

01121

69

2 EJ

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DIVISION DE INVESTACIONES EN FÍSICA, FOTOGRAFICA Y
QUÍMICA

TRABAJO DE INVESTIGACION EN FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA
SOLUCION DE PROBLEMAS DE FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA
PROBLEMAS DE FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA, CONCEPTOS DE FÍSICA
DE FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA.

TRABAJO DE INVESTIGACION EN FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA.
CONCEPTOS DE FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA.

TRABAJO DE INVESTIGACION EN FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA.
CONCEPTOS DE FÍSICA, FOTOGRAFICA Y QUÍMICA.

1969



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

69
59j.

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-063/97

Señores

FELIPE DELGADILLO VARGAS
DIONISIO MADRIGAL RUIZ
JAIME REYES PEREZ
VICENTE TOVAR ESPINOZA

Presentes

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor
ING. MARCOS TREJO HERNANDEZ, que aprobo esta Dirección, para que la desarrollen ustedes como tesis
de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

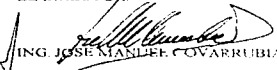
**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

- INTRODUCCION**
- I. MARCO FISICO URBANO
 - II. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDRAULICO DE AGUA POTABLE
 - III. PROBLEMÁTICA ESPECIFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO
 - IV. ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA
 - V. ALTERNATIVA DE SOLUCION
 - VI. PROYECTO EJECUTIVO
 - VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de
que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo
mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

A Lentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 26 de junio de 1997
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP*imf

**TESIS CON
FOLIA DE ORIGEN**

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

INTRODUCCIÓN

- 1 MARCO FÍSICO URBANO**
 - 1.1 Antecedentes
 - 1.2 Ubicación geográfica
 - 1.3 Características físicas
 - 1.4 Desarrollo urbano

- 2 INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE AGUA POTABLE**
 - 2.1 Generalidades
 - 2.2 Fuentes de abastecimiento
 - 2.3 Sistema de distribución
 - 2.4 Cobertura de servicios
 - 2.5 Deficiencias del servicio

- 3 PROBLEMATICA ESPECIFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO**
 - 3.1 Descripción de la zona de estudio
 - 3.2 Diagnóstico
 - 3.3 Problemática a resolver

- 4 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA**
 - 4.1 Consideraciones básicas de proyecto
 - 4.1.1 Determinación de la zona de proyecto
 - 4.1.2 Determinación de la forma de distribución
 - 4.1.3 Zonificación y ubicación de tanques
 - 4.1.4 Alternativas de abastecimiento
 - 4.2 Datos básicos de proyecto
 - 4.2.1 Periodo de diseño y vida útil
 - 4.2.2 Población actual y proyecto
 - 4.2.3 Aspectos hidráulicos
 - 4.3 Estudios topográficos
 - 4.3.1 Trabajos preliminares
 - 4.3.2 Planimetría
 - 4.3.3 Altimetría o control vertical
 - 4.4 Estudios geológicos
 - 4.4.1 Geología regional
 - 4.4.2 Trabajos de campo
 - 4.4.3 Clasificación de zona y material por excavar

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN LA ZONA SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

- 5 **ALTERNATIVAS DE SOLUCION**
 - 5.1 **Datos básicos de las alternativas**
 - 5.1.1 Gastos de diseño
 - 5.1.2 Coeficientes de variación
 - 5.1.3 Ubicación de tanques y longitudes de líneas de conducción
 - 5.1.4 Datos de diseño
 - 5.2 **Planteamiento de alternativas**
 - 5.2.1 Tramo Xaltepec - Bellavista
 - 5.2.2 Tramo Bellavista - Minas
 - 5.2.3 Primera alternativa
 - 5.2.4 Segunda alternativa
 - 5.2.5 Tercera alternativa
 - 5.2.6 Tramo San Pablo I - San Pablo II
 - 5.3 **Análisis y selección de alternativas**
 - 5.3.1 Análisis de alternativas
 - 5.3.2 Selección de alternativas
 - 5.4 **Alternativa definitiva**
- 6 **PROYECTO EJECUTIVO**
 - 6.1 **Memorias de cálculo**
 - 6.1.1 Líneas de conducción
 - 6.1.2 Tanques de regularización
 - 6.1.3 Selección del equipo de bombeo
 - 6.1.3.1 Aspectos técnicos
 - 6.1.3.2 Cálculos hidráulicos
 - 6.1.4 Topográficos
 - 6.1.5 Recomendaciones sobre mecánica de suelos y estructura
 - 6.1.5.1 Mecánica de suelos
 - 6.1.5.2 Estructuras
 - 6.2 **Catálogo de conceptos**

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCION

La ciudad de México D.F. se organiza políticamente en 16 delegaciones, las cuales presentan una variedad de problemas producto de la interacción de factores políticos, económicos y sociales, resultado de la centralización del sector industrial y planeación inadecuada del desarrollo urbano.

Aunado a lo anterior, el crecimiento demográfico y los asentamientos irregulares acentúan más la problemática en cuanto a cobertura de servicios básicos como transporte, drenaje y suministro de agua potable entre otros.

En el rubro de suministro de agua potable a la población se presentan varias problemáticas, entre las que se puede contar:

- - Dotar del servicio en cantidad y calidad que requiere la población.
- - La distribución de agua no es uniforme en toda la ciudad, dependiendo de la ubicación de las fuentes de abastecimiento.
- - Falta de infraestructura para conducir mayores volúmenes de agua a las zonas donde se presentan deficiencias en el suministro.

Aunque la problemática anterior es común de las dieciséis delegaciones, no en todas se presenta con la misma gravedad, ya que intervienen factores como aumento en la tasa de crecimiento poblacional, asentamientos irregulares en cotas superiores a las cubiertas por la red, además de topografía irregular que dificulta aprovechar la infraestructura actual y la escasez de recursos económicos.

Ejemplo de la situación anterior, se presenta en la delegación Iztapalapa, donde se conjugan todos los factores antes mencionados, recrudesciéndose en la zona sur-oriente de la misma debido a los asentamientos poblacionales en las faldas e inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina.

Considerando lo anterior se realiza el presente proyecto, el cual tiene por objetivo principal aportar una solución Técnica - Financiera a la problemática de suministro de agua potable a los asentamientos de reciente creación que se ubican por encima de la cota 2,250 msnm.

Límite sobre el cual el servicio de distribución se condiciona o bien no se otorga, debido principalmente a la carencia de infraestructura primaria de la zona, necesaria para poder instalar la red de distribución faltante; tal es el caso de las colonias San Pablo, Ampliación Bella Vista, San Pablo II, parte de Xalpa y Potrero de la Luna.

Para el desarrollo del proyecto, se recopila la información necesaria que permite analizar los diversos aspectos que intervienen en él, de tal manera que se realiza el diagnóstico de la situación, el planteamiento y análisis de alternativas, para finalmente desarrollar la alternativa más viable técnicamente y presentar el respectivo análisis de costo.

1 MARCO FISICO URBANO

1 MARCO FISICO URBANO

1.1 Antecedentes.

Reseña histórica¹.

En el año 1325 el pueblo de los aztecas fundó, a 2440 metros sobre el nivel del mar, en un llano rodeado de lagos y por sierras de más de 5000 metros de altura, una ciudad que en poco tiempo se convirtió en el centro indígena más importante de la región: la Gran Tenochtitlan hoy ciudad de México Distrito Federal, cuya historia guarda una estrecha relación con las características hidrológicas del valle de México.

Desde la época prehispánica fue necesario responder con obras de gran envergadura a situaciones en las que, por abundancia o escasez de agua, muchas veces alternadas, se sucedían inundaciones epidemias, sequías y hambrunas. Es así que el sistema hidráulico actual es producto de acciones realizadas durante 657 años, a partir de la fundación de México - Tenochtitlan.

En la actualidad el crecimiento demográfico y urbano que ha experimentado el Distrito Federal, y la escasez de recursos financieros, provocó que existiera un desequilibrio entre el suministro de los servicios hidráulicos y la demanda de los mismos.

Tratando de equilibrar la oferta y la demanda de los servicios hidráulicos, se tenía como prioridad conectar a la red de agua potable a toda la población en el menor tiempo posible, tales acciones permitieron elevar los niveles de cobertura, pero provocó la marginación del mantenimiento y la operación con respecto al desarrollo de la infraestructura.

La construcción de muchas y muy diversas obras hidráulicas a su vez ha vuelto gradualmente más complejo el Sistema Hidráulico, máxime ahora que, por falta de recursos económicos, los servicios deben ser proporcionados eficaz y congruentemente a las necesidades del desarrollo local.

Esto último se plantea como objetivo principal en el Plan Maestro de Agua Potable², pretendiendo llevar a cabo un proceso integral, continuo, flexible y efectivo; que tome en cuenta todas las interrelaciones entre los distintos componentes del Sistema Hidráulico, como son medio ambiente y las perspectivas de desarrollo urbano y poblacional, tomando en cuenta la Ley de planeación y las normas y principios que determinan el desarrollo integral del país, acorde con el Plan Nacional de Desarrollo.

De esta manera, el Plan Maestro de Agua Potable marca los lineamientos que norman el desarrollo del presente proyecto.

1.2 Ubicación geográfica.

La ciudad de México Distrito Federal, se encuentra situada en la región central del país, en la porción sur-occidental de la cuenca del valle de México, dentro del eje neovolcánico, se localiza entre los paralelos 18° 11' y 20° 11' de latitud norte, y los meridianos 98°11' y 99° 30' de latitud oeste, a una altitud promedio de 2240 msnm y cubre una superficie de aproximadamente 1,500 Km², limita hacia el norte, oriente y occidente con el estado de México, y hacia el sur con el estado de Morelos (Fig.1-1).

² Plan Maestro de Agua Potable 1996. DGC0H - DDF

Los límites naturales son: hacia el norte la Sierra de Guadalupe, al oriente la planicie lacustre de Texcoco y la Sierra de Santa Catarina, al sur con la planicie lacustre de Chalco - Xochimilco y la Sierra del Chichinautzín, al occidente con la sierra de las Cruces y la zona conocida como las Lomas (Fig. 1-2).

En cuanto a la zona de estudio, esta se ubica geográficamente dentro de los límites de la delegación política Iztapalapa³, cuyo nombre quiere decir "sobre las lajas", y se le asignaba en la antigüedad a la ciudad lacustre, ubicada al pie del cerro Huixchtlan conocido actualmente con el nombre de Cerro de la Estrella.

La delegación Iztapalapa está ubicada entre los paralelos 19°16' y 19°23' de latitud norte, entre los meridianos 98°57' y 99°08' de longitud oeste, localizándose al oriente del Distrito Federal (Fig. 1-3).

Colinda al nor-oriente con el municipio de Nezahualcoyotl, Edo. De México; al oriente con el municipio La Paz Edo. De México; al sur-oriente con la delegación Tlahuac; al sur con la delegación Xochimilco; al sur-poniente con la delegación Coyoacán; al poniente con la delegación Benito Juárez; y al nor-poniente con la delegación Iztacalco. La superficie de la delegación es de 115.06 Km², que corresponde al 7.72% del área total del territorio del Distrito Federal.

1.3 Características físicas².

Morfología y fisiografía.

La ciudad de México D.F., se localiza dentro de la denominada cuenca del Valle de México, esta cuenca se sitúa en el borde sur de la Mesa Central entre los meridianos 98°15' y 99°30' y los paralelos 19°00' y 20°15'.

³ Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

Queda comprendida en el centro de una grandiosa zona volcánica, cuyas erupciones ocurridas en distintas fases, han formado acumulaciones extraordinarias de lavas, tobas y brechas.

De contorno irregular la Cuenca del Valle de México está alargada de norte a sur, con una extensión amplia hacia el noreste. Completamente rodeada de montañas, siendo las del sur las más importantes. La gran planicie central tiene una altitud que oscila entre 2240 m. en el sur y 2390 m. en el norte.

El D.F., se localiza al sur-oeste de la cuenca, por lo que su fisiografía y geología son heterogéneas, encontrándose la mayores planicies en la zona central, y zonas montañosas en la zona sur-este y sur-oeste.

En cuanto a la delegación Iztapalapa, se caracteriza por tener una topografía plana, limitada al sur por lomeríos y cerros; presenta pendientes del 5% en la zona urbana, y pendientes mayores al 25% que son aledañas a las elevaciones montañosas que se ubican en la Delegación.

Estas zonas montañosas se ubican al sur-oriente de la delegación, limitando con la delegación Tlahuac, en donde se encuentra la Sierra de Santa Catarina, formada por los volcanes de Guadalupe, Xaltepec, Yuhualixkui, y los cerros de Tecuanutzin, Tetecón y Tehualqui, fluctuando entre las cotas 2,400 y 2,700 msnm.

Está conformada por lavas escoriáceas, aglomerados y piroclásticos gruesos y finos; su estructura geológica propicia una alta permeabilidad, definiendo a la sierra de Santa Catarina como una importante zona de recarga de acuíferos. En esta región de minas de arena y materiales pétreos, la cobertura vegetal es mínima.

La actual zona de Iztapalapa formó parte del lago de Texcoco, mismo que al secarse originó una superficie de suelo lacustre, constituido por arcilla blanda con alto contenido de humedad y baja resistencia al esfuerzo cortante.

Desde el punto de vista geohidrológico, las formaciones montañosas permiten la infiltración y escurrimiento del agua en época de lluvias, misma que es extraída en las partes bajas por medio de pozos profundos (Fig.1-4).

Hidrografía³

En la ciudad del D.F., se localizan las cuencas de los ríos que descienden de la sierra del Chichinautzin, la cual presenta formaciones basálticas de gran permeabilidad, encontrándose los ríos San Gregorio, San Lucas, Santiago y San Buenaventura.

Los ríos que bajan del poniente presentan cauces intermitentes excepto los ríos Magdalena, Mixcoac, Tacubaya, Hondo y Tlalnepantla los cuales tienen escurrimientos perennes.

En el área de la delegación Iztapalapa se ubican los canales Chalco y Nacional, y el río Churubusco; cauces que son aprovechados para conducir las aguas residuales generadas en la delegación. El canal de Chalco tiene una longitud total de aproximadamente 9 Km.

EL tramo perteneciente a Iztapalapa se localiza en la parte final, antes de la descarga al canal Nacional, y tiene una longitud cercana a los 5 Km. Se drenan hacia este canal las aguas residuales de las colonias ubicadas en la zona sur de la delegación.

El canal Nacional se localiza al poniente de Iztapalapa, pertenece comúnmente a Coyoacán e Iztapalapa; el tramo mencionado es de aproximadamente 3.6 Km., comprendido desde la descarga del canal Chalco hasta la altura de la calle Granaderos, lugar donde prosigue al poniente, cruzando la delegación Coyoacán. (Fig.1-5).

Hidrometeorología³.

En lo que respecta a las condiciones climáticas del Valle de México, éstas han resultado alteradas por el enorme crecimiento urbano, las construcciones y la gran concentración de impurezas sólidas y gaseosas, provocando un cambio en los elementos termodinámicos de la atmósfera, la humedad, la precipitación pluvial y los vientos.

En la delegación Iztapalapa el tipo de clima se considera templado y subhúmedo, con régimen de lluvias en verano y seco en invierno, presentando una temperatura promedio anual de 17 °C y una precipitación media mensual de 41.3 mm.

1.4 Desarrollo urbano³.

Antecedentes históricos.

En el año de 1928, el Distrito Federal es organizado cambiando las municipalidades en doce delegaciones, finalmente por decreto presidencial del 31 de diciembre de 1972, el Distrito Federal queda constituido en 16 delegaciones políticas, siendo Iztapalapa una de ellas.

El proceso de crecimiento demográfico de Iztapalapa, tuvo como principal origen la ubicación de extensiones de terreno propicio para la urbanización, evolucionando como una de las mayores zonas de emigrantes del interior del país y de la propia zona centro de la ciudad de México.

En cuanto al crecimiento urbano, este ha estado necesariamente ligado al demográfico, teniéndose en la actualidad un 92.6% del área de la delegación urbanizada.

Lo anterior ha generado una estructura urbana compuesta por 14 barrios, 16 pueblos, 132 colonias, 106 unidades habitacionales y 8 zonas urbanas ejidales, en donde se ha determinado una densidad bruta de población de 131 habitantes por hectárea como promedio.

En los últimos 8 años, el aumento demográfico ha originado una serie de asentamientos irregulares, en las inmediaciones de los cerros entre los que podemos mencionar el del Marqués, la Caldera y la Estrella, Tetecón, Tecuautzin, y en la sierra de Santa Catarina. En estas formaciones montañosas es difícil dotar a la población de los servicios públicos básicos, principalmente de drenaje y agua potable.

Población³

En 1824, la constitución creó el Distrito Federal como asiento de los poderes de la Unión, segregando su territorio del Estado de México, este territorio a cambiado de forma y extensión, hasta que en 1898 se establecen los límites actuales.

En cuanto a su organización política también ha variado, hasta que en 1971 la Ley Orgánica confiere al Distrito Federal su estructura administrativa actual.

En cuanto al desarrollo poblacional del Distrito Federal, este se presenta en la tabla 1.4.1.

**TABLA 1.4.1
DESARROLLO POBLACIONAL
EN EL DISTRITO FEDERAL**

Año	Habitantes (millones)	Año	Habitantes (millones)
1983	7.02	1989	8.04
1984	7.18	1990	8.24
1985	7.34	1991	8.37
1986	7.51	1992	8.52
1987	7.67	1993	8.66
1988	7.84	1994	8.75

En cuanto a la delegación Iztapalapa el crecimiento demográfico prácticamente comenzó en 1950, cuando se tenía una población censada de 74,420 habitantes.

Desde entonces se ha incrementado paulatinamente como se muestra en la tabla 1.4.2

**TABLA 1.4.2
DESARROLLO POBLACIONAL
EN LA DELEGACION IZTAPALAPA**

CRECIMIENTO POBLACIONAL	
Año	Habitantes
1950 *	74,240
1970 **	522,095
1980 ***	1'262,350
1986 ***	1'508,289

- * Programa parcial de Desarrollo Urbano, Del. Iztapalapa 1980 Memoria Descriptiva
- ** Programa parcial de Desarrollo Urbano, Del. Iztapalapa 1987 Memoria Descriptiva
- *** Programa parcial de Desarrollo Urbano, Del. Iztapalapa 1986 Memoria Descriptiva

Lo anterior se confirma con la tasa de crecimiento poblacional que durante el periodo de 1970 - 1980, fue del 8.3%, siendo la tasa promedio del Distrito Federal de 2.49%.

Actualmente la población se agrupa por lo general en familias promedio de 6 personas, muy similar a la familia promedio en el Distrito Federal.

En el aspecto socioeconómico, la Población Económicamente Activa (PEA), era de 540,000 habitantes aproximadamente, de acuerdo a un estudio realizado en 1986 por el Buro de Investigación de Mercados (BIMSA).

Plan de Desarrollo Urbano³

El Plan de Desarrollo Urbano para la delegación Iztapalapa es un instrumento que pretende normar el crecimiento de la misma, con el fin de lograr un desarrollo controlado y equilibrado.

Para esto, cuenta con elementos que rigen la zonificación territorial, compuesta por usos del suelo, densidades e intensidades de uso del suelo⁴.

El principal uso del suelo en Iztapalapa es el habitacional, ocupando un área de 62.13 Km², con densidades de 100, 200, 400 y hasta 800 habitantes por hectárea; su desarrollo se extiende en la mayor parte de la delegación.

El segundo en importancia corresponde al uso de actividades mixtas, donde podemos encontrar áreas habitacionales, mezcladas con industrias, comercios y servicios, este uso del suelo se encuentra distribuido en la delegación, y en forma conjunta representa un área de 17.26 Km².

³ Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DIDF

Las actividades de tipo industrial ocupan respecto a los usos anteriores, un área bastante reducida en la delegación, con sólo 4.83 Km².

En el renglón de equipamiento urbano se tienen destinados 14.96 Km², para cubrir las necesidades de espacio para instalaciones de salud educación, cultura, abasto, infraestructura, etc. Las instalaciones representativas de este concepto son: la Central de Abasto, Ciudad Deportiva Francisco I. Madero, el Reclusorio Oriente y los Panteones Civil y San Lorenzo Tezonco.

Finalmente se tienen 8.52 Km² de reserva ecológica localizándose esta área en la sierra de Santa Catarina y en el cerro de la Estrella.

Se tienen contempladas dos áreas en el programa de desarrollo urbano del Distrito Federal; Área de Desarrollo Urbano y Área de Conservación Ecológica.

La primera de ellas propiciando el aprovechamiento óptimo de los recursos, estará en lo futuro estructurada por las áreas y porcentajes de usos del suelo que se indican en la tabla 1.4.3.

TABLA 1.4.3
DELEGACION IZTAPALAPA
ÁREAS DE DESARROLLO URBANO

Tipo de uso	Usos del suelo	
	Km ²	%
Habitacional	62.13	54.0
Mixto	17.29	15.0
Espacios abiertos	7.35	6.4
Industria	4.83	4.2
Equipamiento	14.96	13.0
Conservación ecológica	8.52	7.4
TOTAL	115.06	100.0

El Area de Conservación Ecológica se mantendrá en 8.52 Km² de superficie, distribuyéndose como se indica en la tabla 1.4.4.

TABLA 1.4.4
DELEGACION IZTAPALAPA
AREA DE CONSERVACION ECOLOGICA

Tipo de uso	Usos del suelo	
	Km ²	%
Agrícola	2.06	24.2
Protección especial	4.84	56.8
Asentamientos humanos	1.01	11.9
Equipamiento	0.61	7.1
TOTAL	8.52	100.0

En la figura 1-6 se presenta la distribución de los diferentes usos en el Area de Conservación Ecológica.

Aspectos poblacionales ⁴.

El Plan de Desarrollo plantea como política demográfica para el Distrito Federal, alcanzar para el año 2000 una tasa de crecimiento anual de 1.5%.

El resultado que se pretende para seguir esta política es contabilizar 2'052,800 habitantes en la delegación para el año 2010.

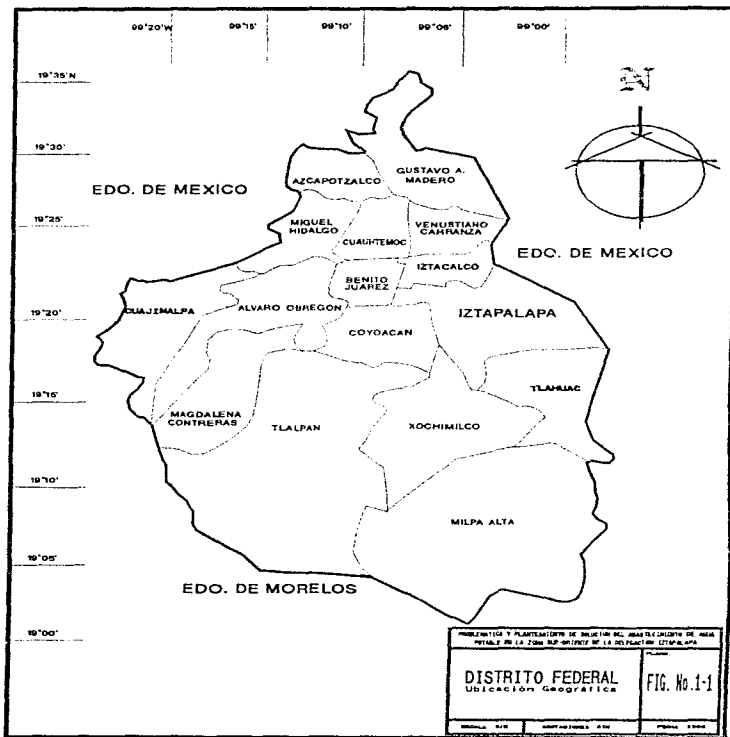
Por lo que el cálculo de la proyección poblacional para ese año se muestra en la tabla 1.4.5.

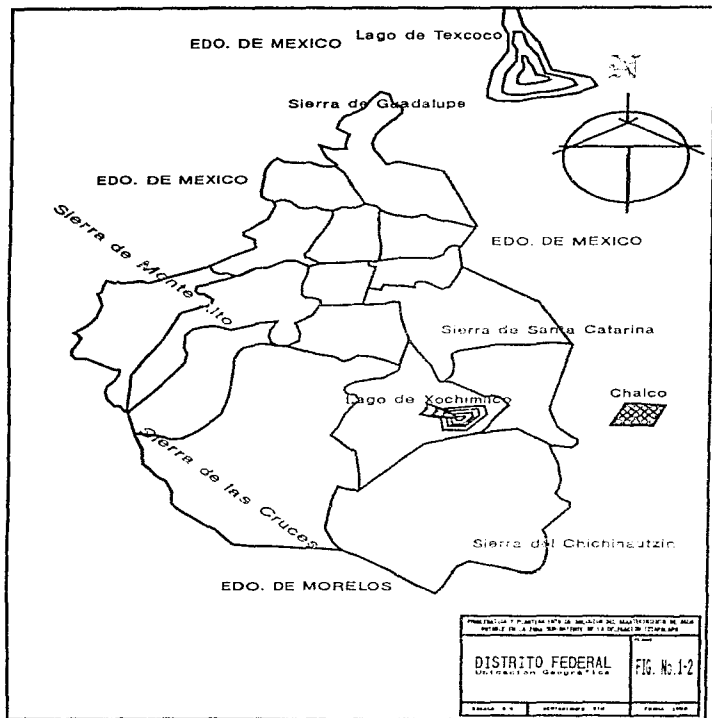
**TABLA 1.4.5
PROYECCIÓN POBLACIONAL PARA
LA DELEGACION IZTAPALAPA**

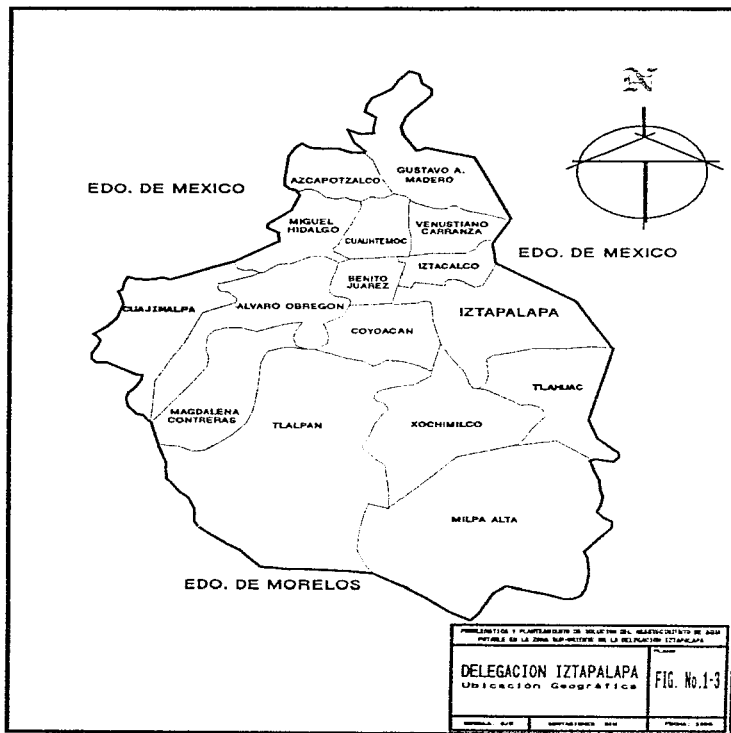
Proyección poblacional		
Año	Habitantes	Densidad (Hab./ Ha.)
1980	1'252.354	109.0
1986	1'508.289	131.0
1988	1'581.109	137.0
1994	1'746.839	152.0
2000	1'895.630	165.0
2010	2'052.800	179.0

Como plan alternativo, es de preverse que continúe la ocupación desordenada del área delegacional, hasta su saturación a corto plazo, ligada a un aumento no controlado en el número de habitantes.

Como consecuencia del desorden territorial, se presentaría el incremento de asentamientos humanos en áreas de la delegación de muy difícil desarrollo urbano, como actualmente sucede en las partes altas de la sierra de Santa Catarina, lo que implica un alto costo económico y difíciles problemas técnicos para dotarlos de drenaje, agua potable y otros servicios públicos.







2 INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDRAULICO DE AGUA POTABLE

2 Infraestructura del Sistema Hidráulico de agua potable.

2.1 Generalidades.

El Sistema Hidráulico del Distrito Federal¹.

El Sistema Hidráulico del Distrito Federal, es el medio a través del cual los usuarios se relacionan con el Sistema Hidrológico que los rodea para satisfacer sus demandas de agua, protegerse contra las inundaciones y disponer de las aguas residuales en una forma segura y eficaz. Los objetivos generales del Sistema Hidráulico son: dotar de agua potable, en cantidad, calidad y continuidad adecuadas a toda la población para la realización de sus diversas actividades, desalojar las aguas residuales y tratar parte de ellas para ser reutilizadas en algunas actividades industriales y en el riego; controlar y desalojar oportuna y correctamente los escurrimientos que se presentan en la época de lluvias, evitando al máximo los encharcamientos e inundaciones.

Infraestructura de agua potable en el D.F.⁵

Para atender los requerimientos de agua potable de los 10.2 millones de habitantes que alberga el Distrito Federal, actualmente se suministran en promedio 35.5 m³/s. El 70% de este caudal se extrae de fuentes subterráneas (pozos profundos); 56% del acuífero del Valle de México y el 14% del Valle de Lerma.

En tanto el 30% restante corresponde a fuentes superficiales: 27% del Sistema Cutzamala y 3% de manantiales. Dicho caudal se conduce mediante 514 Km. de líneas a 279 tanques de almacenamiento y regulación, con una capacidad conjunta de 1.7 millones de metros cúbicos; de donde se distribuye a los usuarios a través de 571 Km. de red primaria (diámetros de 0.50 a 1.873 m), y más de 10,700 Km. de red secundaria (diámetros menores a 0.50m).

Adicionalmente, se utilizan 227 plantas de bombeo para incrementar la presión en la red y dotar de agua a los habitantes de las partes altas. Además, para mantener una calidad adecuada del agua suministrada se utilizan 19 plantas potabilizadoras, de las cuales 12 funcionan a pie de pozo y 360 dispositivos de cloración. La verificación de la calidad físico-química y biológica del líquido se realiza mediante un programa de monitoreo permanente, el cual comprende el análisis de 60,000 muestra anuales.

2.2 Fuentes de abastecimiento⁵.

Fuentes de abastecimiento para la ciudad de México, D.F.

Las fuentes de abastecimiento a la ciudad de México, D.F. (Fig.2-1), se clasifican como internas y externas, quedando constituidas como se explica a continuación.

Internas

El acuífero de la ciudad de México es explotado actualmente por 811 pozos profundos, los cuales son operados por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH), y proporcionan un caudal medio de 14.166 m³/s.

La Gerencia de Aguas del Valle de México de la Comisión Nacional del Agua (GAVM) controla 38 pozos, los cuales aportan un caudal de 1.364 m³/s. A cargo de particulares se tiene 305 pozos, aportando 0.546 m³/s.

Además se tienen 67 manantiales operados por la DGCOH, los cuales aportan un caudal de 1.005 m³/s.

Externas

La cuenca del Alto Lerma es explotada por 268 pozos; en el Estado de México, en los municipios de Ecatepec, Acolman y Tecamac se ubican 39 pozos, los cuales aportan respectivamente los caudales de 5.031 y 1.488 m³/s. Estos son operados por la DGCOH.

Por otro lado, el Sistema Cutzamala y la batería de pozos ubicados al norte de la Ciudad de México D.F., aportan un caudal de 9.666 y 2.172 m³/s respectivamente.

Fuentes de abastecimiento para la delegación Iztapalapa⁵.

La delegación Iztapalapa se abastece de agua potable por medio de la batería de pozos Santa Catarina, Tlahuac, Milpa Alta y Xochimilco; así como de pozos profundos distribuidos en toda la delegación.

En la delegación Tlahuac se ubica el ramal Tetelco - Tecomitl; y en Xochimilco a la altura del pueblo San Gregorio Atlapulco, el Ramal San Luis que al unirse con el Ramal Tetelco - Tecomitl en la "T" de Santa María del Olivar forman el Acueducto Chalco - Xochimilco, el cual conduce en promedio un caudal de 2,700 lps hasta la planta de bombeo Cerro de la Estrella, en Iztapalapa.

De esta planta se envía el caudal a los tanques de almacenamiento del Cerro de la Estrella, lugar en que por medio de una cámara de distribución conocida como "dona" se deriva el gasto para consumo de la población de Iztapalapa.

⁵ Subdirección de Programación. Dirección Técnica DGCOH - DDF

En la fuente que se localiza en la delegación Tlahuac, el agua es captada por la batería de pozos Santa Catarina, la cual descarga al ramal que conduce su caudal a la planta de bombeo La Caldera, esta planta aporta un gasto promedio de 430 lps a la delegación Iztapalapa.

A nivel interno se explotan los acuíferos por medio de 57 pozos profundos, con capacidad para poder aportar un gasto de 1,913 lps; de estos pozos actualmente operan 40 con un caudal promedio de 1,332 lps.

Al sur de la delegación se localizan 14 pozos, entre los que destacan los denominados Panteón Civil de Iztapalapa (en el sur-poniente del Cerro de la Estrella), y los que forman parte del ramal Santa Catarina.

2.3 Sistema de distribución⁶.

Distribución en la delegación Iztapalapa.

A partir de los tanques de almacenamiento y distribución de la Caldera y la Estrella, se deriva el caudal que abastece a la mayor parte de la delegación (Fig.2-2), complementándose con las aportaciones de los pozos municipales, el gasto promedio diario estimado es de 4,462 lps. El flujo es por gravedad, utilizándose solamente rebombes para alimentar los subsistemas de distribución localizados en las zonas altas.

Para abastecer a las zonas de asentamientos humanos ubicados en las inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina, en los cerros del Marqués y de la Estrella, existen líneas de interconexión las cuales se encuentran distribuidas en nueve subsistemas de distribución de agua potable y son:

- San Miguel Teotongo
- Santiago Acahualtepec
- Lomas de Zaragoza
- El Paraíso
- San Juan Xalpa
- La Veracruzana
- Valle de Luces
- Granjas Estrella
- Minas.

Dentro del aspecto cuantitativo, se tiene que el número de plantas de bombeo es de 13; en cuanto a tanques, se tiene 23, conjuntando estos últimos una capacidad de almacenaje total de 163,850 m³.

La infraestructura utilizada para la distribución de agua potable se desarrolla a través de redes primaria y secundaria.

La red primaria distribuye el agua a través de 100 Km. de tubería con diámetros variables de 20 a 72 pulgadas (50.8 cm a 182.9 cm). Esta red se alimenta de los tanques Cerro de la Estrella y la Caldera, así como de pozos y plantas potabilizadoras (Fig.2-3).

Su finalidad es hacer llegar el agua a los circuitos secundarios de las colonias, ramificándose en el área delegacional.

La longitud de red primaria existente se resume en la tabla 2.3.1.

**TABLA 2.3.1
DELEGACION IZTAPALAPA
RED PRIMARIA EXISTENTE**

Diámetro (puñg.)	Longitud (m)
72	7,630
48	53,120
36	8,210
30	2,940
20	28,130
Total	100,030

2.4 Cobertura de servicios⁵.

Cobertura de servicios en la delegación.

En Iztapalapa el 95% de la población cuenta con la infraestructura para el servicio de agua potable, beneficiando a 1'556,480 habitantes; la población restante que no dispone de la cobertura de este servicio, asciende a 81,820 habitantes a quienes generalmente se les suministra el agua potable por medio de carros cisterna (Fig.2-4).

Para abatir este déficit la delegación política de Iztapalapa, implantó el programa "Mitad y Mitad", consistente en trabajos de instalación de la red hidráulica de agua potable en zonas que carecen del servicio; en este programa la delegación proporcionó el material y los vecinos la mano de obra, siendo reportados hasta el mes de septiembre de 1987, el tendido de 11.5 Km. de líneas de tuberías.

Posteriormente, dentro del programa de Solidaridad, se ha continuado la extensión del servicio en las colonias de reciente creación, en donde inclusive se han instalado en algunas calles poliductos, en lugar de la tubería que como mínimo se emplea por especificación (100 mm de diámetro).

2.5 Deficiencias del servicio ⁵

Deficiencias del servicio en la delegación.

A pesar de contar con un nivel de cobertura aceptable, en la delegación existen zonas con deficiencias en el servicio (Fig.2-4), obedeciendo a las siguientes causas.

a) Falta de infraestructura.

Este caso se presenta generalmente en los asentamientos humanos irregulares de reciente creación, localizados en las faldas de los cerros y volcanes de la sierra de Santa Catarina, al sur-oriente de la delegación Iztapalapa (Fig.2-4).

Dichos asentamientos se ubican por encima de la cota 2,250 msnm., límite sobre el cual el servicio de distribución de agua potable se condiciona.

También hay asentamientos sin servicio, debido principalmente a la carencia de infraestructura primaria en la zona, necesaria para poder instalar la red secundaria faltante, tal es el caso de las colonias San Pablo, Ampliación Bella Vista, San Pablo II, parte de Xalpa y Potrero de la Luna. El suministro se realiza con apoyo de carros cisterna.

b) Baja presión.

El caudal de agua potable es aportado en forma constante a los habitantes de Iztapalapa, pero en ocasiones se dificulta dotar adecuadamente las zonas altas o alejadas de los tanques de distribución, debido a la baja presión con que llega el agua a los usuarios de estos lugares; por lo que se recurre al apoyo de carros cisterna para su abastecimiento, tal es el caso de la colonia Xalpa (Fig.2-4)

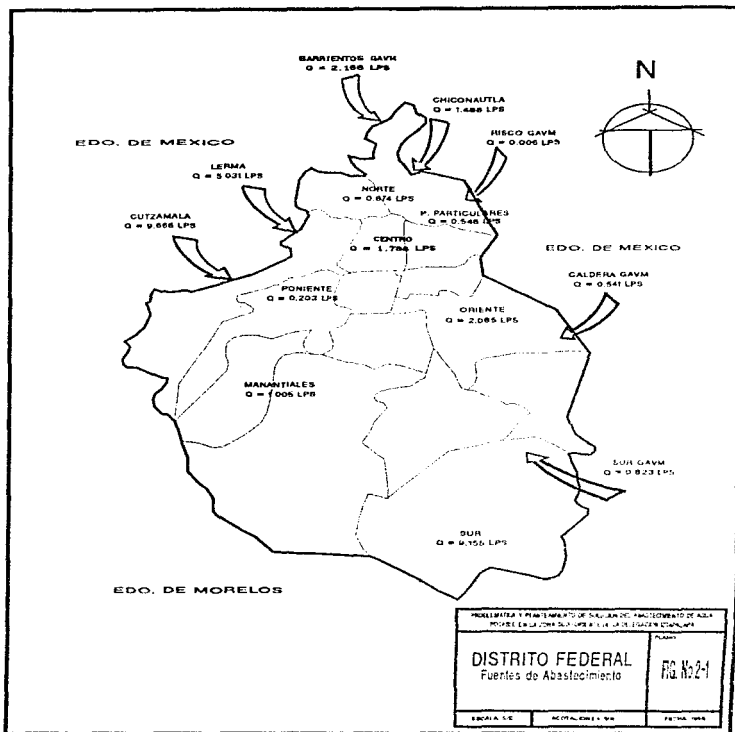
c) Tandeos.

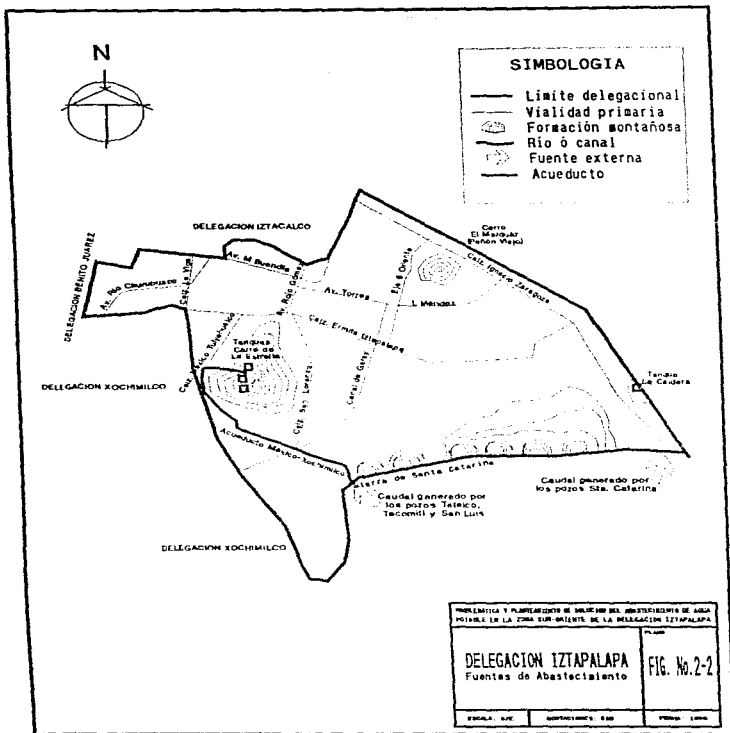
Otra opción para proporcionar el servicio de agua potable en forma adecuada, cuando se presenta un insuficiente caudal de agua o baja presión, es la de efectuar tandeos, como en las colonias Xalpa y Tenorios. El tandeo consiste en suministrar agua en ciertos horarios durante el día.

d) Fugas y desperdicios.

Las pérdidas de agua dentro de la delegación pueden llegar a representar el 17% del caudal suministrado a la delegación.

Esto es ocasionado principalmente por la antigüedad de las tuberías, los asentamientos del subsuelo que provocan dislocaciones, así como las deficiencias en la instalación de las tuberías que estuvieron a cargo de los vecinos.





3 PROBLEMATICA ESPECIFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

3 PROBLEMATICA ESPECIFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 Descripción de la zona.

Ubicación.

La zona de estudio (Fig.3-1), se ubica al sur-este de la delegación Iztapalapa, prácticamente en las faldas e inmediaciones de la sierra de Santa Catarina. Dentro de estas zonas montañosas se ubica el proyecto, comprende las colonias Xalpa, Tenorios, Bella Vista, Rancho Capulines y San Pablo, estas colonias están al sur-oriente de la delegación, limitando con la delegación Tlahuac, en donde se ubica la Sierra de Santa Catarina, formada por los volcanes de Guadalupe, Xaltepec, Yuhalixkui, y los cerros de Tecuanutzin, Tetecón y Tehualqui, fluctuando entre las cotas 2,400 y 2,700 msnm.

Geología³.

El suelo de la zona, está conformado por lavas escoriaáceas, aglomerados y prioclásticos gruesos y finos; su estructura geológica propicia una alta permeabilidad, definiendo a la sierra de Santa Catarina como una importante zona de recarga de acuíferos. En esta región de minas de arena y materiales pétreos, la cobertura vegetal es mínima.

Desarrollo urbano y poblacional⁴

El desarrollo urbano de la zona de estudio se basa en el asentamiento irregular de emigrantes del interior del país, motivo por el cual la carencia de los servicios básicos como urbanización ordenada, cobertura de drenaje y agua potable no ha sido posible cubrir. En cuanto a la estructura urbana se encuentra integrada en su mayor parte por barrios y colonias de nivel socioeconómico bajo.

³ Plan Hidráulico Delegación Iztapalapa DGCOH-DDF

⁴ Subdirección de Programación, Dirección Técnica DGCOH-DDF

De la información publicada por INEGI para el año de 1990, la población en la delegación Iztapalapa ascendía a 1'496,630 habitantes, con tasa de crecimiento de 2.5, su nivel socioeconómico se catalogaba como bajo. Para ese mismo año, se calcula que la población en la zona de estudio alcanzaba los 15,988 habitantes, con nivel socioeconómico bajo, y densidades de población variable (desde 44.35 hasta 234.38 Hab/Ha) distribuidos en las 156.50 hectáreas que comprende la zona de influencia del estudio.

Usos del agua⁴.

El principal uso del agua en la zona de estudio es el doméstico; aún cuando se encuentra el Rancho Capulines en esta zona, y algunas viviendas tienen chiqueros para la cría de puercos, se considera que el 99% del caudal requerido será para uso doméstico.

Infraestructura hidráulica⁵.

Para abastecer a las zonas de asentamientos humanos ubicados en las inmediaciones de la Sierra de Santa Catarina, en los cerros del Marqués y de la Estrella, existen líneas de interconexión las cuales se encuentran distribuidas en nueve subsistemas de distribución de agua potable (Fig.3-2), y son: San Miguel Teotongo, Santiago Acahualtepec, Lomas de Zaragoza, El Paraíso, San Juan Xalpa, La Veracruzana, Valle de Luces, Granjas Estrella y Minas.

Los subsistemas involucrados en la zona de estudio son el Subsistema Santiago Acahualtepec y el Subsistema Minas (Fig.3-3), los que a continuación se describen.

⁴ Subdirección de Programación, Dirección Técnica DGCOH-DDF

⁵ Dirección de Operación, DGCOH-DDF

a) Subsistema Santiago Acahualtepec.

Este sistema es abastecido por los tanques de la Estrella y La Caldera, cuyas líneas de conducción alimentan al cárcamo CIA-2, el cual genera un caudal hacia el tanque y cárcamo TCIA-2, sitio en donde se almacena y distribuye por gravedad a la red secundaria, para después rebordear hacia el tanque y cárcamo TCIA-3, de éste último se envía un caudal a los tanques TIA-5 (Las Cabras) y Huecampool. La zona de influencia abarca las colonias Santiago Acahualtepec, Xalpa, Tenorios, Lomas de la Estancia y Huecampool.

Recientemente se construyó (en junio de 1993) una línea para reforzar este subsistema, con una tubería de 20" de diámetro desde el cárcamo de bombeo de la zona de Los Pozos hasta el tanque TCIA-2.

b) Subsistema Las Minas.

En el predio los Tenorios al Oriente de Iztapalapa, se tiene construido este subsistema de agua potable, consta de las plantas de bombeo los Pozos y la Era, y del tanque las Minas, este último de 1,300 m³ de capacidad; su función será la de distribuir por gravedad a las colonias los Tenorios, Paraje, Buenavista, Tepotitlán y Pueblo Nuevo

3.2 Diagnóstico.

Población.

En base a la información publicada por INEGI, se calcula que la delegación Iztapalapa para el año 2010 tendrá una población de 2'267,337 habitantes, y la explosión demográfica en la zona de estudio alcanzará los 24,221 habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.73.

Servicio de agua potable.

En condiciones normales de operación, el caudal enviado por gravedad de los tanques Cerro de la Estrella, alimenta en su extremo poniente a la tubería de 48 pulgadas de diámetro, instalada en la calzada Ermita Iztapalapa, esta tubería a su vez es abastecida en el oriente por el caudal del tanque de la Caldera.

Lo anterior permite que al encontrarse los dos flujos en la misma tubería, provocan un "tapón hidráulico" que da como resultado un remanso del caudal, suficiente para hacer llegar el agua a las redes de distribución secundaria y plantas de bombeo ubicadas al oriente de la Delegación.

Pero cuando se presentan fallas en los tanques del Cerro de la Estrella o La Caldera, el tapón hidráulico no se forma en la tubería de Ermita Iztapalapa, por lo que el agua escurre en dirección norte y poniente de la Delegación, provocando que en la parte oriente el caudal no sea suficiente para alimentar las redes secundarias y plantas de bombeo, con la consiguiente baja en la dotación para la población de esa zona.

En cuanto a los subsistemas de distribución de agua potable, su operación está en función del caudal que logren captar de las redes primarias que los alimentan.

Como puede observarse la zona de estudio presenta problemas por deficiencias en la infraestructura de red primaria existente, además carencia de red secundaria, contando únicamente con Red de Relleno, dejando una amplia zona al sur de la Calzada Ermita Iztapalapa hasta los límites de la Delegación al Sur.

De la información recabada y en base a los planos de red existente, se observó lo siguiente: que se cuenta con algunas líneas secundarias de 12 pulgadas y de 6 pulgadas, las cuales no forman circuitos, además se observa que no existe una planeación adecuada; esto aunado a los programas de ampliación de Red de "Relleno", ha creado que una basta zona no cuente con el servicio adecuado y se haya ocasionado un detrimento en aquellas zonas en donde el servicio era aceptable hasta hace algún tiempo.

Por otro lado se tiene el problema de la altitud de estas zonas, las cuales obligan a constantes rebombes, e inclusive, en algunos casos la población se ha extendido hasta el tercio medio, abajo del volcán Guadalupe con habitantes situados en la cota 2,400 msnm., muy por encima de los tanques existentes, por ejemplo el Huecampool y el TIA-5.

