



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA <sup>7</sup> DE MEXICO <sub>29.</sub>

## ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

LINEA DE CONDUCCION PARA DOTAR DE AGUA  
POTABLE A LA LOCALIDAD UBICADA EN LA  
CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA  
DE ALQUISIRAS

TRABAJO DE INVESTIGACION

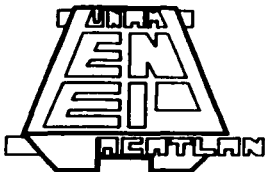
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL  
BAJO LA OPCION DE SEMINARIO TALLER  
EXTRACURRICULAR "CONDUCCIONES A  
PRESION II" PRESENTA:

97 MAY 12 1998  
VILLAHUAYAN DE  
ESTADOS UNIDOS  
MEXICANOS

003333

ANDRES ALBERTO CERVANTES MERINO..

Acatlán, Estado de México, Mayo de 1997



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

**DEDICATORIAS:**

**A DIOS**

Por darme la vida,  
salud y fuerzas para  
seguir adelante.

**A MIS PADRES  
HILDA Y ALBERTO**

Por todo lo que tan  
desinteresadamente  
Nos han dado.

**A MIS HERMANOS  
MANUEL, NORMA Y HECTOR**

Por su cariño, y compañía

**A ARTURO Y MARIA**

Por todo el apoyo que me  
han brindado en la elaboración  
del presente trabajo.

**A LA FAMILIA CERVANTES ALATORRE  
TOS TERÉ Y CARLOS**

Mil Gracias por todo el apoyo que  
me brindaron durante toda la  
Carrera

**A CARLOS Y LULÚ**

Por su cariño, comprensión  
y su alegría.

**A TERE Y ENRIQUE**

Por todo lo que me han ayudado  
y por todo lo que los estimo

**A HOREB**

Por todo lo que hemos  
convivido en el trabajo  
en las Buenas y  
las no tan buenas

**A ANTONIO R. Y JUAN JOSE**

Gracias por su amistad.

**A ARACELI**

Por que este trabajo es  
fruto de nuestro esfuerzo.

**A LOS PROFESORES**

Por el tiempo que nos han dedicado.

**A MIS CUÑADOS**

**TERE AVILOR  
JUAN JOSE CEVALLOS**

Por su amistad y por  
ser parte de mi familia

**A MIS SOBRINOS**

**JUAN CARLOS  
JESSICA TERESA  
NORMA MIRELLA**

Por ser la alegría  
y la nueva generación  
de la familia.

**A TODOS MIS COMPAÑEROS**

Por todos los momentos que  
hemos compartido juntos.

**LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA DOTAR DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD UBICADA EN LA CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1. ANTECEDENTE.</b>	<b>6</b>
<b>1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.</b>	<b>6</b>
<b>1.2 TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO.</b>	<b>23</b>
<b>1.3 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN.</b>	<b>25</b>
<b>1.4 DOTACIÓN.</b>	<b>30</b>
<b>1.5 COEFICIENTES DE VARIACIÓN.</b>	<b>33</b>
<b>1.6 GASTOS.</b>	<b>34</b>
<b>1.7 CAPTACIÓN Y OBRA DE TOMA.</b>	<b>37</b>
<b>2. LÍNEA DE CONDUCCIÓN.</b>	<b>44</b>
<b>2.1 OPCIONES DE TRAZO DE LA LÍNEA.</b>	<b>46</b>
<b>2.2 SELECCIÓN DEL TRAZO ÓPTIMO.</b>	<b>48</b>
<b>2.3 MATERIALES.</b>	<b>48</b>
<b>2.4 CALCULO HIDRÁULICO.</b>	<b>57</b>
<b>3. PIEZAS ESPECIALES.</b>	<b>67</b>
<b>3.1 CAMBIOS DE DIRECCIÓN.</b>	<b>67</b>

<b>3.2 VÁLVULAS.</b>	<b>68</b>
<b>3.3 ATRAQUES Y SILLETAS.</b>	<b>73</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>84</b>
<b>5. PLANOS Y ANEXOS.</b>	<b>85</b>
<b>6.- BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>86</b>

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la línea de conducción para abastecer de agua potable a la localidad ubicada en la Cuarta Manzana del municipio de Almoloya de Alquisiras.

## **OBJETIVOS**

Dar una idea global de los aspectos topográficos, hidráulicos y demográficos del proyecto y conocer los datos del mismo, tales como su tipo de captación y su obra de toma, para el diseño adecuado de la línea de conducción.

Analizar técnica, política y socialmente las opciones disponibles para el trazo de la línea de conducción, para su correcta elección, así como el cálculo del diámetro óptimo, y con ello asegurar el abastecimiento de agua a la población.

Conocer algunos tipos de piezas hidráulicas utilizadas en las líneas de conducción y elegir las adecuadas para el buen funcionamiento de la línea, así como las piezas especiales de soporte para la misma.



## INTRODUCCION

La Universidad Nacional Autónoma de México desde Julio de 1991 ha instituido nuevas formas de titulación, entre las que se encuentra el Seminario-Taller Extracurricular que tiene por objetivo promover entre los egresados la obtención del Título Profesional mediante un trabajo escrito y su réplica oral.

La Escuela Nacional de Estudios Profesionales Plantel Acatlán, mediante el Centro de Educación continua, promovió esta opción entre los profesores de Area de Hidráulica del Programa de Ingeniería Civil, los cuales se organizaron para impartir el Seminario "Conducciones a Presión" el cual por segunda vez se efectúa entre alumnos egresados de Ingeniería Civil.

El Seminario Consta de cinco módulos

- I.- Obra de Toma.
- II.- Diseño Hidráulico de Tuberías.
- III.- Bombas.
- IV.- Accesorios Complementarios y piezas especiales en Tuberías.
- V.- Golpe de Ariete.

Los cuales fueron impartidos por los profesores: Ing. Raúl A. Correa Arenas, Ing. Jorge Esteban Athala Molano, M.I. José de Jesús Avila Prieto, Ing. Hermenegildo Arcos Serrano y el M.I. Julián Alfredo Bueno Contreras.

El grupo de alumnos se dividió en 5 brigadas de trabajo, de tres personas cada una y se le asignó a cada una un trabajo acorde al tema del seminario, consistente en hacer un proyecto enfocado en dotar de agua potable a una localidad del Estado de México, que en el caso del presente trabajo es la Localidad de la Cuarta Manzana del Municipio de Almoloya de Alquisiras.

Cada una de las brigadas de trabajo fue asesorada por uno de los ponentes del Seminario el cual estaba encargado de la coordinación técnica y orientó en cualquier situación o resolvía las dudas que se presentaban, pudiendose también apoyarse en algún otro de los ponentes.

Al efectuar la investigación se realizaron visitas a las localidades en estudio para recopilar la información necesaria para la elaboración de los proyectos respectivos y para poder visualizar las posibles alternativas de solución a los problemas de dotación de agua potable, como la disponibilidad de agua, posibles opciones del trazo de la línea de conducción, datos generales de la población, etc.

El presente trabajo es resultado del Seminario y su réplica oral se efectuó frente a los profesores del mismo, que fungieron como sinodales y servirá para obtener un Título Profesional, pero sobre de ello, su función es la de auxiliar en la dotación de Agua Potable a una Localidad.

# CAPITULO 1

## ANTECEDENTES

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en seleccionar la fuente de abastecimiento, diseñar la obra de toma, la línea de conducción y su revisión por golpe de Ariete, para poder abastecer de agua potable a la localidad de la Cuarta Manzana del municipio de Almoloya de Alquisiras, por lo que se darán los datos generales de dicho municipio:

#### 1.1.1 Localización Geográfica.

El Municipio de Almoloya de Alquisiras ocupa la parte sur de la porción occidental del Estado de México, que corresponde a la región de Coatepec Harinas, a 77 Kms. De la Ciudad de Toluca, ver figura 1.1. Tiene una superficie de 167.38 kilómetros cuadrados y una altitud de 1,800 metros sobre el nivel del mar y el resto del territorio a 2,200 m.s.n.m. Su localización geográfica es la siguiente: Longitud oeste mínima 99°46'50", Longitud máxima 99°57'09", Latitud norte mínima 18°47'00" y Latitud máxima 18°55'02".

Colinda al norte con Texcallitlán y Coatepec Harinas; al este, con Coatepec Harinas; al sur, con Zacualpan y Sultepec y al oeste con Sultepec y Texcallitlán.

Según el Sistema Estatal de Información, el Municipio tiene una extensión de 167.3 kms<sup>2</sup> y se divide en 32 comunidades, entre las que destaca Almoloya que es la cabecera Municipal, como se aprecia en la figura 1.2, también se ubican Ahuacatlán, Cuahutenco y Cuarta Manzana, las cuales son algunas de las comunidades que se están estudiando en este Seminario. La Segunda Manzana no está contemplado como comunidad, pero también se va a dotar de agua potable.

#### 1.1.2 Datos Cronológicos

En sus orígenes el poblado de Almoloya estuvo subordinado al Señorío de Texcallitlán que formó parte a su vez de la Provincia de los Matlazincas, cuya cabecera fue Toluca.

En la época colonial se denominaba Almoloya de las Cebollas y pobladores como Jerónimo Monjarás, Jorge De Velazco y Felipe Carbajal recibieron mercedes de tierras en el territorio del municipio.

Los nativos del municipio secundaron el Movimiento de Independencia, uniéndose a las tropas que precedía Don Mariano Ortiz, sobrino segundo del cura Hidalgo y después se mantuvieron a las órdenes de Pedro Ascencio de Alquisiras

En 1844 Almoloya se adhirió a los federalistas y posteriormente al movimiento de Reforma. En 1858 se erigió como municipio, en 1869, recibe el nombre de Pedro Ascencio de Alquisiras, el gran guerrillero y su gente que a las órdenes de Morelos y Vicente Guerrero, operaron en la región, después se le redujo el nombre, quedando como Almoloya de Alquisiras

Almoloya viene del Nahuatl "alt", agua , "moloni" manar una fuente; y "yan" en donde mana el agua: "lugar donde hay un manantial" El jeroglífico representativo de Municipio es el de una corriente de agua con cuatro ramificaciones rematadas por perlas y caracoles alternados y un brazo con una mano

### **1.1.3 Orografía**

El Municipio tiene una gran irregularidad, las alturas mas importantes oscilan entre los 2,900 m.s.n.m., en el Cerro de la Culebra o Peña de Ahuacatitlán, que en los mapas oficiales está registrado como el peñón, hasta los 1,780 m.s.n.m. en la Unión Rivapalacio, y en los cerros de Capulmanca 2,600 y la Sexta Manzana, con 2,600; hay también pequeños valles, como los de Pachuquilla, Aquipan o Almoloya; planicies, como son las tierras fértiles de San Andrés Tepetitlán, Plutarco González ó Tizates, ésta última muy similar a una escalera que baja del noroeste al suroeste; con la salida de la Cañada de los Arcos, que es un cauce natural del río de Almoloya, ver figura 1.3

### **1.1.4 Hidrología**

Debido al relieve orográfico, que forma una especie de embudo, se comprenderá que el agua fluye hacia el valle, hecho que si bien no es exhaustivamente aprovechado, es el mas representativo, ver figura 1.4.

Se cuenta con un río de caudal constante y nace en Texcallitlán; su cauce se dirige hacia el suroeste, internándose en el territorio de Almoloya (por eso su nombre, río de Almoloya) y desemboca en el río Amacuzac, en el Estado de Morelos.

Tiene como afluentes el riachuelo de la Gavia Chica, así como innumerables arroyos, entre los que se encuentran los siguientes: Ahuacatitlán, El Salto, Jaltepec, Cuahutenco, Pachuquilla y el Florido; su caudal es variable, pero en la época de lluvias es muy abundante. Los arroyos se secan en los meses de enero a mayo.

Tiene dos manantiales importantes que desde tiempo inmemorial dan nombre a la Cabecera Municipal y son conocidos como "ojos de agua", los cuales representan un valioso recurso natural para el municipio. El ojo de agua Grande se encuentra a un kilómetro y medio al norte de Almoloya, sus aguas fertilizan la porción más importante de las huertas y su caudal surte de agua potable a la población de la cabecera y a la de Jaltepec; y llega debidamente entubada hasta los depósitos de la Cruz de Misión, desde donde se distribuye.

El ojo de agua chico se encuentra dentro de la población, a 30 metros de la avenida Benito Juárez, y también proporciona agua para irrigación de huertas y hortalizas. En años pasados se utilizaba por muchas familias para bañarse. A pesar de que el agua es relativamente abundante ha sido motivo de disputas por el mal uso del regadío y las malas condiciones de los acueductos. Su distribución se hace sancionada por medio de "jueces", que la van administrando a cada uno de los usuarios.

### **1.1.5. Climas**

Tres comunidades tienen clima frío similar al de Toluca, con heladas en invierno: Plan de Vigas, Sexta Manzana y Calpulmanca. Las comunidades con clima semitemplado son San Andrés Tepetitlan y Quinta Manzana, que sufren heladas ocasionales. Almoloya, Jaltepec, Agua fría, Triguillos, Cuauhtenco, Las Mesas y Pachuquilla tienen clima templado húmedo y sin heladas; Agua Fría, Tepehuaries, Totoltepec, La Unión Riva Palacio, Llano de las Casas, Tizates, Los Pérez y Aquipan son de clima semicálido seco, esto permite el cultivo de gran cantidad de hectáreas de hortalizas y pastizales como: tomate, chicharro, avena, cebada y maíz.

Las estaciones del año están muy bien definidas. Las temperaturas se registran entre los veinte y veinticuatro grados centígrados a la sombra, en verano, y en invierno bajan hasta los quince grados.

Los vientos, dada la ubicación del municipio, son moderados y van de noroeste a sureste, durante el mes de febrero.

El período de lluvias se presenta en los meses de mayo y junio, y se prolonga hasta octubre; durante este tiempo se forman cascadas y numerosos riachuelos. La precipitación pluvial total durante el año, en la mayor parte del Municipio es de 1,113 milímetros (promedio de un período observado en seis años).

Generalmente, la lluvia cae en la tarde o en la noche. Las mañanas son despejadas. Todos los factores geográficos y meteorológicos influyen para que en el municipio haya un clima bondadoso, ya que no hace calor ni frío extremos. En la figura 1.5 se muestran las líneas isotermas del Estado de México.

### 1.1.6 Flora

Debido al clima que prevalece en la región, el municipio cuenta con una rica variedad de plantas y árboles como ocote, encino (en tres variedades), madroño, primavera, aile, ceiba, oyamel, cedro, tepemexquite, sabino, sauce, fresno, colorín, etc; todas las especies se encuentran entre los cimarrones. Los frutales que se cultivan son igualmente abundantes y variados: higuera (breva e higo), durazno (melocotón, blanco y prisco), aguacate, guayaba, granada, cafeto, lima (agria y dulce), capulín, limón, toronja, naranja (agria y dulce), tejocote, plátano, chirimoya, jacanicuil, ciruelo, zapote, nuez, nispero, chabacano, manzana, fresa, caña de azúcar, etc.

Las hierbas son numerosas, hay follajes de malva, tepechia, planta urticaria (ortiga grande, que se siembra en los límites de la propiedad, ortiga chica y equixcle), amapola, higuierilla, maravilla, uva cimarrona, zarza, enredadera, siempre viva, berro, carricillo, chapulizcle, etc.

Las legumbres son cultivadas en todas las especies, estas, además de consumirse en el municipio, se venden en Texcatitlán, Sultepec y Zacualpan, anteriormente eran llevadas a lomo de burro hasta Tierra caliente. Variedad de flores, tanto cultivadas como silvestres, entre las que destacan las orquídeas, de las que podemos mencionar una enorme variedad de tolocomeles, toritos y sanmiguelitos, que se dan en los meses de junio y octubre. También hay flores del tigre, maravilla, floripondio, Cempasuchil, mirasol, girasol, etc.

Las flores cultivadas adornan, por supuesto, los jardines de las casas y la vera de algunos caminos: huela de noche, nochebuena, azucena, gladiola (cultivada en grandes proporciones), clavel, hortensia, dalia, tulipán, jacaranda, rosa, pompon, crisantemo, aretillo, bugambilia, margarita, etc. En la temporada de lluvias las personas bajan del monte a vender hongos como: xaxicales, matitas, sanjuanitos, tintas, etc.

### 1.1.7 Fauna

La recolección de resina en los montes de Almoloya, así como la constante tala han mermado la fauna silvestre; a pesar de esto aún se pueden encontrar varios tipos de mamíferos como: coyote, tejón, ardilla, zorrillo, conejo, tuza, tiacuache, armadillo, cacomixtle, cuinique, etc. Entre las aves hay águilas, gavilán, gavilancillo, aura, zopilote, cuervo, tecolote, codorniz, correntinos, paloma (blanca y morada), guilota, tórtola, pájaro carpintero, gorrión, tordo, calandria, primavera, jacobito, golondrina, chupamirto, saltaparedes, etc. Entre reptiles: vibora de cascabel, mazacuata, coralillo, tortuga, y diversas culebras, etc. Entre batracios: sapo, rana y ajolote. Entre peces las especies son: trucha y mojarra. También se pueden localizar una gran cantidad de animales invertebrados: mariposa, araña, temolote, caracol, cangrejo, etc.

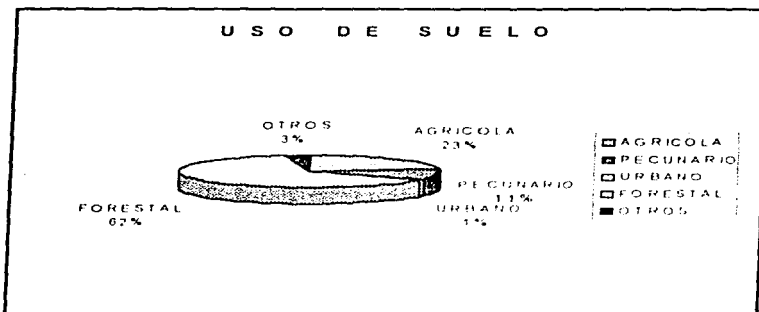
### 1.1.8 Uso del Suelo

El municipio de Almoloya de Alquisiras según el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral cuenta con 16,738.5 hectáreas; las cuales se destinan por actividades agrícolas siendo de temporal y riego, la actividad pecuaria es de tipo extensivo, la forestal es moderada, se cuenta con uso urbano y cuerpos de agua como ríos, ojos de agua y manantiales.

Los cultivos de mayor importancia son el maíz, frijol, calabaza, frutales como aguacate, durazno, guayaba, chabacano e higo y flores.

Los centros de consumo de los productos que se cultivan en Almoloya son: Toluca y México principalmente y en menor grado los tianguis de Texcaltillán, Sultepec, Tejupilco y Zacualpan.

<b>1.- Uso Agrícola</b>	3,790.3 Hectáreas	100.00%
a) Temporal	3,017.1 Hectáreas	79.60%
b) Riego	122.6 Hectáreas	3.23%
c) Tierras ociosas	650.6 Hectáreas	17.17%
<b>2.- Uso Pecuuario</b>	1,811.7 Hectáreas	100.00%
a) Intensivo	1.3 Hectáreas	0.02%
b) Extensivo	1,810.4 Hectáreas	99.98%
<b>3.- Uso Forestal</b>	10,543.0 Hectáreas	100.00%
a) Bosques	9,372.0 Hectáreas	88.89%
b) Arbustiva	1,171.0 Hectáreas	11.11%
<b>4) Uso Urbano</b>	94.1 Hectáreas	100.00%
<b>5) Erosionado</b>	133.9 Hectáreas	100.00%
<b>6) Cuerpos de agua</b>	3.7 Hectáreas	100.00%
<b>7) Otros usos</b>	361.8 Hectáreas	100.00%



Las cifras y la distribución porcentual reflejan la importancia del sector forestal en el municipio. La categoría "otros" agrupa uso industrial, cuerpos de agua y suelo erosionado.

### 1.1.9.- Población

La explicación de el crecimiento demográfico se refuerza por el echo de la muy débil corriente migratoria en el municipio. Para 1990, una cifra equivalente a 2.10% de su población estaban fuera del Estado de México y respecto de los mayores de 5 años sólo 1.28% no residían en el Estado en 1995. El avance población del municipio a pesar de que no ha sido bajo sigue disminuyendo ya que en 1970 la población era de 8,229; en 1990 fue de 12,000 con una tasa de crecimiento anual de 1.6%, muy inferior a la del estado.

	1970	1980	1990	80/70 %	90/80 %
<b>TOTAL</b>	8,329	10,268	12,021	2.11 %	1.59 %
<b>HOMBRES</b>	4,186	5,100	5,676	1.99 %	1.08 %
<b>MUJERES</b>	4,143	5,168	6,345	2.24 %	2.07 %

En forma paralela se observa una caída significativa en la natalidad, tomando los hijos nacidos vivos por segmento de edad de la madre, las mujeres de 50 a 54 años tuvieron 7.2 hijos, mientras que las de 25 a 29 años sólo han tenido 2.6.

segmento de edad	20-24	25-29	30-34	40-44	50-54
Promedio de hijos	1.2	2.6	3.7	6.9	7.2

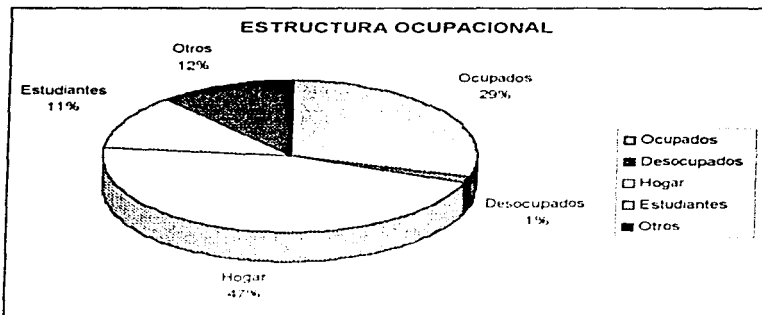


Las tasas de natalidad y mortalidad registradas en el año de 1990 constituyen elementos adicionales importantes para el análisis de la población. En el cuadro siguiente se presenta su comparación con el promedio resultante para el Estado de México, así como los valores que alcanza la tasa de mortalidad infantil. El comportamiento de estas variables, tanto por lo que se refiere a la magnitud de cada una de ellas, como por su comparación con los promedios estatales, no sólo explican el crecimiento de su población sino que también representan un indicador del nivel de bienestar en que se ubica el municipio.

Tasas brutas (por mil)			
	Natalidad	Mortalidad	Mort. Infantil
Almoleya de A.	33.69	5.66	35.97
Estado de México	24.52	3.84	35.32

De acuerdo con la información de los Censos de 1990 y para la población de 12 años y más, el total ocupado en actividades económicas representa, en el caso del municipio, una porción menor a la del Estado, estructura ocupacional que refleja una escasa incorporación de estudiantes, de donde se deduce una menor permanencia de la población joven en el sistema educativo.

	Almoleya de A.		Estado de México
	Número	%	%
Ocupados	2,200	29.47	42.13
Desocupados	99	1.33	1.28
Hogar	3,434	46.00	29.57
Estudiantes	854	11.44	19.53
Otros	878	11.76	7.48
<b>TOTAL</b>	<b>7,465</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>



Destaca el tipo de trabajo que realiza la población ocupada económicamente así como el sector en el cual presta sus servicios. La información para 1990 y sin incluir los no especificados, es la siguiente:

	Industrial	Servicio	Agrícola	Total
Prof. Y Técnicos	1	162	3	166
Func. Y Ofic.	1	43	5	49
Comerciantes	10	181	11	202
Trab. Agrícolas	2	1	1,189	1,192
Trab. Industriales	288	48	9	345
Serv. Públ. Person.	1	31	3	35
Otros	15	98	33	146
<b>Total</b>	<b>318</b>	<b>564</b>	<b>1,253</b>	<b>2,135</b>

La distribución de la población ocupada por sectores de actividad económica revela una estructura porcentual diferente a la del promedio estatal. En el municipio, las actividades agropecuarias tienen una mayor importancia en relación con la distribución obtenida para el estado.

### 1.1.10.- Aspectos Económicos

De acuerdo con la información de censo económico de 1988, se encontraron operando a esa fecha 58 unidades económicas en el municipio; sin embargo, dicha información no incluye los sectores agrícola, de servicios financieros gubernamentales, donde la población ocupada ascendió a 95 personas, distribuidas en tres sectores de actividad: 12 en manufacturas, 63 en comercio y 20 en servicios

Con relación al sector agrícola, en el ciclo primavera-verano 1989 se sembraron 3,140 de las 3,791 hectáreas agrícolas disponibles, destacando como cultivo principal el maíz, con 2,152 hectáreas (69%). Le siguen en importancia los cultivos de durazno y aguacate con 589 y 318 hectáreas respectivamente. De las 10,543 hectáreas forestales, 89% corresponden a bosques y el resto a superficie arbustiva.

La actividad pecuaria del municipio, así como la participación relativa respecto del total estatal, se presenta en el siguiente cuadro. Las cifras corresponden al último censo pecuario levantado en el estado, que data del año de 1985

	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Equino
Total	2,985	1,495	348	2,014	576
% del Estado	0.45	0.23	0.04	1.12	0.23

	Gallinas	Guajol.	Otras aves	Colmenas	Conejos
Total	13,072	722	216	826	291
% del Estado	0.11	0.11	0.03	0.70	0.08

La actividad forestal del municipio ha sido reglamentada y controlada por medio de lineamientos que marca la ley misma que castiga a la tala clandestina de estos recursos naturales, pero es bien conocido que la necesidad que el habitante de estas zonas forestales tiene para sobrevivir origina la tala immoderada para el sustento familiar.

Estos recursos forestales ocupan el 89% de hectáreas en el municipio, y comprenden principalmente las comunidades: El Plan de Vigas, Sexta Manzana, El Mirador, Totoltepec, Capulmanca y Jaltepec.

Estos recursos son clasificados por su existencia de la siguiente manera: pino, oyamel, eucalipto, cedro, trueno, fresno, así como guayaba, granado, durazno, chile manzano y papaya.

El desarrollo económico urbano rural, tiene como principal actividad el comercio, clasificandose de la forma siguiente: abarrotes, lonjas mercantiles, farmacias, ferreterías, tlapalerías, materiales de construcción, tortillerías, carnicerías, tiendas de ropa, así como la producción de : ciruela, guayaba, durazno, tomate, jitomate, cebolla y aguacate, que son expedidos en la misma Cabecera Municipal, municipios aledaños, Toluca y el Distrito Federal.

### SERVICIOS PÚBLICOS.

En el Municipio de Almoloya de Alquisiras, podemos mencionar que pocas localidades cuentan con los servicios públicos completos como: Drenaje, agua, luz, teléfono, alumbrado público, etc.

### INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE:

Kilómetros de Carreteras	
Pavimentadas	22
Revestidas y rurales	39
Total	61

Vehiculos	
Autos Particulares	235
Autos Públicos	40
Camionetas y Camiones	422
Otros	9
Total	706

Energía Eléctrica	
Usuarios	1,887
Miles de KW*Hr. por año	203

Servicio Telefónico	
Líneas	230
Aparatos	3

Servicio Postal	
Administradores	1.0
Sucursales	0.0
Agencias	1.0

La información anterior permite obtener indicadores que reflejan la disponibilidad relativa de la infraestructura en el municipio y facilitan su comparación con la situación global del Estado.

	Municipio	Estado de México
Habs Por línea Telefónica	N.D.	21 7
Habs. Por Vehículo	17.0	8.1
KW-Hr por Habitante	16.9	908.1
Km. De Carretera por Km2	0.4	0.4

### RECOLECCIÓN DE DESECHOS

Actualmente la recolección de desechos sólidos en el Municipio se hace en la Cabecera Municipal y de calcula un promedio diario de 15 toneladas, el 60% de estos desechos son de origen orgánico. Es por esto que en las comunidades la ciudadanía arroja los desechos generados a las barrancas, terrenos baldíos, vialidades, caminos y arroyos. Lo anterior ha originado la contaminación de mantos acuíferos y del suelo.

### EQUIPAMIENTO URBANO

El equipamiento urbano en el municipio es de importancia, y carente en general, en las comunidades, poblados y rancherías, en cuanto al equipamiento educativo se presenta una distribución regular ya que por lo menos en la cabecera como en sus localidades cuentan con instalaciones de nivel básico.

De acuerdo con los datos obtenidos del ciclo escolar 1991-1992 en el municipio existían 62 escuelas de las cuales 31 son primarias, presentando índices de alumno por maestro de 22 por 1, atendiendo este sector un 90% de la demanda

En relación a los espacios culturales, el municipio no cuenta con este tipo de espacios, para el fortalecimiento cultural de la juventud.

En cuanto a instalaciones deportivas, se encuentra una unidad deportiva, aunque en muy malas condiciones.

Panteones.- El municipio cuenta tan solo con 14 panteones, lo que representa un 47% del total de las comunidades y sin embargo atiende en un 90% la necesidad de éstos en el municipio.

**Jardines.-** En relación a la necesidad de parques y jardines el municipio por su situación geográfica y su gran riqueza de recursos naturales, tiene un bajo porcentaje de demanda para la atención del ciudadano.

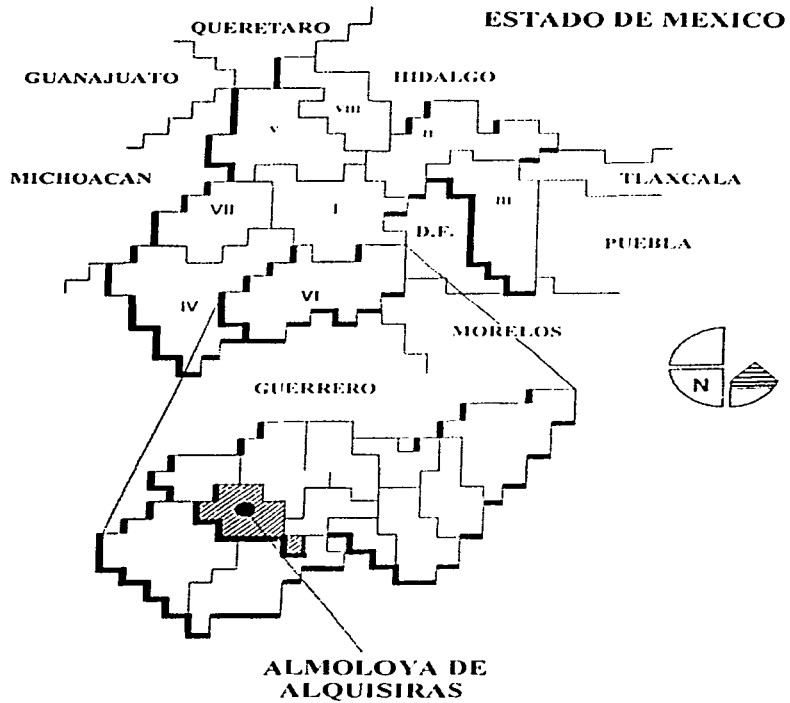
**Vivienda:** Para 1990 según estadísticas del INEGI el municipio de Almoloya de Alquisiras contaba con cifras relativas a la cobertura de los servicios básicos a la población, viviendas que no contaban con agua entubada era de 60.49%; el porcentaje de viviendas sin drenaje aumentó de 57.70% a 77.67% en un decenio, y las que no tenían electricidad su proporción decreció de 57.0% a 39.96% en el mismo periodo.

**Salud:** Los Censos Generales de Población y Vivienda registran escasa información respecto a la población a nivel municipal, sin embargo, recurriendo al sistema estatal de información, es posible contar con cifras relativas a la cobertura de los servicios públicos de salud que operan en el municipio, tanto en lo que se refiere a la disponibilidad de unidades para la atención como de personal médico.

La información que se presenta a continuación corresponde al año de 1989 y no incluye al sector privado.

	Unidades			Personal	
	clínica	hospitales	total	Médico	Enferm.
No.	6	0	6	5	0
Habitantes	2,004	0	2,004	2,404	0
Estado de México	8,851	213,387	8,449	1,110	925

Las unidades existentes requieren de equipamiento médico de nivel básico, ya que en el municipio no se cuenta con los suficientes recursos, y un gran sector de la población no cuenta con acceso a este servicio.



**FIGURA 1.1**

**LOCALICACION DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS**

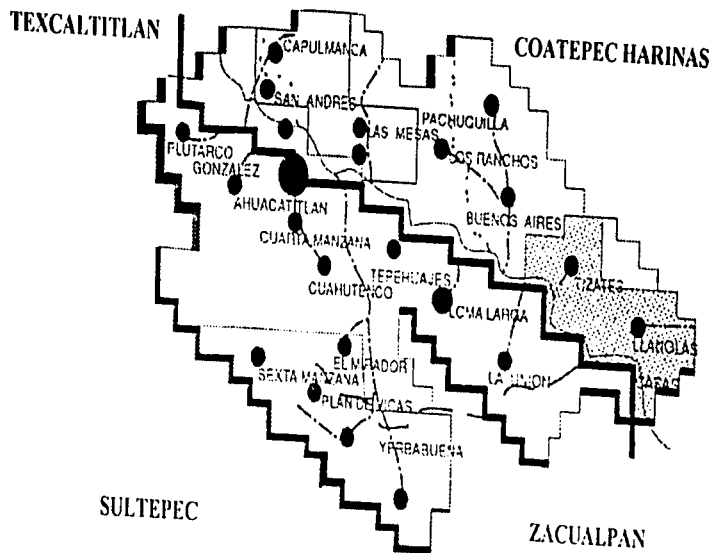
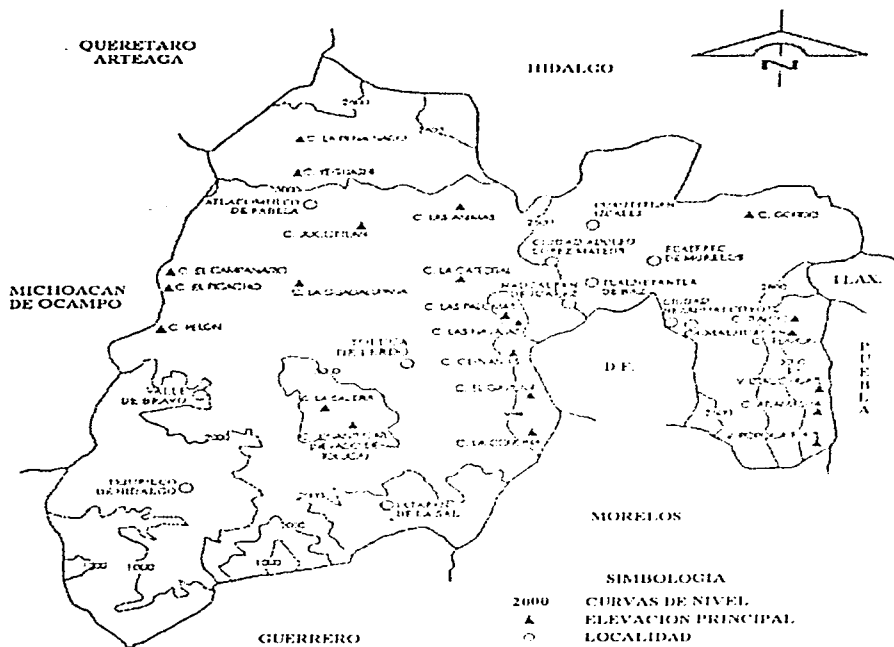


FIGURA 1.2

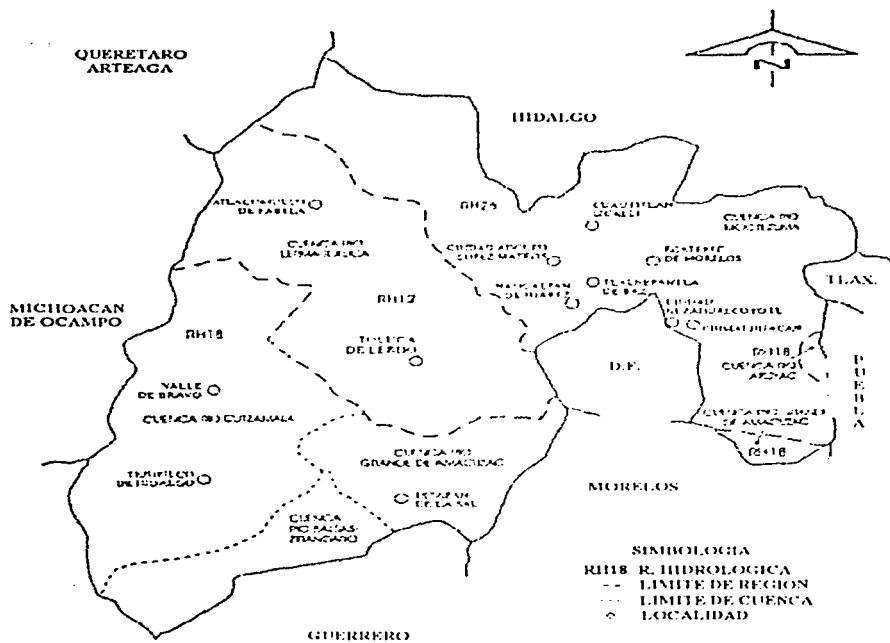
LOCALIZACION DE LA COMUNIDAD DE LA CUARTA MANZANA





**FIGURA 1.3**  
**OROGRAFIA DEL ESTADO DE MÉXICO**





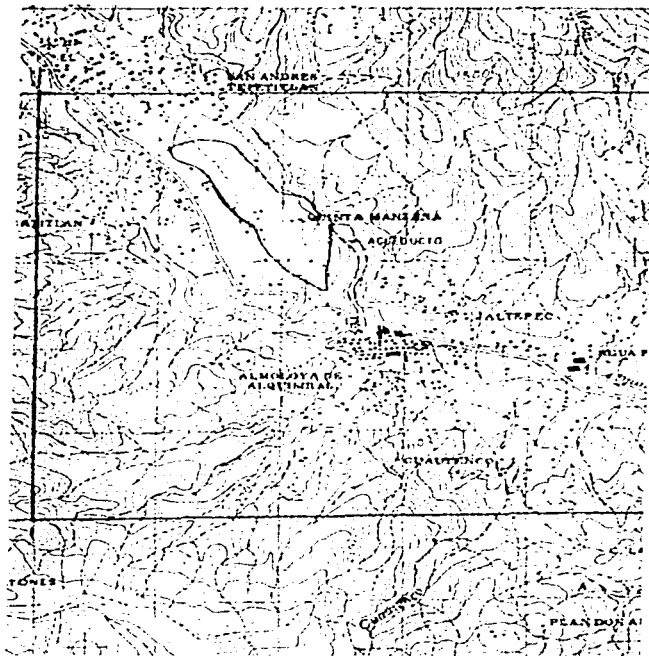
**FIGURA 1.5**  
**TEMPERATURAS DEL ESTADO DE MÉXICO**

## 1.2 TOPOGRAFÍA DEL PROYECTO

Como se vio en el inciso 1.1.3 referente a la orografía, podemos ver que el proyecto presenta una gran irregularidad en su superficie, con respecto a la topografía, se observa que las condiciones de suelo y superficies, las cuales se han estudiado topográficamente tienen gran relevancia e importancia por el reto que presenta llevar a cabo el proyecto que aquí se menciona.

Se realizó un reconocimiento de la zona de captación y del más probable trazo de la línea de conducción, hasta el sitio del tanque de regularización que dotará a la Cuarta Manzana. A continuación se realizó por parte de la C.E.A.S. un levantamiento topográfico con su respectivo perfil del sitio en estudio. En el levantamiento topográfico se tomó en cada desvío de la tubería las elevaciones del terreno. Estos estudios partieron de un Banco de Nivel arbitrario, que fue el manantial, al cual se le asignó la cota +1,000.00.

A continuación se presenta una ilustración en la que se muestran las irregularidades del suelo y sus condiciones de acuerdo al estudio topográfico para este proyecto.



En la figura se observa la cuenca hidráulica del manantial "Ojo de Agua", la ubicación del mismo y el acueducto existente, que surte a áreas de riego. La Cuarta Manzana se ubica junta a la Cabecera Municipal.

### 1.3 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

A continuación se efectuó el cálculo de la población futura para nuestra localidad, además se calcula la población de la Cabecera Municipal y la Segunda Manzanas ya que éstas serán también dotadas de agua por el mismo manantial, por lo que debemos de conocerlas para poder determinar si se podrán abastecer en el futuro o no.

El presente estudio es para determinar, como, conforme a un estudio se pudo realizar lo que viene a tener gran relevancia, por consiguiente es muy importante conocer el factor población y su crecimiento.

La tabla siguiente muestra la cantidad de población que presentan las tres comunidades que serán abastecidas del gran liquido vital, a partir de un manantial. Los datos fueron obtenidos de los censos poblacionales a través del I.N.E.G.I., para las comunidades de Cabecera municipal y Cuarta Manzana, para la Segunda Manzana se obtuvieron por analogía con la Segunda Manzana.

AÑO	Número de Habitantes			
	Cabecera municipal	Segunda Manzana	Cuarta Manzana	Total
1980	961	704	291	1,956
1990	1,538	1,126	466	3,130
1996	1,815	1,250	517	3,582

A continuación se presenta el cálculo de la población de las diferentes localidades por diferentes métodos (Método Aritmético, Método Geométrico y por fórmula de interés compuesto). El tiempo de proyecto se consideró de 15 años, por lo que se calculará para el año 2,111.

