----------------|----------|---|----------|----------|
| BN <sub>2</sub> | 3.95     | 1 666.855   |          | 1662.905 |
| 36              |          |   | 0.055    | 1666.80  |

Cuando las distancias fueron largas se aplica el método antes mencionado en la nivelación diferencial, que se realizó de Tlapa a Alcozauca.

Para la Nivelación del Trazo de la Poligonal Abierta se llevó a cabo la nivelación de Perfil, que tiene por objeto determinar las cotas de los puntos de distancias conocidas sobre el trazo.

El procedimiento que se siguió es semejante al de la Nivelación Diferencial donde se dieron las mismas indicaciones y se tomaron las precauciones respectivas.

La diferencia estriba en que, en cada posición del aparato entre puntos de liga se toman también lecturas en los vértices del trazo establecido, colocando el estadal en el terreno pues es el dato que se necesita y las lecturas en ellas no requieren la aproximación, ni cuidados que se tienen para cuando se lee en bancos o puntos de liga que son el control de la nivelación.

Para los puntos de liga algunos fueron puntos del trazo --

siempre y cuando reunieran los requisitos necesarios.

La nivelación de perfil se realizó por el trazo de la poligonal abierta a partir de la estación XXIV (que es el lugar del tanque) hasta la captación (Estación I).

Al realizar la nivelación se fueron cadeneando tramos de 20m. de longitud sobre el trazo y se dejaron bancos de nivel con la elevación calculada a cada 500m., así como su respectivo cadenamiento. Estos bancos de nivel están referenciados y se encuentran en partes visibles para que en cualquier momento se puedan localizar. Para comprobar en campo la nivelación de Perfil, se realiza la nivelación diferencial por los (PL) de BN. la cual nos dá un error cuyo valor máximo aceptable es el de la tolerancia fijada.

Esta precisión para estos trabajos depende de varios factores básicamente:

- el aparato que se utilice.
- cuidado y experiencia del nivelador.
- temperatura, que afecta a los estadales.
- rayos solares, afectan al nivel.
- cansancio del Nivelador,
- etc.

Por lo anterior es recomendable trabajar en días nublados, ya que son los más convenientes para nivelar, pues además de evitar lo antes citado, la visibilidad será más uniforme en todas -

las direcciones, sin sombra ni contrastes fuertes, haciendo visuales más largas.

Para nuestro trabajo el error dependió en gran parte del número de puestas de aparato. Es mayor el error en terrenos accidentados que en terrenos planos, donde se requiere de menos cambios de aparato, lo cual indica que las visuales de atrás y adelante se puedan ir haciendo iguales, ésto fué muy importante para este trabajo.

Para los puntos de apoyo se tuvo un error medio, que se puede admitir con la siguiente tolerancia:

$$\text{Tolerancia} = \pm 0.02M\sqrt{P}$$

En este caso P = el número de kilómetros recorridos de uno a otro punto.

Con esto no es necesario regresar a comprobar la nivelación.

El procedimiento para el trabajo de campo fue el mismo que se llevó a cabo en la Nivelación Diferencial, lo único que aumentaron fueron los puntos intermedios. (Ver Registro de Campo III.3.J.) Se parte del BN<sub>3</sub>, en donde se encuentra una elevación de 1678.25 metros, obtenida por medio de la nivelación diferencial anterior realizada en la poligonal envolvente.

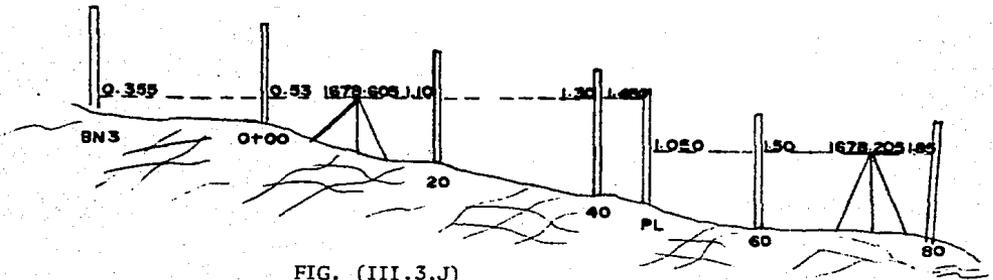


FIG. (III.3.J)

| P. V.           | LECT(+) |          | LECT(-) | P.L. | COTAS   |
|-----------------|---------|----------|---------|------|---------|
| BN <sub>3</sub> | 0.355   | 1678.605 |         |      | 1678.25 |
| 0+00            |         |          | 0.53    |      | 1678.08 |
| 20              |         |          | 1.10    |      | 1677.51 |
| 40              |         |          | 1.30    |      | 1677.31 |
| PL <sub>1</sub> | 1.05    | 1678.205 |         | 1.45 | 1677.16 |
| 60              |         |          | 1.50    |      | 1676.71 |
| 80              |         |          | 1.85    |      | 1676.36 |

#### Secciones Transversales del Eje de la Línea.

Para el seccionamiento transversal de la línea se realizó - por medio de un nivel de mano donde se levantó una sección transversal a cada 20 m. en campo; el procedimiento consistió en lo siguiente:

- Se determinó como primer paso la altura del ojo del observador esto se lleva a efecto en un lugar visiblemente plano, en donde colocamos el estadal frente y lo más --

cercano posible al observador.

- b) El observador se coloca encima de la estaca y determina en una u otra forma la cota de observación, como se describe a continuación:

La cota de la estaca más la lectura atrás (+) o bien, - la cota de la estaca más la altura del ojo del observador.

- c) Una vez determinada la cota de observación fue necesario restarle a esta la cota cerrada inmediata superior e inferior de la cota de la estaca y procedemos a leer en el estadal, que deberá moverse sobre la línea de la sección transversal, hasta poder leer las diferencias de lecturas calculadas y de esa manera se determina la posición de la cota redonda inmediata superior e inferior a la cota de la estaca original colocada sobre el eje.
- d) Si la sección transversal es descendente a partir de la estaca central, los movimientos que se tuvieron que hacer fueron los siguientes:

El observador se coloca precisamente encima del punto de cota redonda inmediata inferior al de la cota del eje; la nueva cota de observación será: la cota redonda del propio punto más la altura del ojo del observador.

Para determinar la cota redonda el estadalero fue buscando la posición sobre el alineamiento de la sección para que el

observador haga la lectura correspondiente, en ese momento el estadal se encuentra sobre la cota redonda buscada.

Siguiendo el mismo procedimiento, el observador se para en el nuevo punto (cuya distancia al origen ha sido medida) y vuelve a leer en el estadal una lectura igual a la cota de observación menos la cota buscada, que será ya una cantidad constante, de esta manera, se sigue el procedimiento hasta abarcar la zona que debe levantarse (20 a 50m.) del eje.

Cuando fue ascendente el terreno se hizo que el observador se fuera moviendo hacia arriba hasta encontrar una lectura tal en el estadal que sea igual a la cota redonda buscada, más la altura del observador restada de la cota redonda. Enseguida se procede a encontrar la cota redonda siguiente cuya lectura en el estadal es constante y se repite el procedimiento hasta agotar la distancia horizontal.

#### Nivelación Trigonométrica.-

Para los detalles, casos especiales, nivelación de sardines de las casas, etc., se aplicó una nivelación trigonométrica, en la cual las distancias se miden estadimétricamente por ser un levantamiento rápido y de poca precisión, adecuado para zonas extensas, además de que no requiere de mucho detalle; este procedimiento esta basado en la lectura que se observa sobre una regla graduada limitada por la separación de los hilos de la retícula-

de un anteojo; la separación entre hilos generalmente es fija y para ello se requiere de dos visuales: la horizontal y la inclinada.

La visual horizontal se determina con la distancia entre el aparato y la regla graduada o estatal (Ver Figura III.3.K.), en la cual aparece un corte de anteojo lo más elemental posible donde (A) representa la lectura en el estatal entre hilos y paralelo al hilo horizontal de la retícula del tránsito, con estos elementos se utiliza el tránsito como taquímetro, la diferencia de la lectura de los hilos sirve para determinar la distancia horizontal, deduciéndose de la siguiente manera:

A = lectura en el estatal.

De los triángulos semejantes que se observaron en la Fig. III.3.K tenemos que:

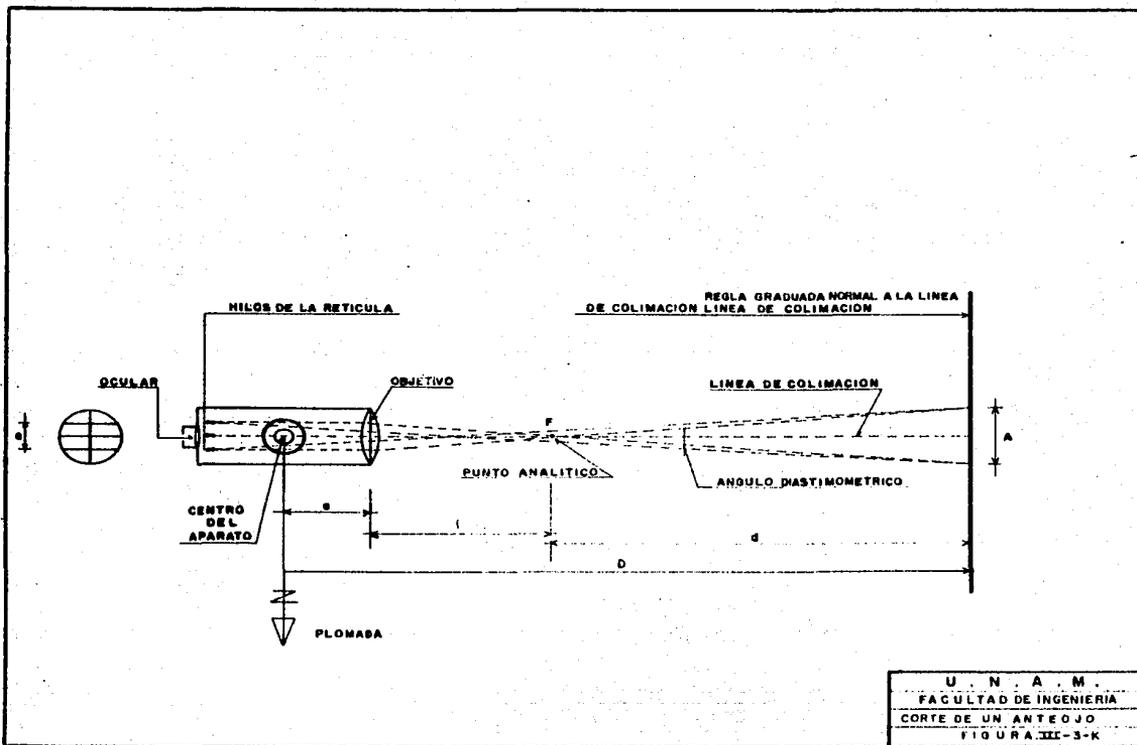
$$\frac{d}{A} = \frac{f}{a} \dots\dots\dots (1)$$

De (1) despejamos d:

$$d = \frac{f}{a}A \dots\dots\dots (2)$$

En donde  $\left(\frac{f}{a}\right)$  es una constante del aparato llamada constante C.

Esta constante grande la substituímos en la ecuación (2) y nos queda:  $d = CA \dots\dots\dots (3)$



La constante chica (c) esta representada de la siguiente manera:

$$f + e = c \dots\dots\dots (4)$$

De la figura III.3.K se tiene que:

$$D = d + f + e \dots\dots\dots (5)$$

Substituyendo (3) y (4) en (5) obtenemos la fórmula:

$$\underline{D = CA + c}, \text{ fórmula básica para la estadia.}$$

En esta fórmula C es la constante de estadia, si es 100 entonces la separación de los hilos es igual a la centésima parte de la distancia focal principal.

La suma (f + c) es la constante del instrumento y esta determinada por el tamaño del anteojo y la potencia de la lente. En nuestro caso hubo necesidad de determinar la constante del aparato para saber en que condiciones trabajamos.

Las observaciones se hicieron en un terreno plano, con el objeto de que la línea de colimación quede perpendicular a la regla graduada, para que cumpla con las condiciones geométricas de la fórmula de estadia, dicha constante se obtiene por tanteos, como se describe a continuación.

Se miden 4 distancias (80, 120, 160 y 200 m.) con cinta de acero, a partir del centro del aparato y se calcula (C) aproximadamente desapareciendo la (c) chica de la fórmula de estadia:

$$D = CA + c$$

Pero como la  $c = 0$

$D =$  distancias.

$C =$  constante del aparato.

$A =$  lectura en el estadal.

Se despeja la constante grande quedando de la siguiente manera:

$$C = \frac{D}{A}$$

Siendo esta la fórmula que define la constante grande del aparato. Para nuestro caso la constante es 100 de fabricación, por lo que se deduce que una lectura en el estadal de un centímetro equivale a un metro de distancia.

Visual inclinada: para obtener la distancia horizontal y el desnivel es necesario conocer la lectura en el estadal ( $A$ ) y el ángulo de inclinación ( $\alpha$ ) para aplicar las fórmulas que se deducen a continuación (Ver Fig. III.3.L.)

$$\text{Si } \cos \alpha = \frac{1/2A'}{1/2A} = \frac{-2A'}{2A} = \cos \alpha = \frac{A'}{A}$$

De donde  $A' = A \cos \alpha$

Donde:

$A' =$  lectura en el estadal imaginario inclinado normal a la línea de colimación.

$A =$  lectura en el estadal real vertical.

$h =$  altura del aparato sobre el terreno.



De la expresión anterior tenemos que:

$$A \cos \alpha = A' \dots\dots\dots (1)$$

Sí consideramos el estadal normal a la línea de colimación, tenemos que:

$$D' = CA' + C \dots\dots\dots (2)$$

(Distancia Inclínada)

Pero como el estadal siempre se pone a plomo, se tiene que  $A' = A \cos \alpha$ ; y  $D = D' \cos \alpha \dots\dots\dots (3)$

Al substituir (1) y (3) en la (2), tenemos lo siguiente:

$$D' = CA' + c$$

$$\frac{D}{\cos \alpha} = CA \cos \alpha + c$$

$$D = \cos \alpha [(CA \cos \alpha) + c]$$

$$D = CA \cos^2 \alpha + c \cos \alpha \quad \text{Fórmula para el cálculo de la distancia horizontal.}$$

Tomando el triángulo que forma el eje de altura del aparato a la altura del estadal y la distancia del aparato al estadal tenemos que:

$$\tan \alpha = \frac{H}{D}$$

Se despeja H:

$$D \tan \alpha = H$$

Ahora substituyendo el valor de D, nos queda:

$$(CA \cos^2 \alpha + C \cos \alpha) \tan \alpha = H$$

$$(CA \cos^2 \alpha + C \cos \alpha) \frac{\tan \alpha}{\cos \alpha} = H$$

$$CA \cos \alpha \operatorname{Sen} \alpha + c \operatorname{Sen} \alpha = H$$

Aplicando un artificio matemático nos queda:

$$2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha = \operatorname{sen} 2\alpha$$

$$\operatorname{Sen} \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2} \operatorname{sen} 2\alpha$$

---


$$\frac{1}{2} CA \operatorname{Sen} 2\alpha + C \operatorname{Sen} \alpha = H$$


---

Siendo esta la fórmula para calcular el desnivel.

La actividad topográfica se efectuó con un aparato de 1' de aproximación en el cual se desprecia la (C) chica, de todas estas fórmulas que hemos presentado eliminando los términos que la continen siempre y cuando esta constante sea menor de 10 cm. ya que la aproximación con que se trabaja con estadia es de 1 de címetro.

Este tipo de información acerca de las diferencias de nivel se pueden conseguir mediante determinaciones trigonométricas basadas en mediciones de ángulos verticales, método frecuentemente llamado "nivelación trigonométrica". En ésta los ángulos verticales se miden a partir del horizonte o a partir del cenit.

La nivelación se lleva a cabo de la siguiente manera: se centra el aparato en la estación (3) se nivela correctamente, en seguida se manda a un ayudante a poner la plomada sobre la estación (2) a donde se dirige la visual para colocar el vernier horizontal en  $00^{\circ}00'$ , en seguida se coloca el estadal a un lado de la estaca (2) ya sea adelante o tras con el propósito de no moverla y así prever errores angulares que nos causen problemas al centrado del aparato.

Una vez teniendo el estadal vertical en la estación (2) se determina la distancia inclinada, la altura de la señal y se observa la lectura de los ángulos horizontal y vertical. Utilizando el movimiento particular se fue visando verticalmente el estadal en las partes accidentadas del terreno, así como en las casas dispersas y boca calles, arboles o cualquier otro elemento importante para el proyecto.

La nivelación trigonométrica que se realiza para este tipo de trabajo no necesita de las siguientes correcciones, como son: refracción y curvatura, puesto que por las condiciones mismas del trabajo, los errores introducidos por estos efectos son mínimos como se ve en el efecto por refracción para  $k = 1\text{km.}$ ; se obtiene  $R = 1\text{ cm.}$  por curvatura se tiene que  $H = 1\text{cm.}$  en la práctica las visuales máximas no sobrepasan los 300 m., debido a las características ópticas de los aparatos empleados y hora que se trabaja.

Es importante conocer las diferencias de nivel entre los diversos puntos de un terreno al cual se le puede asignar un plano de referencia o una altura arbitraria que sirva de base para calcular las cotas de dichos puntos.