3.3 Problemática a resolver

Aspectos generales

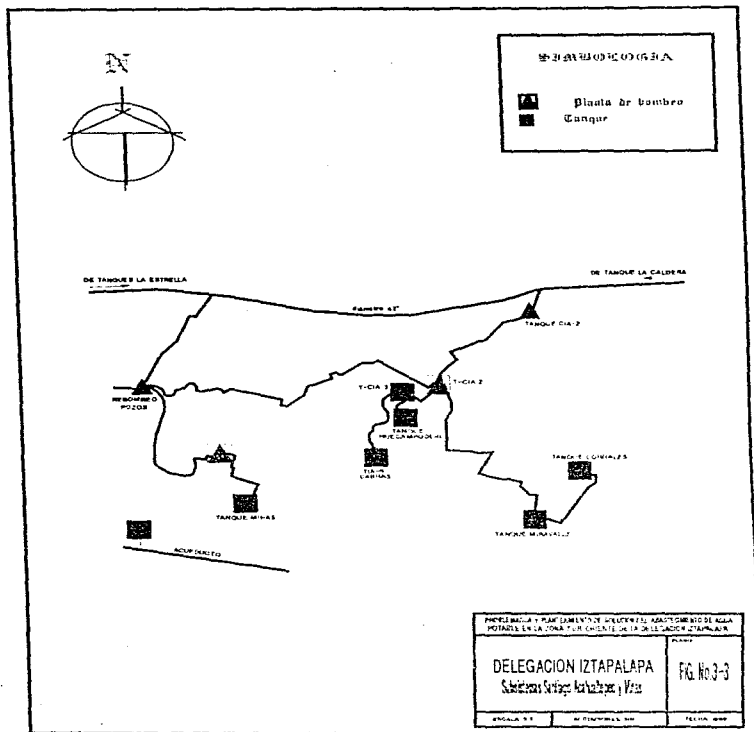
Como puede observarse, la problemática a resolver para dotar de agua potable a la población de las colonias Xalpa, Bella Vista, Tenorios, Rancho Capulines y San Pablo, se resume en los siguientes aspectos:

- ◆ Proporcionar la dotación de agua requerida por la población de la zona de estudio con proyección de diseño para el año 2010.
- ◆ Suministrar caudales constantes a la población.
- ◆ Ampliar la cobertura del servicio a las zonas con cotas cercanas a la 2440m., ubicadas por encima de los tanques existentes.
- ◆ Proporcionar agua con calidad potable.

Políticas de acción.

Dentro del Plan Hidráulico de la Delegación, se establecieron una serie de programas que tienen como propósito mejorar el abastecimiento de agua potable a la población y lograr la meta de un 100% de la cobertura del servicio.

Una de las políticas que se siguen dentro del plan de desarrollo, para este proyecto en particular, es el de incrementar la presión por medio de conexiones en red primaria e interconexiones de ésta con la red secundaria, y ampliar el sistema de agua potable en el menor tiempo posible, mediante la construcción de la infraestructura necesaria para acceder hasta los sitios que conforman este proyecto.



4 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA

4 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA

4.1 Consideraciones básicas del proyecto.

4.1.1 Determinación de la zona de proyecto.

Para la definición de la superficie que ocupa la zona en estudio, y contando con la información que se presenta en el capítulo 3 (Problemática de la zona de estudio), se realizaron visitas de campo en coordinación con personal de operación de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal, de esta forma fue posible identificar y definir la extensión de la zona de forma mas precisa. Esta información se traslado a planos de la zona, cuya delimitación definió la zona de estudio.

4.1.2 Determinación de la forma de distribución.

Una vez definida la superficie que ocupa el proyecto, se procederá a analizar la forma más óptima de distribución del agua potable. El agua se distribuye a los usuarios en varias formas, en función de las condiciones locales.

Estas formas son las siguientes:

a) Por gravedad.

El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque desde el cual fluye por gravedad hacia la ciudad. De esta forma se mantiene una presión suficiente y prácticamente constante en la red para el servicio de los usuarios y contra incendio.

Este es el método más confiable y se debe utilizar siempre que se dispone de cotas de terreno para la ubicación del tanque, suficientemente altas para asegurar las presiones requeridas en la red.

b) Por bombeo. Son posibles dos formas:

Bombeo directo a la red sin almacenamiento. En esta forma, las bombas abastecen directamente a la red, y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario Q_{mh} .

Este es el sistema menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa una interrupción completa del servicio de agua. Al variar el consumo en la red, la presión en la misma variará también. Así, al considerar esta variación, se requieren varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario. Además las variaciones de la presión en las bombas se transmiten directamente a la red lo que puede aumentar el nivel de fugas.

Bombeo a la red con excedencias a tanques de regulación. En esta forma de distribución el tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo, y las tuberías principales se conectan directamente con la tubería que une las bombas con el tanque.

El exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo se almacena en el tanque y durante periodos de consumo alto la misma agua se envía

La distribución por bombeo se debe evitar en los proyectos y podrá utilizarse sólo en casos excepcionales bien justificados.

c) Distribución mixta.

Parte de la red se suministra por bombeo con excedencia a un tanque del cual a su vez se abastece el resto de la red por gravedad. El tanque se ubica en el centro de gravedad del consumo de agua.

Debido a que una parte de la red se abastece por bombeo directo, esta forma tampoco se recomienda.

El esquema anterior puede resultar apropiado en poblaciones que presentan terrenos planos. La regularización se asegura por un tanque superficial de capacidad suficiente, del cual se bombea al tanque elevado que puede ser de baja capacidad.

Para evitar el bombeo directo a la red no se permiten conexiones o bifurcaciones de la tubería de alimentación que une el bombeo con el tanque elevado.

La experiencia de operación en México ha mostrado esta forma de distribución como no adecuada para las condiciones del país; y la opción para utilizarla sólo se justifica en casos excepcionales.

Distribución seleccionada.

Para la aplicación en el proyecto, se determinó llevar a cabo la primera opción ya que el terreno reúne las condiciones necesarias y además, por los comentarios del personal de la D.G.C.O.H. favorece más el sistema en cuanto a su funcionamiento y operación.

4.1.3 Zonificación y ubicación de tanques.

Debido a que una de las causas por las que se presentan deficiencias en los sistemas actuales abastecidos por tanques, es lo extenso de la zona de influencia de cada tanque, y para evitar en lo más posible las cajas rompedoras de presión o válvulas reguladoras de presión, se dividió la zona en seis áreas de influencia las cuales serán abastecidas por 6 tanques de almacenamiento (uno existente), ubicándose a más de 10 metros arriba de cada una de sus áreas de influencia para asegurar las presiones requeridas en los puntos más altos.

Como primera cuestión, se resolvió delimitar cada una de las áreas de influencia de los tanques; Bellavista (de proyecto situado a elevación de 2,380 msnm); Minas (existente, de 1300 m³ de capacidad, situado a una elevación de 2,371 msnm); al que denominaremos Cabras (de proyecto, situado a una elevación de 2,451 msnm); al que llamaremos Huecampool II (de proyecto, situado a una elevación de 2,398 msnm); al San Pablo I (de proyecto situado a una elevación de 2,404 msnm); y por último al San Pablo II (de proyecto, situado a una elevación de 2451 msnm). En el plano No. 4-1, se indica la ubicación de los tanques con sus áreas de influencia.

Por lo tanto, se propone la construcción de cinco tanques, y se empleará uno existente, lo anterior se resume en la tabla 4.1.3.1

TABLA 4.1.3.1
TANQUES QUE INTEGRAN EL SUBSISTEMA

TANQUE	ACTUAL	PROYECTO
1.- BELLA VISTA		X
2.- MINAS	X	
3.- CABRAS (LA MESITA)		X
4.- HUECAMPPOOL II		X
5.- SAN PABLO I		X
6.- SAN PABLO II		X

Nota: Los tanques de proyecto se denominan de acuerdo a la zona donde se ubican.

4.1.4 Alternativas de abastecimiento.

El resultado de las visitas mencionadas indican que para abastecer de agua a la zona de estudio, se debe considerar, que el caudal disponible actualmente para la parte sur-oriente de la Delegación Iztapalapa resulta insuficiente, por lo que se analizarán las posibles fuentes de abastecimiento (Fig. 4.1), las cuales son:

- a) Acuífero de la zona**
- b) Tanques Cerro de la Estrella**
- c) Tanque la Caldera**
- d) Tanque Xallepec**

a) Acuífero de la zona.

Esta opción no es factible debido a que los niveles de agua se ubican a gran profundidad dada la topografía de la zona. Además, la calidad del agua del acuífero del Oriente del D.F. es deficiente, de acuerdo a los análisis efectuados a los pozos se aumentaría la sobre explotación en la Ciudad, lo cual se ha tratado de evitar con la incorporación de fuentes externas de abastecimiento.

b) Tanques Cerro de la Estrella.

Para esta opción se tendría que aportar el caudal requerido del Sistema Cutzamala a los tanques. Estos a su vez la conducirían por la línea de 1.22 m. de diámetro que se ubica sobre la Calz. Ermita Iztapalapa en las faldas del Cerro de Santa Catarina, teniendo que aumentar la infraestructura existente de los subsistemas de pozos Santiago Acahualtepec (reequipamiento y líneas de conducción), o bien construir una línea paralela a estos subsistemas.

El inconveniente de esta opción es que se presentarían los mismos problemas que surgen en los sistemas existentes que se abastecen de la línea de 1.22 m., y que ocasionan las deficiencias en el servicio a la zona Sur Oriente de la Delegación.

c) Tanque La Caldera.

Este tanque se abastece de los pozos de los Ramales Mixquic - Santa Catarina - Tláhuac, ubicados en la Delegación Tláhuac, a cargo de la Comisión Nacional del Agua, y que a su vez abastecen al Edo. de México, por lo cual, para incrementar el caudal al tanque La Caldera, se requeriría la perforación de uno o varios pozos. Por tal razón esta opción tampoco resulta conveniente.

d) Tanque Xaltepec.

Es abastecido por la planta de Bombeo Quetzalcóatl que se alimenta del acueducto Chalco - Xochimilco; ésta a su vez conduce el caudal de los pozos de los Ramales Tulyehualco y Tecómtil, ubicados en las delegaciones Xochimilco y Milpa Alta respectivamente, los cuales alimentan a los tanques Cerro de la Estrella y a la planta de bombeo Quetzalcóatl, esta última suministra 600 l/seg al Tanque Xaltepec y cuenta con capacidad para conducir 1000 l/seg.

Esta última opción resulta la más conveniente para abastecer la zona en estudio, ya que aunque el acueducto Chalco - Xochimilco se alimenta de pozos el caudal requerido para la zona sería parte del que va para los tanques Cerro de la Estrella, y sustituir el caudal por el poniente si es factible.

Además, dentro de los proyectos del Plan Maestro de Agua Potable del Distrito Federal, se tiene contemplada la construcción de la cuarta etapa del Acueducto Perimetral que llegará al Cerro de Teutli ubicado en la delegación Milpa Alta, y la construcción de la línea de conducción que la conectará al acueducto Chalco - Xochimilco. Actualmente está en construcción la tercera etapa del acueducto perimetral que llegará a San Francisco Tlalnepantla en la delegación Xochimilco.

4.2 Datos básicos de proyecto.

Planteamientos generales.

Se puede advertir de la más reciente literatura internacional, que la tendencia en los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable, es la de dar una mayor importancia a la determinación de los datos básicos de proyecto, especialmente a la población futura, y a la predicción de la demanda de agua potable. Esto se debe a que la disponibilidad de fuentes de abastecimiento accesibles y baratas, es cada día más escasa, haciendo que la determinación correcta del consumo de agua a futuro sea crítica y de preocupación primordial en todo proyecto.

En la elaboración de cualquier proyecto, es necesario tener especial cuidado en la definición de los datos básicos. Estimaciones exageradas provocan la construcción de sistemas sobre dimensionados, mientras que estimaciones escasas dan como resultado sistemas deficientes o saturados en un corto tiempo; ambos casos representan inversiones inadecuadas que imposibilitan su recuperación, en demérito del funcionamiento de los propios sistemas.

Tomando en consideración lo anterior, es importante mencionar que el ingeniero proyectista, es el responsable de asegurar la recopilación de la información confiable, de realizar análisis y conclusiones con criterio y experiencia para cada caso particular, y de aplicar los lineamientos adecuados.

Lo anterior implica que para abastecer de agua a la zona de estudio, se consideren los siguientes aspectos:

- a) En base al desarrollo poblacional y la población actual, calcular la proyección de la población para el periodo de diseño del sistema.
- b) Calcular los caudales de agua requeridos para satisfacer la demanda actual y futura, dentro del rango del periodo de diseño del sistema.
- c) Identificar las alternativas de abastecimiento para el sistema propuesto, en base a la problemática identificada.

4.2.1 Período de diseño y vida útil.

Período de diseño. Se entiende por período de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación.

Los periodos de diseño de las obras y acciones necesarios, para la planificación del desarrollo de los sistemas de agua potable, se determinan por un lado, tomando en cuenta que éste es siempre menor que la vida útil de los elementos del sistema; y por otro, considerando que se tendrá que establecer un plan de mantenimiento o sustitución de algún elemento, antes que pensar en la ampliación, mejoramiento o sustitución de todo el sistema.

Los periodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés real, mientras más alta es la tasa de interés, es más conveniente diferir las inversiones, lo que implica reducir los periodos de diseño, cabe aclarar que no se deben desatender los aspectos financieros, esto es los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de pagar por las obras y que en la selección del periodo de diseño se deben considerar ambos aspectos.

En lo que respecta al presente proyecto se considero para el periodo de diseño esto último, debido a que la D.G.C.O.H. cuenta con el presupuesto necesario para la realización de las obras necesarias para dotar de servicio de agua potable a la zona.

Los elementos de un sistema de agua potable se proyectan con una capacidad provista hasta el periodo de diseño. Rebasado el periodo de diseño, la obra continuará funcionando con una eficiencia cada vez menor, hasta agotar su vida útil. Para definir el periodo de diseño de una obra o proyecto se recomienda el siguiente procedimiento:

- a) Hacer un listado de todas las estructuras, equipo y accesorios más relevantes del funcionamiento y operación del proyecto.
- b) Con base en la lista anterior, determinar la vida útil de cada elemento del proyecto según la tabla 4.2.1.1.
- c) Definir el periodo de diseño de acuerdo a las recomendaciones de la tabla 4.2.1.1 y a la consulta del estudio de factibilidad, que se haya elaborado en la localidad, dicho estudio se analizó en el inciso 4.1.4 "Alternativas de abastecimiento" de este capítulo.

**TABLA 4.2.1.1
PERÍODOS DE DISEÑO PARA ELEMENTOS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLES Y
ALCANTARILLADO**

ELEMENTO	PERÍODO DE DISEÑO (años)
Fuente:	
a) Pozo	5
b) Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación (*)
Red de atarjeas	a saturación (*)
Colector y Emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

(*) En el caso de distribución secundaria y red de atarjeas, por condiciones de construcción difícilmente se podrá diferir la inversión.

Por todo lo anterior, y en base al plan maestro de agua potable del Distrito Federal 1996-2010, que está elaborando la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal con el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, que tiene como finalidad el diagnóstico y aprovechamiento de los caudales disponibles, así como las acciones necesarias para el mejoramiento de los sistemas de agua potable en el Distrito Federal en el periodo 1996-2010, por tal motivo el presente proyecto se diseñará para el año 2010.

Vida útil. La vida útil de las obras dependerá de los siguientes factores:

- Calidad de la construcción y de los materiales utilizados
- Calidad de los equipos
- Diseño del sistema
- Calidad del agua
- Operación y mantenimiento

En la selección de la vida útil, es conveniente considerar que generalmente la obra civil tiene una duración superior a la obra electromecánica y de control. Así mismo, las tuberías tienen una vida útil mayor que los equipos, pero no tienen la flexibilidad de estos, puesto que se encuentran enterrados. Tampoco hay que olvidar que la operación y mantenimiento es preponderante en la duración de los elementos, por lo que la vida útil dependerá de la adecuada aplicación de los programas preventivos correspondientes.

En la tabla 4.2.2 se indica la vida útil de algunos elementos de un sistema de agua potable, considerando una buena operación y mantenimiento, y suelos no agresivos.

TABLA 4.2.1.2
VIDA UTIL DE ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

ELEMENTO	VIDA UTIL (años)
Pozo:	
a) Obra civil	de 10 a 30
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta potabilizadora	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20
Estación de bombeo	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 8 a 20
Tanque	
a) Elevado	20
b) Superficial	40
Distribución primaria	de 20 a 40
Distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colector y Emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20

Nota: La vida útil del equipo electromecánico, presenta variaciones muy considerables, principalmente en sus partes mecánicas, como son cuerpos de tazonés, impulsores, columnas, flechas, portachumaceras y estoperos; la cual se ve disminuida notablemente debido a la calidad del agua (contenido de fierro y manganeso)

4.2.2 Población actual y de proyecto.

Población actual. Para determinar la población actual, se recurrió a información contenida en el Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE), divulgado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

El (SCINCE) es un sistema para microcomputadoras que tiene como propósito relacionar la información censal con el espacio geográfico al cual se refiere, considera los aspectos de mayor importancia para la planeación de una identidad federativa, tanto a nivel municipal como a nivel de Área Geostadística Básica (AGEB).

Las Áreas Geostadísticas Básicas (AGEB) son las unidades fundamentales del Marco Geostadístico Nacional, mismo que divide al territorio del país en espacios menores a la división municipal.

En este sistema se consultó la información relativa a la población en la delegación Iztapalapa, la cual está integrada por 311 AGEB.

La zona de estudio se relacionó con los 12 AGEB correspondientes, para determinar la población de cada zona de influencia.

Debido a que las AGEB no estaban comprendidas en su totalidad dentro de las zonas de influencia correspondientes, se calcularon las áreas, tanto de los AGEB (Tabla 4.2.2.1) como de las zonas de influencia (Tabla 4.2.2.2), para determinar las densidades de población y sacar la población de estas últimas, como a continuación se indica.

Densidad de población por AGEB:

$$Dp = \frac{P}{A}$$

Donde:

Dp= Densidad de población del AGEB(Hab/Ha)

P= Población del AGEB

A= Area del AGEB

Población por zona de influencia:

$$Pzi = \sum Dp Aa Z$$

Donde:

Pzi= Población zona de influencia

Dp= Densidad de población del AGEB

Aa= Area del AGEB dentro de la zona

Los datos obtenidos se presentan en la tabla 4.2.2.2

TABLA 4.2.2.1
POBLACION ACTUAL, AREAS Y DENSIDADES DE POBLACION DE LOS AGEB

AGEB	AREA		POBLACION 1990 (Hab)	DENSIDAD Hab/Ha)
	(m2)	(Ha)		
334-6	247,948 720	24.79	4,050.0	163.34
324-2	283,682 960	28.37	6,649.0	234.38
310-0	259,206 000	25.92	4,505.0	173.80
341-6	444,420 464	44.44	1,971.0	44.35
325-7	153,192 688	15.32	3,418.0	223.12
333-1	219,904 758	21.99	4,010.0	182.35
345-4	340,908 936	34.09	3,688.0	108.18
328-0	622,506 866	62.25	4,471.0	71.82
327-6	243,392 000	24.34	5,750.0	236.24
326-1	312,912 000	31.29	4,449.0	142.18
308-3	200,048 000	20.00	5,522.0	276.03
309-8	325,162 200	32.52	5,286.0	162.57

TABLA 4.2.2.2
AREA DE INFLUENCIA Y POBLACION BENEFICIADA POR TANQUE

TANQUE	AGEB	AREA		DENSIDAD	POB. (Hab.)
		(m ²)	(Ha)		
BELLAVISTA	345-4	188,671.41	18.96	108.18	2,041
	328-0	481,366.91	48.14	71.82	3,457
Total		669,978.32	67.00	288.19	5,497.72
MINAS	341-6	42,958.66	4.30	44.35	191
	325-7	120,370.61	12.04	223.12	2,686
	333-1	219,904.76	21.99	182.35	4,010
	345-4	43,761.50	4.38	108.18	473
	327-6	225,960.00	22.60	236.24	5,338
	308-3	26,755.20	2.68	276.03	759
	326-1	67,136.00	6.71	142.18	955
	309-8	169,671.20	16.97	162.57	2,758
Total					17,149.14
CABRAS	341-6	195,005.28	19.50	44.35	865
	325-7	17,274.08	1.73	223.12	385
Total		212,279.36	21.23	267.47	1,250.26
HUECAMPOOL II	341-6	167,136.32	16.71	44.35	741
	325-7	15,548.00	1.56	223.12	347
Total		182,684.32	18.27	267.47	1,088.15
SAN PABLO I	334-6	243,788.72	24.38	163.34	3,982
	324-2	77,316.00	7.73	234.38	1,812
	310-0	39,364.00	3.94	173.80	684
Total		360,468.72	36.05	571.52	6,478.34
SAN PABLO II	341-6	39,320.00	3.93	44.35	174
	334-6	4,160.00	0.42	163.34	68
Total		43,480.00	4.35	207.69	242.33
Población beneficiada					31,706

Población de proyecto

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado. Esta población futura se estima para cada grupo demográfico, a partir de datos censales históricos, las tasas de crecimiento, los planes de desarrollo urbano, sus características migratorias y las perspectivas de su desarrollo económico.

Existen varios métodos de predicción de la población de proyecto, utilizándose en el presente proyecto el método de mínimos cuadrados.

El método de ajuste por mínimos cuadrados, consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos en años anteriores, a una recta o curva, de tal modo que los pertenecientes a éstas, difieran lo menor posible de los datos observados.

Para determinar la población de proyecto, es necesario considerar el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos de población (lineal, exponencial, logarítmica o potencial), obteniendo las constantes de "a" y "b" que se conocen como coeficientes de regresión, y el coeficiente de correlación "r", de este último su rango de variación es de -1 a +1, y conforme su valor absoluto se acerque más a 1 el ajuste del modelo a los datos será mejor. A continuación se presentan los modelos de ajuste, y las expresiones para el cálculo de los coeficientes "a", "b" y "r".

Ajuste lineal. En caso de que los valores, de los censos históricos, graficados, se ajusten a una recta, se utiliza la siguiente expresión característica, que da el valor de la población para cualquier año, "t".

$$P = a + bt$$

Para determinar los valores de "a" y "b" se utilizan las ecuaciones siguientes:

$$a = \frac{\sum P_i - b \sum t_i}{N}$$
$$b = \frac{N \sum t_i P_i - \sum t_i \sum P_i}{N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Donde:

N = Número total de datos
 $\sum t_i$ = Suma de los años con información
 $\sum p_i$ = Suma del número de habitantes

El coeficiente de correlación "r" para el ajuste lineal se calcula como sigue:

$$r = \frac{N \sum t_i p_i - \sum t_i \sum p_i}{\sqrt{[N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2][N \sum p_i^2 - (\sum p_i)^2]}}$$

Ajuste no - lineal. Cuando los datos de los censos históricos de población, se conformen mas bien a una curva, se pueden ajustar estos datos a una curva exponencial, logarítmica o potencial, las cuales se tratan a continuación:

a) **Ajuste exponencial.** La expresión esta dada por:

$$P = a e^{bx}$$

Donde:

$$a = e^{\frac{\sum \ln p_i - b \sum t_i}{N}}$$
$$b = \frac{N \sum t_i \ln p_i - \sum t_i \sum \ln p_i}{N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Nota \ln = logaritmo natural

El coeficiente de correlación para este modelo se calcula con:

$$r = \frac{N \sum t_i \ln p_i - \sum t_i \sum \ln p_i}{\sqrt{[N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2][N \sum (\ln p_i)^2 - (\sum \ln p_i)^2]}}$$

b) **Ajuste logarítmico.** Este modelo tiene la expresión general

$$P = a + b (\ln t)$$

Donde:

$$a = \frac{\sum p_i - b \sum \ln t_i}{N}$$

$$b = \frac{N \sum (\ln t_i) p_i - \sum (\ln t_i) \sum p_i}{N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2}$$

El coeficiente de correlación esta dado por:

$$r = \frac{N \sum (\ln t_i) p_i - \sum \ln t_i \sum p_i}{\sqrt{[N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2] [N \sum p_i^2 - (\sum p_i)^2]}}$$

c) **Ajuste potencial.** La expresión general está dada por:

$$P = a t^b$$

Donde:

$$a = e^{(\sum \ln p_i - b \sum \ln t_i) / N}$$

$$b = \frac{N \sum (\ln t_i) (\ln p_i) - \sum (\ln t_i) \sum (\ln p_i)}{N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2}$$

El coeficiente de correlación está dado por:

$$r = \frac{N \sum (\ln t_i) (\ln p_i) - \sum \ln t_i \sum \ln p_i}{\sqrt{[N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2] [N \sum p_i^2 - (\sum p_i)^2]}}$$

Una vez obtenidos los comportamientos históricos de los datos censales mediante el método que proporciona el coeficiente de regresión más cercano en valor absoluto a la unidad, se calcula la población para cualquier año futuro sustituyendo el valor del tiempo "t" en la ecuación respectiva.

La tasa de crecimiento de la población se calcula mediante la siguiente expresión.

$$i = \left[\frac{P_{t+1}}{P_t} \right]^X 100$$

Donde:

i = tasa de crecimiento en el periodo $t - t_{+1}$

P_{t+1} = Población en el año t_{+1}

P_t = Población en el año t

t = Número de años entre la población P_{t+1} y la población P_t

Cálculo de la población de proyecto en la delegación Iztapalapa.

Considerando los datos de población en la delegación Iztapalapa, de la información del Instituto Nacional de estadística, geografía e informática (INEGI), relativa a los cinco últimos censos de población y vivienda (1950, 1960, 1970, 1980, y 1990), y al conteo de 1995, se determina la población de proyecto y las tasas de crecimiento en la delegación Iztapalapa para el año 2010.

Con la aplicación de las ecuaciones de los métodos anteriores, se obtienen los coeficientes "a" y "b", así como el coeficiente de correlación "r" (Tabla 4.2.2.3)

TABLA 4.2.2.3
COEFICIENTES DE REGRESION

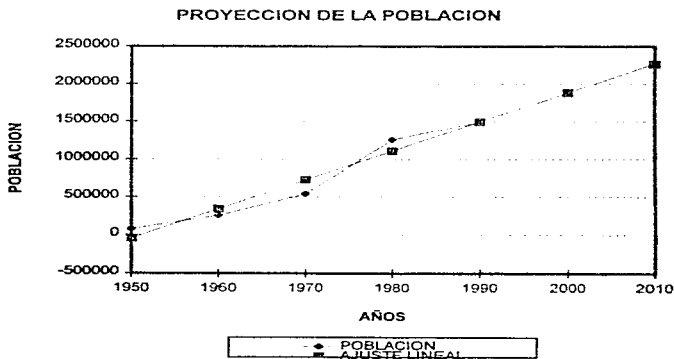
TIPO DE AJUSTE	COEFICIENTE		
	a	b	r
LINEAL	-7.52E+07	3.85E+04	0.983
EXPONENCIAL	5.81E-53	6.76E-02	0.967
LOGARITMICO	-5.75E+08	7.60E+07	0.982
POTENCIAL	0.00E+00	1.33E+02	0.968

En la tabla 4.2.2.3 se observa que el valor para los coeficientes de correlación "r" son cercanos a la unidad, de esta forma, para el ajuste lineal el coeficiente es igual 0.98, y por simplicidad del cálculo se emplea esta función para determinar el crecimiento de la población.

Concluyendo para el proyecto que nos ocupa, la población de proyecto en la delegación Iztapalapa se estimó con el método lineal, obteniéndose la siguiente expresión de crecimiento poblacional.

$$P = -758879.62 + 38535.33 t$$

La proyección de población en la delegación Iztapalapa hacia el año 2010 se muestran en la gráfica 4.2.2.1, así como las tasas de crecimiento y la población para la zona de estudio, en la tabla 4.2.2.4.



GRAFICA 4.2.2.1

**TABLA 4.2.2.4
TASA DE CRECIMIENTO EN LA DELEGACION**

AÑO	POBLACION DELEGACION	TASA CRECIMIENTO	POBLACION ZONA DE ESTUDIO.
1990	1'490,499		31,706
1991	1'535,165	2,9967	32,656
1992	1'573,701	2,5102	33,476
1993	1'612,236	2,4487	34,296
1994	1'650,771	2,3902	35,115
1995	1'689,307	2,3344	35,935
1996	1'727,842	2,2811	36,755
1997	1'766,377	2,2303	37,575
1998	1'804,913	2,1816	38,394
1999	1'843,448	2,1350	39,214
2000	1'881,983	2,0904	40,034
2001	1'920,519	2,0476	40,853
2002	1'959,054	2,0065	41,673
2003	1'997,589	1,9670	42,493
2004	2'036,125	1,9291	43,313
2005	2'074,660	1,8926	44,132
2006	2'113,195	1,8574	44,952
2007	2'151,731	1,8236	45,772
2008	2'190,266	1,7909	46,591
2009	2'228,801	1,7594	47,411
2010	2'267,337	1,7290	48,231

Con las tasas de crecimiento de la tabla 4.2.2.4, se determina la población de las áreas de influencia para cada tanque (Tabla 4.2.2.5).

**TABLA 4.2.2.5
POBLACION DE PROYECTO PARA LA ZONA DE INFLUENCIA**

AÑO	TANQUE					
	BELLA VISTA	MINAS	CABRAS	HUECAM POOL II	SAN PABLO I	SAN PABLO II
1990	5,498	17,150	1,251	1,089	6,479	243
1991	5,663	17,664	1,288	1,122	6,673	250
1992	5,805	18,107	1,321	1,150	6,841	257
1993	5,947	18,551	1,353	1,178	7,008	263
1994	6,089	18,994	1,386	1,206	7,176	269
1995	6,231	19,438	1,418	1,234	7,343	275
1996	6,373	19,881	1,450	1,262	7,511	282
1997	6,516	20,324	1,483	1,291	7,678	288
1998	6,658	20,768	1,515	1,319	7,846	294
1999	6,800	21,211	1,547	1,347	8,013	301
2000	6,942	21,655	1,580	1,375	8,181	307
2001	7,084	22,098	1,612	1,403	8,348	313
2002	7,226	22,541	1,644	1,431	8,516	319
2003	7,369	22,985	1,677	1,459	8,683	326
2004	7,511	23,428	1,709	1,488	8,851	332
2005	7,653	23,871	1,741	1,516	9,018	338
2006	7,795	24,315	1,774	1,544	9,186	345
2007	7,937	24,758	1,806	1,572	9,353	351
2008	8,079	25,202	1,838	1,600	9,521	357
2009	8,221	25,645	1,871	1,628	9,688	363
2010	8,364	26,088	1,903	1,657	9,856	370

4.2.3 Aspectos hidráulicos

Dentro de los datos básicos de proyecto, se consideran los aspectos hidráulicos que permiten estimar apropiadamente las características físicas e hidráulicas de las tuberías que integran el sistema, estos aspectos se describen a continuación.

Consumo^a . El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m³ por día o litros por día, o bien cuando se trata de consumo *per capita* se utiliza L/Hab/día.

El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuario, se divide según su uso en: doméstico y no doméstico; el consumo doméstico, se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, medio y popular (Tabla 4.2.3.1). El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos; a su vez, el consumo industrial se clasifica en industrial de servicio e industrial de producción (fábricas).

TABLA 4.2.3.1
TIPOS DE USUARIOS DOMESTICOS

CLASE SOCIOECONOMICA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o mas baños, jardín de 50 m ² o más, cisterna, lavadora.
Media	Casas y departamentos, que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m ² y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias, que cuentan con jardín de 2 a 8 m ² , con baño o compartiéndolo.

^a Manual de Diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento CNA

Demanda^a. La demanda es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas.

Esta queda integrada como se indica:

- Consumo doméstico.
- Consumo comercial.
- Consumo industrial de servicios.
- Consumo industrial de producción.
- Consumos públicos.
- Pérdidas de agua.

Predicción de la demanda. Para efectos de diseño es importante determinar la demanda futura. Esta demanda se calcula con base en los consumos de las diferentes clases socioeconómicas, la actividad comercial, industrial, la demanda actual, el pronóstico de la población y su actividad económica.

Dotación^b. La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en L/Hab/día.

Coefficientes de variación^c. Los coeficientes de variación se derivan de la fluctuación de la demanda debido a los días laborales y otras actividades.

^a Manual de diseño de agua potable y alcantarillado CNA

^b Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento CNA

Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los *gastos Máximo Diario* (Q_{Md}) y *Máximo Horario* (Q_{Mh}). Su empleo en el cálculo del sistema se indica en la tabla 4.2.3.2.

TABLA 4.2.3.2
GASTO DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS
DE AGUA POTABLE

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON	
	Q_{Md}	Q_{Mh}
Fuente de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regularización	X	
Tanque de regularización	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de distribución		X

Para la obtención de los coeficientes de variación diaria y horaria lo adecuado es hacer un estudio de demanda de la localidad, utilizando los criterios descritos en el "Estudio de Actualización de dotaciones en el país", publicado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (I.M.T.A).

Considerando el estudio de "actualización de dotaciones en el país" llevado a cabo por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; en donde se determinó la variación del consumo por hora y por día durante un periodo significativo en cada una de las estaciones del año, calculándose los coeficientes por clase socioeconómica y por clima. Del análisis de la información de ese trabajo, se identificó que no había una diferencia significativa entre el tipo de usuario, clima y estación del año, por lo que se puede utilizar los valores promedio, que se dan en la tabla 4.2.3.3.

TABLA 4.2.3.3 *
COEFICIENTES DE VARIACION

CONCEPTO	VALOR
Coefficiente de variación diaria (C _{vd})	1.40
Coefficiente de variación horaria (C _{vh})	1.55

Gastos de diseño^a (medio diario, máximos diario y horario). La estimación apropiada de estos caudales, permite que la obra alcance su vida útil para el periodo con que fue diseñada, por lo que aquí se describen.

Gasto medio diario (Q_{med}). El gasto medio diario es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio, se calcula como:

$$Q_{med} = \frac{(\text{Dotacion})(\text{Poblacion})}{86400}$$

donde:

Q_{med} = litros por segundo (LPS)

Dotación = Litros/Habitantes/Día (L/H/D)

Población = Número de habitantes (Hab)

86400 = segundos que tiene un día

Gastos máximos diario y horario. Los gastos máximo diario y horario, son los requeridos para satisfacer las necesidades de la población en un día de máximo consumo, y a la hora de máximo consumo en un año tipo, respectivamente, se calculan con las siguientes relaciones:

$$Q_{Md} = C_{vd} Q_{med}$$

$$Q_{Mh} = C_{vh} Q_{Md}$$

^a Manual de diseño de agua potable alcantarillado y saneamiento. CNA

donde:

- Q_{Md} = Gasto máximo diario en lps
- Q_{Mh} = Gasto máximo horario en lps
- Q_{med} = Gasto medio diario en lps
- C_{vd} = Coeficiente de variación diaria
- C_{vh} = Coeficiente de variación horaria

Coeficientes de regularización.

La regularización tiene por objeto cambiar el régimen de suministro (captación - conducción), que normalmente es constante, a un régimen de demandas (de la red de distribución), que siempre es variable.

El tanque de regulación es la estructura destinada para cumplir esta función, y debe proporcionar un servicio eficiente, bajo normas estrictas de higiene y seguridad, procurando que su costo de inversión y mantenimiento sea mínimo.

La capacidad del tanque esta en función del gasto máximo diario y la ley de demandas de la localidad, calculándose ya sea por métodos analíticos o gráficos.

El coeficiente de regulación, esta en función del tiempo (número de horas por día) de alimentación de las fuentes de abastecimiento al tanque, requiriéndose almacenar el agua en las horas de baja demanda, para distribuirla en las de alta demanda.

El procedimiento de cálculo se presenta a continuación:

1	2	3	4	5
Horas	Entrada %	Salida %	Diferencia	Diferencia
	Q. Bombeo	Q. Salida	(Ent-Sal)	Acumuladas

En la **columna 1** se anota el tiempo en horas.

En la **columna 2** se anota la ley de entrada (está en función del volumen de agua que se deposita en los tanques en la unidad de tiempo considerada, por él o los diferentes conductos de entrada).

Se puede considerar diferentes intervalos de bombeo dependiendo del gasto medio de producción de las diferentes fuentes de captación.

En la **columna 3** se anota la ley de salida en forma similar a la anterior (porcentajes de gastos horarios respecto del gasto medio horario).

En la **columna 4** se anota la diferencia algebraica entre la entrada y la salida.

Finalmente en la **columna 5** se anotan las diferencias acumuladas resultante de la suma algebraica de las diferencias de la columna 4.

De los valores de la columna de diferencias acumuladas, se deduce el máximo porcentaje excedente y el máximo porcentaje faltante, por lo que:

$$R = 3.6 \left(\frac{\text{Max. \% Excedente} - \text{Max. \% Faltante}}{100} \right)$$

Donde:

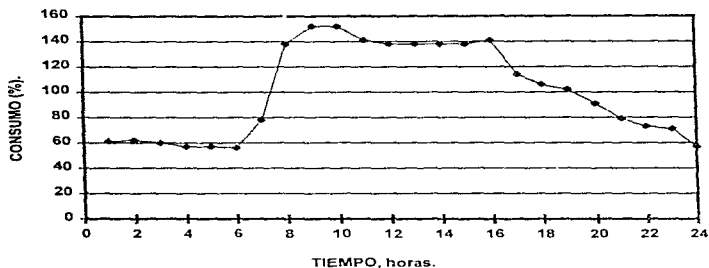
R = Coeficiente de regularización

Max. %Excedente = Es el valor máximo positivo de las diferencias acumuladas

Max %Faltante = Es el valor máximo negativo de las diferencias acumuladas.

La CNA y el IMTA analizaron demandas para diferentes ciudades del país, así mismo, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), elaboró un estudio en la ciudad de México, obteniendo la variación del gasto horario en la ciudad (Fig.4.2.3.1), estableciendo en base a esto una metodología para calcular los coeficientes de regularización para suministro de 20 horas por día.

VARIACION DEL GASTO HORARIO EN LA CIUDAD DE MEXICO
VARIACION DEL GASTO HORARIO (%)



Hora	Variación del gasto horario (%)	Hora	Variación del gasto horario (%)
0-1	61	13-14	138
1-2	62	14-15	138
2-3	60	15-16	141
3-4	57	16-17	114
4-5	57	17-18	106
5-6	56	18-19	102
6-7	78	19-20	91
7-8	139	20-21	79
8-9	152	21-22	73
9-10	152	22-23	71
10-11	141	23-24	57
11-12	138		

FIGURA 4.2.3.1

* Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos. CNA

Por otro lado, en la tabla 4.2.3.4, se presentan algunos coeficientes de regularización, calculados a partir de los datos obtenidos por BANOBRAS para la ciudad de México. Cuando no se conoce la ley de demandas, se pueden aplicar estos valores de los coeficientes de regularización para la ciudad de México, para diferentes tiempos de bombeo.

**TABLA 4.2.3.4
COEFICIENTES DE REGULARIZACIÓN PARA LA CIUDAD DE MEXICO**

Tiempo de suministro al tanque	Coefficiente de regularización (R)
24 horas	14.3
20 horas (de las 4 a las 24 horas)	9.6
16 horas (de las 6 a las 22 horas)	17.3

Entonces la capacidad del tanque de regularización se determina con la siguiente expresión:

$$C = R Q_{M3}$$

Donde:

C = Capacidad del tanque en m³.

R = Coeficiente de regularización.

Q_{M3} = Gasto máximo diario, en lps.

Velocidades de diseño (máximas y mínimas permisibles).

Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores.

La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar la precipitación de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías. En la tabla 4.2.3.5 se presentan valores de estas velocidades para diferentes materiales de tubería.

**TABLA 4.2.3.5
VELOCIDADES PERMISIBLES EN TUBERIAS**

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/s)	
	MAXIMA	MINIMA
Concreto simple hasta 45 cm. de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado de 60 cm. de diámetro o mayores	3.50	0.30
Concreto preforsado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Hierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Poliétileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Nota: La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios

Pérdidas de energía. Para determinar las pérdidas de carga por fricción se utilizará la fórmula de Manning.

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

Donde:

V= Velocidad, en m/s

r = Radio hidráulico, en m

s = Pendiente del gradiente hidráulico, adimensional

n = Coeficiente de "fricción", adimensional

Por lo cual las pérdidas por fricción esta dado por la expresión:

$$h_f = \frac{v^2 n^2}{r^{4/3}}$$

El radio hidráulico para una sección circular es:

$$r = \frac{d}{4}$$

Sustituyendo tenemos:

$$h_f = \frac{4^{3/4} V^2 n^2}{d^{5/4}}$$

Si:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Haciendo

$$K = \frac{4^{10/3} n^2}{pd^{6/3}}$$

La pérdida por fricción quedaría:

$$h_f = KLQ^2$$

Las pérdidas menores para fines prácticos se pueden considerar como 5% de las pérdidas en la línea, por lo que:

$$\text{Pérdidas menores} = 5\% h_f$$

Sobrepresión ocasionada por el golpe de ariete. Este término se refiere a las fluctuaciones de presión ocasionadas por variaciones de gasto (este fenómeno se presenta debido a una serie de perturbaciones originadas por cambios de flujo en un conducto a presión, por lo que se presentan variaciones violentas de presión, en forma de ondas elásticas que viajan por la tubería).

El flujo transitorio (golpe de ariete) es generado por cualquier acción que cambie las condiciones de presión y/o velocidad de un régimen permanente, planeadas o accidentales.

Dentro de las causas que originan la presencia del fenómeno pueden citarse las maniobras de cierre o apertura de válvulas de seccionamiento, arranque o paro de una bomba.

Para el cálculo del golpe de ariete para fines prácticos se considerara que la sobrepresión producida por el golpe de ariete será la misma en cualquier sección de la línea, y de acuerdo a la teoría de la columna elástica esta dado por la siguiente relación.

Sobrepresión.

$$\Delta H = \frac{a V_o}{g}$$

Donde:

ΔH = Incremento de carga debido al golpe de ariete

V_o = Velocidad inicial

a = Celeridad de onda

g = Gravedad

La celeridad esta dada por

$$a = \frac{1}{\sqrt{\rho \left(\frac{1}{E_v} + \frac{d}{e E_t} \right)}}$$

Donde:

ρ = Densidad del agua

E_v = Módulo de elasticidad volumétrico del agua

E_t = Módulo de elasticidad de la tubería

d = Diámetro interior del tubería

e = Espesor de la tubería

Para conductos de pared gruesa $e/d > 0.01$

$$a = \sqrt{\frac{E_v}{1 + \frac{2E_v}{E_t} \left(\frac{(R+e)^2 + R^2}{(R+e)^2 - R^2} \right)}}$$

Donde:

R = Radio interior del conducto

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cálculo del diámetro económico. Para el cálculo del diámetro mas económico, se conjugan los resultados de los cálculos, diseños y costos de construcción de los componentes de una construcción que son susceptibles de variar (no son las casetas, cercas de protección para equipos de bombeo o algunas estructuras complementarias) como diámetros, tipos y clase de tubería y potencia de los equipos de bombeo

Conducción por bombeo. Como una aproximación se considera una velocidad optima de 1.5m/s, por lo cual el diámetro sería:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Donde:

d= Diámetro en metros
Q= Caudal en m³/seg
V= Velocidad en m/seg

Conducción por gravedad. Se calcula el diámetro mas económico con la siguiente relación:

$$d = \left[\frac{3.21 Q n}{S^2} \right]^{3/8}$$

Con los diámetros de las fórmulas anteriores se proponen tres valores (o los necesarios) de diámetros cercanos a este, tanto mayores como menores.

Los datos básicos de la geometría de las tuberías propuestas se anotan en un formato como el mostrado en la figura 4-2, de tal forma que sus velocidades no rebasen los límites mínimos y máximos indicados en la tabla 4.2.3.5, y se proponen longitudes para diferentes tipos y clases de tubería, se determinan las pérdidas de carga por fricción, pérdidas de carga menores y totales así como las cargas normales de operación.

Si la conducción es por bombeo, la carga normal de operación se constituye en general por el desnivel del terreno entre la planta de bombeo y la plantilla del tanque, por el tirante hidráulico del tanque, y por la suma de pérdidas de carga.

Con estos resultados de operación normal, se determina la potencia del equipo de bombeo.

Si la conducción es por gravedad, la carga normal de operación esta dada por el desnivel entre los dos tanques, considerando sus tirantes hidráulicos y la suma de las pérdidas de carga, esta diferencia debe ser positiva para garantizar que el caudal llegue al tanque ubicado aguas abajo, en caso contrario se aumentara el diámetro de la tubería con la finalidad de disminuir las perdida de carga, ó se cambiara la ubicación de los tanques.

La segunda parte permite valuar las sobrepresiones debidas al golpe de ariete. Un criterio aproximado es el que define que el 80% de la sobrepresión por efecto del golpe de ariete, sea disipado por algún dispositivo especial dentro del diseño de la fontanería (comúnmente este dispositivo es una válvula de control y amortiguación del golpe de ariete). El restante 20% de la sobrepresión es lo que se recomienda que absorba la tubería, además de la carga normal de operación, con ello se obtiene la carga total o presión total.

Para desarrollar este segundo recuadro se requiere de la carga normal de operación calculada en el primer recuadro. Además que la clasificación de la sobrepresión en 80 y 20% es un criterio aproximado. Analizando el perfil del terreno y con los datos de la primera y segunda parte de la tabla, se verifican las longitudes del tipo y clase de tubería, y en su caso se modifican.

Con el apoyo de estos datos, es posible valorar los costos de construcción y esto se presenta en la tercera parte de la tabla (figura 4-2).

El formato de esta corresponde al de una hoja de presupuesto, los precios se basaran en el Tabulador General de Precios Unitarios del Departamento del Distrito Federal de 1996.

En la cuarta parte y final de la tabla, se calcula la potencia de la bomba, si la conducción es por bombeo y el costo de bombeo es por un año, se calcula el costo anualizado de la inversión para la conducción con la siguiente expresión:

$$CA = CI \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

- CA = costo anualizado de la inversión, en pesos
- CI = costo de la inversión, en pesos
- i = tasa anual de interés (tasa de descuento)
- n = período de diseño, en años

Posteriormente se suman los costos de energía por bombeo, el costo anualizado de la inversión y el costo de mantenimiento.

El menor costo de las opciones analizadas, proporciona desde el punto de vista técnico - económico la solución óptima del diámetro de la conducción.

4.3 Estudios topográficos

Estos se basan en la topografía ¹⁰ , que es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de un punto y posteriormente su representación en un plano se le denomina levantamiento. Para nuestro proyecto, nos apoyaremos en levantamientos topográficos, que son aquellos que abarcan superficies reducidas, y por lo tanto se puede despreciar la curvatura de la tierra sin error apreciable.

En los proyectos de abastecimiento de agua, se denomina estudios topográficos al conjunto de actividades de campo y gabinete que tiene como finalidad proporcionar información altimétrica y/o planimétrica de una determinada región de la superficie terrestre, para ser representada en planos a escala.

4.3.1 Trabajos preliminares.

Para el desarrollo del proyecto, los trabajos preliminares de topografía se desarrollaron según la metodología siguiente:

¹⁰ Topografía. Miguel Montes de Oca. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería

- **Trazo preliminar de ejes de tuberías en planos.**
- **Obtención de distancias, ángulos y elevaciones sobre eje preliminar.**
- **Ubicación en campo del eje de trazo preliminar**
- **Trazo del eje definitivo.**
- **Levantamiento de distancias, ángulos y elevaciones sobre el cadenamamiento del eje definitivo.**
- **Ubicación en plano de datos topográficos, mediante coordenadas.**

Aunque las actividades aquí descritas, se refieren al desarrollo de un proyecto ejecutivo, siempre que fue posible se procuró confirmar los datos mediante reconocimientos de campo.

La ubicación de los tanques con sus respectivas áreas de influencia o zonas de presión, así como el trazo y perfiles de las alternativas de las líneas de conducción, se definieron en el plano topográfico de la zona (escala 1:4000), proporcionado por la D.G.C.O.H. y con el apoyo de reconocimientos de campo, esto último con la finalidad de verificar la ruta mas viable de las líneas, y ubicación de los tanques, reconociendo obstáculos, características del suelo, relieve y tenencia de la tierra.