#### MÉTODO ARITMÉTICO:

$$P_f = P_a + I \cdot N$$

$$I = (P_a - P_p) / n$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_p$  = Población pasada

**Pa** = Población actual

**n** = Diferencia de tiempo en años entre Pa y Pp

**N** = Diferencia de tiempo en años entre Pf y Pp

**I** = Incremento medio anual

### **Cabecera Municipal**

$$I = (P_{96} - P_{80})/16 = (1815-961)/16 = 53.375$$

$$P_{2000} = 1815 + (53.375 \cdot 4) = 2,029 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 2029 + (53.375 \cdot 10) = 2,562 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2011} = 2562 + (53.375 \cdot 1) = 2,615 \text{ Habitantes}$$

### **Segunda Manzana**

$$I = (P_{96} - P_{80})/16 = (1250-704)/16 = 34.125$$

$$P_{2000} = 1250 + (34.125 \cdot 4) = 1,387 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 1,387 + (34.125 \cdot 10) = 1,728 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2011} = 1728 + (34.125 \cdot 1) = 1,762 \text{ Habitantes}$$

### **Cuarta Manzana**

$$I = (P_{96} - P_{80})/16 = (517-291)/16 = 14.125$$

$$P_{2000} = 517 + (14.125 \cdot 4) = 574 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 574 + (14.125 \cdot 10) = 715 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2011} = 715 + (14.125 \cdot 1) = 729 \text{ Habitantes}$$

## MÉTODO GEOMÉTRICO.

$$Pf = Pa + Pa * Ima$$

Ima = Incremento medio anual

### Cabecera Municipal

AÑO	POBLACIÓN	INCREMENTO	INCREMENTO EN %
1980	961		
1990	1,538	577	60.042
1996	1,815	277	18.010
		SUMA =	78.052

$$Ima = 78.052/16 = 4.878\% = 0.04878$$

$$P_{2000} = 1815 + 1815 * (0.04878 * 4 \text{ años}) = 2,169 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 2169 + 2169 * (0.04878 * 10 \text{ años}) = 3,227 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2011} = 3227 + 3227 * (0.04878 * 1 \text{ año}) = 3,384 \text{ Habitantes}$$

### Segunda Manzana

AÑO	POBLACIÓN	INCREMENTO	INCREMENTO EN %
1980	704		
1990	1,126	422	59.94
1996	1,250	124	11.01
		SUMA =	70.95

$$Ima = 70.95/16 = 4.4344\% = 0.044344$$

$$P_{2000} = 1250 + 1250 * (0.044344 * 4 \text{ años}) = 1,472 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 1472 + 1472 * (0.044344 * 10 \text{ años}) = 2,125 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2011} = 2125 + 2125 * (0.044344 * 1 \text{ año}) = 2,219 \text{ Habitantes}$$



### Cuarta Manzana

AÑO	POBLACIÓN	INCREMENTO	INCREMENTO EN %
1980	291		
1990	466	175	60.137
1996	517	51	10.944
		SUMA =	71.081

$$I_{ma} = 71.081 / 16 = 4.443\% = 0.04443$$

$$P_{2000} = 517 + 517 * (0.04443 * 4 \text{ años}) = 609 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 609 + 609 * (0.04443 * 10 \text{ años}) = 879 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2011} = 879 + 879 * (0.04443 * 1 \text{ año}) = 918 \text{ Habitantes}$$

### FÓRMULA DE INTERÉS COMPUESTO

$$P_f = P_a(1+r) \dots \dots \dots A$$

Donde:

r = Razón de incremento

n = Período de años entre la población futura y la actual

$$\log P_f = \log P_a + n * \log (1+r) \dots \dots \dots B$$

### Cabecera Municipal

PERÍODO	n	log P <sub>f</sub>	log P <sub>a</sub>	log P <sub>f</sub> - log P <sub>a</sub>	(log P <sub>f</sub> - log P <sub>a</sub> )/n
1980 - 1990	10	3.186	2.983	0.203	0.0203
1990 - 1996	6	3.259	3.187	0.072	0.0120
				SUMA =	0.0323

$$\text{Promedio} = .00323 / 2 = 0.01615 = \log (1 + r)$$

$$\text{aplicando antilog} \quad 1 + r = \text{antilog} (0.01615) = 1.03789$$

Sustituyendo datos en A:

$$P_{2000} = 1815 (1.03789)^4 = 2,106$$

$$P_{2010} = 2106 (1.03789)^{10} = 3,055$$

$$P_{2011} = 3055 (1.03789)^1 = 3,171$$

### Segunda Manzana

PERIODO	n	log Pf	log Pa	log Pf - log Pa	(log Pf - log Pa)/n
1980 - 1990	10	3.052	2.848	0.204	0.0204
1990 - 1996	6	3.097	3.052	0.045	0.0075
				SUMA =	0.0279

$$\text{Promedio} = 0.0279 / 2 = 0.01395 = \log (1 + r)$$

$$\text{aplicando antilog} \quad 1 + r = \text{antilog} (0.01395) = 1.03264$$

Sustituyendo datos en A:

$$P_{2000} = 1250 (1.03264)^4 = 1421$$

$$P_{2010} = 1421 (1.03264)^{10} = 1959$$

$$P_{2011} = 1959 (1.03264)^1 = 2023$$

### Cuarta Manzana

PERIODO	n	log Pf	log Pa	log Pf - log Pa	(log Pf - log Pa)/n
1980 - 1990	10	2.668	2.464	0.204	0.0204
1990 - 1996	6	2.713	2.668	0.045	0.0075
				SUMA =	0.0279

$$\text{Promedio} = 0.0279 / 2 = 0.0140 = \log (1 + r)$$

$$\text{aplicando antilog} \quad 1 + r = \text{antilog} (0.0140) = 1.0328$$

Sustituyendo datos en A:

$$P_{2000} = 517 (1.0328)^4 = 588$$

$$P_{2010} = 588 (1.0328)^{10} = 812$$

$$P_{2011} = 812 (1.0328)^1 = 839$$

A continuación se escriben los datos obtenidos por los diferentes métodos:

AÑO	M. ARITMÉTICO			M. GEOMÉTRICO			M. INTERÉS COMP.		
	Cab.M.	2a Mza	4a Mza	Cab.M.	2a Mza	4a Mza	Cab.M.	2a Mza	4a Mza
1980	961	704	291	961	704	291	961	704	291
1990	1,538	1126	466	1,538	1126	466	1,538	1126	466
1996	1,815	1250	517	1,815	1250	517	1,815	1250	517
2000	2,029	1387	574	2,169	1472	609	2,106	1421	588
2010	2,562	1728	715	3,227	2,125	879	3,055	1959	812
2011	2,615	1762	729	3,384	2,219	918	3,171	2023	839

Por tenerse una población mayor con el método geométrico se considero éste método para elegir la población futura, para así garantizar el abasto de agua.

#### 1.4. DOTACIÓN.

Habiendo ya calculado la población de proyecto, se procede a seleccionar la dotación o cantidad de agua potable que se requiere para las condiciones futuras de la localidad en estudio.

Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna a cada persona por día y se expresa el lts/hab/día (litros por habitante por día). Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda para los usos siguientes: para saciar la sed, para la preparación de alimentos, para el aseo personal, para el lavado de jardines, protección contra incendios, para edificios o instalaciones públicas, para usos industriales, comerciales, etc. Los anteriores usos se resumen en: Consumo Doméstico, Consumo Público, Consumo Industrial, Consumo Comercial, Fugas y desperdicios.

**Consumo Doméstico.**- Éste tipo de consumo varía según los hábitos higiénicos de la población, nivel de vida, grado de desarrollo, abundancia y calidad de agua disponible, condiciones climáticas, usos y costumbres, etc. Es difícil, con tantas variables, establecer una cifra, en México puede estimarse entre 75 y 100 lts/hab/día la cantidad básica para el consumo doméstico, que incluye necesidades fisiológicas, usos culinarios, lavado de ropa y utensilios, sistemas de calefacción, y acondicionamiento de aire, riego de plantas y jardines privados, aseo de la vivienda y bienes muebles.

**Consumo Público.-** Este consumo se refiere al de los edificios e instalaciones públicos tales como: escuelas, mercados, hospitales, cuarteles, rastro, hidrantes, riego de calles, prados, jardines, servicios contra incendio, lavado de redes de alcantarillado,. Este consumo es variable, pero en México puede estimarse entre el 20 y 30% del consumo doméstico. El consumo público normalmente es excesivo debido a los descuidos, pues el desperdicio en tales usos públicos se debe a daños en las tuberías, llaves o accesorios cuya reparación inconscientemente se retarda. Para prevenir o atenuar estos desperdicios debe tratarse de eliminarse los servicios gratuitos, debido a que siendo gratuitos, no hay nadie que se haga cargo de ellos.

**Consumo Industrial.-** Depende del grado de industrialización y del tipo de industrias, grandes o pequeñas. Las zonas industriales en la mayoría de los casos conducen a un desarrollo urbanístico que trae como consecuencia un aumento en el consumo del agua. En el consumo industrial del agua, influye la cantidad disponible, el precio y calidad, así como la profundidad de los mantos acuíferos que pueden ser explotados. En general las industrias de cierta magnitud se abastecen en forma particular de sus propios sistemas y pocos dependen del sistema general de la población.

**Consumo Comercial.-** Depende del tipo y cantidad de comercio tanto en la localidad como en la región. Igual que las industrias, el comercio también conduce a una mayor concentración de población, con la diferencia de que esta concentración demanda una mayor cantidad de agua.

**Fugas y Desperdicios.-** Aunque las fugas y los desperdicios no constituyen un consumo, son un factor que debe ser considerado. En la vivienda influye en el consumo doméstico, pues es común encontrar filtraciones o fugas permanentes debido a desperfectos en las instalaciones domiciliarias. Estas pérdidas aunadas al mal uso de los consumos públicos y al irracional uso doméstico, conducen a agravar el consumo general de agua. Las fugas y desperdicios que se presentan en todas las partes del sistema constituyen un porcentaje importante del consumo total. Estas pérdidas giran alrededor del 35% de la suma de los consumos antes citados.

La dotación está influenciada, como ya se mencionó, por el tipo de clima y el grado de desarrollo de la población, como guía se tiene la siguiente tabla:

<b>Consumo Doméstico</b>	de 75 a 100 lts/hab/día
<b>Consumo Público</b>	de 20 a 25 lts/hab/día
<b>Consumo Industrial</b>	de 30 a 75 lts/hab/día
<b>Consumo Comercial</b>	de 10 a 40 lts/hab/día

A la tabla anterior se debe aumentar el 35% de la suma de los consumos, como fugas y desperdicios, dando como resultado la "dotación normal". A dicha dotación se le

debe incrementar otras cantidades que están en función del clima y de la magnitud de la población. Dichos incrementos son:

<b>Por influencia del Clima:</b>	
<b>Clima tropical</b>	100 lts/hab/día
<b>Clima seco caliente</b>	60 lts/hab/día
<b>Clima templado</b>	30 lts/hab/día

<b>Por influencia de la magnitud:</b>	
<b>de 25,000 a 30,000 habitantes</b>	30 lts/hab/día
<b>de 50,000 a 100,000 habitantes</b>	50 lts/hab/día
<b>de 100,000 a 200,000 habitantes</b>	70 lts/hab/día
<b>de 200,000 en adelante habitantes</b>	100 lts/hab/día

La cantidad que constituye la "dotación normal" es el mínimo que debe darse a una población.

También se puede ocupar la siguiente tabla para poder determinar la dotación:

#### DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

(litros / habitante / día)

NÚMERO DE HABITANTES	CLIMA CÁLIDO	CLIMA TEMPLADO	CLIMA FRÍO
2,500 A 15,000	150	125	100
15,000 A 30,000	200	150	125
30,000 A 70,000	250	200	175
70,000 A 150,000	300	250	200
MAYOR DE 150,000	350	300	250

Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, "Normas de Proyecto para Obras de Abastecimiento de agua potable en la República Mexicana".

En nuestro caso, en el Municipio de Almoloya de Alquisiras la población futura no es mayor a 15,000 habitantes y el tipo de clima que se tiene en la localidad se considera cálido, por lo que se selecciona una dotación de 150 Litros/habitante/día).

## 1.5. COEFICIENTES DE VARIACIÓN.

Un sistema es eficiente cuando en su capacidad está prevista la máxima demanda de una localidad. Para diseñar las diferentes partes de un sistema se necesita conocer las variaciones mensuales, diarias y horarias del consumo. Interesan las demandas medias, las máximas diarias, y las máximas horarias.

Las Normas de Proyecto establecidas por la Comisión Nacional del Agua nos indican que debido a las condiciones climáticas, días laborables y otras actividades, se producen fluctuaciones del gasto durante los diferentes días del año, y a su vez, los tipos de consumos de agua no se producen con la misma frecuencia durante el transcurso de las diversas horas del día, sino que se tiene una variación horaria. Debido a esto se tienen dos tipos de Coeficientes de Variación: Coeficiente de Variación Diaria y Coeficiente de Variación Horaria.

### Coeficiente de Variación Diaria.

El consumo medio anual sufre variaciones en más y en menos, pues hay días que por la actividad, la temperatura, u otra causa, se demanda un consumo mayor que el medio anual; este consumo en más se estima que fluctúa entre 120 y 180% pero en poblados pequeños llega a 200%. En general en la República Mexicana el máximo consumo se registra entre mayo y julio. Esta fluctuación se conoce como un factor llamado "coeficiente de variación diaria" ( $Cv_d$ ). Este factor se usa para calcular el máximo consumo diario.

### Coeficiente de Variación Horaria.

A su vez el máximo consumo diario sufre variaciones en las distintas horas del día, por lo que en el día de mayor consumo lo que interesa es saber en qué hora de las 24 se requiere mayor gasto. Se ha observado que en las horas de mayor actividad se alcanza hasta un 150% del máximo consumo diario. Estas variaciones están comprendidas en el llamado "Coeficiente de Variación Horaria" ( $Cv_h$ ).

Estos Coeficientes Varían de acuerdo al tipo de Población y se encuentran comprendidos dentro de los siguientes rangos:

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA ( $Cv_d$ )	de 1.2 a 1.5.
COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA ( $Cv_h$ )	de 1.5 a 2.0.

## 1.6. GASTOS.

### GASTO MEDIO ANUAL.

Las demandas que representan volumen de agua en unidad de tiempo se llaman "gastos". Así tenemos el "gasto medio anual" ( $Q_{ma}$ ), el "gasto máximo diario" ( $Q_{md}$ ) y el "gasto máximo horario" ( $Q_{mh}$ ).

El Gasto Medio Anual es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

$$Q_{ma} = P \cdot D / 86,400$$

Donde :

$Q_{ma}$  = Gasto medio diario, en litros por segundo.

$P$  = Población futura del proyecto.

$D$  = Dotación de agua.

### GASTO MÁXIMO DIARIO

Al máximo consumo diario se le llama "gasto máximo diario", que es el resultado de afectar al gasto medio anual por el factor llamado "coeficiente de variación diaria" ( $Cv_d$ ). Este gasto es el que debe aportar como mínimo la fuente de abastecimiento, y es el que debe llevar la línea de conducción y con el que se calcula la capacidad de la planta potabilizadora y del tanque de regulación

Obteniendo el Gasto Medio anual podemos calcular el gasto máximo diario, considerando un coeficiente de variación  $Cv_d = 1.2$  tenemos:

$$Q_{md} = Q_{ma} \cdot Cv_d$$

Donde :

$Q_{md}$  = Gasto Máximo Diario, en litros/segundo.

$Q_{med}$  = Gasto medio diario, en litros/segundo.

$Cv_d$  = Coeficientes de variación diaria.

### GASTO MÁXIMO HORARIO.

El Gasto Máximo Horario es el que se requiere para satisfacer las necesidades de la población, en el día y la hora de máximo consumo. Se obtiene a partir del valor del gasto medio diario y para nuestro caso consideraremos un Coeficiente de variación horaria de 1.5, por lo que tenemos:

$$Q_{mh} = Q_{md} \cdot Cv_h$$

Donde :

$Q_{mh}$  = Gasto Máximo Horario, en litros/segundo.

$Q_{md}$  = Gasto máximo diario, en litros/segundo.

$Cv_h$  = Coeficiente de variación horaria.

Sustituyendo valores obtenemos:

	Población (habitantes)	$Q_{ma}$ l.p.s.	$Q_{md}$ l.p.s.	$Q_{mh}$ l.p.s.
Cabecera Municipal	3,384	5.88	7.050	10.575
Segunda Manzana	2,219	3.85	4.620	6.930
Cuarta Manzana	918	1.59	1.913	2.869
Total	5,309	9.22		

La localidad, como ya se mencionó, tiene áreas de cultivo que requieren de ser dotadas de agua para riego, y son las siguientes:

Localidad	Área de cultivo (Hectáreas)
Cabecera Municipal	32.00
Segunda Manzana	9.00
Cuarta Manzana	9.00
Área total	50.00

Para calcular el gasto por riego para las comunidades se utilizó la siguiente expresión:

$$Q = A \times L / 365 \text{ días} / 86,400$$



Donde:

Q = Gasto, en litros por segundo.

A = Área de cultivo.

L = Lámina de agua que se requiere para regar el cultivo en un año, en metros.

L = 0.60 m/año (obtenido por la C.N.A. de acuerdo al tipo de cultivo de la zona).

De lo anterior se obtienen los siguientes resultados:

Localidad	Área de cultivo (m <sup>2</sup> )	Gasto (l.p.s.)	Gasto (m <sup>3</sup> /año)
Cabecera Municipal	320.000	6.09	192.000
Segunda Manzana	90.000	1.71	54.000
Cuarta Manzana	90.000	1.71	54.000
Total	500.000	9.51	300.000

Al considerar al manantial "Ojo de agua" como posible fuente de abastecimiento se debe tomar en cuenta que debe de ser capaz de dotar de agua a la Cabecera Municipal, a la Segunda Manzana y a la Cuarta Manzana, por lo que el gasto mínimo que debe de aportar será de:

Localidad	Gasto (uso doméstico) (l.p.s.)	Gasto (uso agrícola) (l.p.s.)	Gasto por fugas y desperdicios (l.p.s.)	Gasto (localidad) (l.p.s.)
Cabecera Municipal	7.05	6.09	4.60	17.74
Segunda Manzana	4.62	1.71	2.22	8.55
Cuarta Manzana	1.91	1.71	1.27	4.89
Total	13.58	9.51	8.09	31.18

Se consideró un 35% de pérdidas por fugas y desperdicios.

Con las consideraciones anteriores los gastos se modificaron de la manera siguiente:

Localidad	Q <sub>ma</sub> l.p.s.	Q <sub>md</sub> l.p.s.	Q <sub>mh</sub> l.p.s.
Cabecera Municipal	17.74	21.29	31.93
Segunda Manzana	8.55	10.26	15.39
Cuarta Manzana	4.89	5.87	8.80
Total	31.18	37.4	

## 1.7 CAPTACIÓN Y OBRA DE TOMA.

### 1.7.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

Según su procedencia las aguas se clasifican en Meteóricas (lluvia, nieve, granizo, rocío); aguas superficiales (ríos, arroyos, lagos, embalses) y aguas subterráneas, (manantiales, pozos, galerías).

**A) Aguas Meteóricas.-** Pueden encontrarse en estado de vapor, como líquido suspendido en nubes, o cayendo en forma de lluvia, granizo o nieve. Es prácticamente pura, se caracteriza por su carencia de sales minerales, es blanda, saturada de oxígeno, con alto contenido de CO<sub>2</sub> y por consiguiente corrosiva

Agua de Lluvia - Cuando se tiene una precipitación confiable, la recolección y almacenaje del escurrimiento se puede convertir en una fuente segura de agua, siempre que los primeros escurrimientos de agua de una tormenta se descarten, ya que comúnmente arrastran polvo y otros contaminantes como excremento de aves. Con una lluvia regular, el tamaño de los de almacenaje debe ser grande, y los costos altos. Para evitar esto los tanques deben estar protegidos contra la contaminación, evitar la entrada a ellos de animales como mosquitos, roedores, etc., para evitar problemas de salud. Se puede recolectar entre el 50% y el 80% de la lluvia, dependiendo de su intensidad y de la eficiencia del sistema de captación como canales y tuberías.

**B) Aguas Superficiales.-** Sol las de las corrientes naturales como ríos y arroyos; y en relativo reposo en lagos, embalses, mares; y en estado sólido en el hielo y las nieves donde se acumulan en grandes cantidades. Al escurrir por la superficie las corrientes naturales están sujetas a contaminaciones derivadas del hombre y sus actividades, transformandolas en muchos casos en nocivas para la salud. Su calidad depende también del tipo de suelo y de vegetación.

Extracción de agua superficial.- Las mismas fuentes tradicionales de agua que hay en un país desarrollado existen en muchas partes del mundo, pero en los países

tropicales la calidad de las aguas superficiales de ríos y lagos regularmente es mala. Por esta razón se recomienda que las zonas rurales usen agua superficial sólo como un último recurso.

**C) Aguas Subterráneas.-** Son las que penetran por las porosidades del suelo mediante el proceso denominado INFILTRACIÓN. Se distinguen dos tipos de estas aguas: agua freática y agua artesisiana. El agua freática es la que está contenida entre la superficie de la tierra y la primera capa o estrato impermeable, se encuentra en un lecho permeable en donde se mueve libremente y a la presión atmosférica; esta formada por dos zonas: una superficial llamada zona de aguas vadosas o zona de aeración y otra zona que continúa hasta el estrato impermeable que se llama zona de saturación. El agua artesisiana es la que está contenida entre dos estratos impermeables, no se mueve libremente, está confinada y tiene una presión diferente a la atmosférica.

Esta agua subterránea puede aflorar formando manantiales o alimentando cursos de agua o lagos. Al escurrir por las diferentes capas de terreno entra en contacto con sustancias orgánicas e inorgánicas, algunas de ellas muy solubles. Por la descomposición de materia orgánica puede contener nitratos y nitritos. Tiene bajo contenido de oxígeno disuelto y alto de CO<sub>2</sub>, por lo que disuelve el fierro y el manganeso, sustancias características de estas aguas. Estas aguas pueden dar servicio de agua potable desde viviendas aisladas hasta poblaciones con consumos importantes. Aunque por filtrado se reduce la flora bacteriana, esta sujeta a contaminación. Por lo general es clara, sin olor y más dura que la superficial. Desde el punto de vista bacteriológico, son inocuas si no han recibido recarga de agua contaminada. De todos modos nunca deben ingerirse estas aguas sin previo análisis.

**Manantiales -** Comúnmente los manantiales proporcionan agua con buena calidad, tratándose de agua salida de un acuífero, a menos que sea la descarga de una corriente que ha recorrido una distancia subterránea corta. Se necesita conservar siempre una buena calidad del agua, por lo que se requiere proteger el manantial y sus alrededores de posibles causas de contaminación que pueden ser el mismo hombre, así como también los animales. Para ello se construye un tanque de recolección, con objeto de cubrir el ojo del manantial y así evitar deslaves y desechos hacia la conducción.

**Pozos de Ademe -** Las aguas subterráneas son una buena fuente de agua de buena calidad, debido a la purificación natural que elimina la materia suspendida como bacterias. No obstante, se deben tomar las medidas necesarias para garantizar que las prácticas de saneamiento o la falta de ellas no contaminen el agua subterránea. Cuando se tienen condiciones de suelo favorables, los pozos de tubo incado formados por venteros son relativamente baratos, aunque tienen una vida útil limitada debido a la corrosión de la tubería y a la obstrucción de las perforaciones con partículas del suelo. En suelos arenosos, los pozos de ademe hechos con tubería de plástico se pueden construir rápidamente con chorros de agua. Los pozos perforados utilizan en su construcción una barrena manual o mecánica. Los pozos de diámetro pequeño (40 a 100 mm.) normalmente se equipan con bombas de mano simple cuando el nivel freático está

superficial. En lugares con un nivel freático profundo, no se puede colocar la bomba en la superficie por que no tiene la capacidad de succión suficiente, por lo que se tiene que instalar abajo en el pozo, lo que significa que el diámetro del pozo tiene que ser mayor y se incrementa su costo. La parte superior de un pozo de ademe tiene que estar provista de una tapa adecuada que impida la entrada de agua superficial contaminada.

**Pozos Hechos A Mano.-** En muchas partes del mundo los pozos hechos a mano son las fuentes tradicionales de agua en las áreas rurales. Estos pozos tienen un diámetro de 1 a 3 metros y una profundidad de hasta 30 metros, que depende del nivel freático. La construcción de este tipo de pozos es peligrosa, ya que existen el riesgo de derrumbes. Este riesgo se puede disminuir en gran parte con el uso de anillos de concreto precolados que se hunden a medida que avanza la excavación y que sirven como revestimiento.

**Galerías de infiltración -** Este es un sistema con un colector poroso, que usa tuberías abiertas en una excavación llena de grava y arena para interceptar agua de mantos elevados y dar un mayor grado de filtrado. El mismo arreglo se puede emplear cuando se extrae agua de ríos y lagos, teniendo las mismas ventajas

### **1.7.2 OPCIONES DE CAPTACIÓN.**

Se tiene dos opciones de captación, la primera es el río Almoloya, el cual posee un caudal considerable para surtir a la comunidad, pero se tiene la desventaja de estar a un nivel inferior a la Cuarta Manzana, por lo que se requiere una planta de bombeo para poder conducir el agua hasta la comunidad. Aunado a esto tenemos que el río viene de otras comunidades y arrastra contaminantes debido a que las personas lavan su ropa, se y se bañan en él, por lo que se tienen detergentes en el agua, además de que existe la presencia de bacterias coliformes, provenientes de las heces fecales, tanto humanas como animales, lo cual hace necesario el tener una planta de tratamiento para purificar esa agua. Con el bombeo y la planta de tratamiento se elevan los costos de instalación y mantenimiento de nuestra obra de captación, por lo que se analizará otra opción.

La segunda opción es el manantial "Ojo de agua", localizado a 2,000.00 metros aproximadamente de la localidad de la Cuarta Manzana. Dicho manantial actualmente es usado para dotar de agua a la Cabecera Municipal, a algunas áreas de cultivos, y está en proyecto el ser usado también por la comunidad de la Segunda Manzana, por lo que debe realizar un estudio hidrológico para asegurar que dará abasto a estos usos.

En un plano de la localidad proporcionado por el I.N.E.G.I. se traza el parteaguas de la cuenca, la cual queda de la siguiente forma:

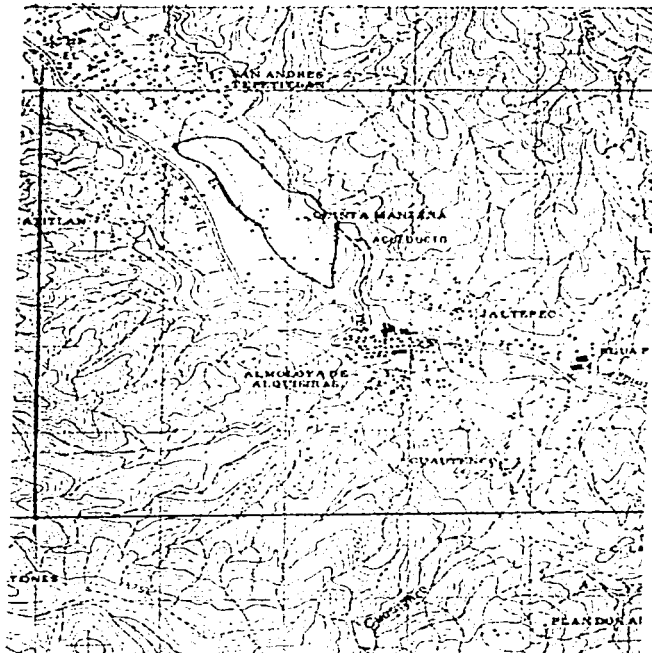


FIGURA 2.1

CUENCA HIDRÁULICA DEL MANANTIAL "OJO DE AGUA"

El área de esta cuenca es de 750,000 m<sup>2</sup>.

La precipitación en el lugar, según datos obtenidos en el I.N.E.G.I. es de 1.113 metros en un año. Por lo que se tiene lo siguiente:

**Volumen = Area \* Precipitación.**

$$V = 750,000 * 1.113 = 834,750.00 \text{ m}^3.$$

**Considerando que:** El escurrimiento es del 65% del volumen.  
La infiltración es del 15% del volumen.  
La evaporación es del 10% del volumen.  
El agua subsuperficial es del 10% del volumen.

En este caso el agua que va a captar el manantial es el agua subsuperficial, o sea el 10% del volumen calculado de la subcuenca:

$$\text{Vol} = 834,750.00 \text{ m}^3 * 0.10 = 83,475.00 \text{ m}^3.$$

La forma y el tamaño de los diversos estratos geológicos hace que las cuencas superficiales no sean las mismas que las subterráneas, por lo que pueden variar significativamente unas con respecto a otras. En el caso particular del manantial "Ojo de Agua se tienen como aportaciones corrientes subterráneas que posiblemente sera agua del deshielo del volcán Nevado de Toluca (Xinantecatl) y el aforo que se ha tenido en manantial, en época de sequías, es decir el mínimo, es de 50 litros por segundo, lo cual nos proporciona un volumen garantizado de:

$$\text{Vol} = 50 \text{ lts/seg} * 86,400 \text{ seg/día} * 365 \text{ días/año} / 1,000 \text{ lts/m}^3.$$

$$\text{Vol} = 1'576,800 \text{ m}^3.$$

El agua requerida para las localidades y el riego es de: 37.42 lts/seg.

$$= 37.42 (86,400) * 365 / 1000 = 1'180,077 \text{ m}^3.$$

Por lo que tenemos que el volumen de agua disponible es mayor al volumen de agua requerida en el año 2011, con lo que aseguramos la dotación de agua a las localidades.

El estudio bacteriológico del agua no presentó problemas fuertes de contaminación por bacterias ni ninguna otra sustancia dañina al hombre, solamente una presencia de coliformes totales de 2 col/100ml, por lo que no requiere de un tratamiento complicado y sólo se le proporcionará por seguridad una desinfección por medio de cloro, tal y como lo recomienda el Laboratorio de control de calidad del agua, según el informe del análisis fisico-químico de una muestra de agua tomada en el manantial "Ojo de Agua", de cual se anexa copia a continuación.



Gobierno del Estado de México  
 Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas  
 Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica  
 Comisión Estatal de Agua y Saneamiento



DIRECCION DE OPERACION  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA  
 INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO No. 96-00504

MUESTRA REMITIDA POR: GERENCIA CUATEPEC HARINAS

ESTACION DE MUESTREO: MANANTIAL OJO DE AGUA

LUGARIDAD: CAUCERA MUNICIPAL

MUNICIPIO: 6004 ALMOLOYA DE ALQUISIRAS ESTADO: DE MEXICO

FECHAS DE MUESTREO: 06/02/96

DE RECEPCION: 07/02/96

FECHA DE ANALISIS: 08/02/96

ASPECTO: LIQUIDO (LIQUIDO) OLOR: CARACTERISTICO (CARACTERISTICO) SABOR: CARACTERISTICO (CARACTERISTICO)

COLOR: 0.0 (MAX. 20 U. COLOR PT/CO) TURBIDIDAD: 1.0 (MAX. 10 U. SILICE) TEMPERATURA: 20 °C

pH: 6.9 (6.9 - 8.5 UPH) CONDUCTIVIDAD ELECTRICA: 203 (MICROMOS/CM.1)

SOLIDOS TOTALES: 152 SOLIDOS DISUELTOS: 158

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES COMO CaCO3	ANALISIS	NORMAS	DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS
SILICE			ALCALINIDAD TOTAL:	78	400	NITRITOS, EN N:		0.05
CO2 LIBRE								
CaCO3 (Ca)	19							
MAGNESIO (Mg)	15	125	DUREZA TOTAL:	108				
ALUMINO (Al)	0.05	0.3						
CANSAZCO (Mn)	0.00	0.15	DUREZA DE CALCIO:	48	300	NITRATOS, EN N:	3.01	5.00
SODIO (Na)	1							

DETERMINACIONES	ANALISIS	NORMAS	COMBINACIONES HIPOTETICAS
CAPRATO (CO3)*	0		CaHCO312
BI-CAPRATO (HCO3)	95		MgHCO312
SULFATO (SO4)*	19	250	MgSO4
CLORURO (Cl)-	8	250	CaCl2
FLORURO (F)-	0.05	1.5	MgCl

ESTABILIDAD DE AGUA (INDICE LANGELIER)

A 20 °C PHa 6.9 PHs 7.9 Is -1.0

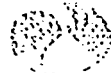
OBSERVACIONES:

*Leopoldo Salas Cortés*  
 LEOPOLDO SALAS CORTÉS  
 ANALISTA

RESULTADOS EXPRESADOS EN mg/l. EXCEPTO (\*)

*Juan Carlos Rodríguez*  
 DR. JUAN CARLOS RODRÍGUEZ  
 RESPONSABLE

*Juan Carlos Rodríguez*  
 DR. JUAN CARLOS RODRÍGUEZ  
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCION DE OPERACION  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA  
MÉTRICO BACTERIOLÓGICO DE AGUA NO. 00584- 135

MUESTRAS DEMITIDAS POR: GERENCIA COMPLEC HABITAS

LOCALIDAD: ESTACION MUNICIPAL

MUNICIPIO: BOCA PLATA DE AGUISTAS

ESTADO: DE MEXICO

ORDEN	ESTACION DE MUESTREO	TOMA DE MUESTRA		S E M B R A		L E C T U R A		RESULTADOS	
		FECHA	HORA	FECHA	HORA	FECHA	HORA	TOTALES	FECALIS
00584	MUNICIPAL 020 DE AGUA	05/02/55	16:00	07/02/55	18:00	02/02/56	16:00	36	10

COLIFORMES TOTALES: 2 COL/100 ml.

BORRIS:

COLIFORMES FECALIS: 0 COL/100 ml.

ETIQUETA EMPLEADA PARA LA DETERMINACION: FILTRACION A TRAVES DE MEMBRANA  
TIEMPO DE INCUBACION: 24 HORAS  
TEMPERATURA DE INCUBACION: 35 DE Y 44 DE  
SEPARACIONES: LAS MUESTRAS LAS MUESTRAS 00584 RESULTADOS POTABELS  
COMPARACIONES: DESINFECCION RESULTADOS NO POTABELS

DR. FRANCISCO MARTINEZ A  
DIRECTOR

DR. FRANCISCO MARTINEZ A  
RESPONSABLE

DR. FRANCISCO MARTINEZ A  
JEFE DEL LABORATORIO



## CAPITULO 2

### LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

Se denomina "línea de conducción" a la parte del sistema constituida por el conjunto de conductos, obras de soporte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, a un cárcamo para una segunda conducción o a una planta potabilizadora.

Las obras de conducción se requieren para conducir o llevar el agua desde la fuente hasta el lugar de su almacenamiento, de su tratamiento o distribución. Esta conducción puede realizarse por gravedad o por bombeo. Si es por gravedad se emplean tuberías, canales abierto o canales cubiertos. Si es por bombeo se emplean tuberías.

#### a) Conducción por Gravedad.

##### Canales

La característica principal de un canal abierto o cerrado es que el agua escurre a la presión atmosférica, es decir, que la línea piezométrica coincide con la superficie libre del agua. La elección de este tipo de obra depende de la disponibilidad suficiente de agua en la fuente, del clima, de la topografía, de la constitución geológica del terreno en que se va a alojar y de la disponibilidad en la localidad respecto a mano de obra, pues como la conducción debe tener la capacidad suficiente para llevar el gasto máximo diario, el canal debe conducir un gasto mayor en previsión a las pérdidas por filtración y evaporación. Este tipo de obras tienen el inconveniente de ser susceptibles a la contaminación en mayor medida que en las otras, por lo que es necesario revestir el fondo y taludes del canal, y cubrirla con losas precoladas, tabiques, lajas, etc., para preservarla de la contaminación de aguas de terrenos adyacentes, de impurezas de la atmósfera y al mismo tiempo evitar la filtración y la evaporación. El revestimiento y las losas pueden evitarse en un caso extremo, si se tiene considerado el tratamiento del agua al final de la conducción.

Las pendientes en este tipo de conducción deben de estar vigiladas para no tener velocidades menores a 0.50 m/seg, pues de lo contrario se provocarían asolves, y tampoco deben de exceder a 1.50 m/seg (en mampostería) o a entre 1.50 a 2.50 m/seg (en concreto), para evitar erosiones.

En ocasiones en la localización del canal se intercalan caídas o rápidos, puentes-canales, pasos subterráneos (sifones invertidos) y tuneles, teniendo así una conducción mixta.

Aunque un canal cubierto demanda una mayor inversión, también evita la contaminación hecho muy importante para evitar cualquier enfermedad de origen hídrico en la población.

Las secciones más comúnmente usadas en la construcción de canales son la trapecial, la rectangular y la semicircular. A pesar de que la más económica es la semicircular, la más práctica y común es la trapecial. Los canales se revisten de concreto armado, colado en el lugar de la obra y pueden ser de mampostería o de tierra.

### **Tuberías.**

Cuando en las líneas de conducción por gravedad se eligen tuberías, éstas pueden trabajar como canal o a tubo lleno, es decir, a presión, dependiendo de las características topográficas de la línea.

En el primer caso el diseño hidráulico se ajustará a las fórmulas empleadas en canales abiertos y se cuidará así mismo las velocidades mínimas de 0.50 m/seg y máxima 5.0 m/seg, para asbesto-cemento, acero galvanizado, fierro fundido, acero sin revestir, polietileno, etc.

La selección en cuanto a resistencia y material del tubo depende de las presiones, de las características corrosivas o incrustantes del agua, del grado de resistividad del suelo, mano de obra, ubicación del lugar.

Si la tubería trabaja a presión, el cálculo hidráulico se basará en aprovechar integralmente el desnivel topográfico entre la entrada y la salida del agua en la conducción.

Como medida de seguridad del buen funcionamiento y protección de la línea se deben instalar accesorios en dicha línea de conducción tales como válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos del perfil o a cada 1,000 o 1,500 m., como máximo cuando el terreno sea más o menos plano. El diámetro de esta válvula está en función del gasto y la presión de trabajo en el punto en que se instalen, empleando las gráficas que para el objeto han elaborado los fabricantes. Así mismo se instalarán desagües en los puntos bajos. Los diámetros de estos desagües deben ser  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  del diámetro de la conducción.

Cuando los desniveles son fuertes y van más allá de los 50 metros, se intercalarán en estas tuberías estructuras que ponen en contacto el agua con la atmósfera rompiendo así la presión; se llaman por esta función cajas rompedoras de

presión y se colocan generalmente a cada 50.00 metros de desnivel. Estas cajas pueden ser sustituidas por válvulas reductoras de presión.

## **b) Conducción por Bombeo.**

Cuando la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel inferior al depósito o a la población, el agua captada se impulsa por bombeo. Cuando se llega a este caso, se elige el diámetro adecuado mediante un análisis económico en el que se eligen 3 o 4 diámetros posibles, seleccionando el que arroje el menor costo anual de operación.

Este costo está integrado por dos componentes, el costo anual de la mano de obra, incluida la adquisición de la tubería y el costo anual del consumo de energía eléctrica.

El espesor de las paredes de los tubos depende no sólo de la calidad del agua, de las características del terreno y de la presión, sino que también de la sobrepresión producida por el "Golpe de Ariete".

Además de los accesorios mencionados anteriormente (excepto cajas rompedoras de presión), para protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción contra los efectos del golpe de ariete se recurre válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación, chimeneas de equilibrio y cajas neumáticas

## **2.1 OPCIONES DE TRAZO DE LA LÍNEA.**

En términos generales puede decirse que la localización de una línea de conducción debe ajustarse a los siguientes lineamientos:

1. Evitar en lo posible las deflexiones tanto en planta como en perfil.
2. Seguir la línea que evite la necesidad de construir puentes, túneles, tajos, puentes, canales, etcétera.
3. Tratar que la línea se pegue al máximo a la línea piezométrica para hacer que la tubería trabaje con las menores cargas posibles, sin que esto quiera decir que se tenga que seguir una pendiente determinada que obligaría a desarrollar el trazo de la línea excesivamente.
4. Si existe una altura entre la fuente de abastecimiento y el tanque, o la población, la conducción se realiza por gravedad en caso contrario se debe de utilizar un sistema de bombeo para conducir el agua hasta un tanque de regulación, debe llevarse la línea a esta altura para bajar de allí por gravedad la tubería y tener el menor tramo posible por bombeo, o para trabajar a menor presión.

### 1a. OPCIÓN.

Como primera opción se ve la posibilidad de trazar una línea recta entre la fuente de abastecimiento y el tanque de regulación, al hacerlo se observa que la línea tendría que subir un cerro para poder llegar al tanque y al hacerlo se tendría que realizar por bombeo. Otro problema sería que se invadirían terrenos y se tendrían que pagar indemnizaciones. También se podría hacer un túnel, pero el consiguiente gasto de excavación no lo hace ser una buena opción.

### 2a. OPCIÓN.

Como segunda opción se puede rodear al cerro, paralelamente al trazo de un acueducto y unas tuberías existentes, que sirven para dotar de agua potable a la Cabecera Municipal y a áreas de cultivo. Se observa que ésta es la mejor opción para el trazo de la línea de conducción, ya que se tiene un fácil acceso a la línea, no hay mayores problemas de invasión de terrenos privados, la pendiente permite que la conducción se efectúe por gravedad.