Antes de comenzar los trabajos de cálculo, ordenamos los datos tomados en campo y así obtenemos en base a ellos las dimensiones o cantidades que nos van a servir para dibujar los puntos en el plano utilizando las siguientes fórmulas:

$$DN = \frac{1}{2} K A \text{ Sen}^2 \phi$$

$$DH = KA \text{ Cos}^2 \phi$$

### 3.4 CALCULO DE LA ORIENTACION ASTRONOMICA.

Sí partimos del triángulo astronómico obtenemos las siguientes tres fórmulas fundamentales de trigonometría esférica y de ellas es posible deducir todas las que tienen aplicaciones en la astronomía práctica por la ley de los cosenos.

$$\text{Cos } h = \text{cos } z \text{ cos } t + \text{Sen } z \text{ Sen } t \text{ cos } H \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Cos } z = \text{cos } t \text{ cos } h + \text{Sen } t \text{ sen } h \text{ cos } \mu \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Cos } t = \text{cos } h \text{ cos } z + \text{sen } h \text{ cos } z \text{ cos } Q \dots\dots\dots (3)$$

Sí llamamos:

$$h = (90^\circ - \delta)$$

$$z = (90^\circ - \phi)$$

$$t = (90^\circ - \psi)$$

De la figura del triángulo astronómico substituyendo en las ecuaciones ((1), (2) y (3) la h, z y t, por su valor, se tiene de la ecuación (1):

$$\begin{aligned} \text{Cos } (90^\circ - \delta) &= \text{cos } (90^\circ - \phi) \text{ cos } (90^\circ - \psi) + \text{Sen } (90^\circ - \delta) \\ &\text{Sen } (90^\circ - \psi) \text{ cos } H \end{aligned}$$

Reduciendo términos, se tiene:

$$\text{Sen } \delta = \text{Sen } \phi \text{ sen } \psi + \text{cos } \delta \text{ cos } \psi \text{ cos } H \dots\dots\dots (4)$$

de la ecuación (2):

$$\text{Cos } (90^\circ - \delta) = \text{Cos } (90^\circ - \psi) \text{ Cos } (90^\circ - \delta) + \text{Sen } (90^\circ - \psi) \text{ Sen } (90^\circ - \delta) \text{ cos } \mu$$

Reduciendo términos tenemos:

$$\text{Sen } \delta = \text{Sen } \phi \text{ Sen } h + \text{Cos } \phi \text{ Cos } h \text{ Cos } \mu \dots\dots\dots (5)$$

Y la ecuación (3):

$$\text{Cos } (90^\circ - \phi) = \text{Cos } (90^\circ - h) \text{ Cos } (90^\circ - \delta) + \text{Sen } (90^\circ - h) \text{ Sen } (90^\circ - \delta)$$

$$\text{Cos } Q$$

Reduciendo términos nos queda:

$$\text{Sen } \phi = \text{Sen } h \text{ Sen } \delta + \text{Cos } h \text{ Cos } \delta \text{ Cos } Q \dots\dots\dots (1)$$

De la ecuación (5) se tiene:

Sen  $\delta = \text{Sen } \phi \text{ Sen } h + \text{Cos } \phi \text{ Cos } h \text{ Cos } \mu$ , despejamos a Cos  $\mu$ :

$$\text{Cos } \mu = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } \phi \text{ Sen } h}{\text{Cos } \phi \text{ Cos } h} \dots\dots\dots (7)$$

Para satisfacer esta ecuación, es necesario conocer los --  
elementos que en ella intervienen:

Z = distancia zenital.

$\delta$  = declinación.

$\phi$  = altura.

La obtención de cada uno de éstos, es como sigue:

Las series se calcularon independientemente una de otra así como las correcciones de refracción, paralaje, calculo de la declinación y azimut.

En el método de "alturas absolutas" el azimut está en función de la latitud ( $\phi$ ), declinación ( $\delta$ ) y distancia ( $Z$ ).

La fórmula empleada fue:

$$\cos u = \frac{c}{D} = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Cos } \phi \text{ Cos } Z}{\text{Cos } \phi \text{ Sen } Z} \dots\dots\dots (8)$$

1.- La Distancia zenital se determinó de la siguiente forma:

Para la obtención de la distancia zenital verdadera es necesario la corrección por paralaje y refracción.

a) Paralaje.- Esta corrección tiene por objeto reducir las observaciones hechas en la superficie de la Tierra al centro de ella, y se define como el ángulo que subtienende el radio de la Tierra desde el astro considerado, este ángulo es muy pequeño cuando el astro considerado es una estrella y en cambio, es relativamente grande para astros cercanos, como la Luna y el Sol. En cambio los azimutes y ángulos horizontales no son afectados por la paralaje; pues estos son medidos entre planos verticales que necesariamente pasan por el centro de la Tierra.

La fórmula que se utiliza para la corrección de paralaje es

$$P = 8.8'' \text{ Sen } Z$$

Donde:

$Z$  = distancia zenital.

Para la primer distancia zenital tenemos  $49^{\circ} 39' 40'' 2$ , que -  
 substituyendo en la fórmula de la paralaje tenemos:

$$P = 8.8'' \text{ Sen } 49^{\circ} 39' 40'' 2$$

$$P = 8.8'' (0.7622297)$$

$$P = 6'' 70$$

b) Corrección por Refracción.

Los rayos de luz emanados por un astro, al penetrar a la atmósfera terrestre, sufre una desviación y llegan al ojo del observador después de haber seguido una trayectoria curva.

La fórmula que se aplica para esta corrección es:

$$R = 60'' 6 \text{ tg } z \frac{P'}{762} \times \frac{1}{1+0.004(t)}$$

Donde:

$$Z = 49^{\circ} 39' 40'' 2$$

$$P' = 796 \text{ mm.}$$

$$T = 20^{\circ}$$

Dando un resultado de  $00^{\circ} 01' 09'' 0$  de corrección por refracción, la distancia zenital verdadera de la primera serie se obtuvo con los datos conocidos.

|                          |   |                              |
|--------------------------|---|------------------------------|
| $49^{\circ} 39' 40'' 2$  | Z |                              |
| + 01 9'' 0               |   | Corrección por Refracción    |
| - 00 6.70                |   | Corrección por paralaje      |
| $49^{\circ} 40' 42'' 50$ |   | Distancia zenital verdadera. |

## 2.- Declinación.

La declinación se determinó mediante los siguientes pasos:

|  |  |
|--|--|
| 10 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> .0 | Promedio general de la observación                                       |
| 12 12 48.0   | Hora del paso del Sol por el Meridiano<br>90° de W.G.; el 27/Enero/1981. |
| <hr/>  |  |
| 01 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> .0 | INTERVALO  |
| 1.5883333  | INTERVALO DECIMAL.   |
| +39''33  | Variación Horaria en Declinación   |
| -18°22'44''00                                      | Declinación del Sol a su paso por el Meridiano 90° al WG                 |
| <hr/>  |  |
| 01'02''47  | Corrección por Variación Horaria en la Declinación = (39''33x1.5883333)  |
| -18°21'41''53                                      | DECLINACION AL OBSERVAR.   |

## 3.- Cálculo de la Latitud.

El valor de la latitud se obtuvo de una carta geográfica de la zona, siendo su valor de 17° 23'.

De lo contrario, podríamos calcularla por medio de la ecuación (6):

$$\text{Sen } \phi = \text{Sen } h \text{ Sen } \delta + \text{Cos } h \text{ Cos } \delta \text{ Cos } Q$$

Donde se tiene que:

$$\text{Cot } Q = \frac{B \times \text{Cos } am}{A_2 - A_1}$$

Para:

$A_1$  : primera altura verdadera.

$A_2$  : segunda altura verdadera.

$A_m$  : altura media verdadera.

$\beta$  : angulo horizontal entre las dos observaciones.

$\delta$  : delinación del Sol en el momento medio de las dos observaciones.

$Q$  : angulo paraláctico.

Finalmente, conocidos todos los datos que satisfacen la ecuación (8), se tiene:

$$\cos A_2 = \frac{\text{Sen } \delta - \text{Sen } \phi \cdot \text{Cos } Z}{\text{Cos } \phi \cdot \text{Sen } Z}$$

Datos:

$$\phi = 17^\circ 23'$$

$$\delta = 18^\circ 21' 41'' 53$$

$$Z = 49^\circ 40' 42'' 50$$

Substituyendo valores en la ecuación (8):

$$\begin{aligned} \cos A_2 &= \frac{\text{Sen } (-18^\circ 21' 41'' 53) - \text{Sen } (17^\circ 23') \text{ Cos } (49^\circ 40' 42'' 50)}{\text{Cos } (17^\circ 23') \text{ Sen } (49^\circ 40' 42'' 50)} \\ &= \frac{-0.315011965 - (0.298763202) (0.647076291)}{(0.954327275) (0.762425257)} \\ &= \frac{-0.315011965 - 0.19332258}{0.727603218} \end{aligned}$$

$$\cos A_2 = \frac{-0.508334545}{0.727603218} = -0.698642518$$

$\text{Cos Az} = 134^{\circ}19'05''5$  (Para la primera serie)

Este cálculo corresponde al azimut del Sol para encontrar el azimut de la línea se tiene las siguientes consideraciones.

Para el azimut del Sol, se sumaron  $360^{\circ}$  por haberse observado en la mañana y restado a este resultado el valor angular del círculo horizontal y así obtener el azimut de la línea:

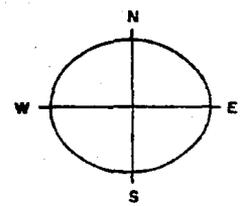
$$\begin{array}{r}
 A_z \text{ Sol} = 134^{\circ}19'05''5 \\
 + \quad \underline{360^{\circ}} \\
 \quad 494^{\circ}19'05''5 \\
 - \quad \underline{272^{\circ}19'52''1} \quad \text{Círculo Horizontal} \\
 \quad 221 \ 59 \ 15.4 \quad \text{Az de la línea (I - II).}
 \end{array}$$

Así mismo se calcularon las otras dos series para que el promedio final de las tres fuera de  $22^{\circ}00'00''$ , el azimut astronómico con un rumbo de  $S \ 42''00'W$  de la línea (I-II).

Observar la planilla de cálculo de la orientación astronómica (III.2.M)

# CALCULO DE ORIENTACION ASTRONOMICA (86)

POBLADO = COYUNTLANHUAC      MPIO = TIAPA      EDO. = QUERETERO  
 OBSERVO = EDUARDO RAMIREZ MENDEZ      FECHA = 27 ENERO 1983  
 LATITUD = 17° 23'      LONGITUD = 98° 20'      R. M. O.

| SERIE       | EST.  | P. V. | C. HORIZONTAL OB. | HORA DEL CENTRO<br>HORA DE OBSERV. | C. VERTICAL | C R O Q U I S<br><br> |
|-------------|-------|-------|-------------------|------------------------------------|-------------|---|
| I           | I     | SOL   | 272 20 53.1       | 10 37 30.0                         | 49 39 45.55 |   |
|             | I     | SOL   | 272 18 58.4       | 10 37 30.0                         | 49 39 12.60 |   |
|             | I     | SOL   | 272 19 46.8       | 10 37 30.0                         | 49 40 02.50 |   |
|             | SUMAS |       |                   | 816 51 36.0                        | 31 52 30.0  | 148 59 00.77  |
| PROMEDIOS = |       |       | 272 19 52.1       | 10 37 30.0                         | 49 39 40.22 |   |
| II          | I     | SOL   | 274 43 53.5       | 10 49 00.0                         | 47 52 18.70 |   |
|             | I     | SOL   | 274 44 15.3       | 10 48 30.0                         | 47 52 42.40 |   |
|             | I     | SOL   | 274 44 38.9       | 10 49 00.0                         | 47 52 10.65 |   |
|             | SUMAS |       |                   | 824 12 47.7                        | 32 26 30.0  | 143 37 11.80  |
| PROMEDIOS = |       |       | 274 44 15.9       | 10 48 50.0                         | 47 52 23.90 |   |
| III         | I     | SOL   | 277 37 07.4       | 11 02 30.0                         | 45 58 32.60 |   |
|             | I     | SOL   | 277 37 25.0       | 11 02 30.0                         | 45 58 17.00 |   |
|             | I     | SOL   | 277 38 05.7       | 11 02 30.0                         | 45 58 34.15 |   |
|             | SUMAS |       |                   | 832 52 38.1                        | 33 07 30.0  | 137 55 23.8   |
| PROMEDIOS = |       |       | 277 37 32.7       | 11 02 30.0                         | 45 58 27.9  |   |

OBSERVACIONES:  
 TEODOLITO: T-7  
 APROXIMACION: 0.1"  
 CRONOMETRO: CIARCO

| CALCULO DE LA DECLINACION.                                  |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|
|   | 1ª SERIE    | 2ª SERIE    | 3ª SERIE    |
| PROMEDIO GENERAL DE LA HORA DE LA OBSERVACION               | 10 37 30.0  | 10 48 50.0  | 11 02 30.0  |
| HORA DEL PASO DEL SOL POR EL MERIDIANO DE 90° W. G.         | 12 12 48.0  | 12 12 48.0  | 12 12 48.0  |
| ECUACION DEL TIEMPO   | 02 08 39.0  | 01 57 18.0  | 01 43 58.0  |
| VARIACION HORARIA EN DECLINACION                            | 59.33       | 39.33       | 59.33       |
| DECLINACION DEL SOL A SU PASO POR EL MERIDIANO DE 90° W. G. | -18 23 44.0 | -18 23 44.0 | -18 23 44.0 |
| CORR. POR VAR. HOR. EN DECLINACION                          | 01 24.5     | 01 16.9     | 01 07.9     |
| DECLINACION DEL SOL A LA HORA DE LA OBSERVACION             | -18 22 19.7 | -18 22 27.1 | -18 22 36.1 |

| CALCULO DE LA ALTURA VERDADERA |            |            |            |
|--------------------------------|------------|------------|------------|
|                                | SERIE 1    | SERIE 2    | SERIE 3    |
| DISTANCIA ZENITAL APARENTE     | 49 39 40.2 | 47 52 23.9 | 45 58 27.9 |
| ALTURAS APARENTES              |            |            |            |
| CORRECCION POR REFRAC.         | +01 09.0   | +01 04.7   | +01 00.6   |
| CORRECCION POR PARALAJE        | -6.7       | -6.5       | -6.3       |
| ALTURAS VERDADERAS             | 49 30 42.5 | 47 53 22.1 | 45 59 22.2 |

| CALCULO DEL AZIMUT   |                    |             |             |             |
|--|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| FORMULA<br><br>$\cos A_z = \frac{C \cdot \text{sen} \phi \cdot \text{sen} \psi \cdot \cos Z}{D}$ | SEN $\delta$       | -0.31501876 | -0.3152216  | -0.315263   |
|  | SEN $\psi$         | 0.2987632   | 0.2987632   | 0.2987632   |
|  | COS $\epsilon$     | 0.6470765   | 0.6705629   | 0.6947902   |
|  | C                  | -0.5085102  | -0.5155612  | -0.5228408  |
|  | COS $\phi$         | 0.9543273   | 0.9543273   | 0.9543273   |
|  | SEN $z$            | 0.7624255   | 0.7418526   | 0.7192125   |
|  | D                  | 0.7276035   | 0.7079702   | 0.6863641   |
|  | COS $A_z$          | -0.0988859  | -0.7282244  | -0.7617345  |
|  | $A_z$              | 134 20 15.1 | 136 44 15.9 | 139 37 08.7 |
|  | CIRCULO HORIZONTAL | 272 19 52.1 | 274 44 15.9 | 277 37 32.7 |
| AZIMUT ASTRONOMICO   | 222 00 23.0        | 222 00 00.0 | 221 59 36.0 |             |
| RUMBO ASTRONOMICO  | 42 00 23.0         | 42 00 00.0  | 41 59 36.0  |             |
| RUMBO ASTRONOMICO PROMEDIADO   | S42°00'W           |             |             |             |

CALCULO: EDUARDO RAMIREZ MENDEZ

REVISO:

### 3.5 CALCULO DE LA POLIGONAL ABIERTA (LINEA DE CONDUCCION).

El cálculo se inició a partir de la estación (I) por tener la línea (I-II) orientada, de la cual conocemos el rumbo y su azimut. Para ello aplicamos el procedimiento que a continuación describimos:

Con los azimutes se calculan las proyecciones, teniendo -- cuidado de que los signos lleven los senos y cosenos, en los diferentes cuadrantes para colocar las proyecciones en los cuadrantes que les corresponden, para evitar ésto reducimos los azimutes y rumbos y los colocamos directamente.

El método práctico para calcular rumbos por deflexiones es solamente con restar de  $180^\circ$  el ángulo interior o restarle  $180^\circ$  al ángulo. Si el ángulo es mayor de  $180^\circ$  la deflexión es derecha y la izquierda en caso contrario.

Si el lado de partida tiene un rumbo NE ó SW sumese la deflexión derecha y restese la izquierda. Si la suma es mayor de  $90^\circ$  tomese el suplemento y cambiese la N por S o viceversa. Si al hacer la resta resulta negativa y mayor que  $90^\circ$ , tó-mese el suplemento y cambiese las dos letras. Si es menor que  $90^\circ$  cambiese la E por W o viceversa.

Quando el rumbo de la línea de partida sea NE ó SW restese la deflexión derecha y sumese la izquierda y se cambian -- las letras, según se explico al hablar de los otros cuadrantes.