En general se procuró que el eje de trazo de las líneas de conducción coincidieran con los trazos de calles, veredas y límites de predios.

Para la ubicación de los tanques se consideraron siempre las cargas mínimas y máximas requeridas para las zonas a servir (mínima 10m y máxima 70m).

4.3.2 Planimetría.

Son los procedimientos para fijar las posiciones de los puntos, proyectados en un plano horizontal.

Una vez definidas las alternativas de abastecimiento y las rutas de las líneas de conducción, se procedió a trazar en plano la poligonal de apoyo para el trazo de proyecto de los ejes de las líneas de conducción.

Para el trazo del eje de las líneas de conducción se decidió por una poligonal abierta, recomendándose que en campo el trazo definitivo de los ejes se realice de acuerdo con el método de deflexiones o ángulos horizontales, se utilice distanciómetro y teodolito, verificando la poligonal con orientación astronómica.

Los cadenamamientos de los ejes se deben fijar en puntos a cada 20 m. así como en puntos de cambio brusco de pendiente, para realizar posteriormente la nivelación del perfil de estos ejes. Se localizarán los paramentos de las construcciones y calles que inciden con los trazos en cuestión. El sentido del trazo de cada una de los ejes de las líneas de conducción debe iniciar en el tanque aguas arriba correspondiente.

4.3.3 Altimetría o control vertical.

Tiene por objetivo determinar las diferencias de alturas entre los puntos de un terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, siendo el más común de ellos el del nivel del mar, a las alturas de los puntos sobre esos planos de comparación se les denomina cotas o elevaciones, o alturas, y a veces niveles.

Las diferencias de alturas, o determinación de cotas de los puntos del terreno, se obtienen mediante nivelación, esta puede ser:

- Indirecta:
 - Barométrica
 - Trigonométrica
- Directa o topográfica

Los métodos de nivelación directa que se emplean son:

- Nivelación diferencial
- Nivelación de perfil

Nivelación diferencial. Obtenido el eje de trazo de las líneas, se procederá a realizar la nivelación diferencial para ligar el banco de nivel más cercano o próximo. En la zona de estudio se localizaron los bancos B(S09E08)1 y B(S08E08)3, siendo confirmados por la D.G.C.O.H., estos se ligan con el inicio del trazo de las líneas.

El banco de nivel B(S09E08)1, está ubicado en la calle Sauce entre las calles Ahuehuetes y Gorrión, colonia Lomas de Bellavista, su elevación es de 2320.097 m.s.n.m.

El banco de nivel B(S08E08)3, se ubica en la Av. Las Palmas esquina con la calle Puerto de Zihuatanejo colonia Xalpa - Tenorios.

Nivelación del perfil. Tomando como base la nivelación diferencial de los bancos de nivel al inicio de las líneas, y en base al trazo de la misma con la poligonal de apoyo, se elaboró el perfil correspondiente.

4.4 Geológicos.

4.4.1 Geología regional.

El buen comportamiento de un proyecto de ingeniería civil depende en gran medida de la ejecución de un estudio cuidadoso de mecánica del suelo, y este a su vez se apoya fundamentalmente en realizar un muestreo de calidad, ya que dependiendo de la excelencia de este, será la confiabilidad del proyecto. Teniendo en cuenta los diversos orígenes de los cuales provienen los suelos del Valle de México, no existe un procedimiento único que pueda aplicarse para obtener un cálculo constante de su explotación, pero más importante aun es que no se puede estandarizar y generalizar sus propiedades, ni especificaciones.

Lo anterior obliga a los proyectos que se han de construir, a afrontar un firme conocimiento del comportamiento del subsuelo, cuya consideración tenga como resultado garantizar en el proyecto arquitectónico y estructural la estabilidad como característica principal ante la presencia de un sismo.

También como resultado de la aplicación de todos los conocimientos del subsuelo de una zona para proyectar una obra, se tendrá la seguridad en tiempo que no habrá imprevistos que detengan su funcionamiento y así la vida útil estará dependiendo únicamente de las condiciones de operación y mantenimiento de la misma.

Marco geológico general. La cuenca de México, asemeja una enorme presa azolvada: la cortina, situada al sur está representada por los basaltos de la sierra del Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes. El conjunto de rellenos contiene además cenizas y estratos de pomex producto de las erupciones volcánicas menores y mayores durante el último medio millón de años, que es aproximadamente el lapso transcurrido a partir del inicio del cierre de la cuenca.

También se reconocen en el citado relleno numerosos suelos, producto de la meteorización de los depósitos volcánicos, fluviales, aluviales y glaciares, estos suelos transformados en paleosuelos o tobas, llevan el sello del clima en el que fueron formados, siendo a veces amarillos, productos de ambientes fríos y otras veces cafés y hasta rojizos, producto de ambientes de moderados a subtropicales.

Marco volcánico. Todo material contenido en los depósitos de la cuenca del Valle de México es directa o indirectamente de origen volcánico. De origen volcánico directo son por ejemplo las lavas de los domos del cerro de Chapultepec y del cerro del Tepeyac. Lo son también las lavas, brechas, tezontles y cenizas del Peñón del Marqués, así como las de la sierra de Santa Catarina, siendo esta de gran importancia, ya que es aquí donde se encuentra nuestra zona de estudio.

Debido principalmente a que no existen publicaciones para determinar en forma general el tipo de suelo que existe en la zona de estudio, es necesario tomar como punto de partida la zonificación del área metropolitana, así como las técnicas de muestreo y exploración que recomienda la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.

De acuerdo al plano de Zonificación Geotécnica ¹⁰, la zona en estudio se ubica en la sierra de Santa Catarina, arriba de la zona de transición abrupta, por lo cual la geología está formada por roca volcánica y depósitos de arenas.

4.4.2 Trabajos de campo.

Los estudios geológicos efectuados, consistieron en la realización de sondeos a cielo abierto sobre el trazo de las líneas, con la finalidad de determinar el tipo de terreno a excavar, dando los siguientes resultados:

En la zona comprendida entre los tanques Xaltepec, Bellavista y Minas el subsuelo está formado en su mayoría por arenas, y en menor cantidad por depósitos de talud de fragmentos de roca volcánica.

El subsuelo entre los tanques Cabras, Huecampool, San Pablo I y San Pablo II en su mayoría lo forman depósitos de talud de fragmentos de roca volcánica.

4.4.3 Clasificación de la zona y material a excavar

De las Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción elaboradas por la D.G.C.O.H., para la construcción de redes de agua potable, los materiales a excavar de acuerdo a el área de trabajo (zona) y tipo de material (clase), como a continuación se indica:

¹⁰ Plano de Zonificación Geotécnica - DETENAL.

La zona "A" corresponde a las áreas que no están pobladas o las pobladas sin servicios municipales, en las cuales no existen instalaciones subterráneas.

La zona "B" corresponde a áreas urbanas en las cuales no existen instalaciones que dificulten o representen un peligro para la ejecución de las obras.

Zona "C" será toda aquella en la que existan instalaciones de agua potable, alcantarillado, luz, teléfono o gas, cuyas instalaciones dificultan o representan un peligro o retraso para la ejecución de las obras.

Se clasificará como material clase I el de suelos arcillosos suaves con humedad, que son capaces de soportar las paredes verticales de la excavación con o sin auxilio de ademe, que puedan ser aflojados manualmente con el empleo de pala manual.

Se clasificarán como material clase II los de suelos arcillosos, arenosos compactos capaces de soportar las paredes verticales sin auxilio de ademe y cuya excavación requiera el empleo de zapapico, tales como tepetate.

Se clasificará como material clase II-A el de aquellos suelos que estén mezclados con piedras y fragmentos de rocas, representando estos dificultad para la excavación con pala y zapapico.

Se clasificarán como material clase III el de suelo rocosos cuya excavación requiera del uso de cuña y marro o rompedoras mecánicas, incluso el uso de explosivos.

Para los tramos Xaltepec - Bellavista y Bellavista - Minas aproximadamente el 70% corresponde a material clase II y el restante a material clase III, por estar formado en su mayoría por suelos arenosos.

Para los tramos del tanque Minas al San Pablo II aproximadamente el 36% corresponde a material clase II y el 64% a clase III por estar conformado en su mayoría por suelos rocosos.

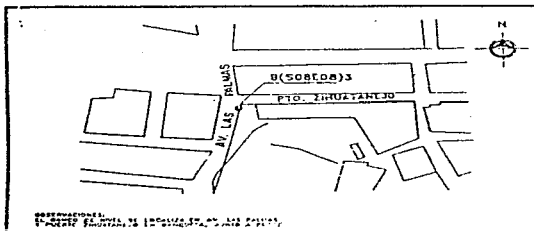
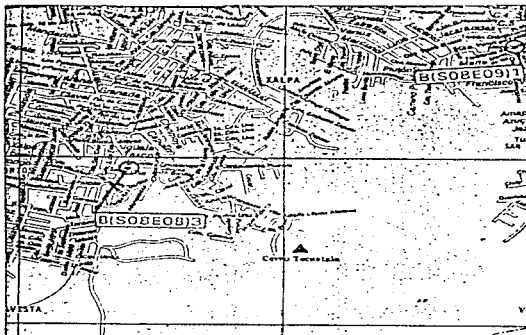


DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA



DELEGACION IZTAPALAPA

BANCO DE NIVEL	B (SOBE08)3		COORDENADAS GEOGRAFICAS
	COTONAHUACAS 5114		
CROQUIS DE LOCALIZACION	X1 08-100	X2 37-420	90°01'05"-10°19'54"





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACION HIDRAULICA

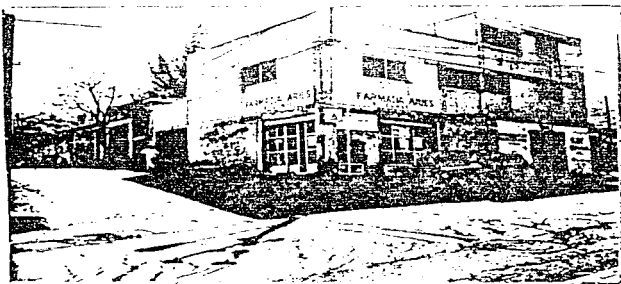
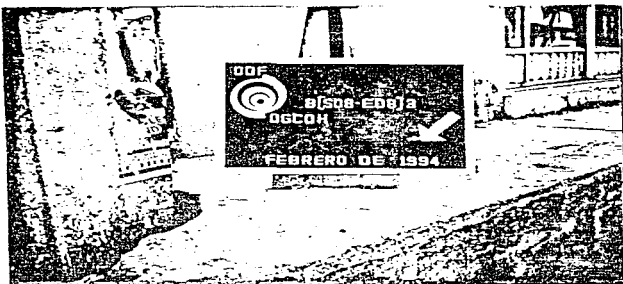


DELEGACION TIZAPALAPA

BANCO DE NIVEL
FOTOGRAFIAS

REC-106-08103
COORDENADAS UTM
X: 96.100 Y: 37.420

COORDENADAS
GEOGRAFICAS
99°03'05"-10°10'56"





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA



DELEGACION IZTAPALAPA

BANCO DE NIVEL DATOS DE NIVELACION	B(S0BE08)03	COORDENADAS GEOGRAFICAS 99601105--19619*54"
	COORDENADAS UTM	
	X: 98.100 Y: 37.420	

CIA. QUE NIVELA	BANCO DE PARTIDA		BANCO DE LLEGADA		OBSERVACIONES
	CLAVE	ELEVACION	FECHA	ELEVACION	
C.A.C.U.S.A.	B(S0BE08)-01	2,258.560	05/21/54	2,318.889	PLACA NUEVA
I.U.T.S.A	B(S0BE08)-01	2,258.611	12/01/55	2,318.947	
C.A.C.U.S.A.	B(S0PE08)-01	2,320.173	04/27/57	2,318.942	
I.U.T.S.A	B(S0SEC8)-01	2,258.403	08/01/59	2,318.825	
I.U.Y.E.T	B(S0PE08)-01	2,320.166	05/19/92	2,318.870	
I.U.Y.E.T	B(S0PE08)-01	2,320.097	02/10/94	2,318.803	

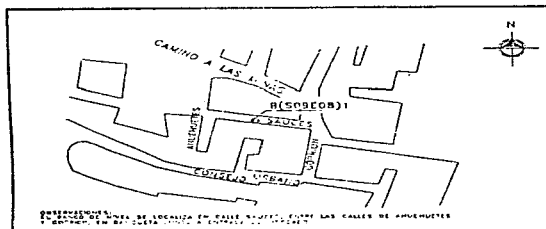
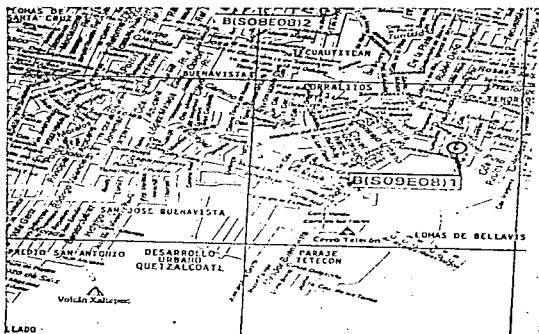


DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPEPACION HIDRAULICA



DELEGACION ESTAPALAPA

BANCO DE NIVEL	BES09E08301	COORDENADAS GEOGRAFICAS
CROQUIS DE LOCALIZACION	COORDENADAS UTM	
	X: 97.510	Y: 37.113
		90°01'25"-19°19'44"



DESCRIPCION: Este croquis de localización en el caso de la zona BISO9E0811, está basado en el croquis de localización de la zona BISO9E0811, el cual se encuentra en el expediente de la zona BISO9E0811.

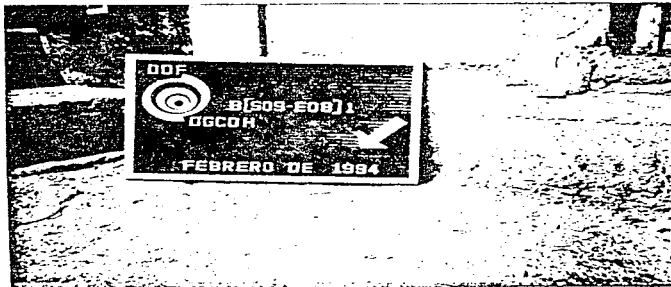


DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA



DELEGACION TLAXCALA

BANCO DE NIVEL FOTOGRAFIAS	#CSOPE00301	COORDENADAS GEOGRAFICAS 90°01'25"-10°10'44"
	COORDENADAS UTM X: 97.516 Y: 37.113	





DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA



DELEGACION TETAPALAPA

BANCO DE NIVEL	#(SOBE08)01	COORDENADAS GEOGRAFICAS
DATOS DE NIVELACION	COORDENADAS UTM:	
	X: 97.516 Y: 37.113	99001125*-19010744*

CIA. QUE NIVELA	BANCO DE PARTIDA		BANCO DE LLEGADA		OBSERVACIONES
	CLAVE	ELEVACION	FECHA	ELEVACION	
C.A.C.U.S.A.	#(SOBE08)-03	2,318.889	08/21/84	2,320.192	
I.U.T.S.A.	#(SOBE08)-03	2,315.947	12/01/85	2,320.267	
C.A.C.U.S.A.	#(SOBE08)-02	2,257.583	04/27/87	2,320.173	
I.U.T.S.A.	#(SOBE08)-03	2,318.825	08/01/89	2,320.117	
I.U.Y.E.T	P(SOBE07)01	2,244.682	06/19/92	2,320.166	
I.U.Y.E.T	#(SOBE08)02	2,257.518	02/10/96	2,320.097	

5 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

5 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

5.1 Datos básicos de las alternativas.

Una vez definida la ubicación de los tanques con sus respectivas zonas de influencia, se determinan los datos básicos para el cálculo de las alternativas, como se describe a continuación.

5.1.1 Gastos de diseño.

Dotación para el cálculo del proyecto:

$$\text{Dot} = 150 \text{ l/Hab/día}$$

Gasto medio (lps):

$$Q_m = \frac{(\text{Poblacion proyecto}) (\text{Dotacion})}{86400}$$

Gasto máximo diario en litros/seg:

$$Q_d = 1.2 * Q_m$$

Gasto máximo horario (lps)

$$Q_h = 1.5 Q_d$$

5.1.2 Coeficientes de variación.

Coefficiente de variación diaria (Tabla 4.2.3.3)

$$C_{vd} = 1.2$$

Coefficiente de variación horaria (Tabla 4.2.3.3)

$$C_{vh} = 1.5$$

La población y gasto para el análisis de alternativas se indican en la tabla 5.1.1.1.

**TABLA 5.1.1.1
POBLACION Y GASTOS PARA EL AÑO 2010**

TANQUE	POBLACION (Hab)	CAUDAL (lps)		
		Q _{med}	Q _{Ma}	Q _{Mh}
1.- XALTEPEC				
2.- BELLA VISTA	8,364	14.52	17.43	26.14
3.- MINAS	26,087	45.29	54.35	81.52
4.- CABRAS	1,903	3.30	3.96	5.94
5.- HUECAMPPOOL II	1,657	2.88	3.45	5.18
6.- SAN PABLO I	9,856	17.114	20.54	30.80
7.- SAN PABLO II	370	0.64	0.77	1.15
TOTAL	48,237		100.50	150.73

5.1.3 Ubicación de tanques y longitud de líneas de conducción.

**TABLA 5.1.2.1
UBICACION SOBRE COTAS DE TERRENO**

TANQUE	ELEVACION (msnm)	NAME (msnm)
1.- XALTEPEC	2,283.19	2,283.19
2.- BELLA VISTA	2,380.00	2,383.50
3.- MINAS	2,373.60	2,375.00
4.- CABRAS	2,451.77	2,455.27
5.- HUECAMPPOOL II	2,393.00	2,398.00
6.- SAN PABLO I	2,410.00	2,413.00
7.- SAN PABLO II	2,457.00	2,460.00

**TABLA 5.1.2.2
LONGITUD DE LINEAS DE CONDUCCION**

TRAMO	LONGITUD (m)
XALTEPEC-BELLAVISTA	2,220.00
BALLAVISTA-MINAS	2,118.00
MINAS-CABRAS	1,930.00
CABRAS-HUECAMPPOOL II	1,423.52
CABRAS-SAN PABLO I	2,830.00
SAN PABLO I-SAN PABLO II	450.00

5.1.4 Datos de diseño.

Coefficiente de Manning.

Asbesto - Cemento	$n = 0.010$
Acero	$n = 0.013$

Módulo de elasticidad.

Agua dulce	$E_v = 20,670 \text{ Kg/cm}^2$
Asbesto-cemento	$E_t = 328,000 \text{ Kg/cm}^2$
Acero	$E_t = 2'100,000 \text{ Kg/cm}^2$

Densidad del agua.

$$\rho = 101.94 \text{ Kg, seg}^2 / \text{m}^3$$

Gravedad.

$$g = 9.81 \text{ m / seg}^2$$

Esesor de tubería.

TABLA 5.1.3.1
ESPESTORES DE TUBERÍA

DIAMETRO	CLASE Y TIPO	ESPESOR (cm)
10.2 cm 4"	A - 7	1.10
	A - 10	1.30
	A - 14	1.60
	Acero ced. 40	0.602
15.2 cm 6"	A - 7	1.20
	A - 10	1.50
	A - 14	1.95
	Acero ced. 40	0.711
30.5 cm 12"	A - 7	2.00
	A - 10	2.60
	A - 14	3.50
	Acero ced. 40	1.031
50.8 cm 20"	A - 7	2.85
	A - 10	4.05
	A - 14	5.80
	Acero ced. 40	1.509

5.2 Planteamiento de alternativas.

Las alternativas se plantearán en virtud de las diferentes opciones para alimentar principalmente a los tanques Cabras, Huecampool y San Pablo I (Figura 5-1), ambos de proyecto, desde el tanque Minas (existente), el cual se acondicionara como carcamo de bombeo.

La alimentación al tanque "Bellavista (de proyecto), será del tanque "Xaltepec" (existente), que se habilitará como carcamo de bombeo, y este a su vez alimentará al tanque "Minas". El análisis de sus líneas de conducción será únicamente para determinar el diámetro más económico, al igual que la línea del tanque "San Pablo I" "San Pablo II".

Las dificultades a vencer estriban en un principio; al tanque "Cabras", el cual requiere de una elevación cercana a los 2450.00 m.s.n.m. debido a que su área a servir se encuentra situada entre las cotas.

El tanque "Cabras" se abastecerá desde la planta de bombeo de proyecto ubicado en el tanque "Minas" el cual se encuentra en la cota 2373.60 m.s.n.m., por lo que habrá que vencer una carga de 81.67 m., más las pérdidas por fricción en la línea.

El otro problema a vencer será la alimentación al tanque "Huecampool II", la zona de influencia de este es menor, sin embargo es de suma importancia, ya que atenderá la red que no puede servir el tanque "Cabras", debido a las grandes cargas que se presentarían en la red, porque el área de influencia de este tanque, se encuentra entre las cotas 2340 a la 2390 m.s.n.m., por lo cual se hizo la delimitación de las zonas de presión para evitar posibles fugas en la red de distribución.

Por último el análisis contempla la solución que deberá darse para alimentar al tanque "San Pablo I", que se encuentra en la cota 2410.00 m.s.n.m., ya que de este tanque dependerá el tanque "San Pablo II", para abastecer a las colonias más alejadas y en zonas alta, que se encuentran entre las cotas 2457.00 y 2410.00 m.s.n.m., la solución podría ser una línea desde el tanque "Cabras", o bien deribar una línea desde un crucero situado en un punto de la línea que alimentará al tanque "Huecampool II".

El análisis para cada solución, se hará considerando las factibilidades técnicas de los servicios, y posteriormente se hará la evaluación económica, al final de cada análisis se comentaran las ventajas y desventajas acorde con las políticas y planteamiento de los operadores del sistema de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, así como de la delegación Iztapalapa.

5.2.1 Tramo Xaltepec - Bellavista

La conducción será por bombeo, y el gasto a conducir es el total del proyecto.

DATO		OBSERVACIONES
Caudal total Q =	= 17.47 + 54.35 + 3.96 + 3.45 + 20.54 + 0.77 = 100.5 l/s	(Tabla 5.1.1.1)
Cota inicial (NAMIM del tanque Xaltepec)	= 2283.19 m.s.n.m.	(Tabla 5.1.2.1)
Cota final (NAME del tanque Bellavista)	= 2383.50 m.s.n.m.	(Tabla 5.1.2.1)
Carga piezométrica H	= 2383.50-2283.19 = 100.31m	
Longitud L	= 2200 m	(Tabla 5.1.2.2)

Cálculo del diámetro más económico. Para una sección por bombeo la velocidad óptima se considerará $V=1.5\text{m/s}$

$$A = Q/V = 0.1005/1.5 = 0.067\text{m}^2$$

$$d = (4A/\pi)^{1/2} [4(0.067)/\pi]^{1/2} = 0.292 \text{ m} = 11.5"$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 12 y 20" empleando las tablas 5.2.1.1 y 5.2.1.2 y la figura 5 -2.

De la tabla 5.2.1.1 para tubería de 12" de diámetro se requieren los siguientes tipos y clases de tubería:

A-7	L = 220 m
A-10	L = 280 m
A-14	L = 570 m
Acero	L = 1,130 m
El costo anual es \$684,378.82	

De la tabla 5.2.1.2 para tubería de 20" de diámetro se requieren:

A-7	L = 550 m
A-10	L = 600 m
A-14	L = 1,130 m
Acero	
El costo anual es \$885,255.21	

El costo más económico es el de la línea de 12" de diámetro, por lo tanto se propone elaborar el proyecto ejecutivo con 12" con los tramos arriba mencionados para este diámetro.

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Xaltepec", para los siguientes datos:

$Q = 100.5 \text{ l/s}$
C.D.T. = 118.68 m (tabla 5.2.1.1)

5.2.2 Tramo Bellavista - Minas

La conducción será por gravedad y el gasto será el total del proyecto menos el consumido por el área de influencia del tanque "Bellavista".

DATO		OBSERVACIONES
Caudal total Q =	= 100.50 - 17.43 = 83.07 l/s	
Cota inicial (NAMIN del tanque Bellavista)	= 2380.00 m.s.n.m.	
Cota final (NAME del tanque Minas)	= 2376.00 m.s.n.m.	
Carga piezométrica H	= 2380.00 - 2376.00 = 4.0 m	
Longitud L	= 2118.00 m	

Cálculo de diámetro económico.

Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:

$$d = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 9.90/2095.47 = 0.00472$$

$$d = [(3.21)(0.08307)(0.010)/(0.00472)^{1/2}]^{3/8} = 0.2957 \text{ m} < 0.305 \text{ m (12")}$$

Se analizará el diámetro mas económico entre 12 y 20" en la tabla 5.2.2.1 y 5.2.2.2 y figura 5.3.

De la tabla 5.2.2.1 para tubería de 12" de diámetro se requieren los siguientes tipos y clases de tubería:

A-7	L = 1,389.00 m
A-10	L = 500 m
A-14	L = 229.00 m
Acero	
El costo total de la línea es \$1,130,202.00	

De la tabla 5.2.2.2 para tubería de 20" de diámetro se requieren:

A-7	L = 1,389.00 m
A-10	L = 500.00 m
A-14	L = 229.00 m
Acero	
El costo total de la línea es \$2,381,381.00	

El costo más económico es el de la línea de 12" de diámetro, por lo tanto se propone elaborar el proyecto ejecutivo con 12" con los tramos arriba mencionados para este diámetro.

5.2.3 Primera Alternativa. Esta alternativa plantea alimentar directamente al tanque "Cabras", descargando en su interior todo el caudal requerido por este tanque, así como el requerido por los tanques "Huecampool II", y "San Pablo I", Por lo tanto se forman tres líneas de conducción, el primer tramo será por bombeo del tanque "Minas" al tanque "Cabras", y las dos restantes serán por gravedad del tanque "Cabras" al tanque "Huecampool II", y al tanque "San Pablo I" respectivamente (Figura 5-4).

Los gastos que se conducirán serán los siguientes:

- Para el primer tramo (por bombeo) un gasto de 28.72 l/seg , hasta el tanque "Cabras". El desnivel que habrá que vencer es de 81.67 m, y tendrá un recorrido de 1930 m.
- El tramo del tanque "cabras" al "huecampool II (por gravedad), tendrá un gasto de 3.45 l/seg. El desnivel existente entre ambas estructuras será de 53.77 m, y se tendrá un recorrido de 1425.32 m.

- El tercer tramo Cabras-San Pablo I (por gravedad), conducirá un gasto de 21.31 l/seg, con un desnivel de 38.27 m, en un recorrido de 2,830.00 m.

Cada tanque abastecerá independientemente a la red de distribución de su área de influencia.

Análisis técnico y económico. A continuación se presenta el análisis técnico y económico de esta alternativa.

◊ **Tramo Minas-Cabras (por bombeo).**

DATO		OBSERVACIONES
Caudal total	Q = 28.72 l/seg	
Cota inicial (NAMIN del tanque Minas)	= 2373.60 m.s.n.m.	
Cota final (NAME del tanque Cabras)	= 2455.27 m.s.n.m.	
Carga piezométrica H	= 2455.27-2373.60 = 81.67 m	
Longitud L	= 1930 m	

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V=1.5\text{m/s}$$

$$A = Q/V = 0.02872/1.5 = 0.01915 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} [4(0.01915)/\pi]^{1/2} = 0.156 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.3.1 y 5.2.3.2 y la figura 5 -5

En las tablas 5.2.3.1 y 5.2.3.2 se justifica que la tubería de 12" de diámetro es la más conveniente para este tramo por bombeo, por ser la mas económica siendo las siguientes tipos y clases de tubería:

TIPOS Y CLASES DE TUBERIAS

A-7	L = 280.00 m
A-10	L = 350.00 m
A-14	L = 960.00 m
Acero	L = 340.00 m

El costo anual es \$265,523.00

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Minas", para los siguientes datos:

$$Q = 28.72 \text{ l/s}$$

$$\text{C.D.T.} = 82.76 \text{ m (tabla 5.2.3.2)}$$

◊ **Tramo Cabras-Huecampool**

$$Q = 3.45 \text{ l/s}$$

Cota inicial (NAME del tanque Cabras) = 2451.77 m.s.n.m.

Cota final (NAME de tanque Huecampool II) = 2398.00 m.s.n.m.

$$H = 2451.77 - 2398.00 = 53.77 \text{ m}$$

$$L = 1,425.32 \text{ m}$$

Cálculo de diámetro económico.

Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:

$$D = (3.21Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 53.77/1421 = 0.03784$$

$$D = [(3.21)(0.00345)(0.010)/(0.03784)^{1/2}]^{3/8} = 0.061\text{m} < 0.102 \text{ m (4")}$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo Cabras-Huecampool será de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.3.3 y al perfil de la figura 5-5, los tipos y clases de tubería serán los siguientes:

TIPOS Y CLASES DE TUBERIAS

A-7	L = 806 m
A-10	L = 620 m

El costo anualizado es \$43,487.00

◊ Tramo Cabras-San Pablo I

$$Q = 21.31 \text{ l/s}$$

Cota inicial (NAME del tanque Cabras) = 2451.77 m.s.n.m.

Cota final (NAME de tanque San Pablo I) = 2413.00 m.s.n.m.

$$H = 2451.77 - 2413.00 = 38.77 \text{ m}$$

$$L = 2,830 \text{ m}$$

Cálculo de diámetro económico.

Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:

$$D = (3.21 Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 47.77/1446 = 0.033$$

$$D = [(3.21)(0.02131)(0.010)/(0.033)^{1/2}]^{3/8} = 0.123\text{m} < 0.152 \text{ m (6")}$$

Se calculara para 6" y 12", de acuerdo a la tabla 5.2.3.4 y al perfil de la figura 5-2 los tipos y clases de tubería serán los siguientes; para la tubería de 6" de diámetro por ser la que representa un costo menor:

TIPOS Y CLASES DE TUBERIAS

A-7	L = 1,782.90 m
A-10	L = 1,047.10 m

El costo anualizado es \$116,022.10

RESUMEN

El costo anualizado de esta primera alternativa es:

Tramo Cabras - Huecampool II	\$ 43,487.00
Tramo Cabras - San Pablo I	\$ 116,022.49
Tramo Minas - Cabras	\$ 265,523.00

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos 39.59 \approx 40 HP

Costo anualizado $40 \times 5500 \times 0.127502 =$ 28,050.53

Costo de los operadores $1625.70 \times 3 \times 12 =$ 58,525.20

Costo de la primera alternativa = \$ 551,608.22

5.2.4 Segunda alternativa. Para disminuir las cargas de presión en las líneas de conducción, se plantea la construcción de un cárcamo intermedio, este cárcamo absorberá el gasto que se requiere para alimentar al tanque "Cabras", y este a su vez alimentará al tanque "San Pablo I", que es de 25.27 l/seg, pero la carga en la línea no se rompe del todo, continuando el bombeo desde las "Minas" hasta el "Huecampool II", solamente que desde este punto únicamente continúan 3.45 l/seg hasta este último (Figura 5-6).

Una vez alimentados ambos tanques, la distribución se hará de igual forma y/o con las mismas variantes que la alternativa anterior.

El primer punto a determinar es el sitio donde se ubicara el cárcamo intermedio, para lo cual se efectuaron recorridos por el trazo propuesto de la línea Minas-Cabras localizando el terreno en el cadenamamiento 1+685. A continuación se presenta el análisis técnico y económico de esta alternativa.

◊ **Tramo Minas-Cárcamo (por bombeo).**

Q = 28.72 l/seg

Cota inicial (NAMIN del tanque Minas) = 2373.60 m.s.n.m.

Cota final (NAME del cárcamo intermedio) = 2407.5 m.s.n.m.

H = 2407.5 -2373.60 = 33.90 m

L = 1685 m

Cálculo del diámetro más económico.

Si $V=1.5\text{m/s}$

$A = Q/V = 0.02872/1.5 = 0.01915 \text{ m}^2$

$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01915)/\pi]^{1/2} = 0.156 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$

Se analizará el diámetro más económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.4.1 y 5.2.4.2 y la figura 5-7.

En las tablas 5.2.4.1 y 5.2.4.2 se nos da los siguientes costos anualizados para las tuberías de 6" y 12" de diámetro:

Tubería de 6" = \$ 176,809.00

Tubería de 12" = \$182,165.00

Debido a que la diferencia en costos es mínima, y aunque se pudiera considerar un menor costo inicial (inversión de infraestructura) con la línea de 6" de diámetro el gasto a conducir quedaría limitado a los 28.72 l/seg, esto se comenta ya que la zona que dependerá del Cárcamo pudiera en un momento dado requerir un gasto mayor, por lo cual el ahorro económico no se estima conveniente.

Se propone para este tramo entonces tubería de 12" de diámetro de la siguiente clase de acuerdo a la tabla:

TIPOS Y CLASES DE TUBERIAS

A-7	L = 920 m
A-10	L = 765 m

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Minas", para los siguientes datos:

$$Q = 28.72 \text{ l/s}$$

$$C.D.T. = 34.75 \text{ m (tabla 5.2.4.2)}$$

◊ Tramo Cárcamo-Cabras (por bombeo).

$$Q = 25.27 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAMIN del Cárcamo)} = 2404.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque Cabras)} = 2455.27 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2455.27 - 2404.00 = 51.27 \text{ m}$$

$$L = 245 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.02527/1.5 = 0.01685 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01685)/\pi]^{1/2} = 0.146 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.4.3 y 5.2.4.4 y la figura 5-7.

En las tablas 5.2.4.3 y 5.2.4.4 se nos da los siguientes costos anualizados para las tuberías de 6" y 12" de diámetro:

$$\text{Tubería de 6" = \$ 80,575.00}$$

$$\text{Tubería de 12" = \$80,820.00}$$

Debido a que la diferencia en costos es mínima, y aunque se pudiera considerar un menor costo inicial (inversión de infraestructura) con la línea de 6" de diámetro el gasto a conducir quedaría limitado a los 25.27 l/seg , esto se comenta ya que el tanque "Cabras" pudiera en un momento dado requerir un gasto mayor , por lo cual el ahorro económico no se estima conveniente.

Se propone para este tramo entonces tubería de 12" de diámetro de las siguiente clase de acuerdo a la tabla:

TIPOS Y CLASES DE TUBERIAS

A-7	L = 245 m
-----	-----------

Se requiere una estación de bombeo en el tanque "Minas", para los siguientes datos:

$$Q = 25.27 \text{ l/s}$$

$$\text{C.D.T.} = 51.37 \text{ m (tabla 5.2.4.4)}$$

◊ Tramo Cárcamo - Huecampool II

Como no se interrumpe la línea al "Huecampool II", y la presión tampoco, se tendrá por lo tanto sobrepresión en el tramo de $20\% \text{Hga}^1 = 9.81\text{m}$ (ver cálculo de sobrepresión en la tabla 5.2.4.5).

$$Q = 3.45 \text{ l/seg}$$

Piezométrica en el punto de llegada al Cárcamo intermedio = 2404.00 m.s.n.m.

$$\text{NAME tanque Huecampool} = 2398.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2404.00 - 2398.00 = 6.00 \text{ m}$$

$$L = 1671\text{m}$$

¹ Hga=Sobrepresión por golpe de ariete

Cálculo de diámetro económico.

Para el cálculo del diámetro económico se usara la siguiente formula:

$$D = (3.21 Qn/s^{1/2})^{3/8}$$

$$s = H/L = 6.00/1671 = 0.00359$$

$$D = [(3.21)(0.00345)(0.010)/(0.00359)^{1/2}]^{3/8} = 0.094m < 0.102 m (4")$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo Cárcamo-Huecampool será de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.4.5 y al perfil de la figura 5-7, el tipo . clase de tubería y longitud serán los siguientes:

A-7	L = 1671 m
-----	------------

El costo anualizado es \$58,676.75

RESUMEN

El costo anualizado de esta segunda alternativa será:

Tramo Cárcamo - Huecampool II =	58,676.75
Tramo Cabras - San Pablo I (igual que la 1ª. Alternativa)	116,022.49
Tramo Minas - Cárcamo costo anualizado =	182,165.00
El costo de la estación de bombeo considerando: 1 HP a \$5500/HP HP requeridos 16.89 \approx 20 HP	
Costo anualizado 20 X 5500 X 0.127502 =	14,025.26
Costo de los operadores 1625.70 X 3 X 12 =	58,525.20
Tramo Cárcamo-Cabras costo anualizado =	80,820.00
El costo de la estación de bombeo considerando: 1 HP a \$5500/HP HP requeridos 21.35 \approx 25 HP	
Costo anualizado 25 X 5500 X 0.127502 =	17,531.58
Costo de los operadores 1625.70 X 3 X 12 =	58,525.20

Costo de la segunda alternativa = \$ 586,241,43

5.2.5 Tercera Alternativa.

En esta alternativa se considera bombear del Cárcamo intermedio hacia el tanques "Cabras" únicamente el gasto requerido para su área de influencia, o sea 3.96l/seg, y del Cárcamo intermedio hacia el tanque "San Pablo I", un gasto de 21.31 l/seg (Figura 5-8).

◊ Tramo Cárcamo intermedio-Cabras.

$$Q = 3.96 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAMIN del Cárcamo)} = 2404.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque Cabras)} = 2455.27 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2455.27 - 2404.00 = 51.27 \text{ m}$$

$$L = 245 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V=1.5\text{m/s}$$

$$A = Q/V = 0.00396/1.5 = 0.00264 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.00264)/\pi]^{1/2} = 0.058 \text{ m} < 0.102 \text{ m (4")}$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo Cárcamo-Cabras será de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.5.1 y al perfil de la figura 5-9, el tipo y clase de tubería y longitud serán los siguientes:

A-7	L = 245 m
-----	-----------

Con un costo anual de \$17,695.00

Se requiere una estación de bombeo en el Cárcamo, para los siguientes datos:

$$Q = 3.96 \text{ l/s}$$

$$\text{C.D.T.} = 52.09 \text{ m (tabla 5.2.5.1)}$$

◊ **Tramo Cárcamo intermedio - San Pablo I**

$$Q = 21.31 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAMIN del Cárcamo)} = 2404.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque San Pablo I)} = 2413.50 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2404.00 - 2413.50 = 9.50 \text{ m}$$

$$L = 1446 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.02131/1.5 = 0.01421 \text{ m}^2$$

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = [4(0.01421)/\pi]^{1/2} = 0.135 \text{ m} > 0.152 \text{ m (6")}$$

Se analizara el diámetro mas económico entre 6 y 12" en las tablas 5.2.5.3 y 5.2.5.4 y el perfil de la figura 5-9.

En las tablas 5.2.5.3 y 5.2.5.4 nos da los siguientes costos anualizados para las tuberías de 6" y 12" de diámetro:

$$\text{Tubería de 6"} = \$90,869.00$$

$$\text{Tubería de 12"} = \$107,620.00$$

Por lo cual el diámetro mas económico es el de 6", y la clase y longitud son las siguientes:

A-7	L = 1446 m
-----	------------

Se requiere una estación de bombeo en el Cárcamo, para los siguientes datos:

$$Q = 21.31 \text{ l/s}$$

$$\text{C.D.T.} = 25.60 \text{ m (tabla 5.2.5.3)}$$

RESUMEN

El costo anualizado de esta tercera alternativa será:

Tramo Cárcamo - Huecampool II (2ª. Alternativa.) = 58,676.75

Tramo Minas - Cárcamo costo anualizado(2ª. Alternativa.) = 182,165.00

El costo de la estación de bombeo considerando:

1 HP a \$5500/HP

HP requeridos $16.41 \cong 20$ HP

Costo anualizado $20 \times 5500 \times 0.127502 =$ 17,531.58

Costo de los operadores $1625.70 \times 3 \times 12 =$ 58,525.20

Tramo Cárcamo-Cabras costo anualizado = 17,695.00

El costo de la estación de bombeo considerando: 1 HP a \$5500/HP

HP requeridos $3.39 \cong 4$ HP

Costo anualizado $4 \times 5500 \times 0.127502 =$ 2,805.05

Costo de los operadores $1625.70 \times 3 \times 12 =$ 58,525.20

Tramo Cárcamo-San Pablo I costo anualizado = 90,869.00

El costo de la estación de bombeo considerando: 1 HP a \$5500/HP

HP requeridos $10.40 \cong 15$ HP

Costo anualizado $15 \times 5500 \times 0.127502 =$ 10,518.95

Costo de los operadores $1625.70 \times 3 \times 12 =$ 58,525.20

Costo de la tercera alternativa = \$ 555,836.93

5.2.6 Tramo San Pablo I - San Pablo II.

$$Q = 0.77 \text{ l/seg}$$

$$\text{Cota inicial (NAMIN del tanque San Pablo I)} = 2408.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$\text{Cota final (NAME del tanque San Pablo II)} = 2460.00 \text{ m.s.n.m.}$$

$$H = 2460.00 - 2408.00 = 52.00 \text{ m}$$

$$L = 450 \text{ m}$$

Cálculo del diámetro más económico.

$$\text{Si } V = 1.5 \text{ m/s}$$

$$A = Q/V = 0.00077/1.5 = 0.0005133 \text{ m}^2$$

$$D = (4AV\pi)^{1/2} = [4(0.01685)/\pi]^{1/2} = 0.026 \text{ m} < 0.102 \text{ m (4")}$$

Para líneas de conducción el diámetro mínimo recomendado es de 0.102 m (4"), por lo tanto el tramo San Pablo I al San Pablo II, I será de 4" de diámetro, y de acuerdo al análisis de la tabla 5.2.6.1 y al perfil de la figura 5-11, la clase y longitud de tubería serán los siguientes:

A-7	L = 450 m
-----	-----------

El costo anualizado es \$15,486.00

5.3 Análisis y selección de alternativas.

5.3.1 Análisis de las alternativas.

Comentarios a la primera alternativa. Técnicamente las ventajas que se tendrían se deben a que el mayor gasto requerido se tiene en el primer punto de entregar, por lo cual, este tanque puede amortizar en un momento dado, las demandas que el tanque "Huecampool II" no alcance a cubrir por una falla.

El gasto a conducir hacia el tanque "Huecampool" estará garantizado, siempre y cuando el tanque "cabras" tenga el abasto suficiente.

Otra ventaja es que se tendría un solo sitio de bombeo, con el consiguiente ahorro de personal capacitado y economización de energía.

El principal inconveniente es el que se presenta debido a la gran carga de bombeo requerida, lo cual puede ocasionar colapsos en la tubería por algún descuido en la operación.

En lo que respecta al costo de esta alternativa es la mayor que las otras dos, como se indica en la tabla 5.3.1.

Comentarios a la segunda alternativa. La ventaja de esta alternativa radica en que se disminuyen los peligros de un colapso en las tuberías, ya que se trabajaría con cargas mas bajas.

La principal desventaja son; una estación de bombeo mas, lo cual ocasionaría una mayor presencia de personal capacitado, y mas gastos de mantenimiento.

En lo que respecta al costo de esta alternativa es menor que la anterior, pero mayor que la tercera, como se indica en la tabla 5.3.1.

Comentarios a la tercera alternativa. Las ventajas de esta alternativa es su bajo costo con respecto a las otras dos (como se puede apreciar en la tabla 5.3.1, debido a la disminución al máximo de la infraestructura requerida. También se tienen bajas cargas de presión en las líneas de conducción.

Las desventajas se tienen debido precisamente a la disminución al máximo de la capacidad de la infraestructura, esto es en menores diámetros y tamaños de los tanques, lo cual restringe los gastos únicamente a los requeridos por el proyecto.

5.3.2 Selección de alternativas.

Una vez analizada cada una de las alternativas, y con los comentarios del personal operativo de la D.G.C.O.H. se determinó que la primera alternativa es la más conveniente, por lo siguiente:

Debido a que la diferencia en costos es mínima, y aunque se pudiera considerar un menor costo inicial (inversión de infraestructura) con las otras alternativas, las ventajas que se tendría con la primera alternativa, mencionadas anteriormente son mayores, por lo cual el ahorro económico no se estima conveniente.

Tramo Cabras - Huecampool II - San Pablo I (por gravedad).

Por otra parte de acuerdo a lo indicado por la D.G.C.O.H., a partir del tanque "Cabras", se conducirá el gasto por gravedad al tanque "Huecampool II" y continuará (sin perder carga) hasta el "San Pablo I".

Anteriormente se había analizado que daría una línea independiente a cada tanque. Sin embargo, por dificultades en lo que respecta a invadir terrenos particulares en el trazo al tanque "San Pablo I", se optó por conducir conjuntamente el gasto de ambas zonas, y aprovechar la carga del tanque "Cabras" para llegar al tanque "San Pablo I" por tal motivo a continuación se analizara este tramo (Figura 5-10).

Como se menciona en las alternativas de solución, el gasto a conducir a los tanques "Huecampool II" y "San Pablo I" será por la misma línea, derivando hacia el tanque "Huecampool II" en el cadenamiento 1+376.10, y continuando hacia el "San Pablo I".

Datos de proyecto:

Elevación tanque Cabras = 2451.77 m.s.n.m.

Elevación tanque Huecampool II = 2393.3 m.s.n.m.

Elevación tanque Sn. Pablo I = 2410.00 ms.n.m.

Carga estática $H = 2451.77 - 2410.00 = 41.77\text{m}$.

Tramo Cabras - Huecampool II Longitud = 1376.10 m.

Tramo Huecampool II - Sn. Pablo I Longitud = 1454.00m.

Gasto en el primer tramo $Q = 24.76$ l.p.s.

Gasto en el segundo tramo $Q = 21.31$ l.p.s.

Tubería de asbesto cemento $n = 0.010$

Calculo para el análisis de diámetro mas económico.

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

$$S = H / L \quad , \quad 41.77 / 1376.10 = .03035$$

$$D = ((3.21 \times 0.02476 \times 0.01) / (.03035)^{1/2})^{3/8}$$

$$D = .132493 \text{ m.} = 5.22'' = 6''$$

Se analizará el diámetro más económico para 6" y 12".

◆ **Primera alternativa**

Para 152 mm. (6") de diámetro

Primer. Tramo:

$$Q = 24.76 \text{ l.p.s.}$$

$$hf = KQ^2L$$

$$L = 1376.10 \text{ m.}$$

$$L = \text{metros}$$

$$n = 0.01$$

$$Q = \text{m}^3/\text{s.}$$

$$K = 23.79$$

$$hf = 20.04 + 5 \% hf.$$

$$Hft = 21.04 \text{ m.}$$

2° tramo:

$$Q = 21.31 \text{ l.p.s.}$$

$$hf = KQ^2L$$

$$L = 1454.00 \text{ m.}$$

$$L = \text{metros}$$

$$n = 0.01$$

$$Q = \text{m}^3/\text{s.}$$

$$K = 23.79$$

$$hf = 15.70 + 5 \% hf.$$

$$Hft = 16.49 \text{ m.}$$

Las pérdidas para la primera alternativa son:

$h_{ft} = 21.04 + 16.49 = 37.53$ m. donde estas pérdidas son menores a la carga de 41.77m.

Por tal motivo el tanque Sn. Pablo I se situara en la cota 2410.00 m.s.n.m.

El costo anualizado para esta alternativa es de: \$116,137.62 ; ver tabla 5.3.4.3.

♦ Segunda Alternativa

Para 305 mm. (12") de diámetro

Primer. Tramo:

$$Q = 24.76 \text{ l.p.s.}$$

$$h_f = KQ^2L$$

$$L = 1376.10 \text{ m.}$$

$$L = \text{metros}$$

$$n = 0.01$$

$$Q = \text{m}^3/\text{s.}$$

$$K = 0.5835$$

$$h_f = 0.4922 + 5 \% h_f.$$

$$H_{ft} = 0.5168 \text{ m.}$$

2° tramo:

$$Q = 21.31 \text{ l.p.s.}$$

$$h_f = KQ^2L$$

$$L = 1454.00 + (450 - 140) = 1763.9 \text{ m.}$$

$$L = \text{metros}$$

$$n = 0.01$$

$$Q = \text{m}^3/\text{s.}$$

$$K = 0.4573$$

$$h_f = 0.4573 + 5 \% h_f.$$

$$H_{ft} = 0.4802 \text{ m.}$$

La carga piezométrica a la descarga del tanque Sn. Pablo I será de :
 $2451.77 - (0.4573 + .4802) = 2450.83 \text{ m}$.

La carga disponible a la llegada del tanque Sn. Pablo I será de 3.77, la elevación del tanque se propone en la cota 2445.00 m.s.n.m. ; para una carga disponible de 6.77m.