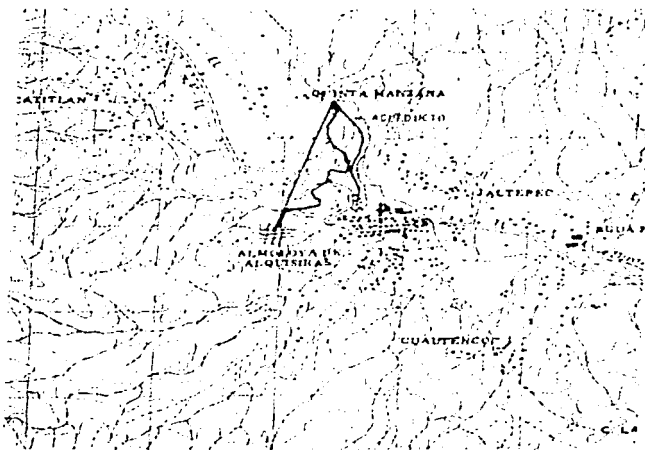


FIGURA 1.7  
OPCIONES DE TRAZO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

## 2.2 SELECCION DEL TRAZO OPTIMO.

Para realizar la selección se toma en cuenta las dos opciones, la primera opción podría traer problemas de invasión de terrenos, por lo que se deben de pagar indemnizaciones, se requeriría de un sistema de bombeo, con el consiguiente problema de gastos de mantenimiento, de consumo de energía. Con todos estos gastos se hace poco práctica la elección de esta opción, en cambio la segunda opción se puede efectuar al encontrarse el trazo paralelo a otras líneas de conducción existentes, por lo que no se requiere el pago de indemnizaciones, la pendiente natural del terreno permite que se realice la conducción por gravedad, por lo cual la segunda opción es la adecuada para nuestro proyecto

## 2.3 MATERIALES.

Los principales materiales para las tuberías son Acero, hierro colado, concreto, madera, asbesto, cemento y arcilla o barro vitrificado. La economía relativa desempeña un papel principal en la selección del material de la tubería, pero la disponibilidad de la mano de obra adiestrada para la construcción y la accesibilidad al sitio de la colocación pueden ser factores que influyan en la selección del material más adecuado.

### TUBERÍA DE ACERO

Las tuberías de acero se han utilizado en todos tamaños, hasta diámetros mayores de 20 pies. La tubería de acero en tamaños de 0.5 a 12 pulgadas de diámetro constituyen con frecuencia una tubería continua formada en trabajo de torno. En tamaños menores de 42 pulgadas, las tuberías se hacen con frecuencia de lámina angosta de acero de mucha longitud, que se doblan para darles forma y se soldan o remachan a lo largo de juntas en espiral. Este tipo de tuberías tienen una resistencia considerable a la fricción y pueden emplearse para cerrar claros en las pequeñas depresiones. Los tamaños más grandes se construyen en el sitio de la obra, soldando o remachando láminas de acero. La tubería soldada es mucho más lisa que la remachada y con técnicas modernas de soldadura, es superior en resistencia. En consecuencia, actualmente se instalan muy pocas tuberías remachadas.

Las corrugaciones circunferenciales aumentan en forma considerable la resistencia de las paredes de la tubería y permiten que los tubos de gran diámetro tengan espesores de sus paredes relativamente delgados. Esas tuberías metálicas comúnmente son galvanizadas y se construyen en diámetros de 8 a 84 pulgadas. Una tubería de material corrugado de 36 pulgadas de diámetro pesa solamente 52 lb/pie en comparación de 500 lb/pie que pesa una tubería rígida de las mismas dimensiones. El menor peso reduce mucho el costo de acarreo de tubería desde la fábrica hasta el sitio

de la colocación. Algunas veces se utilizan bandas de acero o anillos tensores, en tuberías grandes de acero para auxiliar a resistir las presiones de ruptura. El esfuerzo de trabajo para el acero generalmente se toma de 16,000 lb/pulg<sup>2</sup>. Las tuberías enterradas de acero, por lo general no llevan juntas de expansión ya que no están sujetas a cambios de temperatura drásticos. Las tuberías expuestas a la atmósfera pueden necesitar juntas de expansión para reducir los esfuerzos por temperatura.

En la amplitud de tamaños que se encuentran en el mercado las tuberías varían en incremento de 2 pulgadas desde 4 hasta 24 pulgadas de diámetro y en incremento de 6 pulgadas, de 30 hasta 72 pulgadas. El diámetro interior de las tuberías en acero depende del espesor de las paredes. La vida útil de cualquier material de tubería depende de las condiciones climatológicas a las cuales quede expuesta, pero las tuberías en acero adecuadamente protegidas deben tener una vida útil mínima de 40 años, en condiciones ordinarias. Comúnmente se da una protección interna mediante un forro centrifugado de mortero de cemento.

### TUBERÍA DE HIERRO COLADO

Las tuberías de hierro colado se utilizan ampliamente para sistemas urbanos de distribución de agua, debido a su alta resistencia a la corrosión, y por su larga durabilidad. La vida útil de estas tuberías es de 100 años. La longitud usual de una sección de tubería es de 12 pies y puede alcanzar una longitud de hasta 20 pies. Este tipo de tuberías se hace en diversos espesores, con diferentes presiones, hasta una presión de 350 lb/pulg<sup>2</sup> como máximo. Estas tuberías generalmente reciben un tratamiento de un compuesto bituminoso para protección contra la corrosión. Este tratamiento mejora sus cualidades hidráulicas y se proporciona a los diámetros menores un revestimiento de mortero de cemento.

Las tuberías metálicas están expuestas a la corrosión química. En su forma más simple, la corrosión tiene lugar cuando el hierro entra en solución como iones positivos y se combina con los iones negativos del agua para formar hidróxido ferroso. Si el agua contiene oxígeno, el hidróxido ferroso se combina (oxida) formando hidróxido férrico, que es un precipitado rojo oscuro insoluble. La cubierta corrosiva inicial que se forma sobre la tubería tiende a protegerla de mayor corrosión, pero esta cubierta no es impermeable, y generalmente continúa el proceso químico de corrosión. El agua con una gran cantidad de bióxido de carbono disuelto, es un agente activo y totalmente agresivo contra el hierro y haciéndolo corrosivo. La corrosión de la tubería de hierro produce la formación de tubérculos (hidróxido ferroso) en el interior del tubo. Este depósito conocido como tuberculación, disminuye el diámetro del tubo y aumenta su rugosidad, reduciéndose por lo tanto, la capacidad hidráulica de conducción óptima del agua. Las tuberías de hierro colado en pequeños diámetros tienen reducida capacidad de conducción (50% en 5 años) por efectos de tuberculación. Estas tuberías pueden acondicionarse con un revestimiento de cemento colado centrifugado en el sitio con máquinas especiales que se han diseñado para este propósito.

La corrosión de las tuberías metálicas puede ser el resultado de la acción electroilítica (electrólisis). Con frecuencia la electrólisis es causada por la acción, galvánica producida cuando metales disímiles se sumergen en el agua. La intensidad o ritmo de la electrólisis depende de la falta de similitud de los dos metales como se indica por su posición relativa en las series electroquímicas. Un metal que ocupe una posición alta en la serie, se disuelve y se deposita sobre el otro metal. Esta actividad química (corrosión) puede ocurrir en los sistemas de distribución de agua entre las tuberías y accesorios de diferentes metales, o entre las tuberías y las impurezas en la tubería. Las tuberías colocadas en el terreno que tienen una alta conductividad eléctrica son particularmente vulnerables a la electrólisis. Puede verificarse la electrólisis de corrientes desviadas cuando las corrientes eléctricas salen de una tubería. Esto constituye un serio problema cuando las tuberías de distribución de agua y las líneas de tracción eléctrica están muy próximas una de otra. La electrólisis resultante por corriente alterna es despreciable, en comparación con la de corriente directa, debido a la inversión de polaridad en el campo de corriente alterna.

#### TUBERÍAS DE CONCRETO.

Las tuberías precoladas de concreto son de varios tamaños, como de 72 pulgadas de diámetro o con fabricación especial de hasta 180 pulgadas. Todas las tuberías de concreto van reforzadas, con excepción de tamaños menores a las de 24 pulgadas de diámetro. El refuerzo puede tomar la forma de alambre espiral o de anchos elípticos. En las tuberías grandes el refuerzo consiste generalmente de dos mailas cilíndricas. La tubería precolada de concreto comúnmente se hace girando la forma rápidamente alrededor del eje del tubo. La fuerza centrífuga presiona al mortero estrechamente contra las formas y producen un concreto impermeable y de alta densidad. Para cargas bajas, la tubería de concreto generalmente se une por medio de juntas macho y campanas calafateadas o retacadas con mortero, pero para presiones altas son necesarias juntas de articulación ajustable, o algunas otras juntas creadas para casos específicos. Para cargas mayores de 100 pies, con frecuencia se cuela en el tubo un cilindro de acero soldado para conseguir impermeabilización.

Debido al mejor control en su manufactura el tubo precolado usualmente es de la calidad más alta y no necesita ser tan grueso como el tubo colado in situ, del mismo tamaño. Por la necesidad de trasladar planta y formas a grandes distancias, la tubería colada en obra es relativamente cara y normalmente se utiliza únicamente para tamaños de tuberías que no están disponibles en forma precolada o donde las dificultades de acarreo hacen imposible la utilización del tubo precolado. Este tubo se ha construido en tamaños de 24 a 72 pulgadas. Se utiliza una máquina especial para colocación con una forma deslizante. Los ritmos de producción varían de 40 a 120 pies/hrs. Aunque esta tubería no va reforzada la experiencia registrada hasta la fecha ha sido buena. La tubería de concreto debe durar un mínimo de 30 a 50 años en condiciones medias. Las aguas alcalinas pueden causar el deterioro rápido de las secciones delgadas de

concreto. Las tuberías de concreto que conducen agua de deshecho pueden quedar expuestas a la corrosión sulfurosa, por consiguiente tendrán poco menos de vida y habrá que tomar las precauciones pertinentes.

La desventaja de los conductos de asbesto-cemento es su baja resistencia mecánica. Debido a esto al salir de la fábrica los tubos se degradan en su calidad por falta de cuidado en su transporte, manejo y almacenaje

### TUBERÍAS DE DUELA DE MADERA

Aun que este tipo de material utilizado en la fabricación de tuberías no se utiliza en México, se menciona como otra posibilidad para utilizarse. Las tuberías de duela de madera se han usado mucho en el oeste de Estados Unidos. La tubería de duela a máquina se hace en la fábrica y se transporta al sitio de la obra, pero la tubería de duela continua se ensambla en la obra misma. Los diámetros mayores generalmente se construyen en la obra. La tubería de duela de madera se ha fabricado hasta en tamaños de 20 pies de diámetro. La madera empleada para las duelas debe ser de grano cerrado y no tener defectos. El cedro rojo y el ciprés son las especies más convenientes, pero se puede usar también el pino o el abeto. Las duelas se dimensionan para que ajusten y varíen en espesores de 1 a 3 pulgadas. Las duelas adjuntas se unen por medio de juntas machihembradas, en tanto que los extremos llevan muescas en las cuales se insertan lengüetas de metal para evitar fugas. Las duelas se mantienen unidas con bandas de alambre o aros que resisten la presión interna del agua.

La tubería de duela de madera que continuamente esté húmeda y a presión tiene una duración de 20 a 30 años, pero cuando queda sujeta alternativamente a humedecimiento y secado, su duración será mucho menor. La corrosión no reduce la capacidad de conducción de las tuberías de duela. Su peso ligero las hace adaptables para ser empleadas en zonas alejadas, donde el transporte es difícil. Las tuberías de duela no pueden soportar altas presiones porque la falla de la madera se presenta con presiones aproximadas de 150 lb/pulg<sup>2</sup>.

### TUBERÍAS DE BARRO VITRIFICADO

Las tuberías de barro no se usan frecuentemente con tuberías a presión, pero si se les emplea mucho en alcantarillado y drenaje con escurrimientos a tirante parcial. La principal ventaja de las tuberías de barro consiste en que están virtualmente libres de la corrosión, tienen una duración prolongada y su superficie lisa proporciona una alta eficiencia hidráulica. El empleo de la tubería de barro a presión generalmente se evita debido a su baja resistencia a la tensión y a la dificultad de asegurar juntas completamente impermeables. El tipo de junta más común para la tubería de barro es la de macho y campana relleno con compuesto de brea, mortero de cemento o azufre. Ocasionalmente se emplean anillos de concreto o acero con tubos de arcilla de extremos



planos, pero con más frecuencia para este tipo de tubería, las juntas se dejan abiertas para permitir infiltración de agua al drenaje.

Las tuberías de barro comúnmente se hacen en longitudes de 3 pies, pero también pueden conseguirse longitudes de 2, 2.5 y 4 pies. Sus diámetros varían en relación con incrementos de 2 pulgadas desde 4 hasta 12 pulgadas y con incremento de 3 pulgadas arriba de las 12 pulgadas. Raramente se utilizan con diámetros mayores de 36 pulgadas. En todas las dimensiones son necesarias las tolerancias liberales, debido a los cambios de dimensión que ocurren mientras la tubería está todavía en el horno.

### TUBERÍAS DE ASBESTO-CEMENTO

Las tuberías de asbesto-cemento se hacen con asbesto, sílice y cemento, convertidos por presión en un material homogéneo que tiene una resistencia considerable. La fibra de asbesto se mezcla integralmente con el cemento y sirve como refuerzo. Hay disponible de este tipo de tubería en los diámetros desde 4 hasta 36 pulgadas, en tramos con longitudes de 13 pies. La tubería se hace de diversas calidades, siendo la más resistente la que se utiliza para presiones internas hasta de 200 lb/pulg<sup>2</sup>. Las tuberías de asbesto-cemento se acoplan por medio de una junta especial que consiste en un cople, manguillo o casquillo del tubo y dos anillos de hule para sello, que se comprimen entre el tubo y el interior del cople. Esta junta es tan resistente a la corrosión como el tubo mismo y tiene suficiente flexibilidad para permitir una flexión hasta de 12 grados en la colocación de tubos a lo largo de las curvas.

Las tuberías de asbesto-cemento son ligeras y pueden instalarse sin necesidad de una mano de obra especializada. Estas tuberías pueden unirse a tuberías de hierro colado con plomo o un compuesto a base de azufre. Se pueden cortar fácilmente y pueden taladrarse y hacerse rosca cuando se requiera. La eficiencia hidráulica de la tubería de asbesto-cemento es alta. La junta de hule puede deteriorarse cuando queda expuesta a la acción de los productos del petróleo o gasolina. La tubería se daña fácilmente con el equipo de excavación y no tiene mucha resistencia a la fricción.

Según la "Norma Oficial NOM-C-12-1960, para tubos de presión de asbesto-cemento para abastecimientos de agua", se entiende por tubos a presión de asbesto-cemento los conductos de sección circular fabricados por una parte de asbesto y cemento tipo Portland o Portland Puzolánico, exentos de materia orgánica, con o sin adición de sílice.

### TUBERÍAS DE POLICLORURO DE VINILO

El Policloruro de Vinilo (P.V.C.), es un material plástico, sintético, creado y producido por el hombre, clasificado dentro de los termoplásticos, materiales que arriba

de cierta temperatura se convierten en una masa moldeable a la que se le puede dar la forma deseada, y, por debajo de esa temperatura se transforman en sólidos.

En la actualidad, los materiales termoplásticos constituyen el grupo más importante de los plásticos comerciales, y entre estos, los de mayor producción en México son: P.V.C. y el Polietileno (P E)

Como todos los plásticos comerciales, el P.V.C. está compuesto por un polímero base que es la resina de P.V.C. y aditivos: estabilizadores, lubricantes, pigmentos, y plastificantes.

El P.V.C. puede ser moldeado con diferentes grados de flexibilidad, lo cual depende de la cantidad de plastificante que se le integra al compuesto, o bien, sin la presencia del plastificante, como en el caso de los tubos y conexiones de P.V.C., los cuales son conocidos como tubos de P.V.C. no plastificados (U.P.V.C.).

Los procedimientos de moldeo que se utilizan para obtener los tubos y conexiones de P.V.C. son la extrusión y la inyección, respectivamente.

La extrusión es un proceso continuo que consiste en formar el material, en estado plástico, a pasar por una matriz, con una abertura en forma de anillo que conforma el tubo.

La inyección es un proceso intermitente que consiste en inyectar el material, en estado plástico dentro de la cavidad de un molde que tiene la forma deseada para la conexión.

Las mas importantes ventajas sobre el uso del P.V.C. son:

**Ligereza:** el peso de un tubo de P.V.C. es aproximadamente la mitad del peso de un tubo de aluminio y alrededor de la quinta parte del peso de un tubo de acero con las mismas dimensiones (grosor y diámetro).

**Flexibilidad:** Su módulo de elasticidad ( $28,100 \text{ kg-cm}^2$ ), es menor al de las tuberías tradicionales, lo que representa un mayor grado de flexibilidad que les permite un comportamiento mejor frente a los siguientes esfuerzos:

- Sobrepresiones momentáneas, tales como golpes de ariete.
- Cargas externas muertas y vivas.

Dicha flexibilidad unida a su poco peso facilita su manejo, instalación y mantenimiento, lo que permite un ahorro en tiempo, gastos en transporte y mano de obra.

**Paredes lisas:** con respecto a las tuberías tradicionales, esta característica representa un mayor caudal transportable a igual diámetro, debido a su bajo coeficiente de fricción; además la sección de paso se mantiene constante a través del tiempo, ya que la lisura de su pared no proporciona incrustaciones ni tuberculización.

**Resistencia a la corrosión:** Las tuberías de P.V.C. son inmunes a los tipos de corrosión que normalmente afectan a los sistemas de tuberías enterradas, ya sea corrosión química o electroquímica. Puesto que el P.V.C. es un material no conductor y aislante, no producen efectos electroquímicos o galvanicos en los sistemas de tuberías, y estas no son afectadas por los suelos normales o corrosivos. En consecuencia, las tuberías de P.V.C. no requieren de recubrimientos, forros o protección catódica.

**Resistencia química:** Debido a su gran resistencia a la corrosión e inercia química, se recomienda para instalaciones en suelos y aguas agresivas y para la conducción de productos industriales (ácidos químicos).

**Atóxicas :** Además de no ser tóxicas, tampoco alteran el olor ni el sabor del agua, por lo que son apropiadas para la conducción de agua potable y productos alimenticios.

**Limitaciones:** Las limitaciones de las tuberías de P.V.C. que hay que tomar en cuenta son:

- A temperaturas inferiores a 0° C. el P.V.C. reduce su resistencia al impacto.
- Cuando una tubería de P.V.C. trabajara a temperaturas mayores que 25°C. se debe reducir la presión de trabajo, ya que al aumentar la temperatura el P.V.C. disminuye en resistencia a la tracción.
- La tubería de P.V.C. no debe quedar expuesta por periodos prolongados a los rayos del sol por que estos pueden afectar ciertas propiedades mecánicas de la tubería.
- Las tuberías de P.V.C. pueden sufrir raspaduras

**Aplicaciones.-** Algunas de las más comunes son: Abastecimiento de agua potable, conducción de agua de riego a alta y baja presión, conducción de productos industriales, conducción de gas natural y L.P. \* a baja presión, instalaciones sanitarias, alojamiento y protección de conductores eléctricos, conducción de aire.

**Características de los tubos y conexiones de P.V.C. para sistemas de agua potable.**  
La industria de las tuberías plásticas fabrica dos líneas de tubos hidráulicos de P.V.C. para el abastecimiento de agua potable: la línea métrica, tubos blancos, y la línea inglesa, tubos grises.

La línea métrica fue diseñada con el Sistema Internacional de Unidades. La integran 13 diámetros (de 50 a 630 mm), y cinco espesores que permiten presiones

máximas de trabajo de 5, 7 10, 14 y 20 kg/cm<sup>2</sup>; en función de cada presión se dividen en clases, en la tabla siguiente aparecen las clases de la línea métrica, así como sus correspondientes espesores y diámetros interiores. En esta tabla puede observarse también que el diámetro nominal del tubo es igual (para fines prácticos) a su diámetro exterior.

La unión entre tubos y conexiones se realiza mediante el sistema espiga-campana con anillos de hule. La longitud útil de cada tubo es de 6 metros, pero también pueden fabricarse en otras longitudes, según acuerdo.

La línea inglesa (color gris) fue diseñada en base en el sistema de unidades inglesas y se fabrica en 11 diámetros ( de 13 a 200 mm) En función de la relación entre su diámetro exterior y su espesor mínimo de pared (RD), y las presiones máximas de trabajo, se clasifican en RD-41 (7.1), RD-32.5 (8.7), RD-26 (11.2) y RD-13.5 (22.4 kg/cm<sup>2</sup>). En la tabla II aparece la clasificación con sus respectivos espesores y diámetros interiores. En este caso el diámetro nominal del tubo no es igual al diámetro exterior ni al interior. En esta línea existe además del sistema de unión espiga-campana, el sistema cementado. La longitud útil del tubo es de 6 metros, pero también pueden fabricarse en otras longitudes, según acuerdo.

#### TUBO HIDRÁULICO DE PVC SERIE MÉTRICA DIÁMETROS Y ESPESORES PROMEDIO

Diam. Nomin. (mm)	Diam. exterior (mm)	Espesores promedio (e) y Diámetros interiores promedio (d) en mm.									
		Clase 5		Clase 7		Clase 10		Clase 14		Clase 20	
		e	d	e	d	e	d	e	d	e	d
50	50					2.0	46.1	2.6	44.9	3.7	42.7
63	63			1.7	59.7	2.4	58.3	3.3	56.5	4.5	54.1
80	80	1.7	76.8	2.2	75.8	3.1	74.0	4.1	72.0	5.8	68.6
100	100	2.0	96.2	2.7	94.8	3.8	92.6	5.2	89.8	7.2	85.8
160	160	3.1	154.0	4.2	151.8	5.9	148.4	8.1	144.0	11.4	137.4
200	200	3.8	192.6	5.3	189.6	7.4	185.4	10.1	180.0	14.1	172.0
250	250	4.7	240.9	6.5	237.3	9.2	231.9	12.6	225.1	17.7	214.9
315	315	6.0	303.3	8.2	298.9	11.6	292.1	15.9	283.5	22.3	270.7
355	355	6.6	342.4	9.3	337.0	12.9	329.8	17.9	319.8	25.0	305.6
400	400	7.5	385.6	10.4	379.8	14.6	371.4	20.1	360.4	28.1	344.4
450	450	8.4	433.9	11.7	427.3	16.4	417.9	22.6	405.5	31.6	387.5
500	500	9.4	482.0	12.9	475.0	18.2	464.4	25.1	450.6	35.1	430.6
630	630	11.8	607.4	16.3	598.4	22.9	585.2	31.6	567.8	44.1	542.8

<b>Clase</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>20</b>
Presión máxima de trabajo (kg/cm <sup>2</sup> )	5	7	10	14	20

**TUBO HIDRÁULICO DE PVC SERIE INGLESA DIÁMETROS Y ESPESORES PROMEDIO**

Diam Nomin. (mm)	Diam Exter. Promed. (mm)	Espesores promedio (e) y Diámetros interiores promedio (d) en mm.							
		RD-41		RD-32.5		RD-26		RD-13.5	
		e	d	e	d	e	d	e	d
13	21.3							1.9	17.5
19	26.7							2.3	22.1
25	33.4					1.8	29.8	2.8	27.8
32	42.2					1.9	38.4	3.4	35.4
38	48.3			1.8	44.7	2.2	43.9	3.9	40.5
50	60.3	1.8	56.7	2.2	55.9	2.6	55.1	4.8	50.7
60	73.0	2.1	68.8	2.5	68.0	3.1	66.8		
75	88.9	2.5	83.9	3.0	82.9	3.7	81.5		
100	114.3	3.1	108.1	3.8	106.7	4.7	104.9		
150	168.3	4.4	159.5	5.5	157.3	6.9	154.5		
200	219.1	5.6	207.9	7.1	204.9	8.9	201.3		

Clase	Presión máxima de trabajo (kg/cm <sup>2</sup> )
41	7.1
32.5	8.7
26	11.2
13.5	22.4

Para interconectar la tubería hidráulica de P.V.C. y formar líneas de conducción y circuitos, existen todas las conexiones necesarias: ya para cambiar la dirección del flujo del agua, derivar o unir sistemas de igual o diferente diámetro, cerrar los extremos de una línea, unir tubería de P.V.C. a válvulas o piezas metálicas bridadas o con rosca, y componer fallas en una línea ya tendida. También es posible unir la tubería hidráulica de P.V.C., serie métrica, con la serie inglesa e incluso unirla con tubería de asbesto-cemento.

En el caso de la línea métrica todas las conexiones de 50 a 315 mm son de P.V.C. Para los diámetros mayores no se fabrican todas las conexiones de P.V.C.; por ello es necesario utilizar piezas especiales de hierro fundido en combinación con

extremidades de P.V.C., o juntas metálicas diseñadas especialmente para tubería de P.V.C.

También se emplean otros materiales para tubería, incluyendo el cobre, hierro forjado, plásticos, fibra asfáltica, y tabique. El hierro forjado y el cobre se utilizan para tuberías de diámetro pequeño. El cobre es caro, pero su uso puede ser ventajoso por su alta resistencia a la corrosión. La tubería de plástico es inmune a la corrosión, pero su baja resistencia a la presión la hace inadecuada para diámetros grandes. La única utilización es el empleo de estas tuberías para conexiones en casas-habitación con la red de alcantarillado. La tubería de fibra asfáltica no es cara, pero por lo regular no es un material muy estable.

### **Selección del material adecuado.-**

La tubería no puede ser enterrada debido a que el tipo de suelo, sus condiciones y su accesibilidad lo hacen inadecuado para efectuar excavaciones, por lo que se sugiere que se lleve superficial, soportado por atraques. Debido a esto se debe de tener una tubería de alta resistencia al impacto, ya que al estar a la intemperie es alta la probabilidad de sufrir algún daño físico debido al paso de ganado, personas, a la caída de algún tronco, etc. Por lo anterior se descarta la tubería de P.V.C., la de Asbesto-cemento y como opción óptima se tiene a la de Fierro Galvanizado, que es la que se utilizará en nuestro proyecto.

## **2.4 CÁLCULO HIDRÁULICO.**

### **CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.**

#### **CÁLCULO DEL DIÁMETRO.**

Al seleccionar una conducción por gravedad se pueden tener dos tipos de tubería, una funcionando como canal y otro funcionando a tubo lleno, es decir, a presión. De acuerdo a las características topográficas de nuestra línea se tiene el segundo caso: tuberías a presión.

Como datos se tiene que el material es Fierro Galvanizado, por lo que el coeficiente de rugosidad de Manning es de  $n = 0.014$ , el trazo seleccionado nos da una longitud de 2,118.65 metros, la diferencia de niveles del perfil es de 31.931 metros, el gasto máximo diario calculado anteriormente es de 5.87 litros por segundo.

Como la tubería trabaja a presión, el cálculo hidráulico se basará en aprovechar íntegramente el desnivel topográfico entre la entrada y la salida del agua en la conducción. El diámetro teórico es el que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$D = ((3.21 \cdot Q \cdot n) / S^{1/2})^{3/8}$$

Donde :

D = Diámetro del tubo, en metros

Q = Gasto, en metros cúbicos por segundo

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

S = Pendiente hidráulica = Desnivel topográfico/Longitud de la línea.

Sustituyendo datos tenemos :

$$S = 31.931 / 2118.65 = 0.01507$$

$$D = ((3.21 \cdot 0.00587 \text{ m}^3/\text{seg} \cdot 0.014) / 0.01507^{1/2})^{3/8}$$

$$D = 0.0999 \text{ metros.}$$

Seleccionando el diámetro comercial más próximo se tiene

$$D = 0.1016 \text{ metros} = 4 \text{ pulgadas.}$$

Las pérdidas por fricción se calcularon en base a la fórmula de Manning:

$$Q = A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n$$

Donde :

Q = Gasto, en metros cúbicos por segundo

A = Área de la sección del tubo, en metros cuadrados.

R = Radio Hidráulico de la tubería.

S = Pendiente hidráulica = Pérdidas por fricción/Longitud de la tubería.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Como se tiene una tubería la fórmula de Manning se simplifica a la siguiente expresión:

$$hf = 10.3 \cdot n^2 \cdot Q^2 \cdot L / D^{16/3}$$

Con la fórmula anterior se calcularon las pérdidas en la línea de conducción con la ayuda de una hoja de cálculo electrónica (Excel), también calculamos la carga disponible en cada tramo, con ayuda de la Ecuación de Bernoulli, o de la Conservación de la energía.

$$h_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g = h_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g + hf$$

Donde :

$h_1$  y  $h_2$  = Energía de posición o energía potencial, en metros.

$P_1/\gamma$  y  $P_2/\gamma$  = Energía de presión que posee el agua, en metros.

$(V_1^2/2g)$  y  $(V_2^2/2g)$  = Energía cinética o carga de velocidad del agua, en metros.

Hf = Pérdidas por fricción.

Despejando la carga de presión en el punto 2, tenemos :

$$P_2/\gamma = h_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g - h_2 - V_2^2/2g - hf$$

Como en el estanque  $P_1/\gamma$  y  $V_1^2/2g$  son igual a cero tenemos

$$P_2/\gamma = h_1 - (h_2 + V_2^2/2g + hf)$$

En la línea se tienen únicamente las conexiones normales de cualquier línea de conducción (codos, válvulas, etc.) por lo que las pérdidas locales se consideran un porcentaje de las pérdidas por fricción. Dicho porcentaje será del 5%.

El cálculo se muestra en las siguientes hojas, así como el cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento.



CÁLCULO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DESDE EL MANANTIAL HASTA EL TANQUE DE ALMACEN

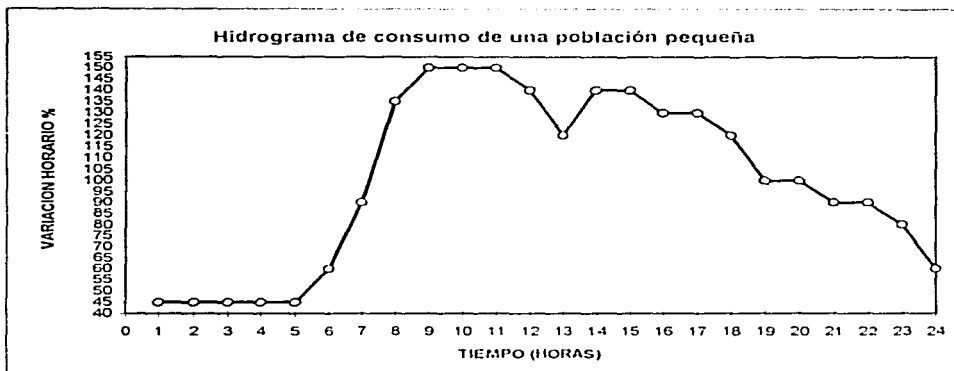
Long. (m)	Altitud Terreno	Cadenamiento	DIAMETRO NOMINAL			Area (m <sup>2</sup> )	Gasto (m <sup>3</sup> /seg)	Velocidad (m/seg)	Carga de Velocidad V <sup>2</sup> /2g	Distancia (metros)
			mm	m	puig.					
0 00	1000 301	0 + 000 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	0 00
20 00	998 861	0 + 020 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	998 282	0 + 040 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	998 732	0 + 060 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	997 627	0 + 080 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	996 760	0 + 100 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	997 164	0 + 120 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	995 382	0 + 140 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	994 732	0 + 160 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	994 224	0 + 180 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	992 894	0 + 200 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	991 824	0 + 220 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	994 406	0 + 240 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	989 114	0 + 260 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	984 932	0 + 280 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	983 713	0 + 300 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	983 531	0 + 320 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	985 483	0 + 340 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	984 273	0 + 360 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	983 516	0 + 380 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	982 914	0 + 400 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	983 596	0 + 420 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	982 572	0 + 440 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	982 368	0 + 460 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	981 740	0 + 480 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	981 439	0 + 500 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	981 939	0 + 520 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	981 809	0 + 540 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	981 309	0 + 560 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	981 151	0 + 580 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	980 619	0 + 600 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	979 567	0 + 620 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	979 117	0 + 640 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	978 447	0 + 660 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	978 184	0 + 680 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	977 917	0 + 700 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	977 627	0 + 720 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	977 597	0 + 740 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	977 577	0 + 760 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	977 107	0 + 780 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	975 948	0 + 800 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	975 625	0 + 820 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	974 825	0 + 840 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	974 765	0 + 860 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	974 403	0 + 880 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	973 503	0 + 900 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	973 518	0 + 920 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	974 218	0 + 940 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	976 241	0 + 960 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	974 771	0 + 980 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	971 632	1 + 000 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	968 545	1 + 020 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	967 765	1 + 040 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	967 044	1 + 060 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	964 704	1 + 080 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	961 697	1 + 100 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	957 653	1 + 120 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	953 688	1 + 140 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	952 396	1 + 160 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	951 159	1 + 180 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00
20 00	950 506	1 + 200 000	101 6	0 1016	-1	0 0081	0 00587	0 72403707	0 02672	20 00

## MIENTO

Colas de ferreno	Constante K $10.3 \text{ n}^2 / \text{D}^{100}$	Pérdidas por fricción $h_f = K \cdot L \cdot Q^2$	Pérdidas locales 6% pérdidas por fricción	Pérdidas por fricción + pérdidas locales	Pérdidas acumuladas	Colas piezométricas	PRESIÓN (m)	PRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
1000.3010	399.6319361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
998.8610	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	0.2892	1000.0054	1.1241	0.1174
998.2820	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	0.5783	999.7163	1.1349	0.1414
998.7320	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	0.8675	999.4271	0.6348	0.0675
997.6270	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	1.1567	999.1379	1.4505	0.1491
996.7600	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	1.4459	998.8488	2.0584	0.2058
997.1640	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	1.7350	998.5595	1.3753	0.1375
996.3820	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	2.0242	998.2703	1.8681	0.1868
994.7320	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	2.3134	997.9812	3.2589	0.3259
994.2240	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	2.6026	997.6921	3.4477	0.3448
992.8940	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	2.8917	997.4029	4.4886	0.4489
991.8240	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	3.1809	997.1137	5.2664	0.5269
994.4060	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	3.4701	996.8245	2.3682	0.2368
989.1140	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	3.7592	996.5354	7.4010	0.7401
984.9320	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	4.0484	996.2462	11.2939	1.1294
983.7130	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	4.3376	995.9570	12.2237	1.2234
983.5310	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	4.6267	995.6679	12.1165	1.2117
985.4830	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	4.9159	995.3787	9.8754	0.9875
984.2730	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	5.2051	995.0895	10.7952	1.0796
983.5160	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	5.4943	994.8003	11.2640	1.1264
982.9140	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	5.7834	994.5112	11.5768	1.1577
982.6660	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	6.0726	994.2220	11.4057	1.1506
982.5720	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	6.3618	993.9328	11.3405	1.1341
982.4680	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	6.6509	993.6437	11.1553	1.1155
981.7400	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	6.9401	993.3545	11.5542	1.1554
981.4390	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	7.2293	993.0653	11.6060	1.1606
981.9390	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	7.5185	992.7761	10.8168	1.0817
981.8990	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	7.8076	992.4870	10.5675	1.0568
981.3050	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	8.0968	992.1978	10.8685	1.0868
981.1510	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	8.3860	991.9086	10.7373	1.0737
980.6190	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	8.6751	991.6195	10.5801	1.0580
979.9670	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	8.9643	991.3303	11.3430	1.1343
979.1170	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	9.2534	991.0411	11.9038	1.1904
978.4470	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	9.5427	990.7519	12.2846	1.2285
978.1840	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	9.8318	990.4628	12.2584	1.2258
977.9170	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	10.1210	990.1736	12.2363	1.2236
977.6270	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	10.4102	989.8844	12.2371	1.2237
977.5970	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	10.6994	989.5953	11.9779	1.1978
977.5770	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	10.9885	989.3061	11.7088	1.1709
977.1070	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	11.2777	989.0169	11.8895	1.1895
975.9480	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	11.5669	988.7277	12.7594	1.2759
975.6250	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	11.8560	988.4386	12.7932	1.2793
974.8250	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	12.1452	988.1494	13.3041	1.3304
974.7650	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	12.4344	987.8602	13.0749	1.3075
974.4030	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	12.7236	987.5711	13.1477	1.3148
973.5030	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	13.0127	987.2819	13.7586	1.3759
973.5180	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	13.3019	986.9927	13.4544	1.3454
974.2180	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	13.5911	986.7035	12.4652	1.2465
976.2410	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	13.8802	986.4144	10.1530	1.0153
974.7710	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	14.1694	986.1252	11.3339	1.1334
971.6320	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	14.4586	985.8360	14.1837	1.4184
968.5450	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	14.7478	985.5469	16.9815	1.6982
967.7650	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	15.0369	985.2577	17.4724	1.7472
967.0440	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	15.3261	984.9685	17.9042	1.7904
964.7040	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	15.6153	984.6793	19.9550	1.9955
961.6970	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	15.9045	984.3901	26.6078	2.6608
957.6530	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	16.1937	984.1009	25.3277	2.5328
953.6880	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	16.4829	983.8117	30.1035	3.0103
952.3560	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	16.7720	983.5225	31.1063	3.1106
951.1590	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	17.0611	983.2333	32.0542	3.2054
950.5060	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	17.3503	982.9441	32.4180	3.2418



949.7860	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	17.6395	982.6551	32.8488	3.2849
949.0880	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	17.9286	982.3660	33.2576	3.3258
948.4010	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	18.2178	982.0768	33.6555	3.3655
947.5210	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	18.5070	981.7876	34.2463	3.4246
945.8910	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	18.7962	981.4985	35.5871	3.5587
944.3480	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	19.0853	981.2093	36.8410	3.6841
943.6180	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	19.3745	980.9201	37.2818	3.7282
943.5680	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	19.6637	980.6309	37.0426	3.7043
943.8880	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	19.9528	980.3418	36.1334	3.6433
944.0830	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	20.2420	980.0526	35.9493	3.5949
943.5000	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	20.5312	979.7634	36.2431	3.6243
943.1300	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	20.8204	979.4743	36.3239	3.6324
942.6300	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	21.1095	979.1851	36.5348	3.6535
941.8000	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	21.3987	978.8959	37.0756	3.7076
941.0170	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	21.6879	978.6067	37.5494	3.7599
940.0060	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	21.9770	978.3176	38.2882	3.8289
938.8180	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	22.2662	978.0284	39.1901	3.9150
937.4100	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	22.5554	977.7392	40.3089	4.0309
935.8080	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	22.8446	977.4501	41.6317	4.1632
934.8620	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	23.1337	977.1609	42.2786	4.2279
934.1120	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	23.4229	976.8717	42.7394	4.2739
933.7520	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	23.7121	976.5825	42.8102	4.2810
933.6020	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	24.0012	976.2934	42.6710	4.2671
933.4220	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	24.2904	976.0042	42.5618	4.2562
933.7420	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	24.5796	975.7150	41.9527	4.1953
934.3520	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	24.8688	975.4258	41.0535	4.1054
936.5410	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	25.1579	975.1367	38.5753	3.8575
939.6890	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	25.4471	974.8475	35.1382	3.5138
942.7290	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	25.7363	974.5583	31.8090	3.1809
944.9390	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	26.0254	974.2692	29.3098	2.9310
946.8660	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	26.3146	973.9800	27.0937	2.7034
948.6160	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	26.6038	973.6908	25.0545	2.5054
951.1540	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	26.8930	973.4016	22.2273	2.2273
954.9570	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	27.1821	973.1125	18.1351	1.8135
957.0840	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	27.4713	972.8233	15.7159	1.5716
961.9940	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	27.7605	972.5341	10.5198	1.0520
966.0010	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	28.0496	972.2450	6.2236	0.6224
970.4050	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	28.3388	971.9558	1.4705	0.1470
974.5110	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	28.6280	971.6666	-2.8547	-0.2855
977.4570	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	28.9172	971.3774	-6.0759	-0.6100
976.4870	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	29.2063	971.0883	-5.4181	-0.5419
973.6850	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	29.4955	970.7991	-2.8062	-0.2806
971.9090	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	29.7847	970.5099	-1.4194	-0.1419
970.5840	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	30.0738	970.2208	-0.3936	-0.0394
967.8230	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	30.3630	969.9316	2.0883	0.2088
968.3700	399.6319361	0.2754	0.0138	0.2892	30.6522	969.6424	1.2571	0.1257
							-3.8102	-4.2810



## LEY DE DEMANDAS HORARIAS

**Variaciones del consumo, expresadas como porcentajes  
horarios del gasto máximo diario en algunas poblaciones**

Horas	Poblaciones pequeñas	Poblaciones pequeñas	Poblaciones pequeñas	Poblaciones pequeñas
0 a 1	45	50	53	61
1 a 2	45	50	49	62
2 a 3	45	50	44	60
3 a 4	45	50	44	57
4 a 5	45	50	45	57
5 a 6	60	50	56	56
6 a 7	90	120	126	78
7 a 8	135	180	190	138
8 a 9	150	170	171	152
9 a 10	150	160	144	152
10 a 11	150	140	143	141
11 a 12	140	140	127	138
12 a 13	120	130	121	138
13 a 14	140	130	109	138
14 a 15	140	130	105	138
15 a 16	130	140	110	141
16 a 17	130	140	120	114
17 a 18	120	120	129	106
18 a 19	100	90	146	102
19 a 20	100	80	115	91
20 a 21	90	70	75	79
21 a 22	90	60	65	73
22 a 23	80	50	60	71
23 a 24	60	50	53	57

Horas	Suministro (entradas) Q (en %)	Demandas (Salidas)		
		Demanda Horaria en %	Diferencias	Diferencias Acumuladas
1 a 2	100	45	55	55
2 a 3	100	45	45	110
3 a 4	100	45	55	165
4 a 5	100	45	55	220
5 a 6	100	45	55	275
6 a 7	100	60	40	315
7 a 8	100	90	10	325
8 a 9	100	135	-35	290
9 a 10	100	150	-50	240
10 a 11	100	150	-50	190
11 a 12	100	150	-50	140
12 a 13	100	140	-40	100
13 a 14	100	120	-20	80
14 a 15	100	140	-40	40
15 a 16	100	140	40	0
16 a 17	100	130	-30	-30
17 a 18	100	130	-30	-60
18 a 19	100	120	-20	-80
19 a 20	100	100	0	-80
20 a 21	100	100	0	-80
21 a 22	100	90	10	-70
22 a 23	100	90	10	-60
23 a 24	100	80	20	-40
TOTAL	2,400	60	40	0
			2400	

$$C_t = 325 + 80 = 405 \%$$

$$C = 4.05 \cdot (3,600/1,000) \cdot Q_{md} = 14.58 \text{ Qmd}$$

$$C = 14.58 \cdot (5.87) = 85.60 \text{ m}^3$$

Donde

C = Capacidad del tanque en m<sup>3</sup>

Qmd = Gasto máximo diario en lts/seg

Por lo que se requiere de un tanque de 4.5 x 4.5 x 4.5 metros, o similar.