## Cálculo de los Rumbos:

|                |   |                |   |                  |
|----------------|---|----------------|---|------------------|
| Rumbo I-II     | S | 42°00'         | W |                  |
| Deflex. Der.   |   | <u>12°05'</u>  | = | (192°05') - 180° |
| Rumbo II-III   | S | 54°05'         | W |                  |
|                |   | <u>00°00'</u>  | = | (180°00') - 180° |
| Rumbo III-IV   | S | 54°05'         | W |                  |
| Deflex. Der.   |   | <u>21°30'</u>  | = | (201°30') - 180° |
| Rumbo IV-V     | S | 75°35'         | W |                  |
| Deflex. Der.   |   | <u>21°30'</u>  | = | (201°30') - 180° |
|                |   | 97°05'         |   |                  |
|                |   | <u>179°60'</u> |   |                  |
| Rumbo V-VI     | N | 82°55'         | W |                  |
| Deflex. Der.   |   | <u>25°00'</u>  | = | (205°00') - 180° |
| Rumbo VI-VII   | N | 57°55'         | W |                  |
| Deflex. Izq.   |   | <u>25°00'</u>  | = | (155°00') - 180° |
| Rumbo VII-VIII | N | 82°55'         | W |                  |
| Deflex. Izq.   |   | <u>30°00'</u>  | = | (150°00') - 180° |
|                |   | 112°55'        |   |                  |
|                |   | <u>179°60'</u> |   |                  |
| Rumbo VIII-IX  | S | 67°05'         | W |                  |
| Deflex. Izq.   |   | <u>30°00'</u>  | = | (150°00') - 180° |
| Rumbo de IX-X  | S | 37°05'         | W |                  |
| Deflex. Der.   |   | <u>-42°00'</u> | = | (222°00') - 180° |
| Rumbo X-XI     | S | 79°05'         | W |                  |
| Deflex. Iz.    |   | <u>27°30'</u>  | = | (152°30') - 180° |
| Rumbo XI-XII   | S | 51°35'         | W |                  |

|                     |              |                |             |        |
|---------------------|--------------|----------------|-------------|--------|
|                     | Deflex. Izq. | <u>9°30'</u>   | = (170°30') | - 180° |
| Rumbo XII-XIII      |              | S42°05'W       |             |        |
|                     |              | <u>00°00'</u>  | = (180°00') | - 180° |
| Rumbo de XIII-XIV   |              | S42°05'W       |             |        |
|                     |              | <u>00°00'</u>  | = (180°00') | - 180° |
| Rumbo XIV-XV        |              | S42°05'W       |             |        |
|                     |              | <u>00°00'</u>  | = (180°00') | - 180° |
| Rumbo de XV-XVI     |              | S42°05'W       |             |        |
|                     | Deflex. Izq. | <u>10°00'</u>  | = (170°00') | - 180° |
| Rumbo de XVI-XVII   |              | S32°05'W       |             |        |
|                     | Deflex. Izq. | <u>20°00'</u>  | = (160°00') | - 180° |
| Rumbo de XVII-XVIII |              | S12°05'W       |             |        |
|                     | Deflex. Izq. | <u>-24°00'</u> | = (156°00') | - 180° |
| Rumbo XVIII-XIX     |              | S11°55'E       |             |        |
|                     | Deflex. Izq. | <u>36°30'</u>  | = (143°30') | - 180° |
| Rumbo XIX-XX        |              | S48°25'E       |             |        |
|                     | Deflex. Izq. | <u>13°00'</u>  | = (167°00') | - 180° |
| Rumbo XX-XXI        |              | S61°25'E       |             |        |
|                     | Deflex. Izq. | <u>6°00'</u>   | = (174°00') | - 180° |
| Rumbo de XXI-XXII   |              | S67°25'E       |             |        |
|                     |              | <u>00°00'</u>  | = (180°00') | - 180° |
| Rumbo de XXII-XXIII |              | S67°25'E       |             |        |
|                     | Deflex. Der. | <u>12°00'</u>  | = (192°00') | - 180° |
| Rumbo de XXIII-XXIV |              | S55°25'E       |             |        |

Este método fue muy práctico porque la poligonal es abierta y larga con ángulos próximos a los  $180^\circ$ .

Una vez calculados todos los rumbos del vértice I al XXIV y revisadas las distancias procedemos a calcular la Plantilla (III. 2.N).

En nuestra plantilla aparecen ángulos, rumbos, distancias horizontales y utilizando la calculadora obtuvimos los valores de los senos y cosenos que multiplicados por la distancia nos dan las proyecciones.

**CALCULO DE COORDENADAS DE LA POLIGONAL ABIERTA**

**POBLADO:**

**MUNICIPIO:**

| EST.  | P.V.  | RUMBO    | DIST.  | PROYECCIONES |       |     |        | COORDENADAS |         | VERTICE |
|-------|-------|----------|--------|--------------|-------|-----|--------|-------------|---------|---------|
|       |       |          |        | + N          | - S   | + E | - W    | Y           | X       |         |
|       | I     |          |        |              |       |     |        | 2000.00     | 2000.00 | I       |
| I     | II    | S 42°00W | 44.93  |              | 33.39 |     | 30.06  | 1966.61     | 1969.94 | II      |
| II    | III   | S 54 05W | 96.00  |              | 56.31 |     | 77.75  | 1910.30     | 1892.19 | III     |
| III   | IV    | S 54 05W | 30.00  |              | 17.60 |     | 24.30  | 1892.70     | 1867.89 | IV      |
| IV    | V     | S 75 35W | 28.00  |              | 06.97 |     | 27.12  | 1885.73     | 1840.77 | V       |
| V     | VI    | N 82 55V | 125.00 | 15.41        |       |     | 124.05 | 1901.14     | 1716.72 | VI      |
| VI    | VII   | N 57 55W | 41.00  | 21.78        |       |     | 34.74  | 1922.92     | 1681.98 | VII     |
| VII   | VIII  | N 82 55V | 35.00  | 4.32         |       |     | 34.73  | 1927.21     | 1647.25 | VIII    |
| VIII  | IX    | S 67 05W | 51.00  |              | 19.86 |     | 46.98  | 1907.38     | 1600.27 | IX      |
| IX    | X     | S 37 05W | 23.00  |              | 18.35 |     | 13.87  | 1889.03     | 1586.40 | X       |
| X     | XI    | S 79 05W | 145.00 |              | 27.46 |     | 142.38 | 1861.57     | 1444.02 | XI      |
| XI    | XII   | S 51 35W | 28.00  |              | 17.40 |     | 21.94  | 1844.17     | 1422.08 | XII     |
| XII   | XIII  | S 42 05W | 73.00  |              | 54.18 |     | 48.93  | 1789.99     | 1373.15 | XIII    |
| XIII  | XIV   | S 42 05W | 66.00  |              | 48.98 |     | 44.25  | 1741.01     | 1328.92 | XIV     |
| XIV   | XV    | S 42 05W | 43.00  |              | 31.91 |     | 28.82  | 1709.10     | 1300.10 | XV      |
| XV    | XVI   | S 42 05W | 45.00  |              | 33.40 |     | 30.16  | 1675.70     | 1269.94 | XVI     |
| XVI   | XVII  | S 32 05W | 105.00 |              | 88.96 |     | 55.77  | 1586.74     | 1214.17 | XVII    |
| XVII  | XVIII | S 12 05W | 42.00  |              | 41.07 |     | 8.79   | 1545.67     | 1205.38 | XVIII   |
| XVIII | XIX   | S 11 55E | 36.00  |              | 35.22 |     |        | 1510.45     | 1212.81 | XIX     |
| XIX   | XX    | S 48 25E | 31.00  |              | 20.57 |     |        | 1489.88     | 1236.00 | XX      |
| XX    | XXI   | S 61 25E | 32.50  |              | 15.55 |     |        | 1474.33     | 1264.54 | XXI     |
| XXI   | XXII  | S 67 25E | 51.00  |              | 19.59 |     |        | 1454.74     | 1311.63 | XXII    |
| XXII  | XXIII | S 67 25E | 35.00  |              | 13.44 |     |        | 1441.30     | 1343.95 | XXIII   |
| XXIII | XXIV  | S 55 25E | 50.00  |              | 28.38 |     |        | 1412.92     | 1385.12 | XXIV    |
| XXIV  | 1     | S 61 35W | 102.00 |              | 48.54 |     | 89.71  | 1364.38     | 1295.41 | 1       |
| 1     | 2     | S 75 50W | 46.00  |              | 11.26 |     | 44.60  | 1353.12     | 1250.81 | 2       |
| 2     | 3     | S 83 20W | 51.00  |              | 5.92  |     | 50.66  |             |         |         |

**U. N. A. M.**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CALCULO DE POLIGONAL ABIERTA**  
**FIGURA III. 2. N.**

### 3.6 CALCULO DE LA POLIGONAL ENVOLVENTE O CERRADA.

Para el cálculo de la poligonal envolvente se procedió de la siguiente manera:

- a) Comprobación del cierre angular de la poligonal.
- b) Calculo de los rumbos de la poligonal.
- c) Promedio de las distancias medidas con cinta, se pasaron las distancias y rumbos calculados a la planilla.

- a) Comprobación del Cierre Angular.

Como se midieron ángulos interiores en la poligonal cerrada se tomó la siguiente condición:

$$S = 180 (n - 2)$$

donde:

S = suma.

n = número de lados.

Cómo es lógico que al sumar los ángulos medidos en campo no nos dió igual que el resultado de la condición sino que existió una pequeña discrepancia, debido a que el valor de cada ángulo no es el valor exacto, sino el número más aproximado que fue posible determinar.

La discrepancia que existió entre la suma teórica y la encontrada fue de 1.5 de cierre angular, debe de ser menor que la cantidad máxima permitida o tolerable.

Este cierre angular se prorratea, de la siguiente manera, la discrepancia se dividió entre el número de vértices resultando una constante la cual se suma o se resta según el signo del cierre angular. Y así es como se compensaron los ángulos.

b) Cálculo de los Rumbos.

Teniendo los ángulos compensados procedimos a calcular los rumbos, para los cuales se utilizó el siguiente procedimiento, si el rumbo dado está en los cuadrantes NE ó SW al ángulo horizontal se suma el rumbo dado.

$$H + R = C$$

Si el rumbo dado está en los cuadrantes NW ó SE, al ángulo horizontal se resta el rumbo dado.

$$H - R = C$$

La cantidad C, es un ángulo contado en el mismo sentido en que fueron medidos los ángulos horizontales.

Y a partir del extremo opuesto de donde se mide el rumbo dado.

Como la cantidad C es un azimut, es fácil saber si este valor se resta de 360°, 180° ó bien se le restan 180° para encontrar el rumbo buscado.

Cuando C es menor que 90° el rumbo buscado es directo. Se debe respetar el orden de las cantidades en la operación nu-

mérica H - R, porque si C resulta negativa se debe interpretar en sentido contrario al considerado.

#### CALCULO DE LOS RUMBOS

Rumbo de XXIII-XXIV = S 55°25E

296°60'

241°35'

180°00'

Rumbo de XXIV- 1 = S 061°35W

194°15'

255°50'

180°00'

Rumbo de 1-2 = S 075°50W

187°30'

263°20'

180°00'

Rumbo de 2-3 = S 83°20W

Rumbo de 2-3 = S 83°20W

180°00'

263°20'

180°00'

Rumbo de 3-4 = S 83°20W

180°00'

263°20'

180°00'

|                |   |                   |
|----------------|---|-------------------|
| Rumbo de 4-5   | S | 83° 20W           |
|                |   | + <u>180° 00'</u> |
|                |   | 263° 20'          |
|                |   | - <u>180° 00'</u> |
| Rumbo de 5-6   | S | 83° 20W           |
|                |   | <u>166° 00'</u>   |
|                |   | 249° 20'          |
|                |   | <u>180° 00'</u>   |
| Rumbo de 6-7   | S | 69° 20W           |
|                |   | <u>92° 00'</u>    |
|                |   | 161° 20'          |
|                |   | <u>179° 60'</u>   |
| Rumbo de 7-8   | S | 18° 40E           |
|                |   | <u>180° 00'</u>   |
|                |   | 161° 20'          |
|                |   | <u>179° 60'</u>   |
| Rumbo de 8-23  | S | 18° 40E           |
|                |   | <u>262° 00'</u>   |
|                |   | 243° 20'          |
|                |   | <u>180° 00'</u>   |
| Rumbo de 23-22 | S | 63° 20W           |
|                |   | <u>180° 00'</u>   |
|                |   | 243° 20'          |
|                |   | <u>180° 00'</u>   |

(96)

|                |                |
|----------------|----------------|
| Rumbo de 22-21 | S 63°20W       |
|                | <u>77°00'</u>  |
|                | 140°20'        |
|                | <u>179°60'</u> |
| Rumbo 20-21    | S 39°40W       |
|                | <u>180°00'</u> |
|                | 140°20'        |
|                | <u>179°60'</u> |
| Rumbo de 20-19 | S 39°40E       |
|                | <u>105°30'</u> |
| Rumbo de 19-18 | N 65°50E       |
|                | <u>180°00'</u> |
|                | 245°50'        |
|                | <u>180°00'</u> |
| Rumbo de 18-17 | N 65°50E       |
|                | <u>190°00'</u> |
|                | 255°50'        |
|                | <u>180°00'</u> |
| Rumbo de 17-16 | N 75°50E       |
|                | <u>97°00'</u>  |
|                | 172°50'        |
|                | <u>180°00'</u> |
| Rumbo de 16-15 | N 07°10W       |
|                | <u>180°00'</u> |
| Rumbo de 15-14 | N 07°10W       |
|                | <u>160°30'</u> |
|                | 153°20'        |
|                | <u>180°00'</u> |
| Rumbo 14-11    | N 26°40W       |
|                | <u>271°00'</u> |

(97)

|             |                  |
|-------------|------------------|
|             | <u>244 20</u>    |
|             | <u>180 00</u>    |
| Rumbo 11-12 | N 64 20'E        |
|             | <u>180 00</u>    |
| Rumbo 12-13 | N 64 20'E        |
|             | <u>96 00</u>     |
|             | 160 20           |
|             | <u>180 00</u>    |
| Rumbo 13-2  | 19°40'W          |
|             | <u>103 00</u>    |
|             | <u>S 83°20'W</u> |
|             | -----            |

c) Promedio de las distancias medidas con cinta.

Las distancias fueron promedadas debido a que se midieron dos veces, teniendo todo esto calculado y revisado se transcribe a la planilla de cálculo.

El cálculo de las proyecciones de X y Y se realizaron de acuerdo a los cálculos en la poligonal abierta de la línea de conducción para después continuar con la suma de las columnas de las proyecciones.

Donde no se está exento de errores, por lo tanto, la suma de las proyecciones N y S no son iguales así como las de E, w.

La diferencia de las proyecciones no es el error sino el error por unidad de proyección y para nuestro cálculo obtuvimos:

$$e = \sqrt{(Ex)^2 + (Ey)^2} = \sqrt{(0.00098)^2 + (0.1228)^2} = \sqrt{0.0151759} = 0.1231904$$

Para saber si estamos dentro de tolerancia aplicamos la siguiente fórmula que la haremos valida hasta para un desarrollo de 10,000m.

$$T = 0.16 \sqrt{PL} + 0.0005D$$

Donde:

P = desarrollo total de la poligonal en kilómetros.

L = longitud medida de los lados.

D = desarrollo de la poligonal en metros.

Substituyendo la distancia medida en campo que aparece en la pantalla, en la fórmula obtenemos la tolerancia:

$$T = 0.16 \sqrt{1.47717 \times \frac{1477.17^2}{20}} + 0.005 (1477.17)$$

$$T = 0.16 \sqrt{1.47717 \times 73.8585^2} + 0.738585$$

$$T = 0.16 \sqrt{109.10156^2} + 0.738585$$

$$T = 1.6712271 + 0.738585$$

$$T = 2.4098121$$

El error de 0.1231904, obtenido en las proyecciones, es -- aceptable debido a que es inferior al de la tolerancia (2.41) - teniendo la diferencia de la  $\Sigma N - \Sigma S$  y dividiéndola con la  $\Sigma N + \Sigma S$  nos dá la constante que multiplicada por su proyección, tenemos la corrección, que es la que compensa proporcionalmente a las proyecciones de los lados se expresa de la siguiente manera:

$$C_y = \frac{\Sigma N - \Sigma S}{\Sigma N + \Sigma S} = \frac{-0.0098}{891.0836} = -0.000011 ; 0.000011 \times 49.9003 = 0.006$$

$$C_x = \frac{\Sigma E - \Sigma W}{\Sigma E + \Sigma W} = \frac{-0.1228}{471.001} = -0.0001265 ; 0.0001265 \times 5.8325 = 0.000$$

Así es como se obtiene el valor de las correcciones para - encontrar las proyecciones corregidas.

Para el cierre lineal de un polígono obtuvimos que la suma algebraica de las proyecciones de sus lados sobre dos ejes rectangulares es nula, esto se logra mediante la suma o resta de - las correcciones a las proyecciones según sea el caso, para obtener las proyecciones corregidas que es condición de cierre lineal debe de ser:

$$\Sigma \text{ Proys. N} - \Sigma \text{ Proys. S} = 0$$

$$\Sigma \text{ Proys. E} - \Sigma \text{ Proys. W} = 0$$

Las proyecciones hacia el N y hacia E, serán positivas y negativas hacia el S y W, para calcular las coordenadas.

Después de realizar todo esto, calculamos con la siguiente fórmula la precisión:

$$p = \frac{\text{distancia total}}{E T}$$

$$P = \frac{1497.17}{0.1231904} = 11\ 990.951$$

Ver Planilla de cálculo (III.2.P)



### 3.7 CALCULO DE LA POLIGONAL INTERIOR O DE RELLENO.

Una vez calculadas las coordenadas de los vértices de la poligonal envolvente, se procede con el cálculo de la poligonal interior, en donde sus vértices nos sirven de apoyo como se demuestra a continuación.

Teniendo las coordenadas del vértice 8 y 11, calculamos el rumbo de 8-9 de 9-10 y 10-11.

Donde:

Rumbo de 10-11 es N66°19'E

11-12 es N64°20'E

Esto nos da una diferencia de 1', lo cual nos indica que calculando la tolerancia, tenemos:

$$T = a \sqrt{n}$$

donde:

a = aproximaciones.

n = número de lados.

Y substituyendo los valores de a y n, obtenemos:

$$T = 1' \sqrt{3}$$

$$T = 1' (1.7320508) = 1'.7320508$$

Por lo tanto la compensación angular se hará en el ángulo 9-10-11, ahora será de 179°55'0, quedando el rumbo definitivo -

de N66°20E.

Calculados los rumbos definitivos procedemos a la compensación analítica de la siguiente manera:

Las coordenadas de los vértices 8,11 tomadas de la compensación analítica de la poligonal envolvente fueron 8(1181.15, -- 1029.46) y las del vértice 11 (1247.42, 1180.79), comparadas con los de la planilla III.2.P, tenemos los errores con los que se ha llegado son:  $E_x = 0.08$

$E_y = -0.10$

Ahora lo que procede será calcular el valor de las correcciones para encontrar las proyecciones corregidas y posteriormente las coordenadas correctas (Ver Planilla III.2.Q)



### 3.8 ELABORACION DE LOS PLANOS TOPOGRAFICOS.

La altimetría y la planimetría aplicadas por separado o en conjunto constituyen lo que se llama un levantamiento topográfico.

Levantamiento de un punto sobre el terreno son las operaciones necesarias para ubicarlo y representarlo en un plano.