El costo anualizado para esta alternativa es de: \$204,127.90 ; ver tabla 5.3.4.5.

♦ Tercera alternativa

Se realizara un cambio de diámetro en el tramo Huecampool II - Sn. Pablo I a 6" .

Primer. Tramo: a 12" de diámetro.

$$Q = 24.76 \text{ l.p.s.} \quad hf = KQ^2L$$

$$L = 1376.10 \text{ m.} \quad L = \text{metros}$$

$$n = 0.01 \quad Q = \text{m}^3/\text{s.}$$

$$K = 0.5835$$

$$hf = 0.4922 + 5 \% hf.$$

$$Hft = 0.5168 \text{ m.}$$

2° tramo: a 6" de diámetro.

$$Q = 21.31 \text{ l.p.s.} \quad hf = KQ^2L$$

$$L = 1454.00 + (450 - 240) = 1664.00 \text{ m.} \quad L = \text{metros}$$

$$n = 0.01 \quad Q = \text{m}^3/\text{s.}$$

$$K = 23.79$$

$$hf = 17.97 + 5 \% hf.$$

$$Hft = 18.87 \text{ m.}$$

La carga piezométrica a la descarga del tanque Sn. Pablo I será de :

$$2451.77 - (18.87 + .5168) = 2432.37 \text{ m .}$$

La elevación del tanque Sn. Pablo I se propone en la cota 2427.37.00 m.s.n.m. ; para una carga disponible de 21.40m. a la llegada del tanque.

$$\text{MAME} = 2430.37 \text{ m.s.n.m.}$$

El costo anualizado para esta alternativa es de: \$157,763.07 ; ver tabla 5.3.4.6.

Ventajas y Desventajas de las opciones

⇒ Primera opción

Ventajas. El costo de la infraestructura es el mas bajo, y debido a la magnitud de la obra, el costo anualizado resulta el menor.

Desventajas. La principal desventaja radica en que el gasto a conducir a "San Pablo I" se limita a un caudal de 21.31 l/seg, lo cual le quita la facilidad de dar apoyo a otras zonas, por lo que hace poco versátil esta opción.

⇒ Segunda opción.

Ventajas. Su principal ventaja estriba en la versatilidad que se tendría en cuanto a la factibilidad de apoyar a otras zonas para situaciones de emergencia. Además tiene un horizonte de proyecto mayor.

Desventajas. La única desventaja es el costo inicial de la infraestructura.

⇒ Tercera opción.

Ventajas: Se tendría mayor gasto en el tanque Huecampool II en caso de alguna contingencia, y el costo es menor que la segunda opción.

Desventajas. De igual forma que la primera alternativa, se limita el gasto y pierde versatilidad el Sistema, pero únicamente hacia el tanque San Pablo I.

5.4 Alternativa definitiva.

Estas opciones se comentaron con personal de la D.G.C.O.H., y la que favorece mas en cuanto a su funcionamiento y operación es la segunda opción, debido a que los probables contratiempos que se generan en cualquier sistema de suministro de agua potable, esta opción ofrece mayores ventajas al poder contar con un caudal extra en caso de contratiempos.

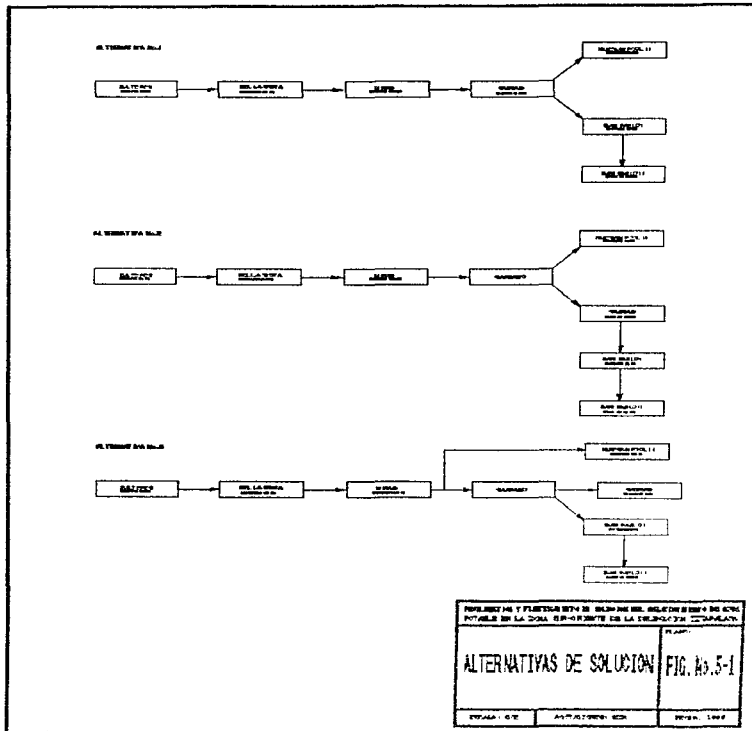
Por tal motivo el proyecto ejecutivo se desarrollara con la segunda opción, como se indica a continuación.

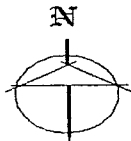
De la tabla 5.3.4.5 y Fig. 5-11, para tubería de 12" de diámetro en el tramo Cabras - Derivación Huecampool II, se requieren los siguientes tipos y clases de tubería:

A-7	L = 788.00 m
A-10	L = 588.10 m

De la tabla 5.3.4.5 y Fig. 5-11, para tubería de 12" de diámetro en el tramo Derivación - San Pablo, se requieren los siguientes tipos y clases de tubería.

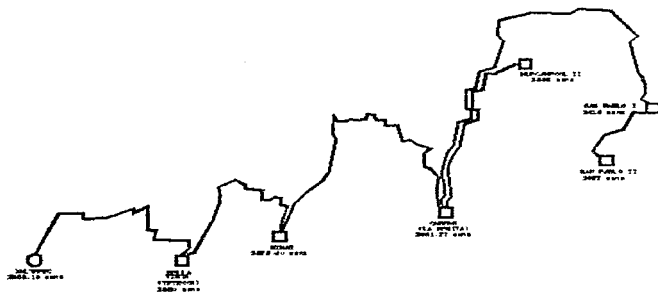
A-7	L = 162.50 m
A - 10	L = 986.40 m
A - 14	L = 615.00 m





SIMBOLOGIA

- Tanque existente
- Tanque proyecto
- Carcasa de bombeo

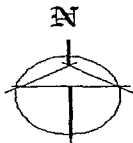


PROYECTO Y PLANEAMIENTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS
 EXISTENTES EN LA ZONA DE SERVICIO DE LA DELEGACIÓN CIUDADAJANA

ALTERNATIVA No.1
 Plano General

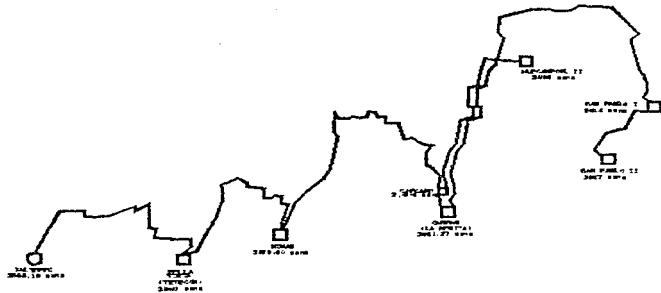
FE. No.54

ESCALA: 1:500 APROBACION: S.P. FECHA: 1978



SIMBOLOGIA

- Tanque existente
- Ⓟ Tanque proyecto
- ⚠ Carcaso de bombeo



PROYECTO Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA SUB-URBANA DE LA DELICADOS (COPALCO)

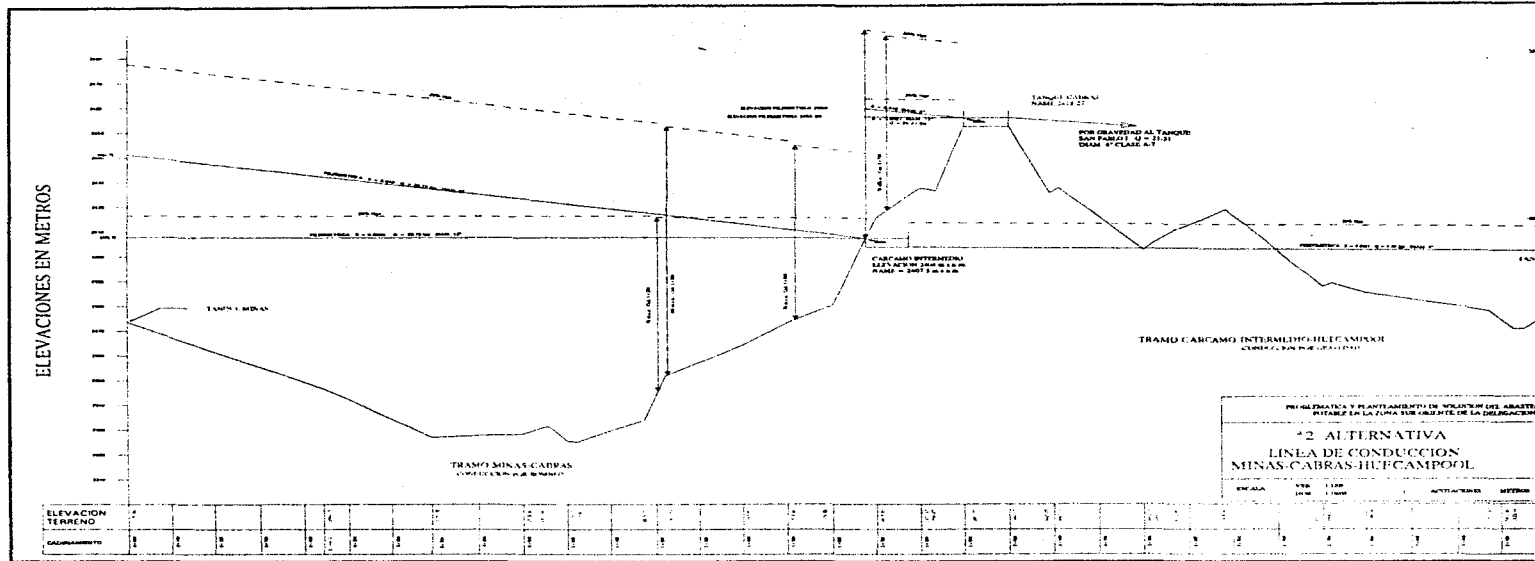
ALTERNATIVA No.2
Plano General

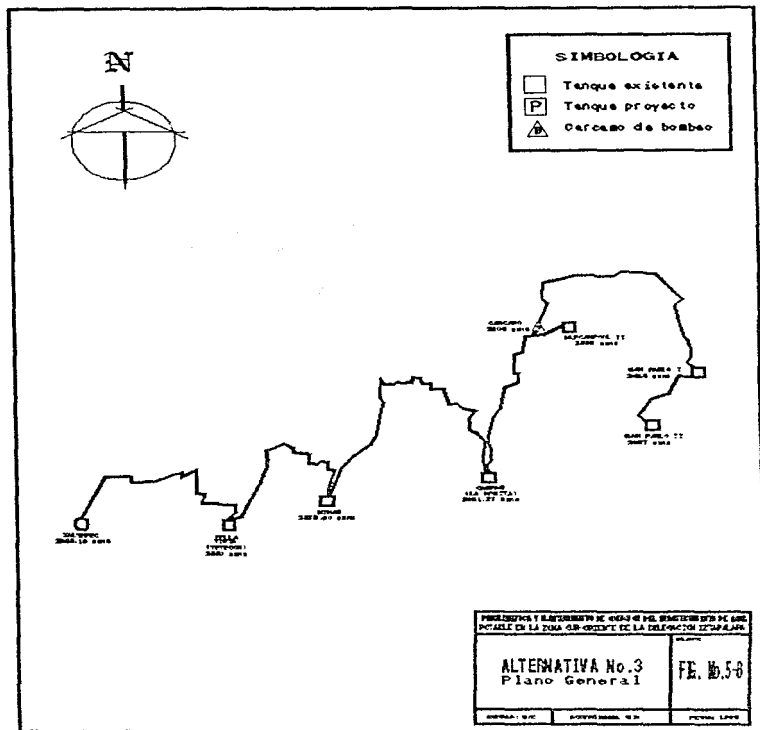
F.S. No. 56

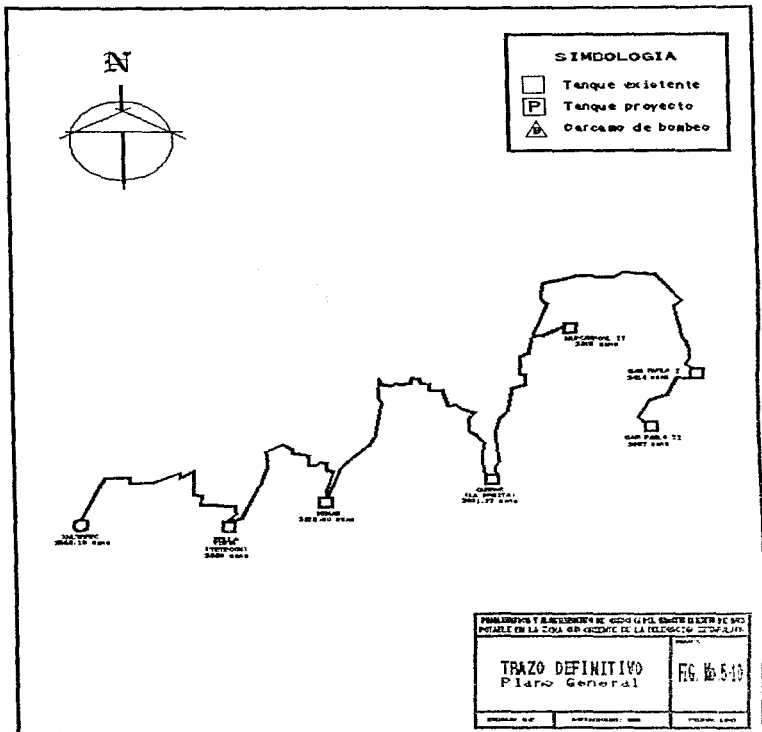
PROYECTO: 001

PROYECTO: 001

PROYECTO: 001







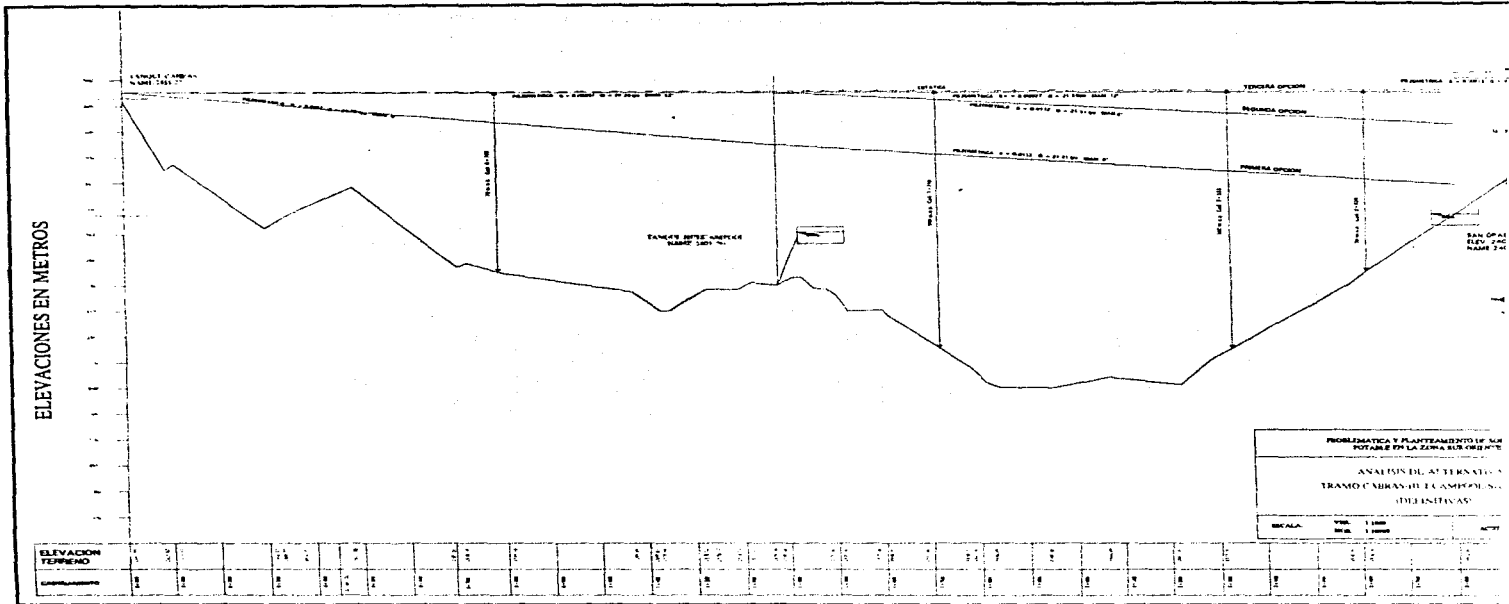


TABLA 8.2.1.1

SIEMPRE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE XALTEPEC AL BELLAVISTA

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECHA:

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q''	COEF DE FRICC DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA Hf=LQ ² /K ³	OTRAS Hf 5% Hf m	Hf TRAMO Hf= %hf	Q hft Q en lps	75 n n=80%	HP=(Q hft/75 n)
mm	Pul													
305	12	0.07	0.1005	1.38	220.00	0.01	0.01	0.58	1.29	0.08	1.38	1.02E+04	60.80	188.05
305	12	0.07		1.38	290.00	0.01	0.01	1.64	0.08	3.08	1.04E+04	60.80	170.90	
305	12	0.07		1.38	570.00	0.01	0.01	0.58	0.17	8.60	1.07E+04	60.80	178.71	
305	12	0.07		1.38	1130.00	0.01	0.013	0.98	11.21	0.56	1.18E+04	60.80	196.18	

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (d) cm	ESPESOR PARED TUBO (e) cm	V en m/s	A 145°V	E _{AG}	E _{TE}	D E _{AG} /E _{TE}	E 1+D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION H=A*F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	SP ABSOR POR TUB 20% DE h	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)	PRESION =20% H ₀ (m)
7	30.48	2	1.38	199.72	8.30E+05	856000	0.95	1.96	1.40	142.84	114.11	28.53	1.38	29.88
10	30.48	2.8	1.38	199.72	8.30E+05	852800	0.74	1.74	1.32	151.48	121.17	30.29	3.08	35.37
14	30.48	3.5	1.38	199.72	8.30E+05	1148000	0.55	1.55	1.24	160.48	128.38	32.10	6.60	38.09
MAYOR A 14	30.48	1031	1.38	199.72	8.30E+05	2102204	0.30	1.30	1.14	175.18	140.15	35.04	18.37	53.41

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E_{AG}=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.610 Kg/cm²)

E_{TE}=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA PVC = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-10				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	186.56	M3	35.72	6.664	237.44	M3	35.72	8481.36	483.36	M3	35.72	17295.6
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	48.84	M3	408.08	19.933	59.36	M3	408.08	24223.83	120.84	M3	408.08	49712.2
PLANTILLA APISONADA	18.70	M3	210.04	3.928	23.80	M3	210.04	4998.95	48.45	M3	210.04	10179.4
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	220.00	ML	29.22	5.788	280.00	ML	40.14	11238.20	570.00	ML	48.89	27867.8
RELLENO COMPACTADO	80.86	M3	321.29	26.079	101.06	M3	321.28	32480.04	205.73	M3	321.28	66047.4
RELLENO A VOLTEO	113.10	M3	21.72	2.456	143.94	M3	21.72	3126.43	293.03	M3	21.72	6364.5
ATRAQUES DE CONCRETO f _c =90 Kg/cm ²	0.87	M3	2517.84	2.191	0.87	M3	2517.84	2190.52	0.87	M3	2517.84	2190.5
COSTO DE TUBERIA	220.00	ML	211.80	46.590	280.00	ML	291.20	81536.00	570.00	ML	408.50	232945.0
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				112.610				168265.12				431110

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE BOMBEO PARA OPERACION DE 30% DIA
	mm	PULG							
7	304.80	12		0.00	0	0.00		0.00	0.00
10	304.80	12		0.00	0	0.00		0.00	0.00
14	304.80	12	198.18	146.29	88.04	598021.44	802999.28	84357.29	684178.52

COSTO DEL K W H =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 3

4 = 3 x 6760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 = 6

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 6.2.1.2

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE XALTEPEC AL BELLA VISTA

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ^{5.49} /K ²	OTRAS H ² 5% H ² m	RITRAMO H ² %H ²	Q H ²	78 n	HP=(Q H ² /78 n)
mm	Pul													
508	20	0.20	0.1005	0.50	550.00	0.01	0.01	0.04	0.21	0.01	0.22	0.01E+04	80.80	166.18
508	20	0.20	0.1005	0.50	600.00	0.01	0.01	0.04	0.23	0.01	0.47	1.01E+04	80.80	166.58
508	20	0.20	0.1005	0.50	1050.00	0.01	0.01	0.04	0.40	0.02	0.69	1.02E+04	80.80	167.28

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e) mm	V en m/s	A 145V	E _{ad}	E _{ie}	D E _{ad} /E _{ie}	E 1-D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION (h=A/F) (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	SP ABSOR POR TUB 20% DE h	CARGA NOMINAL DE OPERACION EN (m)
7	50.80	2.85	0.50	71.90	1.05E+08	9.35E+05	1.12	2.12	1.46	49.34	39.47	9.87	0.22
10	50.80	4.05	0.50	71.90	1.05E+08	1.33E+06	0.76	1.79	1.34	53.73	42.69	10.75	0.47
14	50.80	5.8	0.50	71.90	1.05E+08	1.60E+06	0.55	1.55	1.25	57.71	46.17	11.54	0.89

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/s

E_a=MÓD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E_i=MÓD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO, (PARA PVC = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 508.00 20.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 508.00 20.00 CLASE A-10				DIAMETRO = 508.00 20.00			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	782.00	M3	35.72	28.290	864.00	M3	35.72	30862.08	1512.00	M3	35.72	53818.56
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	188.00	M3	406.08	80.800	218.00	M3	406.08	88445.28	378.00	M3	406.08	153518.24
PLANTILLA APISONADA	86.00	M3	210.04	18.063	72.00	M3	210.04	15122.88	126.00	M3	210.04	26365.16
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	550.00	ML	58.31	32.071	600.00	ML	66.89	40134.00	1050.00	ML	80.85	84885.00
RELLENO COMPACTADO	252.82	M3	321.28	81.228	262.76	M3	321.28	84418.68	459.83	M3	321.28	147816.62
RELLENO A VOLTEO	533.28	M3	21.72	11.583	581.76	M3	21.72	12635.83	1018.08	M3	21.72	22118.94
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=80 Kg/cm ²	2.19	M3	2517.84	5.514	2.19	M3	2517.84	5514.07	2.19	M3	2517.84	5514.07
COSTO DE TUBERIA	550.00	ML	154.30	84.665	600.00	ML	823.80	494280.00	1050.00	ML	1056.10	1108905.00
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				580.213				721112.83				

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		HP	KWH	COSTO POR METRO DE BOMBEO E	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL PARA OPERA
mm	PULG								
7	508.00	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	508.00	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	508.00	20	167.28	124.74	58.07	506275.00	2957100.33	377030.20	8651

COSTO DEL KWH = 0.47 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457 3 = 2 x 5 4 = 3 x 8760 6 = 5 x ANUALIDAD 7 = 4 x 6

NOTA: EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.3.3.1

SYSTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE BELLAVISTA AL MINAS

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	G ²	COEF. DE FRIC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA N=LO ² *K m	OTRAS R ² 5% n ²	R ² TRAMO n ² % n ²	Q INT Q en lps	75 n n=80%	H ² =(Q INT/75 n)
mm	Pul													
305	12	0.07	1.14	1389.00	0.01	0.01	0.58	5.57	0.28	5.85				
305	12	0.07	0.08307	1.14	500.00	0.01	0.01	0.58	2.01	0.10	7.98			
305	12	0.07		1.14	229.00	0.01	0.01	0.58	0.92	0.05	8.82			

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL d ₁ cm	ESPESOR PARED TUBO (e) cm	V en m/s	A 145*V E=1	E=1	E=10	D E=V/E ²	E 1=D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION h=A/F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	SP ABSOR POR TUB 20% DE h	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)
10													
7													

V=VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA EN m/s

E=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO. (PARA PVC = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-10				DIAMETRO = 304.80 12.00			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	1177.87	M3	35.72	42,074	424.00	M3	35.72	15,145.28	184.19	M3	35.72	6,660.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	294.47	M3	408.08	120,187	108.00	M3	408.08	43,956.48	48.55	M3	408.08	19,800.00
PLANTILLA APISONADA	118.07	M3	210.04	24,798	42.50	M3	210.04	8,927.70	19.47	M3	210.04	4,080.00
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1389.00	ML	26.22	36,420	500.00	ML	40.14	20,070.00	229.00	ML	26.22	6,000.00
RELLENO COMPACTADO	538.87	M3	321.28	173,128	193.98	M3	321.28	62,320.85	88.94	M3	321.28	28,200.00
RELLENO A VOLTEO	714.08	M3	21.72	15,509	257.04	M3	21.72	5,582.91	117.72	M3	21.72	2,540.00
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Kg/cm ²	0.87	M3	2517.84	2,191	0.87	M3	2517.84	2,190.52	0.87	M3	2517.84	2,190.00
COSTO DE TUBERIA	1389.00	ML	211.80	294,190	500.00	ML	291.20	145,600.00	229.00	ML	211.80	48,400.00
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				708 476				303092.54				113020.03

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PULG.	H.P.	KWH	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE IN PARA OPERACION DE \$
							113020.03		

COSTO DEL K.W.H =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 + 6

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 6.2.3.3

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE BELLAVISTA AL MINAS

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ^{1/4}	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ¹⁰ /K ² m	OTRAS H ² S% H ² m	H ² TRAMO H ² % H ²	Q INT Q en lps	70 n n=50%	HP _{NETO}
mm	Pulg													
508	20	0.20		0.41	1389.00	0.01	0.01	0.04	0.37	0.02	0.38			
508	20	0.20	0.08307	0.41	500.00	0.01	0.01	0.04	0.13	0.01	0.52			
508	20	0.20		0.41	229.00	0.01	0.01	0.04	0.08	0.00	0.50			

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (d) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V en m/seg	A 145 V	E _{ac}	E _{tr}	D E=V/E _{tr}	E 1+D	P E=1/2	SOBREPRESION h=A ² /P (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	SP ABSOR POR TUB 20% DE h	CARGA NORMAL DE OPERACION (EN m)

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E_{ac}=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20870 Kg/cm²)

E_{tr}=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA PVC = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 508.00 20.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 508.00 20.00 CLASE A 10				DIAMETRO = 508.00 20.00 CLASE A 10			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	2000.18	M3	35.72	71.448	720.00	M3	35.72	25.718.40	329.76	M3	35.72	11777.76
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	500.04	M3	408.08	204.056	180.00	M3	408.08	73.454.40	82.44	M3	408.08	33648.00
PLANTILLA APISONADA	160.88	M3	210.04	33.000	80.00	M3	210.04	16.803.20	27.43	M3	210.04	5771.72
INST. JUNTEO Y FRISERA DE TUBERIA	1389.00	ML	80.993	112.000	560.00	ML	80.89	45.308.80	229.00	ML	80.89	18325.62
RELLENO COMPACTADO	795.22	M3	321.25	255.573	253.00	M3	321.25	81.559.60	110.27	M3	321.25	35400.63
RELLENO A VOLTEO	1345.77	M3	21.72	29.252	484.00	M3	21.72	10.529.60	222.04	M3	21.72	4814.88
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Kg/cm ²	2.19	M3	2517.04	5.514	2.19	M3	2517.84	5.514.07	2.19	M3	2517.84	5.517.54
COSTO DE TUBERIA	1382.00	ML	154.30	213.166	500.00	ML	823.80	411900.00	229.00	ML	823.80	186622.20
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				1 478 325				654 223.79				231 381.13

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		HP	K.W.H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL PARA OPERAR
	mm	PULG							
							231381.13		

COSTO DEL K.W.H =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 = 0.7457

3 = 2 v 5

4 = 3 v 8760

6 = 5 = ANUALIDAD

7 = 4 = 5

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.2.3.1

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 1

CALCULO:

FECHA:

LINEA DE TANQUE LAS MINAS AL CASBAS

REVISO

FECHA:

DIAMETRO NOMINAL		A/EA A	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ^{5.49} /K ^{1.49} (m)	OTROS H ² 3% H ² (m)	H TRAMO H ² %H ²	Q en l/s	78 H	H ^{2.87} =(Q H ^{2.87} /78 H)
mm	Pulg													
150	6	0.02		1.63	1350.00	0.00	0.013	43.11	48.01	2.40	50.41	3822.00	60.80	62.86
152	6	0.02	0.02872	1.57	300.00	0.00	0.01	23.44	5.80	0.29	56.50	3906.92	60.80	65.74
152	6	0.02		1.57	125.00	0.00	0.01	23.44	2.42	0.12	59.04	4089.80	60.80	66.94
152	6	0.02		1.57	155.00	0.00	0.01	23.44	3.00	0.15	62.18	4180.17	60.80	68.42

GOPE DE ARRIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (in, cm)	ESPESOR PARED TUBO (in)	V en m/s	A 145 V E=6	E=6	D E=6/E=16	E 1+D	F E*1/2	SOBREPRESION H=A/F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE H	SP ABSOR POR TUB 20% DE H	CARGA NOMINAL DE OPERACION EM (m)	PRESION T =20%h+C (m)
ACERO	15.00	0.711	1.63	235.86	319050.00	233208	1.33	2.33	154.40	123.52	30.86	50.41	61.29
10	15.24	1.5	1.57	228.29	315010.80	482000	0.84	1.64	178.25	142.60	35.65	56.50	62.15
10	15.24	1.5	1.57	228.29	315010.80	492000	0.84	1.64	178.25	142.60	35.65	59.04	64.80
7	15.24	1.2	1.57	228.29	315010.80	2448000	0.13	1.33	174.88	171.90	42.98	62.18	105.16

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (2.870 Kg/cm²)

E=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO, (PARA PVC = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 150.00 6.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-10				DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-7			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	831.60	M3	35.72	29.705	261.80	M3	35.72	9351.50	95.48	M3	35.72	3410.55
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	207.90	M3	408.08	84.840	65.45	M3	408.08	26708.94	23.87	M3	408.08	9740.87
PLANTILLA AFISONADA	94.50	M3	210.04	19,849	29.75	M3	210.04	6248.69	10.65	M3	210.04	2278.03
REST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1350.00	ML	11.70	15,795	425.60	ML	11.53	4900.25	155.00	ML	11.40	1787.50
RELLENO COMPACTADO	481.18	M3	321.28	157,799	157.61	M3	321.28	48772.15	55.36	M3	321.28	17787.49
RELLENO A VOLTEO	425.25	M3	21.72	9,236	134.59	M3	21.72	2923.27	49.09	M3	21.72	1006.13
ATRAQUES DE CONCRETO F=90 Kg/cm ²	0.36	M3	2517.84	906	0.36	M3	2517.84	906.42	0.36	M3	2517.84	906.42
COSTO DE TUBERIA	1350.00	ML	135.00	183,465	425.60	ML	112.90	47982.50	155.00	ML	80.10	13345.50
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				501,595				147763.62				50302.90

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PL/C	HP	K.W.H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE BOMBEO PARA OPERACION DE 365 DIAS \$
ACERO	150.00	6		0.00	0	0.00		0.00	0.00
10	152.40	6	66.94	0.00	0	0.00		0.00	0.00
10	152.40	6	66.94	49.82	23	203368.47	866691.31	86210.62	262578.06

COSTO DEL K.W.H. =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 = 0.7437

3 = 2 = 5

4 = 3 = 8700

6 = 5 = ANUALIDAD

7 = 4 = 6

NOTA: EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.3.3.3

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECHA

LINEA DE TANQUE LAS MINAS AL CABRAS

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONGRUENTE MANNING K	PERDIDA Hf=LQ ² /K m	OTRAS Hf 5% Hf m	N° TRAMO N° x W/N	Q INT. Q en lps	f ₀ m n=80%	HP x (Q INT. / f ₀)
mm	Pul													
305	12	0.07	0.02872	0.39	100.00	0.00	0.01	0.58	0.05	0.00	0.05	2375.73	80.80	39.07
305	12	0.07		0.39	800.00	0.00	0.01	0.58	0.29	0.01	0.35	2384.41	80.80	39.22
305	12	0.07		0.39	340.00	0.00	0.013	0.58	0.28	0.01	0.54	2392.71	80.80	39.35
305	12	0.07		0.39	300.00	0.00	0.01	0.58	0.17	0.01	0.82	2397.82	80.80	39.44
305	12	0.07		0.39	250.00	0.00	0.01	0.58	0.12	0.01	0.95	2401.54	80.80	39.50
305	12	0.07		0.39	280.00	0.00	0.01	0.58	0.13	0.01	1.09	2405.59	80.80	39.57

GOLPE DE ARIETE:

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (Ø) cm	ESPESOR PARED TUBO (e) mm	V m/s	A 145'V	L ad	E la	D = E e V e	C = 1+D	F = F/2	SOBREPRESION H=A/F (m)	SP ABSOR. POR VAL. 80% DE H	SP ABSOR. POR TUB. 20% DE H	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)
10	30.48	2.6	0.39	57.07	830021.60	852800	0.74	1.74	1.32	43.28	34.63	8.66	0.05
14	30.48	3.5	0.39	57.07	830021.60	1148000	0.55	1.55	1.24	45.80	36.89	9.17	0.35
>14	30.48	1.031	0.39	57.07	830021.60	2102200	0.30	1.30	1.14	50.00	43.05	10.01	0.64
14	30.48	3.5	0.39	57.07	830021.60	1148000	0.55	1.55	1.24	45.80	36.89	9.17	0.82
10	30.48	2.6	0.39	57.07	830021.60	852800	0.74	1.74	1.32	43.28	34.63	8.66	0.95
7	30.48	2	0.39	57.07	830021.60	852800	0.91	1.96	1.40	40.76	32.41	8.15	1.09

V₀ = VELOC. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E₀ = MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E = MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO. (PARA P V C = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-10				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 304.80 12.00			
	CANTIDAD	UNIDAD	P U	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P U	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P U	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	296.80	M3	35.72	10.602	814.08	M3	35.72	29078.94	298.32	M3	35.72	10.602
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	74.20	M3	405.08	30,290	203.52	M3	405.08	83052.44	72.08	M3	405.08	29,208
PLANTILLA APISONADA	29.75	M3	210.04	6,249	81.60	M3	210.04	17,139.26	28.90	M3	210.04	6,249
INST. JUNTERO Y FRIGERA DE TUBERIA	350.00	ML	40.14	14,048	960.00	ML	48.89	46,934.40	340.00	ML	48.89	16,488
RELLENO COMPACTADO	129.33	M3	321.28	41,560	338.97	M3	321.28	108,132.41	119.20	M3	321.28	38,160
RELLENO A VOLTEO	179.83	M3	21.72	3,905	493.52	M3	21.72	10,719.18	174.79	M3	21.72	3,905
ATRAQUES DE CONCRETO f ₀ = 80 Kg/cm ²	0.87	M3	2517.84	2,161	0.87	M3	2517.84	2,190.52	0.87	M3	2517.84	2,190.52
COSTO DE TUBERIA	350.00	ML	241.20	101,920	960.00	ML	408.50	382,160.00	340.00	ML	408.50	140,980
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				219,784				689,407.16				

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H P	K WH	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (0.5 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL PARA OPERACION
	mm	PULG							
10	304.80	12	0.09	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
14	304.80	12	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
>14	304.80	12	39.35	29.35	14	110,624.41	1144770.68	145954.23	29555.10

COSTO DEL K WH =

0.47 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

7 = 2 x 5

4 = 3 x 8760

8 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 + 6

NOTA: EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 6.2.3.3

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE CARRAS AL HUECAMPOOL II

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECHA:

REVISO

FECHA:

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ¹⁰	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ¹⁰ /K	OTRAS H ¹⁰ 5% H ¹⁰ m	H ¹⁰ TRAMO H ¹⁰ %H ¹⁰	Q INT Q en lps	T ₀ h t=80%	H ¹⁰ =(Q INT/7.75 H)
mm	Pulg													
102	4	0.01	0.00345	0.43	808.00	0.30	0.01	203.78	1.95	0.10	2.05			
102	4	0.01		0.43	820.00	0.00	0.01	203.78	1.50	0.08	3.63			

GOLPE DE ARIETE

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V m/s	A 145-V	E ₁₀	E _{1e}	D E=3E ₁₀	E 1+D	F E ^{1/2}	BOGPRESSION H=A/F (h)	SP. ABSOR. POR VAL. 80% DE h	SP. ABSOR. POR TUB. 20% DE h	CARGA N.O.M.I.A.L DE OPERACION EN (m)	PREISION T =20h+V (m)

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN mseg

E₁₀=MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 Kg/cm²)

E_{1e}=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO. (PARA P.V.C. = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.80 4.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 101.50 4.00 CLASE A-10				DIAMETRO = CLASE A-14			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00		M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	386.88	M3	35.72	13.819	297.50	M3	35.72	10630.27		M3	35.72	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	98.72	M3	408.08	38.489	74.40	M3	408.08	30361.15		M3	408.08	0.00
PLANTILLA APISONADA	48.30	M3	210.04	10.156	37.20	M3	210.04	7813.49		M3	210.04	0.00
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	806.00	ML	7.33	5.908	820.00	ML	7.70	4774.00		ML	11.53	0.00
RELLENO COMPACTADO	234.49	M3	321.28	75.338	180.38	M3	321.28	57951.93		M3	321.28	0.00
RELLENO A VOLTEO	184.21	M3	21.72	4.218	149.40	M3	21.72	3244.86		M3	21.72	0.00
ATRAQUES DE CONCRETO f=90 Kg/cm ²	0.32	M3	2517.84	809	0.32	M3	2517.84	805.71		M3	2517.84	0.00
COSTO DE TUBERIA	806.00	ML	49.70	40.058	820.00	ML	57.80	35712.00		ML	112.90	0.00
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				189.774				151293.41				0.00

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE MANTENI- MIENTO PARA OPERACION DE 365 DIAS \$
	mm	PULG							
							341087.52		

COSTO DEL K.W.H. =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x 8750

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 = 8

NOTA.- EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA E.2.3.4

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 1

CALCULO

FECH

LINEA DE: TANQUE CABRAS AL DN PABLO I

REVISO

FECH

DIAMETRO NOMINAL		AREA A	GASTO Q	VELOCIDAD V	LONGITUD L	Q ^{0.5}	COEF. DE FRICCIÓN DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA R ² LO-K	OTRAS P 5% N	N THAMO N ⁴ %N	Q INT	T ₈ h	H ₀ (Q ^{1.48})
mm	PUL													
152	6	0.02	0.02131	1.17	2830.00	0.00	0.01	23.44	30.12	1.51	31.63		n=80%	
305	12	0.07	0.02131	0.29	2830.00	0.00	0.01	0.58	0.75	0.04	0.78			

GOLPE DE ARIETE

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/Cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V m/s	A 145-V	E _{ad}	E _{te}	D E _{ad} /E _{te}	E 1-D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION h=A*F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	SP ABSOR POR TUB 20% DE h	CARGA NC DE OPER EN (h)

V=VELOC. INICIAL DEL AGUA EN m/sseg

E_a=MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.670 Kg/cm²)

E_t=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA P.V.O = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 457.20 18.00 CLASE A-7			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00				
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	1743.28	M3	35.72	62,270	2399.84	M3	35.72	85,722.28				
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	435.82	M3	408.06	177,849	599.98	M3	458.08	244,831.68				
PLANTILLA APISONADA	198.10	M3	210.04	41,609	240.55	M3	210.04	50,525.12				
INST. JUNTO Y PRUEBA DE TUBERIA	2830.00	ML	11.40	32,262	2830.00	ML	26.22	74,202.60				
RELLENO COMPACTADO	1033.17	M3	321.28	331,838	1097.91	M3	321.28	352,736.56				
RELLENO A VOLTEO	696.20	M3	21.72	19,406	1454.85	M3	21.72	31,599.28				
ATRAQUES DE CONCRETO POR M ²	0.36	M3	2517.84	906	0.87	M3	2517.84	2,190.52				
COSTO DE TUBERIA	2830.00	ML	86.10	243,663	2830.00	ML	211.80	599,264.00				
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				909,863				1,441,702.05				

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PLUG	H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO PARA OP
7	152.40	8					609862.67		
7	304.80	12					1441262.05		

COSTO DEL K.W.H. =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 x

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 6.2.4.1

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE MINAS AL CARCAMO

ALTERNATIVA 2

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA	GASTO	VELOCIDAD	LONGITUD	Q ²	COEF DE FRIC	CONSTANTE	PERDIDA	OTRAS H	N TRAMO	Q INT	75 n	HP(Q INT/75 n)
mm	PUL	A M ²	Q M ³ /S	V m/s	L m		DE MANNING n	MANNING K	HP/LQ ² K m	5% m	N ² %N ²	Q en lps	n=80%	
152	6	0.02		1.57	170.00	0.00	0.01	23.44	3.29	0.18	3.45	1101.44	60.80	18.12
152	6	0.02	0.02872	1.57	295.00	0.00	0.01	23.44	5.70	0.29	9.44	1273.44	60.80	20.94
152	6	0.02		1.57	1220.00	0.00	0.01	23.44	23.59	1.18	34.21	1984.75	60.80	32.84

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL	ESPESESOR PARED	V	A	Ea1	Ela	D	E	F	SOBREPRESION	SP ABSOR	SP ABSOR	CARGA NORMAL	PHE
Kg/cm ²	(Ø) cm	TUBO (t)	m/s	145°V			EaE1t	1+D	E*1/2	n=A/F	POR VAL	POR TUB	DE OPERACION	=2t
7	15.24	1.2	1.57	228.29	215010.80	383600	0.83	1.80	1.34	170.14	130.12	34.03	3.45	3
10	15.24	1.5	1.57	228.29	215010.80	482000	0.84	1.84	1.28	178.25	142.60	35.85	9.44	4
14	15.24	1.8	1.57	228.29	215010.80	823200	0.51	1.51	1.23	188.06	148.85	37.21	34.21	7

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/sseg

Ea=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E1=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA P.V.C = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-10				DIAMETRO = 152.40 6.00 CLA			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	104.72	M3	35.72	3,741	181.72	M3	35.72	6,491.04	751.52	M3	35.72	26,908.80
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	26.18	M3	408.04	10,684	45.43	M3	408.04	18,539.07	187.88	M3	408.04	76,458.72
PLANTILLA APISONADA	11.90	M3	210.04	2,499	20.85	M3	210.04	4,377.33	85.40	M3	210.04	17,933.44
INST JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	170.00	ML	11.40	1,938	295.00	ML	11.53	3,401.35	1220.00	ML	11.70	14,000.00
RELLENO COMPACTADO	61.01	M3	321.29	19,601	105.37	M3	321.29	33,853.81	435.77	M3	321.29	140,600.00
RELLENO A VOLTEO	53.84	M3	21.72	1,159	93.42	M3	21.72	2,028.10	2028.10	M3	21.72	4,600.00
ATRAQUES DE CONCRETO F=90 Kg/cm ²	0.36	M3	2517.84	906	0.36	M3	2517.84	909.42	0.36	M3	2517.84	909.42
COSTO DE TUBERIA	170.00	ML	88.10	14,937	295.00	ML	112.90	33,305.50	1220.00	ML	135.60	164,400.00
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				55,178				102,953.42				450,000.00

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL	HP	KWH	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION	COSTO ANUAL DE BOM PARA OPERACION DE 36
Kg/cm ²	mm			\$			(25 AÑOS AL 17% ANUAL)	\$
7	152.40	6	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
10	152.40	6	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
14	152.40	6	32.84	24.34	99178.33	60885.44	77830.33	178876.85

COSTO DEL KWH =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x \$760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 x \$

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.2.4.3

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE CARGAMO AL TANQUE CABRAS

ALTERNATIVA 2

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ¹⁰⁰	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H _f LQ ¹⁰⁰ /M ⁵	OTRAS H _f 5% H _f m	H TRAMO H _t + h _f	Q INT Q en lps	T ₈ h h=80%	H ₀ =(Q INT/7.75) ^{1.48}
mm	Pulg													
152	6	0.02		1.39	220.00	0.00	0.01	23.44	3.29	0.16	3.40	1382.97	80.80	22.75
152	6	0.02	0.02527	1.39	25.00	0.00	0.01	23.44	0.37	0.02	3.85	1362.90	80.80	22.91

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (φ) en in	ESPELOR PARED TUBO (e) in	V en m/seg	A 145'V E=1	E=1	E=1e	D E=1/1.1e	E 1+D	F E ^{1/2}	SCHREPRESSION h=A*V ² (m)	BP ABSOR POR VAL 80% DE h	BP ABSOR POR TUB 20% DE h	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)
7	15.24	1.2	1.39	200.87	315010.60	393600	0.80	1.80	1.34	149.71	119.76	29.64	3.46
10	15.24	1.5	1.39	200.87	315010.60	492000	0.64	1.64	1.28	156.84	125.47	31.37	3.85

V=VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E=MODULO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 Kg/cm²)

E=MODULO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA P.V.C = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-7			DIAMETRO = 152.40 6.00 CLASE A-10			DIAMETRO = 0.00 0.00		
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.60	0.00	M3	0.00	0.00	M3	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	135.52	M3	35.72	4.841	M3	35.72	550.00	M3	35.72
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	33.88	M3	408.08	13.826	M3	408.08	1571.11	M3	408.08
PLANTILLA APISONADA	15.40	M3	210.04	3.235	M3	210.04	367.57	M3	210.04
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	220.00	ML	11.40	2.528	ML	11.53	288.25	ML	48.89
RELLENO COMPACTADO	78.95	M3	321.28	25.360	M3	321.28	2806.95	M3	321.28
RELLENO A VOLTEO	66.87	M3	21.72	1.513	M3	21.72	171.95	M3	21.72
ATRADUES DE CONCRETO 10x10 Kg/cm ²	0.36	M3	2517.64	908	M3	2517.64	908.42	M3	2517.64
COSTO DE TUBERIA	220.00	ML	107.90	23.734	ML	135.90	3387.50	ML	408.50
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				75.933			10121.85		

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H P	K.W.H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (75 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUA PARA OPERACI
	mm	PULG							
7	152.40	6	0.00	0	0	0.00	0.00	0	
10	152.40	6	0.00	0	0	0.00	0.00	0	
7	0.00	0	22.91	17.08	8	80903.28	86054.90	10872.00	

COSTO DEL K.W.H. =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 1

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 + 6

NOTA- EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 6.2.44

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZIAPALAPA
LINEA DE CARCAMO AL TANQUE CASIRAS

ALTERNATIVA 2

CALCULO
REVISO

FECHA:
FECHA:

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA m/LQ ² K	OTRAS H ² 5% H ² m	H ² TRAMO H ² x % H ²	Q H ²	76 n	HP=(Q H ² /76 n)
mm	PUL													
305	12	0.07	0.02327	0.35	245.00	0.00	0.01	0.58	0.00	0.00	0.10	1298.01	60.80	21.35
305	12	0.07	0.02327	0.35	0.00	0.00	0.01	0.58	0.00	0.00	0.10	1298.01	60.80	21.35
305	12	0.07	0.02327	0.35	0.00	0.00	0.01	0.58	0.00	0.00	0.10	1298.01	60.80	21.35

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V m/s	A 145V	E _{ad}	E _{1a}	D E _{ad} E _{1a}	E 1-D	F E ² /2	SOBREPRESION H _{MAF} (m)	SP. ABSOR. POR VAL. 80% DE H	SP. ABSOR. POR TUB. 20% DE H	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)	PH ₂
7	30.48	2	0.35	50.22	630021.80	656000	0.56	1.66	1.40	35.87	28.69	7.17	0.10	#2