## CAPITULO 3

### PIEZAS ESPECIALES.

Las piezas especiales son aquellas que se utilizan para guiar y controlar en forma eficiente el flujo de agua en las conducciones. Entre las más importantes tenemos las válvulas, codos, reducciones, tapas, etc. Las válvulas sirven para limitar o interrumpir la circulación de agua.

#### 3.1 CAMBIOS DE DIRECCIÓN.

##### CODOS.

Para los cambios de dirección, tanto horizontales como verticales, se colocan los codos, que varían en deflexiones de  $22^{\circ}30'$ , pero las más comunes son de  $45^{\circ}$  y  $90^{\circ}$ . Se fabrican del mismo material que la tubería empleada, aunque para diámetros grandes se colocan normalmente de fierro fundido o acero y extremidades con brida, el arreglo necesario a la tubería para efectuar un cambio de dirección está en función del ángulo de la deflexión con que se hace dicho cambio, así como del trazo de la tubería.

##### CRUCES Y TEES.

Se utilizan regularmente en las redes de distribución, más que en una línea de conducción, ya que, como su nombre lo indica, están formadas por una línea principal y ramificaciones que se entrecruzan, formando una red. En las ramificaciones y cruzamientos se colocan "Tees" y "Cruces", en las que los diámetros pueden ser iguales o diferentes. Estas piezas son necesarias para realizar bifurcaciones de la línea de conducción así como para instalar válvulas en la línea.

##### TUBOS CORTOS.

Entre las piezas especiales se consideran a los tubos cortos o carretes, que tienen una longitud menor a la del tubo comercial y que se emplean para ajustar las conducciones o una longitud determinada.

##### REDUCCIONES.

Son piezas de sección troncocónicas que sirven para hacer la unión entre tubos de distinto diámetro, es decir, son la transición de un diámetro mayor a uno menor.



### **TAPAS CIEGAS.**

Son, como su nombre lo indica, tapones que se colocan cuando un extremo de tubería no va a trabajar temporalmente y que tienen la forma que coincide con el tipo de junta de la tubería en que se coloca.

### **JUNTAS DESLIZANTES Y FLEXIBLES.**

Para absorber esfuerzos por cambios de temperatura, se instalan en las tuberías juntas denominadas de deslizamiento que permiten movimientos longitudinales sin que se escape el agua.

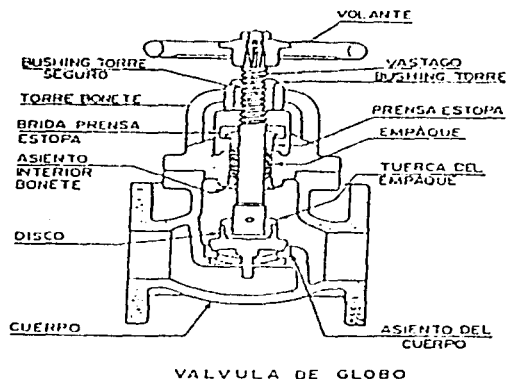
Otras juntas llamadas flexibles, permiten pequeños movimientos de un tubo con relación al contiguo. Comercialmente se les conoce como juntas tipo Giboult.

## **3.2 VÁLVULAS.**

Las válvulas sirven para limitar o interrumpir la circulación del agua, pueden clasificarse según su mecanismo en válvulas de globo, de compuerta, de mariposa y de check.

### **VÁLVULAS DE GLOBO.**

Son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, limitándose por ello su empleo en tuberías de diámetros pequeños. Constan de un disco horizontal accionado por un vástago para cerrar o abrir un orificio por el que pasa el agua, este mecanismo dentro de una caja de fierro fundido con extremos de brida para los diámetros grandes, y de rosca para los diámetros pequeños.



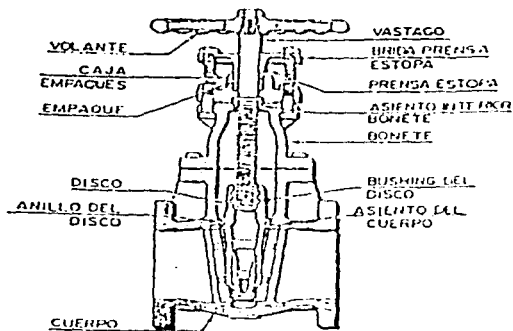
### VÁLVULAS DE COMPUERTA.

Las válvulas de compuerta, como su nombre lo indica, consisten en una estructura que permite el deslizamiento de un disco en posición vertical para dejar el paso libre del agua u obstruirlo a voluntad; cuando está abierta totalmente el agua pasa sin sufrir pérdidas apreciables.

Son generalmente más caras que las válvulas de globo, pero presentan grandes ventajas sobre estas en cuanto a espacio ocupado y la poca resistencia al paso del agua.

Para accionar las válvulas en las tuberías de grandes diámetros, se emplean mecanismos accionados eléctricamente, puesto que para evitar sobrepresiones en las tuberías su cierre o apertura deben de hacerse en forma muy lenta y con ello reducir al mínimo los problemas ocasionados por el golpe de ariete.

Para asegurar el buen funcionamiento de las válvulas, deben quedar colocadas en la posición recomendada por el fabricante. Sus extremos están provistos de bridas.



VALVULA DE COMPUERTA

### VÁLVULAS DE MARIPOSA.

Las válvulas de mariposa se han usado para regular el flujo de agua a través de la tubería. Los primeros tipos de esta válvula no eran de cierre hermético, por lo que se necesitaba instalar otro tipo de válvula en serie para conseguir la hermeticidad. Actualmente se puede asegurar que cumplen los dos requisitos de regulación y hermeticidad.

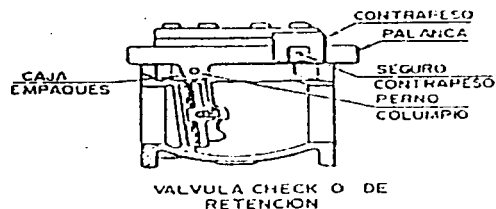
La válvula consiste en un cuerpo tubular en donde va montado un disco, denominado "mariposa", que pivotea sobre un eje central. El movimiento puede ser intermedio, completamente cerrado o completamente abierto, esta última operación se efectúa cuando el disco queda en posición paralela al eje de la tubería.

En el exterior de la válvula se tiene un indicador de la posición del disco.

### VÁLVULAS CHECK.

El objeto de las válvulas check consiste en dejar pasar el agua en un solo sentido e impedir que lo haga en el sentido contrario. Para ello constan de una placa con

charnela o guiso de compuerta y casi equilibrada con su peso para ser movida y quedar abierta, con la ayuda del agua que circula en el sentido deseado.



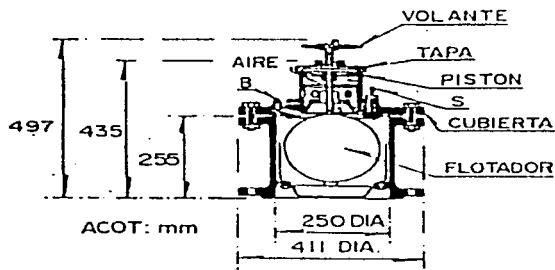
### VÁLVULAS DE ELIMINACIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE.

En las conducciones por tubería se tienen tramos ascendentes y descendentes, en los puntos elevados de la tubería se acumula el aire proveniente de la agitación del agua al circular por el conducto. Este aire acumulado obstruye y a veces llega a interrumpir momentáneamente la circulación del agua, provocando grandes elevaciones de la presión que ponen en peligro a la tubería. Para extraerlo, ya que no puede evitarse, se colocan en estas partes de las conducciones las denominadas **válvulas de aire** cuyo nombre lo reciben por la función que desempeñan, permitiendo la salida del aire, pero no la del agua. También se colocan para dar salida al aire de la tubería cuando esta se empieza a llenar y no sea tan tardada esta operación inicial.

Al vaciar la tubería las válvulas de admisión de aire permiten que penetre aire en las tuberías y con esto se evitan las presiones negativas originadas por la operación y se permite la salida libre del agua.

Existen varios modelos de estas válvulas, pero básicamente constan de una caja en donde un flotador taponea un orificio practicado en la parte superior y que baja cuando la cantidad de aire acumulado adquiere cierto volumen, dejándolo escapar.

Es recomendable para una mejor eficiencia de la línea, la instalación de válvulas combinadas. Estas válvulas están diseñadas para efectuar las dos funciones mencionadas anteriormente y consisten en el acoplamiento de una válvula de expulsión y admisión de aire y una eliminadora de aire, en donde la primera es de orificio grande y la segunda se orificio pequeño.



VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

### VÁLVULAS DE DESFOGUE.

Así como en la parte superior de las conducciones se acumula aire, las partes bajas están expuestas a taparse por el depósito de arenas y partículas que se sedimentan; para evitarlo se colocan pequeñas válvulas laterales, denominadas **válvulas de desfogue** que se operan manualmente para dejar salir un chorro que arrastra los sedimentos.

Estas válvulas también sirven para desalojar el agua de la tubería en caso de requerirse, por mantenimiento o reparación.

### **VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN.**

Cuando se desea aliviar la presión del agua en un tramo continuo, se pueden colocar las válvulas reductoras de presión que consisten, según el modelo, de un pistón que es accionado por la presión del agua para moverse hacia arriba del cuerpo de la válvula. A este movimiento se opone un resorte con presión controlable, según se desee modificar la presión del flujo.

## **3.3 ATRAQUES Y SILLETAS.**

### **ATRAQUES.**

El atraque es un elemento estructural, generalmente de concreto, que impide que la tubería se mueva por efecto de las fuerzas dinámicas que se presentan en los cambios de dirección horizontales o verticales, producidas por la presión y por el choque del agua en los puntos de cambio de dirección del flujo, con el objeto de evitar que con los empujes producidos por la presión la línea se mueva y se afecten sus acoplamientos.. En esta estructura no se permite ningún tipo de movimiento de la línea.

Para el diseño de los atraques se consideran fundamentalmente tres fuerzas:

- a) Fuerza de presión (incluyendo el golpe de ariete).
- b) Peso de la tubería.
- c) peso del agua.

Los atraques se deben ubicar en todos aquellos puntos que implican cambios de dirección del trazo de la línea, ta

Los atraques son apoyos de concreto que se emplean en las líneas de conducción a presión y su localización en un sistema hidráulico depende de las necesidades del proyecto: bifurcaciones, válvulas, codos, deflexiones horizontales y verticales, etc.

Desde el punto de vista hidráulico, el problema se resuelve determinando la resultante de los empujes hidrostático y dinámico que, actuando en las paredes de las tuberías se transmiten al atraque.

### **SILLETAS.**

Comunmente las tuberías de fierro o acero empleadas son apoyadas sobre silletas. Las silletas son elementos que cargan a la tubería e impiden que esta se apoye en el terreno, por diversos motivos, como cuando el terreno es muy irregular y se evitan con ello muchas deflexiones. Para determinar el espacio máximo entre silletas de una tubería de acero, ésta se supone como una viga continua y un cantiliver formado por el extremo de la tubería que se conecta a una junta de dilatación.

En forma aproximada, el tramo de tubería entre dos apoyos se puede considerar como una viga simplemente apoyada.

## **CÁLCULO DE LAS VÁLVULAS**

### **Válvulas de seccionamiento.**

Se basa en considerar las pérdidas que produce la válvula al sistema, para diferentes condiciones de funcionamiento o grados de apertura. A continuación se enumeran los pasos a seguir para su diseño:

1°.- Ubicar el sitio donde se colocarán las válvulas, dependerá de la función que se le tenga que dar a la misma.

2°.- Seleccionar el tipo de válvula a utilizar y se procede a hacer un análisis de su funcionamiento como parte integrante del sistema.

3°.- Para hacer el análisis del comportamiento de la válvula es necesario obtener de los fabricantes las "Curvas de descarga o de pérdidas" para diferentes porcentajes de apertura.

4°.- Se proponen diferentes condiciones de apertura de la válvula en porcentaje y con ayuda de la curva de descarga obtenemos el valor del coeficiente  $C_d$  para cada apertura.

5°.- Para cada uno de los coeficientes  $C_d$  se calcula el correspondiente coeficiente de pérdidas ( $K_e$ ) utilizando la siguiente ecuación :

$$K_e = \frac{1}{C_d^2} - 1$$

6°.- Para cada valor de  $K_e$  se calcula la velocidad en la válvula considerando todas las tuberías del sistema, para ello se utiliza la ecuación de Bernolli

7°.- Para cada valor de velocidad calculado en el paso anterior se obtiene el porcentaje que representa el valor de velocidad máxima calculada.

Estos resultados permitirán ver como se comporta la válvula para diferentes aperturas y poder calcular el Golpe de Ariete para este caso.

Se propone utilizar válvulas de compuerta de bronce, con extremos bridados, de 4" (0.1016 m) de diámetro, ubicadas según se indica en el plano de la línea de conducción.

#### Válvulas de desfogue.

Este tipo de válvula se debe colocar en los puntos más bajos de la línea de conducción con la finalidad de drenar la tubería para posibles inspecciones o reparaciones y como medio de limpieza.

Estas válvulas se diseñan para vaciar el agua contenida en las tuberías en un tiempo determinado.

El modelo matemático que se utiliza en el análisis de esta válvula es el equivalente a la descarga a través de un orificio del volumen de agua contenida en un depósito.:

$$T = 2 \cdot \frac{V_a}{Q_a}$$

Donde :

$T$  = Tiempo total de vaciado.

$V_a$  = Volumen del líquido contenido en el recipiente.

$Q_a$  = Gasto al iniciarse el vaciado bajo la carga  $H_a$ .

Además :



$$V_a = A \cdot L \text{ (del tubo o de los tubos)}$$

$$Q_a = Cd \cdot A_1 \cdot (2g \cdot H_a)^{1/2}$$

El proceso a seguir para el cálculo de este tipo de válvulas es el siguiente:

- 1.- Ubicar el sitio donde se instalará la válvula.
- 2.- Se calcula el volumen de agua a desalojar.

$$V_a = A \cdot L$$

Donde:

V = Volumen del agua a desalojar, en m<sup>3</sup>.

A = Area interior de la tubería, en m<sup>2</sup>.

L = Longitud de la tubería, en m.

3.- Se propone un tiempo de vaciado total "T" de acuerdo a las necesidades de operacion que se tengan en el sistema.

4.- Se calcula el gasto de vaciado total.

$$Q = 2 \cdot \frac{V}{T}$$

5.- Calculamos el área de la válvula para desalojar el gasto Q mediante la siguiente ecuación :

$$A_v = \frac{Q \cdot (K_v + 1 + (f \cdot L/d))^{1/2}}{(2g \cdot h)^{1/2}}$$

Donde:

A<sub>v</sub> = Area de apertura de la válvula, m<sup>2</sup>.

Q = Gasto desalojado, en m<sup>3</sup>/seg.

$K_v$  = Coeficiente de pérdida.

$f$  = Factor de fricción de Darcy para el tubo de descarga.

$L$  = Longitud del tubo de descarga, en m.

$d$  = Diámetro del tubo de descarga, en m.

$H$  = Pérdidas de carga del tubo de descarga, en m.

6.- Se determina el tamaño de la válvula en función del área  $A_v$

$$d_v = \left( \frac{4 \cdot A_v}{\pi} \right)^{1/2}$$

Donde :

$d_v$  = Diámetro de apertura de la válvula. Generalmente este valor se estima al 100% de apertura. No necesariamente es el tamaño nominal de la válvula.

Para este proyecto el cálculo de las válvulas se desfogue es el siguiente:

1.- Considerando que este tipo de válvulas se deben colocar en los puntos más bajos de la línea, se proponen los siguientes puntos de ubicación de las mismas:

Válvula	Número	Cadenamiento	Longitud de drenado en m.
1		0+320.00	340.00
2		0+910.00	615.00
3		1+350.00	445.00
4		1+680.00	590.00
5		2+100.00	129.00

Para el cálculo tomaremos la válvula No. 2, la cual está colocada en el cadenamiento 0+910.00, que corresponde a una longitud acumulada en la tubería de 615.00 metros, esta válvula es la que va a desalojar el agua en el tramo de mayor longitud que tenemos en la línea de conducción.

2.- El volumen a desalojar es el siguiente :

-Diámetro de la tubería = 4" = 0.1016 m

-Longitud del tramo = 615 m.

$$V = A \cdot L$$

$$V = \left( \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot L$$

$$V = \left( \frac{\pi \cdot 0.1016^2}{4} \right) \cdot 615 \text{ m}$$

$$V = 4.99 \text{ m}^3.$$

3. Se propone un tiempo de vaciado total T, de acuerdo a las necesidades de operación que se tenga en el sistema. Para nuestro caso proponemos un tiempo:

$$T = 60 \text{ min.} = 3,600 \text{ seg.}$$

4 Se calcula el gasto de vaciado total, que será igual a :

$$Q = \frac{2 \cdot V}{T}$$
$$Q = \frac{(2 \cdot 4.99)}{3,600} = 0.0028 \text{ m}^3/\text{seg}$$

5. A continuación calculamos el área de la válvula para desalojar el gasto Q, entonces se tiene:

$$A_v = \frac{Q \cdot (K_v + 1 + f \cdot L/d))^{1/2}}{(2 \cdot g \cdot H)^{1/2}}$$

$$A_v = \frac{0.0028 \cdot (0.24 + 1 + (0.017 \cdot 1 / 0.106))^{1/2}}{(19.62 \cdot 0.1039)^{1/2}}$$

$$A_v = 0.00232 \text{ m}^2$$

6. Finalmente se determina el tamaño de válvula en función del área  $A_{v1}$  con la siguiente fórmula:

$$dv = \frac{(4 \cdot A_v)^{1/2}}{\pi}$$

$$dv = \frac{(4 \cdot 0.00232)^{1/2}}{\pi}$$

$$dv = 0.03066 \text{ m}$$

Como la dimensión que nos resultó no es una medida comercial, lo ajustaremos hacia arriba resultando una válvula de compuerta de bronce, extremos roscables, de 1 1/2" (0.038) de diámetro.

Esta válvula de desfogue será la que se empleará en los otros puntos ya mencionados.

### Válvulas de admisión y expulsión de aire

Este tipo de válvulas se colocan en los puntos altos de la línea, es decir, se instalarán después de las subidas y antes de las bajadas bruscas.

Para determinar el tamaño de las válvulas se aplica la siguiente metodología:

#### a) Para expulsar aire.

1. Se identifica la ubicación de la válvula.
1. Se calcula el gasto de aire  $Q_u$  por expulsar, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_u = 0.08666 \cdot (S \cdot D^5)^{1/2}$$

donde

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Qu** = Gasto de aire por expulsar en pies cúbicos por segundo.  
**S** = Pendiente del tubo ( pie / pie ).  
**D** = Diámetro del tubo en pulgadas.

**Nota :** Las unidades se expresan en el sistema inglés debido a que los catálogos de los fabricantes así lo establecen.

En el caso de S se usará en el tramo de tubería que tenga la pendiente más pronunciada.

3. Se determina el tamaño de la válvula utilizando una gráfica del fabricante de Qu con DP:

$$DP = 0.140 \text{ Kg/cm}^2 = 2 \text{ PSI (lbs/pulg}^2\text{)}$$

### **b) Para admitir aire.**

1. Se calcula el flujo de aire Qa considerando que el líquido se drena por gravedad, con la siguiente ecuación:

$$Qa = 0.08666 \cdot ( S \cdot D^5 )^{1/2}$$

2. Calcular la presión de colapso de la tubería (Pc) empleando la siguiente función:

$$Pc = 16'500,000 ( e/D )^3$$

donde:

**e** = Espesor del tubo en pulgadas  
**D** = Diámetro del tubo en pulgadas.  
**Pc** = Presión de colapso en PSI.

3. Calculamos la presión atmosférica ( P<sub>atm</sub> ) del lugar donde se colocará la válvula.

$$P_{atm} = \rho_{liq} \cdot H_{liq}$$

Siendo:

$$H_{liq} = 10 - ( \text{elevación del lugar en m.s.n.m. /900} )$$

4. Se calcula la diferencial de presión DP con la siguiente relación:

$$DP = P_{atm} - P_c$$

Si  $DP > 5 \text{ PSI}$  usar  $DP = 5 \text{ PSI}$

$DP < 5 \text{ PSI}$  usar el valor de DP que resulte.

5. Se define el tamaño de la válvula usando las gráficas del fabricante con la intersección de los valores de DP y Qa

6. Finalmente se selecciona la válvula más grande obtenida de las dos etapas de funcionamiento (expulsar y admitir aire).

A continuación se presentan los cálculos para válvulas de Admisión - Expulsión para el proyecto que nos ocupa.

Para este proyecto el cálculo de las Válvulas de Admisión y Expulsión de Aire es el siguiente:

1. Considerando que este tipo de válvulas se colocan en los puntos altos de la línea, es decir, se instalarán después de las subidas y antes de las bajas bruscas; por lo anterior se propone los siguientes puntos de ubicación para las mismas:

Válvula Número	Cadenamiento	Elevación en M.S.N.M.	Pendiente del tramo en decimal
1	0+240.00	994.41	0.1289
2	0+955.00	972.70	0.035
3	1+990.00	975.98	0.2023

#### a) Análisis para expulsar aire.

Se debe determinar el diámetro mínimo permisible de la válvula, capaz de expulsar aire en pies cúbicos por segundo (PCS), y no se debe exceder la presión diferencial DP que la válvula soporta, y que es de  $0.14 \text{ Kg/cm}^2$  ó su equivalente en el sistema inglés que es de  $2 \text{ lbs/pulg}^2$ .

Utilizamos la pendiente más desfavorable para cubrir todos los rangos; para lo cual emplearemos la válvula número 3 ubicada en el cadenamamiento  $1 + 990.00$ .

Datos:  $D = 4 \text{ pulgadas}$

$S = 0.2023$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Q_a = 0.08666 * (S * D^5)^{1/2}$$

$$Q_a = 0.08666 * (0.2023 * (4)^5)^{1/2}$$

$$Q_a = 1.2473$$

Se determina el tamaño de válvula utilizando una gráfica del fabricante, entrando con el gasto de aire  $Q_a$  y la presión citada; y el dato que obtenemos es el de una válvula con un diámetro de  $1\frac{1}{2}$  " de entrada y salida, lo que corresponde a una válvula RAV50.

#### b) Análisis para admitir aire.

Para el caso de admitir aire el cálculo debe considerar que en el diseño de la válvula se toma en cuenta que no debe excederse una cantidad en la diferencial de presión DP, a la cual es producida por la atmósfera en el momento que se vacía la tubería.

Esta diferencial de presión DP a través del orificio de la válvula no deberá ser mayor de  $0.35 \text{ Kg/cm}^2$  o bien  $5 \text{ lbs/pulg}^2$  (PSI).

Primero se calcula la presión de colapso de la tubería  $P_c$  con la siguiente fórmula:

$$P_c = 16'500,000 (e/D)^3$$

$$P_c = 16'500,000 (7.01/4)^3$$

$$P_c = 88'809,213.54 \text{ PSI}$$

Calculamos la presión atmosférica  $P_{atm}$  del sitio en donde se ubicará la válvula, con la siguiente expresión:

$$P_{atm} = \rho_{liq} * H_{liq}$$

donde:

$$H_{liq} = 10 - \text{elevación del lugar en m.s.n.m.} / 900$$

$$H_{liq} = 10 - 975.98 / 900$$

$$H_{liq} = 8.916 \text{ m.}$$

$$P_{atm} = 1,000 \text{ Kg/m}^3 \cdot 8.916 \text{ m}$$

$$P_{atm} = 8,916.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{atm} = 12.679 \text{ PSI}$$

Se calcula la diferencial de presión DP con la siguiente fórmula:

$$DP = P_{atm} - P_c$$

$$DP = 12.679 - 88,809213.54$$

$$DP = - 88' 809,200.86 \text{ PSI}$$

Como  $DP < 5$  entonces se tomará este valor para entrar a gráficas

El valor negativo nos indica aparentemente que no hay necesidad de utilizar válvula para admitir aire, sin embargo con el gasto de aire  $Q_a$  calculado, entramos a la gráfica y obtenemos que debe utilizarse una válvula con diámetro de  $\frac{1}{2}$  " de entrada y salida.

Tomando en cuenta los dos criterios para admitir y expulsar aire en la tubería, podemos concluir que pueden utilizarse para este caso, válvulas tipo RAV50, y para mayor seguridad de nuestra línea de conducción, podemos utilizar válvulas combinadas de admisión y expulsión de aire de  $\frac{1}{2}$  " de entrada y salida.

Esta válvula de admisión y expulsión de aire se empleará en los otros puntos ya mencionados.



## **CAPITULO 4**

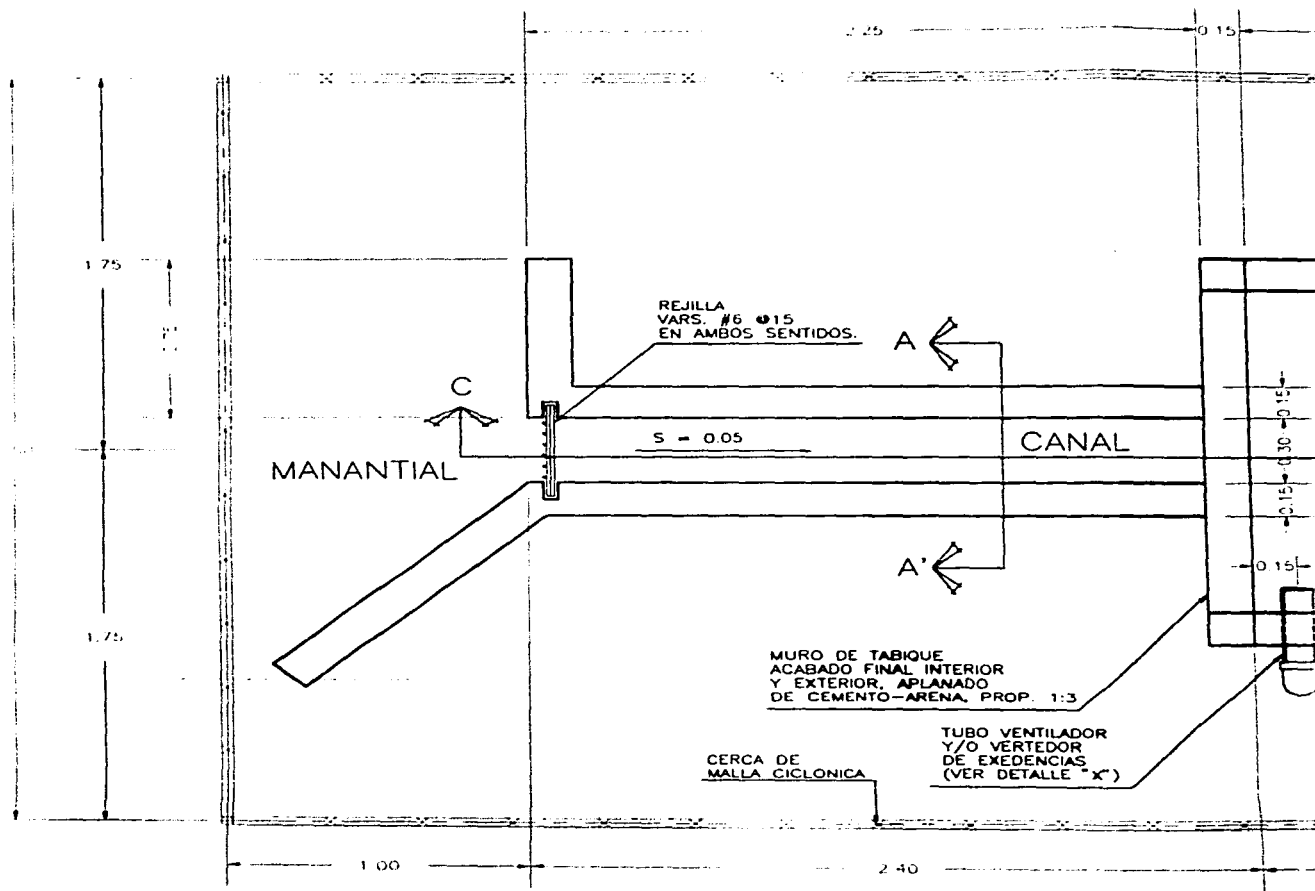
### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente trabajo me ha traído grandes satisfacciones, la primera de ellas es volver a convivir con mis compañeros de la carrera, algunos ya los conocía y tuve la oportunidad de conocer a otros. También el volver a tener como profesores a los Ingenieros que impartieron el curso y el seguir aprendiendo de ellos es otra motivación, pero la mayor de ellas es que este trabajo me dió la oportunidad de hacer un proyecto que es necesario para dotar de agua potable a la comunidad de la Cuarta Manzana, por lo que espero que pronto se construya y ver en realidad lo que en teoría estamos proponiendo es una de las metas.

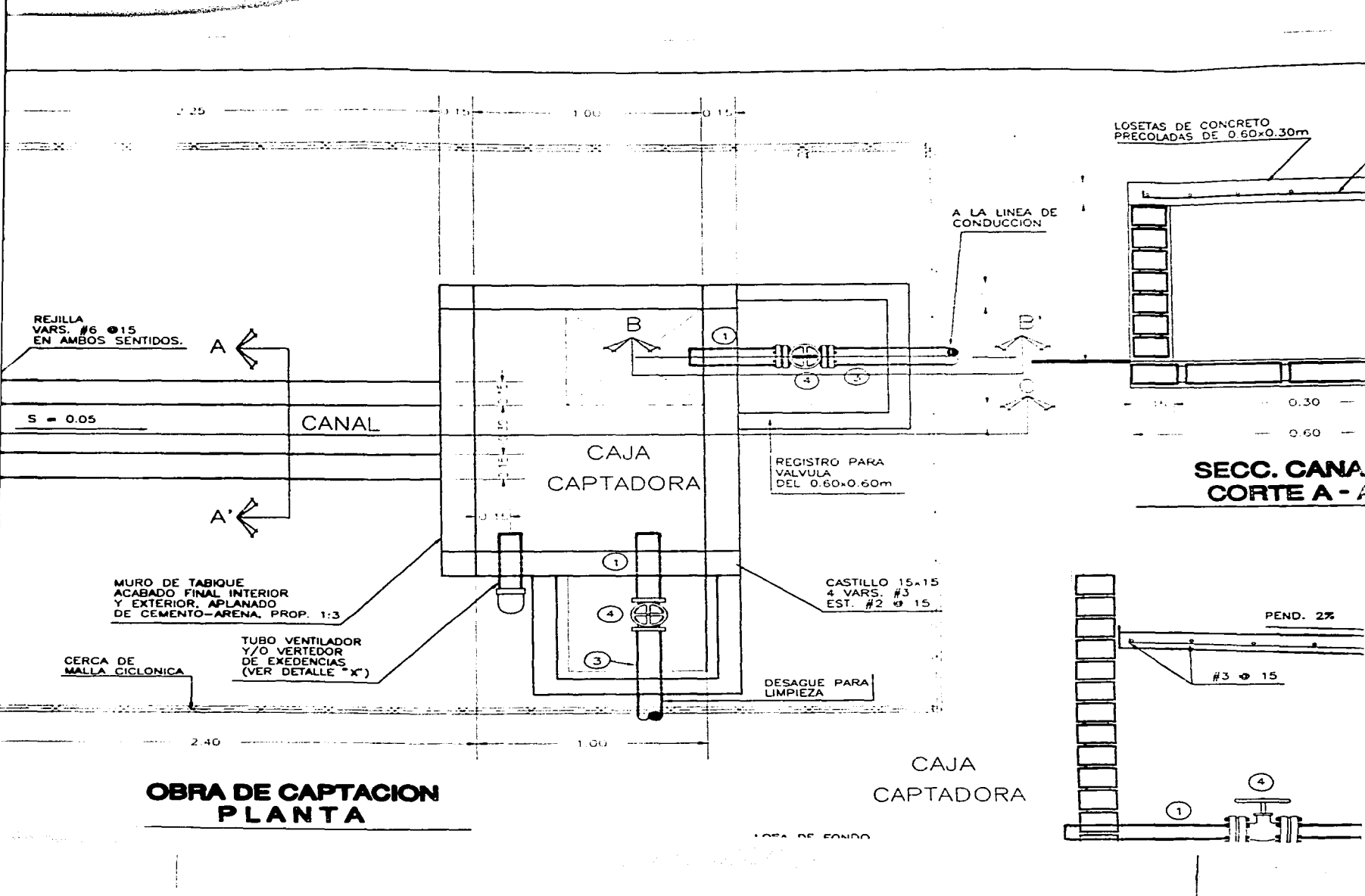
Además considero que el Seminario-Taller es una magnífica oportunidad para los egresados que por las diferentes actividades profesionales no les es posible el poder de otro modo enfocar su atención a la elaboración de una tesis, por lo que agradezco al Departamento de Educación Continua, a los profesores que impartieron el curso, y en general a la E.N.E.P. Acatlán el darnos esta oportunidad para titularnos.

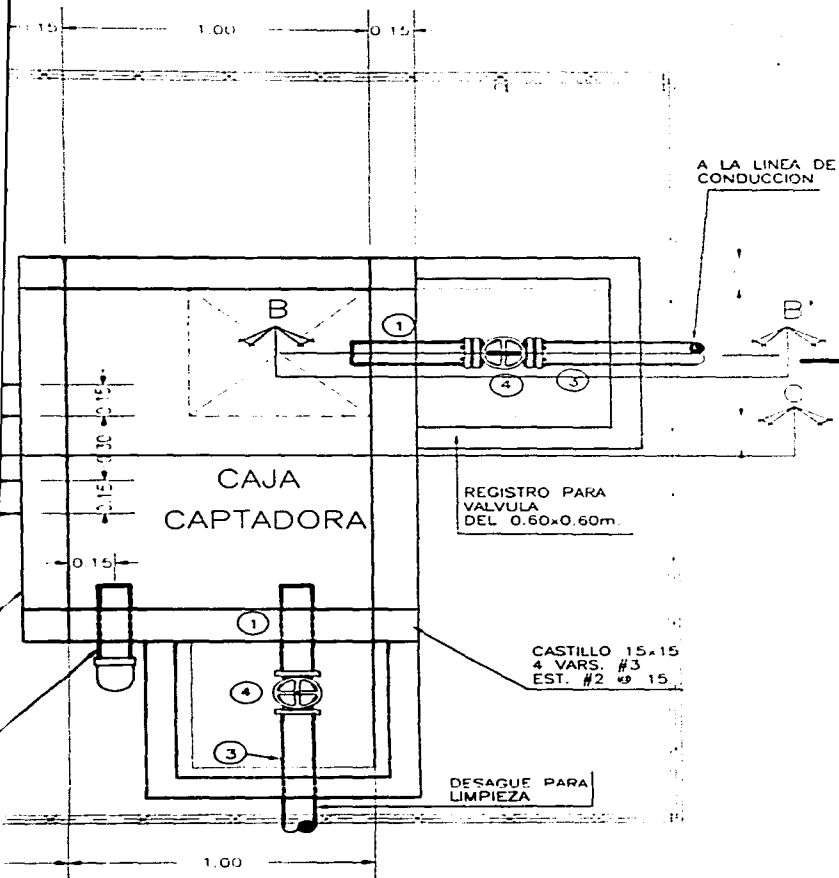
Con respecto al proyecto recomiendo que se le de una protección a la tubería, por ser de fierro galvanizado, para evitar la corrosión por estar a la intemperie y considero que debe de tener una protección catódica. Las visitas efectuadas durante el seminario sirvieron para verificar en obra la disponibilidad de materiales, obra de mano, para ver las opciones de trazo de la línea y poder elegir el tipo de material a instalar.

**CAPITULO 5**  
**PLANOS Y ANEXOS**



**OBRA DE CAPTACION  
PLANTA**

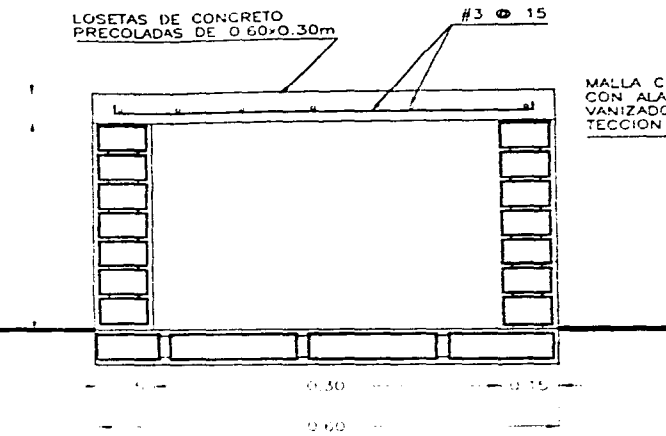




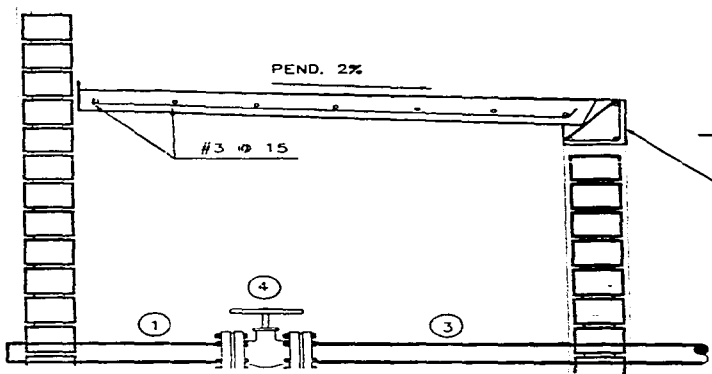
CAJA CAPTADORA

LOSA DE FONDO

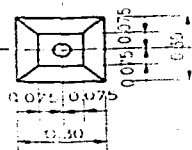
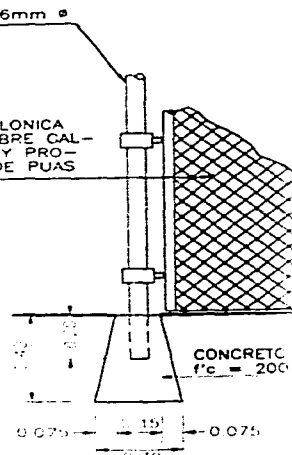
LOSETAS DE CONCRETO PRECOLADAS DE 0.60x0.30m



SECC. CANAL CORTE A - A'



ELEVACION



PLANTA SOPORTE CEMENTADO

CADENA DE 0.15x0.15  
3 VARS #3, EST #2  $\phi$  15

A LA LINEA DE CONDUCCION

L I S T A D E M

C L A V E C O N C E P T O

①	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON EXTREMOS BRIDADOS, DE 25 cm DE LONG. DE $\phi = 100$ mm (4").
②	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40, CON BRIDA DEN SUS EXTREMOS, DE 15 cm DE LONG. DE $\phi = 100$ mm (4").
③	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO, CED.40, CON AMBOS EXTREMOS BRIDADOS DE 150 cm. DE LONG. DE $\phi = 100$ mm (4").
④	VALVULA DE BRONCE TIPO COMPUERTA DE $\phi = 100$ mm (4").
⑤	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON AMBOS EXTREMOS BRIDADOS PARA RECIBIR CODO, CON UNA LONGITUD DE 20 cm DE $\phi = 50$ mm. (2").
⑥	CODO DE FIERRO GALVANIZADO, REFORZADO, CED 40, DE $\phi = 50$ mm. (2").
⑦	BRIDA ROSCADA DE $\phi = 50$ mm. (2").
⑧	CONTRABRIDA DE $\phi = 50$ mm. (2").
⑨	MALLA MOSQUITERO DE 10 cm. $\phi$
⑩	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON CUERDA DE 4 cm. EN SUS EXTREMOS. DE 10 cm. DE LONG. DE $\phi = 50$ mm. (2") DE DIAMETRO
	TORNILLOS DE 16 • 34 mm. ( 5/8" • 2 1/2").