Para determinar la configuración del terreno se aplico el procedimiento terrestre directo de puntos aislados, éstos puntos del terreno se fijan por radiaciones desde los vértices de la poligonal envolvente, obteniendo también su distancia y desnivel, que permitan situarlo con un ángulo vertical y uno horizontal.

Para este trabajo sólo se toman puntos aislados notables del terreno, además detalles que se consideran necesarios como esquinas de las construcciones, linderos y vías de comunicación.

En el campo se hace un croquis localizando los puntos y detalles más notables del terreno, que se toman desde cada vértice y después reproducirlo en el plano.

Al obtener las coordenadas calculadas se procede a dibujar la poligonal abierta envolvente y de relleno, en donde se toman en cuenta la de mayor y menor valor de la poligonal, haciendo una diferencia, la cual da un valor en la proyección de "X" y de "Y", que nos sirve para determinar la escala, tamaño del papel y

del dibujo, en donde marcamos la cuadrícula para vaciar las coordenadas de los vértices de la poligonal.

Teniendo todos los vértices de la poligonal con sus cotas procedemos a vaciar sucesivamente las demás, para obtener desde ellos las cotas de los terrenos de detalle y de configuración del terreno.

Apoyándonos con un transportador en el vértice (1) y poniendo en cero, en la dirección del origen, marcamos cada uno de los ángulos horizontales de la radiación, su distancia correspondiente y su cota. Como es sabido, que entre punto y punto radiado se considera el terreno de pendiente constante, por lo tanto sobre la línea que los une podemos interpolar las cotas cerradas que es por donde pasan las curvas de nivel.

Una vez ejecutado todo lo anterior para cada uno de los vértices, dibujamos las curvas de nivel, uniéndolos con una línea - continua (a pulso) los puntos de igual cota.

La equidistancia entre curva de nivel está en función de la escala a que se dibuja el plano, con tinta negra marcando tonos y cada uno de sus vértices, así como la planimetría de manzanas que varían de 1, a 5 m. Los cruceros están acotados hasta el cm. y el cuadro de coordenadas de la poligonal envolvente, la de relleno con la abierta aparecen en el plano.

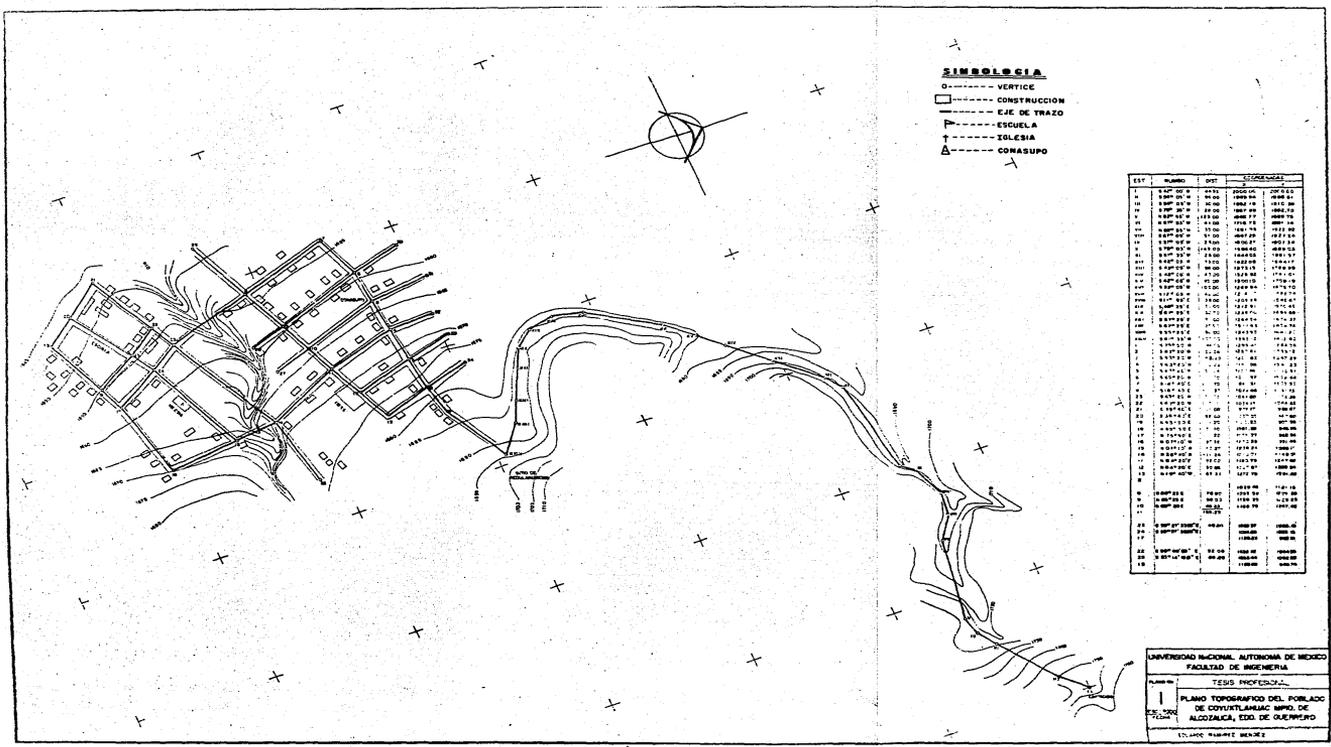
El perfil de la línea de conducción que se sacó del plano --

topográfico se dibujo a escala horizontal 1:2000 y vertical -- 1:200, en donde se señalan con especial cuidado los puntos de cambio de pendiente; tanto en las partes bajas como en las partes altas.

Este perfil se indica desde la fuente de abastecimiento -- hasta la zona de la ubicación del tanque de regularización, en donde aparecen en la parte inferior tres renglones en los que se marca el cadenamiento al origen, distancias parciales y cotas en la parte superior, y la línea continua es el perfil (Ver Plano (1) y (2)).

El trabajo desarrollado en gabinete en la elaboración de los planos se cuenta con:

- 1.- Plano topográfico.
- 2.- Plano del perfil de la línea de conducción.
- 3.- Plano de planimetría.
- 4.- Plano de localización de DN.
- 5.- Plano de referenciación de vértices.

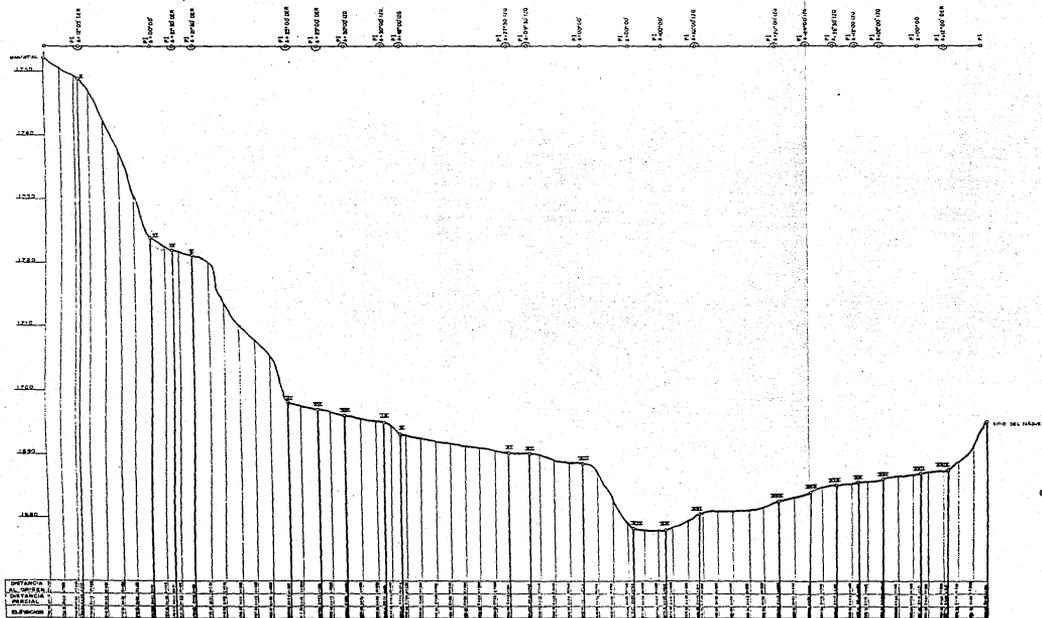


**SIMBOLOGIA**

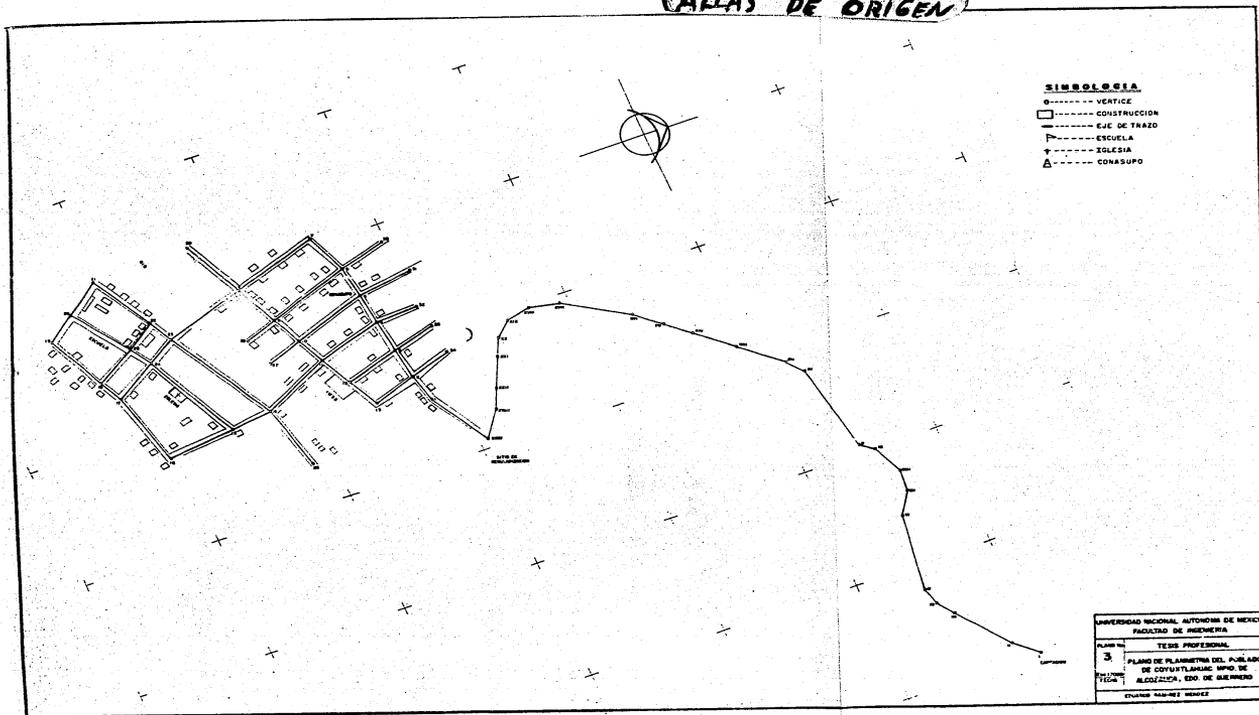
- VERTICE
- CONSTRUCCION
- EJE DE TRAZO
- ▭----- ESCUELA
- ⊕----- TELEFIA
- △----- CORASUPO

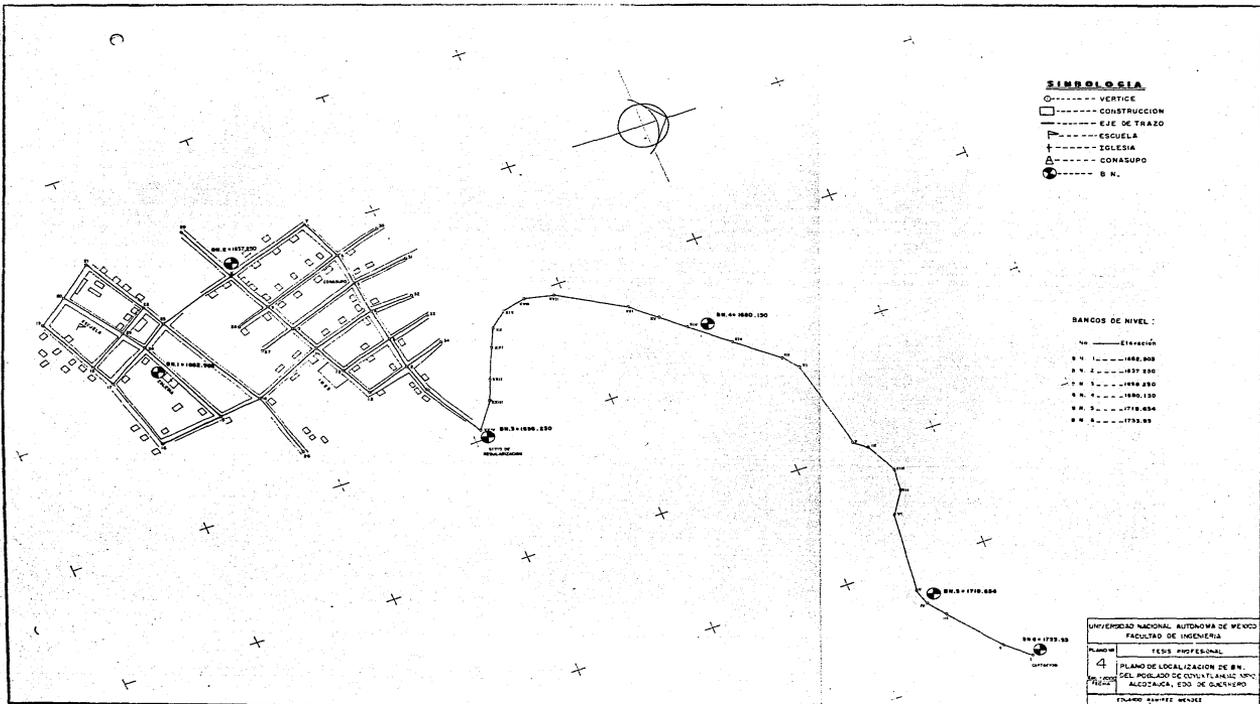
| EST. | NUMERO     | DT.   | COORDENADAS |
|------|------------|-------|-------------|
| 1    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 2    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 3    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 4    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 5    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 6    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 7    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 8    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 9    | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 10   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 11   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 12   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 13   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 14   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 15   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 16   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 17   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 18   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 19   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 20   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 21   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 22   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 23   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 24   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 25   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 26   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 27   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 28   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 29   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 30   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 31   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 32   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 33   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 34   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 35   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 36   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 37   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 38   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 39   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 40   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 41   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 42   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 43   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 44   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 45   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 46   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 47   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 48   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 49   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 50   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 51   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 52   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 53   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 54   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 55   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 56   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 57   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 58   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 59   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 60   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 61   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 62   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 63   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 64   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 65   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 66   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 67   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 68   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 69   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 70   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 71   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 72   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 73   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 74   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 75   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 76   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 77   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 78   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 79   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 80   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 81   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 82   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 83   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 84   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 85   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 86   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 87   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 88   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 89   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 90   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 91   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 92   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 93   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 94   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 95   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 96   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 97   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 98   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 99   | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |
| 100  | 1000 00 00 | 00 00 | 1000 00 00  |

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL  
 PLANO TOPOGRAFICO DEL PUEBLITO  
 DEL DISTRITO FEDERAL DE  
 ALZARACA, EDO. DE QUERETARO  
 ESTUDIANTE: RAFAEL MARTINEZ

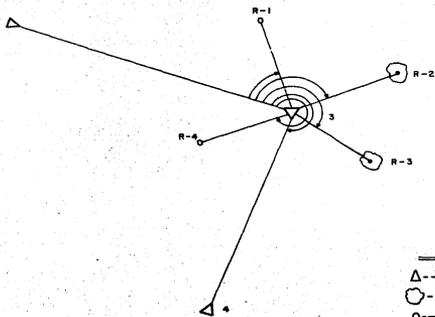


TESIS CON  
**VALLAS DE ORIGEN**





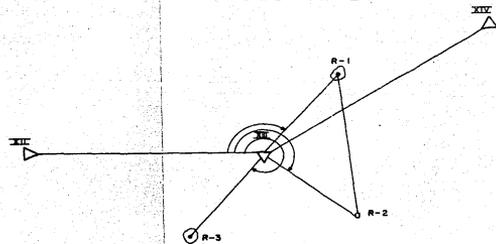
CROQUIS N° 1 PARA REFERENCIACION DEL TRAZO



**SIMBOLOGIA**

- △----- VERTICE
- ARBOL
- POSTE DE MADERA
- R----- RADIACION

CROQUIS N° 2 PARA REFERENCIACION DEL TRAZO



|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.<br>FACULTAD DE INGENIERIA |                                     |
| PLANO N°   | TESIS PROFESIONAL                   |
| 5  | PLANO DE REFERENCIACION DE VERTICES |
| FECHA.   |                                     |
| EDUARDO RAMIREZ MENDEZ   |                                     |

## C A P I T U L O   I V

### P R O Y E C T O

#### 4.1 INFORMACION BASICA PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO.

Para la elaboración del proyecto del poblado se necesito la siguientes información:

##### 1o.- Generalidades.

- |    |                            |  |
|----|----------------------------|--|
| a) | Nombre de la localidad:    | Coyuxtlahuac.  |
| b) | Municipio:                 | Alcozauca.   |
| c) | Estado:                    | Guerrero.  |
| d) | Ultimo censo de población: | 860 hab.   |
| e) | Clima:                     | Templado.  |
| f) | Comunicaciones:            | Transporte de herradura.   |
| g) | Tipo de edificaciones:     | Construcciones de un solo nivel, utilizando adobe y techo de teja. |

h) Localización: Se necesitó un croquis o plano de vías de comunicación. (Ver croquis II.2.1.1 y II.2.1.2)

20.- El proyecto de esta localidad es obra nueva, por lo tanto carece de servicio de alcantarillado.

30.- La información adicional para el proyecto consta de: la fuente de abastecimiento en donde aparece el estudio geohidrológico, plano de detalle de la zona, afloramientos, envío de muestras de agua al laboratorio para análisis físico-químico y el anteproyecto de captación propuesto anteriormente.