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E=MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E₁=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO. (PARA P.V.C = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-14			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	207.76	M3	35.72	7.421	0.00	M3	35.72	0.00	0.00	M3	35.72	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	51.84	M3	408.08	21.198	0.00	M3	408.08	0.00	0.00	M3	408.08	0.00
PLANTILLA APISONADA	20.83	M3	210.04	4.374	0.00	M3	210.04	0.00	0.00	M3	210.04	0.00
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	245.00	ML	26.22	6.424	0.00	ML	40.14	0.00	0.00	ML	48.89	0.00
RELLENO COMPACTADO	80.05	M3	321.28	25.731	0.00	M3	321.28	0.00	0.00	M3	321.28	0.00
RELLENO A VOLTEO	125.85	M3	21.72	2.736	0.00	M3	21.72	0.00	0.00	M3	21.72	0.00
ATRAQUES DE CONCRETO F=90 Kg/cm ²	0.87	M3	2517.84	2.191	0.00	M3	2517.84	0.00	0.00	M3	2517.84	0.00
COSTO DE TUBERIA	245.00	ML	211.80	51.891	0.00	ML	291.20	0.00	0.00	ML	408.50	0.00
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				125.185				0.00				

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		HP	K.W.H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE BO PARA OPERACION DE 3
	mm	PULG.							
7	304.80	12	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
0	304.80	12	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	
0	304.80	12	21.35	15.92	7	64951.82	125167.89	15958.20	80810.89

COSTO DEL K.W.H =

0.47 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8760

5 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 + 0

NOTA.- EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.2.4.8

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE CARGAMO AL TANQUE HUECAMPOOL II

ALTERNATIVA 2

CALCULO
REVISO

FECHA
FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	G ^{0.55}	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H _f L ^{1.49} /M ⁵	OTRAS H _f 5% H _f m	N ^{1.49} THAMO N ^{1.49} % H _f	Q INT Q en lps	78 n n=80%	H _f =(Q INT/78 n)
mm	Pu													
102	4	0.01	0.00345	0.43	1971.00	0.00	0.01	203.76	4.03	0.20	4.28			
102	4	0.01		0.43	0.00	0.00	0.01	203.76	0.00	0.00	4.28			

GOLPE DE ARIETE

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V en m/seg	A 145*V	E _{ad}	E _{tb}	D E _{ad} E _{tb}	E 1+D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION H=A*F (m)	SP. ABSOR POR VAL 80% DE H	SP. ABSOR POR TUB 20% DE H	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)

V=VELOC. INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E_a=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 670 Kg/cm²)

E_t=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA H V C = 3 260 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.60 4.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 101.60 4.00 CLASE A-14				DIAMETRO =		
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00		M3	0.00
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	862.08	M3	35.72	28 650	0.00	M3	35.72	0.00		M3	35.72
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	200.52	M3	406.08	81 628	0.00	M3	406.08	0.00		M3	406.08
PLANTILLA APISONADA	100.26	M3	210.04	21 053	0.00	M3	210.04	0.00		M3	210.04
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1871.00	ML	11.40	19 049	0.00	ML	7.70	0.00		ML	11.53
RELLENO COMPACTADO	486.15	M3	321.28	156 190	0.00	M3	321.28	0.00		M3	321.28
RELLENO A VOLTEO	402.84	M3	21.72	8 745	0.00	M3	21.72	0.00		M3	21.72
ATRAQUES DE CONCRETO F=90 Kg/cm ²	0.32	M3	2517.84	806	0.00	M3	2517.84	0.00		M3	2517.84
COSTO DE TUBERIA	1671.00	ML	86.10	143 873	0.00	ML	57.60	0.00		ML	112.90
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				450 211				0.00			

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	P.U. Q	H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL PARA OPERACION
							450210.54		

COSTO DEL K.W.H. =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x 8.780

0 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 + 8

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 9.2.8.1

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE EL CARCAMO AL TANQUE CABRAS

ALTERNATIVA 3

CALCULO

REVISO

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V M/S	LONGITUD L m	Q''	COEF. DL FRICC DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H _f L ^{1.49} /M ^{4.75} m	OTRAS H _f 5% H _f m	H TRAMO H _t = H _{st} m	C H _f	76 n	H _f =
mm	Pul													
102	4	0.01	0.00396	0.49	245.00	0.00	0.01	203.76	0.76	0.04	0.82	206.28	60.80	

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (Ø) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V en m/s	A 145°V	E _{ad}	E _{te}	D E _{ad} /E _{te}	E 1-D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION h _s /A _f (m)	SP ABSOR POR VAL 50% DE n	SP ABSOR POR TUB 20% DE n	CAH DE C
7	10.16	1.1	0.49	70.82	210007.20	360500	0.58	1.58	1.26	56.31	45.05	11.26	

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E_a=MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 Kg/cm²)

E_t=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA PVC = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.60 4.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 0.00 0.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 0.00	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0						
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	117.60	M3	35.72	4,201						M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	29.40	M3	408.08	11,996						M3
PLANTILLA APISONADA	14.70	M3	210.04	3,088						M3
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	245.00	ML	7.33	1,796						ML
RELLENO COMPACTADO	70.33	M3	321.28	22,594						M3
RELLENO A VOLTEO	59.04	M3	21.72	1,282						M3
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Kg/cm ²	0.32	M3	2517.84	808						M3
COSTO DE TUBERIA	245.00	ML	48.70	12,177						ML
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				57,940				0.00		

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PULG.	H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)
7	101.60	4	3.38	2.53	1	10308.06	57940.13	7367.37
0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00

COSTO DEL K W H =

0.47

(GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8.760

5 = 5 x ANUALIDAD

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.2.8.3

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 3

CALCULO

FECHA:

LINEA DE: EL CARGAMO AL TANQUE SN PABLO I

REVISO:

FECHA:

DIAMETRO NOMINAL mm	AREA M ²	GASTO M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q''	COEF DE FRICC DE MANNING K	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H _f LQ ^{10/3} m	OTRAS H _f 5% H _f m	H TRAMO H _t = H _f + H _o	Q HT Q _{HT} L/s	78 n n=85%	H ₀ =(Q HT/78 n)
152	0	0.02131	1.17	1448.00	0.00	0.01	23.44	15.39	0.77	16.16	0.32 09	80.90	10.40

GOLPE DE ARIETE

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TURO (e) mm	V m/s	A 145 V Ewt	E	E ₁	D Ewt L ^{1/2}	E 1+D	F E ^{1/2}	COMPRESION H ₀ A/F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE n	SP ABSOR POR TUB 20% DE n	CARGA NORMAL DE OPERACION E ₀ (m)	PREISION T = 20% H ₀ + C (m)
7	15.24	2	1.17	189.39	315010.82	826000	0.47	1.47	1.22	139.23	111.38	27.85	16.16	44.01

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/s

E₀=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (2 670 kg/cm²)

E=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TURO, (PARA P.V.C = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 152.40 0.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 0.00 0.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 0.00 0.00 CLASE A-14				
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0	0.00	M3	0.00	0.00	0.00	M3	0.00	0.00	
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	890.74	M3	35.72	31,817	890.74	M3	35.72	0.00	0.00	890.74	M3	35.72	
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	222.98	M3	408.08	90,873	222.98	M3	408.08	0.00	0.00	222.98	M3	408.08	
PLANTILLA APISONADA	101.22	M3	210.04	21,260	101.22	M3	210.04	0.00	0.00	101.22	M3	210.04	
INST JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1448.00	ML	11.40	16,494	1448.00	ML	40.14	0.00	0.00	1448.00	ML	48.89	
RELLENO COMPACTADO	512.24	M3	321.28	164,573	512.24	M3	321.28	0.00	0.00	512.24	M3	321.28	
RELLENO A VASTED	457.92	M3	21.72	9,945	457.92	M3	21.72	0.00	0.00	457.92	M3	21.72	
ATRADUJES DE CONCRETO 10=90 Kg/cm ²	2.19	M3	2517.84	5,514	2.19	M3	2517.84	0.00	0.00	2.19	M3	2517.84	
COSTO DE TUBERIA	1448.00	ML	86.10	124,501	1448.00	ML	291.20	0.00	0.00	1448.00	ML	408.50	
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				484,868				0.00					0.00

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	HP	KWH	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE BOMBEO PARA OPERACION DE 365 DIAS
7	152.40	0	10.40	7.75	4	31555.42	684867.83	58283.18
0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0.00	50958.00
0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00

COSTO DEL KWH =

0.47 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8780

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 + 8

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 6.2.8.4

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE EL CARCAMO AL TANQUE SN. PABLO I

ALTERNATIVA 3

CALCULO

REVISO

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ¹⁰	COEF. DE FRIC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H _f LQ ⁵ * K m	OTRAS H _f S% H _f m	N TRAMO M ² * % H _f	Q en lps	75 n
mm	Pul												
305	12	0.07	0.02131	0.29	1448.00	0.00	0.01	0.56	0.38	0.02	0.40	206.23	90.80

GOLPE DE ARIETE

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (Ø) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V en m/s	A 145 * V	E _{ad}	E _{te}	D E _{ad} * E _{te}	E 1 + D	F E * 1/2	SOBREPRESION N * A * F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	SP ABSOR POR TUB 20% DE h
7	30.48	2	0.29	42.35	6.50021.60	656000	0.90	1.90	1.40	30.25	24.20	8.05

V_{VELOCIDAD INICIAL DE} 0 E_a = MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 Kg/cm²) E_t = MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA P.V.C. = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.80 12.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 0.00 0.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 0.00	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0		M3	0.00	0.00		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	1226.21	M3	35.72	43.800		M3	35.72	0.00		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	306.55	M3	406.08	125.098		M3	406.08	0.00		M3
PLANTILLA APISONADA	122.91	M3	210.04	25.816		M3	210.04	0.00		M3
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1448.00	ML	26.22	37.914		ML	40.14	0.00		ML
RELLENO COMPACTADO	531.47	M3	321.28	170.751		M3	321.28	0.00		M3
RELLENO A VOLTEO	743.36	M3	21.72	16.146		M3	21.72	0.00		M3
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Kg/cm ²	0.87	M3	2517.84	2.191		M3	2517.84	0.00		M3
COSTO DE TUBERIA	1448.00	ML	211.60	306.203		ML	291.20	0.00		ML
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				727.975				0.00		

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)
	mm	PULG.						
7	304.80	12	4.67	3.63	2	14802.53	727978.44	92817.23
0	0.00	0		0.00	0	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0		0.00	0	0.00	0.00	0.00

COSTO DEL K.W.H. = 0.47 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457 3 = 2 x 5 4 = 3 x 8.760 5 = 5 x ANUALIDAD

NOTA: EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

TABLA 8.3.8.1

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 1

CALCULO

LINEA DE TANQUE SN PABLO I AL SN PABLO II

REVISO.

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M2	GASTO Q M3/S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ² /K m	OTRAS H ² 8% H ² m	H TRAMO H ² + %H ² m	Q HT Q en lps	78 n n=80% 80 80
mm	Pul												
102	4	0.01	0.00077	0.09	450.00	0.00	0.01	203.76	0.05	0.00	0.06	38.54	

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (d) cm	ESPESOR PARED TURO (e) in	V en m/s	A 148*V Eso	Eso	Ete	D Eso/Ete	E 1+D	F E ² 1/2	SOBREPRESION h=A*F (m)	SP. ABSOR. POR VAL. 80% DE H	SP. ABSOR. POR TUB. 70% DE H
7	10.16	1.1	0.09	13.77	210007.20	390000	0.58	1.58	1.26	10.95	8.76	2.19

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

Ea=MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TURO. (PARA P.V.C = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.60 4.00 CLASE A-7				DIAMETRO = 0.00 0.00 CLASE A-14				DIAMETRO = 0.00	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0.00	0						
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	316.00	M3	35.72	7,716						
EXCAVACION FN MATERIAL CLASE III	84.00	M3	408.08	22,039						
PLANTILLA APISONADA	27.00	M3	210.04	5,671						
INRT. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	460.00	ML	3.299	7,33						
RELLENO COMPACTADO	129.17	M3	321.28	41,409						
RELLENO A VOLTEO	108.63	M3	21.72	2,355						
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Kg/cm ²	9.32	M3	2517.84	608						
COSTO DE TUBERIA	460.00	ML	49.70	22,365						
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				105,747				0.00		

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)
	mm	PULG.						
7	101.60	4	0.63	0.47	0	1821.05	105746.58	13482.59
0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00

COSTO DEL K.W.H. =

0.47 (MODERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8790

6 = 5 x ANUALIDAD

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE MINAS AL CARCAMO

ALTERNATIVA 2

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRIC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H _f L ^{1.48} ^{0.013} m	OTRAS H _f % H _f m	H _f TRAMO H _f + % H _f	Q H _f ^{0.585}	70 n ^{0.585}
mm	Pulg												
305	12	0.0730		0.44	440	0.00103	0.01	0.58138	0.26	0.01	0.28	1131.68	60.8
305	12	0.0730	0.03217	0.44	785	0.00103	0.01	0.58138	0.46	0.02	0.76	1147.22	60.8
305	12	0.0730		0.44	480	0.00103	0.01	0.58138	0.29	0.01	1.08	1154.66	60.8

GOUGE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (Ø) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V m/s	A 145 V ²	E ₆₀	E ₁₀	D E=1E10	E 1+D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION % A _f [m]	SP ABSOR POR VAL 80% DE n	6P ABSOR POR TUB 20% DE n	CARGA P DE OPER E ₆₀
7	30.48	2	0.440891021	63.92920	819021.6	656000	0.56040	1.6604	1.4001	45.85607	36.52725	9.1318	0.27
10	30.48	2.6	0.440891021	63.92920	836021.6	652800	0.73877	1.7368	1.3186	48.48176	36.78541	9.6964	0.761
7	30.48	2	0.440891021	63.92920	830021.6	656700	0.66740	1.6604	1.4001	45.85607	36.52725	9.1318	1.064

VIVEL INICIAL DEL AGUA EN m³/kg

E₆₀=MODO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 kg/cm²)

E₁₀=MODO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO, (PARA PVC = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.8				12 CLASE A-7				DIAMETRO = 304.8				12 CLASE A-10				DIAMETRO = 304.8	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0	0.00	M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	173.12	M3	36	13.328	648.72	M3	36	23.172	407.04	M3	36	23.172	407.04	M3	36	23.172	407.04	M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	93.23	M3	408	38.045	162.18	M3	408	66.182	101.76	M3	408	66.182	101.76	M3	408	66.182	101.76	M3
PLANTILLA ARAGONADA	37.40	M3	210	7.855	65.03	M3	210	13.658	40.80	M3	210	13.658	40.80	M3	210	13.658	40.80	M3
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	440.00	ML	28	11.517	765.00	ML	40	30.707	450.00	ML	40	30.707	450.00	ML	40	30.707	450.00	ML
RELLENO COMPACTADO	161.72	M3	321	51.258	278.11	M3	321	86.710	173.25	M3	321	86.710	173.25	M3	321	86.710	173.25	M3
RELLENO A VOLTEO	226.20	M3	22	4.913	363.27	M3	22	8.242	248.70	M3	22	8.242	248.70	M3	22	8.242	248.70	M3
ATRAQUES DE CONCRETO F=90 Kg/cm ²	0.87	M3	2.518	2.151	0.87	M3	2.518	2.161	0.87	M3	2.518	2.161	0.87	M3	2.518	2.161	0.87	M3
COSTO DE TUBERIA	440.00	ML	212	93.192	765.00	ML	291	222.768	450.00	ML	291	222.768	450.00	ML	291	222.768	450.00	ML
COSTO TOTAL DE CONDUCCION					223.019				455.930									

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO PARA
	mm	PULG			\$				
7	304.8	12	0.00	0.00	0	0	0	0	0
10	304.8	12	0.00	0.00	0	0	0	0	0
7	304.8	12	18.03	14.10	7	57.814	621.065	117.436	

COSTO DEL K W H *

0.4651 (GOBIERNO) 2 * 1 = 0.7457

3 = 2 * 8

4 = 3 = 8790

8 = 5 = ANUALIDAD

7 = 4 = 6

NOTA: EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO: IZTAPALAPA
ALTERNATIVA 2
LINEA DE: EL CARGAMO AL PUNTO DE CONEXION HUECAMPOSI

CALCULO:
REVISO

FECHA:
FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA	GASTO	VELOCIDAD	LONGITUD	Q ²	COEF. DE FRICCIÓN DE MANNING	CONSTANTE MANNING'S	PERDIDA EN LQ="K	OTRAS N 5% N	H TRAMO H ₀ % N ₀	Q HIT	70 n	HP=(Q HIT/76 n)
mm	PUL	M ²	M ³ /S	M/S	m		n	K	m	m		Q en l/s	n=80%	
102	4	0.0061	0.00345	0.43	30	0.00001	0.01	203.75528	0.07	0.00	0.08	41.80	80.8	0.89

GOLPE DE APORTE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	v m/s	A 145 IV	E _{ad}	E _{te}	D E _{ad} E _{te}	E	E ^{1/2}	F	SOBREPRESION H _{PAF} (m)	SP. ABSOR POR VAL 80% DE n	SP. ABSOR POR TUB. 20% DE n	CARGA NORMAL DE OPERACION EN (m)	HP=20%
7	10.16	1.1	0.42554138	61.70350	210007.2	360800	0.56219	1.5621	1.2578	49.05870	35.24536	9.8113	0.07836	9.88	

V_{VEL} INICIAL DEL AGUA EN M/S

E_a=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 Kg/cm²)

E_t=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DEL TUBO, (PARA PVC = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.6 4 CLASE A-7				DIAMETRO = 0 0 CLASE A-14				DIAMETRO = 0 0 CLASE A			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M ³	0	0	0	M ³	0	0	0	M ³	0	0
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	14.40	M ³	36	514	36	M ³	36	0	0	M ³	36	0
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	3.80	M ³	408	1,499	408	M ³	408	0	0	M ³	408	0
PLANTILLA APISONADA	1.80	M ³	210	378	210	M ³	210	0	0	M ³	210	0
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	30.00	ML	1	220	40	ML	40	0	0	ML	40	0
RELLENO COMPACTADO	9.81	M ³	321	2,787	321	M ³	321	0	0	M ³	321	0
RELLENO A VOLTEO	7.23	M ³	22	157	12	M ³	12	0	0	M ³	12	0
ATRAQUE DE CONCRETO FORMO Kg/cm ²	0.32	M ³	2,518	806	2,518	M ³	2,518	0	0	M ³	2,518	0
COSTO DE TUBERIA	30.00	ML	50	1,491	201	ML	201	0	0	ML	409	0
COSTO TOTAL DE CONDUCCION	7,802				0				0			

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (2% AGO AL 12% ANUAL)	COSTO ANUAL DE BOMBEO PARA OPERACION DE 365 DIAS \$
	mm	PULG.							
7	101.6	4	0.89	0.51	0.2377	2,081.94	7,501.77	994.73	3,076.66
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0
6	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0

COSTO DEL K.W.H. =

0.4651 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8700

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 x 8

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO UZTAPALAPA
LINEA DE CARCAMO AL TANQUE HUECAMPOOL II

ALTERNATIVA 2

CALCULO

FECI:

REVISO:

FECI:

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V M/S	LONGITUD L M	D ² M	COEF. DE FRICCIÓN DE MANNING K	CONSTANTE MANNING C	PERDIDA Hf=LOPK M	OTRAS Hf Sf=Hf M	Nº TRAMO M=K/Hf	Q INT Q en lps	76 n %A00%
mm	Pulg												
152	6	0.0182	0.00345	0.19	1671	0.00001	0.01	23.43869	0.47	0.00	0.49		
152	6	0.0182	0.00345	0.19	0	0.00001	0.01	23.43862	0.00	0.00	0.49		

GOLPE DE ARIETE

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	ESPESOR PARED TUBO (t) mm	V m/s	A 145°V	Ea1	Ea2	D Ea1Ea2	E 1+D	F E ^{1.1/2}	SOBREPRESION MPAF (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE n	SP ABSOR POR TUB 20% DE n	CA DE
10													

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E= MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.670 Kg/cm²)

E=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA PVC = 5.000 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 152.4 Ø CLASE A-7				DIAMETRO = 152.4 Ø CLASE A-14				DIAMETRO =	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	1029.3	M3	36	36.788	0.00	M3	36	0		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	257.73	M3	408	105.013	0.00	M3	408	0		M3
PLANTILLA APISONADA	116.97	M3	210	24.568	0.00	M3	210	0		M3
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1671.0	ML	11	19.049	0.00	ML	8	0		ML
RELLENO COMPACTADO	610.05	M3	321	195.998	0.00	M3	321	0		M3
RELLENO A VOLTEO	529.17	M3	22	11.454	0.00	M3	22	0		M3
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Fk=90	0.36	M3	2.518	905	0.00	M3	2.518	0		M3
COSTO DE TUBERIA	1671.0	ML	88	143.873	0.00	ML	56	0		ML
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				537.687				0		

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PLUG	H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	P.
							537.687		

COSTO DEL K.W.H. =

0.4551 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 x P

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

**SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD**

PROYECTO IZTAPALAPA
ALTERNATIVA I
LINEA DE TANQUE CABRAS-HUECAMPOOL II-SAN PABLO I

CALCULO:
REVISO

FECHA
FECH:

DIAMETRO NOMINAL		AREA	GASTO	VELOCIDAD	LONGITUD	Q"	COEF. DE FRICC	CONSTANTE	PERDIDA	OTRAS H	H TRAMO	Q INT	TD n
mm	PUL	A	Q	V	L	K	DE MANNING	MANNING	H=LQ ² /K	5% H	H% %H	Q en %h	m=80%
152	6	0.0162	0.62476	1.17	1376	0.06661	0.01	23.43984	16.77	0.99	20.76		
152	6	0.0162	0.62131	1.17	1454	0.06045	0.01	23.43989	15.48	0.77	18.25		

GOLPE DE ARIETE

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (T) mm	ESPLSOR PARED TUBO (e) mm	V m/seg	A 145'V	E _W	E _T	D E=2E _T	L 1+D	F E=1/2	ZONDEPRESION h=A/F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE h	LP ABSOR POR TUB 20% DE h	CA DE

VELOCIDAD INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E_W = MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.675 Kg/cm²)

E_T = MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA P.V.C = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 152.4 Ø CLASE A-7				DIAMETRO = 152.4 Ø CLASE A-7				DIAMETRO =	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	847.62	M3	36	30.277	894.56	M3	36	31.993		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	211.92	M3	406	86.474	223.92	M3	406	91.378		M3
PLANTILLA APICONADA	96.32	M3	219	20.231	101.78	M3	219	21.378		M3
INST JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1376.0	ML	11	15.096	1454.00	ML	11	16.576		ML
RELLENO COMPACTADO	502.35	M3	321	161.364	530.82	M3	321	170.543		M3
RELLENO A VOLTEO	435.75	M3	22	9.485	480.45	M3	22	10.001		M3
ATRAQUES DE CONCRETO 7x60 Kg/cm ²	0.36	M3	2.518	0.909	0.36	M3	2.518	0.909		M3
COSTO DE TUBERIA	1376.0	ML	86	118.474	1454.00	ML	86	125.169		ML
COSTO TOTAL DE CONEXION				442.977				497.662		

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PULG	H.P	K.W.H	GOSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO \$	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)
7	152	6					442.967	
7	152	6					467.662	

COSTO DEL K.W.H =

0.4651 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x 8760

Ø = 5 x ANUALIDAD

7 =

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA ALTERNATIVA 2
LINEA DE TANQUE CABRAS-HUECAMPOOL II-SAN PABLO I

CALCULO
REVISO

FICHA
FICHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ² n	COEF DE FRICC DE MANNING K	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ² /K m	OTRAS H ² 5% H ² m	H/TRAMO H= %H ²	Q H ² /S	T ₈ H ² n=80%
mm	Pul												
305	12	0.0730	0.02476	0.29	1376.1	0.00061	0.01	0.58138	0.49	0.02	0.51		
305	12	0.0730	0.02131	0.26	1763.6	0.00045	0.01	0.58138	0.47	0.02	0.48		

GOLPE DE ARIETE

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (Ø) cm	ESPEJOR PARED TUBO (e)	V en m/seg	A 145-V	E _W	E _{1e}	D E _W /E _{1e}	E 1+D	F E=1/2	SOBREPRESION H=A/V ² (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE H	SP ABSOR POR TUBO 20% DE H

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.670 Kg/cm²)

E=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO, (PARA P.V.C = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.8 12 CLASE A-7				DIAMETRO = 304.8 12 CLASE A-7				DIAMETRO =	
	CANTIDAD	UNIDAD	P U	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P U	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	1166.8	M3	36	41.660	1495.79	M3	36	53.430		M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	291.71	M3	408	119.042	373.95	M3	408	152.600		M3
PLANTILLA APISONADA	116.96	M3	210	24.566	149.93	M3	210	31.492		M3
INST JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1376.1	ML	20	36.061	1763.90	ML	20	48.248		ML
RELLENO COMPACTADO	533.77	M3	321	171.468	684.31	M3	321	219.656		M3
RELLENO A VOLTEO	707.43	M3	22	15.365	906.70	M3	22	19.695		M3
ATRAQUES DE CONCRETO f _c =90 Kg/cm ²	0.87	M3	2.518	2.191	0.87	M3	2.518	2.191		M3
COSTO DE TUBERIA	1376.1	ML	212	291.458	1763.90	ML	212	373.574		ML
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				701.611				626.107		

PRESSION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PULG	H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS @ 12% ANUAL)	COS PAR
7	305	12					701.611		
7	305	12					626.107		

COSTO DEL KWH =

0.4851 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR GRAVEDAD

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 3

CALCULO:

LINEA DE TANQUE CABRAS-HUICAMPOL II-SAN PABLO I

REVISO:

DIAMETRO NOMINAL		AREA	GASTO	VELOCIDAD	LONGITUD	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING	CONSTANTE MANNING	PERDIDA H=LO ^{5.49} /K	OTRAS H ²	H TRAMO H= % H ₀	Q INT	T ₀ n
mm	Pul	M ²	M ³ /S	m/s	m	m ³ /s	n	K	m	m ²	% H ₀	Q en lps	n=80%
305	12	0.0170	0.02476	0.228	1378.1	0.00081	0.01	0.50138	0.49	0.02	0.51		
152	6	0.0182	0.02131	1.17	1864	0.00045	0.01	23.43649	17.71	0.69	18.60		

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/Cm ²	DIAMETRO NOMINAL (d) cm	ESPESOR PARED TURO (e)	V m/seg	A 140°V	E _{ad}	E _{tb}	D E _{ad} /E _{tb}	E 1+D	F E ² /1/2	SOBREPRESION H=AF (m)	SP. ABSOR POR VAL 80% DE H	SP. ABSOR POR TUB 20% DE H

V=VEL INICIAL DEL AGUA EN m/seg

E_{ad}=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 870 Kg/cm²)

E_{tb}=MOD DE ELASTICIDAD DE LA PARED DEL TURO (PARA P.V.C = 1 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 304.8				12 CLASE A-7				DIAMETRO = 152.4				6 CLASE A-7				DIAMETRO =	
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0	0.00	M3	0	0										
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	1166.9	M3	30	41 583	1025.02	M3	30	36 814										
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	261.73	M3	408	118 050	258.26	M3	408	104 573										
PLANTILLA APISONADA	118.97	M3	210	24 984	116.48	M3	210	24 465										
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	1378.1	ML	26	36 081	1994.60	ML	11	18 970										
RELLENO COMPACTADO	533.86	M3	321	171 520	807.49	M3	321	195 175										
RELLENO A VOLTEO	707.43	M3	22	15 365	526.96	M3	22	11 445										
ATRAQUES DE CONCRETO 10x90 Kg/cm ²	0.87	M3	2 518	2 191	0.36	M3	2 518	908										
COSTO DE TUBERIA	1378.1	ML	217	291 458	1664.00	ML	68	143 270										
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				701 916				535 419										

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H.P.	K.W.H.L.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (28 AÑOS AL 12% ANUAL)
	mm	PULG						
7	305	12					701 916	
7	152	6					535 419	

COSTO DEL K.W.H. =

0.4851 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x \$

4 = 3 x 8750

5 = 5 x ANUALIDAD

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA

ALTERNATIVA 1

CALCULO

LINEA DE TANQUE SN PABLO I AL SN PABLO II

REVISO:

DIAMETRO NOMINAL		AREA	GASTO	VELOCIDAD	LONGITUD	Q ¹⁰	COEF. DE FRICC	CONSTANTE	PERDIDA	OTRAS H ¹⁰	N TRAMO	Q RT	76 n	
mm	Pul	A M ²	Q M ³ /S	V m/s	L m	Q ¹⁰	DE MANNING n	MANNING K	H=LO ¹⁰ K m	5% H ¹⁰ m	H ¹⁰ %H ¹⁰	Q en lps	n=80%	
102	4	0.0081	0.00077	0.09	450	0.00600		0.01	203.75528	0.05	0.00	0.08	38.54	80.8

GOLPE DE ARIETE

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (d) cm	ESPEJOR PARED TUHO (e)	V en m/s	A 145*V	E _W	E _T	D E _W /E _T	E 1-D	F E ^{1/2}	SOBREPRESION H ¹⁰ /F (m)	SP ABSOR POR VAL 80% DE H	SP ABSOR POR TUB 20% DE H
7	10.16	1.1	0.094975902	13.77151	210007.2	360800	0.58206	1.9821	1.2578	10.84889	8.75911	2.1698

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E_W=MOD DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20 875 Kg/cm²)

E_T=MOD DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO (PARA F V C = 5 200 PARA ACERO = 2 100 000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.6 4 CLASE A-7				DIAMETRO = 0 0 CLASE A-14				DIAMETRO = 0	
	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P. U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0						
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	210.00	M3	36	7.718						M3
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	54.00	M3	408	22.036						M3
PLANTILLA APISONADA	27.00	M3	210	5.671						M3
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	450.00	ML	7	3.269						ML
RELLENO COMPACTADO	129.17	M3	321	41.499						M3
RELLENO A VOLTEO	108.43	M3	22	2.355						M3
ATRAQUES DE CONCRETO Fc=90 Kg/cm ²	0.32	M3	2.518	808						M3
COSTO DE TUBERIA	450.00	ML	50	22.365						ML
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				105.747				0		

PREISION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H P	K W H	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)
7	101.6	4	0.63	0.47	0	1.928	105.747	13.483
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0

COSTO DEL K W H. =

0.4851 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANGUE EN PABLO I EN PABLO II

ALTERNATIVA 2

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL		AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA h _f =LQ ² /K	OTRAS h _f % h _f	h _f TRAMO h _f = %h _f	Q NT	78 n	H
mm	Pulg													
102	4	0.0081	0.00077	0.00	140	0.00000	0.01	203.75528	0.02	0.00	0.02	Q en lps 11.50	n=80% 60.8	0.14

GOLPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (d) cm	ESPESOR PARED TURO (e)	V m/s	A 148/V	E _{ad}	E _{te}	D E _{ad} /E _{te}	E 1+D	F E ² /12	BOBREPRESION h _f ALF [m]	SP. ABSOR POR VAL 80% DE h	SP. ABSOR POR TUB. 20% DE h	CARGA HOI DE OPERA EN (m)
7	10.16	1.1	0.094975902	13.77151	210007.2	360900	0.58296	1.58291	1.2578	10.94889	8.75911	2.1868	0.01778

V=VEL. INICIAL DEL AGUA EN m/s

E_a=MCO DE ELASTICIDAD DEL AGUA (29.870 Kg/cm²)

E_t=MCO DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TURO (PARA P.V.C = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.6 4 CLASE A-7				DIAMETRO = 0 0 CLASE A-14				DIAMETRO = 0			
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0								
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	67.20	M3	36	2.400								
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	16.80	M3	408	6.856								
PLANTILLA APISONADA	8.40	M3	210	1.764								
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	140.00	ML	7	1.028								
RELLENO COMPACTADO	49.19	M3	321	12.911								
RELLENO A VOLTEO	33.73	M3	22	733								
ATRAQUE DE CONCRETO f _c =90 Kg/cm ²	0.32	M3	2.518	806								
COSTO DE TUBERIA	140.00	ML	50	6.978								
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				33.454				0				

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL		H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 12% ANUAL)	COSTO PARA OF
	mm	PULG.			\$				
7	101.6	4	0.10	0.14	0	578	33.454	4.265	
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	

COSTO DEL K.W.H. =

0.4651 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8700

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 x 0

NOTA - EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
CALCULO DEL DIAMETRO ECONOMICO
EN CONDUCCIONES POR BOMBEO

PROYECTO IZTAPALAPA
LINEA DE TANQUE SN PABLO I AL EN PABLO II

ALTERNATIVA 3

CALCULO

FECHA

REVISO

FECHA

DIAMETRO NOMINAL mm	Ful	AREA A M ²	GASTO Q M ³ /S	VELOCIDAD V m/s	LONGITUD L m	Q ²	COEF. DE FRICC. DE MANNING n	CONSTANTE MANNING K	PERDIDA H=LQ ² /K	OTRAS HF % HF.	N TRAMO N ² K/N.	Q HF Q en lps	74 n n=50%
102	4	0.0031	0.00077	0.09	320	0.0000	0.01	203.75528	0.04	0.00	0.44	20.25	60 s

GOPE DE ARIETE

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL (D) cm	ESPESOR PARED TUBO (e)	V m/s	A 148V	Ead	Ese	D Ead/Ese	E 1-D	F E ² /2	BORRUPRESION h=VF (B)	SP. ABSOR POR VAL 80% DE h	SP. ABSOR POR TUB. 20% DE h	CARGA AN DE OPER EN (E)
7	10.16	1.1	0.094973912	13.77151	210007.2	380800	0.56206	1.5821	1.2578	10.94889	8.75911	2.1898	0.0405

VVVEL INICIAL DEL AGUA EN m/s=9.0

E=MOD. DE ELASTICIDAD DEL AGUA (20.870 Kg/cm²)

E=MOD. DE ELASTICIDAD DE LAS PAREDES DE TUBO, (PARA P.V.C = 5.200 PARA ACERO = 2.100.000 Kg/cm²)

CONCEPTO	DIAMETRO = 101.6 4 CLASE A 7				DIAMETRO = 0 0 CLASE A 4				DIAMETRO = 0		
	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE I	0.00	M3	0	0		M3	0	0		M3	
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE II	153.90	M3	36	5.447		M3	36	0		M3	36
EXCAVACION EN MATERIAL CLASE III	38.40	M3	408	15.670		M3	408	0		M3	408
PLANTILLA APISONADA	19.20	M3	210	4.033		M3	210	0		M3	210
INST. JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	320.00	ML	7	2.346		ML	40	0		ML	49
RELLENO COMPACTADO	91.85	M3	321	29.511		M3	321	0		M3	321
RELLENO A VOLTEO	77.11	M3	22	1.675		M3	22	0		M3	22
ATRAQUES DE CONCRETO f=90 Kg/cm ²	0.32	M3	2.515	806		M3	2.515	0		M3	2.515
COSTO DE TUBERIA	320.00	ML	50	15.904		ML	291	0		ML	4.4
COSTO TOTAL DE CONDUCCION				75.430				0			

PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA Kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL mm	PULO	H.P.	K.W.H.	COSTO POR HORA DE BOMBEO \$	CARGA ANUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL DE CONDUCCION	CARGA DE AMORTIZACION CONDUCCION (25 AÑOS AL 15% ANUAL)	COSTO PARA OP
7	101.6	4	0.43	0.32	1	5.641	75.430	9.617	
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	
0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	

COSTO DEL K.W.H. =

2 (GOBIERNO) 2 = 1 x 0.7457

3 = 2 x 5

4 = 3 x 8760

6 = 5 x ANUALIDAD

7 = 4 x 6

NOTA: EL DIAMETRO MAS ECONOMICO ESTA DADO POR EL MENOR COSTO DETERMINADO EN LA COLUMNA 7

6 PROYECTO EJECUTIVO

6 PROYECTO EJECUTIVO

6.1 Memoria de cálculo.

6.1.1 Línea de conducción.

Una vez determinadas la solución de las líneas de conducción se elabora el proyecto ejecutivo correspondiente.

◊ Tramo Xaltepec - Bellavista.

$$Q = 100.50 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$H_f = 18.37 \text{ m (Tabla 5.2.1.1)}$$

$$L = 2220.00 \text{ m}$$

$$S = 18.37/2220.00 = 0.00827$$

En la tabla 6.1.1 se determinan los datos del proyecto ejecutivo.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000 al 0+980	1130	12"	Acero	Cad 40
0+980 al 1+400	570	12"	AC	A-14
1+400 al 1+960	280	12"	AC	A-10
1+960 al 2+200	220	122	AC	A-7

◊ Tramo Bellavista - Minas.

$$Q = 83.07 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm}$$

$$L = 2118.00 \text{ m}$$

$$H_f = 8.92 \text{ m (Tabla 5.2.2.1)}$$

$$S = 8.92/2118.00 = 0.000421$$

En la tabla 6.1.1.2 se presentan los datos del proyecto ejecutivo.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+830.05	1389.00	12"	AC	A-7
0+830.05 al 1+400.00	500.00	12"	AC	A-10
1+400.00 al 2+095.47	229.00	12"	AC	A-7

◊ **Tramo Minas - Cabras.**

$$Q = 28.72 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$L = 1930.00 \text{ m}$$

$$H_f = 1.09 \text{ m} \quad (\text{Tabla 5.2.3.2})$$

$$S = 1.09/1930.00 = 0.000564$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.3.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+350.00	350.00	12"	AC	A-10
0+350.00 al 0+580.00	230.00	12"	AC	A-14
0+580.00 al 0+920.00	340.00	12"	ACERO	
0+920.00 al 1+650.00	730.00	12"	AC	A-14
1+650.00 al 1+920.00	280.00	12"	AC	A-7

◊ **Tramo Cabras - Derivación Huecampool II.**

$$Q = 24.76 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$L = 1376.10 \text{ m}$$

$$H_f = 0.515 \text{ m} \quad (\text{Tabla 5.3.4.5})$$

$$S = 0.515/1376.10 = 0.000374$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.4.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+647.92	647.92	12"	AC	A-7
0+697.92 al 1+376.10	678.18	12"	AC	A-10

◊ **Tramo Derivación - Huecampool II.**

$$Q = 3.45 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 15.2 \text{ cm (6")}$$

$$L = 45.00 \text{ m}$$

$$H_f = 0.515 \text{ m}$$

$$S = 0.515/1376.10 = 0.000374$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.4.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+045.00	45.45	6"	AC	A-10

◊ **Tramo Derivación - San Pablo I.**

$$Q = 21.31 \text{ l/seg}$$

$$\text{Diam} = 30.5 \text{ cm (12")}$$

$$L = 1763.9 \text{ m}$$

$$H_f = 0.49 \text{ m} \quad (\text{Tabla 5.3.4.5})$$

$$S = 0.49/1763.9 = 0.000277$$

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.5.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
1+376.10 al 1+650.00	273.90	12"	AC	A-10
1+650.00 al 2+350.00	700.00	12"	AC	A-14
2+350.00 al 2+624.00	274.00	12"	AC	A-10
2+624.00 al 2+782.50	158.50	12"	AC	A-7

◊ Tramo San Pablo I - San Pablo II.

Q = 0.77 l/seg

Diam = 10.2 cm (4")

L = 450.00 m

Hf = 0.06m (Tabla 5.2.6.1)

S = 0.06/450 = 0.0001

Los datos del proyecto ejecutivo se presentan en la tabla 6.1.1.6.

Resumen de tubería.

Km al Km	Longitud	Diámetro	Material	Clase
0+000.00 al 0+354.00	450.00	4"	AC	A-7

Especificaciones de instalación de tubería.

Las tuberías se instalarán sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que éstas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la línea, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a los rayos solares, variación de la temperatura, etc.

Ancho y profundidad de la zanja. Para determinar el ancho de la zanja para alojar las tuberías, se hará con cualquiera de los siguientes criterios:

- Para tuberías con diámetro exterior menor a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 50 cm.
- Para tuberías con diámetro exterior mayor o igual a 50 cm, el ancho de la zanja será el diámetro exterior más 60 cm.

Los anchos de las zanjas que resulten de los cálculos se deberán redondear a múltiplos de cinco.

En la tabla 6.1.1.7 se presentan anchos de zanja que en general cumplen con estos criterios, sin embargo se deben verificar.

La profundidad mínima será de 70 cm en tuberías de hasta 51 mm de diámetro y en adelante será igual al diámetro exterior del tubo, más el colchón indicado en la tabla 6.1.1.8

Por lo que se refiere a la profundidad máxima, esta variará en función de las características particulares de la resistencia de las tuberías que se trate, tomando en cuenta el factor de carga proporcionado por la plantilla de apoyo que se use, el peso volumétrico del material de relleno y la carga viva en la superficie.

La tubería de asbesto - cemento debe alojarse en zanja para obtener la máxima protección y solo en casos excepcionales se podrá instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

En caso de tuberías de policloruro de vinil (PVC) su instalación se hará siempre en zanja.

Por otro lado, las tuberías de acero, fierro galvanizado (FoGo), concreto, hierro dúctil y polietileno de alta o mediana densidad se podrán instalar superficialmente garantizando su protección y seguridad.

**TABLA 6.1.1.7
DIMENSIONES DE ZANJAS Y PLANTILLAS PARA TUBERÍA DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO.**

DIAMETRO (cm)	NOMINAL (pulg)	ANCHO (cm)	PROF. (cm)	ESPESOR DE PLANTILLA (cm)	VOLUMEN DE EXCAVACION (m³/m)
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1 _{1/2}	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2 _{1/4}	60	100	7	0.60
7.5	3	60	100	7	0.60
10.0	4	60	105	10	0.63
15.0	6	70	110	10	0.77
20.0	8	75	115	10	0.86
25.0	10	80	120	10	0.966
30.0	12	85	125	10	1.06
35.0	14	90	130	10	1.17
40.0	16	95	140	10	2.33
45.0	18	110	145	10	1.60
50.0	20	115	155	11	1.78
61.0	24	130	165	13	52.15
76.0	30	150	185	14	2.77
91.0	36	170	210	15	3.57
107.0	42	190	230	17	4.37
122.0	48	210	245	20	5.14
152.0	60	250	300	23	7.50
183.0	72	280	340	27	9.52
213.0	84	320	380	30	12.16
244.0	98	350	415	34	14.53

**Tabla 6.1.1.8
Colchon mínimo**

DIAMETRO NOMINAL (cm)	COLCHON MINIMO (m)
Hasta 45	0.9
Mayor de 45 y 122	1.0
Mayor de 122 y 183	1.3
Mayores de 183	1.5

Plantilla o cama. Deberá colocarse una cama de material seleccionado libre de piedras, para el asiento total de la tubería, de tal forma que no se provoquen esfuerzos adicionales a ésta.

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa inferior de la tubería, en un ancho cuando menos igual al 60% de su diámetro exterior.

El resto de la tubería debe ser cubierto hasta una altura de 30 cm arriba de su lomo con material granular fino colocado a mano y compactado cuidadosamente con equipo manual y humedad óptima, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería (acostillado). Este relleno se hace en capas que no excedan de 15 cm de espesor:

El resto de la zanja podrá ser rellenado a volteo, o compactado según sea el caso: si la tubería se instala en zona urbana con tránsito vehicular intenso todo el relleno será compactado, y si se instala en zonas con poco tránsito vehicular o rurales será a volteo.

Cambios de dirección Horizontal. Para la tubería de asbesto - cemento los cambios de dirección horizontal mayores de 7 grados 30 minutos se darán con piezas espaciales (codos) de fierro fundido, y las deflexiones menores de 7 grados 30 minutos se darán en forma gradual con la propia tubería

En tubería de acero los cambios de dirección podrán ser con piezas espaciales de fierro fundido o del mismo material de la tubería.

Cambios de pendiente. Igual que en los cambios de dirección horizontal los cambios mayores 7 grados 30 minutos serán con piezas especiales.

Válvulas de admisión y expulsión de aire.

De acuerdo a la topografía del lugar por donde se tiene el trazo de la línea de conducción se contará con válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos haya un cambio de pendiente positiva a negativa (parte alta del perfil), y se instalarán válvulas de desagüe en caso contrario.

Atraques. En todas las tees, codos y tapas ciegas se colocará un atraque de concreto con una resistencia adecuada no menor de 100 Kg/cm² d

Se deben de colocar en las siguientes piezas de los cruceros:

- En los codos de los cambios de dirección horizontal y vertical.
- En las tees de desagües y derivaciones.
- En las reducciones de cambios de diámetros.

Los atraques tienen por objeto transmitir al terreno de la zanja el empuje que se origina en las piezas indicadas, debido a la presión del agua. Sus dimensiones se deducen de las características de resistencia del terreno en que se apoyan; su forma es piramidal para que la base mayor proporcione el área requerida para contrarrestar el empuje, apoyándose en la pared y fondo de la zanja.

El volumen del atraque de concreto se calcula de manera que su peso y el de las piezas contrarreste el empuje.

El concreto debe tener una resistencia adecuada no menor de 100 Kg/cm² y, al construirse, su base debe quedar unida perfectamente con el fondo y la pared de la zanja. En la tabla 6.1.1.9 se dan las dimensiones de atraques que especifica la D.G.C.O.H.

TABLA 6.1.1.10
DIMENSIONES DE ATRAQUES DE CONCRETO

Díámetro nominal (mm)	(pulg)	Altura en cm	Lado "A" en cm	Lado "B" en cm	Vol. atraque m ³
≤ 76	2	30	30	30	0.027
102	4	35	30	30	0.032
152	6	40	30	30	0.036
203	8	45	35	35	0.055
254	10	50	40	35	0.070
305	12	55	45	35	0.087
356	14	60	50	35	0.105
406	16	65	55	40	0.143
457	18	70	60	40	0.168
508	20	75	65	45	0.219
610	24	85	75	50	0.319
762	30	100	90	55	0.495
914	36	115	105	60	0.725

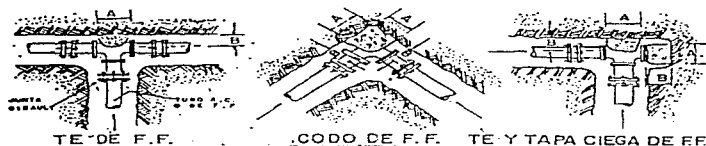


Fig. 6.1.1.1 Dirección de los empujes y forma de colocar los atraques

6.1.2 Tanques de regularización.

El rápido crecimiento demográfico que se presenta en el Distrito Federal, provoca que los servicios de agua potable con los que hay que dotar a la población se incrementen en forma constante.

Esto ha motivado a las autoridades de la Dirección General de Construcción Hidráulica la realización de proyectos estructurales de tanques de regularización con capacidades de 100, 300, 500, 800, 1000 y 1500 m³, dichos proyectos incluyen las especificaciones de construcción y recomendaciones de mecánica de suelos respecto a su localización (zona de lago, transición y lomas).

Además la capacidad mínima requerida por esa dependencia es de 100 m³

De acuerdo a lo arriba indicado en lo que respecta a este proyecto únicamente se calculara la capacidad requerida de los tanques.

Para determinar el coeficiente de regularización se basará en el "Estudio de demandas (consumos de agua) en la Ciudad de México realizado por BANOBRAS (Fig. 4.2.3.1).

En la tabla 6.1.2.1 se realiza el cálculo para determinar el coeficiente de regulación para la Ciudad de México para 24 horas de bombeo, siendo el siguiente:

TABLA 6.2.1
CALCULO DEL COEFICIENTE DE REGULARIZACION PARA LA
CIUDAD DE MEXICO PARA SUMINISTRP DE 24 HORAS/DIA

HORAS	ENTRADAS Q BOMBEO	SALIDA Q DEMANDA	DIFERENCIAS (ENT-SAL)	DIFERENCIA ACUM.
1	100	61	39	39
2	100	62	38	77
3	100	60	40	117
4	100	57	43	160
5	100	57	43	203
6	100	56	44	247
7	100	78	22	269
8	100	138	-38	231
9	100	152	-52	179
10	100	152	-52	127
11	100	141	-41	86
12	100	148	-38	48
13	100	148	-38	10
14	100	148	-38	-28
15	100	148	-38	-66
16	100	141	-41	-107
17	100	114	-14	-121
18	100	106	-6	-127
19	100	102	-2	-129
20	100	91	9	-120
21	100	79	21	-99
22	100	73	27	-72
23	100	71	29	-43
24	100	57	43	0
	2400	2400		

Max. % excedente= 269

Max. % faltante = -121

R = 14.328

Cálculo de la capacidad de los tanques.