C A N T I D A D  
C O N C E P T O

EXCAVACION EN MATERIAL COMUN, A MANO, EN SECO	
RELLENO COMPACTADO AL 90 % PRUEBA PROCTOR CON MATERIAL	

LOSETAS DE CONCRETO PRECOLADAS DE 0.60x0.30m

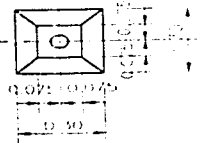
#3  $\phi$  15

MALLA CICLONICA CON ALAMBRE GALVANIZADO Y PROTECCION DE PUAS

POSTE 6mm  $\phi$

CONCRETO  $f'c = 200$  Kg/cm<sup>2</sup>

ELEVACION



PLANTA SOPORTE CERCA CICLONICA

CADENA DE 0.15x0.15 3 VARS #3, EST #2  $\phi$  15

A LA LINEA DE CONDUCCION

SECC. CANAL CORTE A - A'

PEND. 2%

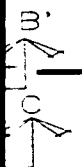
#3  $\phi$  15

①

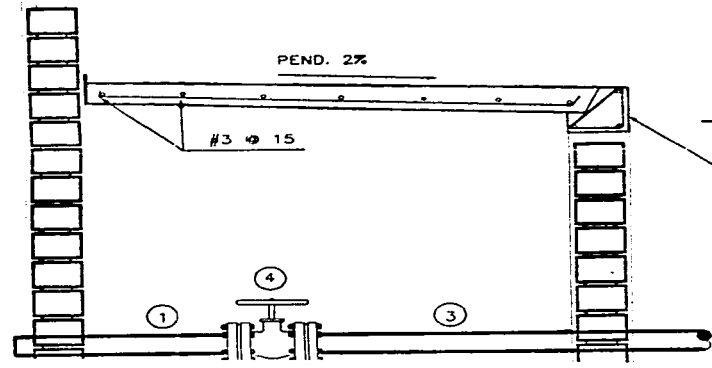
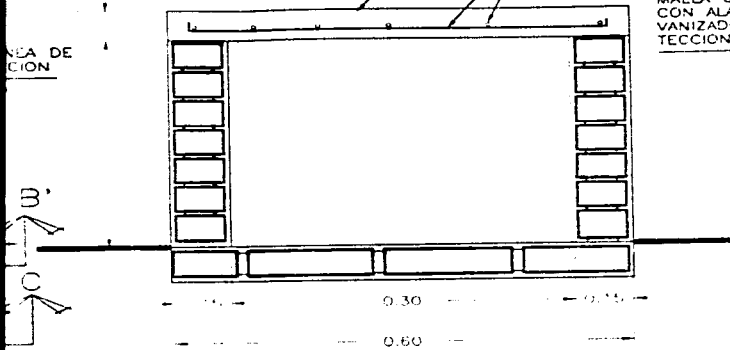
④

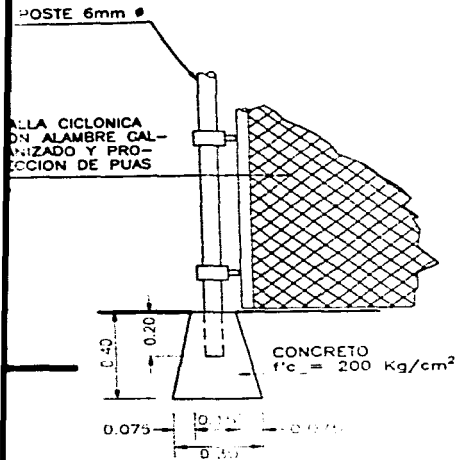
③

LINEA DE CONDUCCION

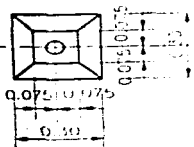


RA





**ELEVACION**



**PLANTA  
SOPORTE CERCA CICLONICA**

CADENA DE 0.15x0.15  
3 VARS #3, EST #2 ø15

A LA LINEA DE  
CONDUCCION

**L I S T A D E M A T E R I A L E S**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
①	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON EXTREMOS BRIDADOS, DE 25 cm DE LONG, DE $\phi = 100$ mm (4").	PZA	2
②	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40, CON BRIDA EN SUS EXTREMOS, DE 15 cm DE LONG, DE $\phi = 100$ mm (4").	PZA	0
③	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON AMBOS EXTREMOS BRIDADOS DE 150 cm. DE LONG. DE $\phi = 4$ "	PZA	2
④	VALVULA DE BRONCE TIPO COMPUERTA DE $\phi = 100$ mm (4").	PZA	2
⑤	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON AMBOS EXTREMOS ROSCADOS PARA RECIBIR CODO, CON UNA LONGITUD DE 20 cm DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	2
⑥	CODO DE FIERRO GALVANIZADO, REFORZADO, CED 40, DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	1
⑦	BRIDA ROSCADA DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	1
⑧	CONTRABRIDA DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	1
⑨	MALLA MOSQUITERO DE 10 cm. $\phi$	PZA	1
⑩	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON CUERDA DE 4 cm. EN SUS EXTREMOS, DE 10 cm. DE LONG. DE 50 mm (2") DE DIAMETRO	PZA	1
	TORNILLOS DE 16 x 54 mm. ( 5/8" x 2 1/2").	PZA	4

**C A N T I D A D E S D E O B R A**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN, A MANO, EN SECO	m3	4
RELLENO COMPACTADO AL 90 % PRUEBA PROCTOR CON MATERIAL	-	-

L I S T A   D E   M A T E R I A L E S

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD
①	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON EXTREMOS BRIDADOS, DE 25 cm. DE LONG. DE $\phi = 100$ mm (4").	PZA	2
②	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40, CON BRIDA EN SUS EXTREMOS, DE 15 cm DE LONG. DE $\phi = 100$ mm (4").	PZA	0
③	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO, CED.40, CON AMBOS EXTREMOS BRIDADOS DE 150 cm. DE LONG. DE $\phi = 4"$	PZA	2
④	VALVULA DE BRONCE TIPO COMPUERTA DE $\phi = 100$ mm (4").	PZA	2
⑤	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON AMBOS EXTREMOS ROSCADOS PARA RECIBIR CODO, CON UNA LONGITUD DE 20 cm DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	2
⑥	CODO DE FIERRO GALVANIZADO, REFORZADO, CED 40, DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	1
⑦	BRIDA ROSCADA DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	1
⑧	CONTRABRIDA DE $\phi = 50$ mm. (2").	PZA	1
⑨	MALLA MOSQUITERO DE 10 cm. $\phi$	PZA	1
⑩	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO, CED 40, CON CUERDA DE 4 cm. EN SUS EXTREMOS, DE 10 cm. DE LONG. DE 50 mm (2") DE DIAMETRO	PZA	1
	TORNILLOS DE 16 $\bullet$ 34 mm. ( 5/8" $\bullet$ 2 1/2").	PZA	4

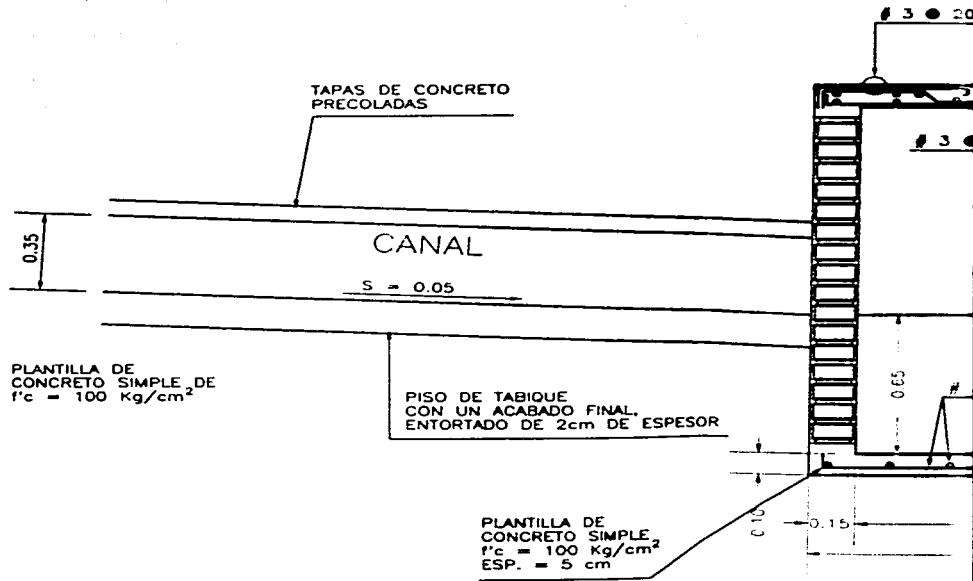
**CA CICLONICA**

C A N T I D A D E S   D E   O B R A		
C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN, A MANO, EN SECO	m3	4
RELLENO COMPACTADO AL 90 % PRUEBA PROCTOR CON MATERIAL		



1.00 2.40

# OBRA DE CAPTACION PLANTA



## ELEVACION CORTE C - C'

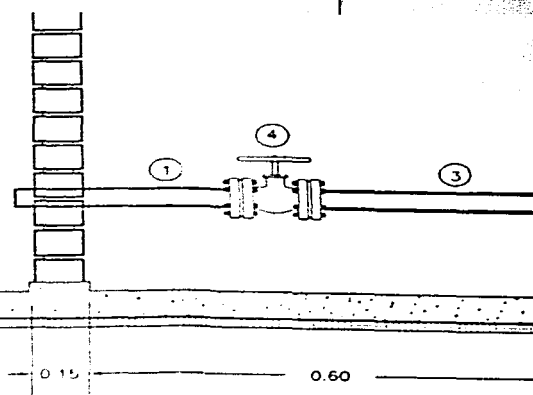
**OBRA DE CAPTACION  
PLANTA**

2.40 1.00

LIMPIEZA

CAJA  
CAPTADORA

LOSA DE FONDO  
DE CONCRETO REFORZADO



**CORTE B - B'**

LOSA TAPA  
DE CONCRETO  
REFORZADO

PLACA DE CERRAMIENTO  
DE 0.15x0.15m  
4 VARS #3  
EST #2 @ 15

VENTILA Y/O EXCEDENCIAS

CAJA  
CAPTADORA

MURO DE TABIQUE

**DETALLE "X"**

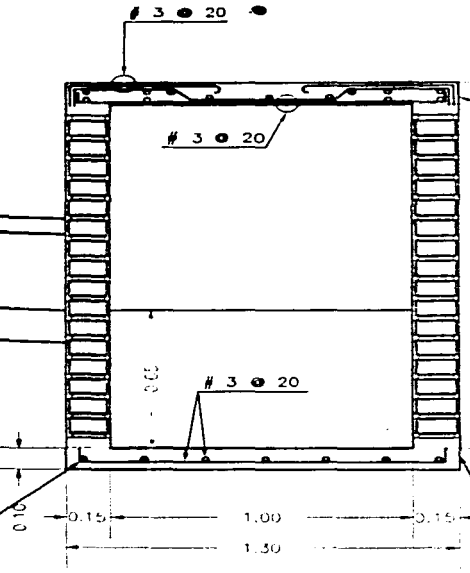
LOSA DE CONCRETO  
COLADAS

CANAL

S = 0.05

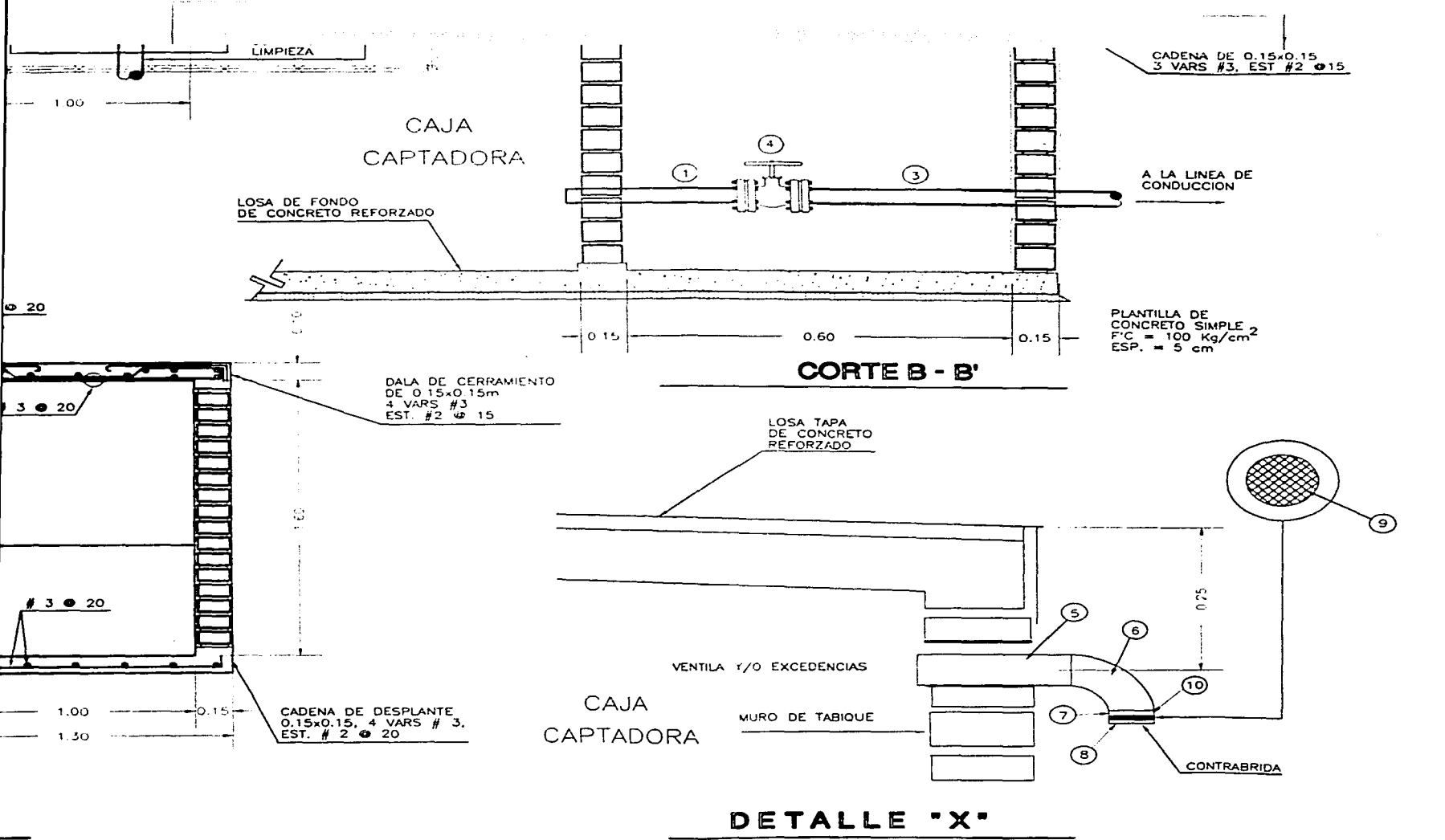
PISO DE TABIQUE  
CON UN ACABADO FINAL.  
ENTORTADO DE 2cm DE ESPESOR

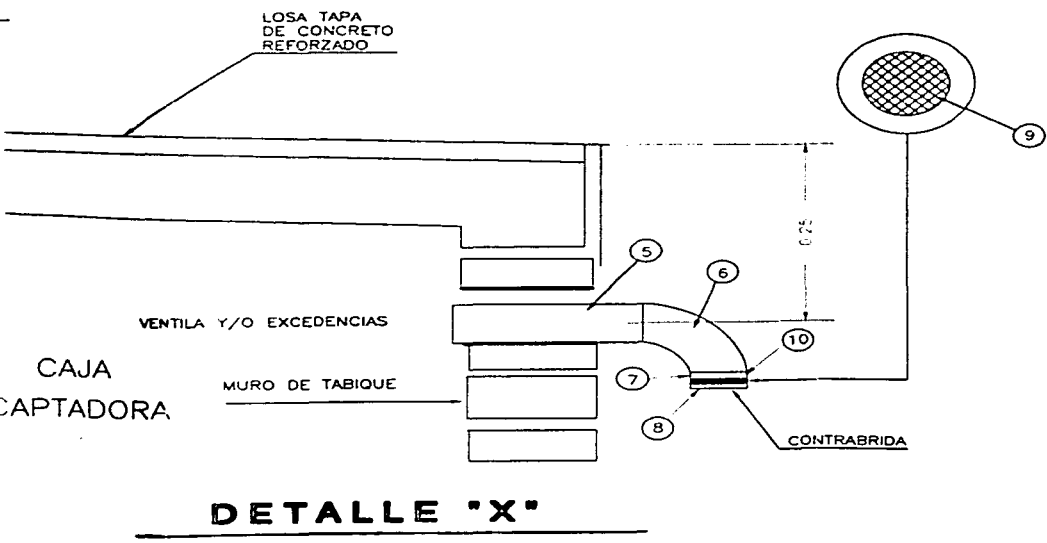
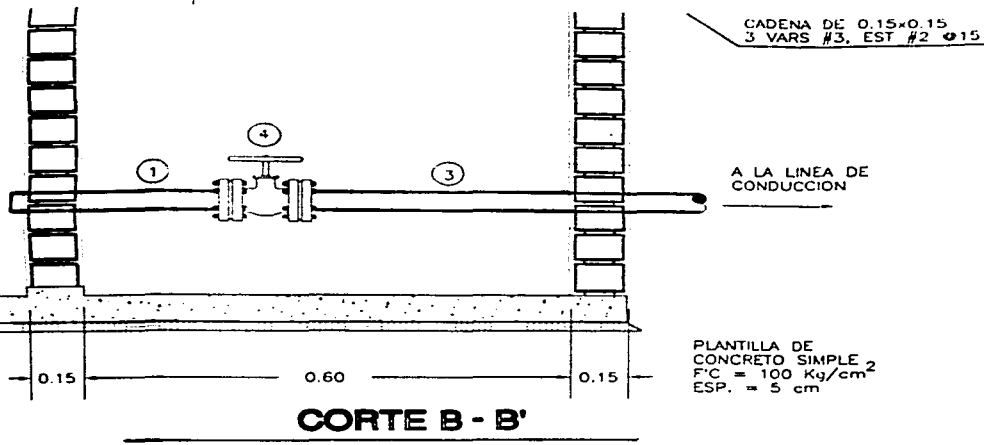
PLANTILLA DE  
CONCRETO SIMPLE  
f'c = 100 Kg/cm<sup>2</sup>  
ESP. = 5 cm



CADENA DE DESPLANTE  
0.15x0.15, 4 VARS #3  
EST. #2 @ 20

**ELEVACION  
CORTE C - C'**





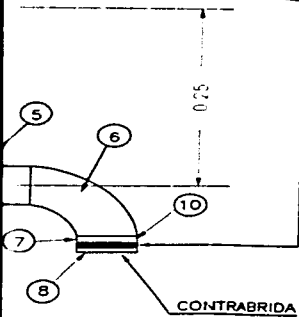
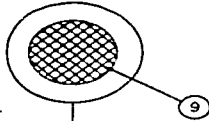
CANTIDAD	CONCEPTO
	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN. A MANO, EN SECO
	RELLENO COMPACTADO AL 90 % PRUEBA PROCTOR CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION
	MURO DE TANQUE ROJO, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO - ARENA PROP. 1:3
	CONCRETO VIBRADO Y CURADO, DE: F'c = 100 Kg/cm <sup>2</sup> (PLANTILLA) F'c = 200 Kg/cm <sup>2</sup>
	ACERO DE REFUERZO, fy = 4,000 Kg/VARS # 3
	CIMBRA DE MADERA DE 2a
	APLANADO DE CEMENTO - ARENA PROP. 1 : 3
	MALLA CICLONICA H = 2.20 m

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL A</b> E. N. E. P. A C A		
PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE	CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE	O B R A D E C A
MANANTIAL "OJO DE A		MUNICIPIO
CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO		
ING. ANDRES A CERVANTES M.		ING. NORBERTO F
FECHA	PLANO	
MAYO - 1997	1 DE 1	1

CADENA DE 0.15x0.15  
3 VARS #3, EST #2 @15

A LA LINEA DE  
CONDUCCION

PLANTILLA DE  
CONCRETO SIMPLE  
F'c = 100 Kg/cm<sup>2</sup>  
ESP. = 5 cm

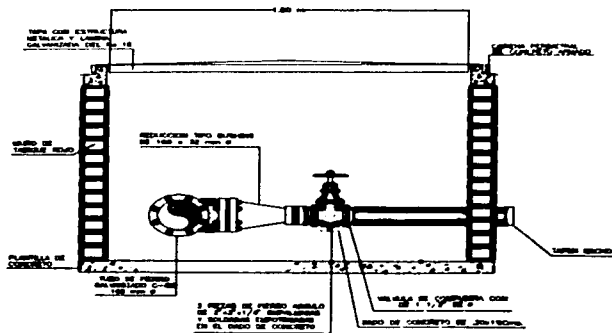


CANTIDADES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN. A MANO. EN SECO	m <sup>3</sup>	4
RELLENO COMPACTADO AL 90 % PRUEBA PROCTOR CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION	m <sup>3</sup>	1
MURO DE TANQUE ROJO, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO - ARENA PROP. 1:3	m <sup>2</sup>	14
CONCRETO VIBRADO Y CURADO, DE: F'c = 100 Kg/cm <sup>2</sup> (PLANTILLA) F'c = 200 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	0.3 0.3
ACERO DE REFUERZO, fy = 4,000 Kg/cm <sup>2</sup> VARS # 3	Kg	75
CIMBRA DE MADERA DE 2a	m <sup>2</sup>	3.5
APLANADO DE CEMENTO - ARENA PROP. 1 : 3	m <sup>2</sup>	30
MALLA CICLONICA H = 2.20 m	m <sup>2</sup>	45.5

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</b> E. N. E. P. ACATLAN			
PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS			
<b>O B R A D E C A P T A C I O N</b> MANANTIAL "OJO DE AGUA"			
CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS			
ING. ANDRES A CERVANTES M.		ING. NORBERTO RAMOS O.	
ING. ARACELI OLMEDO R.V.			
FECHA	PLANO	ESCALA	ACOTACION
MAYO - 1997	1 DE 1	1 : 20	cm.

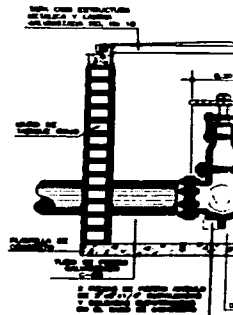
C A N T I D A D E S D E O B R A		
C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL COMUN. A MANO. EN SECO	m3	4
RELLENO COMPACTADO AL 90 % PRUEBA PROCTOR CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION	m3	1
MURO DE TANQUE ROJO, JUNTEADO CON MORTERO CEMENTO - ARENA PROP. 1:3	m2	14
CONCRETO VIBRADO Y CURADO, DE: F'c = 100 Kg/cm <sup>2</sup> (PLANTILLA) F'c = 200 Kg/cm <sup>2</sup>	m3 m3	0.3 0.3
ACERO DE REFUERZO, fy = 4,000 Kg/cm <sup>2</sup> VARS # 3	Kg	75
CIMBRA DE MADERA DE 2o	m2	3.5
APLANADO DE CEMENTO - ARENA PROP. 1 : 3	m2	30
MALLA CICLONICA H = 2.20 m	m2	45.5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO			
E. N. E. P. A C A T L A N			
PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD	CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS		
O B R A D E C A P T A C I O N			
MANANTIAL "OJO DE AGUA"			
CABECERA MUNICIPAL		MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS	
ING. ANDRES A CERVANTES M.		ING. NORBERTO RAMOS O.	
ING. ARACELI OLMEDO R.V.			
FECHA	PLANO	ESCALA	ACOTACION
MAYO - 1997	1 DE 1	1 : 20	cm.



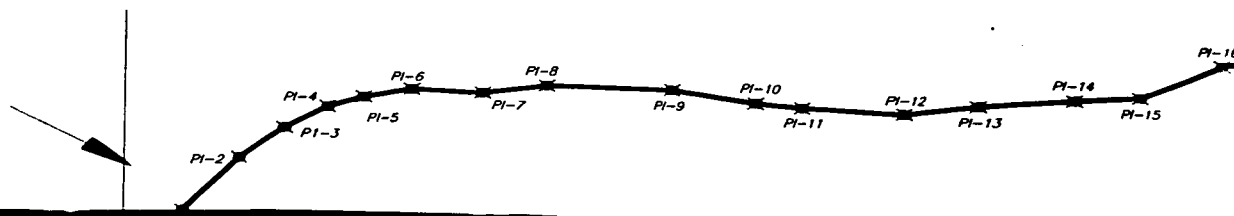
ALZADO

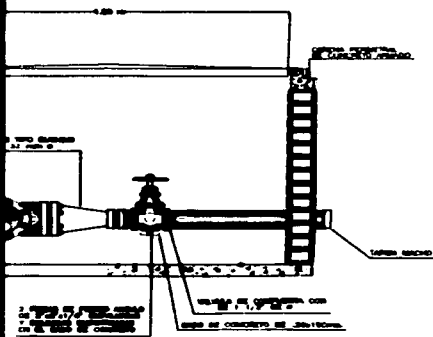
DETALLE DE INSTALACION DE VALVULA DE DESFOGUE.



ALZADO

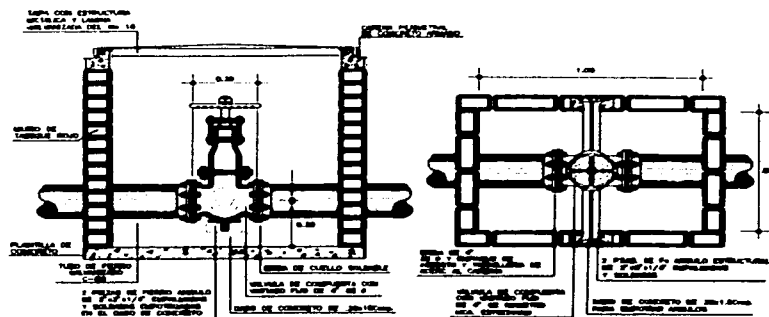
DETALLE





ALZADO

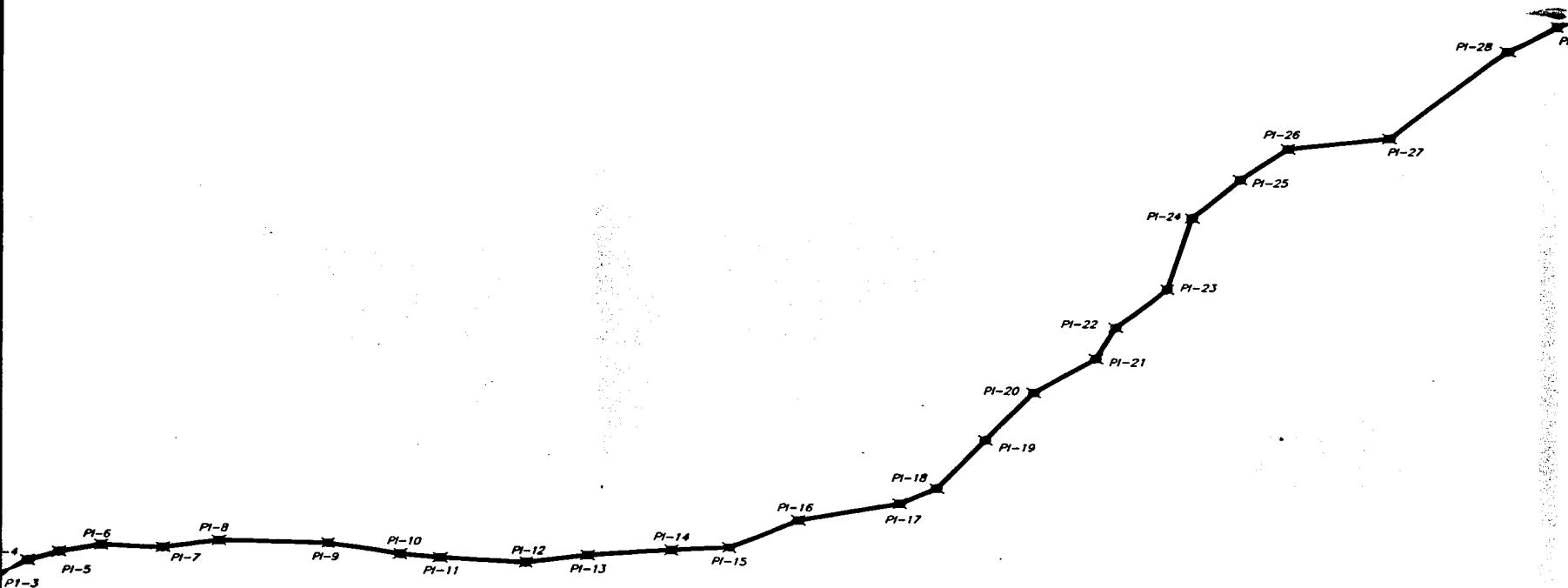
DE INSTALACION DE VALVULA DE DESFOGUE.



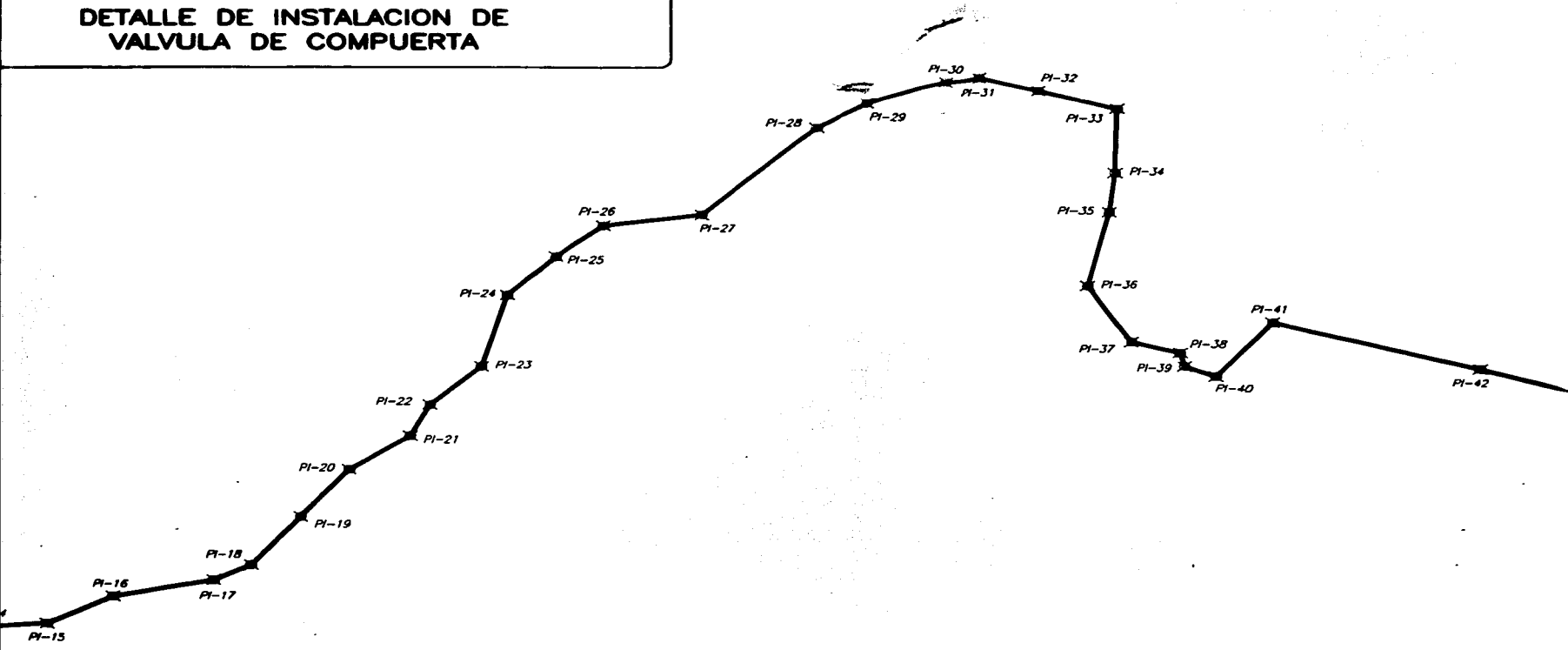
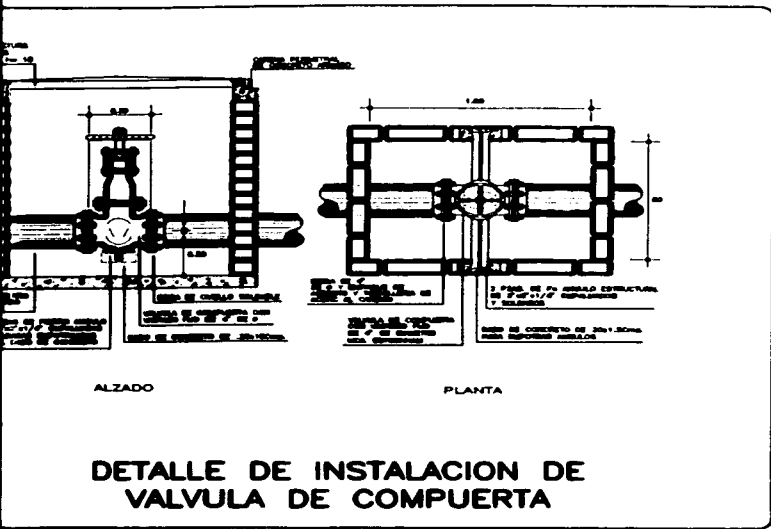
ALZADO

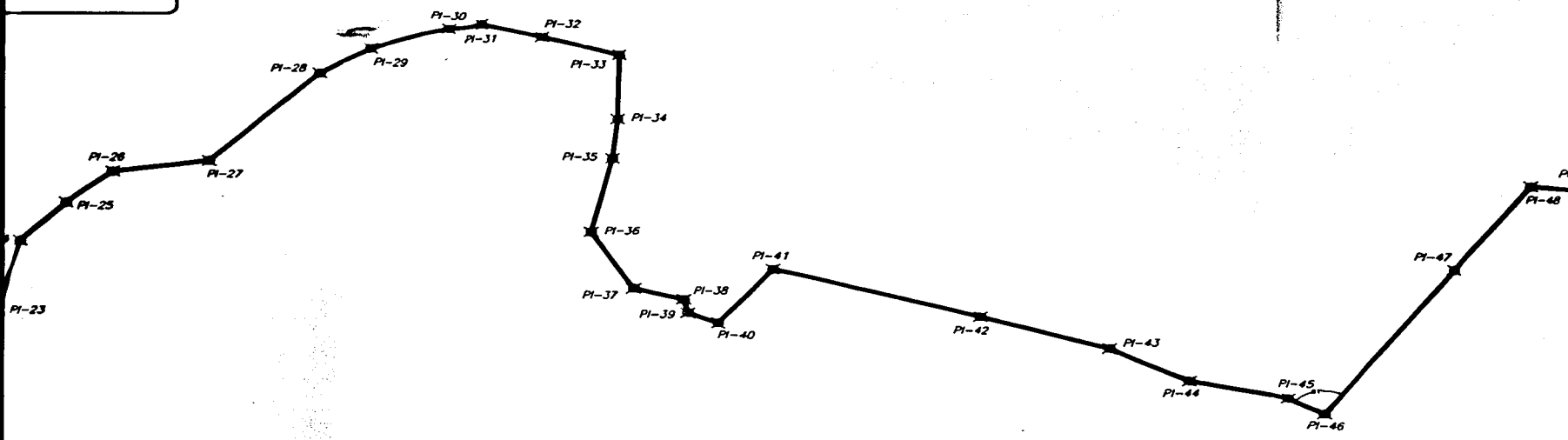
PLANTA

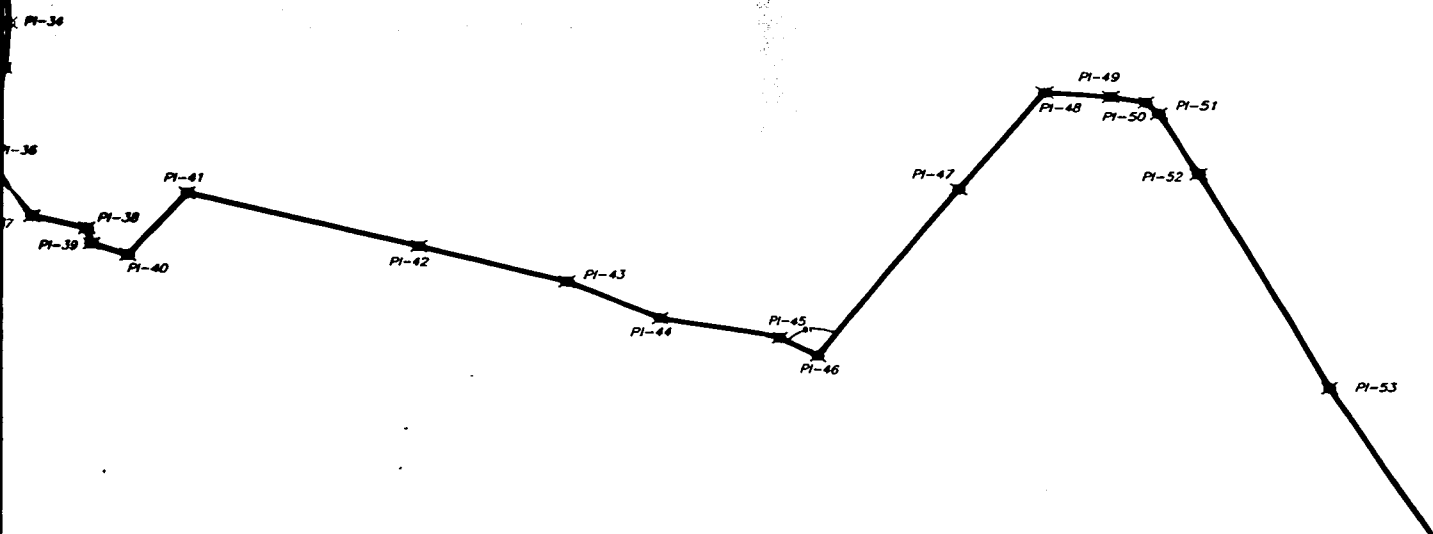
DETALLE DE INSTALACION DE VALVULA DE COMPUERTA

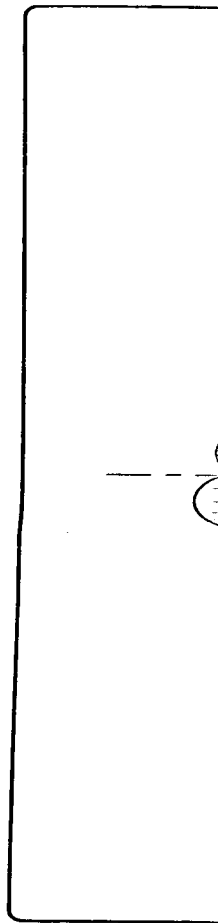
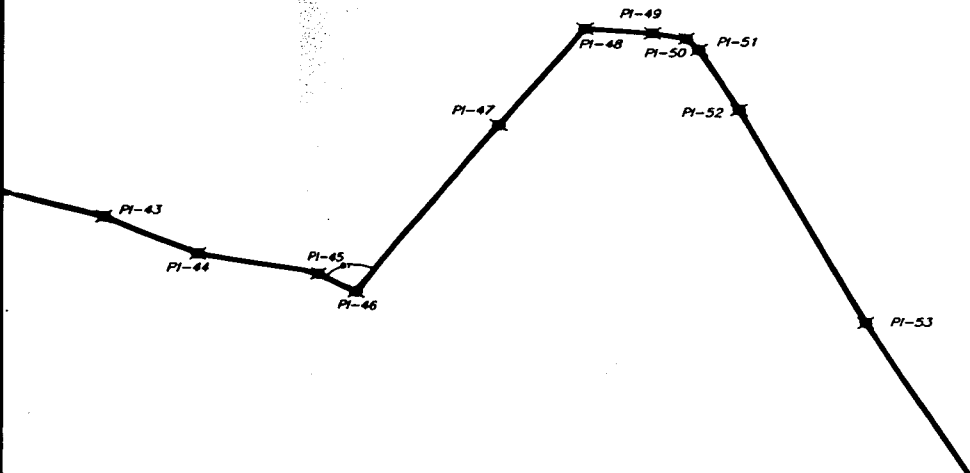


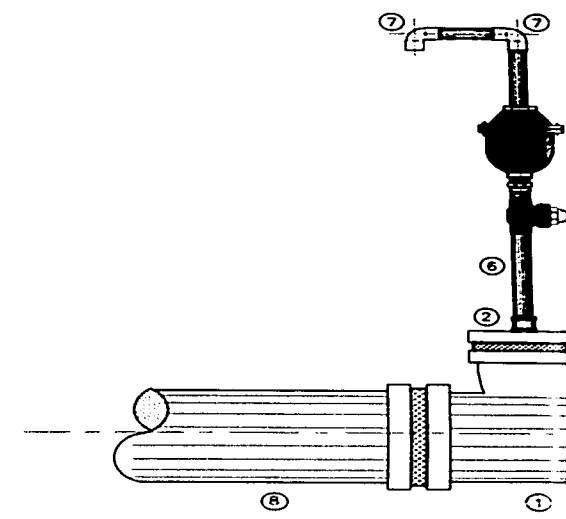
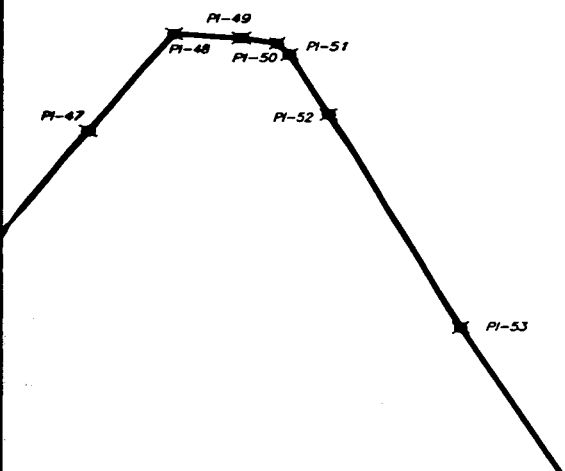






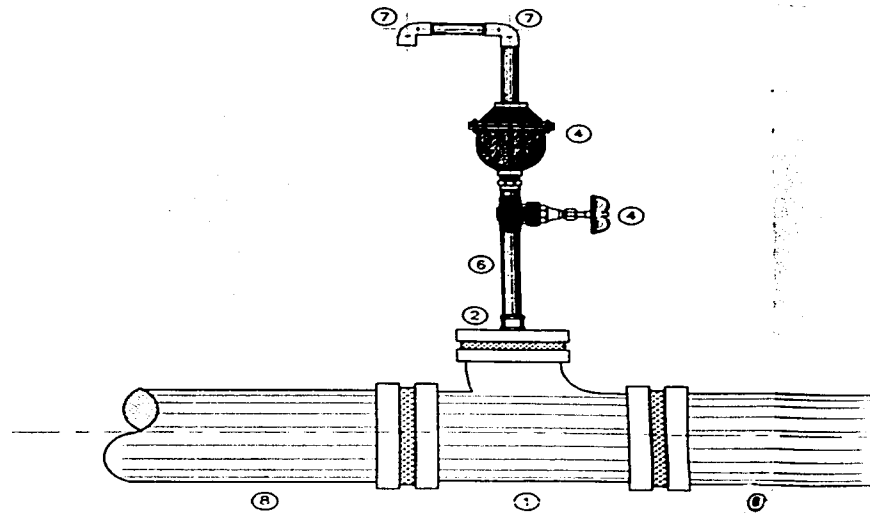






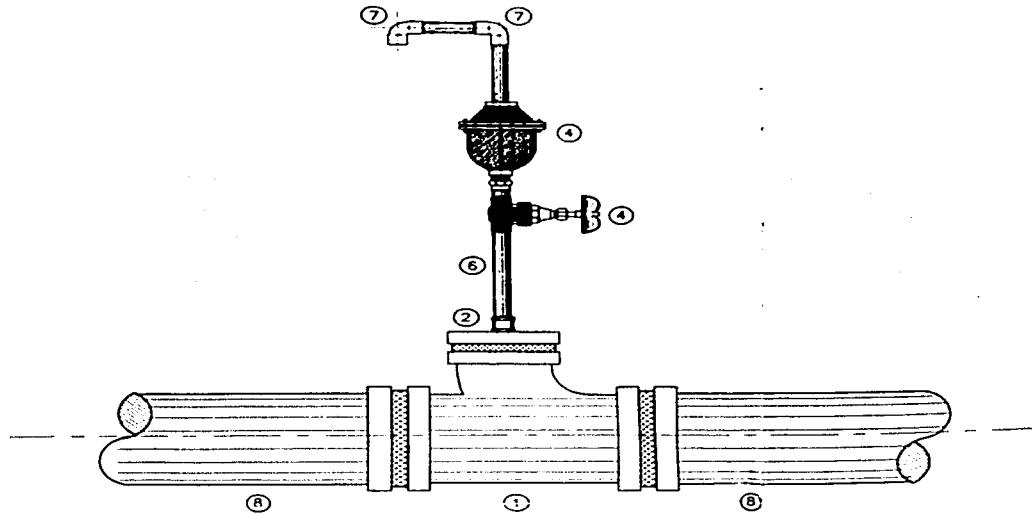
- ① TEE DE FIERRO GALVANIZADO
- ② REDUCCION BUSHING DE 75
- ③ NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO
- ④ VALVULA DE BRONCE TIPO G
- ⑤ VALVULA ELIMINADORA DE AIR
- ⑥ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO
- ⑦ CODO DE 90° DE FIERRO GALV
- ⑧ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO

**DETALLE DE VALVULA ELIMINADORA**



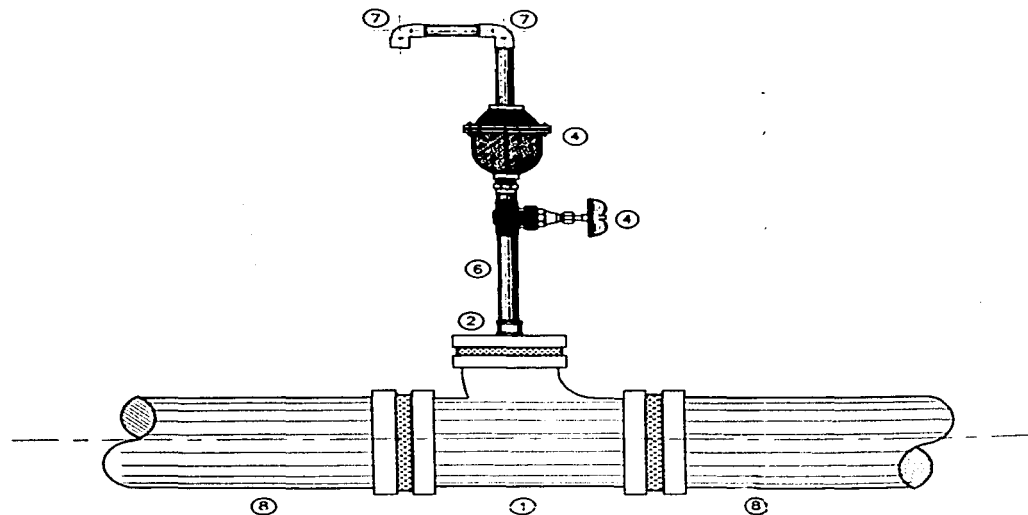
- ① TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 75 mm (4" x 3") Ø. BRONCE.
- ② REDUCCION BUSHING DE 75 A 13 mm (3" x 1/2") Ø.
- ③ NIPLÉ DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2") x 15 cm. DE L.
- ④ VALVULA DE BRONCE TIPO GLOBO DE 13 mm (1/2") Ø.
- ⑤ VALVULA ELIMINADORA DE AIRE DE 13 mm (1/2") Ø.
- ⑥ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2") x 30 cm. DE L.
- ⑦ CODO DE 90° DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2").
- ⑧ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 mm (4").