40.- Línea de Conducción.

La línea de conducción como aparece en el plano topográfico con vértices en números romanos o a escala 1:2000 en planta y en el perfil se requiere de dos escalas, la horizontal 1:2000 y la vertical 1:200, para presentarlo como se ve en el Plano No. 6. En este plano no aparecen detalles de cruzamiento de la línea de conducciones con arroyos, ríos, canales. También se indica el tipo de suelo que va a excavar.

La clasificación de material la tenemos de la siguiente manera:

|            |       |                   |
|------------|-------|-------------------|
| Material A | ----- | Tierra (80%)      |
| Material B | ----- | Roca suelta (15%) |
| Material C | ----- | Roca fija (5%)    |

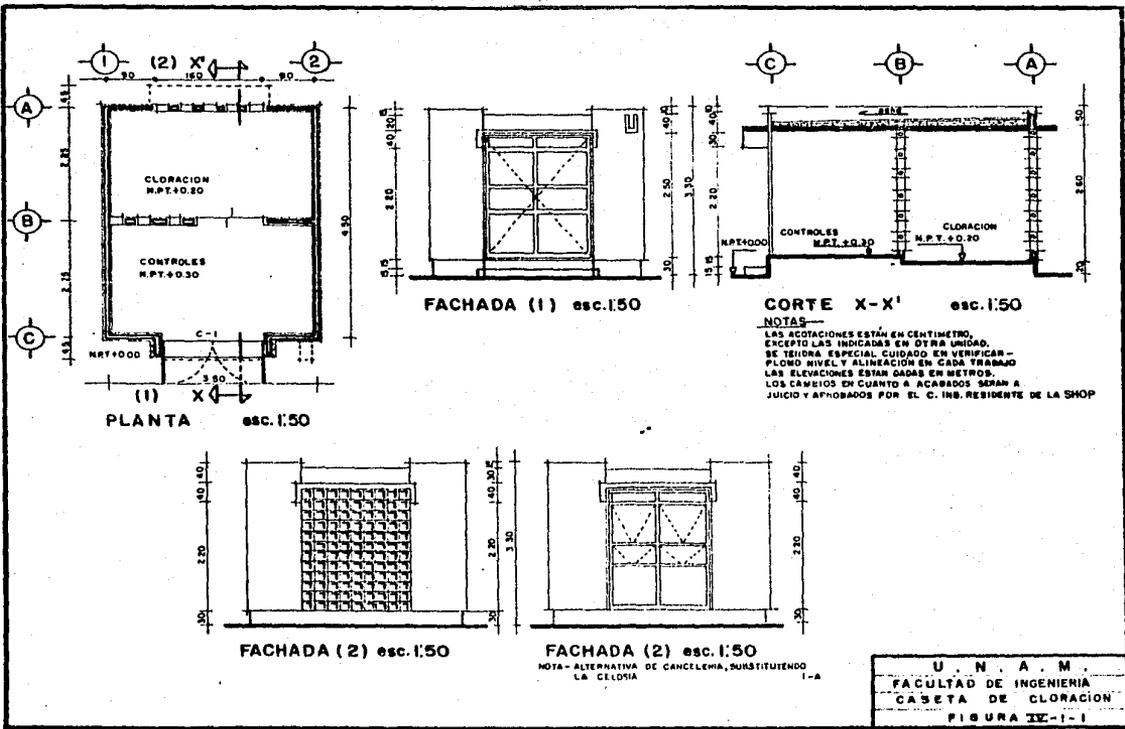
50.- Potabilización y Regularización.

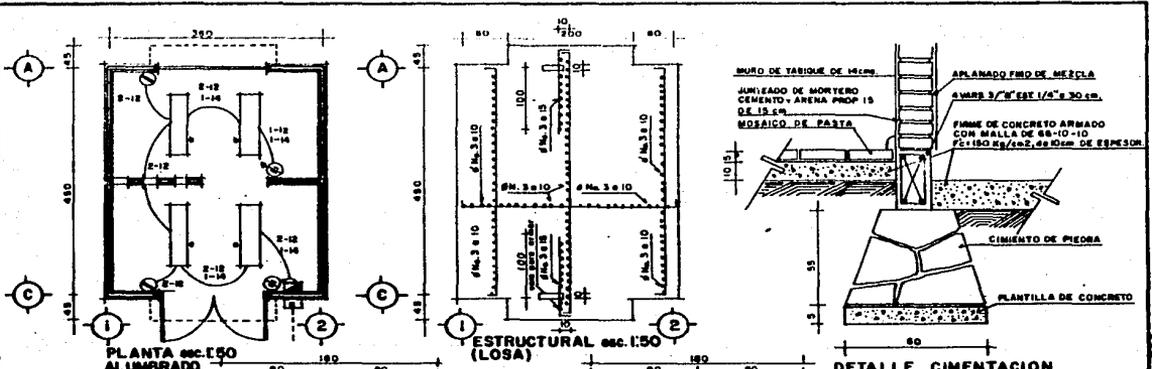
Los planos de detalle de las zonas donde se localiza la planta y tanque, son a escala 1:100, ésta se debe a la clasificación del terreno para la estimación de terracería y la resistencia de la cimentación.

(Ver Figura IV.1.1 y IV.1.2).

60.- Distribución.

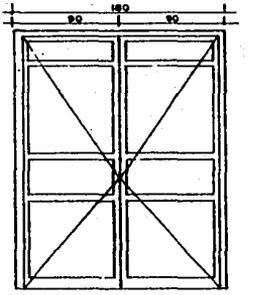
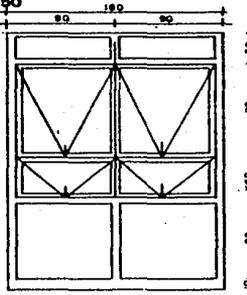
El plano topográfico de la localidad a escala 1:2000 donde aparecen calles, longitud de crucero. La elevación de todos ellos, localización de escuelas, iglesia y comisaría.





**SIMBOLOGIA**

- APAGADOR MONOFASICO 5/10 AMPERES
- CONTACTO MONOFASICO 5/10 AMPERES
- CENTRO DE CARGA 137 V. 60 C. P. S.
- UNIDAD LUMINICA PARA CENTROS DE GABINETES
- TIPO COMBÚT R.V.C. TIPO LIBRO.
- REGISTRO.



**NOTAS:**

LAS ACOTACIONES ESTAN EN CENTIMETROS EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD SE TENDRA ESPECIAL CUIDADO EN VERIFICAR PLOMO NIVEL Y ALINEACION EN CADA TRABAJADO LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS LOS CAMBIOS EN CUANTO A ACABADOS SEPARA JUICIO Y APROBADOS POR EL C. INS. RESIDENTE DE LA SHOP.

U. N. A. M.  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DETALLE DE LA CASETA DE CLORACION  
 FIGURA IV-1-2

#### 4.2 DATOS DE PROYECTO.

Los datos de proyecto que integran el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Coyuxtlahuac.

Se toman en cuenta las generalidades que anteriormente se mencionan y se complementa con los siguientes:

##### a) Dotación.

La dotación se fijó en base al aforo practicado a la fuente y se espera que las demandas de población sean cubiertas por una dotación de 150 lts./hab./dfa, dado el tipo de clima el servicio se dará a base de tomas domiciliarias considerándose el consumo para animales domésticos.

##### b) Población de Proyecto.

Para la población de proyecto se toma en cuenta un período económico de 11 años de acuerdo con la magnitud y características de la localidad por servir, además consideramos el costo probable de la obra.

Para el cálculo de la población se utilizó el método geométrico en donde se aplica la fórmula de intereses compuesto, lo cual se resuelve por medio de logaritmos y está dado por la fórmula  $PF = PA (1 + r)^n$  ..... (1)

donde:

PF = población futura.

PA = población actual.

r = factor de crecimiento.

n = período económico.

Substituyendo los datos del censo de 1970 y 1981 en la --  
fórmula (1), tenemos el desarrollo del cálculo:

DATOS

AÑO Población

1970 547

1981 860

$$PF = PA (1 + r)^n \dots\dots\dots (1)$$

$$PF(1981) = PA(1970) \cdot (1 + r)^n$$

$$860 = 547.0(1 + r)^n$$

Aplicando logaritmos tenemos:

$$\text{Log. } 860 = \text{log. } 547 + n \text{ log } (1 + r)$$

Despejamos el log (1 + r)

$$\text{log } (1 + r) = \frac{(\text{log } 860 - \text{log } 547)}{n}$$

$$\text{log } (1 + r) = \frac{2.934498451 - 2.737987326}{11}$$

$$\text{log } (1 + r) = 0.017864647$$

Ahora calculamos la población futura para 1988:

$$PF \text{ 1988} = Pa (1981) \cdot (1 + r)^n$$

$$\begin{aligned} \log PF 1988 &= \log 860 + 7 \log (1 + n) \\ \log PF 1988 &= \log 860 + (7) \times (0.0178646) \\ \log PF 1988 &= 2.9344985 + 0.1250522 \\ \log PF 1988 &= 3.0595507 \\ PF 1988 &= 1146.97 \\ PF 1988 &= 1147 \text{ habitantes.} \end{aligned}$$

c) Coefficientes de Variación.

Los coeficientes de variación diaria y horario para las normas de proyecto son las tradicionales de agua potable en la República Mexicana; y estos son 1.3 y 1.5 coeficientes de variación diaria y horario respectivamente.

d) Fuente de Abastecimiento.

Para dotar de agua potable a la localidad que nos ocupa se tomaron las aguas subterráneas de un manantial denominado -- por los lugareños "Piedra del Sol", el cual se encuentra al NE del poblado a una distancia de 1,250m.

e) Captación.

Se proyecta construir una caja protectora del manantial que nos servirá como colectora. El agua correrá hacia el tanque por medio de gravedad.

f) Desinfección.

De acuerdo con la calidad del agua de la fuente sólo se

aplicará desinfección con un clorador tipo 1 del instructivo de proyectos COPLAMAR. Este equipo, será instalado en una caseta de operación cloración.

g) Línea de Conducción.

La línea de conducción se proyecta por gravedad y estará compuesta por tubería de 2' ØPVC Rd-26 como se mostrará en los cálculos hidráulicos.

h) Tanque de Regularización.

Se propone la construcción de un tanque superficial de mampostería de piedra que según el criterio para 24 horas de bombeo nos da una capacidad de almacenamiento que está en función del gasto máximo diario. (Según "tanque tipo" indicado en el instructivo COPLAMAR, Ver Figura II.2.2.1)

i) Red de Distribución.

Se diseñará una red a base de ramales abiertos preparados para tomas domiciliarias. El agua del tanque a la red bajará por gravedad.

j) Tomas Domiciliarias.

Se proyecta la instalación de tomas domiciliarias del tipo 4-C, para dar servicio al 100% de la población actual, ca-

da toma llevará su respectivo medidor de gasto, con el fin de - que sea racional el uso del agua a la vez que se pretende concientizar a la población para tal fin.

k) Acarreos.

Para materiales industrializados se harán acarreos desde Tlapa a una distancia de 42km., la tubería, piezas especiales y válvulas se considerará el flete desde el almacén de la capital del Estado que se localiza a 221 km.

Para los materiales pétreos se detectaron bancos de -- préstamos a 2 km. de la localidad.

#### 4.3 CALCULO HIDRAULICO DE LA LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD.

Con los datos del proyecto se calcula el gasto medio a manejar:

$$\text{Gasto medio} = \frac{P_p \times D}{24 \text{ hrs}}$$

En donde:

$P_p$  = población de proyecto.

D = dotación de aguas en lt/seg..

24 hrs = tiempo de proyección para 1 día.

Substituyendo:

$$\frac{1147 \times 150}{24 \times 60 \times 60} = \frac{172050}{86400} = 1.9913194 \text{ L.P.S.} \dots \dots \dots (1)$$

Multiplicando el gasto medio por el coeficiente de variación diaria tenemos el gasto máximo diario:

GASTO MAXIMO DIARIO = GASTO MEDIO x COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA

GASTO MAXIMO DIARIO = 1.9913194 x 1.3 = 2.59 L.P.S.

##### 4.3.1 Selección del Diámetro más Económico.

El diámetro más económico en la línea de conducción por gravedad, es aquel en el cual la suma de pérdidas de carga por fricción son iguales al desnivel topográfico que existe entre la elevación piezométrica de obra de captación y la elevación piezométrica del tanque de regularización.

|   |                  |
|---|------------------|
| Elev. piezométrica en la captación----- | 1752,00m.        |
| Plantilla en el tanque -----            | <u>1695.00m.</u> |
| Desnivel topográfico -----              | 57.00m.          |
| Tirante del agua en el tanque -----     | 2.10m.           |
| Desnivel de captación tanque-----       | 54.90m.          |

Tomando en cuenta la carga que tenemos en la línea que son del orden de 54.90m. y que además empleamos tubería de PVC procedemos a efectuar el cálculo hidráulico aplicando para ello la fórmula de Manning: (Ver Nomograma de Manning Fig.IV.3.1 y - IV.3.2)

$$hf = KLQ^2 \dots\dots\dots (2)$$

En donde:

Q = gasto máximo diario.

hf = es la pérdida por fricción.

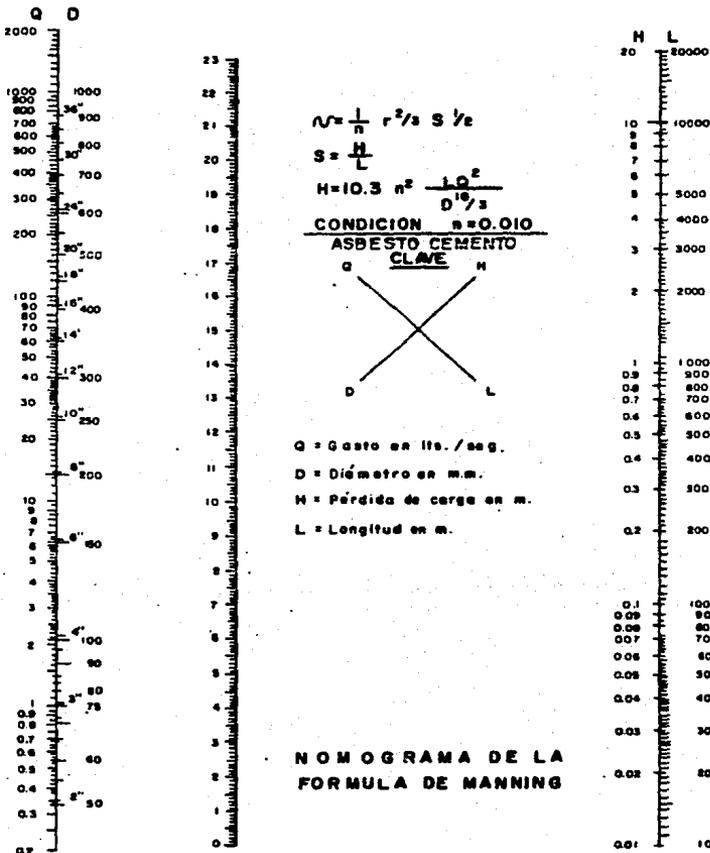
K = Cte. de la tubería del material que se usa.

L = Longitud de la línea de tubería.

Q = Gasto a manejar o de proyecto.

L = Longitud total.

Para nuestro proyecto, la tubería de PVC de 2" nos dió como resultado que la pérdida de carga por fricción fuese igual al - desnivel topográfico. En caso de que no se hubiese llenado el -



$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

$$S = \frac{H}{L}$$

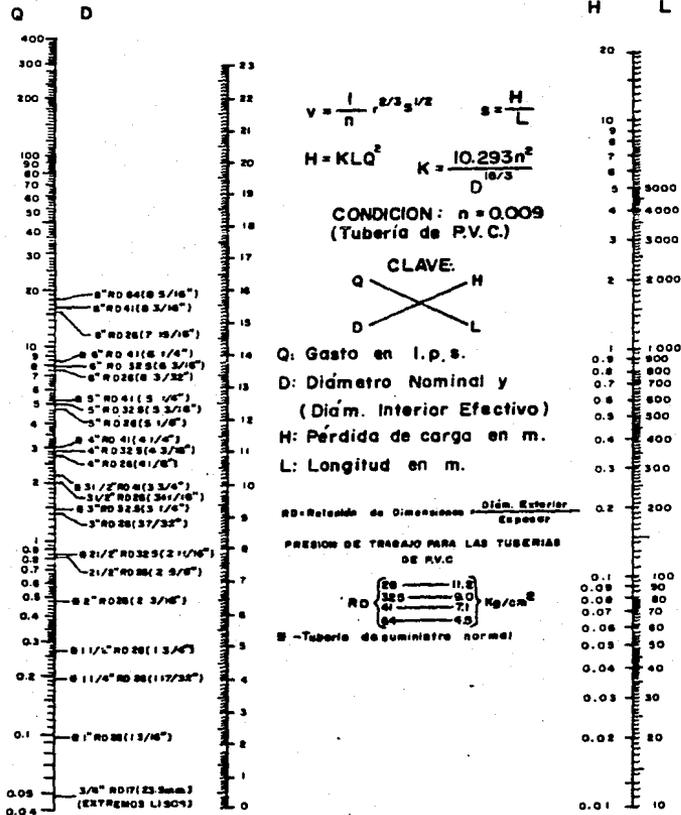
$$H = 10.3 n^2 \frac{L Q^2}{D^{10/3}}$$

CONDICION  $n = 0.010$   
 ASBESTO CEMENTO  
 CLAVE

- Q = Gasto en lts. /seg.
- D = Diámetro en m.m.
- H = Pérdida de carga en m.
- L = Longitud en m.

NOMOGRAMA DE LA  
 FORMULA DE MANNING

# NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE MANNING



requisito establecido tendríamos una combinación de diámetros - de tubería, pero antes aplicamos la fórmula de Dupuit para aproximarlo:

$\phi$  = diámetro de tubería.