• **Tanque Bellavista.**

$Q_{Md} = 100.5 \text{ l/seg}$

$C = R Q_{Md} = (14.32)(100.5) = 1439.16 \approx 1500 \text{ m}^3$

La capacidad del tanque será de:

$C = 1500 \text{ m}^3$

La capacidad del tanque será de 1500 m³

- **Tanque Minas (existente) de 1300 m³.**

$$Q_{Md} = 100.5 - 17.43 = 83.07 \text{ l/seg}$$

$$C = (14.32)(83.07) = 1189.56 < 1300 \text{ m}^3$$

Por lo cual es de la capacidad requerida.

La capacidad del tanque será de 1300 m³

- **Tanque Cabras.**

$$Q_{Md} = 83.07 - 54.35 = 28.72 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(28.72) = 411.27 \cong 500 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de.

$$C = 500 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de 500 m³

- **Tanque Huecampool II.**

$$Q_{Md} = 3.45 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(3.45) = 49.4 \text{ m}^3$$

Debido a que la capacidad mínima es de 100 m³ la capacidad del tanque será de:

$$C = 100 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de 100 m³

- **Tanque San Pablo I.**

$$Q_{Md} = 28.72 - 3.96 - 3.45 = 21.31 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(21.31) = 305.16 \cong 300 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de.

$$C = 300 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de 300 m³

- **Tanque San Pablo II.**

$$Q_{Md} = 0.77 \text{ l/seg}$$

$$C = R Q_{Md} = (14.32)(0.77) = 11.26 \text{ m}^3$$

Debido a que la capacidad mínima es de 100 m³ la capacidad del tanque será de:

$$C = 100 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque será de 100 m³

6.1.3 Selección de equipo de bombeo.

6.1.3.1 Aspectos teóricos.

Para la selección del equipo de bombeo se requiere el gasto medio diario (Q_{Md}), y la carga total de bombeo.

Carga total de bombeo. El cálculo de la carga total de bombeo o carga dinámica total (H), consiste en determinar la energía requerida para impulsar el líquido desde el nivel de succión (de la bomba) hasta el nivel de descarga, venciendo la resistencia que ofrecen las tuberías, válvulas, etc, al paso del fluido.

La carga total de bombeo, se define como la suma de las resistencias del sistema, correspondientes a la carga estática, a la pérdida de carga por fricción en la tubería y accesorios, y a la carga de velocidad.

$$H = H_e + H_f + H_v$$

Donde:

H = Carga total de bombeo, en m

H_e = Carga estática, en m

H_f = Pérdida de carga por fricción en la tubería y accesorios, en m

H_v = Carga de velocidad, en m

La carga estática es la suma algebraica de la altura de descarga y la altura de succión (Figs. 6-1 y 6-2); así tenemos la ecuación siguiente:

$$H_e = h_d \pm h_s$$

Siendo:

H_e = carga estática, en m

h_d = altura del eje de la descarga de la bomba a la descarga, en m

h_s = altura del nivel del agua al eje de la descarga bomba, en m

Cuando el nivel del agua en la succión está arriba del eje de la descarga de la bomba la altura de succión (h_s) es negativo, y positivo en caso contrario.

Para obtener la carga estática deben considerarse los niveles extremos de la succión y descarga: Así, para obtener " h_s " debe tomarse en cuenta el nivel de agua mínimo en el cárcoma o tanque de succión, y para " h_d " el nivel máximo en el tanque de descarga, o bien el punto mas bajo en la tubería con descarga libre.

Pérdidas de carga por fricción (H_f). Las pérdidas de carga por fricción corresponden a la suma de las pérdidas en la tubería y a las pérdidas provocadas por los accesorios (válvulas, cambios de dirección, reducciones etc.), que conforman los ramales de la succión y descarga de un sistema de bombeo, conforme a la siguiente expresión:

$$H_f = h_f + h_a$$

Donde:

H_f = Pérdida totales por fricción, en m

h_f = Pérdidas por fricción en tramos rectos de tubería, en m

h_a = Pérdidas por fricción en accesorios, en m

Pérdidas por fricción en tramos rectos de tubería. Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizará el modelo de Darcy - Weisbasch.

$$h_f = \frac{f L v^2}{D 2g}$$

Siendo:

h_f = Pérdidas por fricción en tramos rectos, en m

f = Coeficiente de "fricción", adimensional

L = Longitud de la tubería, en m

D = Diámetro interior del tubo, en m

v = Velocidad media del flujo, en m/s

g = Aceleración de la gravedad, en m/s²

Coefficiente de fricción. El coeficiente de fricción para flujo laminar está dado por la siguiente expresión.

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para $Re < 2300$

Donde:

f = Factor de fricción, adimensional

Re = Número de Reynolds, adimensional

Número de Reynold. El número de Reynold esta dado por:

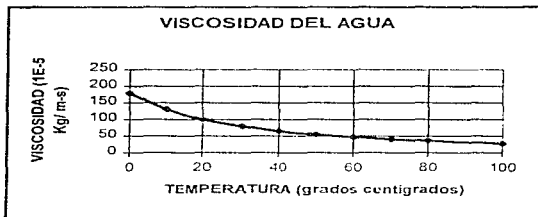
$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

Donde:

V = Velocidad media en el conducto, en m/s

D = Diámetro interior del tubo, en m

ν = Viscosidad cinemática, en m^2/s (Gráfica 6.3.1)



GRÁFICA 6.3.1 VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL AGUA (ν), CON LA TEMPERATURA.

Para encontrar el coeficiente de fricción en flujo turbulento (Re), se usa la siguiente fórmula (ecuación de Colebrook):

$$1/\sqrt{f} = -2 \log ((\epsilon/D)/3.71 + 2.51/Re\sqrt{f})$$

Donde:

f = Coeficiente de "fricción", adimensional

ϵ = Rugosidad, en mm (tabla 6.3.1)

Re = Número de Reynolds, adimensional

D = Diámetro interior del tubo, en mm

La representación gráfica de la ecuación 6.3.7, se presenta en la grafica 6.3.2. (Diagrama de Moody).

TABLA 6.3.1
RUGOSIDA ϵ DE ALGUNOS MATERIALES

Material	ϵ en mm
Cobre, PVC, polietileno de alta densidad	0.0015
Hierro fundido	0.005 a 0.03
Acero	.04 a 0.10
Asbesto cemento	0.025
Concreto	0.16 a 2.0

Debido a la dificultad para obtener el valor de "f", se ha generalizado el uso de ecuaciones empíricas, como la ecuación de Swamee y Jain, que arrojan valores muy similares a los de la ecuación de Colebrook:

$$f = 0.25 / [\log((\epsilon/D)/3.71 + 5.74/Re^{0.9})]^2$$

Pérdidas de carga en accesorios. Las pérdidas de carga en secundarias o perdidas menores, son ocasionadas por la resistencia que presentan al flujo los accesorios de la tubería, comprendiendo por accesorios todas las conexiones estándar tales como codos, tees, reducciones, etc. conexiones espaciales como son los codos de gajos, insertos, etc y todas las válvulas o instrumentos que ocasionan una pérdida considerable, como son los medidores de flujo.

El cálculo de las pérdidas locales de los accesorios se obtiene como una pérdida de la velocidad del flujo por medio de la expresión siguiente:

$$h_a = \frac{KV^2}{2g}$$

Siendo:

- h_a = Pérdida de carga en accesorios, en m
- K = Coeficiente de resistencia del accesorio, adimenciona
- V = Velocidad del fluido m/s
- g = Aceleración de la gravedad, en m/s²

Carga de velocidad. La carga de velocidad del fluido está dada por la expresión:

$$H_v = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- H_v = Carga de velocidad, en m
- V = Velocidades media del fluido, en m/s
- g = Aceleración de la gravedad, en m/s²

Potencia requerida por la bomba. Para el cálculo de la potencia requerida por la bomba se requieren los siguientes datos:

- Gasto de diseño (Q)
- Carga total de bombeo (H)
- Eficiencia de la bomba (η)

Potencia hidráulica. Es la requerida para impulsar al líquido desde el nivel de succión hasta el nivel de descarga, y esta dada por la siguiente expresión:

$$WHP = \frac{QH}{76}$$

Donde:

WHP = Potencia hidráulica, en HP
Q = Gasto de diseño, en l/s
H = Carga total de bombeo

Potencia al freno. Es la requerida en la flecha de la bomba, y está dada por la expresión:

$$BHP = \frac{WHP}{\eta}$$

Siendo:

BHP=Potencia al freno, en HP
WHP=Potencia hidráulica, en HP
 η =Eficiencia de la bomba

La eficiencia de la bomba corresponde a las condiciones de diseño Q y H, obtenidas de la curva correspondiente de la bomba seleccionada.

6.1.3.2 Cálculos Hidráulicos.

◊ Planta de bombeo Xaltepec.

Se instalarán 3 equipos de bombeo, dos operando y uno de reserva (Fig 6-3).

a) Datos básicos

Gasto por equipo	Q = 50.25 l/s	
Gasto requerido	Q = 100.5 l/s	
Tipo de fluido	Agua potable (20° C)	
Viscosidad cinemática	$\nu = 1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ (Grafica 6.3.1)	
Tubería de succión	Acero de 50.8 cm (20")	L = 10 m
	Acero de 30.5 cm (12")	L = 2 m
Tubería de descarga	Acero de 50.8 cm (20")	L = 8 m
	Acero de 30.5 cm (12")	L = 980 m
	Asbesto-cemento de 30.5 cm (12")	L = 1200 m
Rugosidad	Acero	$\epsilon = .10 \text{ mm}$
	Asbesto-cemento	$\epsilon = 0.025 \text{ mm}$

b) Velocidad para cada sección de tubería.

Diam = 30.5 cm (12")	Q = 50.25 l/s
----------------------	---------------

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.05025)/\pi(0.305)^2 = 0.6878 \text{ m/s}$$

Diam = 30.5 cm (12")	Q = 100.5 l/s
----------------------	---------------

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.1005)/\pi(0.305)^2 = 1.3756 \text{ m/s}$$

Diam = 50.8 cm (20")	Q = 100.5 l/s
----------------------	---------------

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.1005)/\pi(0.508)^2 = 0.4958 \text{ m/s}$$

c) Pérdidas de carga en la línea.

Diam = 30.5 cm (12")	V = 0.6878 m/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

Número de Reynolds

$$Re = VD/\nu = (0.6878)(0.305)/1.007 \times 10^{-6} = 208,320.75$$

Coefficiente de fricción

$$f = 0.25/[\log((0.10/305)/3.71) + 5.74/208,320.75^{0.9}]^2 = 0.0179$$

Pérdida de carga en la línea (hf)

$$hf = (0.0179)(2)(0.6878)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 0.0028 \text{ m}$$

hf = 0.0028 m

V = 1.3756 m/s	Acero
-----------------------	--------------

$$Re = VD/\nu = (1.3756)(0.305)/1.007 \times 10^{-6} = 416,641.51$$

$$f = 0.25/[\log((0.10/305)/3.71) + 5.74/416,641.51^{0.9}]^2 = 0.0168$$

$$hf = (0.0168)(980)(1.3756)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 5.2062 \text{ m}$$

Asbesto - cemento

$$f = 0.25/[\log((0.025/305)/3.71) + 5.74/416,641.51^{0.9}]^2 = 0.0146$$

$$hf = (0.0146)(1220)(1.3756)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 5.6325 \text{ m}$$

Diam = 50.8 cm (20")	V = 0.4958 m/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

$$Re = VD/\nu = (0.4958)(0.508)/1.007 \times 10^{-6} = 250,115.59$$

$$f = 0.25/[\log((0.10/508)/3.71) + 5.74/250,115.59^{0.9}]^2 = 0.0166$$

$$hf = (0.0166)(18)(0.4958)^2 / (0.508)(2)(9.81) = 0.0074 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.0028 + 5.2062 + 5.6325 + 0.0074 = 10.8489 \text{ m}$$

$\Sigma hf = 10.8489 \text{ m}$

d) Pérdidas de carga en accesorios.

Diam = 30.5 cm (12")	V = 0.6878 l/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

Accesorio	Cantidad	K	K_1
Válvula de compuerta de 12"	2	0.104	0.208
Válvula de retención de 12"	1	0.65	0.65
Codo de 45° de 12"	1	0.39	0.39
Derivación a 90°	1	0.78	0.78
Derivación a 45°	1	0.15	0.15
Total			2.178

$$h_a = (2.178)(0.6878)^2 / (2)(9.81) = 0.05251 \text{ m}$$

Diam = 50.8 cm (20")	V = 1.3756 m/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

Accesorio	Cantidad	K	K_1
Válvula de compuerta de 12"	1	0.104	0.104
Válvula de flotador de 12"	1	4.42	4.42
Codo de 11° 45' de 12"	8	0.052	0.416
Codo de 22° 30' de 12"	4	0.104	0.416
Codo de 45° de 12"	6	0.208	1.248
Codo de 90° de 12"	10	0.26	2.60
Reducción 20 a 12"	1	0.1325	0.1325
Salida	1	1.0	1.0
Total			10.3365

$$h_a = (10.3365)(1.3756)^2 / (2)(9.81) = 0.9969 \text{ m}$$

Diam = 50.8 cm (20")	v = 0.4958 m/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

Accesorio	Cantidad	K	K_1
Válvula de compuerta de 20"	2	0.096	0.192
Entrada de 20"	1	0.78	0.78
Total			0.972

$$h_a = (0.972)(0.4958)^2 / (2)(9.81) = 0.01218 \text{ m}$$

$$\Sigma ha = 0.05251 + 0.9969 + 0.01218 = 1.06159 \text{ m}$$

$$\Sigma ha = 1.06159 \text{ m}$$

e) Pérdidas totales (Hf).

$$Hf = 10.8482 + 1.0616 = 11.9098$$

$$Hf = 11.9098 \text{ m}$$

f) Carga de velocidad.

$$Hv = V^2/2g = (1.3756)^2 / (2)(9.81) = 0.0964$$

$$Hv = 0.0964 \text{ m}$$

g) Carga total de bombeo.

$$H = H_e + H_f + H_v = 100.31 + 11.9098 + 0.0964 = 112.006$$

$$H = 112.006 \text{ m}$$

f) Potencia requerida por la bomba.

Potencia hidráulica.

$$WHP = Q H / 76 = (50.25)(112.006)/76 = 74.05$$

$$WHP = 74.05$$

Potencia al freno.

$$BHP = 74.05 / 0.80 = 92.56 \text{ HP}$$

$$Pb \cong 100 \text{ HP}$$

$$Pb = 100 \text{ HP}$$

Selección de la bomba utilizando la curvas de rendimiento del fabricante.

$Q = 50.25 \text{ l/seg}$
 $H = 112.01 \text{ m}$
 Carga por tazón = 13.41 m
 Número de tazones = $112.01/13.41 = 8.35 \approx 9$
 $\eta = 79 \%$
 $BHP = (12)(9) = 108 \approx 100HP$
 $NPSH_R = 5.18 \text{ m}$

◊ Planta de bombeo Minas - Cabras.

Se instalarán 3 equipos de bombeo, dos operando y uno de reserva (Fig 6-

4).

a) Datos básicos

Gasto por equipo	$Q = 41.5 \text{ l/s}$	
Gasto requerido	$Q = 83.07 \text{ l/s}$	
Tipo de fluido	Agua potable (20° C)	
Viscosidad cinemática	$\nu = 1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ (Gráfica 6.3.1)	
Tubería de succión	Acero de 20.32 cm (8")	L = 2 m
	Acero de 30.5 cm (12")	L = 10 m
Tubería de descarga	Acero de 50.8 cm (20")	L = 8 m
	Asbesto-cemento de 30.5 cm (12")	L = 2095.47m
Rugosidad	Acero	$\epsilon = .10 \text{ mm}$
	Asbesto-cemento	$\epsilon = 0.025 \text{ mm}$

b) Velocidad para cada sección de tubería.

Diam = 20.32 cm (8")	Q = 41.5 l/s
-----------------------------	---------------------

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.0415)/\pi(0.2032)^2 = 1.2797 \text{ m/s}$$

V = 1.2797 m/s

Diam = 30.5 cm (12")	Q = 83.07 l/s	
-----------------------------	----------------------	--

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.08307)/\pi(0.305)^2 = 1.1370 \text{ m/s}$$

V = 1.1370 m/s

c) Pérdidas en la línea.

Diam = 20.32 cm (8")	V = 1.2797 m/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

Número de Reynolds
 $Re = VD/\nu = (1.2797)(0.2032)/1.007 \times 10^{-6} = 258,227.45$

Coefficiente de fricción

$$f = 0.25/[\log((0.10/203.2)/3.71) + 5.74/258227.45^{0.9}]^2 = 0.0185$$

Pérdida en la línea

$$hf = (0.0185)(2)(1.2797)^2 / (0.2032)(2)(9.81) = 0.0152 \text{ m}$$

Diam = 30.5 cm (12")	V = 1.137 m/s	Acero
-----------------------------	----------------------	--------------

$$Re = VD/\nu = (1.137)(0.305)/1.007 \times 10^{-6} = 344,374.38$$

$$f = 0.25/[\log((0.10/305)/3.71) + 5.74/344374.38^{0.9}]^2 = 0.0171$$

$$hf = (0.0171)(10)(1.137)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 0.0369 \text{ m}$$

Asbesto - cemento

$$f = 0.25/[\log((0.025/305)/3.71) + 5.74/344374.38^{0.9}]^2 = 0.015$$

$$hf = (0.015)(2095.47)(1.137)^2 / (0.305)(2)(9.81) = 6.79 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.0152 + 0.0369 + 6.79 = 6.8421 \text{ m}$$

$\Sigma hf = 6.8421 \text{ m}$
--

d) Pérdidas de carga en accesorios.

Identificación de accesorios.

Diam = 20.32 cm (8")	V = 1.2797 m/s	Acero
-----------------------------	-----------------------	--------------

Accesorio	Cantidad	K	K_c
Válvula de compuerta de 8"	2	0.112	0.224
Válvula de retención de 8"	1	0.7	0.7
Codo de 45° de 8"	1	0.224	0.224
Derivación a 90°	1	0.84	0.84
Derivación a 45°	1	0.42	0.42
Total			2.408

$$h_a = (2.408)(1.2797)^2 / (2)(9.81) = 0.201 \text{ m}$$

Diam = 20.32 cm (8")	V = 1.137 m/s	Acero
-----------------------------	----------------------	--------------

Accesorio	Cantidad	K	K_c
Entrada	1	0.78	0.78
Válvula de compuerta de 12"	3	0.104	0.312
Válvula de flotador de 12"	1	4.42	4.42
Codo de 11° 45' de 12"	15	0.052	0.78
Codo de 22° 30' de 12"	17	0.104	1.768
Codo de 45° de 12"	4	0.208	0.832
Codo de 90° de 12"	7	0.26	1.82
Salida	1	1.0	1.0
Total			11.712

$$h_a = (11.712)(1.137)^2 / (2)(9.81) = 0.7717 \text{ m}$$

$$\Sigma h_a = 0.201 + 0.7717 = 0.9727 \text{ m}$$

$$\Sigma h_a = 0.9727 \text{ m}$$

e) Pérdidas totales (Hf).

$$H_f = 6.8421 + 0.9727 = 7.8148$$

$$H_f = 7.8148 \text{ m}$$

f) Carga de velocidad.

$$H_v = V^2/2g = (1.137)^2/(2)(9.81) = 0.0659$$

$$H_v = 0.0659$$

g) Carga total de bombeo.

$$H = H_e + H_f + H_v = 81.67 + 7.8148 + 0.0659 = 89.55$$

$$H = 89.55$$

f) Potencia requerida por la bomba.

Potencia hidráulica.

$$WHP = Q H / 76 = (41.5)(89.55)/76 = 48.90 \text{ HP}$$

$$WHP = 48.9 \text{ HP}$$

Potencia al freno.

$$BHP = 48.90 / 0.80 = 61.13 \text{ HP}$$

$$P_b \cong 60 \text{ HP}$$

$$P_b = 60 \text{ HP}$$

Selección de la bomba utilizando la curvas de rendimiento del fabricante.

$$Q = 41.5 \text{ l/seg}$$

$$H = 89.55 \text{ m}$$

$$\text{Carga por tazón} = 15.85 \text{ m}$$

$$\text{Número de tazones} = 89.55/15.85 = 5.65 \cong 6$$

$$\eta = 80 \%$$

$$BHP = (11)(6) = 66 \cong 75 \text{ HP}$$

$$NPSH_R = 4.96 \text{ m}$$

• **Planta de bombeo San Pablo I - San Pablo II**

Se instalarán 2 equipos de bombeo, uno operando otro de reserva (Fig 6-

5).

a) Datos básicos

Gasto por equipo	Q = 0.77 l/s	
Gasto requerido	Q = 0.77 l/s	
Tipo de fluido	Agua potable (20° C)	
Viscosidad cinemática	$\nu = 1.007 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ (Gráfica 6.3.1)	
Tubería de succión	Acero de 5.1 cm (2")	L = 6 m
	Acero de 10.2 cm (4")	L = 2 m
Tubería de descarga	Acero de 10.2 cm (4")	L = 6 m
	Asbesto-cemento de 10.2 cm (4")	L = 345m
Rugosidad	Acero	$\epsilon = 0.10 \text{ mm}$
	Asbesto-cemento	$\epsilon = 0.025 \text{ mm}$

b) Velocidad para cada sección de tubería.

Diam = 5.1 cm (2")	Q = 0.77 LPS
--------------------	--------------

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.00077)/\pi(0.051)^2 = 0.3769 \text{ m/s}$$

Diam = 10.2 cm (4")	Q = 0.77 LPS	Acero
---------------------	--------------	-------

$$V = 4Q/\pi D^2 = 4(0.00077)/\pi(0.102)^2 = 0.0942 \text{ m/s}$$

c) Pérdidas en la línea.

Diam = 5.1 cm (2")	V = 0.3769 m/s	Acero
--------------------	----------------	-------

Número de Reynolds
 $Re = VD/\nu = (0.3769)(0.051)/1.007 \times 10^{-6} = 19,088.28$
 Coeficiente de fricción
 $f = 0.25/[\log((0.10/51)/3.71) + 5.74/19088.28]^{-2} = 0.03025$

Pérdidas en la línea

$$hf = (0.03025)(6)(0.3769)^2 / (0.051)(2)(9.81) = 0.0257 \text{ m}$$

$$hf = 0.0257 \text{ m}$$

Diam = 10.2 cm (4")

V = 0.09423 m/s

Acero

$$Re = VD/\nu = (0.09423)(0.102)/1.007 \times 10^{-6} = 9,544.65$$

$$f = 0.25 / [\log((0.10/102)/3.71) + 5.74/9544.65^{0.9}]^2 = 0.033$$

$$hf = (0.033)(5)(0.09423)^2 / (0.102)(2)(9.81) = 0.00073 \text{ m}$$

Asbesto - cemento

$$f = 0.25 / [\log((0.025/102)/3.71) + 5.74/9544.65^{0.9}]^2 = 0.0318$$

$$hf = (0.0318)(345)(0.09423)^2 / (0.102)(2)(9.81) = 0.0487 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.00257 + 0.00073 = 0.075 \text{ m}$$

$$\Sigma hf = 0.075 \text{ m}$$

d) Pérdidas de carga en accesorios.

Diam = 5.1 cm (2")

V = 0.3769 m/s

Acero

Accesorio	Cantidad	K	K ₁
Válvula de compuerta de 2"	2	0.152	0.304
Válvula de retención de 2"	1	0.95	0.95
Codo de 45° de 2"	1	0.304	0.304
Derivación a 90°	1	1.04	1.04
Derivación a 45°	1	0.57	0.57
Total			3.168

$$ha = (3.168)(0.3769)^2 / (2)(9.81) = 0.0229 \text{ m}$$

$$ha = 0.0229 \text{ m}$$

Diam = 10.2 cm (4")	V = 0.09423 m/s	Acero
----------------------------	------------------------	--------------

Accesorio	Cantidad	K	K _e
Entrada	1	0.78	0.78
Válvula de compuerta de 4"	3	0.136	0.4084
Válvula de flotador de 4"	1	5.78	5.78
Codo de 11° 45' de 4"	7	0.068	0.476
Codo de 22° 30' de 4"	6	0.136	0.816
Codo de 45° de 4"	1	0.272	0.272
Codo de 90° de 4"	5	0.34	1.7
Salida	1	1.0	1.0
Total			11.2324

$$h_a = (11.2324)(0.09423)^2 / (2)(9.81) = 0.0051 \text{ m}$$

$$\Sigma h_a = 0.0229 + 0.0051 = 0.028 \text{ m}$$

$\Sigma h_a = 0.028 \text{ m}$

e) Pérdidas totales (H_f).

$$H_f = 0.075 + 0.028 = 0.103 \text{ m}$$

$H_f = 0.103 \text{ m}$

f) Carga de velocidad.

$$H_v = V^2/2g = (0.09423)^2 / (2)(9.881) = 0.00045 \text{ m}$$

$H_v = 0.00045 \text{ m}$

g) Carga total de bombeo.

$$H = H_e + H_f + H_v = 52.50 + 0.103 + 0.00045 = 52.60 \text{ m}$$

$H = 52.60 \text{ m}$

f) Potencia requerida por la bomba.

Potencia hidráulica.

$$WHP = Q H / 76 = (0.77)(52.60)/76 = 0.533 \text{ HP}$$

$$WHP = 0.533 \text{ HP}$$

Potencia al freno.

$$BHP = 0.53 / 0.80 = 0.666 \text{ HP}$$

$$Pb \cong 1.0 \text{ HP}$$

$$Pb = 1.0 \text{ HP}$$

Debido a la baja capacidad de la bomba, únicamente se requieren los datos arriba indicados para la selección de la bomba.

RESUMEN TANQUES DE REGULARIZACION

TANQUE	CAPACIDAD (m ³)
Bellavista	1500
Cabras	500
Huecampool	100
San Pablo I	300
San Pablo II	100

6.1.4 Cálculos topográficos.

Los cálculos de topografía referidos en esta sección, corresponden a los obtenidos en el levantamiento topográfico del eje de trazo de las líneas de conducción entre tanque y tanque, siendo los siguientes.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN
XALTEPEC - BELLA VISTA

EST.	PUNTO VISADO	DIST.	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO
					X	Y	
0 + 000	1	40.00			505 000	505 000	0 + 000
1	2	140.50	D 168° 55' 28"	N 34° 55' 17" E	527 900	505 000	1
2	3	11.50	D 115° 55' 49"	N 23° 50' 46" E	587 130	505 000	2
3	4	55.00	D 162° 39' 27"	N 28° 34' 24" E	595 390	505 000	3
4	6	373.50	D 162° 27' 21"	N 11° 01' 45" E	621 695	505 000	4
PLANO 2 DE 4							
					693 150	1093 050	6
6	7	116.27	D 108° 36' 22"	N 82° 25' 23" E	808 400	1098 380	7
7	8	33.24	D 171° 52' 05"	N 74° 17' 28" E	840 400	1107 380	8
8	9	31.00	D 160° 12' 45"	N 86° 04' 44" E	871 330	1109 500	9
9	10	20.50	D 180° 28' 52"	S 05° 35' 52" W	889 330	1089 095	10
10	11	130.00	D 89° 01' 26"	S 85° 22' 41" E	888 945	1079 425	11
11	12	13.50	D 105° 31' 28"	N 20° 08' 46" E	937 585	1082 100	12
PLANO 3 DE 4							
					993 595	1092 100	12
12	13	80.86	D 153° 23' 24"	N 46° 45' 25" E	1052 500	1147 500	13
13	14	3.50	D 136° 11' 23"	N 90° 00' 00" E	1058 000	1147 500	14
14	15	68.50	D 89° 22' 22"	S 00° 37' 38" W	1055 250	1079 000	15
15	16	37.50	D 198° 57' 56"	S 80° 24' 25" E	1092 230	1072 750	16
16	17	55.00	D 185° 10' 12"	S 14° 25' 22" W	1078 530	1019 480	17
17	18	95.50	D 175° 30' 49"	S 18° 54' 33" W	1047 590	929 130	18
18	20	112.00	D 87° 12' 43"	S 73° 52' 44" E	1155 180	898 030	20
PLANO 4 DE 4							
					1155 180	898 030	20
20	21	140.65	D 187° 48' 49"	S 18° 18' 26" W	1111 000	764 500	21
21	24	278.26	D 88° 56' 21"	S 72° 45' 12" E	1376 750	682 000	24
24	25	25.53	D 104° 26' 25"	S 02° 48' 22" W	1375 500	656 500	25
25	26	17.69	D 134° 29' 03"	S 42° 42' 33" E	1387 500	643 500	26
26	27	34.95	D 118° 04' 41"	S 19° 12' 45" W	1376 000	610 500	27
27	28	54.08	D 165° 31' 21"	S 33° 41' 24" W	1346 000	565 000	28
28	2 + 000	31.48	D 166° 45' 34"	S 20° 26' 58" W	1335 000	536 000	2 + 000

LINEA DE CONDUCCION
SAN PABLO I - SAN PABLO II

EST	PUNTO VISADO	DIST.	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO	
					X	Y		
CAD. DEL 0 + 000 AL 0 + 354.0								
T.S.P	1	9.00		S 86° 37' 47.31" W	499611.26	2137336.250	1	
	2	2.00	179° 56' 11.6"	S 86° 33' 58.93" W	499602.26	2137335.720	2	
	3	6.00	180° 03' 42.5"	S 86° 38' 41.51" W	499600.76	2137335.600	3	
	3	5	31.00	95° 11' 9.99"	S 1° 50' 51.4" W	499594.26	2137335.250	5
	5	6	84.00	208° 23' 42.5"	S 30° 14' 33.98" W	499594.26	2137304.250	6
	6	7	9.00	261° 32' 06"	N 68° 13' 20" W	499550.70	2137231.250	7
	7	9	8.00	176° 59' 22.7"	N 68° 13' 42.7" W	499542.34	2137234.500	8
	8	9	10.00	180° 03' 2.2"	N 68° 15' 44.9" W	499534.91	2137237.560	9
	9	10	86.00	176° 57' 25.4"	N 68° 13' 10.3" W	499525.63	2137241.260	10
	10	11	37.58	94° 29' 4.45"	S 26° 15' 54.15" W	499464.34	2137265.750	11
	11	12	49.58	186° 57' 13.8"	S 33° 15' 7.96" W	499447.71	2137232.050	12
	12	13	16.00	176° 59' 32.8"	S 30° 12' 40.76" W	499420.55	2137160.575	13
	13	T-2	25.00	100° 19' 40.2"	S 49° 27' 39" E	499412.50	2137176.750	T-2
	T-2				499431.50	2137160.500		

LINEA DE CONDUCCION
MINAS CABRAS

EST.	PUNTO VISADO	DIST.	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO	
					X	Y		
PLANO 1 DE 4								
	1				10975.250	10443.530	1	
	2	20.00		N 04° 53' 54" E	10977.300	10467.450	2	
	2	3	19.00	D 193° 20' 52"	N 23° 14' 45" E	10994.800	10484.910	3
	3	4	38.00	1168° 31' 56"	N 34° 42' 51" E	11005.300	10514.500	4
	4	5	21.00	D 163° 18' 55"	N 18° 01' 46" E	11011.800	10534.470	5
	5	8	69.00	1179° 15' 19"	N 17° 17' 04" E	11032.300	10600.350	6
	6	V-1	68.40	D 162° 27' 51"	N 00° 15' 05" W	11032.000	10668.750	V-1
	V-1		132.38	1175° 24' 59"	N 04° 19' 56" E	11042.000	10800.750	V-2
	V-2	7	77.22	1178° 31' 01"	N 07° 48' 05" E	11052.500	11093.250	7
	7	8	24.00	D 125° 36' 53"	N 46° 34' 12" W	11035.070	10893.750	8
	8	8	17.50	1184° 22' 37"	N 30° 56' 48" W	11026.070	10908.760	8
PLANO 2 DE 4								
	8				10026.070	10908.760	8	
	8	9	45.00	125° 40' 36"	N 25° 40' 36" E	11045.570	10949.320	9
	9	10	51.00	D 160° 37' 34"	N 06° 18' 10" E	11051.170	11000.020	10
	10	11	50.00	D 145° 47' 40"	N 27° 54' 09" W	11027.770	11044.210	11
	11	12	50.58	1145° 50' 42"	N 06° 15' 09" E	11033.270	11094.410	12
	12	13	8.50	1188° 41' 37"	S 82° 26' 28" E	11042.690	11093.160	13
	13	14	45.50	1157° 11' 43"	S 59° 38' 11" E	11081.950	11070.160	14
	14	15	19.00	D 146° 37' 26"	N 86° 59' 13" E	11100.950	11071.160	15
	15	16	10.00	D 146° 38' 26"	N 56° 37' 40" E	11109.300	11076.760	16
	16	17	59.00	1153° 56' 10"	N 30° 33' 50" E	11139.300	11127.460	17
	17	18	78.00	1170° 04' 41"	N 20° 38' 31" E	11168.800	11200.460	18
	18	19	18.00	1138° 48' 56"	N 61° 49' 35" E	11182.630	11208.960	19
	19	20	25.51	1130° 12' 01"	S 68° 22' 25" E	11206.380	11199.560	20

LINEA DE CONDUCCION
MINAS CABRAS

ESTACION	PUNTO VISADO	DISTANCIA	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO	
					X	Y		
	20					PLANO 3 DE 4		
	20	35.00			11206 380	11159 560	20	
20	22	7.00	D 89° 17' 38"	N 20° 55' 12" E	11218 880	11232 260	22	
22	23	11.05	D 144° 47' 48"	N 36° 09' 32" E	11292 380	11238 320	23	
23	24	30.00	D 105° 18' 58"	N 05° 11' 35" W	11221 380	11249 320	24	
24	25	30.00	D 105° 18' 58"	N 68° 29' 21" E	11249 290	11260 320	25	
25	26	54.50	D 86° 39' 54"	S 18° 10' 32" E	11266 290	11208 540	26	
26	27	21.50	D 86° 38' 58"	N 75° 10' 30" E	11287 070	11214 040	27	
27	28	44.00	D 105° 47' 39"	S 34° 37' 18" E	11302 070	11177 830	28	
28	29	28.00	D 119° 51' 22"	S 14° 28' 40" E	11319 070	11150 720	29	
	29					PLANO 3 DE 4		
	29				11319 070	11150 720	29	
29	30	19.78	D 89° 43' 32"	N 75° 14' 51" E	11328 210	11155 760	30	
30	31	16.00	D 170° 59' 15"	N 75° 15' 38" E	11333 680	11159 830	31	
31	32	30.00	D 115° 59' 29"	N 75° 16' 07" E	11363 350	11162 370	32	
32	33	30.99	D 117° 48' 59"	N 75° 16' 07" E	11383 650	11167 710	33	
33	34	57.50	D 117° 48' 59"	N 83° 27' 08" E	11440 280	11174 210	34	
34	35	32.50	D 111° 58' 00"	S 20° 29' 51" E	11455 780	11145 640	35	
35	36	83.50	D 148° 46' 24"	S 2° 44' 44" W	11451 780	11062 230	36	
36	37	19.00	D 97° 52' 20"	S 79° 22' 55" E	11470 450	11058 730	37	
37	38	36.00	D 104° 00' 14"	N 24° 37' 18" E	11485 450	11091 460	38	
38	TANQUE	46.00	D 110° 07' 30"	S 24° 37' 18" E	11531 060	11885 460	TANQUE	
						PLANO 4 DE 4		
	37	39	80.00	D 116° 59' 37"	S 62° 02' 52" E	11541 120	11021 230	39
	39	40	37.60	D 83° 06' 39"	S 34° 50' 27" W	11519 980	10990 860	40
	40	41	43.50	D 179° 58' 54"	S 34° 51' 33" W	11495 120	10955 170	41
	41	42	18.00	D 158° 08' 33"	S 13° 00' 08" W	11491 070	10937 630	42
	42	43	51.00	D 179° 59' 34"	S 13° 00' 32" W	11479 590	10887 940	43
	43	44	26.50	D 179° 59' 24"	S 13° 01' 08" W	11473 620	10862 120	44
	44	45	27.00	D 89° 49' 23"	S 77° 09' 29" E	11499 980	10856 120	45
	45	46	70.00	D 99° 01' 01"	S 63° 49' 29" W	11437 270	10786 270	46
	46	47	35.00	D 179° 59' 33"	S 63° 49' 02" W	11492 940	10741 350	47
	47	48	25.00	D 175° 02' 50"	S 75° 46' 12" W	11481 680	10729 030	48
	48	49	21.00	D 175° 55' 51"	S 76° 48' 20" W	11472 220	10710 280	49
	49	50	17.50	D 179° 59' 35"	S 26° 46' 39" W	11460 280	10686 270	50
	50	51	17.50	D 179° 59' 33"	S 29° 47' 04" W	11452 390	10670 990	51
	51	52	21.00	D 179° 58' 33"	S 26° 45' 37" W	11442 940	10652 250	52

**LINEA DE CONDUCCION
TANQUE**

ESTACION	PUNTO VISADO	DISTANCIA	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO
					X	Y	
TANQUE	1	47 00			10 000 000	0 099 000	
1	1	27 50	D 143° 01' 57"	S 61° 23' 43" E	10 041 290	0 076 50	1
1	2	17 00	D 134° 23' 25"	N 36° 01' 38" E	10 068 470	0 082 50	1
2	3	37 50	D 158° 10' 16"	N 57° 51' 22" E	10 078 470	0 994 25	2
3	4	36 22	D 163° 50' 51"	N 41° 42' 13" E	10 110 235	10 014 21	3
4	5	33 00	D 146° 07' 54"	N 07° 50' 07" E	10 134 330	10 041 25	4
5	6	234 00	D 103° 54' 34"	N 23° 55' 34" E	10 136 830	10 073 95	5
6	7	73 00	D 179° 59' 04"	N 23° 55' 15" E	10 233 730	10 287 84	6
7	8	14 00	D 190° 46' 54"	N 66° 51' 37" E	10 263 330	10 354 57	7
8	9	37 00	D 103° 20' 36"	N 36° 28' 57" E	10 276 200	10 349 07	8
					10 298 200	10 378 62	9
					PLANO 2 DE 4		
	9				10 298 200	10 378 52	9
9	10	9 00	D 87° 31' 29"	S 51° 02' 31" E	10 305 200	10 373 16	10
10	11	115 00	D 88° 41' 39"	N 37° 39' 07" E	10 376 450	10 484 21	11
11	12	19 00	D 163° 58' 12"	N 21° 37' 19" E	10 382 450	10 481 87	12
12	13	23 00	D 158° 24' 06"	N 43° 13' 13" E	10 398 200	10 436 63	13
13	14	95 00	D 162° 20' 47"	N 25° 34' 01" E	10 439 200	10 584 33	14
14	15	48 00	D 166° 27' 25"	N 12° 01' 26" E	10 449 200	10 631 28	15
15	16	48 00	D 163° 29' 42"	N 04° 28' 51" W	10 445 450	10 679 13	16
16	16	105 00	D 178° 14' 54"	N 02° 43' 45" W	10 440 450	10 784 01	16
					PLANO 3 DE 4		
					10 440 450	10 784 01	16
16	17	74 00	D 165° 02' 11"	N 17° 41' 34" W	10 417 960	10 854 51	17
17	18	14 00	D 170° 56' 42"	N 26° 44' 53" W	10 411 660	10 807 01	18
18	19	49 00	D 133° 06' 03"	N 20° 09' 03" E	10 428 540	10 913 01	19
19	20	44 00	D 102° 58' 10"	S 82° 49' 06" E	10 472 190	10 907 51	20
20	21	96 00	D 176° 59' 59"	S 85° 49' 07" E	10 567 94	10 920 51	21
21	22	21 00	D 160° 18' 47"	S 68° 07' 54" E	10 587 15	10 892 01	22
22	22	94 00	D 160° 18' 47"	S 49° 15' 00" E	10 655 05	10 827 01	22
22	23	14 00	D 166° 36' 45"	S 57° 36' 14" E	10 666 87	10 819 51	23
23	24	59 00	D 177° 02' 44"	S 60° 33' 31" E	10 718 25	10 790 51	24
24	25	14 00	D 189° 25' 57"	S 20° 00' 32" W	10 711 25	10 778 39	25
25	26	104 00	D 94° 13' 03"	S 55° 46' 19" E	10 797 24	10 719 89	25
					PLANO 4 DE 4		
					10 797 24	10 719 89	26
26	27	29 00	D 172° 24' 28"	S 63° 21' 51" E	10 823 16	10 706 89	27
27	28	27 00	D 121° 50' 30"	S 05° 12' 21" E	10 825 61	10 680 00	28
28	29	72 00	D 179° 59' 11"	S 05° 13' 10" E	10 832 16	10 658 30	29
29	30	31 00	D 88° 44' 12"	N 83° 31' 00" E	10 802 96	10 611 80	30
30	31	12 00	D 135° 09' 28"	N 39° 40' 26" E	10 870 48	10 621 17	31
31	32	162 00	D 124° 36' 14"	S 85° 55' 45" E	11 030 05	10 609 67	32
32	33	60 50	D 178° 14' 51"	S 15° 49' 23" W	11 015 55	10 551 45	33
33	34	67 00	D 170° 10' 23"	S 25° 39' 03" W	10 988 55	10 481 05	34
34	35	12 00	D 116° 58' 28"	S 35° 40' 35" W	10 979 55	10 481 31	35
35	36	31 00	D 153° 36' 24"	S 09° 16' 58" W	10 974 55	10 450 72	36
36	TANQUE	6 00	D 199° 16' 59"	N 00° 00' 00" W	10 968 55	10 450 72	TANQUE

LINEA DE CONDUCCION
HUECAMPOOL II - SAN PABLO

ESTACION	PUNTO VISADO	DISTANCIA	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO
					X	Y	
	1				11437 000	10641 820	
1	2	26 00		N 28° 02' 6 54 E	11448 880	10664 130	
2	3	17 50	178° 31' 47 6	N 26° 33' 54 18 E	11456 880	10680 130	
3	4	26 50	180° 14' 19 4	N 26° 58' 13 62 E	11468 980	10704 980	
4	5	21 50	180° 25' 52 3	N 27° 11' 5 84 E	11478 880	10723 200	
5	6	24 50	180° 0' 26 63	N 27° 11' 32 47 E	11490 000	10745 000	
6	7	103 00	148° 4' 26 53	N 04° 44' 01 W	10498 500	10847 650	
7	8	39 50	202° 25' 14 5	N 17° 21' 13 91 E	10510 500	10885 280	
8	9	47 50	196° 13' 25 2	N 33° 54' 39 14 E	10531 000	10924 700	
9	10	16 50	186° 50' 14 3	N 40° 44' 53 47 E	10547 770	10937 000	
10	11	40 50	179° 11' 55 7	N 38° 56' 49 29 E	10573 230	10958 700	
11	12	18 00	177° 24' 3 34	N 36° 20' 52 59 E	10573 900	10993 200	
12	13	22 00	271° 49' 43 9	N 78° 10' 36 51 E	10606 400	10987 910	
13	14	27 50	150° 56' 13 7	N 49° 06' 50 25 E	10627 190	11005 910	
14		23 50	167° 24' 53 6	N 36° 31' 43 88 E	10641 190	11024 810	
							PLANO 3 DE 6
25	26	90 50		N 01° 03' 69 E	11678 250		
26	27	50 50	277° 01' 36 4	S 81° 55' 4 91 E	11679 750		
27	28	20 50	90° 00' 26 44	N 14° 05' 21 53 E	11729 760		
28	29	50 50	153° 13' 13 7	N 12° 41' 24 79 W	11734 250		
29	32	100 00	268° 30' 23 2	N 12° 48' 58 48 E	11724 250		
32	34	95 50	261° 58' 18 2	S 85° 12' 43 29 E	11744 250		
34	35	29 00	97° 02' 48 13	N 11° 50' 4 84 E	11837 250		
35	36	52 50	234° 54' 55 4	N 66° 45' 0 32 E	11842 610		
36					11888 110		
							PLANO 3 DE 6
14	15	35 00		N 66° 32' 0 24 E	11641 190	11024 810	
15	16	119 00	85° 28' 27 36	N 07° 59' 32 4 W	11675 370	11032 250	
16	17	43 00	191° 41' 43 6	N 03° 42' 11 27 E	11660 470	11150 310	
17	18	5 00	260° 0' 41 73	N 83° 42' 53 00 E	11682 970	11193 240	
18	19	46 00	92° 07' 58 73	N 04° 09' 6 27 W	11668 170	11194 600	
19	20	61 00	257° 09' 57 45	N 73° 00' 49 18 E	11665 170	11240 570	
20	21	23 00	85° 29' 15 5	N 21° 29' 55 32 W	11720 770	11255 660	
21	22	21 00	122° 11' 19 5	N 72° 18' 38 78 W	11713 15	11247 360	
22	23	25 00	157° 00' 6 55	S 84° 47' 27 77 W	11693 660	11295 420	
23	24	12 00	74° 09' 51 57	N 10° 37' 36 2 E	11668 750	11294 150	
24	25	53 00	178° 25' 29 4	N 07° 03' 1 64 E	11670 750	11306 020	
25					11678 250	11358 450	
							PLANO 4 DE 6
36					498 952 50	213 7712 00	36
36	37	23 00		N 28° 34' 14 W	498 941 50	213 752 20	37
37	38	11 00	156° 04' 48	N 04° 39' 02 E	498 942 39	213 7743 15	38
38	39	20 00	180° 00' 00	N 04° 39' 02 E	498 944 01	213 7763 10	39
39	40	24 50	180° 00' 00	N 04° 39' 02 E	498 946 00	213 7787 52	40
40	41	38 50	124° 08' 56	N 51° 12' 06 W	498 916 60	213 7811 64	41
41	42	8 50	256° 35' 09	N 04° 36' 53 W	498 915 60	213 7820 11	42
42	43	21 50	180° 00' 00	N 04° 36' 53 W	498 915 32	213 7841 54	43
43	44	57 00	180° 00' 00	N 04° 36' 53 W	498 913 58	213 7859 36	44
44	45	21 50	267° 15' 48	N 88° 07' 19 E	498 903 00	213 7899 06	45
45	46	9 00	180° 00' 00	N 88° 07' 19 E	498 930 53	213 7933 36	46
46	47	44 00	177° 17' 37	N 85° 24' 56 E	498 939 50	213 7902 68	47
47	48	24 00	174° 59' 19	N 80° 24' 15 E	498 983 15	213 7906 66	48
48	49	113 00	157° 10' 29	S 76° 46' 14 E	498 006 81	213 7981 00	49
49	50	33 50	82° 46' 01	N 05° 09' 43 E	498 116 81	213 7993 42	50
50	51	81 00	279° 38' 45	S 74° 21' 28 E	499 120 31	213 7892 46	51

LINEA DE CONDUCCION
HUECAMPOOL II - SAN PABLO

ESTACION	PUNTO VISADO	DISTANCIA	ANGULO	RUMBO	COORDENADAS		PUNTO VISADO
					X	Y	
							PLANO 5 DE 6
51	52	75 00	181° 21' 32"	S 75° 43' 40" E	499 270 99	2137 873 98	52
52	53	226 50	160° 39' 43"	N 84° 56' 34" E	499 496 81	2137 893 98	53
53	54	37 50	242° 49' 30"	S 32° 13' 55" E	499 516 61	2137 862 20	54
54	54	75 50	196° 49' 44"	S 13° 24' 10" E	499 534 11	2137 786 82	54
54	54-1	60 00	187° 11' 02"	S 81° 30' 08" E	499 540 61	2137 729 17	54-1
							PLANO 6 DE 6
	54-1				499 540 61	2137 729 17	54-1
54-1	55	24 50	182° 11' 04"	S 08° 07' 48" E	499 544 11	2137 704 92	55
55	56	279 00	172° 48' 58"	S 05° 55' 44" E	499 573 01	2137 427 42	56
56	57	21 00	157° 45' 45"	S 28° 10' 59" E	499 582 51	2137 408 69	57
57	58	43 00	181° 57' 28"	S 23° 13' 31" E	499 601 51	2137 370 12	58
58	59	28 00	206° 13' 31"	S 00° 00' 00" E	499 601 51	2137 342 12	59

6.1.5 Recomendaciones sobre mecánica de suelos y estructura.

Una particularidad del proyecto es el empleo de nuevos materiales y las recomendaciones para el empleo de éstos, manejándose limite en cuanto a la dosificación del concreto, con el objeto de contrarrestar el micro agrietamiento de éste, que puede considerarse como la principal causa de fuga de agua en los tanques reguladores actuales.

Se limita estrictamente el esfuerzo de tensión en el acero manteniendo como tope 745 Kg/cm². EL acero de refuerzo, al resistir la tensión en la estructura, produce grietas en el centro que lo rodea.