### DETALLE DE INSTALACION DE VALVULA ELIMINADORA DE AIRE



- ① TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 75 mm (4" x 3") $\phi$ . BRIDADA.
- ② REDUCCION BUSHING DE 75 A 13 mm (3" x 1/2") $\phi$ .
- ③ NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2" x 15 cm. DE LONGITUD.
- ④ VALVULA DE BRONCE TIPO GLOBO DE 13 mm (1/2") $\phi$ .
- ⑤ VALVULA ELIMINADORA DE AIRE DE 13 mm (1/2") $\phi$ .
- ⑥ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2" x 30 cm. DE LONGITUD.
- ⑦ CODO DE 90° DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2").
- ⑧ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 mm (4").

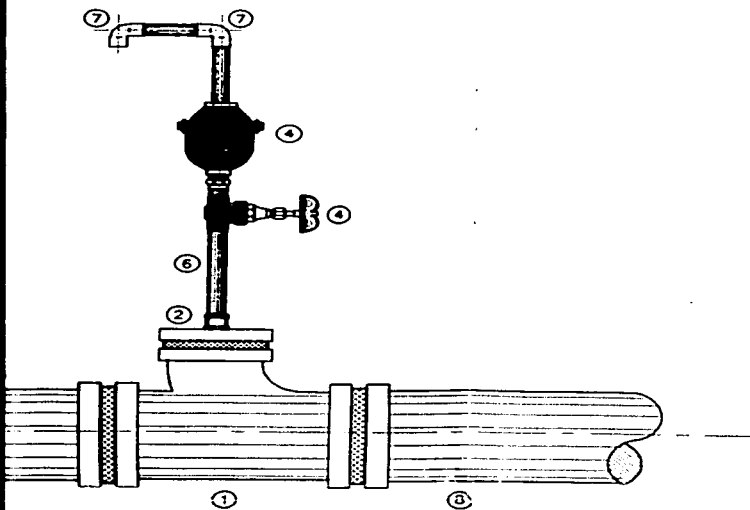
### DETALLE DE INSTALACION DE VALVULA ELIMINADORA DE AIRE



- ① TEE DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 75 mm (4" x 3") $\phi$ . BRIDADA.
- ② REDUCCION BUSHING DE 75 A 13 mm (3" x 1/2")  $\phi$ .
- ③ NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2") x 15 cm. DE LONGUITUD.
- ④ VALVULA DE BRONCE TIPO GLOBO DE 13 mm (1/2")  $\phi$ .
- ⑤ VALVULA ELIMINADORA DE AIRE DE 13 mm (1/2")  $\phi$ .
- ⑥ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2") x 30 cm. DE LONGUITUD.
- ⑦ CODO DE 90° DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2").
- ⑧ TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 mm (4").

### DETALLE DE INSTALACION DE VALVULA ELIMINADORA DE AIRE





1. TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 75 mm (4" x 3") Ø. BRIDADA.

2. REDUCCION BUSHING DE 75 A 13 mm (3" x 1/2") Ø.

3. TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2") x 15 cm. DE LONGITUD.

4. VALVULA DE BRONCE TIPO GLOBO DE 13 mm (1/2") Ø.

5. VALVULA ELIMINADORA DE AIRE DE 13 mm (1/2") Ø.

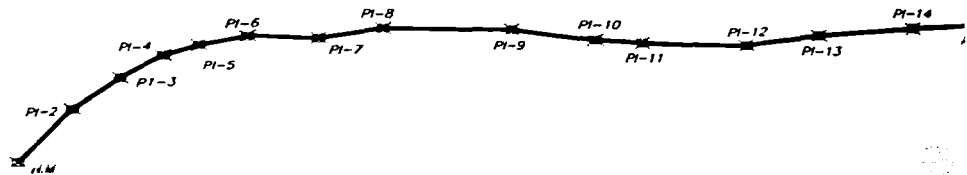
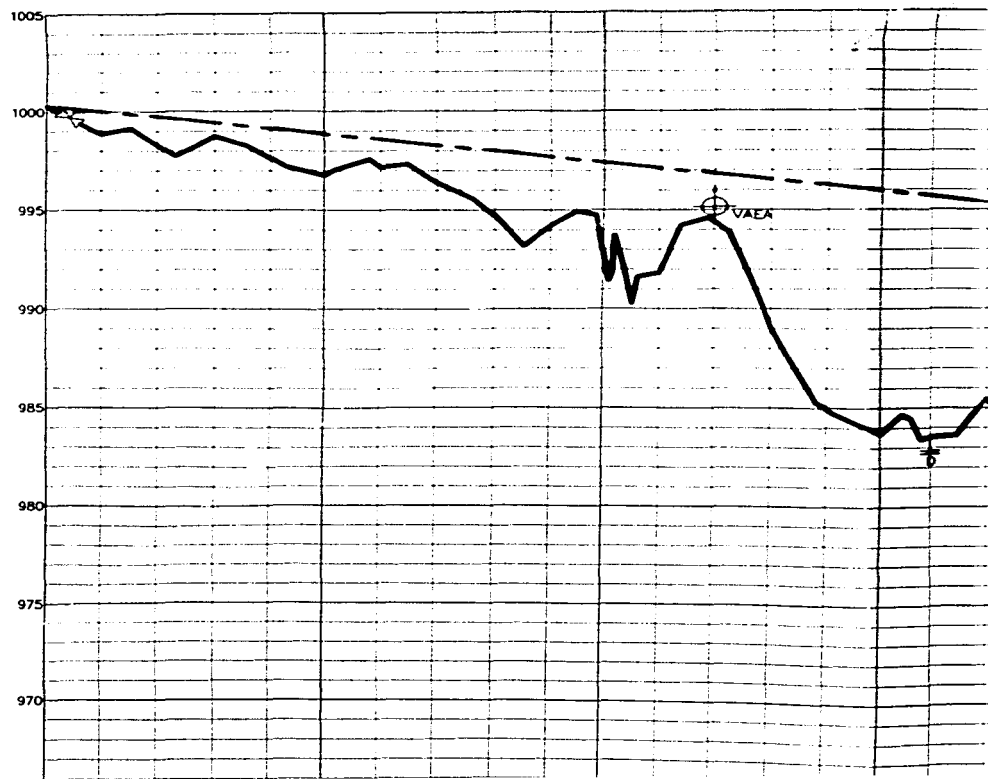
6. TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2") x 30 cm. DE LONGITUD.

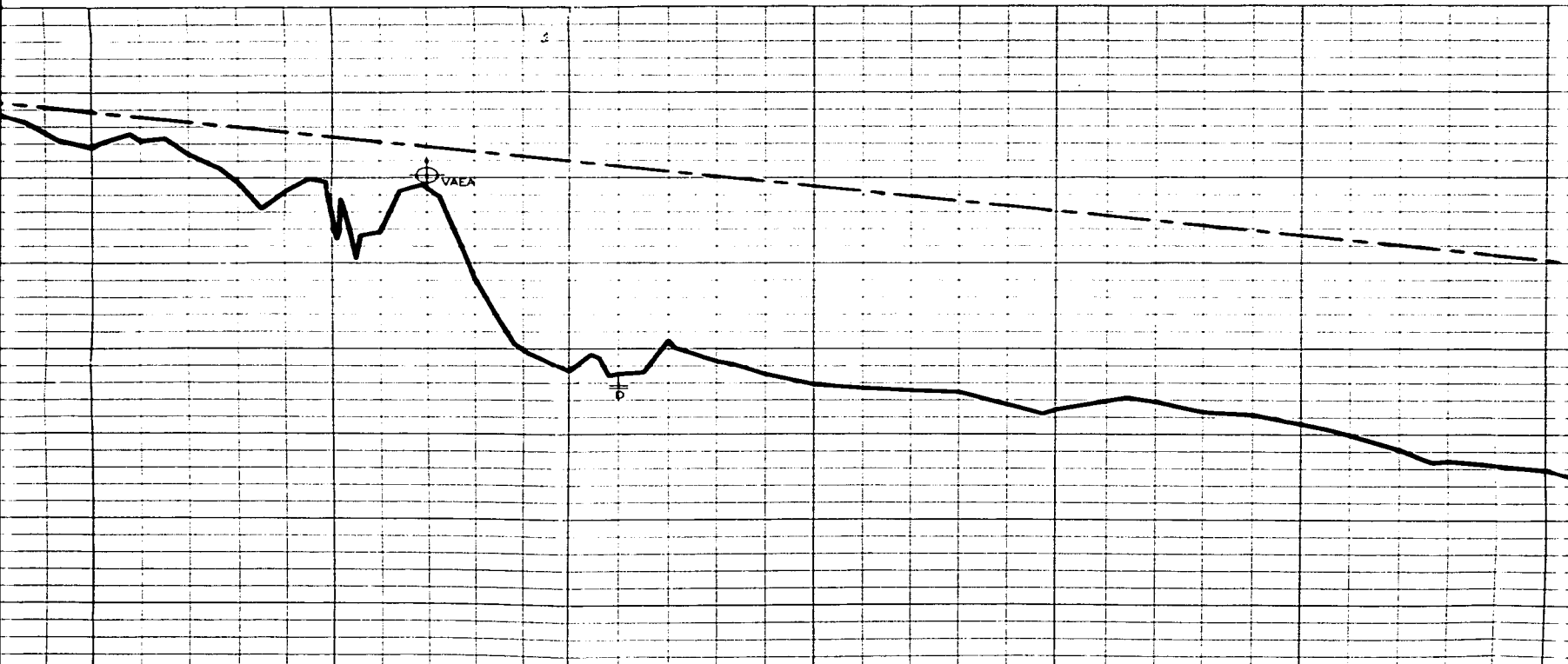
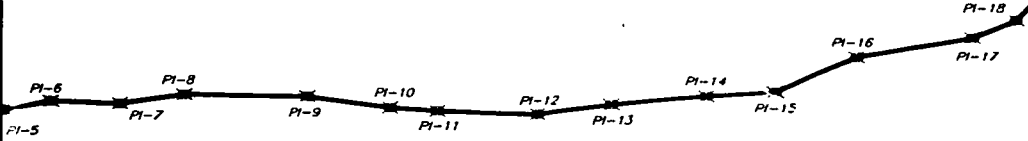
7. CODO DE 90° DE FIERRO GALVANIZADO DE 13 mm (1/2").

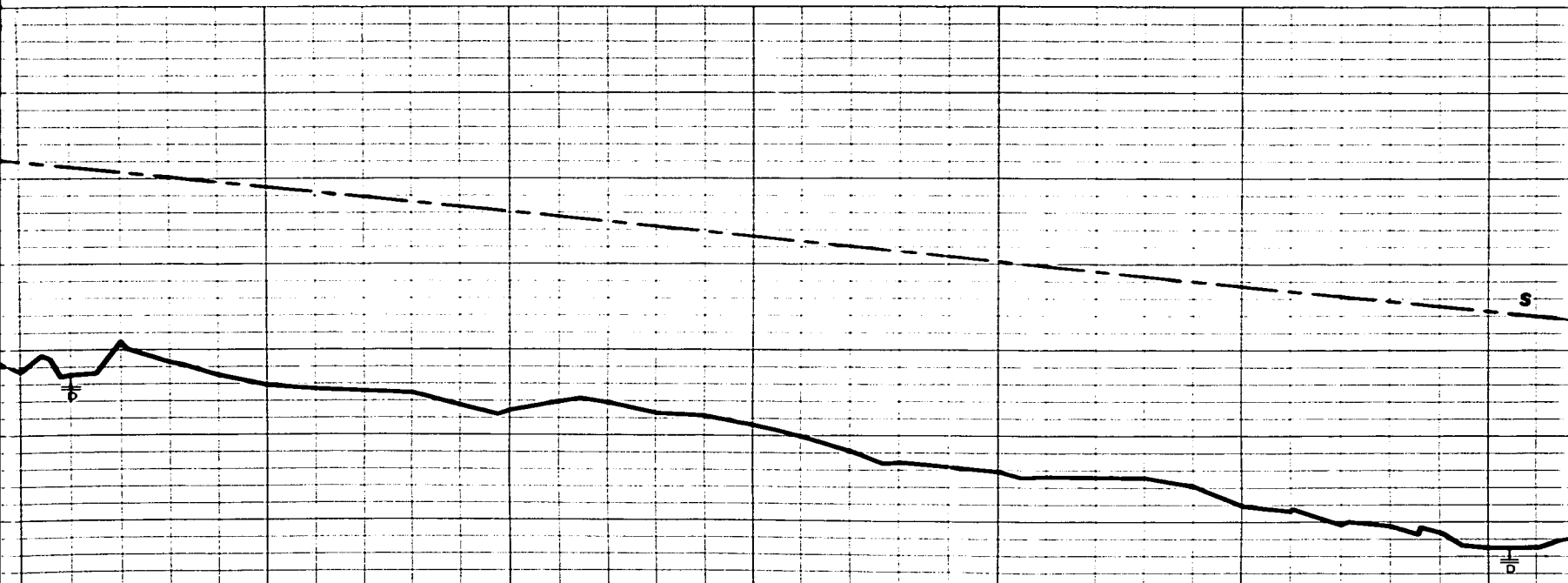
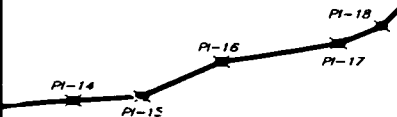
8. TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 mm (4").

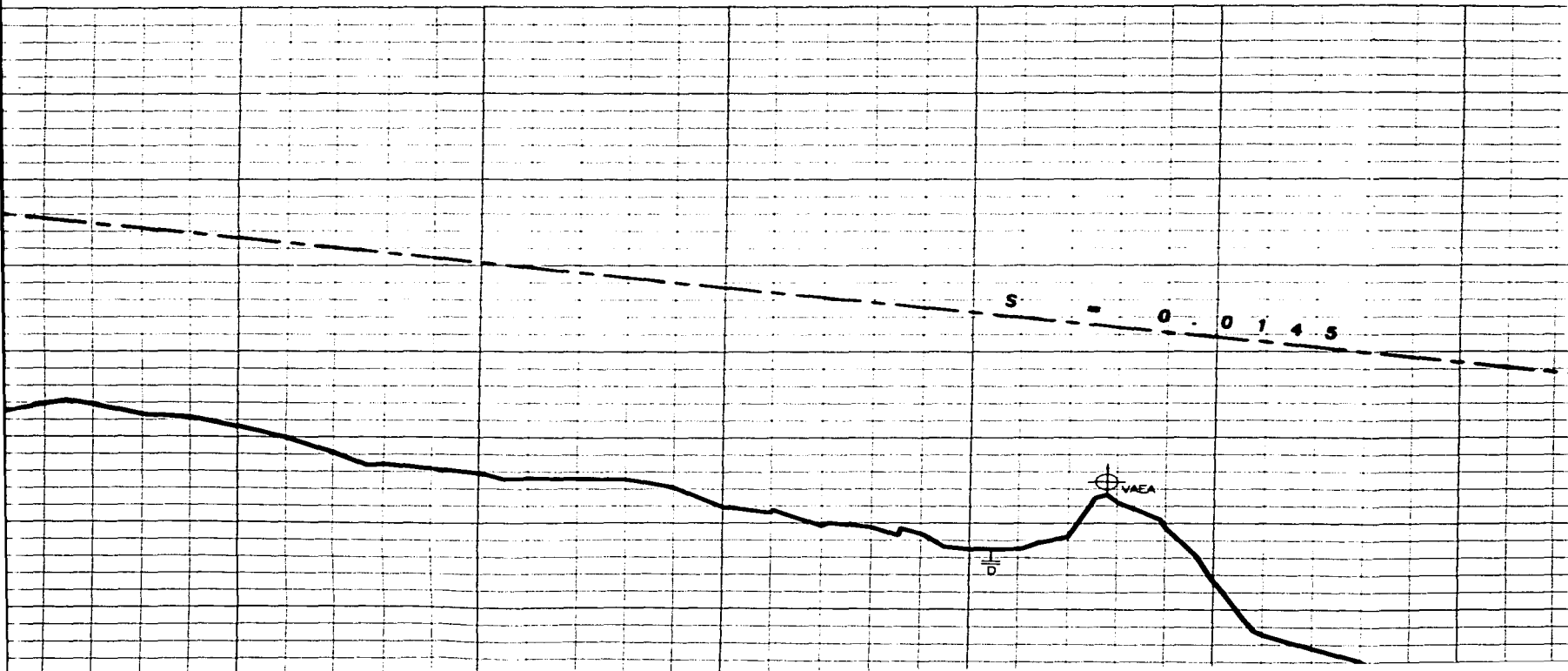
## DETALLE DE INSTALACION DE VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

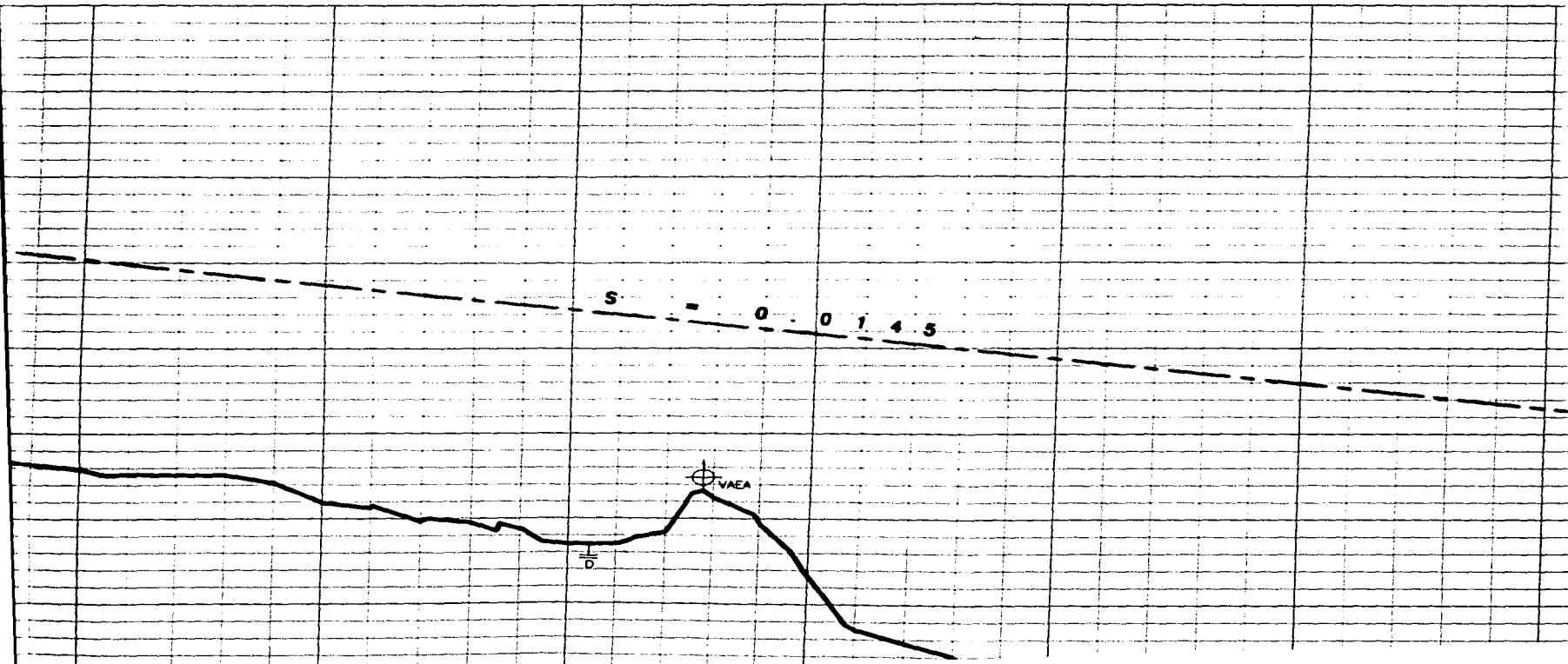
EN METROS.