Q = gasto de proyecto.

$$\phi = 1.5 \sqrt{Q}$$

$$\phi = 1.5 \sqrt{2.588^3} = 2.4134227$$

$$\phi = 2.4134227$$

Para determinar la clase de tubería a emplear en nuestro - proyecto, utilizamos los siguientes criterios:

- Carga estática.
- Carga dinámica.

Para elegir uno de los criterios se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Economía de la obra de conducción.
- Operación, conservación y mantenimiento del sistema.
- Estabilidad de la obra.

Se calcula la carga estática representada en un plano a escala sobre el eje de las coordenadas(54.90) y esto representa la carga de trabajo de la tubería.

Esta selección de clase obedece exclusivamente a la presión interna a que está sometida por la tubería (enterrada en zanjas - de acuerdo a las especificaciones de SAHOP).

#### 4.3.2 Cálculo de las Pérdidas por Fricción.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utiliza la fórmula de Manning  $HF = KLQ^2$ .....(2)

donde:

K = constante que se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{10.3 n^2}{D^{16/3}} \dots\dots\dots(3)$$

donde:

L = longitud en metros.

Q = gastos en M3/seg.

n = coeficiente del tubo.

D = diámetro en metros.

Aplicando la fórmula (3) para tubería de 2" de P.V.C. tenemos que:

$$n = (0.009) \quad D = (0.05)$$

En donde K tiene un valor de 7246.84, substituyendo valores en la fórmula (3) tenemos:

$$K = \frac{10.3}{D^{16/3}} = \frac{(10.3)(0.0092)}{(0.05)^{16/3}} = 7246.8436$$

El valor de K = 6515.63, obtenida en las tablas de Manning un gasto a manejar en metros de 2.59 = 0.00259 y una longitud total de 1256 m.

Sí substituímos estos valores en la fórmula (2) nos dá una pérdida de fricción de 54.90m.

$$HF = (6515.63) (1256.00) \times (0.00259)^2 = 54.897$$

$$HF = 54.90$$

Cuando se realizó el diseño se procuró que la línea piezométrica siguiera lo más posible el contorno del terreno, no permitiendo zonas de presión negativa.

La única limitante a esta consideración es el uso del diámetro de 2" como mínimo, ya que a juicio de la residencia de -- construcción es el menor que debe usarse; por otra parte los -- diámetros menores presentan dificultades de adquisición en el -- mercado, y son más susceptibles a ocasionar taponamientos por la presencia accidental de objetos y en caso de crecer la población pueden volverse obsoletos.

La velocidad se calcula mediante la fórmula de la continuidad:  $Q = A V$  . .  $V = Q/A$  ..... (4)

En donde:

$V$  = velocidad en m/seg.

$A$  = area en  $m^2$ .

Aplicando la fórmula para calcular el área del circuito tenemos:

$$\frac{A = \pi D^2}{4} \dots\dots\dots (5)$$

donde:

D = diámetro en metros.

Substituyendo el valor del diámetro que es 0.058 en la fórmula (5), tenemos:

$$A = (\pi)(0.0508\text{m})^2$$

$$A = \frac{0.0081073}{4}\text{m}^2$$

$$A = 0.0020268\text{m}^2$$

Una vez teniendo el área se procede a calcular la velocidad usando la fórmula (4):

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.00259}{0.0020268} = 1.2779 \text{ m/s}$$

Como se ve la velocidad mínima de excurrimiento es de 0.5 m/s, para evitar el asentamiento de partículas que arrastra el agua, por lo tanto en el cálculo de la velocidad estamos dentro de tolerancia, ya que tenemos una velocidad de 1.2779 m/s.

Nota.- Dado que el diámetro que se utiliza es de 2", en aquellos casos en que el gasto sea muy pequeño, la velocidad dentro de la tubería puede ser menor a la marcada por COPLAMAR (Institución que normatiza las actividades a seguir) como mínima de ( $v = 0.5 \text{ m/seg.}$ ), cuando esto ocurre la tubería es susceptible a que en sus partes bajas se depositen partículas en suspensión disminuyendo el área hidráulica y así generando mayores pérdidas de carga, posiblemente taponeamientos; por lo que respecta a nuestro proyecto estamos dentro de la normatividad establecida por Coplamar.

La pendiente hidráulica está dada por la fórmula:

$$S = \frac{H_f}{L} \quad H_f = S L \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

S = pendiente hidráulica de la tubería.

H<sub>f</sub> = pérdidas por fricción en metros.

L = longitud en metros.

Substituyendo los datos antes calculados en esta fórmula tenemos que:

$$S = \frac{54.90}{1256.00} = 0.0437$$

Aquí repetimos que cuando se calcula la línea de conducción se procura que el diámetro escogido genere pérdidas que mantengan a la línea piezométrica lo más apegado a la configuración del terreno, no permitiendo presiones negativas.

-Nota.- Debe recordarse que otra limitante a la Sección hidráulica de la tubería (PVC) es el tipo de terreno, si el material tipo "C" (material rocoso), predomina no es conveniente enterrar la tubería por lo caro de la excavación, además si se entierra esta tubería y se rellenara la zanja con material "C" cuando esto suceda se dañara por el material, al ser compactado (Ver Figura IV.3.3.).

## ZANJAS PARA TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO Y ASBESTO-CEMENTO

### ANCHO. — (FIG. 1)

El ancho de la zanja deberá ser de 50 cm mas el diámetro exterior del tubo para tuberías con diámetro exterior igual o mayor de 30 cm. Cuando este sea mayor de 50 cm. el ancho de la zanja será de 60 cm. más dicho diámetro. En la tabla siguiente se da, se indica el ancho mismo de zanja en función de la profundidad, se debe usar solo en caso de que el tubo repose en fundas de diámetro exterior, sea menor.

### PROFUNDIDAD. — (FIG. 1)

La profundidad de la excavación será la fijada en el proyecto. Si no se hace así, la profundidad mínima será de 90 cm. mas el diámetro exterior de la tubería por instalar, cuando se trate de tuberías con diámetro exterior igual o mayor de 30 cm. y, será del doble de dicho diámetro, para tuberías de diámetro exterior mayor de 90 cm. Para tuberías menores de 30 cm. la profundidad mínima será de 70 cm.

### FONDO. —

Deberán colocarse cuidadosamente a mano las unidades o conchas (Fig. 3 y 4) para apoyar la cámara o codo de las juntas de los tubos y permitir al punto en todo el contorno de las mismas y para que la tubería apoye en todo su longitud sobre el fondo de la zanja o la pendiente correspondiente.

### RELLENO. —

Se utilizará el material extraído de las excavaciones, para hasta 30 cm. arriba del fondo del tubo, se usará tierra suelta de piedras. Este relleno será apisonado y el resto de la zanja en zonas urbanas con pavimento todo el relleno será apisonado.

| DIAMETRO NOMINAL | Ancho        |          | Profundidad |        | Volumen por metro cuadrado |
|------------------|--------------|----------|-------------|--------|----------------------------|
|                  | militímetros | pulgadas | en cm.      | en cm. |                            |
| 25.4             | 1            | 30       | 50          | 70     | 0.55 m <sup>3</sup>        |
| 50.8             | 2            | 35       | 70          | 70     | 0.39 "                     |
| 63.5             | 2.5          | 60       | 100         | 100    | 0.60 "                     |
| 76.2             | 3            | 80       | 100         | 100    | 0.60 "                     |
| 101.6            | 4            | 60       | 100         | 100    | 0.60 "                     |
| 152.4            | 5            | 70       | 110         | 110    | 0.77 "                     |
| 203.2            | 8            | 75       | 115         | 115    | 0.86 "                     |
| 254.0            | 10           | 80       | 120         | 120    | 0.96 "                     |
| 304.8            | 12           | 85       | 125         | 125    | 1.06 "                     |
| 355.6            | 14           | 90       | 130         | 130    | 1.17 "                     |
| 406.4            | 16           | 100      | 140         | 140    | 1.40 "                     |
| 457.2            | 18           | 110      | 145         | 145    | 1.67 "                     |
| 508.0            | 20           | 120      | 150         | 150    | 1.80 "                     |
| 609.6            | 24           | 130      | 165         | 165    | 2.15 "                     |
| 762.0            | 30           | 150      | 185         | 185    | 2.78 "                     |
| 914.4            | 36           | 170      | 220         | 220    | 3.74 "                     |

Este plano onula y sustituye el V.C. 723



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 1



FIG. 2

U. N. A. M.  
FACULTAD DE INGENIERIA  
FIGURA III.3.3

#### 4.4 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE.

Para determinar la capacidad del tanque de regularización se tomó en cuenta el régimen de aportación en el cual se obtuvo la constante durante las 24 hrs. del día y para ello se calcula el coeficiente de la regularización con el auxilio de la tabla de diferentes horas de bombeo (Ver Tabla 4.3).

$$\% \text{ MAXIMO } (-) = -80 \quad ; \quad \% \text{ MAXIMO } (+) = 325$$

$$\text{Suma de } \% \text{ MAX}(-) \text{ y } \% \text{ MAX.}(+) = 325 + 80 = 405\%$$

$$C = \frac{Q \text{ Max. Diario} \times 4.05 \times 3600}{1000} = 14.58 \text{ Q Max. Diario m}^3$$

$14.58\text{m}^3$  es el coeficiente de regularización para 24 hrs.

Substituyendo:

$$C = 14.58 \times Q \text{ Max. Diario}$$

$$C = 14.58 \times 2.5888122 = 37.744887$$

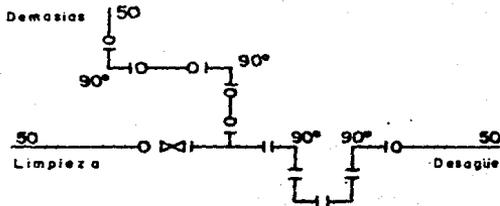
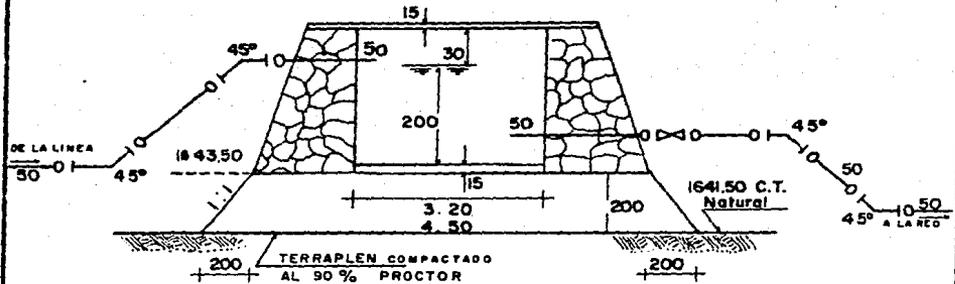
$$C = 37.7448887 = 40\text{m}^3$$

(Ver Figura IV.3.4)

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE UN TANQUE REGULADOR  
PARA DIFERENTES HORAS DE BOMBEO

| HORAS | DEMANDA<br>% | 24 HRS. DIARIAS |           |           | 20 HRS. DIARIAS |           |           | 16 HRS. DIARIAS |           |           |
|-------|--------------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
|       |              | BOMB.<br>%      | DIF.<br>% | S.D.<br>% | BOMB.<br>%      | DIF.<br>% | S.D.<br>% | BOMB.<br>%      | DIF.<br>% | S.D.<br>% |
| 0-1   | 45           | 100 +           | 55 +      | 55        | 0 -             | 45 -      | 45        | 0 -             | 45 -      | 45        |
| 1-2   | 45           | 100 +           | 55 +      | 110       | 0 -             | 45 -      | 90        | 0 -             | 45 -      | 90        |
| 2-3   | 45           | 100 +           | 55 +      | 165       | 0 -             | 45 -      | 135       | 0 -             | 45 -      | 135       |
| 3-4   | 45           | 100 +           | 55 +      | 220       | 0 -             | 45 -      | 180       | 0 -             | 45 -      | 180       |
| 4-5   | 45           | 100 +           | 55 +      | 275       | 120 -           | 75 -      | 105-      | 0 -             | 45 -      | 225       |
| 5-6   | 60           | 100 +           | 40 +      | 315       | 120 +           | 60 -      | 45        | 0 -             | 60 -      | 225       |
| 6-7   | 90           | 100 +           | 10 +      | 325       | 120 +           | 30 -      | 15        | 150 +           | 60 -      | 225       |
| 7-8   | 135          | 100 +           | 35 +      | 290       | 120 -           | 15 -      | 30        | 150 +           | 15 -      | 210       |
| 8-9   | 150          | 100 +           | 50 +      | 240       | 120 -           | 30 -      | 60        | 150             | 00 -      | 210       |
| 9-10  | 150          | 100 +           | 50 +      | 190       | 120 -           | 30 -      | 90        | 150             | 00 -      | 210       |
| 10-11 | 150          | 100 +           | 50 +      | 140       | 120 -           | 30 -      | 120       | 150             | 00 -      | 210       |
| 11-12 | 140          | 100 +           | 40 +      | 100       | 120 -           | 20 -      | 140       | 150             | 10 -      | 200       |
| 12-13 | 120          | 100 +           | 20 +      | 80        | 120             | 00 -      | 140       | 150 +           | 30 -      | 170       |
| 13-14 | 140          | 100 +           | 40 +      | 40        | 120 -           | 20 -      | 160       | 150 +           | 10 -      | 160       |
| 14-15 | 140          | 100 +           | 40 +      | 000       | 120 -           | 20 -      | 180       | 150 +           | 10 -      | 150       |
| 15-16 | 130          | 100 +           | 30 -      | 30        | 120 -           | 10 -      | 190       | 150 +           | 20 -      | 130       |
| 16-17 | 130          | 100 +           | 30 -      | 60        | 120 -           | 10 -      | 200       | 150 +           | 20 -      | 110       |
| 17-18 | 120          | 100 +           | 20 -      | 80        | 120             | 00 -      | 200       | 150 +           | 50 -      | 80        |
| 18-19 | 100          | 100             | 000 -     | 80        | 120 +           | 20 -      | 180       | 150 +           | 50 +      | 20        |
| 19-20 | 100          | 100             | 000 -     | 90        | 120 +           | 20 -      | 160       | 150 +           | 50 +      | 20        |
| 20-21 | 90           | 100 +           | 10 -      | 70        | 120 +           | 30 -      | 130       | 150 +           | 60 +      | 80        |
| 21-22 | 90           | 100 +           | 10 -      | 60        | 120 +           | 30 -      | 100       | 150 +           | 60 +      | 140       |
| 22-23 | 80           | 100 +           | 20 -      | 40        | 120 +           | 40 -      | 60        | 0 -             | 80 +      | 60        |
| 23-24 | 60           | 100 +           | 40        | 000       | 120 +           | 60        | 000       | 0 -             | 60        | 00        |

## CORTE LONGITUDINAL DEL TANQUE SUPERFICIE



- Tanque superficial de mampostería de piedra briza con una capacidad de  $20 \text{ m}^3$ , según instructivo de normas para proyecto SAHOP-COPLAMAR

Sus dimensiones e peñas interiores serán de 3.60 X 3.60 Y 2.80 m. de altura.

NOTA: Acotaciones en centímetros

|                          |
|--------------------------|
| U. N. A. M               |
| FACULTAD DE INGENIERIA   |
| TANQUE DE REGULARIZACION |
| FIGURA 3A.               |

## 4.5 CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION.

Partiendo del gasto máximo diario, calculamos el gasto máximo horario de la siguiente manera:

$$Q \text{ Máximo horario} = 2.588122 \times 1.5 = 3.883 \text{ L.P.S.}$$

Teniendo este valor y la longitud total de la red se procede a calcular el gasto específico el cual lo obtenemos dividiendo el gasto máximo horario entre la longitud de la tubería de la red:

$$Q \text{ Específica} = \frac{Q \text{ Max. Horario}}{\text{Log. Total de la Red}}$$

Este gasto específico lo multiplicamos por cada una de las longitudes de los tramos de la red y se obtienen los gastos parciales. Entonces iremos acumulando los gastos parciales para llamarlos "gastos acumulados".

Teniendo la longitud y los gastos, calculamos los diámetros de las tuberías, sabiendo que los diámetros van disminuyendo a medida que se van alejando del tanque de regularización enseguida calculamos las pérdidas de carga. Calculamos las cotas piezométricas a partir del tirante medio del tanque, teniendo una pérdida de carga mínima de 7m. y como máxima 40m.

La carga disponible la obtendremos restando de la cota piezométrica la cota del terreno.

Ver Plantilla de cálculo hidráulico de la red de distribución del poblado de Coyxtlahuac IV.5.1 , en donde se aplicaron las siguientes fórmulas de pérdida por fricción:

$$HF = KLQ^2$$

La selección de los diámetros serán aquellos que generan - pérdidas de carga que permitan que las alturas piezométricas no sean menores ni mayores que las cargas piezométricas permitidas.

Una vez calculada la red, se instala un número suficiente de válvulas de seccionamiento que permita aislar los ramales - principales del poblado favoreciendo así las labores de mantenimiento y reparación del sistema, así como las ampliaciones -- futuras (Ver Figura IV.5.2.)