Al limitar el esfuerzo de trabajo del acero se logra controlar el espesor de las grietas que se generan en la estructura de concreto. Para el valor arriba mencionado, el ancho mínimo de la grieta que se desarrolla es de 0.1 m., que es el recomendado por los especialistas en estructuras para retención del agua potable y líquidos contaminados.

Otra particularidad, es la de efectuar una distinción respecto a la localización del tanque regulador, en zona de lago, transición o lomerío, según zonificación del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (RCDF93) en sus Normas Técnicas Complementarias señala.

En el diseño estructural de los tanques se toma como consideración los diferentes tipos de subsuelo que existen en el Distrito Federal, lo que arroja que las cargas que actúan en la cimentación sean diferentes según la flexibilidad o rigidez que el suelo posea, originando una reacción de subrasante diferente para cada ubicación.

En la zona de lago, los potentes espesores de arcilla suave originan fuertes asentamientos que la losa de cimentación debe contrarrestar.

En la zona de lomeríos, la rigidez del suelo y su alta capacidad de carga provocan asentamientos mínimos en la cimentación, cuidando únicamente mediante una exploración geotécnica, que no se construya sobre terrenos minados, característicos de esa zona.

Para las tres zonas, la cimentación se ha resuelto mediante una losa flexible, variando únicamente la cantidad de acero de refuerzo para contrarrestar los asentamientos y el agrietamiento resultante.

Se ha puesto especial atención en controlar el agrietamiento por contracción y flujo plástico del concreto. Por este motivo, al concreto se le añade fibras sintéticas de polipropileno de 32 mm (1.25 pulgadas) de longitud, para disminuir los efectos del agrietamiento por contracción.

Las especificaciones de construcción pretenden evitar cualquier práctica constructiva deficiente que pudiera impedir tener las características deseadas en la estructura.

Las especificaciones están referidas a las especificaciones técnicas y de construcción que se manejan en la DGCOH.

Finalmente, para mecánica de suelos se manejan recomendaciones, que abarcan la exploración geotécnica necesaria para tanques, según su ubicación, el muestreo necesario y los parámetros que se deben analizar mediante pruebas de laboratorio, así como se señalan los asentamientos totales y diferenciales permisibles para cada caso. Se indica la capacidad de carga mínima que debe tener el suelo escogido como emplazamiento. Por último, se recomienda que se realice la interacción suelo estructura para verificar que el acero de refuerzo en la losa de cimentación y muros no este sometido a esfuerzos de tensión superiores a 745 Kg/cm^2 .

Especificaciones de los materiales de construcción.

1) Concreto. Se empleará concreto tipo II. La relación agua cemento máxima permitida será 0.45, con un contenido mínimo de cemento igual a 335 Kg/cm^3 . El tamaño máximo del agregado será de 189.1 mm (0.75 pulgadas). La resistencia a la compresión a los 28 días será de 250 Kg/cm^2 . Se añadirá al concreto fibras sintéticas de polipropileno de 32 mm (1.25 pulgadas) de longitud.

El agua empleada deberá estar libre de impurezas. El revenimiento será de 10 cm, con tolerancia de +2 y -3. Se empleará un mezcla coherente, bien proporcionada, inclinada hacia la fracción gruesa dentro del proporcionamiento entre grueso y fino.

Se evitarán mezclas flojas, arenosas y sangrantes. Los diseños para las mezclas deberán prepararse siguiendo las indicaciones de la DGCOH, según aparece en sus especificaciones.

2) Acero. Se utilizará acero de refuerzo grado 60, corrugado, con límite de fluencia de 4200 Kg/cm², con forme las especificaciones de la DGCOH.

3) Aditivos. Se permitirá el uso de los siguientes aditivos:

a) Inclusor de aire. El contenido de aire máximo permitido será de $6 \pm 1\%$.

b) Cloruro soluble en agua. El contenido máximo, expresado como un porcentaje del cemento formado con la contribución de todos los ingredientes de la mezcla del concreto, incluyendo agua, agregados, materiales cementantes y aditivos, no debe exceder de 0.1%.

c) Aditivos retardadores del fraguado.

4) Mezclado del concreto. Deberá mezclarse suficientemente los materiales que contiene el concreto, para obtener uniformidad de color y consistencia con el revenimiento requerido y el contenido de aire necesario.

El concreto puede ser premezclado o mezclado en obra. El tiempo de mezclado mínimo después de agregadas las fibras de polipropileno será de diez minutos.

Colado del concreto.

Generalidades. El colado se realizará mediante cualquier método que garantice un buen resultado, libre de segregación, contaminación y heterogeneidad. Deberá disponerse de un equipo de apoyo para el colado del concreto, que pueda ser usado dentro de 30 minutos en el caso de que el equipo primario llegue a fallar. La fuente alternativa de concreto con materiales y mezclas aceptables a la mano asegurará la continuación de los colados de concreto, sin que existan juntas de construcción no planeadas. Para evitar segregación, el concreto debe depositarse en capas casi horizontales de 30 a 60 cm de espesor, colocadas lo más cerca posible de la posición final pretendida, no se permitirá una caída libre de más de 1.2 m. ni a través del acero de refuerzo.

Cubetas. Podrán emplearse cubetas con descarga de fondo para transportar al concreto al sitio deseado. Se evitará cualquier golpeo o jaloneo en ellas.

Canalones. Podrán ser metálicos (excepto de aluminio) o de madera con revestimiento metálico. Deberán tener una pendiente que no exceda de uno en la vertical por dos en la horizontal y no menos de uno en la vertical por tres en la horizontal, de modo que el concreto se deslice con la suficiente rapidez para que el canalón se mantenga limpio, pero con suficiente lentitud para que los materiales no se segreguen. El extremo del canalón deberá contener un deflector para evitar la segregación o bien se descargará el concreto con tubería tremie o con trompa de elefante, directamente dentro de la cimbra.

Trompas de elefante y tremies. Las trompas de elefante o tubería tremie deberán utilizarse en muros y columnas para evitar la caída libre del concreto y para permitir que éste pueda fluir a través del acero de refuerzo.

Deberán ser movidos a intervalos cortos para prevenir el apilamiento del concreto. No deberán emplearse vibradores para mover la masa de concreto a través de las cimbras.

Bombeo. El equipo de bombeo debe ser de tipo adecuado y contar con la capacidad de bombeo apropiada para los requerimientos de revenimiento y tamaño máximo del agregado. Los tubos no deben contener aluminio. La pérdida de revenimiento en el bombeo no debe ser mayor de 4 cm.

Transporte. El equipo de transporte del concreto deberá estar diseñado específicamente para que el colado del concreto no se segregue. Los sistemas de transporte no deben dañar la resistencia, el revenimiento o el contenido de aire de concreto colado. El sistema de colado debe ser capaz de descargar el concreto constantemente sobre el área de colado, sin retrasos por la nueva colocación del equipo.

Sistemas de apoyo de colado. Se debe contar con equipo suplente de colado para poder utilizarlo inmediatamente en el caso de que se descomponga el equipo o sistema primario de colado en el momento mismo de que esté colado el material. El equipo suplente debe estar en condiciones de comenzar las operaciones de colado en un lapso de 30 minutos, para evitar la formación de juntas frías en los elementos de concreto que se estén colando. Deberá preverse el uso de retardadores.

Aberturas en cimbras de muros y columnas. Se puede hacer uso de orificios o aberturas temporales en cimbra de muros o columnas para limitar la caída libre del concreto a menos de 1.2 m, y deberán estar ubicados de tal manera que faciliten la colocación y compactación del concreto. Las aberturas deben tener separaciones no mayores de 2.5 m con objeto de limitar el flujo horizontal de concreto y por ende la segregación.

Colado en las cimbras. Las secciones de muro que queden entre las juntas deben colarse continuamente, para obtener una unidad monolítica. Deben transcurrir por lo menos 48 horas entre cada colado de las unidades adyacentes.

No se comenzará el colado en vigas o losas hasta que el concreto previamente colocado en muros y columnas, haya alcanzado su fraguado inicial.

Después de que se haya depositado el concreto, éste debe compactarse inmediatamente, siguiendo un método de compactación aprobado, para hacer que el concreto penetre entre el refuerzo y entorno a las inserciones, y evitar así la formación de cavidades. Cada una de las capas horizontales debe compactarse con un equipo mecánico vibratorio aprobado. El vibrador debe llegar a la capa subyacente para dar adherencia a las capas entre sí. Para no ejercer presión excesiva contra las cimbras, el vibrador no debe penetrar más de 60 cm dentro de la capa subyacente. No se debe permitir el uso de vibradores para mover el concreto horizontalmente dentro de las cimbras. Para compactar el concreto dentro de la cimbra se emplearán vibradores mecánicos de alta frecuencia (8,000 revoluciones por minuto como mínimo).

Limitaciones por temperatura.

Clima frío. Cuando la temperatura ambiental impida que el concreto al momento del colado tenga una temperatura superior a 13° C, deberán calentarse el agua y los agregados. Deberán tomarse las medidas necesarias para mantener al concreto endurecido a una temperatura no menor de 10°C durante los 7 días siguientes al colado.

Clima cálido. Cuando la temperatura ambiente sea igual a mayor que 32°C, deberán calentarse el agua y los agregados.. Deberán tomarse las medidas necesarias para mantener al concreto endurecido a una temperatura no menor de 10 °C durante los 7 días siguientes al colado..

Clima cálido. Cuando la temperatura ambiente sea igual o mayor que 32°C, será necesario que el cemento y los agregados se mantengan fríos. En estos casos podrá enfriarse el agua de mezclado por refrigeración o bien reemplazando una parte del agua con hielo raspado o triturado.

Juntas.

Tipo de juntas y su localización. La cimentación del tanque se colará monolíticamente, evitando cualquier junta constructiva. No se emplearán juntas verticales. La ubicación de las juntas de construcción será conforme se indique en el plano estructural. En la primera junta se empleará una banda de PVC colocada en un machihembrado, la cual será ojillada y deberá quedar firmemente sujeta al armado. En la segunda junta podrá omitirse la banda de PVC. El tanque deberá construirse íntegramente en tres colados.

Cimbrado.

Generalidades. La cimbra se deberá diseñar, construir, erigir, usar y descimbrar siguiendo las normas y especificaciones de proyecto.

Diseño de cimbras. Las cimbras estarán diseñadas de manera que todos los componentes y elementos de la estructura obtengan las dimensiones, forma, alineación, peralte y posición correctos, sin deflexión excesiva. Las cimbras también se diseñarán para que puedan ser erigidas, apoyadas, apuntaladas y mantenidas en posición, de modo que puedan soportar en forma segura todas las cargas verticales y laterales que se apliquen, hasta que tales cargas puedan ser soportadas por la estructura de concreto.

Los paneles de las cimbras tendrán el máximo tamaño posible en función de la capacidad del equipo que lo izará. Las superficies de las cimbras deben ser construidos con hojas de acero con revestimientos suaves de madera o triplay con una cara de plástico o fibra de vidrio; los ensamblados deben considerar la facilidad del descimbrado con un daño mínimo a las superficies moldeadas. Será necesario que las cargas de diseño de la cimbra, tanto verticales como horizontales, incluyan las cargas, vivas, el empuje del viento y las cargas de construcción, junto con los factores de carga y seguridad apropiados. Todas las cimbras serán lo suficientemente herméticas para no permitir fugas de mortero.

Los sistemas de amarre deben proporcionar presión positiva en todas las juntas, para impedir las fugas de lechada.

Separadores de cimbra. Los ensamblados de los separadores de la cimbra deberán permitir que ésta permanezca ajustada. Deberán ser de tal tipo que no dejen metal u otro material de 4 cm fuera de la superficie. El ensamble deberá proporcionar depresiones en forma de cono de, por lo menos, 2.5 cm de diámetro y 3.8 cm de profundidad, en la superficie para permitir el llenado y resanado.

Los separadores deberán ajustar perfectamente, o bien se deberán sellar en las cimbras los orificios por donde penetra el separador para evitar las fugas de lechada. Cuando una parte de las barras del separador tenga que permanecer en un elemento de la estructura, dicha porción deberá tener en medio una arandela que ajuste apretadamente.

Revestimiento de cimbras y agentes de descimbrado. Las superficies de la cimbra en contacto con el concreto se deben de recubrir con los agentes de descimbrado permitidos por DGCOH según sus normas. El revestimiento y los agentes no deberán ser tóxicos después de 30 días.

Inspección antes del colado. Antes de colar el concreto es necesario revisar las cimbras para constatar que se encuentren limpias, que tengan la alineación exacta y espacios libres en el acero de refuerzo.

Descimbrado. Se realizará siguiendo las normas y especificaciones de DGCOH.

Acabados de superficies expuestas.

Generalidades. El concreto deberá extenderse uniformemente para nivelarlo. Cualquier cantidad de agua que salga a la superficie como resultado del nivelado o del repellido deberá dejarse evaporar. Si la cantidad de agua o lechada es excesiva, deberá removerse antes de usar llana o talocha.

El acabado final con llana será sólo el que se requiera para producir el acabado especificado y cerrar las grietas superficiales que puedan haberse desarrollado.

Acabado de cimbras lisas. El material de la superficie de las cimbras deberá proporcionar al concreto una superficie dura, lisa y de textura uniforme. El arreglo del material de la cara de las cimbras deberá ser ordenado y simétrico, y el número de uniones debe ser el menor posible. Todas las rebabas se removerán por completo.

Orificios para amarres. Los orificios se limpiarán y humedecerán primeramente. Después de esto, se llenarán con lechada consistente no metálica y que no se contraiga. El orificio para el amarre deberá empezar a llenarse desde el extremo ancho del agujero en forma de cono y se empaquetará adecuadamente mediante varillado.

Curado.

Generalidades. El curado deberá comenzar inmediatamente después del fraguado inicial o al concluir el acabado de la superficie. El método de curado deberá ser uno de los aprobados por la DGOH según sus normas y especificaciones.

Prueba de fugas.

Método de prueba. Se realizarán antes de colocar el relleno o aplicar el recubrimiento, es decir mientras las paredes del tanque estén expuestas de modo que puedan ser reparadas. El tanque se llenará con agua hasta que se derrame. Si éste se encuentra seco antes de la prueba será necesario dejar que el agua permanezca por una semana, para asegurar la absorción de agua en los elementos de la estructura.

Criterio de aceptación. El tanque se considerará aceptable si:

- No existen fugas visibles o áreas húmedas visibles.
- El volumen de agua fugada sea inferior a 0.001 veces el volumen del tanque.

6.1.5.1 Mecánica de suelos.

A continuación se presentan recomendaciones generales y alcances de la exploración geotécnica a realizar para la construcción de los tanques considerados en el proyecto.

Exploración en la zona del lago y zona de transición. Se efectuará un sondeo de penetración estándar (SPT) hasta alcanzar 8 metros de profundidad y un sondeo selectivo con muestreo inalterado (SMI) abarcando la misma profundidad. El SPT se ubicará en la intersección de los primeros ejes principales (A,1) en los dos sentidos (X, Y), mientras que el SMI se ubicará en la intersección de los segundos ejes principales (C, 3). Se iniciará con el sondeo de penetración estándar, mediante el cual se obtendrán muestras alteradas útiles para conocer la estratigrafía y determinar las propiedades índice. En el muestreo inalterado se empleará tubo de pared delgada (Shelby), de cinco pulgadas (12.7 cm) de diámetro, seleccionando dos estratos de arcilla entre aquellos detectados en el sondeo de penetración estándar, extrayendo una muestra de un metro de longitud cada una. El avance será con broca tricónica de cinco pulgadas (12.7 cm) de diámetro. Se determinará la ubicación del nivel freático.

Exploración en la zona de lomeríos. Se efectuará un sondeo de penetración estándar (SPT) hasta alcanzar 8 metros de profundidad, mediante el cual se obtendrán muestras alteradas útiles para conocer la estratigrafía y determinar las propiedades índice. El sondeo se localizará en la intersección de los segundos ejes (B,2) en ambas direcciones X y Y. De igual manera se realizará una investigación, consultando la información disponible sobre el tipo de suelo existente y la posibilidad de desplantar sobre terrenos minados, en cuyo caso se descartará la ubicación del tanque. Se determinará la ubicación del nivel freático.

Ensayes de laboratorio. Se determinarán como mínimo las siguientes características.

DESPLANTE	
ZONA DE LAGO O DE TRANSICION	ZONA DE LOMERIOS
1.- Estratigrafía	1.- Estratigrafía.
2.- Contenido de agua a cada 30 m.	2.- Contenido de agua a cada 30 m.
3.- Límites de consistencia a cada 150 m	3.- Peso volumétrico
4.- Densidad de sólidos en los estratos que se realice las pruebas de consolidación.	4.- Resistencia a la penetración estándar (SPT)
5.- Relación de vacíos.	
6.- Peso volumétrico	
7.- Resistencia a la penetración estándar (SPT)	
DETERMINACION DE PROPIEDADES MECANICAS	
Dos pruebas de consolidación unidimensional, una en cada estrato de arcilla seleccionado	
Dos series (de tres ensayos c/u) de resistencia al esfuerzo cortante, determinada en prueba triaxial no consolidada no drenada (UU)	

Resultados de la exploración geotécnica.

Cálculo de asentamientos diferenciales y totales. Se verificará que el asentamiento total no exceda de 15 cm, ni los asentamientos diferenciales excedan de 2.5 cm.

Cálculo de la capacidad de carga del suelo. Se verificará que la capacidad de carga del suelo, analizado con la teoría de Terzaghi para cimentaciones superficiales y después de aplicado un factor de seguridad de 3, no sea inferior a 10 ton/m².

Para suelos en zona de lomeríos se determinará la capacidad de carga a partir de la resistencia a la penetración empleando el criterio de Terzaghi - Peck..

La capacidad de carga no será inferior de 10 ton/m², de lo contrario se descartará la ubicación del tanque.

Interacción suelo - estructura. Se realizará el cálculo de la interacción suelo estructura, verificando que el acero de refuerzo de la losa de cimentación y muros no trabaje a esfuerzos superiores de 745 Kg/cm².

Valores de parámetros que modifican el diseño del tanque. Cualquier parámetro cuyo valor arroje un resultado que no cumpla con lo estipulado anteriormente, obligará a una revisión estructural del tanque.

Resumen

Este reporte resume el levantamiento de geología superficial en el sitio donde se proponen la construcción de los tanques del proyecto, y establece las recomendaciones geotécnicas del caso. Las dimensiones y capacidades aproximadas que se consideraron para cada tanque son las que se obtuvieron con los datos del proyecto de la memoria de cálculo.

Los tanques a construirse serán tanques tipo, con capacidades variables, siendo los siguientes:

SITIO	CAPACIDAD	CLAVE	TIPO
MINAS	1,000 M3 (ampliación)	s/c	fontanería estructural
CABRAS	300 m ³	APT-T-17-22-7	fontanería
		AP-T-17-14	estructural
HUECAMPOOL II	300 m ³	AP-T-17-20-3	fontanería
		AP-T-17-14	estructural
SAN PABLO I	300 m ³	AP-T-17-14	fontanería
		AP-T-17-20-3	estructural
SAN PABLO II	100 m ³	AP-T-17-7-2	fontanería
		AP-T-17-22-2	estructural

Se llevaron a cabo visitas a los sitios en donde se construirán estos tanques, de donde se desprenden las siguientes recomendaciones.

Tanque San Pablo I.- Las dimensiones preliminares del tanque serán 7.50x7.50x2.50 m de altura, se ubica en franca zona de lomas del valle de México; la geología en el sitio está formada por un depósito de talud formado por fragmentos volcánicos de cantos angulosos, con una matriz arenosa depositada por las lluvias. Si el tanque se desplanta en una losa de cimentación la capacidad de carga en el sitio es superior a la descarga, pero por la topografía en el lugar se deberá confirmar su posición exacta, pues en algunos puntos sse pueden inducir taludes importantes que erán motivo de una revisión específica, de acuerdo con la posición definitiva del tanque. En el caso que el nivel de desplante del tanque sea arriba del nivel del terreno natural será necesario conocerlo para tomar las providencias del caso.

Tanque San Pablo II .- Es un tanque de aproximadamente 100 m³, en el sitio programado aflora un basalto franco, por lo tanto, ya que el tanque se desplanta en una losa de cimentación las recomendaciones geotécnicas son el desplame de 15 cm para desyerbe y el relleno con limos arenosos (tepetates) compactados al 95% Proctor estandar, en un espesor de plataforma no mayor de 40 cm.

Tanque Huecampool II .- El sitio se ubica en un depósito de talud con fragmentos subredondeados de basalto con un diámetro promedio de 70 cm, es importante señalar que en el depósito de talud no se aprecia una matriz entre los fragmentos, por lo que la estructura posee muchos huecos, (de hasta 30 cm de diámetro). Se propone desplantar el tanque en una losa de cimentación y previamente despallar retirando todos los fragmentos sueltos y renivelar por medio de un filtro con law especificaciones de granulometria del criterio de Casagrande con un espesor mínimo de 30 cm, sobre el que se colocará una plataforma de 30 cm de grava - arena..

Ambas capas se deberán compactar al 95% de densidad relativa. Todo el perímetro del tanque también deberá contar con el filtro y estar protegido contra la erosión. Es importante que el tanque se ubique por lo menos 7 m alejado de los taludes en el sitio.. Otra opción para evitar el filtró es el uso de geotextiles.

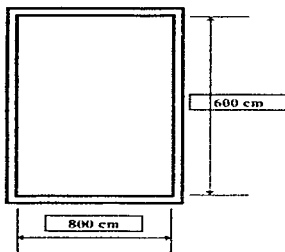
Tanque Cabras .- En el sitio programado para el tanque Cabras también aflora el mismo depósito de talud en un etapa de juventud, que se evidencia por la angulosidad de los fragmentos y la cercanía de la roca madre. Por lo tanto, la recomendación geotécnica es similar a la del tanque sobre una plataforma de grava - arena que descansa sobre un filtro. El perímetro de la plataforma se protegerá de la erosión y el arrastre de partículas (ésto último por medio de filtros o geotextiles), también se recomienda alejarse de la corona de los taludess naturales del sitio un mínimo de 7 m.

Tanque Bellavista .- Aún cuando este tanque se encuentra fuera de los alcances del proyecto de las líneas de conducción se recomienda que este tanque se pretenda construir en un cerro formado por arena, escorias y depósitos de talud. La pendiente en el sitio se obliga a cortes y muros de contención importantes, por lo tanto se propone una vez definidas las altures de los cortes, llevar a cabo un programa de exploración por medio de pozos a cielo abierto, de los que se establecerán los parámetros geotécnicos para la revisión de las diferentes condiciones de carga. Se recomienda proyectar el tannque con su dimensión mayor perpendicular a la pendiente del terreno, para evitar cortes importantes, dependiendo de las dimensiones del tanque se puede pensar en realizarlo en terrazas para evitar cortes profundos.

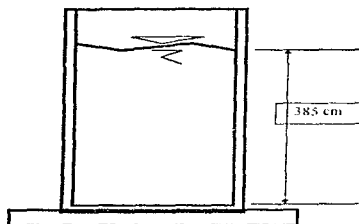
6.1.5.2 Estructuras

El proyecto contempla seis tanques reguladores de agua potable, cuyos volúmenes son 100m^3 , 300m^3 , 500m^3 , 800m^3 y 1500m^3 .

Sin embargo y debido a que los tanque que emplea la DGCOH son tanques tipo, para los cuales ya existen planos y memoria de cálculo, se presenta como ejemplo el cálculo para la revisión del diseño estructural de un tanque de 500 m^3 de capacidad para abastecimiento de agua potable, bajo lo siguientes conceptos generales.



PLANTA TANQUE DE UNA CELDA



ELEVACION TANQUE DE UNA CELDA

Area de la base (A_b)	134.00 m ²
Tirante (Y)	3.85 m
Volumen de agua (V)	515.90 m ³

Constantes de cálculo

Resistencia del concreto a compresión (f_c)	250 Kg/cm ²
Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (f_s)	4200 Kg/cm ²

Concreto ($f_c = 0.45 f_c$)	112.5 Kg/cm ²
Tensión acero (f_s)	1650 Kg/cm ²
Cortante $v_{cr} = 0.29 \sqrt{f_c}$	4.53 Kg/cm ²

Módulos de elasticidad	
Concreto ($E_c = 8,000 \sqrt{f_c}$)	106,490 Kg/cm ²
Acero de refuerzo (E_s)	2'000,000 Kg/cm ²

Constantes	
$\eta = E_s/E_c$	18.81
k	0.5135
$j = 1 - (k/3)$	0.8288
$K = 0.5 f_c$	23.91
Peralte mínimo ($d = \sqrt{(M/kb)}$)	
$A_s = (M / f_s j d)$	
$A_{s,TEM} = 0.003 Ld$	

Calculo del acero de refuerzo

$$As_1 = ((3.6288)(10)^3) / ((1685)(0.83)(25)) = 10.37 \text{ cm}^2$$

#6 a 27 final #6 a 30

$$As_2 = ((-7.463)(10)^3) / ((1685)(0.83)(25)) = 10.37 \text{ cm}^2$$

#6 a 13 final #6 a 15

$$As_3 = ((0.8601)(10)^3) / ((1685)(0.83)(25)) = 10.37 \text{ cm}^2$$

#6 final #6 a 24

$$As_4 = ((-5.120)(10)^3) / ((1685)(0.83)(25)) = 10.37 \text{ cm}^2$$

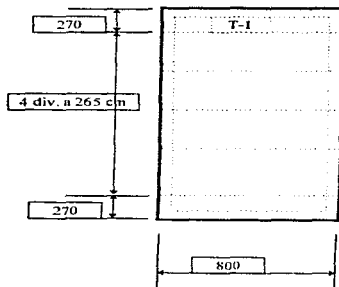
#6 a 20 final #6 a 24

Revisión del cortante.

$$v_u = (5868) / ((25)(100)) = 2.34 < v_{cr} = 4.58 \text{ Kg/cm}^2$$
$$A_{smin} = (0.0033)(25)(100) = 8.75 \text{ cm}^2 \quad \#6 \text{ a } 30$$

Losa tapa.

Losa maciza de peralte total H=10cm, reforzada como se indica en tablero tipo con varillas del número 3

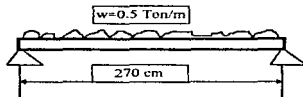


Diseño de losa tapa.

Cargas a considerar

Losa maciza (10 cm)	240 Kg/cm ²
Impermeabilizante	100 Kg/cm ²
Carga muerta	90 Kg/cm ²
<hr/>	
C.M.	380 Kg/cm ²
C.V.	120 Kg/cm ²
C.T.	500 Kg/cm ²

Diseño como viga ancha



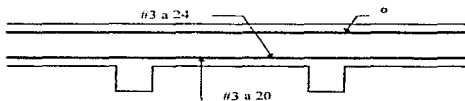
$$M = w L^2 / 8$$

$$M = (0.5 \times 2.7^2) / 8 = 0.4556 \text{ Ton-m}$$

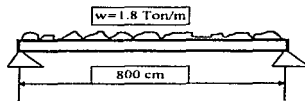
$$M(bd^2) = (0.4556 \times 10^5) / (100 \times 8^2) = 7.11$$

$$p_{min} = 0.0026 \quad A_s = 2.08 \text{ m}^2 \#3 \text{ a } 34$$

$$A_{STEMP} = (0.003 \times 10 \times 100) = 3 \text{ cm}^2 \quad \#3 \text{ a } 23.60$$



Trabe T-1 (30x60)



$$M = (1.8 \times 8^2) / 8 = 12.1 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = (1.4 \times 14.4) = 20.16 \text{ Ton-m}$$

$$M(u/bd^2) = (20.16 \times 10^2) / (30 \times 55^2) = 22.21$$

$$\rho = 0.0062; A_s = 10.23 \text{ cm}^2$$

$$\text{si: } d=60 \text{ cm} \quad \rho = 0.0052; A_s = 9.36 \text{ cm}^2$$

$$V_u = 1.4 \times 7.2 = 10.08 \text{ Ton}$$

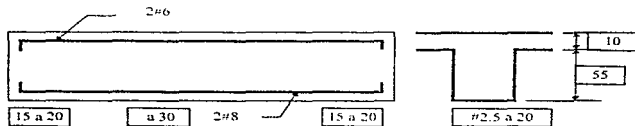
$$V_{cr} = (0.9 \times 30 \times 55) \times (0.2 + 30 \times 0.0002) \sqrt{200} = 7,209.61 \text{ Kg}$$

$$\#3 = (0.8 \times 2 \times 0.71 \times 4200 \times 55) / (10080 - 7,209.61) = \#3 \text{ a } 90$$

#2 a 30

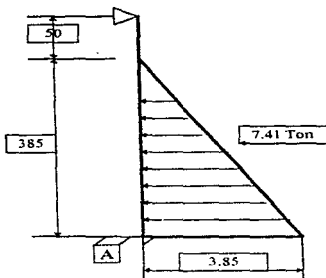
$$I = (30 \times 60^3) / 12 = 540,000 \text{ cm}^2$$

$$j = (5 / 384) (14400 \times 80^3) / (15810 \times 540000) = 1.12 \text{ cm}$$



**Diseño de muro.
Muro longitudinal**

a) Condición 1



$$M_A = (7.41 \times 3.85) / (60 \times 4.35^2) \times (3 \times 3.85^2 \times 4.35 + 20 \times 4.35^2)$$

$$(-)M_A = 4.31 \text{ Ton-m}$$

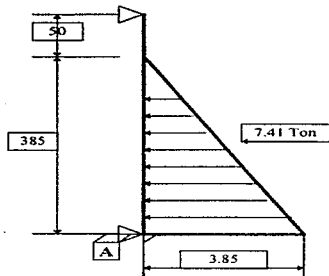
$$R_B = 1.2 \text{ Ton}$$

$$V_{max} = 6.21 \text{ Ton}$$

$$(+)M = ((1.2 \times 1.21) - (7.41 / (3 \times 3.85^2))) = 1.4 \text{ Ton-m}$$

$$(-)A_s = (4.31 \times 10^5) / (1685 \times 0.83 \times 25) = 12.32 \text{ cm}^2 \quad \#6 \text{ a } 24$$

b) Condición 2



$$m = a/L = 3.83 / 435 = 0.85 \quad m = 0.9$$

$$M = ((7.41 \times 3.81) / 3) (1 - 0.9 + ((2 \times 0.9 / 3) (\sqrt{0.4/3}))) = 4.033 \text{ Ton-m}$$

$$(+)\ A_s = (4.033 \times 10^5) / (1685 \times 0.83 \times 25) = 11.53 \text{ cm}^2 \quad \#6 \text{ a } 24$$

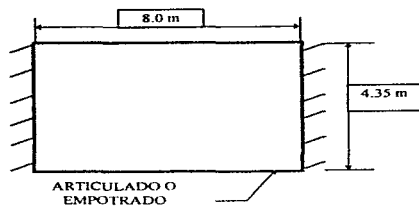
$$R_A = 7.41 (1 - (0.9/3)) = 5.11 \text{ Ton}$$

$$v_{umax} = 6210 / (65 \times 100) = 2.48 \text{ Kg/cm}^2 < v_{cr}$$

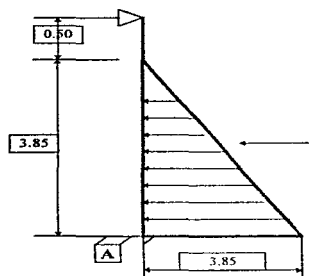
$$A_{STEMP} = (0.003 \times 15 \times 100) = 4.5 \text{ cm}^2 \quad \#4 \text{ a } 30$$

$$A_{S \text{ MININ FLEXION}} = (0.003 \times 25 \times 100) = 8.25 \text{ cm}^2 \quad \#5 \text{ a } 24$$

Muro transversal



ELEVACION DE MURO



a) CONDICION 1

Condición 1**(Empotrado - Articulado)**

$$M_x = w a^2 c = (3.85 \times 4.35^2) c = 72.85 c$$

$$v = 0.54 = 0.6$$

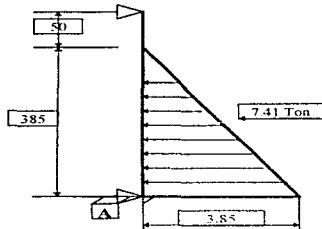
$$M_y = w b^2 c = (3.85 \times 8.0^2) c = 246.4 c$$

$$A_s = m \qquad d = 25 \text{ cm}$$

$$\frac{\quad}{136 d}$$

Mi	c	m	As (cm ²)	s#5
Mxs	0.0258	1.879	5.38*	---
Mxv	-0.0614	-4.473	12.82	15
Mys	0.0032	0.788	2.26*	---
Myvs	-0.0129	3.178	9.106	22

$$A_{smin} = (0.0025 \times 100 \times 25) = 6.25 \text{ cm}^2 \text{ (*) S\#5 a 31}$$

Condición 2**(Articulado - Articulado)**

CONDICION 2

Mi	c	m	As (cm ²)	s#5
Mx	0.0352	2.564	7.35	27
My	0.0070	1.725	—*	—*
Myvs	-0.0202	4.977	14.26	14 cm

Conclusiones y recomendaciones

- El presente proyecto de tanques reguladores para el sistema hidráulico del Distrito Federal, presenta una alternativa para la construcción de estructuras estancas y herméticas.
- En el diseño estructural se limitó el esfuerzo de tensión en el acero a 745 Kg/cm², con el objeto de evitar grietas en el concreto de más de 0.1 mm de ancho. Igualmente se indica agregar fibras sintéticas de polipropileno, útiles para evitar el micro agrietamiento generado por la contracción del concreto.
- Se añaden indicaciones referentes a la dosificación del concreto, como el limitar la relación agua - cemento a 0.45 y el contenido mínimo de cemento a 335 Kg/m³ de concreto.
- Para el cálculo estructural de muros, trabes y losas de los tanques, solamente se presenta una revisión somera de estas estructuras, debido a que la DGCOH ya cuenta con los diseños y planos para construir tanques estándar tipo para los volúmenes considerados en el proyecto.

6.2 Catálogo de conceptos y planos.

Una vez que se desarrollaron las respectivas memorias de cálculo se procedió a integrar el catálogo de conceptos, que consiste en la cuantificación y agrupación de todos los conceptos que intervienen en la elaboración del proyecto ejecutivo.

Para poder valorar nuestra propuesta de solución, procedimos a elaborar un presupuesto partiendo del catálogo de conceptos y tomando como dato todos los precios obtenidos del tabulador general de precios unitarios que edita cada año la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D . G . C . O . H) que incluye un porcentaje del 30.15 para costos indirectos.

Resumen de costos de construcción para el proyecto de solución.

Línea de conducción Xaltepec - Bellavista	\$	1,476,472.37
Línea de conducción Bellavista - Minas	\$	2,388,295.84
Línea de conducción Minas - Cabras	\$	1,914,019.35
Línea de conducción Cabras - Huecampool - San Pablo	\$	2,055,092.65
Línea de conducción San Pablo - San Pablo II	\$	77,194.95
Tanque de regulación Cabras	\$	301,729.85
Tanque de regulación Huecampool II	\$	305,030.57
Tanque de regulación San Pablo I	\$	302,038.50
Tanque de regulación San Pablo II	\$	170,355.05
COSTO TOTAL.....	\$	8,990,229.13

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1.12	1,870.00	2,094.40
BI12C	CORTES CON SIERRA				
BI12CC	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof	m	4.07	4,400.00	17,909.00
BL	DEMOLICIONES				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo	m3	41.23	93.50	3,855.01
BG	EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m				
BG14C	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "C" clase II.				
BG14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	20.91	1,636.25	34,050.36
ND12B	CAMAS DE ARENA				
ND12BB	Cama de arena en cepas para tubería incluyendo material acabeo libre a 20 m mano de obra y herramientas.	m3	72.36	176.20	12,749.83
BG18E	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y martillo, afloje y extracción al borde de la zanja, equipo y herramienta necesario.				
BG18EB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144.49	1,114.80	161,077.45

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
OE13C	Suministro e instalacion de tuberia para agua a presion de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13CM	Tubería A C A-7 de 500 mm (20") de diam	m	702.42	240.00	168,580.80
OE13D	Suministro e instalacion de tuberia para agua a presion de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13DM	Tubería A C A-10 de 500 mm (20") de diam	m	960.29	589.95	566,523.09
OE13E	Suministro e instalacion de tuberia para agua a presion de asbesto clase A - 14 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13EI	Tubería A C A - 14 de 305 mm (12") de diam	m	491.61	420.00	206,476.20
OJ	SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de fierro fundido				
OJ14BE	Tapa ciega de 101 mm (4") de diam con perforacion roscada de 50 mm (2")	pza	64.57	3.00	194.61
OJ16B	Suministro e instalacion de codos de 11" 15", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16BM	Codos de 11" 15" y 502 mm (20") de diam	pza	2527.44	8.00	15,164.64

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16CM	Codos de 22" 30" y 502 mm (20") de diam	pza	2527.41	4.00	10,109.76
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16DM	Codos de 45" y 502 mm (20") de diam	pza	2527.39	6.00	15,164.34
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16EM	Codos de 90" y 502 mm (20") de diam.	pza	3308.59	10.00	33,685.90
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ17BI	Extremidad de 305 mm (12") de diam (A-7)	pza	636.05	28.00	17,820.20
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye tornillería.				
OJ17CM	Extremidad de 502 mm (20") de diam. (A-10).	pza	2237.40	28.00	62,647.20

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P. U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D D F , incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 66% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario				
OJ19CG	Junta Gibault de 305 mm (12") de diam	pza	329.52	58.00	18,355.56
OJ21	Suministro e instalación de Tees de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario no incluye la tornillería				
OJ21IE	Tees de 305 x 101 mm (12" x 4") de diam	pza	1,306.53	5.00	6,534.65
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta bridada, vástago fijo.				
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam	pza	1,340.73	3.00	4,022.19
OK12BI	Válvula de compuerta de 305 mm (12") de diam	pza	6,738.13	2.00	13,476.26
IC122H	Suministro, colocación y prueba de válvula de globo Mod. 225-p marca "urrea" o similar				
IC12HF	de 25 mm (1") de diam	pza	549.64	2.00	1,099.68
S/N	Suministro, colocación y pruebas de ripples de acero.				
S/N	Niple de 52 mm x 102 mm (2" x 4") de diam	pza	24.39	6.00	146.34
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Renival o similar de 25 mm (1") de diam	m3	606.40	3.00	1,879.20
S/N	Plato quebra charro de Fo Fo.	pza	112.00	2.00	274.00
S/N	Empaque de plomo de 305 mm (12") de diam	pza	63.53	35.00	2,223.55
	101 mm (4") de diam.	pza	12.42	5.00	62.10
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de: 127.00 x 28.6 mm (5" x 5/8")	pza	92.36	70.00	6,465.20
	76.20 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pza	19.38	40.00	415.20

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION XALTEPEC - BELLAVISTA

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fofo sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.56 x 1.86 m		2759.09	5.00	13,795.95
BP12C	Rellenos de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con pisón al 50% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Medido compacto incluye acarreo libre a 20 m				
BP12CB	Con material producto de la excavación	m3	11.81	1,503.48	17,758.10
BP12CC	Relleno de excavaciones con tepetate	m3	85.37	657.72	56,149.58
NE12	ATRAQUES DE CEMENTO.				
NE12B	Colocación de estriague de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones, sanitarias.	pz.4	35.25	32.00	1,128.00
QL	BACHEO				
QL12B	Bacheo de 5.0 dm de espesor, con mezcla autólita de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 95% P.V.S.M Incluye también limpieza, riego de hga e impregnación y compactación de carpeta				
QL12BB	Con carga y acarreo primer km de grava y carpeta.	m3	43.07	93.50	4,027.05
COSTO TOTAL DE LA LINEA DE CONDUCCION					1,476,472.37

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1.12	2,534.00	2,836.08
B112C	CORTES CON SIERRA				
B112CC	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof	m	4.07	4,223.00	17,187.61
BL	DEMOLICIONES				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo.	m3	41.25	127.00	5,236.21
BG	EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m				
BG14C	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores e iguales a 1.20 m, en zona "C" clase II.				
BG14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	20.81	2,691.00	56,375.41
ND12B	CAMAS DE ARENA				
ND12BB	Camá de arena en cepas para tubería incluyendo material acarreo libre a 20 m mano de obra y herramienta.	m3	72.36	253.26	18,325.89
BG18E	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y marro, afloje y extracción al borde de la zanja, equipo y herramienta necesario				
BG18ED	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	144.42	1,141.00	164,663.09

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13CM	Tubería A.C. A-7 de 500 mm (20") de diam.	m	792.42	1,600.50	1,124,223.21
OE13D	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13DM	Tubería A.C. A-10 de 500 mm (20") de diam.	m	960.20	511.00	490,708.19
OJ	SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de fierro fundido.				
OJ14BE	Tapa ciega de 101 mm (4") de diam. con perforación rosca de 50 mm (2").	pza	64.87	3.00	194.61
OJ16B	Suministro e instalación de codos de 11" 15', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16BM	Codos de 11" 15' y 502 mm (20") de diam.	pza	2527.44	6.00	15,164.64

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16CM	Codos de 22" 30 y 502 mm (20") de diam	pza	2527.44	12.00	30,329.28
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16DM	Codos de 45" y 502 mm (20") de diam	pza	2527.39	6.00	15,164.34
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16EM	Codos de 90" y 502 mm (20") de diam	pza	3364.59	11.00	37,054.49
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ17BM	Extremidad de 52 mm (2") de diam (A-7).	pza	636.65	60.00	38,199.00
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye tornillería				
OJ17CM	Extremidad de 502 mm (20") de diam. (A-10)	pza	636.65	18.00	11,459.70

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IXTAPALAPA**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN BELLAVISTA MNAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 66% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario.				
OJ19CM	Junta Gibault de 502 mm (20") de diam.	pza	326.82	78.00	25,491.96
OJ21	Suministro e instalación de Tees de hierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ21MM	Tees de 508 x 101 mm (20" x 4") de diam.	pza	1306.93	5.00	6,534.65
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta bridada, vástago fijo.				
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pza	1340.73	3.00	4,022.19
	Válvula de compuerta de 508 mm (20") de diam.	pza	6738.13	2.00	13,476.26
IC12ZH	Suministro, colocación y prueba de válvula de globo Mod. 225-p marca "turra" o similar.				
IC12HF	de 25 mm (1") de diam.	pza	549.84	2.00	1,099.68
S/N	Suministro, colocación y pruebas de ríjles de acero.				
S/N	Ríjle de 52 mm x 102 mm (2" x 4") de diam.	pza	24.39	6.00	146.34
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Renval o similar de 50 mm (2") de diam.	m3	626.40	3.00	1,679.20
S/N	Plato quebra chorro de Fo Fo	pza	112.00	2.00	224.00
S/N	Empaque de plomo de:				
	508 mm (20") de diam.	pza	92.36	80.00	7,388.80
	101 mm (4") de diam.	pza	12.43	5.00	62.15
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de:				
	127.00 x 28.6 mm (5" x 5/8")	pza	92.36	16.00	1,477.76
	76.20 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pza	10.38	40.00	415.20

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN BELLAVISTA MINAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.56 x 1.06 m	caja	2759.99	5.00	13,799.95
BP12C	Rellenos de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con pisón al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Medido compacto. Incluye acarreo libre a 20 m				
BP12CB	Con material producto de la excavación	m3	11.81	1,733.00	20,466.73
BP12CC	Relleno de excavaciones con tepalcate	m3	85.37	1,816.00	155,031.92
NE12	ATRAQUES DE CEMENTO.				
NE12B	Colocación de atraque de concreto de fo. = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias	pza	35.25	30.00	1,057.50
QL	BACHEO				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con asfalto P. A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 95%, P. V. S. M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y acarreo primer km de grava y carpeta	m3	43.07	2,540.00	109,397.80
COSTO TOTAL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN					2,388,295.84

PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
 DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
 SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

LÍNEA DE CONDUCCIÓN MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento	m2	1.12	1,730.00	1,937.60
BI12C	CORTES CON SIERRA				
BI12CC	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof	m	4.07	4,036.00	16,429.52
BL	DEMOLICIONES				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo.	m3	41.23	86.52	3,567.22
BG	EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m				
BG14C	Excavación por medios mecánicos para trinchas de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "C" clase II				
BG14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	20.81	1,636.00	34,045.16
BG18E	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y martillo, afloje y extracción al borde de la zanja, equipo y herramienta necesario				
BG18ED	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	144.40	636.00	91,805.64
ND12	CÁMAS				
ND12B	CAMAS DE ARENA				
ND12BB	Camas de arena en cepas para tubería incluyendo material acarreado libre a 20 m mano de obra y herramienta.	m3	72.36	171.00	12,373.56

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
OE13D	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13DF	Tubería A C A-10 de 152 mm (6") de diam	m	132.84	82.00	10,892.88
OE13DI	Tubería A C A-10 de 305 mm (12") de diam	m	356.04	356.00	126,750.24
OE13E	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-14 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13DM	Tubería A C A-14 de 305 mm (12") de diam	m	900.29	726.50	697,650.69
OE16	TUBERIA DE ACERO SOLDABLE AL CARBON TIPO A-53 G.D.O. B SIN COSTURA.				
	Suministro, colocación y pruebas de tubería soldable de acero al carbón GRADO X-42 sin costura, e = 11.13 mm, incluye: material y mano de obra necesaria para su correcta colocación				
S/N	de 305 mm (12") de diam.	m	946.15	612.89	579,800.72
OJ	SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de hierro fundido				
OJ14BE	Tapas de Fo Fo. de 101 mm (4") de diam con perforación roscada de 25 mm (1") de diam.	pieza	54.57	1.00	64.87
OJ16B	Suministro e instalación de codos de 11" 15", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16BM	Codos de 11" 15" y 502 mm (20") de diam	pieza	2527.44	1.00	48,021.36

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16CF	Codos de 22" 30" y 152 mm (6") de diam.	pza	241.82	1.00	241.82
OJ16CI	Codos de 22"30" y 305 mm (12") de diam.	pza	896.24	10.00	8,962.40
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16DI	Codos de 45" y 305 mm (12") de diam.	pza	896.24	4.00	3,584.96
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90", incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ16EI	Codos de 90" y 305 mm (12") de diam.	pza	1050.04	5.00	5,250.20
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería				
OJ17CF	Extremidad de 152 mm (6") de diam (A-10)	pza	218.20	3.00	654.87
OJ17CI	Extremidad de 305 mm (12") de diam (A-10)	pza	636.65	39.00	24,829.35
OJ17D	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-14, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye tornillería				
OJ17DI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-14)	pza	636.65	21.00	13,369.65

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 66% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario.				
OJ19CF	Junta Gibault de 152 mm (6") de diam.	pza	97.53	3 00	292.59
OJ19CG	Junta Gibault de 305 mm (12") de diam.	pza	326.82	60 00	19,609.20
OJ21	Suministro e instalación de Tees de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ21E	Tees de 305 x 101 mm (12" x 4") de diam.	pza	1306.93	2.00	2,613.86
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta bridada, vástago fijo.				
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pza	1340.73	1 00	1,340.73
OK12BF	Válvula de compuerta de 152 mm (6") de diam.	pza	6738.13	1 00	6,738.13
	Suministro y colocación de válvula de seccionamiento tipo compuerta, vástago fijo, extremos bridadas, cara realzada, montada en bronce, marca Stockham 500 OWG o similar.				
S/N	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pza	1340.00	2 00	2,680.00
S/N	Válvula de compuerta de 305 mm (12") de diam.	pza	6738.13	2 00	13,476.26