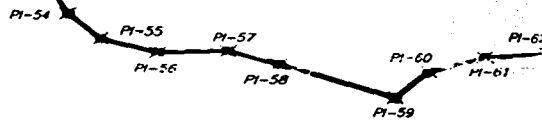




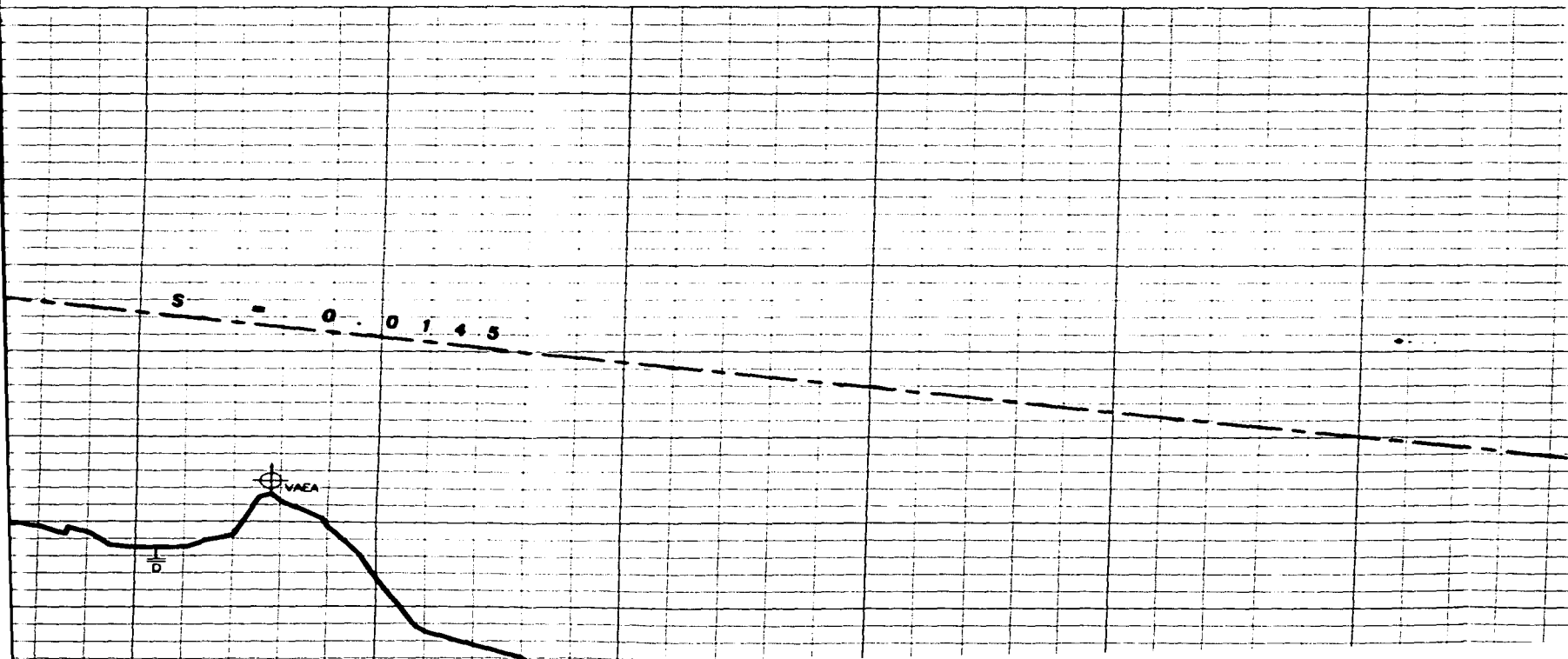


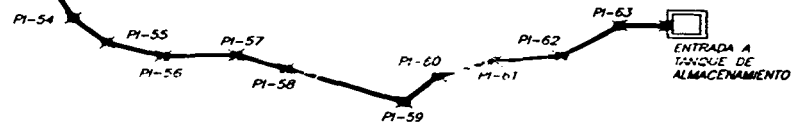






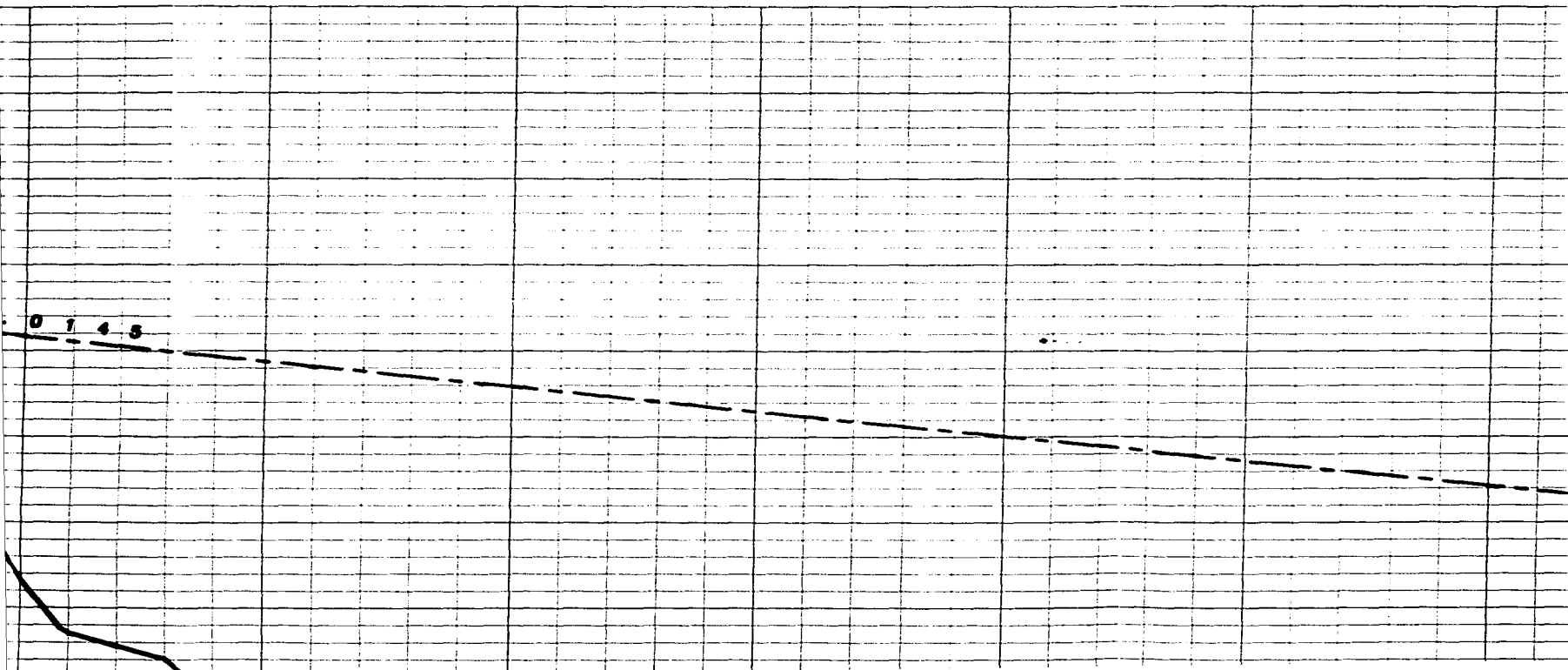
PLANTA



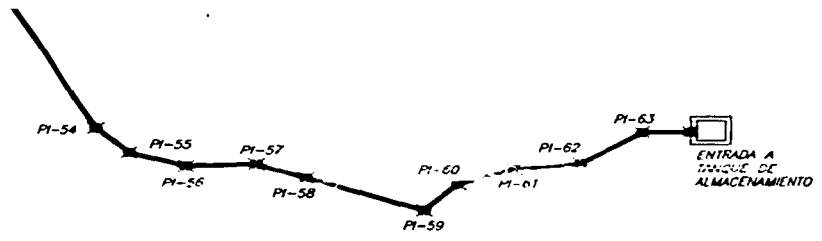


# PLANTA

ESCALA 1 : 2,000

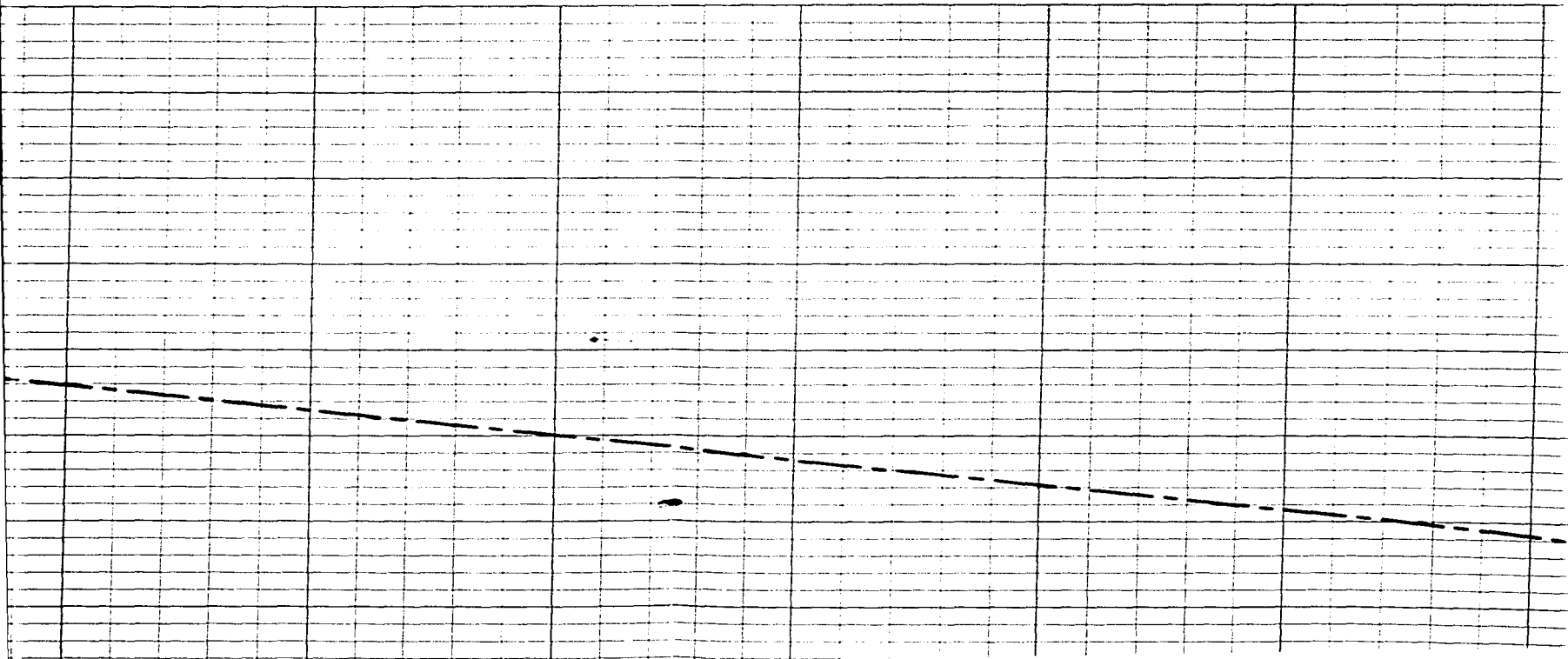


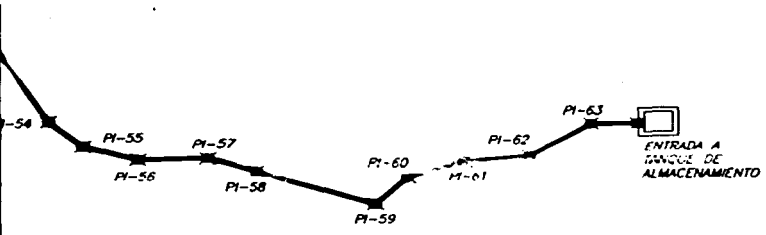




# PLANTA

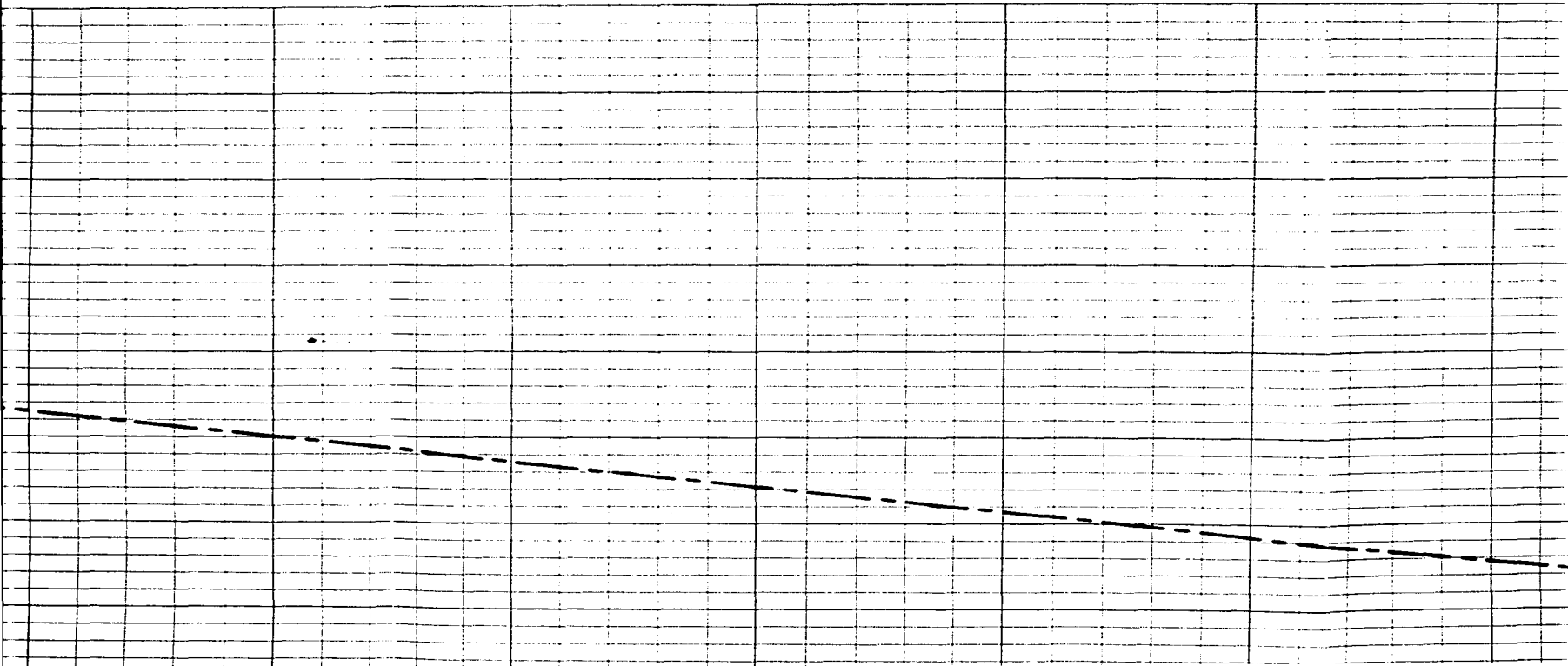
ESCALA 1 : 2,000

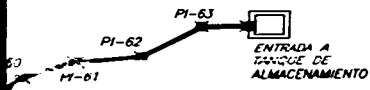




**PLANTA**

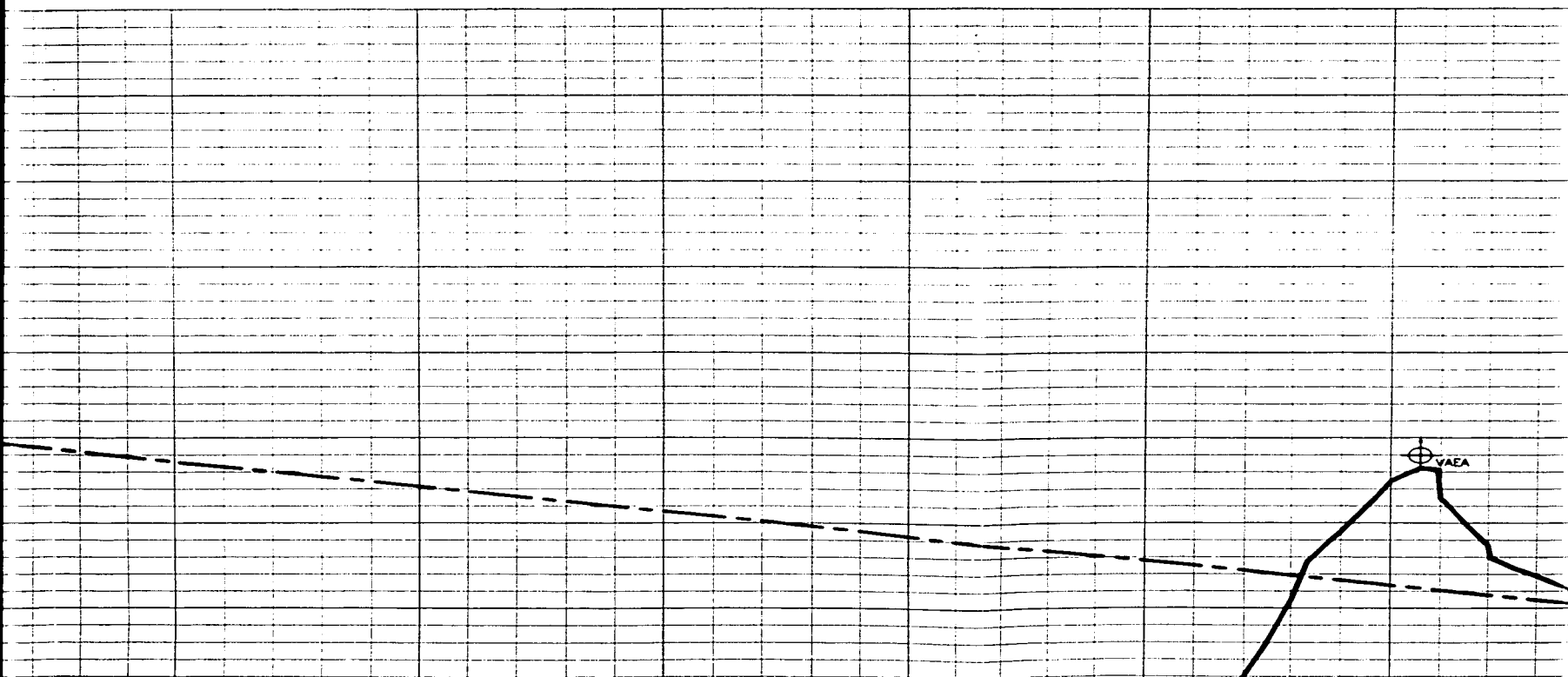
ESCALA 1 : 2,000

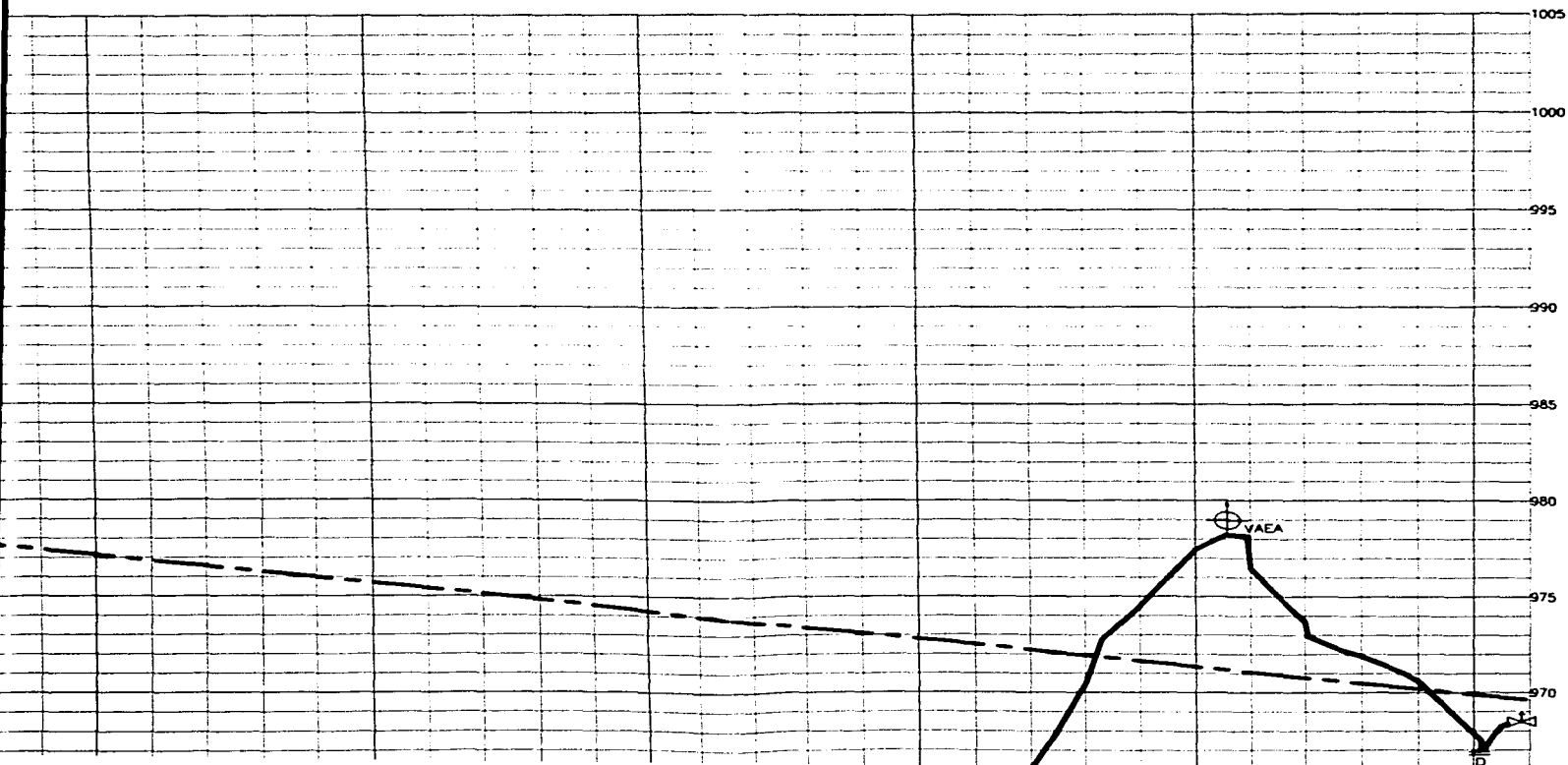




ANTA

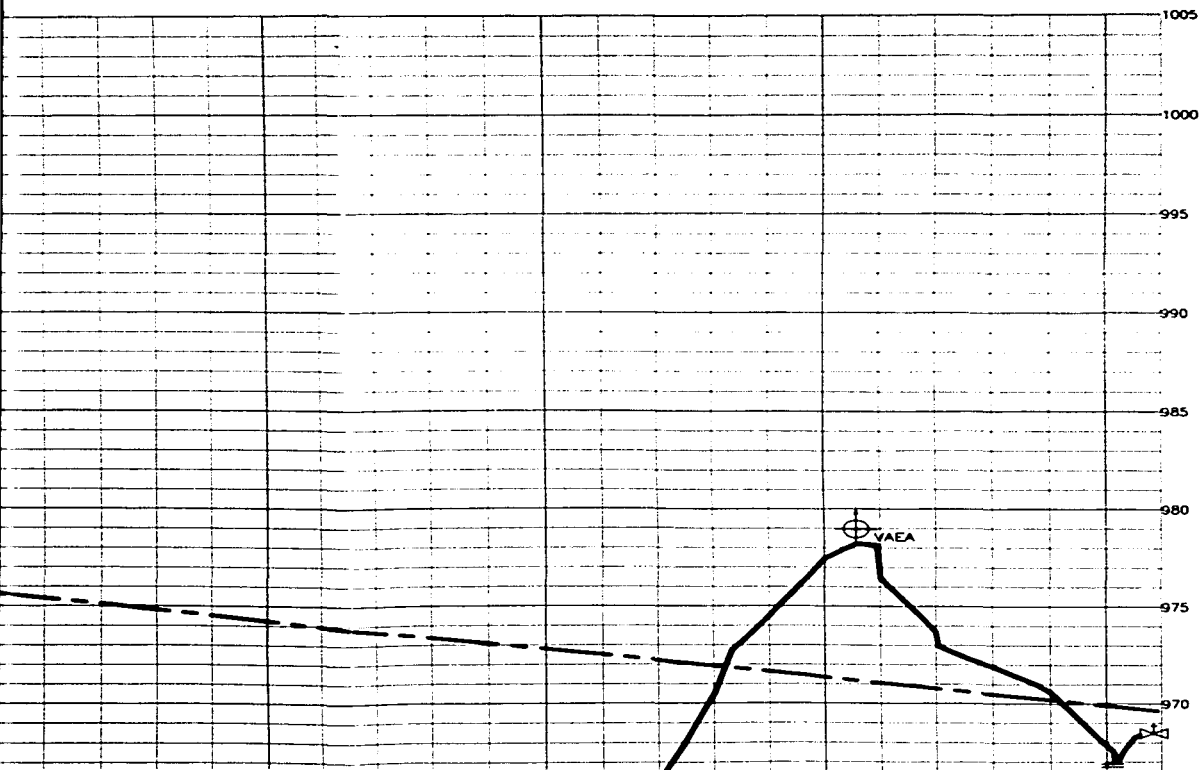
ESCALA 1 : 2,000





S I N  
TUBERIA DE  
VALVULA DE  
VALVULA DE  
TANQUE DE  
VALVULA DE

NOTAS:



## SIMBOLOGIA

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO C-80. ————

VALVULA DE DESAGUE. ————

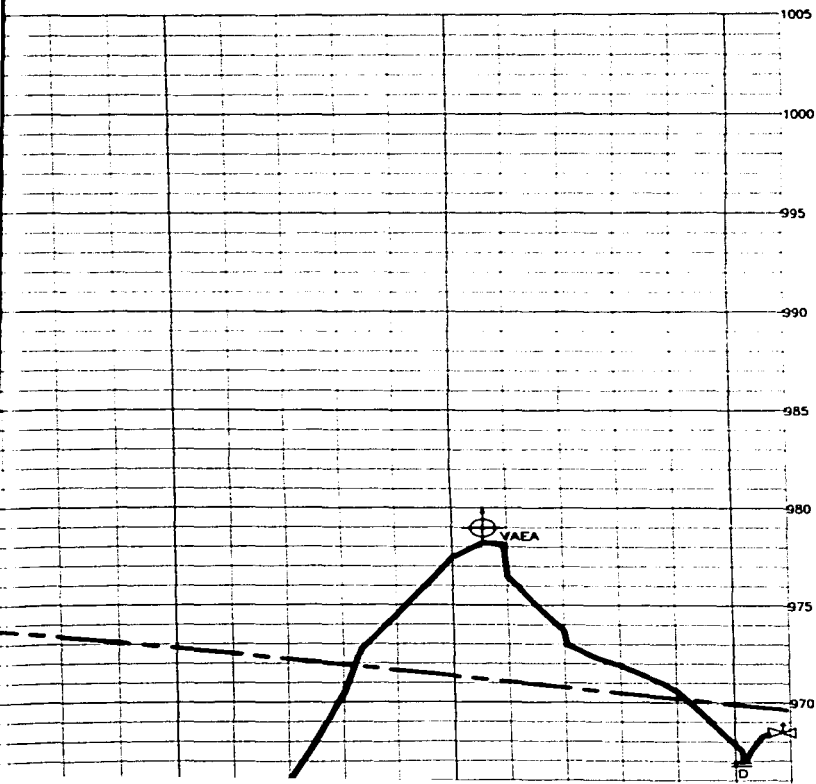
VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE. ————

TANQUE DE ALMACENAMIENTO. ————






VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA. ————

NOTAS:

1.- LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN

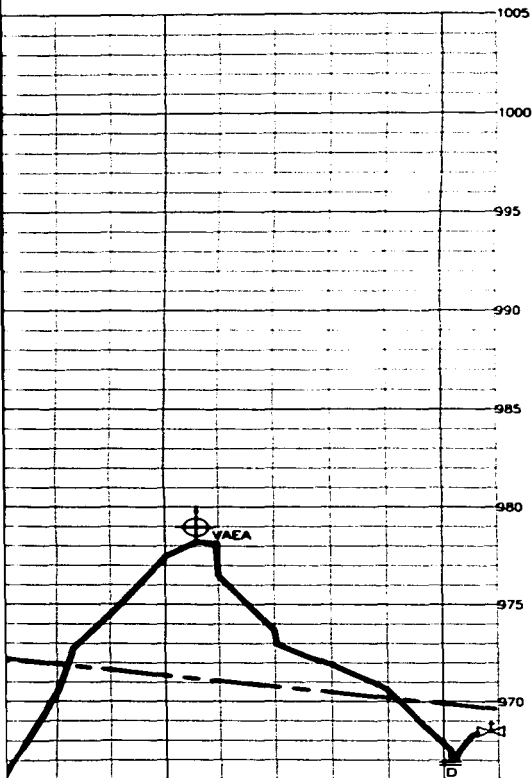


## S I M B O L O G I A

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO C-80.	—————	
VALVULA DE DESAGUE.	—————	
VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE.	—————	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	—————	
VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA	—————	

### NOTAS:

1.- LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.

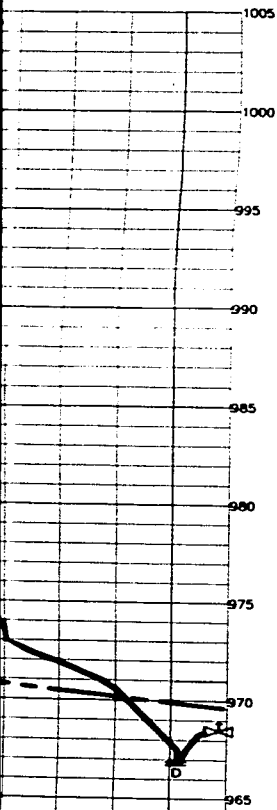


## S I M B O L O G I A






TUBERÍA DE FIERRO GALVANIZADO C-80.	-----	—————
VALVULA DE DESAGUE.	-----	$\frac{1}{D}$
VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE.	-----	$\oplus$ VAEA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	-----	$\square$
VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA	-----	$\nabla$

### NOTAS:

1.- LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.



## SIMBOLOGIA

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO C-80.	-----	
VALVULA DE DESAGUE.	-----	
VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE.	-----	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	-----	
VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA.	-----	

### NOTAS:

1.- LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.





0+050.000	998.732	999.427	10.6748
0+080.000	997.627	999.1379	1.4906
0+100.000	996.760	998.6468	2.0684
0+120.000	997.164	998.5596	1.3753
0+140.000	996.382	998.2704	1.8681
0+160.000	994.732	997.9812	3.2289
0+180.000	994.224	997.6921	3.4477
0+200.000	992.894	997.4029	4.4886
0+220.000	991.824	997.1137	5.2694
0+240.000	994.406	996.8246	2.3982
0+260.000	989.114	996.5354	7.4010
0+280.000	984.932	996.2462	11.2939
0+300.000	983.713	995.9570	12.2237
0+320.000	983.531	995.6679	12.1165
0+340.000	985.483	995.3787	9.8754
0+360.000	984.273	995.0895	10.7982
0+380.000	983.516	994.8003	11.2640
0+400.000	982.914	994.5112	11.5768
0+420.000	982.696	994.2220	11.5057
0+440.000	982.572	993.9328	11.3405
0+460.000	982.468	993.6437	11.1553
0+480.000	981.740	993.3545	11.5942
0+500.000	981.439	993.0653	11.6060
0+520.000	981.939	992.7761	10.8168
0+540.000	981.899	992.4870	10.5676
0+560.000	981.309	992.1978	10.8685
0+580.000	981.151	991.9086	10.7373
0+600.000	980.619	991.6195	10.9601
0+620.000	979.967	991.3303	11.3430
0+640.000	979.117	991.0411	11.9038
0+660.000	978.447	990.7519	12.2846
0+680.000	978.184	990.4628	12.2584

**T U B E R I A   D E   F I E R R O**

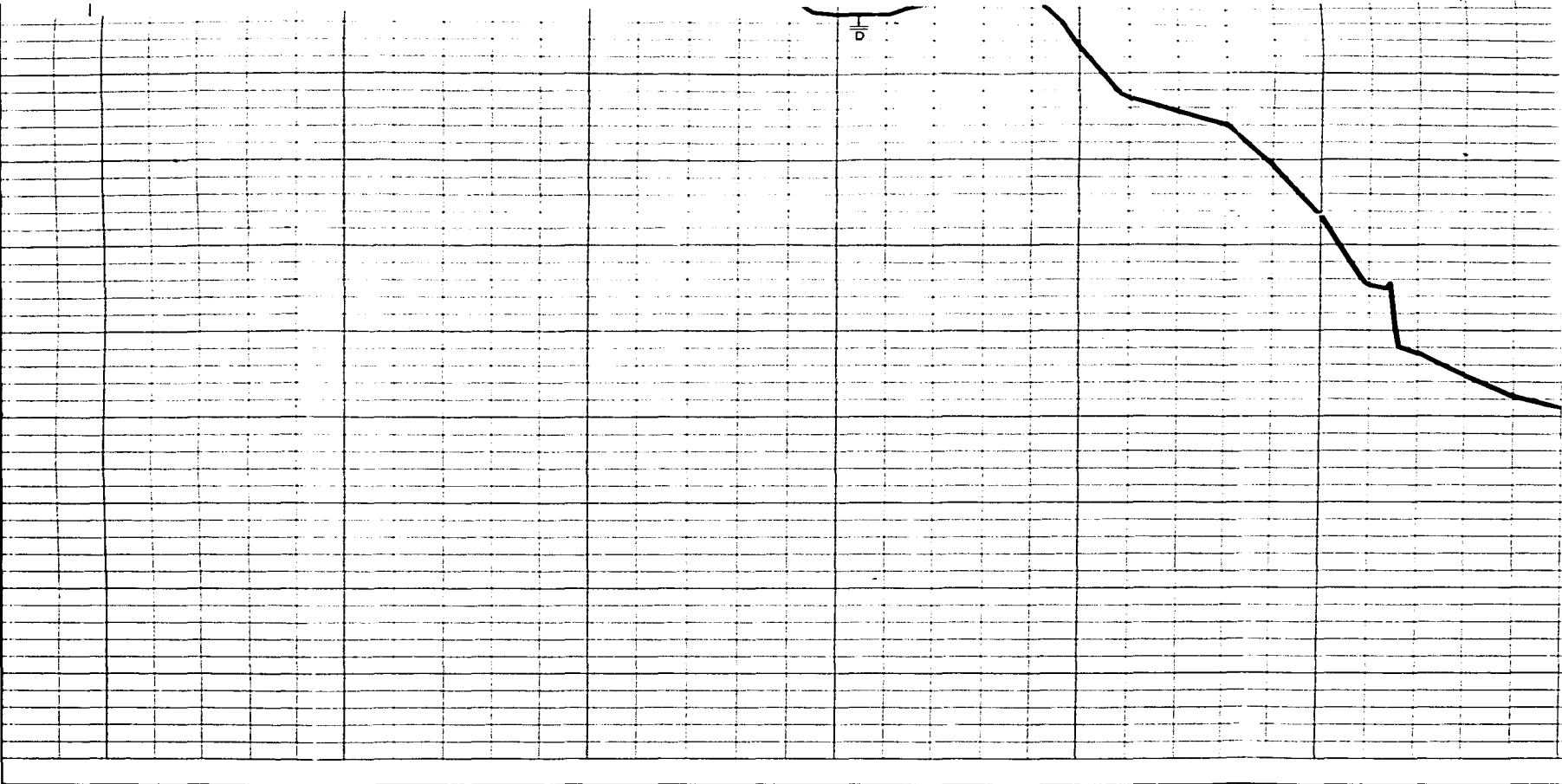
**T U B E R I A   D E   F I E R R O   G A L V A N I Z A D O**

0+240.000	994.406	996.8216	2.3982
0+260.000	989.114	996.5354	7.4010
0+280.000	984.532	996.2462	11.2939
0+300.000	983.713	995.9570	12.2237
0+320.000	983.531	995.6679	12.1165
0+340.000	985.483	995.3787	9.8754
0+360.000	984.273	995.0895	10.7962
0+380.000	983.516	994.8003	11.2640
0+400.000	982.914	994.5112	11.5768
0+420.000	982.696	994.2220	11.5057
0+440.000	982.572	993.9328	11.3405
0+460.000	982.468	993.6437	11.1553
0+480.000	981.740	993.3545	11.5942
0+500.000	981.239	993.0653	11.6060
0+520.000	981.939	992.7761	10.8168
0+540.000	981.899	992.4870	10.5676
0+560.000	981.309	992.1978	10.8685
0+580.000	981.151	991.9086	10.7373
0+600.000	980.619	991.6195	10.9801
0+620.000	979.967	991.3303	11.3430
0+640.000	979.117	991.0411	11.9038
0+660.000	978.447	990.7519	12.2846
0+680.000	978.184	990.4628	12.5584
0+700.000	977.917	990.1736	12.2383
0+720.000	977.627	989.8844	12.2371
0+740.000	977.597	989.5953	11.9779
0+760.000	977.577	989.3061	11.7088
0+780.000	977.107	989.0169	11.8896
0+800.000	975.948	988.7277	12.7594
0+820.000	975.625	988.4386	12.7932
0+840.000	974.825	988.1494	13.3041
0+860.000	974.785	987.8602	13.0749

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 100 MM.

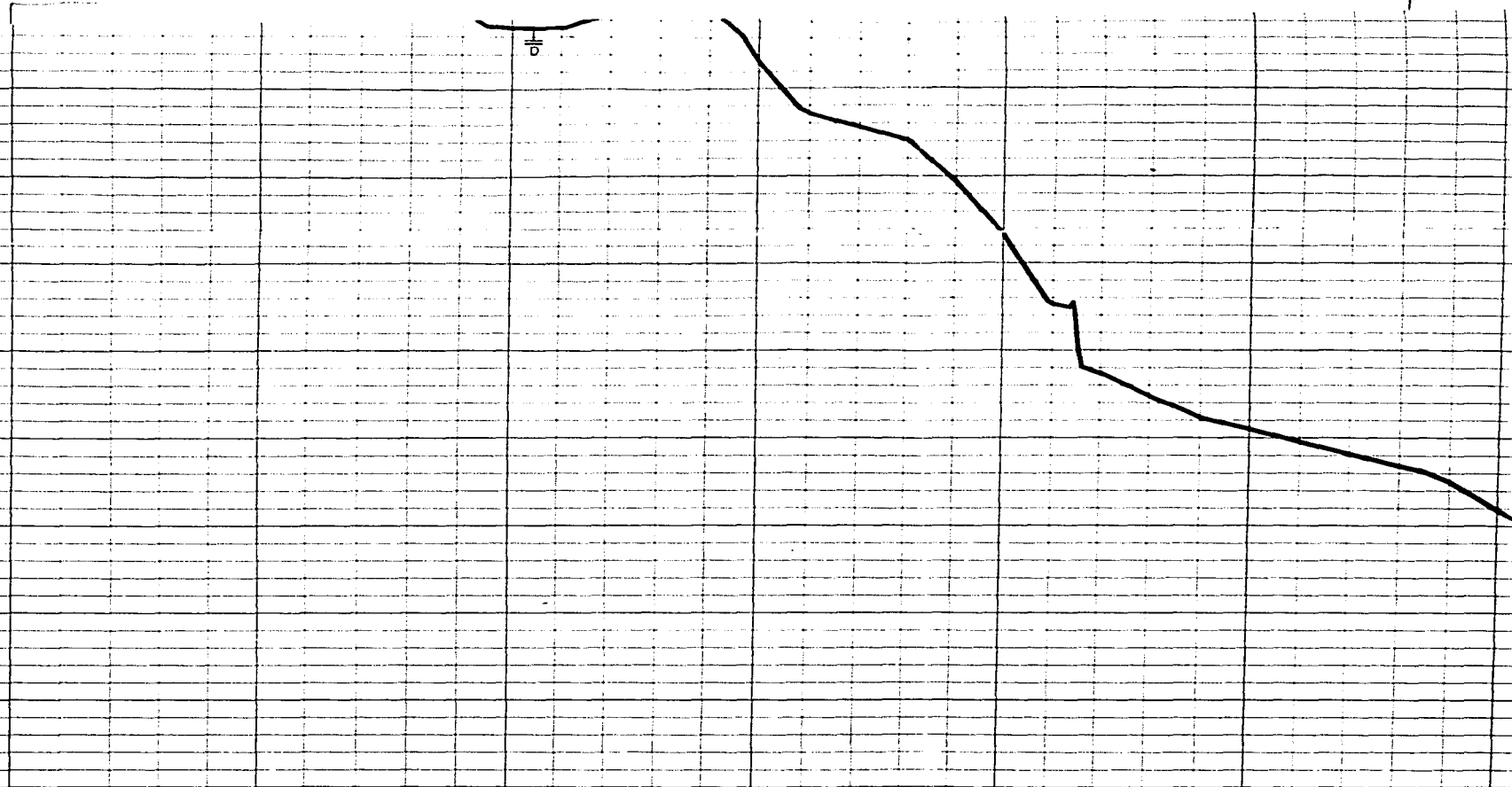
0+420.000	982.666	994.2220	11.5057
0+440.000	982.572	993.9328	11.3405
0+460.000	982.468	993.6437	11.1553
0+480.000	981.740	993.3545	11.5942
0+500.000	981.439	993.0653	11.6060
0+520.000	981.939	992.7761	10.8168
0+540.000	981.899	992.4870	10.5676
0+560.000	981.309	992.1978	10.8685
0+580.000	981.151	991.9086	10.7373
0+600.000	980.619	991.6195	10.9801
0+620.000	979.967	991.3303	11.3430
0+640.000	979.117	991.0411	11.9038
0+660.000	978.447	990.7519	12.2846
0+680.000	978.184	990.4628	12.2584
0+700.000	977.917	990.1736	12.2363
0+720.000	977.627	989.8844	12.2371
0+740.000	977.597	989.5953	11.9779
0+760.000	977.577	989.3061	11.7088
0+780.000	977.107	989.0169	11.8696
0+800.000	975.948	988.7277	12.7594
0+820.000	975.625	988.4386	12.7932
0+840.000	974.825	988.1494	13.3041
0+860.000	974.765	987.8602	13.0749
0+880.000	974.403	987.5711	13.1477
0+900.000	973.503	987.2819	13.7586
0+920.000	973.518	986.9927	13.4544
0+940.000	974.218	986.7035	12.4652
0+960.000	976.241	986.4144	10.1530
0+980.000	974.771	986.1252	11.3339
1+000.000	971.632	985.8360	14.1837
1+020.000	968.545	985.5468	16.9815
1+040.000	967.765	985.2577	17.4724
1+060.000	967.044	984.9685	17.8092

D E F I E R R O		G A L V A N I Z A D O		D E 1 0 0		m m . ( + ° )		C E D .			
0+560.000	981.309	992.1979	10.6659	0+580.000	981.151	991.9086	10.7373	0+600.000	980.619	991.6195	10.9801
0+620.000	979.967	991.3303	11.5430	0+640.000	978.117	991.0411	11.9039	0+660.000	978.447	990.7519	12.2846
0+680.000	978.184	990.4628	12.2984	0+700.000	977.917	990.1736	12.2363	0+720.000	977.627	989.8844	12.2371
0+740.000	977.597	989.5953	11.9779	0+760.000	977.577	989.3061	11.7088	0+780.000	977.107	989.0169	11.8696
0+800.000	975.948	988.7277	12.7994	0+820.000	975.625	988.4386	12.7932	0+840.000	974.825	988.1494	13.3041
0+860.000	974.765	987.8602	13.0749	0+880.000	974.403	987.5711	13.1477	0+900.000	973.503	987.2819	13.7586
0+920.000	973.518	986.9927	13.4544	0+940.000	974.218	986.7035	12.4652	0+960.000	976.241	986.4144	10.1530
0+980.000	974.771	986.1252	11.3319	1+000.000	971.632	985.8160	14.1837	1+020.000	968.545	985.5469	16.9815
1+040.000	967.765	985.2577	17.4724	1+060.000	967.044	984.9685	17.9042	1+080.000	964.704	984.6793	19.9550
1+100.000	961.697	984.3902	22.6728	1+120.000	957.653	984.1010	26.4277	1+140.000	953.688	983.8118	30.1035
1+160.000	952.396	983.5227	31.1063	1+180.000	951.159	983.2335	32.0542	1+200.000	950.506	982.9443	32.4180

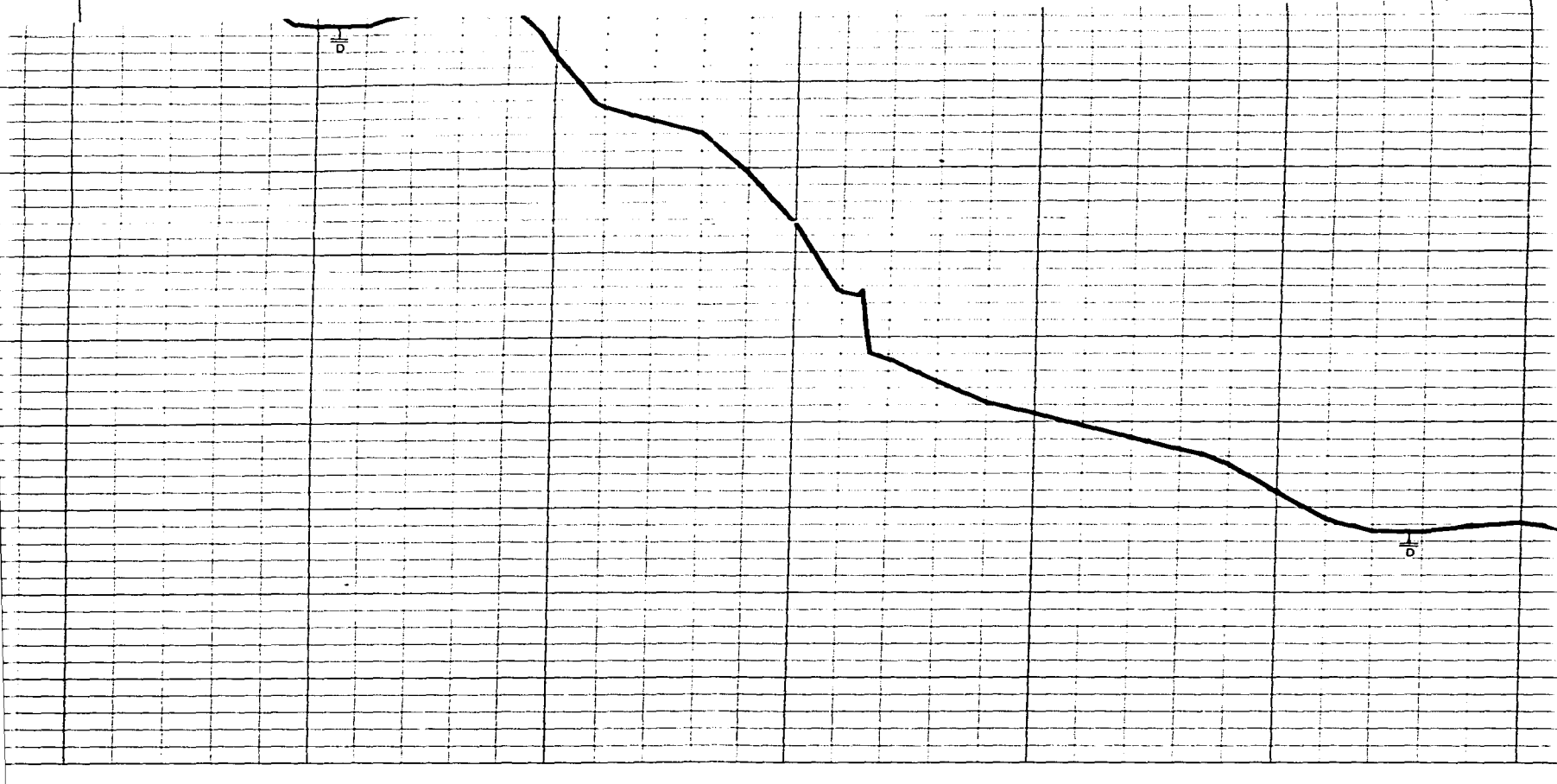


R O	G A L V A N I Z A D O	D E	1 0 0	3 3 .	( 4 ° )	C E D .	8 0	L O N G
0+680.000	978.184	990.4620	12.2594					
0+700.000	977.917	990.1736	12.2363					
0+720.000	977.627	989.8844	12.2371					
0+740.000	977.587	989.5953	11.9779					
0+760.000	977.577	989.3061	11.7088					
0+780.000	977.107	989.0169	11.8896					
0+800.000	975.948	988.7277	12.7594					
0+820.000	975.625	988.4386	12.7932					
0+840.000	974.825	988.1494	13.3041					
0+860.000	974.765	987.8602	13.0749					
0+880.000	974.403	987.5711	13.1477					
0+900.000	973.503	987.2819	13.7586					
0+920.000	973.518	986.9927	13.4544					
0+940.000	974.218	986.7035	12.4652					
0+960.000	976.241	986.4144	10.1530					
0+980.000	974.771	986.1252	11.3339					
1+000.000	971.632	985.8360	14.1837					
1+020.000	968.545	985.5469	16.9815					
1+040.000	967.765	985.2577	17.4724					
1+060.000	967.044	984.9685	17.9042					
1+080.000	964.704	984.6793	19.9550					
1+100.000	961.697	984.3902	22.6728					
1+120.000	957.653	984.1010	26.4277					
1+140.000	953.668	983.8118	30.1035					
1+160.000	952.396	983.5227	31.1063					
1+180.000	951.159	983.2335	32.0542					
1+200.000	950.506	982.9443	32.4180					
1+220.000	949.766	982.6551	32.8488					
1+240.000	949.088	982.3660	33.2576					
1+260.000	948.401	982.0768	33.6555					
1+280.000	947.521	981.7876	34.2463					
1+300.000	945.891	981.4985	35.5871					

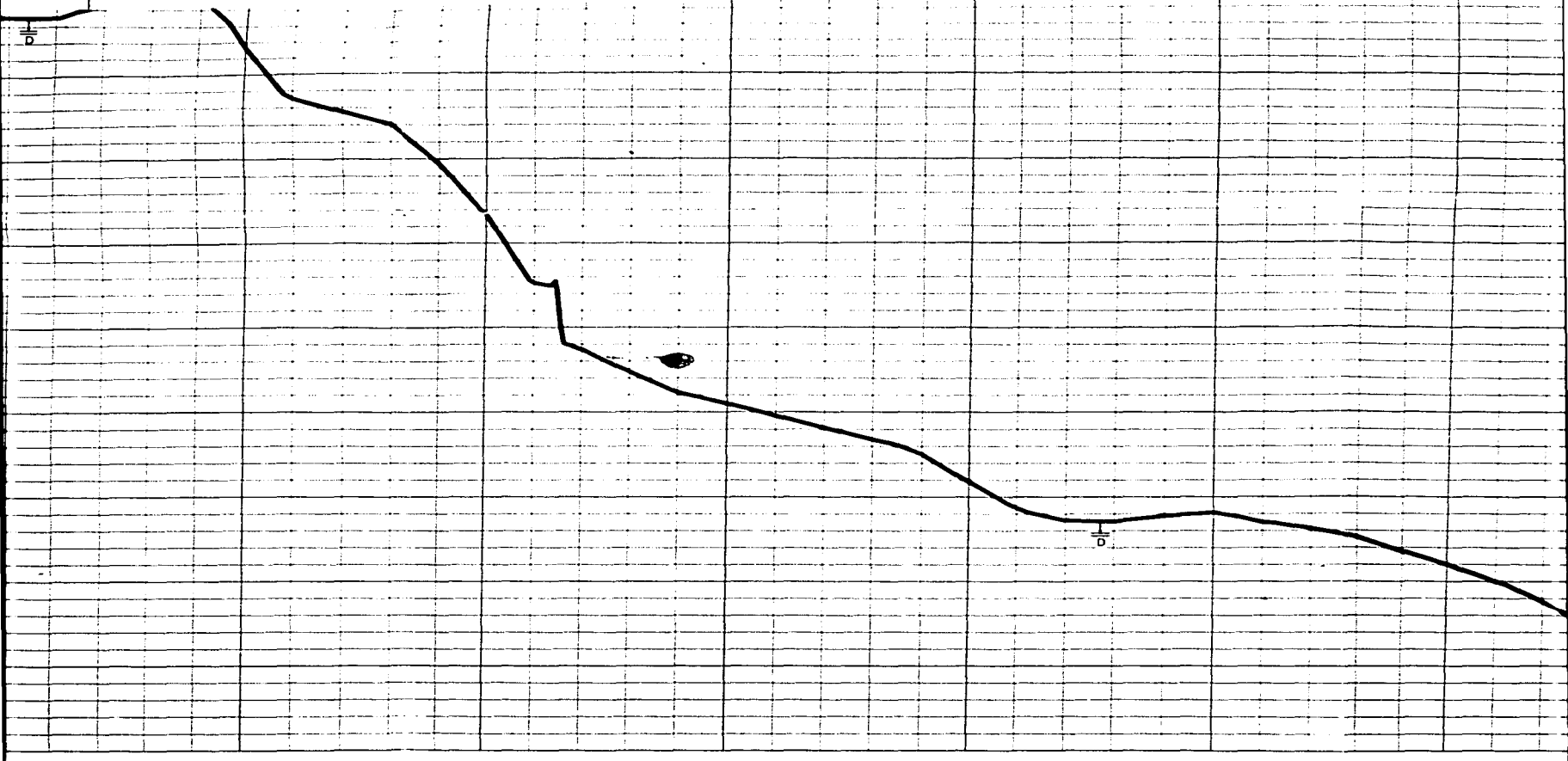
11



NIZADO DE 100 MM. (4")		CED. BO LONGITUD	
0+800.000	975.948	988.7277	12.7594
0+820.000	975.825	988.4386	12.7812
0+840.000	974.825	988.1484	13.3041
0+860.000	974.785	987.8602	13.0749
0+880.000	974.403	987.5711	13.1477
0+900.000	973.503	987.2819	13.7586
0+920.000	973.518	986.9927	13.4544
0+940.000	974.218	986.7035	12.4652
0+960.000	976.241	986.4144	10.1530
0+980.000	974.771	986.1252	11.3339
1+000.000	971.632	985.8360	14.1837
1+020.000	968.545	985.5469	16.9815
1+040.000	967.765	985.2577	17.4724
1+060.000	967.044	984.9685	17.9042
1+080.000	964.704	984.6793	19.9550
1+100.000	961.697	984.3902	22.6728
1+120.000	957.653	984.1010	26.4277
1+140.000	953.688	983.8118	30.1035
1+160.000	952.396	983.5227	31.1063
1+180.000	951.159	983.2335	32.0542
1+200.000	950.506	982.9443	32.4180
1+220.000	949.786	982.6551	32.8488
1+240.000	949.068	982.3660	33.2576
1+260.000	948.401	982.0768	33.6555
1+280.000	947.521	981.7876	34.2463
1+300.000	946.891	981.4985	35.5871
1+320.000	944.348	981.2093	36.8410
1+340.000	943.618	980.9201	37.2818
1+360.000	943.568	980.6309	37.0426
1+380.000	943.888	980.3418	36.4334
1+400.000	944.083	980.0526	35.9483