**TABLA PARA SELECCIONAR EL TIPO DE CAJA PARA OPERACION DE VALVULAS**

| DIAMETRO DE LA VALVULA MAYOR |       | NUMERO Y POSICION DE LAS VALVULAS   |   |   |   |
|------------------------------|-------|---|---|---|---|
| m. m.                        | pulg. |  |  |  |  |
| 50                           | 2     | 1   | 5   | 9   | 12  |
| 60                           | 2 1/2 |   |   |   |   |
| 75                           | 3     |   |   |   |   |
| 100                          | 4     | 2   | 5   | 9   | 12  |
| 150                          | 6     |   |   |   |   |
| 200                          | 8     | 3   | 6   | 10  | 13  |
| 250                          | 10    |   | 7   |   |   |
| 300                          | 12    |   |   | 11  |   |
| 350                          | 14    |   |   |   |   |
| 400                          | 16    | 4   | 8   | ESPECIAL  | 13  |
| 450                          | 18    |   |   |   |   |
| 500                          | 20    |   |   |   |   |

**NOTAS:**

- 1- Complemento de referencias seccion de V.C. 1957  
 2- Para localidades rurales y urbanas pequenas y para casas  
 donde solo «dúvulo se puedan usar los cajas mostrados  
 en el plano V.C. 1958

U . N . A . M .  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 FIGURA III 5.2

## 4.6 RESUMENES DE OBRA.

| CAPTACION      |   |          |        |                 |         |
|----------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| Especificación | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|                | Mano de Obra.   |          |        |                 |         |
| A-081          | Excavación a mano para desplante de estructuras, en material "B", en agua, con afloje y extracción del material amacizo o limpieza de plantilla y taludes, remoción, traspaleos verticales para su extracción.  |          |        |                 |         |
| A-081-A        | Excavación hasta 2.00 de profundidad.   | 15.60    | M3     |                 |         |
| A-151          | Relleno de zanjas con materiales "A" y/o incluyendo selección y volteo del material.  |          |        |                 |         |
| A-151-A        | Relleno a volteo, con pala de mano.   | 4.23     | M3     |                 |         |
| D-010          | Mampostería de 3a. utilizando piedra de banco con paramentos rostreados, juntado con mortero cemento-arena, incluye: obtención, selección, acarreo de ler. km. obtención y cribado de arena, descarga, acarreo, almacenamiento del cemento, fabricación del mortero, elaboración mampostería, terminación del muro. |          |        |                 |         |
| D-0-100        | 1:3 (exclusivo para estructuras en contacto con agua muros 0.60 a 1.00m. de espesor.  | 10.92    | M3     |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| D-001          | Zampeado con piedra de pepena, incluye: obtención, selección, cribado de arena, descarga, acarreo, almacenamiento del cemento, fabricación del mortero, mampostería, terminado del muro.                                       |          |        |                 |         |
| D-00-B         | Zampeado de piedra juntada con mortero cemento-arena 1:3   | 1.52     | M3     |                 |         |
| D-030          | Fabricación y colado de concreto simple, vibrado y curado con membrana, incluye: obtención de arenas, gravas, cribado, acarreo en 1er.km descarga, almacenamiento del cemento, fabricación del concreto, acarreo y colocación. |          |        |                 |         |
| D-030-A        | Fabricación y colado de concreto simple de f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> .  | 0.48     | M3     |                 |         |
| D-030-C        | Fabricación y colado de concreto simple de f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .  | 1.17     | M3     |                 |         |
| D-040          | Limpieza y trazo en terreno para desplante de estructuras.   |          |        |                 |         |
| D-040-A        | Limpieza y trazo.  | 42.45    | M2     |                 |         |
| D-041          | Suministro e instalación de:   |          |        |                 |         |
| D-041-A        | Suministro e instalación de escalera marina.   | 3.00     | M2     |                 |         |
| D-070-A        | Plantilla apisonada con pedacería de tabique y mortero cemento-arena-1:5   | 0.51     | M3     |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| D-0-71B        | Relleno de piso con tierra o cascajo.   | 4.23     | M3     |                 |         |
| D 0801F        | Cimbra de madera P.T. \$26.00 en dalas castillos y cerramientos.  | 3.10     | M2     |                 |         |
| D 0802F        | Cimbra de madera P.T. \$26.00   | 3.60     | M2     |                 |         |
| D 0804F        | Cimbra de madera P.T. \$26.00   | 9.00     | M2     |                 |         |
| D 090 A        | Suministro y colocación de fierro de refuerzo (FS = 1265 kg/cm <sup>2</sup> ).  | 103.00   | kg.    |                 |         |
| D-100 B        | Aplanado con mortero cemento 1:3 de 1.5cm. de espesor.  | 8.00     | M2     |                 |         |
| D 100 E        | Emboquillado con mortero cemento-arena 1:3  | 4.50     | m.     |                 |         |
| D 140 E        | Impermeabilización superficial de tanques, con mortero de cemento-arena 1:3, y aditivo integral con un espesor de 2 cm.                               | 8.00     | M2     |                 |         |
| S/N            | Suministro y colocación de tapa de registro de concreto de f'c = 175kg/cm <sup>2</sup> . Incluye: marco y contramarco de ángulo 1 1/8' de 0.60x0.60m. | 1.00     | Pza.   |                 |         |
|                | CONEXIONES  |          |        |                 |         |
| B 130 A        | Mano de Obra Piezas especiales de fo.fo. hasta 12"  | 61.00    | kg.    |                 |         |
| B 160 C        | Válvula de seccionamiento de 64mm (2 1/2") de diámetro.   | 2.0      | Pza.   |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| B 241 B        | Cajas para operación de válvulas con tapa de concreto tipo 2, para válvulas de 60 a 75mm. de diámetro. | 2.0      | cajas  |                 |         |
| B 280          | Instalación y prueba de tubería de fierro galvanizado de 63mm (2 1/2") de diámetro.                    | 15.0     | M      |                 |         |
| D 030 A        | Fabricación y colado de concreto simple f'c= 100 kg/cm2.   | 0.13     | M3     |                 |         |
|                | MATERIALES   |          |        |                 |         |
| H 007 A        | Suministro de pieza especial 51 a 76mm. (2" a 3").   | 25.00    | kg.    |                 |         |
| H 015 B        | Junta universal de 64mm (2 1/2") de diámetro.  | 9.0      | Pza.   |                 |         |
| H 022 B        | Suministro de válvula de 64mm (2 1/2") de diámetro.  | 2.0      | Pza.   |                 |         |
| H 029 F        | Tubo de fierro galvanizado de 64mm (2 1/2") de diámetro.   | 15.00    | ML     |                 |         |

| 2.- CONDUCCION. |  |          |        |                 |         |
|-----------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| Especificación  | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
| A 010 A         | Excavación a mano para zanjas en material "A" en seco, hasta 2.00m. de profundidad.  | 226.0    | M3     |                 |         |
| A 020 A         | Excavación a mano para zanjas en material "B" en seco hasta 2.00m. de profundidad.   | 174.00   | M3     |                 |         |
| A 030 A         | Excavación con uso de explosivos para zanjas, en material "C" en seco hasta 2.00m. de profundidad.                                     | 185.50   | M3     |                 |         |
| A 130 A         | Plantilla apisonada con piñón de mano, en zanjas, incluyendo selección del material producto de la excavación con material "A" y/o "B" | 70.00    | M3     |                 |         |
| A 131 A         | Relleno de zanjas con materiales "A" y/o "B" incluyendo selección y volteo del material, con pala de mano.                             | 275.40   | M3     |                 |         |
| A 313 B         | Relleno apisonado y compactado con agua, en capas de 0.20m. de espesor.  | 138.16   | M3     |                 |         |
| B 040 F         | INSTALACION<br>Instalación, juntoo y prueba de tubería PVC rígido de 64mm (2 1/2") de diámetro.  | 1256.00  | ML     |                 |         |
| D 030 A         | Fabricación y colado de concreto simple f'c = 100 kg/cm2.  | 2.50     | M3     |                 |         |
| H 005 C         | MATERIALES<br>Suministro de tubería de PVC (rígido) con co-  |          |        |                 |         |

| Especificaciones | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|------------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| H 005 C          | ple integral "ANGER" tubo de 50mm (2"0 de diámetro (RD-26) | 1256.0   | M      |                 |         |

| 3. - REGULARIZACION. |   |          |        |                 |         |
|----------------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| Especificación       | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|                      | TANQUE SUPERFICIAL DE 40M3.<br>MANO DE OBRA   |          |        |                 |         |
| A 050 A              | Excavación a mano para desplante de estructuras, en material "A" - hasta 2.00m. de profundidad.   | 15.80    | M3     |                 |         |
| A 060 A              | Excavación a mano para desplante de estructuras en material "B" hasta 2.00m. de profundidad.  | 21.07    | M3     |                 |         |
| A 070 A              | Excavación con uso de explosivos y extracción de rezaga a mano para desplante de estructuras, en material "C" hasta 2.00m. de profundidad.      | 15.80    | M3     |                 |         |
| D 010 D              | Muros de mampostería - junteada con mortero - cemento-arena 1:3, de 0.61 a 1.00m. de espesor (exclusivamente estructural en contacto con agua). | 53.43    | M3     |                 |         |
| D 030 B              | Fabricación y colado de concreto simple de f'c= 150 kg/cm2.   | 7.09     | M3     |                 |         |
| D 030 C              | Fabricación y colado de concreto simple de f'c= 175 kg/cm2.   | 3.85     | M3     |                 |         |
| D 040 A              | Limpieza y trazo en terreno para desplante de estructuras.  | 50.01    | M2     |                 |         |
| D 041 A              | Suministro e instalación de escalera marina.  | 2.00     | M      |                 |         |
| D 071 B              | Relleno de piso con tierra o cascajo.   | 14.19    | M3     |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| D 0801R        | Cimbra de madera P.T.<br>\$26.00   | 22.75    | M3     |                 |         |
| D 0804F        | Cimbra de madera P.T.<br>\$26.00   | 44.75    | M2     |                 |         |
| D 090 A        | Suministro y colocación<br>de fierro de refuerzo.<br>(FS = 1265 kg/cm <sup>2</sup> )   | 78.93    | Kg.    |                 |         |
| D 090 B        | Suministro y colocación<br>de acero de refuerzo --<br>(F = 200 kg/cm <sup>2</sup> )  | 120.81   | Kg.    |                 |         |
| D 100 E        | Aplanado y emboquillado<br>con mortero cemento-are<br>na 1:3   | 43.82    | m3     |                 |         |
| D 110 F        | Firme de concreto f'c =<br>150 kg/cm <sup>2</sup> de 5cm. de<br>- espesor, incluye extrac<br>ción de arena y grava,<br>acarreo 1er.km. descar<br>ga y acarreo y almacena<br>miento del cemento (de<br>la bodega a la obra), -<br>acarreo, fabricación, -<br>colocación del concreto<br>y curado. | 50.01    | M2     |                 |         |
| D 140 C        | Instalación de banda de<br>PVC de 15 cm(6") de an<br>cho.  | 19.08    | NL     |                 |         |
| D 140 E        | Impermeabilización su<br>- perfiicial de tanque, --<br>con mortero de cemento-<br>arena 1:3 y aditivo in<br>- tegral, con un espesor<br>de 2cm.  | 38.46    | M2     |                 |         |
|                | CONEXIONES<br>MANO DE OBRA   |          |        |                 |         |
| B 130 A        | Instalación de piezas<br>especiales de fierro -<br>fundido hata 12".   | 38.46    | M2     |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| B 160 C        | Instalación de válvulas de seccionamiento de 64mm (2½") de diámetro.                                | 2.00     | Pza.   |                 |         |
| B 241 B        | Caja con tapa para operación de válvulas tipo 2,60 a 75mm. de diámetro.                             | 1.00     | cja.   |                 |         |
| S/3            | Suministro e instalación de tapa de concreto armado de 0.60x0.60 con marco y contramarco de fierro. | 1.00     | Pza.   |                 |         |
| B 280 C        | Instalación y prueba de tubería de fierro galvanizado de 64mm (2½") de diámetro.                    | 25.00    | M      |                 |         |
|                | MATERIALES  |          |        |                 |         |
| H 007 A        | Suministro de piezas especiales de 51 a 76mm (2" a 3").   | 50.00    | kg.    |                 |         |
| H 015 B        | Suministro de juntas universales de 64mm. (2½") de diámetro.  | 14.00    | Pza.   |                 |         |
| H 022 B        | Suministro de válvula de 64mm (2½") de diámetro.  | 2.00     | Pza.   |                 |         |
| H 029 F        | Suministro de tubo de fierro galvanizado de 64mm (2½") de diámetro                                  | 25.00    | M      |                 |         |

| J.- DESINFECCION. |   |          |        |                 |         |
|-------------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| Especificación    | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|                   | MANO DE OBRA  |          |        |                 |         |
| A 060 A           | Excavación a mano para desplante de estructuras, en material "B" en seco hasta 2.00m. de profundidad.       | 9.50     | M3     |                 |         |
| A 131 B           | Relleno de zanjas con material "A" y/o "B", apisonado y compactado con agua, en capas de 0.20m. de espesor. | 3.80     | M3     |                 |         |
| D 00 A            | Muros de mampostería - junteada con mortero - cemento-arena 1:5 con espesor menor de 0.60m.                 | 4.95     | M3     |                 |         |
| D 020 B           | Muros de tabique rojo de 0.14 m. de espesor.  | 33.75    | M2     |                 |         |
| D 030 C           | Fabricación y colado de concreto simple f'c= 195 kg/cm <sup>2</sup> .                                       | 4.12     | M3     |                 |         |
| D 040 A           | Limpieza y trazo en terreno para desplante de estructuras.  | 24.30    | M2     |                 |         |
| D 070 A           | Plantilla apisonada con pedacitas de tabique y mortero cemento-arena 1:5                                    | 0.80     | M3     |                 |         |
| D 0802F           | Cimbra de madera para acabados no aparentes P.T. \$26.00  | 22.85    | M2     |                 |         |
| D 090 A           | Suministro y colocación de fierro de refuerzo - FS = 1265 kg/cm <sup>2</sup> .                              | 354.13   | Kg.    |                 |         |
| D 0804F           | Cimbra de madera P.T. \$26.00   | 18.70    | M2     |                 |         |
| D 100 B           | Aplanado con mortero - cemento-arena 13:3 de 1.5 cm. de espesor.  | 81.00    | M2     |                 |         |

| Especificador | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| D 110 A       | Piso de mosaico liso o marmoleo de la. de 20x 20cm. pulido, incluye brillado.   | 15.00    | M2     |                 |         |
| D 110 C       | Zoclos, remates y vaque <u>tas</u> de mosaico liso o marmoleado.  | 14.40    | ML     |                 |         |
| D 110 F       | Firme de concreto F'c = (150 kg/cm <sup>2</sup> ) de 5cm. de espesor, incluye extrac <u>ción</u> de arena, grava, acarreo 1er. km. y alm <u>acenaje</u> del cemento (de <u>la</u> bodega a la obra), acarreo, fabricac <u>ión</u> , colocac <u>ión</u> del concreto y curado. | 15.00    | M2     |                 |         |
| D 110 G       | Pisos de concreto simpl <u>e</u> f'c = 150 kg/cm <sup>2</sup> , de 0.80m. de espesor total incluye extrac <u>ción</u> de arena, grava, acarreo 134. km. descarga, acarreo, almacenaje del ce <u>mento</u> (de la bodega a <u>la</u> obra) terminado liso o rayado.            | 43.70    | M2     |                 |         |
| D 130 B       | Acabado de azoteas con eladrillado junteado con mortero cemento-are <u>na</u> de 1:3  | 19.00    | M2     |                 |         |
| D 130 C       | Escobillado con mortero de cemento arena de 1:3   | 19.00    | M2     |                 |         |
| D 130 D       | Chafalanes de mortero ce <u>mento</u> pulido 1:3  | 16.20    | M2     |                 |         |
| D 130 E       | Pretilas de tabique de 0.14m. de espesor (sin incluir aplanado).  | 16.20    | M2     |                 |         |
| D 140 A       | Impermeabilización con emulsión esfáltica (dos capas).  | 2.97     | M2     |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| D 140B         | Impermeabilización con fieltro PEMEX No. 5 colado en dos capas -- traslapadas.   | 19,00    | M2     |                 |         |
| F 000A         | Salida para centro de luz o contacto con tubería CONDUIT de lámina negra esmaltada, de 1" de diámetro con golpe.                                       | 6.00     | Sal.   |                 |         |
| G 001B         | Suministro e instalación de puertas de fierro tubular con perfiles Z, T y L de 32x32 mm. y chambrana de 74x37mm.; de doble tambor y lamina del No. 18. | 4.68     | M2     |                 |         |
| G 002A         | Cerca de malla de alambre de 20 de 51x51mm.  | 60.00    | M2     |                 |         |
| G 003A         | Suministro y colocación de vidrio sencillo.  | 4.68     | M2     |                 |         |
| G 004A         | Pintura vinílica en interiores o exteriores, 3 manos.  | 100.00   | M2     |                 |         |
| G 004D         | Pintura de aceite en puertas, 2 manos por m2 de puerta.  | 9.36     | Mw     |                 |         |
| S/N            | Remate de perfil con ladrillo y mortero de cemento-arena.  | 18.20    | M      |                 |         |
| S/N            | Celosía de concreto tipo pirámide o similar.   | 9.00     | M2     |                 |         |
| S/N            | Relleno de tezontle o tepetate.  | 1.90     | M3     |                 |         |
| S/N            | Zoclo de 15cm. de altura de concreto.  | 16.20    | M      |                 |         |
| S/N            | Lámina plana de asbesto de 4mm.  | 8.24     | M2     |                 |         |

| Especificación | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|----------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| S/N            | Gotero media caña de -<br>perímetro de losa.  | 16.20    | M      |                 |         |
| S/N            | Suministro y colocación<br>de chapa marca PHILLIPS<br>Modelo CH-560 doble ma-<br>nija para puerta metá-<br>lica.  | 1.00     | Pza.   |                 |         |
| S/N            | Unidad lumínica.  | 4.00     | Lote   |                 |         |
| S/N            | Pulido y abrillantado<br>de piso.   | 15.00    | M2     |                 |         |
| S/N            | Limpieza general de la<br>obra, incluye retiro de<br>escombros.   | 20.00    | M2     |                 |         |
| S/N            | Suministro y colocación<br>de gargola.  | 1.00     | Pza.   |                 |         |
|                | MATERIALES  |          |        |                 |         |
|                | Suministro e instala-<br>ción de equipo dosifi-<br>cador de cloro, según<br>alternativa uno del ins-<br>tructivo COPLAMAR, in-<br>cluye todos los materia-<br>les y fletes. |          | Lote   |                 |         |