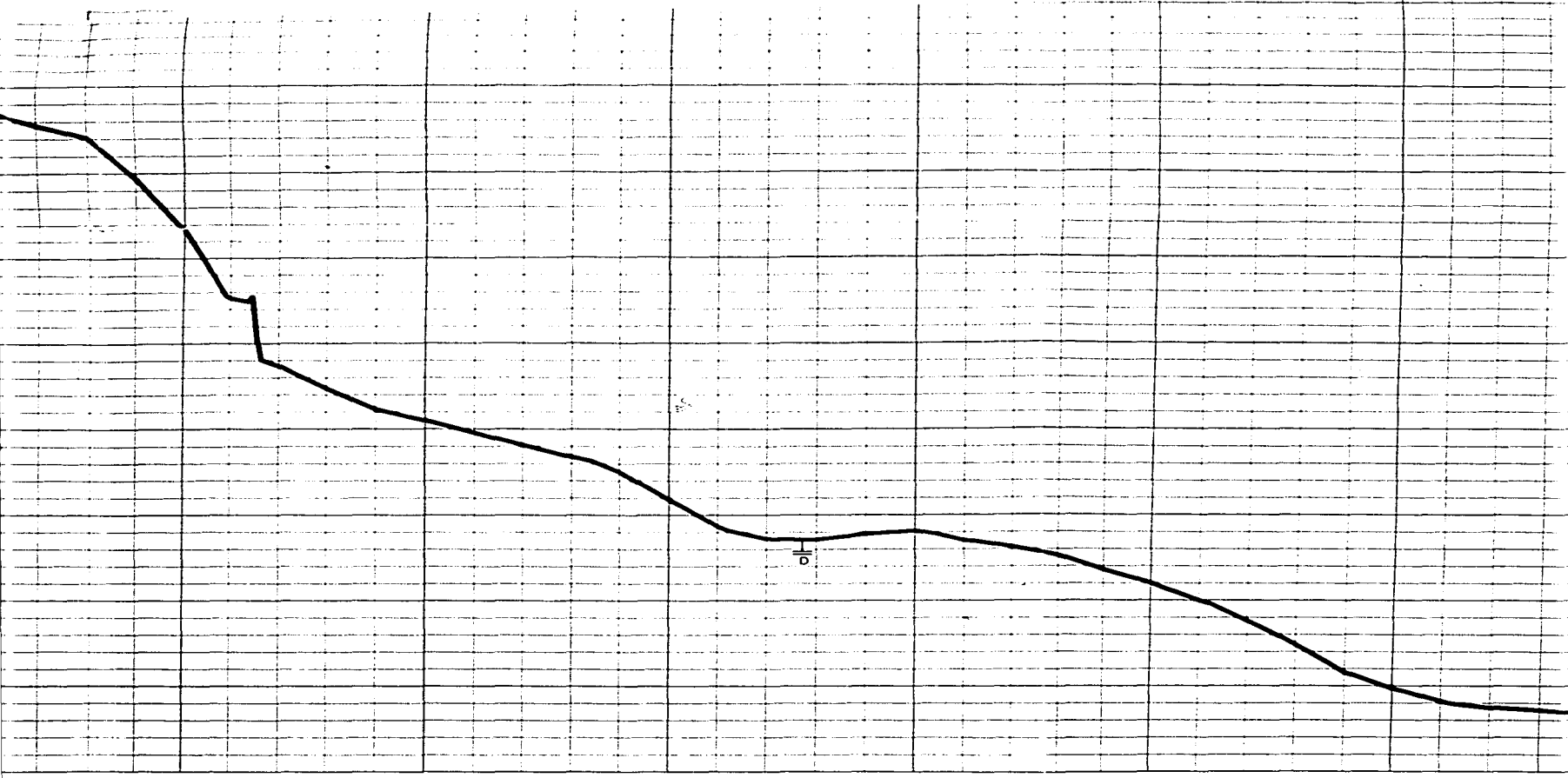


E		1 0 0		E E .		( 4 ° )		C E D .		S O		L O N G I T U D		2 . 1 1 8 . 6 5	
0+820.000	973.518	986.9927	13.4544												
0+940.000	974.218	986.7035	12.4652												
0+960.000	976.241	986.4144	10.1530												
0+980.000	974.771	986.1252	11.3319												
1+000.000	971.632	985.8360	14.1837												
1+020.000	968.545	985.5469	16.9815												
1+040.000	967.765	985.2577	17.4724												
1+060.000	967.044	984.9685	17.9042												
1+080.000	964.704	984.6793	19.9550												
1+100.000	961.697	984.3902	22.6728												
1+120.000	957.653	984.1010	26.4277												
1+140.000	953.688	983.8118	30.1035												
1+160.000	952.396	983.5227	31.1063												
1+180.000	951.159	983.2335	32.0542												
1+200.000	950.506	982.9443	32.4180												
1+220.000	949.786	982.6551	32.8488												
1+240.000	949.088	982.3660	33.2576												
1+260.000	948.401	982.0768	33.6555												
1+280.000	947.521	981.7876	34.2463												
1+300.000	946.891	981.4985	35.5871												
1+320.000	944.346	981.2093	36.8410												
1+340.000	943.618	980.9201	37.2818												
1+360.000	943.568	980.6309	37.0426												
1+380.000	943.888	980.3418	36.4334												
1+400.000	944.083	980.0526	35.9493												
1+420.000	943.500	979.7634	36.2431												
1+440.000	943.130	979.4743	36.3239												
1+460.000	942.630	979.1851	36.5348												
1+480.000	941.880	978.8959	37.0756												
1+500.000	941.017	978.6067	37.5694												
1+520.000	940.008	978.3176	38.2892												
1+540.000	938.818	978.0284	39.1901												

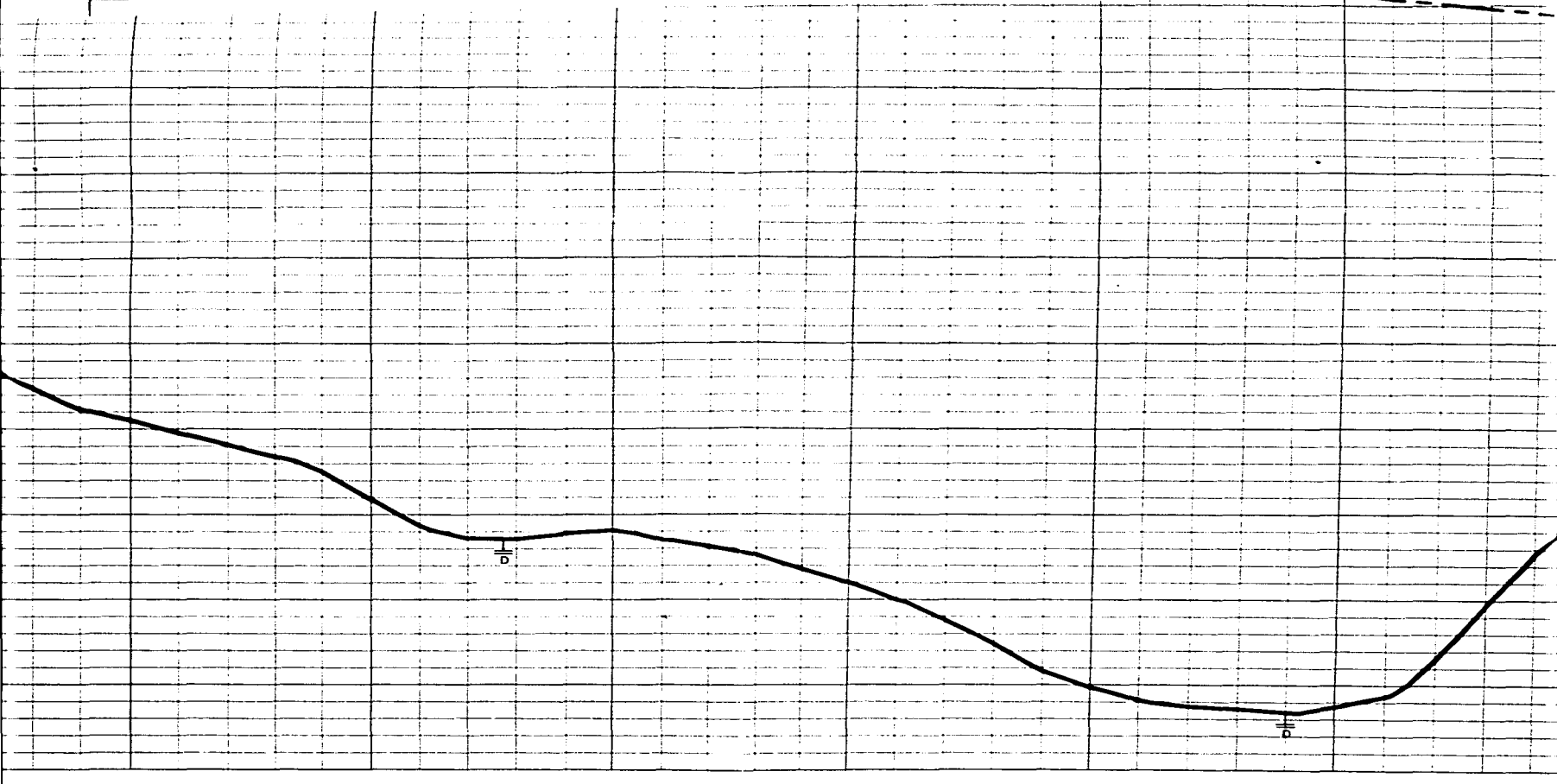


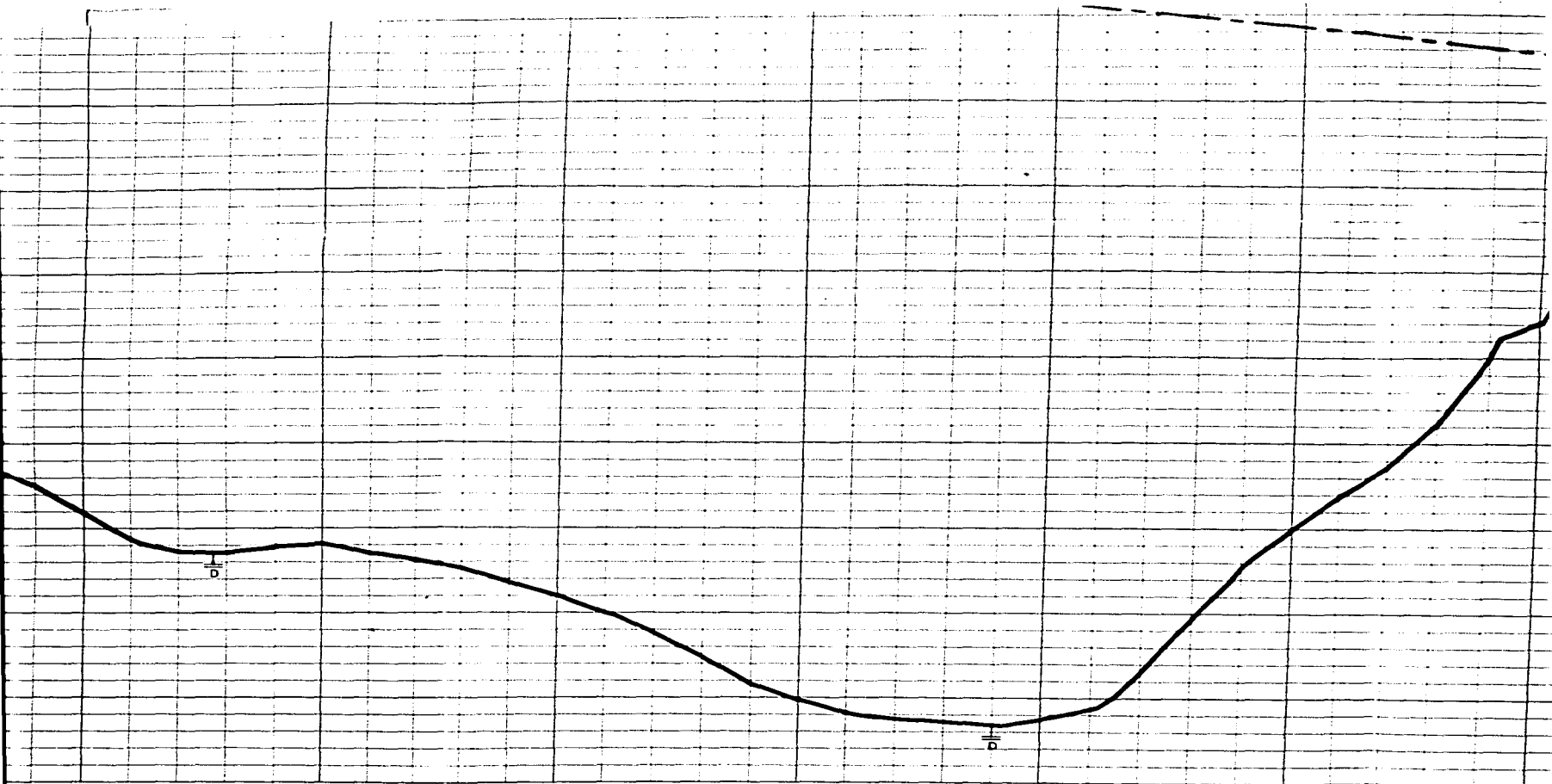


( 4 ° )		C E D .		S O		L O N G I T U D		=		2 . 1 1 8 . 6 5		3 .	
1+040.000	967.765	985.2577	17.4724										
1+060.000	967.044	984.9685	17.9042										
1+080.000	964.704	984.6793	19.6550										
1+100.000	961.697	984.3902	22.6728										
1+120.000	957.653	984.1010	26.4277										
1+140.000	953.668	983.8118	30.1035										
1+160.000	952.396	983.5227	31.1063										
1+180.000	951.159	983.2335	32.0542										
1+200.000	950.506	982.9443	32.4180										
1+220.000	949.786	982.6551	32.8468										
1+240.000	949.088	982.3660	33.2576										
1+260.000	948.401	982.0768	33.6555										
1+280.000	947.521	981.7876	34.2463										
1+300.000	945.891	981.4985	35.5871										
1+320.000	944.348	981.2093	36.8410										
1+340.000	943.618	980.9201	37.2918										
1+360.000	943.568	980.6309	37.0426										
1+380.000	943.888	980.3418	36.4334										
1+400.000	944.083	980.0526	35.9493										
1+420.000	943.500	979.7634	36.2431										
1+440.000	943.130	979.4743	36.3239										
1+460.000	942.650	979.1851	36.5348										
1+480.000	941.800	978.8959	37.0756										
1+500.000	941.017	978.6067	37.5694										
1+520.000	940.008	978.3176	38.2892										
1+540.000	938.818	978.0284	39.1901										
1+560.000	937.410	977.7392	40.3089										
1+580.000	935.808	977.4501	41.6217										
1+600.000	934.862	977.1609	42.2786										
1+620.000	934.112	976.8717	42.7394										
1+640.000	933.752	976.5825	42.8102										
1+660.000	933.602	976.2934	42.6710										



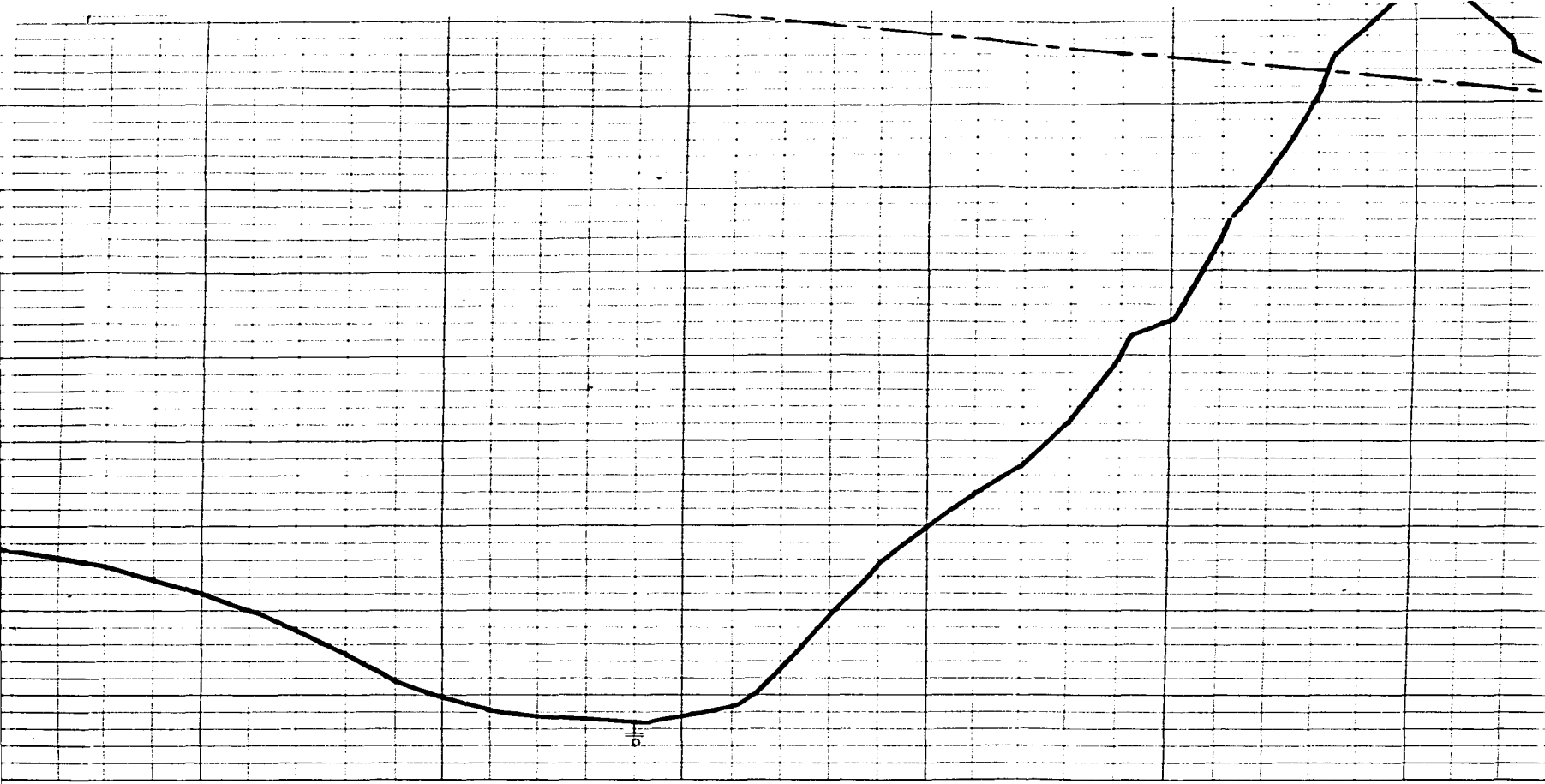
S E C T I O N		L O N G I T U D I N E		E L E V A T I O N	
1+160.000	952.396	983.5227	31.1063		
1+180.000	951.159	983.2335	32.0542		
1+200.000	950.506	982.9445	32.4180		
1+220.000	949.786	982.6555	32.8488		
1+240.000	949.088	982.3660	33.2576		
1+260.000	948.401	982.0768	33.6555		
1+280.000	947.521	981.7876	34.2463		
1+300.000	945.891	981.4985	35.5871		
1+320.000	944.348	981.2093	36.8410		
1+340.000	943.618	980.9201	37.2818		
1+360.000	943.568	980.6309	37.0426		
1+380.000	943.868	980.3418	36.4334		
1+400.000	944.083	980.0526	35.9493		
1+420.000	943.500	979.7634	36.2437		
1+440.000	943.130	979.4743	36.3239		
1+460.000	942.650	979.1851	36.5348		
1+480.000	941.800	978.8959	37.0756		
1+500.000	941.017	978.6067	37.5694		
1+520.000	940.008	978.3176	38.2892		
1+540.000	938.818	978.0284	39.1901		
1+560.000	937.410	977.7392	40.3089		
1+580.000	935.808	977.4501	41.6217		
1+600.000	934.862	977.1609	42.2786		
1+620.000	934.112	976.8717	42.7394		
1+640.000	933.752	976.5825	42.8102		
1+660.000	933.602	976.2934	42.6710		
1+680.000	933.422	976.0042	42.5819		
1+700.000	933.742	975.7150	41.9527		
1+720.000	934.352	975.4258	41.0535		
1+740.000	936.541	975.1367	38.5753		
1+760.000	939.689	974.8475	35.1382		
1+780.000	942.729	974.5583	31.8090		

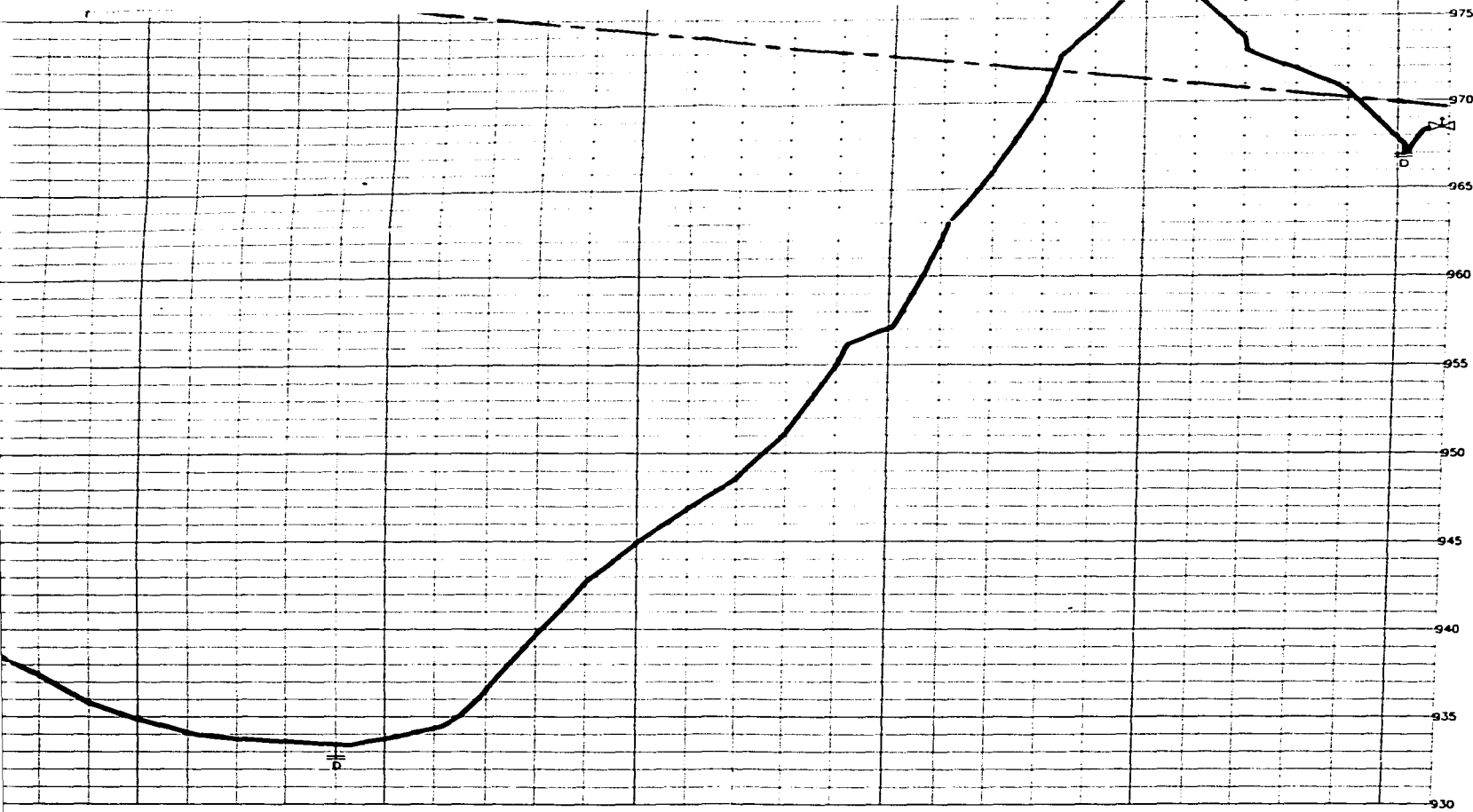




LONGITUDE		2. 1 1 8 . 6 5 3 .	
1+280.000	947.521	981.7876	34.2463
1+300.000	945.891	981.4985	35.5871
1+320.000	944.348	981.2093	36.8410
1+340.000	943.618	980.9201	37.2818
1+360.000	943.568	980.6309	37.0426
1+380.000	943.888	980.3418	36.4334
1+400.000	944.083	980.0526	35.9493
1+420.000	943.500	979.7634	36.2431
1+440.000	943.130	979.4743	36.3239
1+460.000	942.610	979.1851	36.5348
1+480.000	941.800	978.8959	37.0756
1+500.000	941.017	978.6067	37.5694
1+520.000	940.008	978.3176	38.2892
1+540.000	938.818	978.0284	39.1901
1+560.000	937.410	977.7392	40.3089
1+580.000	935.808	977.4501	41.6217
1+600.000	934.862	977.1609	42.2786
1+620.000	934.112	976.8717	42.7394
1+640.000	933.752	976.5825	42.8102
1+660.000	933.602	976.2934	42.6710
1+680.000	933.422	976.0042	42.5619
1+700.000	933.742	975.7150	41.9527
1+720.000	934.352	975.4258	41.0535
1+740.000	936.541	975.1367	38.5753
1+760.000	939.689	974.8475	35.1382
1+780.000	942.729	974.5583	31.8090
1+800.000	944.939	974.2692	29.3098
1+820.000	946.866	973.9800	27.0937
1+840.000	948.616	973.6909	25.0545
1+860.000	951.154	973.4016	22.2273
1+880.000	954.957	973.1125	18.1351
1+900.000	957.084	972.8233	15.7190

2 . 1 1 8 . 6 5  
 3 .  
 1+420.000 943.500 979.7634 36.2431  
 1+440.000 943.130 979.4743 36.3239  
 1+460.000 942.630 979.1851 36.5348  
 1+480.000 941.800 978.8959 37.0756  
 1+500.000 941.017 978.6067 37.5694  
 1+520.000 940.008 978.3176 38.2882  
 1+540.000 938.818 978.0284 39.1901  
 1+560.000 937.410 977.7392 40.3089  
 1+580.000 935.808 977.4501 41.6217  
 1+600.000 934.662 977.1609 42.2786  
 1+620.000 934.112 976.8717 42.7394  
 1+640.000 933.752 976.5825 42.8102  
 1+660.000 933.602 976.2934 42.6710  
 1+680.000 933.422 976.0042 42.5619  
 1+700.000 933.742 975.7150 41.9527  
 1+720.000 934.352 975.4258 41.0535  
 1+740.000 936.541 975.1367 38.5753  
 1+760.000 939.689 974.8475 35.1382  
 1+780.000 942.729 974.5583 31.8090  
 1+800.000 944.939 974.2692 29.3098  
 1+820.000 946.866 973.9800 27.0937  
 1+840.000 948.616 973.6909 25.0545  
 1+860.000 951.154 973.4016 22.2273  
 1+880.000 954.957 973.1125 18.1351  
 1+900.000 957.084 972.8233 15.7190  
 1+920.000 961.994 972.5341 10.5198  
 1+940.000 966.001 972.2450 6.2236  
 1+960.000 970.465 971.9558 1.4705  
 1+980.000 974.511 971.6666 -2.8647  
 2+000.000 977.457 971.3774 -6.0999  
 2+020.000 976.487 971.0883 -5.4191  
 2+040.000 973.685 970.7991 -2.9062  
 2+060.000 971.909 970.5099 -1.4194

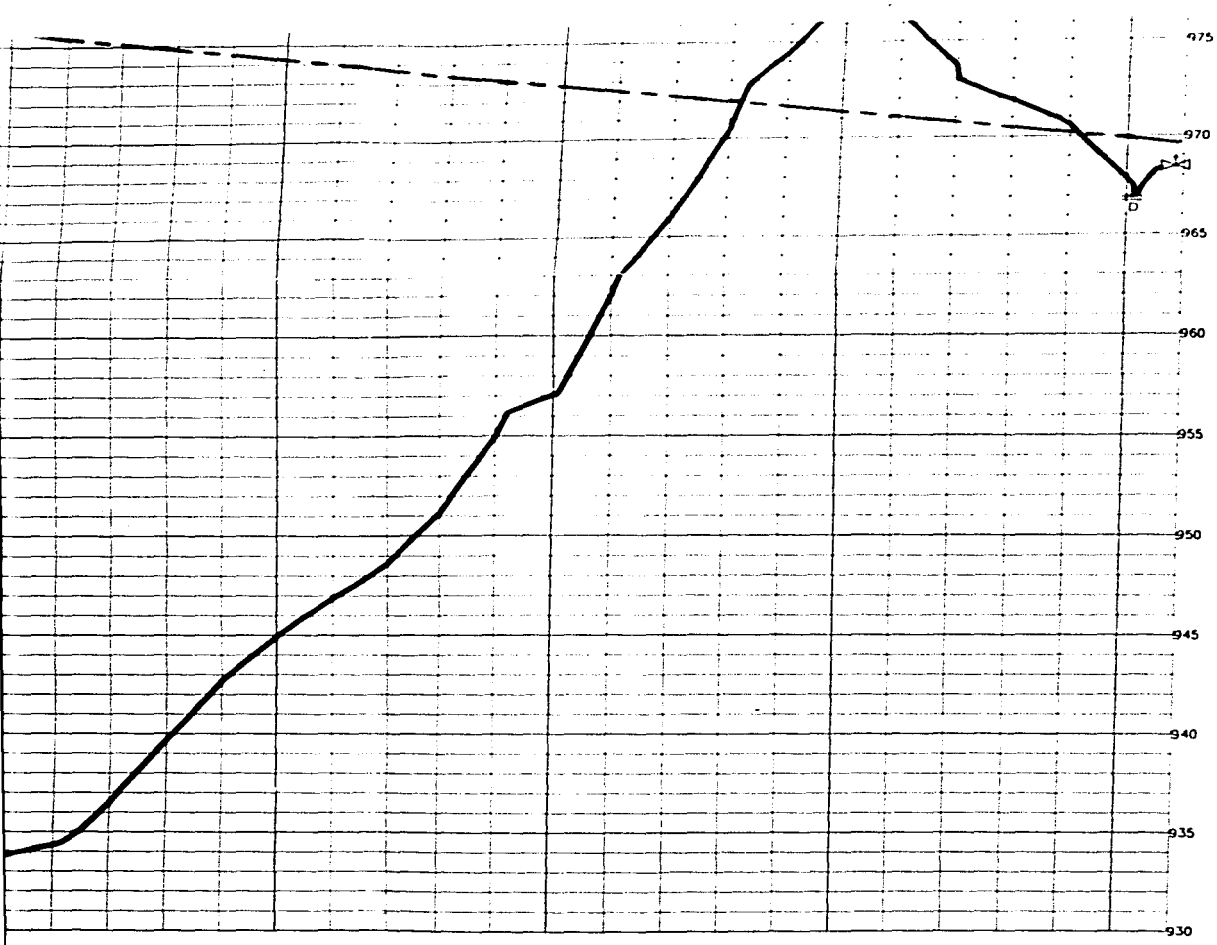




F  
ESCAL  
ESCAL

1+560.000	937.410	977.7392	40.3089
1+580.000	935.608	977.4501	41.8217
1+600.000	934.862	977.1609	42.2786
1+620.000	934.112	976.8717	42.7394
1+640.000	933.352	976.5825	42.8102
1+660.000	933.602	976.2934	42.6710
1+680.000	933.422	976.0042	42.5619
1+700.000	933.742	975.7150	41.9527
1+720.000	934.352	975.4258	41.0535
1+740.000	936.541	975.1367	38.5753
1+760.000	939.689	974.8475	35.1382
1+780.000	942.729	974.5583	31.8090
1+800.000	944.939	974.2692	29.3098
1+820.000	946.866	973.9800	27.0937
1+840.000	948.616	973.6909	25.0545
1+860.000	951.154	973.4016	22.2273
1+880.000	954.957	973.1125	18.1351
1+900.000	957.084	972.8233	15.7190
1+920.000	961.994	972.5341	10.5198
1+940.000	966.001	972.2450	6.2236
1+960.000	970.465	971.9558	1.4705
1+980.000	974.511	971.6666	-2.8647
2+000.000	977.457	971.3774	-6.0999
2+020.000	976.487	971.0883	-5.4191
2+040.000	973.685	970.7991	-2.9062
2+060.000	971.909	970.5099	-1.4194
2+080.000	970.394	970.2208	-0.3936
2+100.000	967.823	969.9316	2.0883
2+118.650	968.370	969.6424	1.2521

PROYEC
CAB
ING. AN
FE
MAYO

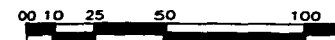


### PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2,000

ESCALA VERTICAL 1 : 200

ESCALA GRAFICA



M E T R O

1+720.000	934.352	975.6256	11.0535
1+740.000	936.541	975.1367	38.3753
1+760.000	939.689	974.8475	35.1382
1+780.000	942.729	974.5583	31.8090
1+800.000	944.939	974.2692	29.3098
1+820.000	946.666	973.9800	27.0937
1+840.000	948.616	973.6909	25.0545
1+860.000	951.154	973.4016	22.2273
1+880.000	954.957	973.1125	18.1351
1+900.000	957.084	972.8233	15.7190
1+920.000	961.994	972.5341	10.5198
1+940.000	966.001	972.2450	6.2236
1+960.000	970.465	971.9558	1.4705
1+980.000	974.511	971.6666	-2.8647
2+000.000	977.457	971.3774	-6.0999
2+020.000	976.487	971.0883	-5.4191
2+040.000	973.685	970.7991	-2.9062
2+060.000	971.909	970.5099	-1.4194
2+080.000	970.594	970.2208	-0.3936
2+100.000	967.823	969.9316	2.0883
2+118.650	968.370	969.6424	1.2521

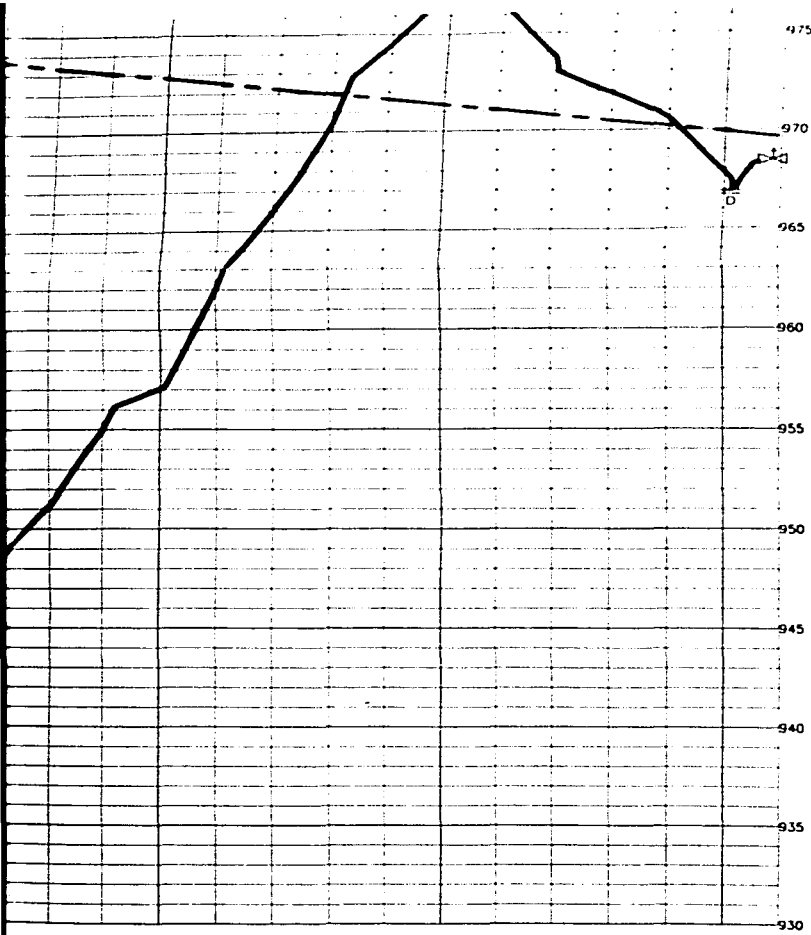
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUT**  
E. N. E. P. ACATL

PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE  
CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE A  
LINEA DE CONDU  
MANANTIAL "OJO DE AGUA  
CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO DE

ING. ANDRES A. CERVANTES M.      ING. NORBERTO RAMOS

FECHA	PLANO	ESCALA
MAYO - 1997	1 DE 1	INDICA

1 - LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.

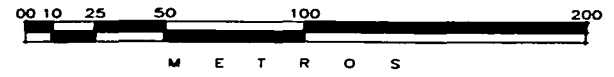


## PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2,000

ESCALA VERTICAL 1 : 200

ESCALA GRAFICA 1 : 2 0 0 0



1+860.000	861.154	973.401	62.2273
1+880.000	954.957	973.1125	18.1351
1+900.000	957.004	972.8233	15.7190
1+920.000	961.994	972.5341	10.5198
1+940.000	966.001	972.2450	6.2236
1+960.000	970.465	971.9558	1.4705
1+980.000	974.511	971.6666	-2.8647
2+000.000	977.457	971.3774	-6.0999
2+020.000	976.487	971.0883	-5.4191
2+040.000	973.685	970.7991	-2.9082
2+060.000	971.509	970.5099	-1.4194
2+080.000	970.594	970.2208	-0.3936
2+100.000	967.823	969.9316	-2.0883
2+118.658	968.370	969.6424	-1.2321

### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

E. N. E. P. ACATLAN

PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD  
CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS

### LINEA DE CONDUCCION MANANTIAL "OJO DE AGUA"

CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS

ING. ANDRES A. CERVANTES M.

ING. NORBERTO RAMOS O.

ING. ARACELI OLMEDO R.V.

FECHA

PLANO

ESCALA

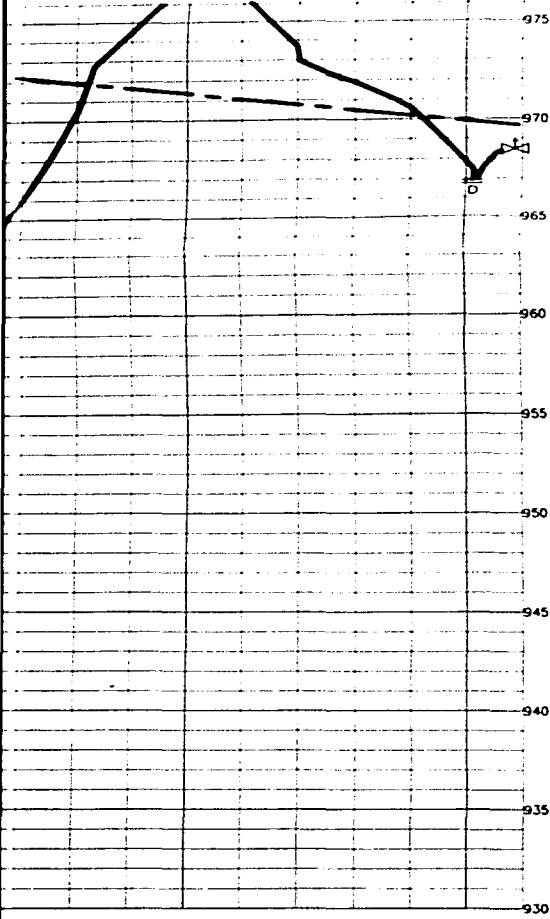
ACOTACION

MAYO - 1997

1 DE 1

INDICADA

m.

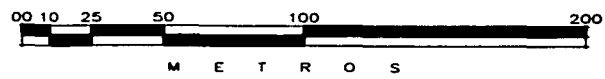


### PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2,000

ESCALA VERTICAL 1 : 200

ESCALA GRAFICA 1 : 2000

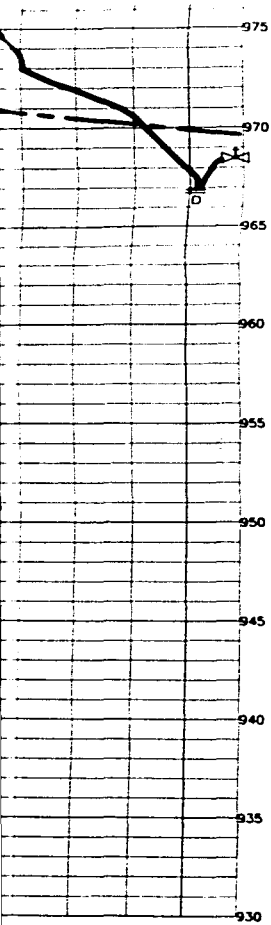


1+940.000	966.001	970.2450	16.2236
1+960.000	970.465	971.9558	1.4705
1+980.000	974.511	971.6666	-2.8647
2+000.000	977.457	971.3774	-6.0899
2+020.000	976.487	971.0883	-5.4191
2+040.000	973.685	970.7991	-2.9062
2+060.000	971.909	970.5099	-1.4194
2+080.000	970.594	970.2208	-0.3936
2+100.000	967.823	969.9316	2.0883
2+118.650	968.370	969.6424	1.2521

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</b>			
E. N. E. P. ACATLAN			
PROYECTO EJECUTIVO PARA CUARTA MANZANA DEL	EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD	MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS	
LINEA DE CONDUCCION			
MANANTIAL "OJO DE AGUA"			
CABECERA MUNICIPAL		MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS	
ING. ANDRES A. CERVANTES M.		ING. NORBERTO RAMOS O.	ING. ARACELI OLMEDO R.V.
FECHA	PLANO	ESCALA	ACOTACION
MAYO - 1997	1 DE 1	INDICADA	m.



1 - LAS ELEVACIONES ESTAN DADAS EN METROS.

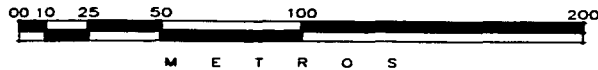


## PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1 : 2.000

ESCALA VERTICAL 1 : 200

ESCALA GRAFICA 1 : 2000



M E T R O S

### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

E. N. E. P. ACATLAN

PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA LOCALIDAD  
CUARTA MANZANA DEL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS  
**LINEA DE CONDUCCION**  
MANANTIAL "OJO DE AGUA"

CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO DE ALMOLOYA DE ALQUISIRAS

ING. ANDRES A. CERVANTES M.      ING. NORBERTO RAMOS O.      ING. ARACELI OLMEDO R.V.

FECHA	PLANO	ESCALA	ACOTACION
MAYO - 1997	1 DE 1	INDICADA	m.

970.799	-2.9062
970.5099	-1.4194
970.2206	-0.3936
968.9316	2.0883
968.6424	1.2571
971.009	
970.594	
967.823	
968.370	
968.650	
971.855	

## **CAPITULO 6**

### **BIBLIOGRAFÍA.**

- **Mecánica de los Fluidos e Hidráulica**  
Ronald V. Giles  
Editorial Mc. GRAW HILL
- **Manual de Diseño de Obras Civiles**  
Comisión Federal de Electricidad  
Sección Hidrotécnica A.2.3.  
"Conducciones a Presión"
- **Ingeniería de los Recursos Hidráulicos**  
Linsley y Franzini.  
Editorial CECSA
- **Fundamentos de Hidráulica**  
Silvestre Paschoal  
Editorial LIMUSA
- **Abastecimiento de Agua Potable y Disposición y eliminación de Excretas**  
Pedro López Alegría  
Editorial I.P.N.  
México, 1994, 295 pp
- **Abastecimiento de Agua Potable Vol 1**  
Enrique Cesar Valdez  
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.
- **Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas**  
Claudio Mataix  
Editorial HARLA  
2a. Edición  
México, 1995, 660 pp