| 5.- DISTRIBUCION. |  |          |        |                 |         |
|-------------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| Especificador     | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
| A 010 A           | Excavación a mano para zanjias en material "A" en seco hasta 2.00m. - de profundidad.                    | 140.00   | M3     |                 |         |
| A 020 A           | Excavación a mano para zanjias en material "B" en seco, hasta 2.00m. de profundidad.                     | 840.2    | M3     |                 |         |
| A 050 A           | Excavación con uso de explosivos para zanjias, en material "C" en seco hasta 2.00m. de profundidad.      | 420.00   | M3     |                 |         |
| A 150 A           | Plantilla apisonada con materiales "A" y/o "B"   | 185.55   | M3     |                 |         |
| A 151 A           | Relleno a volteo, con pala de mano.  | 476.00   | M3     |                 |         |
| A 151 B           | Relleno apisonado y compactado con agua, en capas de 0.20cm. de espesor.                                 | 648.20   | M3     |                 |         |
| B 040 E           | Instalación, junteo y prueba de tubería de 50mm (2") de diámetro.  | 3004.00  | M      |                 |         |
| B 040 F           | Tubería de 64mm (2 1/2") de diámetro.  | 462.00   |        |                 |         |
| B 130 A           | Instalación de piezas especiales de fierro fundido hasta 12"   | 62.00    | kg.    |                 |         |
| B 160 B           | Instalación de válvulas de seccionamiento de 50mm. (2") de diámetro.                                     | 12.00    | Pza.   |                 |         |
| B 160 C           | Válvulas de seccionamiento de 64mm (2 1/2") de diámetro.   | 12.00    | Pza.   |                 |         |
| B 241 A           | Cajas para operación de válvulas con tapa de concreto, para operación tipo 1, de 15 a 50mm. de diámetro. | 1.00     | Caja   |                 |         |

| Especificador | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
| B 241 B       | Caja con tapa para operación de válvulas tipo 2, de 60 x 76mm. de diámetro.           | 1.00     | Caja   |                 |         |
| D 030 A       | Fabricación y colado de concreto simple f'c= 100 kg/cm2.                              | 1.73     | M3     |                 |         |
|               | MATERIALES  |          |        |                 |         |
| H 055 B       | Suministro de tubería de P.V.C. de 500m (2") de diámetro (RD-26).                     | 5004.00  | M      |                 |         |
| H 005 C       | Tubo de 65mm. (2 1/2") de diámetro (RD-26)  | 462.00   | M      |                 |         |
| H 007 A       | Suministro de piezas especiales de 51 a 76mm. (2" a 3").                              | 12.00    | Kg.    |                 |         |
| H 012 A       | Suministro de tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de 16x64mm. -- (5/8" x 2 1/2"). | 16.00    | Pza.   |                 |         |
| H 013 A       | Suministro de empaques de plomo de 50mm (2") de diámetro.                             | 2.00     | Pza.   |                 |         |
| H 013 B       | Empaque de 64mm. (2 1/2") de diámetro.  | 2.00     | Pza.   |                 |         |
| H 015 B       | Suministro de juntas universales de 64mm. (2 1/2") de diámetro.                       | 1.00     | Pza.   |                 |         |
| H 022 A       | Suministro de válvulas tipo compuerta de 50mm. (2") de diámetro.                      | 2.00     | Pza.   |                 |         |
| H 022 B       | Suministro de válvulas tipo compuerta de 64mm. (2 1/2") de diámetro.                  | 2.00     | Pza.   |                 |         |

| 6.- TOMAS DOMICILIARIAS. |  |          |        |                 |         |
|--------------------------|--|----------|--------|-----------------|---------|
| Especificador            | CONCEPTO   | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|                          | MANO DE OBRA   |          |        |                 |         |
| B 250 B                  | Instalación de tomas domiciliarias tipo 4-C de plástico flexible y fierro galvanizado (CVC - 1946).  | 90.00    | Toma   |                 |         |
| S/N                      | Excavación a mano para ranjas en materiales "A" y/o "B", rellenos compactados y volteo con longitud promedio de 8 cm.  | 90.00    | Lote   |                 |         |
|                          | MATERIALES   |          |        |                 |         |
| H 025 B                  | Materiales para tomas domiciliarias de 13mm. (1/2") de diámetro tipo 4-C de plástico flexible y fierro galvanizado.  | 90.00    | Pza.   |                 |         |
|                          | FLETES   |          |        |                 |         |
| J 002 F                  | Acarreos 1er. km. de cemento fierro de refuerzo, madera tabique piezas especiales, tubería en camión de redilas o plataforma de 8 ton. de capacidad, incluye carga y descarga a mano.<br>En camino lomerío pronunciado, brecha y terracería, montañoso, captación. | 1.00     | Ton.   |                 |         |
|                          | Conducción.  | 1.31     | Ton.   |                 |         |
|                          | Regularización.  | 6.00     | Ton.   |                 |         |
|                          | Desinfección.  | 7.00     | Ton.   |                 |         |
|                          | Distribución.  | 1.00     | Ton.   |                 |         |

| Especificador | CONCEPTO  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---------------|---|----------|--------|-----------------|---------|
|               | Tomas domiciliarias   | 0.90     |        |                 |         |
|               |   | 17.21    | Ton.   |                 |         |
| J 00 F        | En camino lomerio pronunciado, brecha y montañoso, terracería | 482.85   | ton.km |                 |         |
| J 005 G       | En camino montañoso, - brecha.                                | 1,716.80 | ton.km |                 |         |

LOCALIDAD: Coyuxtlahuac

MUNICIPIO: Alcozauca

ESTADO: Guerrero.

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| C O N C E P T O          | MANO DE OBRA | MATERIALES | SUMA |
|--------------------------|--------------|------------|------|
| 1.- CAPTACION.           |              |            |      |
| 2.- CONDUCCION.          |              |            |      |
| 3.- REGULARIZACION.      |              |            |      |
| 4.- DESINFECCION.        |              |            |      |
| 5.- DISTRIBUCION.        |              |            |      |
| 6.- TOMAS DOMICILIARIAS. |              |            |      |
| 7.- FLETES.              |              |            |      |
| SUMA                     |              |            |      |
| IMPORTE POR PRECIO 35%   |              |            |      |
| SUB'TOTAL                |              |            |      |
| ADMON. E INGRESOS 7%     |              |            |      |
| SUB'TOTAL                |              |            |      |
| IMPORTE TECNICOS 15%     |              |            |      |
| SUB'TOTAL                |              |            |      |
| I.V.A. 10%               |              |            |      |
| IMPORTE TOTAL            |              |            |      |

#### 4.7 PRESENTACION DEL PROYECTO.

Una vez terminado el proyecto, se forman los legajos que -- contienen toda la información necesaria para la realización de la obra. Estos legajos deben conter lo siguiente:

- Presupuesto de la obra.

El presupuesto de la obra relativa al sistema de abastecimiento de agua potable se hizo de manera tal, que detallará - todos los conceptos de la obra en general, así como de las estructuras especiales que se deben de utilizar en la ejecución de la obra, también en lo que se refiere a mano de obra como a los materiales, haciendo distinción por lo que respecta a tuberías y equipo.

El presupuesto se elaboró de acuerdo a los precios consignados en el "Catálogo General de Precios Unitarios", de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, al final de este análisis se presenta el resumen del presupuesto.

Los planos del proyecto se dibujaron con las dimensiones dadas en las mismas especificaciones del Anexo V.C, 1917 de SA-HOP, por indicaciones de escalas numéricas.

El plano de la obra de captación se presentó en planta y corte para ilustrar la descripción de la obra.

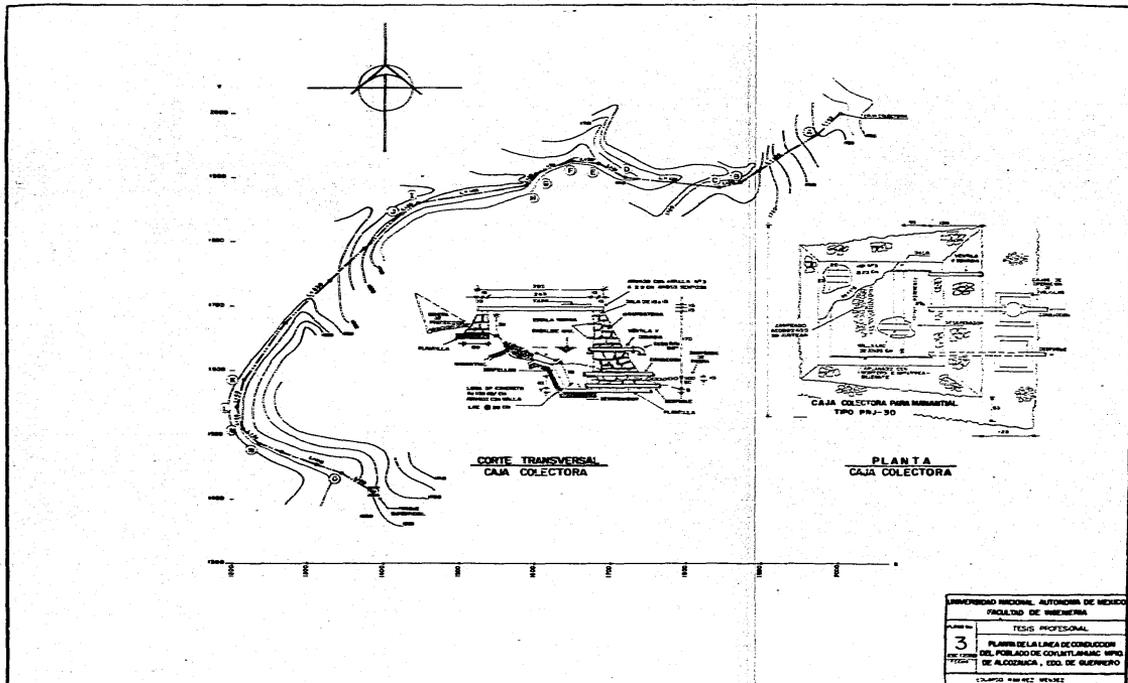
La línea de conducción se presenta en planta a escala 1:2000 el perfil con escala horizontal 1:2000, y vertical 1:200, en este último se anotaron diámetros de tubería, clase y cantidad, así como características hidráulicas y constructivas que se consideraran necesarias como en el caso de los cruceros y la lista de piezas especiales que intervienen en la obra.

Se presenta por separado el proyecto de la estructura, de cajas rompedoras de presión, caja protectora de válvulas de expulsión de aire.

En el plano del tanque de regularización se indica la elevación de plantilla, terreno, nivel máximo de agua y su capacidad.

En la red de distribución, figura el plano de la localización de la tubería de alimentación, el ramal principal abierto y sus ramales secundarios, válvulas de seccionamiento, de acuerdo con los símbolos del Anexo V.C. 1961, con su correspondiente nomenclatura de cruceros, longitudes y en los principales cruceros de la tubería, la elevación de terreno y la carga disponible en metros.





# TAMA COPIA

## MALLAS DE ORIGEN

### DATOS BASICOS DEL PROYECTO

|   |                  |
|---|------------------|
| POBLACION:                                    |                  |
| ULTIMO CENSO (1973)                           | 347 HAB          |
| ACTUAL  | 450 HAB          |
| PROYECTO (1988)                               | 1,105 HAB        |
| PERIODO DE DATOS                              | 7 AÑOS           |
| DISTRIBUCION                                  | NO HOMOGENEA     |
| GASTOS:                                       |                  |
| MEDIO ANUAL                                   | 48 \$/HAB/AÑO    |
| MAXIMO DIARIO                                 | 2.57 \$/HAB/DIA  |
| MAXIMO HORARIO                                | 2.88 \$/HAB/HORA |
| CORRIENTES DE VARIACION DIURNO                | 0.0              |
| NOCTURNO                                      | 0.0              |
| PUENTE DE ABASTECIMIENTO - AGUAS SUBTERRANEAS | NO               |

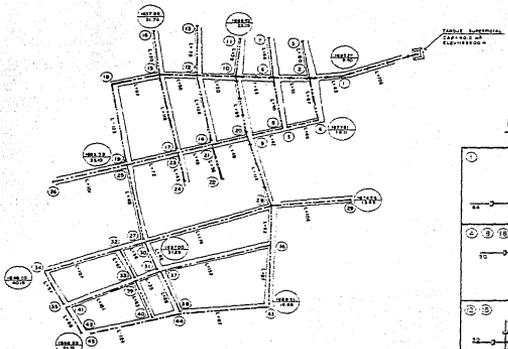
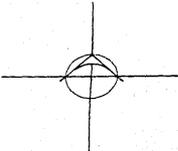
CAPTACION - CAJA COLECTORA  
 CONDUCCION - GRAFICADO  
 REGULACIONES - FANDEO QUINCUENAL CON 10% A 3"  
 DISTRIBUCION - MALLAS ORIGENES GRAFICADAS  
 DISTRIBUCION - AUTOMATICA UNO

### RESUMEN DE TUBERIA

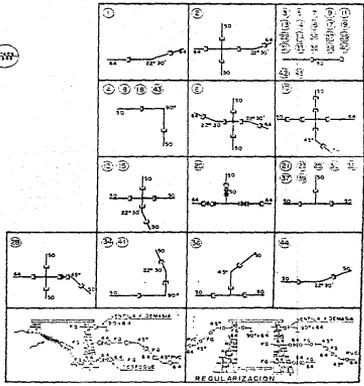
|          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DIAMETRO | 30 mm    | 40 mm    | 50 mm    | 60 mm    | 75 mm    | 100 mm   |
| LONGITUD | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 |
| TOTAL    | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 | 1,435.00 |

### RELACION DE PIEZAS ESPECIALES

|        |                               |          |
|--------|-------------------------------|----------|
| UNIDAD | DESCRIPCION                   | CANTIDAD |
| 1      | VALVULAS                      | 1        |
| 2      | CONJUNTO DE VALVULAS DE 60MM  | 1        |
| 3      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 40MM   | 1        |
| 4      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 50MM   | 1        |
| 5      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 60MM   | 1        |
| 6      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 75MM   | 1        |
| 7      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 100MM  | 1        |
| 8      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 150MM  | 1        |
| 9      | IMPULSOR DE ALUMINO DE 200MM  | 1        |
| 10     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 250MM  | 1        |
| 11     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 300MM  | 1        |
| 12     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 350MM  | 1        |
| 13     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 400MM  | 1        |
| 14     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 450MM  | 1        |
| 15     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 500MM  | 1        |
| 16     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 550MM  | 1        |
| 17     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 600MM  | 1        |
| 18     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 650MM  | 1        |
| 19     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 700MM  | 1        |
| 20     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 750MM  | 1        |
| 21     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 800MM  | 1        |
| 22     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 850MM  | 1        |
| 23     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 900MM  | 1        |
| 24     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 950MM  | 1        |
| 25     | IMPULSOR DE ALUMINO DE 1000MM | 1        |



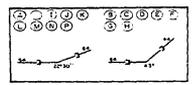
### DISTRIBUCION



### SIMBOLOGIA

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| TUBERIA DE 30 mm (2 1/2") | --- |
| TUBERIA DE 40 mm (1 1/2") | --- |
| TANQUE                    | --- |
| COTA TERRENO              | --- |
| CAPOTA DISPONIBLE         | --- |

### CONDUCCION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS  
 4 MEDIO DE DISTRIBUCION DEL PUEBLO  
 DE COATEPEC, ESTADO DE OAXACA  
 ALICIA GARCIA, EDO. DE OAXACA  
 PLANIFICACION Y DISEÑO DE OBRAS DE  
 PLANIFICACION Y DISEÑO DE OBRAS DE

## C A P I T U L O V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Todo proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana, se elabora en general sobre bases económicas y tomando en cuenta tanto las normas propias de la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, como las de otros países; sin embargo, el propósito de la Dirección General ha sido el de procurarse que los proyectos se apeguen más a las necesidades y características reales y actuales de dichas localidades, de ahí que se haya avocado a la revisión y estudio de normas actuales que cumplan con esas finalidades.

En la elaboración de los proyectos, con base en estas normas, se pretende que se cubran las necesidades técnicas dentro de la economía, no sólo para la construcción de las obras sino para su operación y conservación de los mismos.

El tipo de red que se proyecta para esta localidad es abierta, ya que se recomienda para localidades pequeñas donde no sea necesario instalar tubería en todas las calles; cuando la topografía y el alineamiento de las calles no permiten la formación de envolventes (circuitos) y, principalmente para zonas con predios muy dispersos.

Consiste básicamente en una tubería principal que se instala en la zona de mayor consumo, disminuyendo de diámetro a medida que se aleja del tanque de regularización. De esta tubería parten otras de menor diámetro para completar la red.

Este tipo tiene el inconveniente de que cuando se presenta una descompostura en la línea principal, se corre el riesgo de tener que suspender el servicio en toda la población, de la misma manera que como el escurrimiento es prácticamente en una sola dirección, no hay oportunidad de sobre-alimentar tramos que demanden mayor caudal, además de tener en ocasiones un alto número de puntos muertos, sin embargo, su construcción resulta generalmente económica.

El tipo de tubería que se utilizó tanto para la línea de conducción como para la red es de PVC debido a la clase de material que se tuvo que excavar, que era tipo A.

Estas tuberías permiten un largo estandard de 6.00m. y se fabrican en tres diferentes tipos de unión, que son: con campana integral, extremos lisos para cementar y extremos roscados.

La tubería que se recomienda es de campana integral, ya que es lisa de un extremo y de la otra parte opuesta del tubo se encuentra la campana integrada, permitiendo la unión macho-hembra, que sella perfectamente bien a base de un anillo de hule.

Este tipo de unión no requiere del empleo de mano de obra especializada y la tubería puede ser usada inmediatamente después de instalada.

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

"Topografía Práctica para el Constructor"  
José Zurita Rufz  
CEAC, S.A.  
1974.

"Topografía"  
Ing. Miguel Montes de Oca Alcaraz  
Representaciones y Servicios de Ingeniería.

"Topografía I y II"  
Alfredo Salazar Torres  
Imprenta Arana, S.C.L.  
Ed. Sa. Agosto de 1981.

"Hidráulica"  
Samuel Trueba Coronel,  
Continental, S.A.  
Imp. XVI Abril de 1978.

"Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable para Localidades Urbanas de la República Mexicana"  
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas  
Subdirección de Proyectos, Oficina de Normas y Desarrollo de Tecnología  
Octubre, 1979.

"Apuntes de Redes de Distribución"  
Ing. Guillermo Cortés Hernández.  
Instituto de Ingeniería, UNAM.

"Catálogo General de Precios Unitarios para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado"  
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas,  
SAHOP.