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION MINAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
	Suministro y colocación de válvula de seccionamiento tipo compuerta, vástago fijo, extremos roscados, montada en bronce, marca Stockham 500 DWG o similar				
S/N	Válvula de compuerta de 52 mm (2") de diam.	pza	485.00	3.00	1,455.00
IC12ZH	Suministro, colocación y prueba de válvula de globo Mod. 225-p marca "urrea" o similar.				
IC12HF	de 25 mm (1") de diam.	pza	549.84	1.00	549.84
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Renval o similar de:				
S/N	25 mm (1") de diam.	pza	1303.25	1.00	1,303.25
S/N	52 mm (2") de diam.	pza	1637.70	3.00	4,913.10
S/N	Plato quiebrachorro de 4" de diam.	pza	112.00	2.00	224.00
S/N	Empaque de plomo de 305 mm (12") diam.	pza	83.53	71.00	4,510.63
	Empaque de plomo de 152 mm (6") diam.	pza	31.75	5.00	158.75
	Empaque de plomo de 101 mm (4") diam.	pza	12.42	3.00	37.26
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de:				
	101.6 x 22.2 mm (4" x 7/8")	pza	63.53	852.00	54,127.56
	88.9 x 19.1 mm (3 1/2" x 3/4")	pza	5.82	40.00	232.80
	76.2 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pza	10.36	24.00	249.12
IE26	Suministro colocación y pruebas de nipples de hierro galvanizado				
IE26DM	Niple de 25 x 102 mm (1" x 4") de diam.	pza	11.60	2.00	23.20
S/N	Suministro, colocación y pruebas de nipples de acero.				
S/N	Niple de 52 mm x 102 mm (2" x 4") de diam.	pza	24.38	3.00	73.17
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.56 x 1.96 m	pza	2750.99	8.00	16,559.94
OL12DD	Caja tipo 3 - 3 - A de 1.88 x 1.96 m	pza	4319.82	1.00	4,319.82

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION MNAS - CABRAS

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
BP12C	Rellenos de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con presión al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Medido compacto. Incluye acarreo libre a 20 m				
BP12CB	Con material producto de la excavación	m3	11.51	981.00	11,585.61
BP12CC	Relleno de excavaciones con tepalcates	m3	85.37	950.00	81,101.50
NE12	ATRAQUES DE CEMENTO.				
NE12B	Colocación de atraque de concreto de $f_c = 100$ kg/cm ² en instalaciones sanitarias	pza	35.25	51.00	1,797.75
QL	BACHEO				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 95% P.V.S.M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta				
QL12BB	Con carga y acarreo primer km de grava y carpeta	m3	43.07	66.52	3,726.42
COSTO TOTAL DE LA LINEA DE CONDUCCION					1,914,019.35

PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

LÍNEA DE CONDUCCIÓN CABRAS - HUECAMPOOL SAN PABLO

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento	m2	1.12	2,378.30	2,663.70
BI12C	CORTES CON SIERRA				
BI12CC	En pavimento de concreto estático de 5 cm de prof.	m	4.07	5,604.00	22,808.28
BL	DEMOLICIONES				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo.	m3	41.23	119.00	4,906.37
BG	EXCAVACIONES POR MEDIOS MECÁNICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m				
BG14C	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "C" clase II.				
BG14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	20.81	2,093.00	43,409.66
BG18E	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de curia y martillo, afoje y extracción al borde de la zanja, equipo y herramienta necesario.				
BG18ED	de 0.00 a 2.00 m de profundidad.	m3	144.49	895.00	129,318.55
ND12B	CAMAS DE ARENA				
ND12BB	Cama de arena en capas para tubería incluyendo material acarreo libre a 20 m mano de obra y herramienta.	m3	72.36	238.00	17,221.68

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LÍNEA DE CONDUCCION CABRAS - HUECAMPOOL SAN PABLO

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-7 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13CI	Tubería A.C. A-7 de 300 mm (12") de diam.	m	256.10	845.50	216,532.55
OE13D	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13DI	Tubería A.C. A-10 de 300 mm (12") de diam.	m	356.04	1,202.00	427,960.08
OE13E	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-14 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m.				
OE13DM	Tubería A.C. A-14 de 300 mm (12") de diam.	m	960.20	750.50	720,697.85
OJ14B	Suministro y colocación y pruebas de tapas ciegas de fierro fundido.				
OJ14BE	Tapa ciega de 101 mm (4") de diam. con perforación rosca de 25 mm (1")	pza	64.87	3.00	194.61
OJ16B	Suministro e instalación de codos de 11" 15', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16BI	Codos de 11" 15' y 305 mm (12") de diam.	pza	896.24	27.00	24,198.48
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16CI	Codos de 22" 30' y 305 mm (12") de diam.	pza	896.24	18.00	16,132.32

PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUECAMPOOL SAN PABLO

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45°, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16DI	Codos de 45° y 305 mm (12") de diam.	pza	696.24	5 00	4,481.20
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90°, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16EI	Codos de 90° y 305 mm (12") de diam.	pza	1050.04	15 00	15,750.60
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario. No incluye la tornillería.				
OJ17BI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-7)	pza	638.65	43 00	27,375.95
OJ17C	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-10, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ17CF	Extremidad de 152 mm (6") de diam (A-10)	pza	218.29	1 00	218.29
OJ17CI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-10)	pza	636.65	59 00	37,562.35
OJ17D	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-14, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye tornillería.				
OJ17DI	Extremidad de 305 mm (12") de diam. (A-14)	pza	636.65	18 00	11,459.70

PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUECAMPOOL SAN PABLO

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibault tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y huile al 66% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario	pza	97.53	1.00	97.53
OJ19CF	Junta Gibault de 152 mm (6") de diam	pza	326.00	120.00	39,120.00
OJ19CI	Junta Gibault de 305 mm (12") de diam				
OJ21	Suministro e instalación de Tees de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ21IE	Tees de 305 x 101 mm (12" x 4") de diam	pza	1366.59	7.00	9,148.51
OJ21II	Tees de 305 x 305 mm (12" x 12") de diam	pza	1566.65	1.00	1,566.65
OJ22	Suministro e instalación de reducciones de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario. No incluye la tornillería.				
OJ22IF	Reducción de 305 x 152 mm (12" x 6") de diam	pza	611.05	1.00	611.05
OK12B	Suministro y colocación de válvula de compuerta bridada, vástago fijo				
OK12BE	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pza	1340.73	3.00	4,022.19
IC12HF	Suministro, colocación y pruebas de válvula de globo modelo 225-p marca "Urrea" o similar, de 25 mm (1") de diam	pza	549.44	5.00	2,749.20
S/N	Válvula de admisión y expulsión de aire marca Renval o similar de 25 mm (1") de diam.	pza	626.40	4.00	2,505.60
S/N	Plato quebra chorro de 101 mm (4") de diam.	pza	112.00	3.00	330.00
S/N	Empaques de plomo de:				
	305 mm (12") de diam.	pza	63.53	134.00	8,513.02
	152 mm (6") de diam.	pza	31.75	1.00	31.75
	101 mm (4") de diam	pza	12.42	7.00	86.94

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN CABRAS - HUECAMPOOL SAN PABLO

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de: 101.6 x 22.2 mm (4" x 7/8") 88.9 x 19.1 mm (3 1/2" x 3/4") 76.2 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pza	63.53	1,608.00	102,156.24
		pza	5.82	8.00	46.56
		pza	10.36	56.00	581.26
IE26	Suministro colocación y pruebas de ripples de fierro galvanizado.				
IE26DM	Niple de 25 x 102 mm (1" x 4") de diam.	pza	11.68	8.00	93.44
OL	Construcción de cajas tipo para agua potable, hechos de muro de tabique rojo de 28 cm de espesor apoyado en losa de concreto F'c = 150 kg/cm2 y plantilla de perforación de tabique de 15 cm c/u. Aplanado con mortero cemento arena 1:6 y losa de cubierta de concreto fc = 200 kg/cm2 de 15 cm.				
OL12	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - B de 1.56 x 1.86 m	caja	2,759.00	8.00	22,079.92
BP12C	Rellenos de excavaciones para estructuras y/u para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con pisón al 100% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Medido compacto. Incluye acarreo libre a 20 m.				
BP12CB	Con material producido de la excavación.	m3	11.81	1,404.00	16,581.24
BP12CC	Relleno de excavaciones con tepalcate	m3	85.37	1,337.00	114,139.69
NE12	ATRAQUES DE CEMENTO.				
NE12B	Colocación de atraque de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias.				
NE12BB	Atraque de concreto de 0.4 x 0.7 x 0.2 m.	pza	35.25	74.00	2,608.50

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION CABRAS - HUÉCAMPOOL SAN PABLO

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
QL	BACHEO				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla estática de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 95% P.V.S.M. Incluye también limpieza, negro de liga e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y acarreo primer km de grava y carpeta	m3	43.07	119.00	5,125.33
COSTO TOTAL DE LA LINEA DE CONDUCCION					2,066,092.65

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO - SAN PABLO II

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento.	m2	1.12	247.80	277.54
BI12C	CORTES CON SIERRA				
BI12CC	En pavimento de concreto asfáltico de 5 cm de prof	m	4.07	708.00	2,881.56
BL	DEMOLICIONES				
BL12DB	Demolición a mano de pavimento de asfalto sin afectar base para trabajos de bacheo	m3	41.23	12.39	510.84
BG	EXCAVACIONES POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJA PARA ANCHOS DE LA MISMA MENORES O IGUALES A 1.20 m				
BG14C	Excavación por medios mecánicos para anchos de zanja menores o iguales a 1.20 m, en zona "C" clase II.				
BG14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	20.81	174.00	3,620.94
BG16E	Excavación de zanja, todas las zonas en material tipo III, con empleo de equipo neumático, incluye material de consumo, mano de obra en perforación, uso de cuña y martillo, sfoje y extracción al borde de la zanja, equipo y herramienta necesario.				
BG16ED	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	1.44.40	74.00	10,692.26
OE	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA				
OE13C	Suministro e instalación de tubería para agua a presión de asbesto cemento clase A-10 incluyendo juntas y anillos, prueba hidrostática y acarreo del tubo en 20 m				
OE13CF	Tubería A.C. A-7 de 101 mm (4") de diam.	m	104.64	354.00	37,113.36

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO - SAN PABLO II

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ16B	Suministro e instalación de codos de 11" 15', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16BE	Codos de 11" 15' y 101 mm (4") de diam.	pza	142.61	7.00	998.27
OJ16C	Suministro e instalación de codos de 22" 30', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16CE	Codos de 22" 30' y 101 mm (4") de diam.	pza	142.61	6.00	855.66
OJ16D	Suministro e instalación de codos de 45', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16DE	Codos de 45" y 110 mm (4") de diam.	pza	142.61	1.00	142.61
OJ16E	Suministro e instalación de codos de 90', incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ16EE	Codos de 90" y 101 mm (4") de diam.	pza	181.21	2.00	362.42
OJ17B	Suministro e instalación de extremidades para tubos A-5 y A-7, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario, no incluye la tornillería.				
OJ17BE	Extremidad de 101 mm (4") de diam (A-7).	pza	144.52	26.00	3,757.52

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

LINEA DE CONDUCCION SAN PABLO - SAN PABLO II

CLAVE	CONCEPTO	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ19C	Suministro e instalación de Juntas Gibaut tipo D.D.F., incluyendo el suministro de la pieza completa con tornillos y hule al 66% natural, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario				
OJ19CE	Junta Gibaut de 101 mm (4") de diam.	pza	70.31	25.00	1,828.06
S/N	Empaques de plomo de 101mm (4") de diam.	pza	12.42	25.00	360.18
S/N	Tornillo con cabeza y tuerca hexagonal de 76.2 x 15.9 mm (3" x 5/8")	pza	10.35	232.00	2,408.16
BP12C	Rellenos de excavaciones para estructuras y/o para alcanzar niveles de proyecto, en capas de 20 cm de espesor compactadas con próson al 90% Proctor, previa la incorporación del agua necesaria. Medido compacto. Incluye acarreo libre a 20 m				
BP12CB	Con material producto de la excavación	m3	11.81	147.00	1,736.07
BP12CC	Relleno de excavaciones con tepelate	m3	85.37	101.00	8,622.37
NE12	ATRAQUES DE CEMENTO.				
NE12B	Colocación de atraque de concreto de fc = 100 kg/cm2 en instalaciones sanitarias.				
NE12BB	Atraque de concreto de 0.4 x 0.7 x 0.2 m.	pza	35.25	14.00	493.50
QL	BACHEO				
QL12B	Bacheo de 5.0 de espesor, con mezcla asfáltica de 19 mm (3/4"), con asfalto P.A.-5 y base de grava cementada controlada, compactada a 95% P.V.S.M. Incluye también limpieza, riego de liga e impregnación y compactación de carpeta.				
QL12BB	Con carga y acarreo primer km de grava y carpeta.	m3	43.07	12.39	533.64
COSTO TOTAL DE LA LINEA DE CONDUCCION					77,194.95

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION CABRAS
CON CAPACIDAD DE 300 m3.**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento	m2	1 12	594 00	665 28
BE	DESPALMES				
BE12	En forma manual				
BE12B	Despalme a mano en material seco, incluyendo la topografía, mano de obra para la remoción, extracción y acarreo libre hasta una distancia de 20 m				
BE12BC	En material II, todas las zonas	m3	27 22	237 00	6,467 47
BF	EXCAVACIONES				
BF14	Excavación a mano en caja zona "B", clase II en seco. Medido en banco incluyendo afine, traspaleos, y excavación a borde de zanja				
BF14CB	de 0 00 a 2 00 m de profundidad	m3	24 54	27 44	673 38
BN	CARGA Y ACARREOS				
BN12	Acarreo en carretilla de tierra y material mixto, producto de la excavaciones que no sean roca, medido en banco				
BN12BB	Primera estación de 20 m.	m3	7 29	5 11	37 25
BN12BC	Estaciones subsiguientes	m2 ent	3 05	2 14	6 53
C	CIMBRAS Y ESTRUCTURAS DE MADERA Y CARPINTERIA				
CC	CIMBRA APARENTE DE CONTACTO				
CC14B	Cimbra y descimbra en cualquier nivel incluyendo chaflanes y acabado de superficie de contacto, limpieza, quitando rebabas y perdiendo juntas a una altura máxima de entreso de 4 00 m				
CC14BJ	Cimbra en losas y trabes.	m2	69 60	71 12	4,949 95
CC14BG	Cimbra en columna (muros)	m2	64 03	410 69	26,309 29
CC14BK	Cimbra en rampas de escalera (chaflanes)	m2	77 20	22 74	1,755 53
CB12BI	Cimbra en faldones y pretiles (losa de piso)	m2	46 25	14 10	652 13

PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

TANQUE DE REGULACIÓN CABRAS
CON CAPACIDAD DE 300 m³

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
F	CONCRETOS				
FC19	Concreto hecho en obra con cemento tipo I (R.N.), en losas, muros, pretiles y faldones de superestructura e infraestructura, incluyendo muestreo, acarreo, vibrado, curado y desperdicio en cualquier nivel.				
FC19CB	Concreto f _c = 250 kg/cm ² T.M.A. 20 mm	m ³	626.42	117.00	73,291.14
FC13	Concreto simple, fabricado en obra con cemento I (R.N.) para plantillas.				
FC13BB	Plantilla de 5 cm de concreto simple de f _c = 100 kg/cm ² agregando máximo de 40 mm, incluye preparación del desplante, nivelación y compactación.	m ²	24.80	6.67	165.42
O	ACERO DE REFUERZO				
OB12C	Acero de refuerzo grado duro con límite de frecuencia F _y = 4,200 kg/cm ² . Los precios unitarios incluyen: suministro en obra, acarreo dentro de la obra, habilitado, colocación y amarre, ganchos, traslapes y desperdicios.				
OB12CB	Acero de ref. F _y = 4,200 kg/cm ² de 7.0 mm de diam (5/16")	ton	5652.59	0.037	209.16
OB12CC	Acero de ref. F _y = 4,200 kg/cm ² de 9.5 mm de diam (3/8")	ton	5426.40	0.584	5,339.67
OB12CD	Acero de ref. F _y = 4,200 kg/cm ² de 12.7 mm de diam. (1/2")	ton	5332.21	1.030	5,492.16
OB12CE	Acero de ref. F _y = 4,200 kg/cm ² de 15.6 mm de diam. (5/8")	ton	5332.21	8.123	43,313.54
OB12CF	Acero de ref. F _y = 4,200 kg/cm ² de 19.0 mm de diam (3/4")	ton	5332.21	4.506	24,028.94
	BARDA PERIMETRAL				
S/N	ACERO ESTRUCTURAL				
	Suministro, fabricación, transporte montaje de la estructura ligera tipo 1 ó 2 vigas, formada por perfiles estructurales, no mayores de 3".	kg	8.90	224.20	1,995.38

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION CABRAS
CON CAPACIDAD DE 300 m3.**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Puerta de lámina negra acanalada cal 20 con marco y contramarco de ángulo de 25 x 5 mm (1" x 3/16"), de 4.00 x 2.80 m., en dos hojas abatibles El precio incluye habilitado, maquila, soldadura, esmerilado, herrajes, accionadores, acarrees, desperdicios, herramienta y mano de obra	pza	1719.12	1.00	1,719.12
GF13M	Suministro y colocación de alambre galvanizado.				
GF13MC	Alambre de puas No. 12.5	m	1.78	564.00	1,003.92
G	MUROS				
GC14BB	Muros de piedra brava limpia, asentada con mortero cemento arena 1.5, incluyendo acarrees necesarios, hasta 2.50 m de altura	m3	299.00	26.32	7,669.68
GC24	Muro de block hueco de concreto tipo "Concreto", acabado aparente 1 cara, asentado con mortero cemento arena 1.5, a cualquier nivel				
GC24GC	Muro de 15 cm de espesor, de block hueco de concreto tipo "Concreto" de 15 x 20 x 40 cm	m2	70.96	229.36	16,275.39
L	RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS PINTURAS Y HERRAJES				
LB12	MORTERO				
LB12CB	Aplanado pulido con llana metálica, en muros con mortero cemento arena 1.6 en cualquier nivel, incluyendo boquillas	m2	26.70	564.00	15,058.80
LG	PINTURAS VINILICAS				
LG12	Pintura vinilica, incluyendo preparación de la superficie, una base de sellador vinilico, aplicación de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andanios a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminación				
LG12BB	Pintura vinilica aplicada en muros y plafones.	m2	12.65	742.45	9,391.99

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION CABRAS
CON CAPACIDAD DE 300 m³**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
LG13	PINTURAS DE ESMALTE				
LG13B	Pintura de esmalte, incluye preparaci3n de la superficie, una base de sellador, aplicaci3n de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamos a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminaci3n.				
LG13B0	Pintura esmalte aplicada en herradura (puercas, ventanas, etc.).	m ²	21.78	22.40	487.87
OJ	SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
	Suministro e instalaci3n de piezas especiales de hierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocaci3n, herramienta y equipo necesario. No incluye tornilleria.				
OJ13CG	Carretes de 50 cm. de long y 152 mm (6")	pza	540.15	5.00	2,700.80
OJ13CH	Carretes de 50 cm. de long y 203 mm (8").	pza	767.73	14.00	10,748.22
OJ16EF	Codos de 90° y 152 mm (6") de diam.	pza	203.26	5.00	1,416.30
OJ16EI	Codos de 90° y 203 mm (8") de diam.	pza	1050.04	7.00	7,350.28
OJ20GF	Cruz de 203 mm x 152 mm (8" x 6")	pza	607.94	1.00	607.94
OJ22GF	Reducci3n de 203 x 152 mm (8" x 6") de diam.	pza	327.76	1.00	327.76
OK12BF	Válvula de compuerta de 152 mm (6") de diam.	pza	1756.10	5.00	15,804.00
S/N	Válvula de flotador marca Ross o similar de 152 mm (6") de diam.	pza	3054.45	1.00	3,054.45
S/N	TUBERIAS Y PIEZAS DE Fc Gs				
IE12B	Tuberias y conexiones galvanizadas, el precio incluye suministro, colocaci3n y pruebas.				
IE12BF	Tuberia de 25 mm (1") de diam.	m	34.18	6.00	205.08
IE13BF	Codo de 90° x 25 mm (1") de diam.	pza	17.90	3.00	53.79
	EMPAQUES Y TORNILLOS				
S/N	Empaques de plomo de: 152 mm (6") de diam. 203 mm (8") de diam.	pza pza	31.75 41.45	11.00 10.00	349.25 414.50

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION CABRAS
CON CAPACIDAD DE 300 m3.**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de 76.2 x 19.1 mm (3 x 3/4") 88.9 x 19.1 mm (3 1/2" x 24").	pza	10.38	88 00	913.44
		pza	5.82	144 00	838.08
OL	Construcción de cajas tipo para agua potable, hechas de muro de tabiques rojo de 28 cm de espesor apoyado en losa de concreto F'c = 150 kg/cm2 y plantilla de pedacera de tabique de 15 de c/u.				
OL12	Aplanao con mortero cemento arena 1 8 y losa de cubierta de concreto f'c = 200 kg/cm2 de 15 cm.				
	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - A de 1.56 x 1.56 m	caja	2759.95	3 00	8,279.97
S/N	Cespol con bola obturadora	pza	472.70	3 00	1,418.10
COSTO TOTAL DE TANQUE DE REGULARIZACION:					301,729.86

PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

TANQUE DE REGULACION HUECAMPO 20 00
CON CAPACIDAD DE 300 m3

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento	m2	1 12	594.00	665.28
BE	DESPALMES				
BE12	En forma manual.				
BE12B	Despalme a mano en material seco, incluyendo la topografía, mano de obra para la remoción, extracción y acarreo libre hasta una distancia de 20 m.				
BE12BC	En material II, todas las zonas.	m3	27.22	237.60	6,467.47
BF	EXCAVACIONES				
BF14	Excavación a mano en caja zona "B", clase II en seco. Medido en banco incluyendo afino, traspaleos, y excavación a borde de zanja.				
BF14CB	de 0 00 a 2 00 m de profundidad.	m3	24.54	27.44	673.38
BN	CARGA Y ACARREOS				
BN12	Acarreo en carretela de tierra y material mixto, producto de la excavaciones que no sean roca, medido en banco.				
BN12BB	Primera estación de 20 m.	m3	7.26	26.32	191.87
BN12BC	Estaciones subsiguientes.	m3/est	3.05	52.64	160.55
C	CIMBRAS Y ESTRUCTURAS DE MADERA Y CARPINTERIA				
CC	CIMBRA APARENTE DE CONTACTO				
CC14B	Cimbra y descimbra en cualquier nivel incluyendo chaflanes y acabado de superficie de contacto, limpieza, quitando rebabas y poniendo juntas a una altura máxima de entraseo de 4 00 m.				
CC14BJ	Cimbra en losas y trabes.	m2	69.60	71.12	4,949.95
CC14BG	Cimbra en columnas (maños).	m2	64.03	410.89	26,309.29
CC14BK	Cimbra en rampas de escalera (chaflanes).	m2	77.20	22.74	1,755.53
CB12BI	Cimbra en faldones y pretiles (losa de paso)	m2	46.25	14.10	652.13

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION HUECAMPOOL II
CON CAPACIDAD DE 300 m3**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
F	CONCRETOS				
FC19	Concreto hecho en obra con cemento tipo I (R.N.), en losas, muros, pretiles y faldones de superestructura e infraestructura, incluyendo muestreo, acarreo, vibrado, curado y desperdicio en cualquier nivel				
FC19CB	Concreto fc = 250 kg/cm ² T.M.A. 20 mm	m3	626.40	117.00	73,291.14
FC13	Concreto simple, fabricado en obra con cemento I (R.N.) para plantillas.				
FC13BB	Plantilla de 5 cm de concreto simple de fc = 100 kg/cm ² agregando máximo de 40 mm, incluye preparacion del desplante, nivelación y compactación.	m2	24.80	6.67	165.42
D	ACERO DE REFUERZO				
DB12C	Acero de refuerzo grado duro con limite de frecuencia Fy = 4,200 kg/cm ² . Los precios unitarios incluyen, suministro en obra, acarreo dentro de la obra, habilitado, colocación y amarre, ganchos, traslapes y desperdicios				
DB12CB	Acero de ref Fy = 4,200 kg/cm ² de 7.9 mm de diam (5/16")	ton	5652.99	0.037	209.18
DB12CC	Acero de ref Fy = 4,200 kg/cm ² de 9.5 mm de diam (3/8")	ton	5426.49	0.584	5,339.67
DB12CD	Acero de ref Fy = 4,200 kg/cm ² de 12.7 mm de diam (1/2")	ton	5332.21	1.030	5,492.18
DB12CE	Acero de ref Fy = 4,200 kg/cm ² de 15.6 mm de diam (5/8")	ton	5332.21	8.123	43,313.54
DB12CF	Acero de ref Fy = 4,200 kg/cm ² de 19.0 mm de diam (3/4")	ton	5332.21	4.500	24,026.94
	BARDA PERIMETRAL				
S/N	ACERO ESTRUCTURAL				
	Suministro, fabricación, transporte montaje de la estructura ligera tipo 1 o 2 aguas, formada por perfiles estructurales, no mayores de 3"	kg	8.90	224.20	1,965.38

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION HUECAMPOL II
CON CAPACIDAD DE 300 m3.**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Puerta de lámina negra acanalada cal. 20 con marco y contramarco de Angulo de 25 x 5 mm (1" x 3/16"), de 4.00 x 2.80 m., en dos hojas abatibles. El precio incluye habilidad, maquila, soldadura, esmeritado, herrajes, accionadores, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra	pzJ	1719.12	1.00	1,719.12
GF13M	Suministro y colocación de alambre galvanizado	m	1.78	564.00	1,003.92
GF13MC	Alambre de puas No. 12.5.				
G	MUROS				
GC14BB	Muros de piedra briza limpia, asentada con mortero cemento arena 1.5, incluyendo acarreo necesario, hasta 2.50 m de altura.	m3	279.00	26.32	7,869.68
GC24	Muro de block hueco de concreto tipo "Concreto", acabado aparente 1 cara, asentado con mortero cemento arena 1.5, a cualquier nivel.				
GC24GC	Muro de 15 cm de espesor, de block hueco de concreto tipo "Concreto" de 15 x 20 x 40 cm.	m2	70.96	229.36	16,275.39
L	RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS PINTURAS Y HERRAJES				
LB12	MORTERO				
LB12CB	Aplanado pulido con llana metálica, en muros con mortero cemento arena 1.6 en cualquier nivel, incluyendo boquillas.	m2	26.70	564.00	15,058.80
LG	PINTURAS VINILICAS				
LG12	Pintura vinilica, incluyendo preparación de la superficie, una base de sellador vinilico, aplicación de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamios a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminación.				
LG12BB	Pintura vinilica aplicada en muros y plafones	m2	16.68	742.45	12,384.07

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION HUECAMPOOL II
CON CAPACIDAD DE 300 m3**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
LG13	PINTURAS DE ESMALTE				
LG13B	Pintura de esmalte, incluye preparaci3n de la superficie, una base de sellador, aplicaci3n de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamos a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminaci3n.				
LG13BD	Pintura esmalte aplicada en herrera (puertas, ventanas, etc)	m2	21.78	22.40	487.87
OJ	SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
	Suministro e instalaci3n de piezas especiales de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocaci3n, herramienta y equipo necesario. No incluye tornillería.				
OJ13CG	Carretes de 50 cm de long y 152 mm (6")	pza	540.16	5.00	2,700.80
OJ13CH	Carretes de 50 cm de long y 203 mm (8").	pza	787.73	14.00	10,748.22
OJ16EF	Codos de 90° y 152 mm (6") de diam	pza	283.26	5.00	1,416.30
OJ16EI	Codos de 90° y 305 mm (12") de diam	pza	1050.04	7.00	7,350.28
OJ20GF	Cruz de 203 mm x 152 mm (8" x 6").	pza	697.94	1.00	697.94
OJ22GF	Reducci3n de 203 x 152 mm (8" x 6") de diam.	pza	327.76	1.00	327.76
OK12BF	Válvula de compuerta de 152 mm (6") de diam	pza	1756.10	9.00	15,804.90
S/N	Válvula de flotador marca Ross o similar de 152 mm (6") de diam	pza	3054.42	1.00	3,054.42
S/N	TUBERIAS Y PIEZAS DE Fo Ga				
IE12B	Tuberías y conexiones galvanizadas, el precio incluye suministro, colocaci3n y pruebas.				
IE12BF	Tuberta de 25 mm (1") de diam	m	34.18	6.00	205.03
IE13BF	Codo de 90° x 25 mm (1") de diam.	pza	17.53	3.00	53.79
	EMPAQUES Y TORNILLOS				
S/N	Empaques de plomo de: 152 mm (6") de diam. 203 mm (8") de diam.	pza	31.75	11.00	349.25
		pza	41.45	10.00	414.50

PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
 DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
 SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

TANQUE DE REGULACION HUECAMPOOL II
 CON CAPACIDAD DE 300 m3.

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Tomillos con cabeza y tuerca hexagonal de 75.2 x 19.1 mm (3 x 3/4") 88.9 x 19.1 mm (3 1/2" x 2/4")	pza	10.36	89.00	913.44
		pza	5.82	141.00	838.68
OL	Construcción de cajas tipo para agua potable, hechas de muro de tabiques rojo de 28 cm de espesor apoyado en losa de concreto F'c = 150 kg/cm2 y plantilla de pedacería de tabique de 15 de c/u				
OL12	Aplanado con mortero cemento arena 1:6 y losa de cubierta de concreto f'c = 200 kg/cm2 de 15 cm. Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo. fo. sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - A de 1.56 x 1.56 m	caja	2759.99	3.00	8,279.97
S/N	Cespol con bola obturadora	pza	472.70	3.00	1,418.10
COSTO TOTAL DE TANQUE DE REGULARIZACION.					306,030.57

PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA

TANQUE DE REGULACION SAN PABLO I
CON CAPACIDAD DE 300 m3

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento	m2	1.12	594.00	665.28
BE	DESPALMES				
BE12	En forma manual				
BE12B	Despalme a mano en material seco, incluyendo la topografía, mano de obra para la remoción, extracción y acarreo libre hasta una distancia de 20 m				
BE12BC	En material II, todas las zonas	m3	27.22	237.60	6,467.47
BF	EXCAVACIONES				
BF14	Excavación a mano en caja zona "B", clase II en seco. Medido en banco incluyendo afine, traspaleos, y excavación a borde de zanja				
BF14CB	de 0.00 a 2.00 m de profundidad	m3	24.54	27.44	673.38
BN	CARGA Y ACARREOS				
BN12	Acarreo en carretilla de tierra y material mltio, producto de la excavaciones que no sean roca, medido en banco				
BN12BB	Primera estación de 20 m	m3	7.29	25.32	191.87
BN12BC	Estaciones subsiguientes.	m3/est	3.05	52.64	160.55
C	CIMBRAS Y ESTRUCTURAS DE MADERA Y CARPINTERIA				
CC	CIMBRA APARENTE DE CONTACTO				
CC14B	Cimbra y descimbra en cualquier nivel incluyendo chaflanes y acabado de superficie de contacto, limpieza, quitando rebabas y perdidos juntas a una altura máxima de entrepiso de 4.00 m.				
CC14BJ	Cimbra en losas y trabes	m2	69.62	71.12	4,949.55
CC14BG	Cimbra en columna (muros)	m2	64.03	410.69	26,309.29
CC14BK	Cimbra en rampas de escalera (chaflanes).	m2	77.20	22.74	1,755.53
CC12BI	Cimbra en taldones y pretiles (losa de piso)	m2	46.25	14.10	652.13

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION SAN PABLO I
CON CAPACIDAD DE 300 m3**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
F	CONCRETOS				
FC19	Concreto hecho en obra con cemento tipo I (R.N.) en losas, muros, pretiles y faldones de superestructura e infraestructura, incluyendo muestreo, acarreo, vibrado, curado y desperdicio en cualquier nivel				
FC19CB	Concreto fc = 250 kg/cm ² T.M.A. 20 mm	m3	626.42	117.00	73,291.14
FC13	Concreto simple, fabricado en obra con cemento I (R.N.) para plantillas				
FC13BB	Plantilla de 5 cm de concreto simple de fc = 100 kg/cm ² agregando máximo de 40 mm, incluye preparación del desplante, nivelación y compactación.	m ²	24.80	6.67	165.42
D	ACERO DE REFUERZO				
DB12C	Acero de refuerzo grado duro con limite de frecuencia $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$. Los precios unitarios incluyen, suministro en obra, acarreos dentro de la obra, habilitado, colocación y amarte, ganchos, traslapes y desperdicios.				
DB12CB	Acero de ref. $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de 7.9 mm de diam. (5/16")	ton	5452.99	0.037	209.16
DB12CC	Acero de ref. $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de 9.5 mm de diam. (3/8")	ton	5426.49	0.984	5,339.67
DB12CD	Acero de ref. $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de 12.7 mm de diam. (1/2")	ton	5312.21	1.030	5,492.18
DB12CE	Acero de ref. $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de 15.6 mm de diam. (5/8")	ton	5332.21	8.123	43,313.54
DB12CF	Acero de ref. $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de 19.0 mm de diam. (3/4")	ton	5332.21	4.506	24,026.94
	BARDA PERIMETRAL				
S/N	ACERO ESTRUCTURAL				
	Suministro, fabricación, transporte montaje de la estructura ligera tipo 1 ó 2 aguas, formada por perfiles estructurales, no mayores de 3"	kg	8.90	224.20	1,995.38

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION SAN PABLO I
CON CAPACIDAD DE 300 m³**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Puerta de lámina negra acanotada cal. 20 con marco y contramarco de ángulo de 25 x 5 mm (1" x 3/16"), de 4 00 x 2 80 m., en dos hojas abatibles.				
	El precio incluye habilitado, maquila, soldadura, esmerillado, herrajes, accionadores, acarreos, desperdicios, herramienta y mano de obra	pza	1710.12	1.00	1,719.12
GF13M	Suministro y colocación de alambre galvanizado				
GF13MC	Alambre de puas No. 12 5	m	1.78	564.00	1,003.92
G	MUROS				
GC148B	Muros de piedra briza limpia, asentada con mortero cemento arena 1 5, incluyendo acarreos necesarios, hasta 2 50 m de altura.	m3	259.00	25.32	7,869.68
GC24	Muro de block hueco de concreto tipo "Concreto", acabado aparente 1 cara, asentado con mortero Cemento arena 1 5, a cualquier nivel				
GC24GC	Muro de 15 cm de espesor, de block hueco de concreto tipo "Concreto" de 15 x 20 x 40 cm.	m2	70.96	229.36	16,275.39
L	RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS PINTURAS Y HERRAJES				
LB12	MORTERO				
LB12CB	Aplanado pulido con llana metálica, en muros con mortero cemento arena 1 6 en cualquier nivel, incluyendo boquillas.	m2	26.70	564.00	15,063.80
LG	PINTURAS VINILICAS				
LG12	Pintura vinilica, incluyendo preparación de la superficie, una base de sellador vinilico, aplicación de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamios a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminación.				
LG12BB	Pintura vinilica aplicada en muros y plafones	m2	12.65	742.45	9,301.89

PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

TANQUE DE REGULACIÓN SAN PABLO I
CON CAPACIDAD DE 300 m³.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
LG13	PINTURAS DE ESMALTE				
LG13B	Pintura de esmalte, incluye preparación de la superficie, una base de sellador, aplicación de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamios a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminación.				
LG13BD	Pintura esmalte aplicada en herrería (puertas, ventanas, etc.)	m ²	21.76	22.40	467.87
OJ	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
	Suministro e instalación de piezas especiales de hierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario. No incluye tornillería.				
OJ13CG	Carretes de 50 cm de long. y 152 mm (6")	pza	540.10	5.00	2,700.50
OJ13CH	Carretes de 50 cm de long y 203 mm (8")	pza	767.73	14.00	10,748.22
OJ16EF	Codos de 90° y 152 mm (6") de diam.	pza	263.26	5.00	1,416.30
OJ16EI	Codos de 90° y 305 mm (12") de diam.	pza	1050.04	7.00	7,350.28
OJ20GF	Cruz de 203 mm x 152 mm (8" x 6")	pza	697.94	1.00	697.94
OJ22GF	Reducción de 203 x 152 mm (8" x 6") de diam.	pza	327.76	1.00	327.76
OK12BF	Válvula de compuerta de 152 mm (6") de diam.	pza	1756.10	9.00	15,804.90
S/N	Válvula de flotador marca Ross o similar de 152 mm (6") de diam.	pza	3054.45	1.00	3,054.45
S/N	TUBERÍAS Y PIEZAS DE Fc Gs				
IE12B	Tuberías y conexiones galvanizadas, el precio incluye suministro, colocación y pruebas				
IE12BF	Tubería de 25 mm (1") de diam.	m	34.18	6.00	205.08
IE13BF	Codo de 90° x 25 mm (1") de diam.	pza	17.93	3.00	53.79
	EMPAQUES Y TORNILLOS				
S/N	Empaques de plomo de 152 mm (6") de diam.	pza	31.75	11.00	349.25
	203 mm (8") de diam.	pza	41.45	10.00	414.50

**PROBLEMÁTICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACIÓN SAN PABLO I
CON CAPACIDAD DE 300 m³.**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de. 76.2 x 19.1 mm (3 x 3/4"). 88.9 x 19.1 mm (3 1/2" x 2/4").	pza	10.38	88 00	913.44
		pza	5.82	144 00	838.08
OL	Construcción de cajas tipo para agua potable, hechas de muro de tabiques rojo de 28 cm de espesor apoyado en losa de concreto F'c = 150 kg/cm ² y plantilla de pedacera de tabique de 15 de c/u.				
OL12	Aplanado con mortero cemento arena 1:6 y losa de cubierta de concreto f'c = 200 kg/cm ² de 15 cm.				
	Construcción de cajas tipo para tubería de agua potable de 4" a 12" de diámetro, incluyendo marco de acero estructural, tapa y contratapa de fo fo sin incluir excavaciones.				
OL12BC	Caja tipo 1 - 1 - A de 1.56 x 1.56 m.	caja	2769.99	3 00	8,279.97
S/N	Cespol con bola obturadora	pza	472.70	3 00	1,418.10
COSTO TOTAL DE TANQUE DE REGULARIZACIÓN.					302,038.60

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION TIPO SAN PABLO II
CON CAPACIDAD DE 100 m³**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
AF13	TRAZOS				
AF13DD	Trazo y nivelación para obras hidráulicas, con aparatos, incluyendo materiales para señalamiento	m2	1 12	360 00	425 60
BE	DESPALMES				
BE12	En forma manual				
BE12B	Despalme a mano en material seco, incluyendo la topografía, mano de obra para la remoción, extracción y acarreo libre hasta una distancia de 20 m				
BE12BC	En material II, todas las zonas	m3	27 20	152 00	4 137 44
BF	EXCAVACIONES				
BF14	Excavación a mano en caja zona "B", clase II en seco. Medido en banco incluyendo afino, traspaños, y excavación a borde de zanja				
BF14CB	de 0 00 a 2 00 m de profundidad	m3	24 54	19 24	472 15
BN	CARGA Y ACARREOS				
BN12	Acarreo en carretilla de tierra y material suelto, producto de la excavaciones que no sean boca, medido en banco				
BN12BB	Primera estación de 20 m	m3	7 29	20 72	151 05
BN12BC	Estaciones subsiguientes.	m3/carr	3 05	41 44	126 39
C	CIMBRAS Y ESTRUCTURAS DE MADERA Y CARPINTERIA				
CC	CIMBRA APARENTE DE CONTACTO				
CC14B	Cimbra y descimbra en cualquier nivel incluyendo chaflanes y acabado de superficie de contacto, limpieza, quitando rebabas y perdiendo juntas a una altura máxima de entrepiso de 4 00 m				
CC14BJ	Cimbra en losas y trabes	m2	59 50	42 00	2 923 20
CC14BG	Cimbra en columna (muros)	m2	64 03	154 00	9 850 62
CC14BK	Cimbra en rampas de escalera (chaflanes)	m2	77 20	7 81	602 93
CC12BI	Cimbra en faldones y pretilas (losa de piso)	m2	46 25	5 64	270 10

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION TIPO SAN PABLO II
CON CAPACIDAD DE 100 m3**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
F	CONCRETOS				
FC19	Concreto hecho en obra con cemento tipo I (R N), en losas, muros, pretilas y faldones de superestructura e infraestructura, incluyendo muestreo, acarreo, vibrado, curado y desperdicio en cualquier nivel				
FC19CB	Concreto fc = 250 kg/cm2 T M A. 20 mm.	m3	626.42	34.00	21,298.28
FC13	Concreto simple, fabricado en obra con cemento I (R N) para plantillas.				
FC13BB	Plantilla de 5 cm de concreto simple de fc = 100 kg/cm2 agregando máximo de 40 mm, incluye preparación del desplante, nivelación y compactación.	m2	24.80	2.70	66.96
D	ACERO DE REFUERZO				
DB12C	Acero de refuerzo grado duro con límite de frecuencia Fy = 4,200 kg/cm2. Los precios unitarios incluyen suministro en obra, acarreo dentro de la obra, habilitado, colocación y amarre, ganchos, traslapes y desperdicios.				
DB12CC	Acero de ref. Fy = 4,200 kg/cm2 de 9.5 mm de diam (3/8")	ton	5426.46	4.030	21,868.75
DB12CD	Acero de ref. Fy = 4,200 kg/cm2 de 12.7 mm de diam. (1/2")	ton	5332.21	0.400	2,132.88
DB12CE	Acero de ref. Fy = 4,200 kg/cm2 de 15.6 mm de diam (5/8")	ton	5332.21	8.123	43,313.54
S/N	BARDA PERIMETRAL ACERO ESTRUCTURAL				
S/N	Suministro, fabricación, transporte montaje de la estructura ligera tipo 1 ó 2 aguas, formada por perfiles estructurales, no mayores de 3"	kg	8.89	176.50	1,569.09
S/N	Puerta de lámina negra acanalada cal. 20 con marco y contramarco de ángulo de 25 x 5 mm (1" x 3/16"), de 4.00 x 2.60 m., en dos hojas abatibles. El precio incluye habilitado, maquila, soldadura, esmaltado, herrajes, accionadores, acarreo, desperdicios, herramienta y mano de obra.	pza	1719.12	1.00	1,719.12
GF13M	Suministro y colocación de alambre galvanizado.	m	1.78	564.00	1,003.92
GF13MC	Alambre de puas No. 12.5.				

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

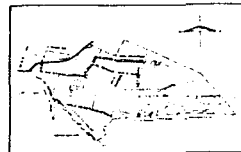
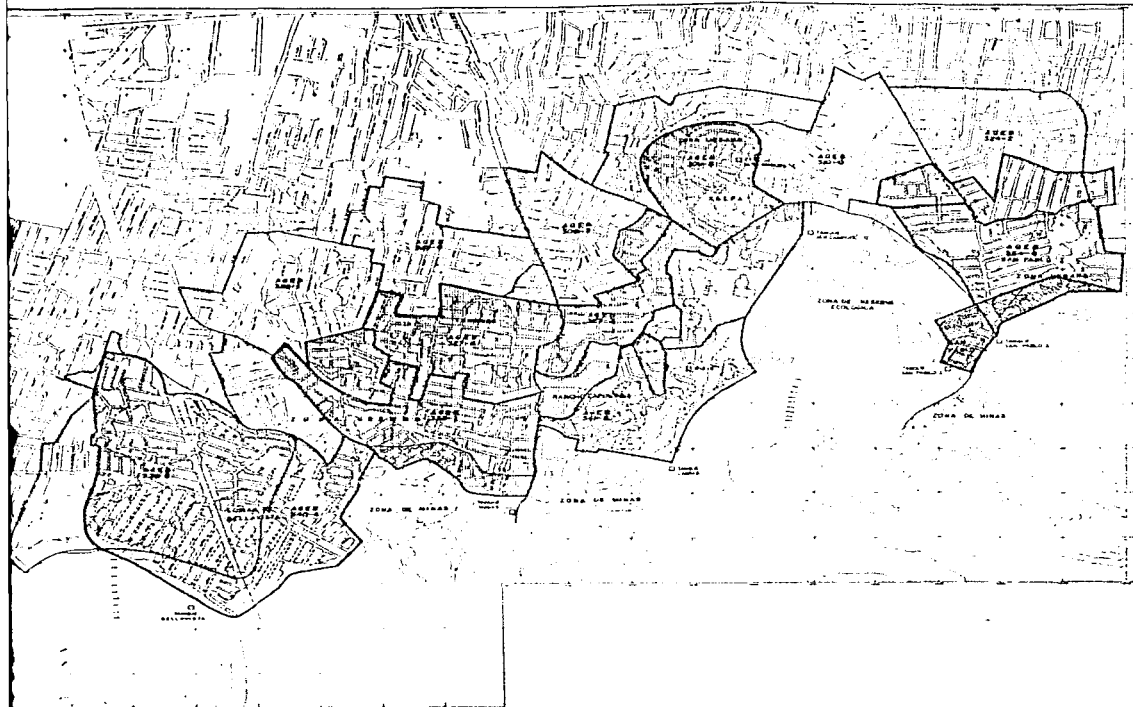
**TANQUE DE REGULACION TIPO SAN PABLO II
CON CAPACIDAD DE 100 m³**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P.U.	CANTIDAD	IMPORTE
0	MUROS				
GC14BB	Muros de piedra brasa limpia, asentada con mortero cemento arena 1.5, incluyendo acarreos necesarios, hasta 2.50 m de altura.	m ³	299.00	20.72	6,195.28
GC24	Muro de block hueco de concreto tipo "Concreto", acabado aparente 1 cara, asentado con mortero cemento arena 1.5, a cualquier nivel.				
GC24CC	Muro de 15 cm de espesor, de block hueco de concreto tipo "Concreto" de 15 x 20 x 40 cm	m ²	70.96	180.56	12,812.54
L	RECUBRIMIENTOS Y ACABADOS PINTURAS Y HERRAJES				
LB12	MORTERO				
LB12CB	Aplanado pulido con lima metálica, en muros con mortero cemento arena 1.5 en cualquier nivel, incluyendo boquillas	m ²	26.70	444.00	11,854.80
LG	PINTURAS VINILICAS				
LG12	Pintura vinilica, incluyendo preparación de la superficie, una base de sellador vinilico, aplicación de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamios a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminación				
LG12BB	Pintura vinilica aplicada en muros y plafones.	m ²	12.65	541.82	6,854.02
LG13	PINTURAS DE ESMALTE				
LG13B	Pintura de esmalte, incluye preparación de la superficie, una base de sellador, aplicación de pintura, hasta cubrir perfectamente, herramienta, andamios a cualquier nivel y todo lo necesario para su correcta terminación.				
LG13BD	Pintura esmalte aplicada en herreta (puertas, ventanas, etc.).	m ²	21.78	22.40	487.87

**PROBLEMATICA Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCION
DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA
SUR-ORIENTE DE LA DELEGACION IZTAPALAPA**

**TANQUE DE REGULACION TIPO SAN PABLO II
CON CAPACIDAD DE 100 m**

CLAVE	DESCRIPCION	UNID.	P. U.	CANTIDAD	IMPORTE
OJ	SUMINISTRO E INSTALACION DE PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
	Suministro e instalación de piezas especiales de fierro fundido, incluyendo el suministro de la pieza, la mano de obra para la colocación, herramienta y equipo necesario. No incluye tornillería.				
DJ13CG	Carretes de 50 cm de long y 101 mm (4")	pza	540.10	7.00	3,781.12
DJ13CH	Carretes de 50 cm de long y 203 mm (8")	pza	707.73	2.00	1,535.46
OJ16EF	Codos de 90° y 101 mm (4") de diam	pza	283.26	4.00	1,133.04
OJ16EI	Codos de 90° y 305 mm (12") de diam	pza	1050.04	2.00	2,100.08
OK12BF	Válvula de compuerta de 101 mm (4") de diam.	pza	1756.10	4.00	7,024.40
S/N	Válvula de flotador marca Ross o similar de 152 mm (6") de diam	pza	3054.45	1.00	3,054.45
S/N	TUBERIAS Y PIEZAS DE Fc Gg				
IE12B	Tuberías y conexiones galvanizadas, el precio incluye suministro, colocación y pruebas.				
IE12BF	Tubería de 25 mm (1") de diam.	m	34.16	3.00	102.54
IE13BF	Codo de 90° x 25 mm (1") de diam.	pza	17.93	3.00	53.79
	EMPAQUES Y TORNILLOS				
S/N	Empaques de plomo de 101 mm (4") de diam.	pza	31.75	15.00	476.25
	203 mm (8") de diam.	pza	41.45	2.00	82.90
S/N	Tornillos con cabeza y tuerca hexagonal de 88.9 x 19.1 mm (3 1/2" x 2/4")	pza	10.36	16.00	166.03
	76.2 x 19.1 mm (3 x 3/4")	pza	5.82	120.00	698.40
COSTO TOTAL DE TANQUE DE REGULACION.					170,358.05



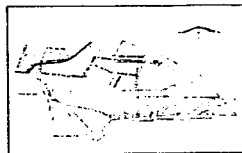
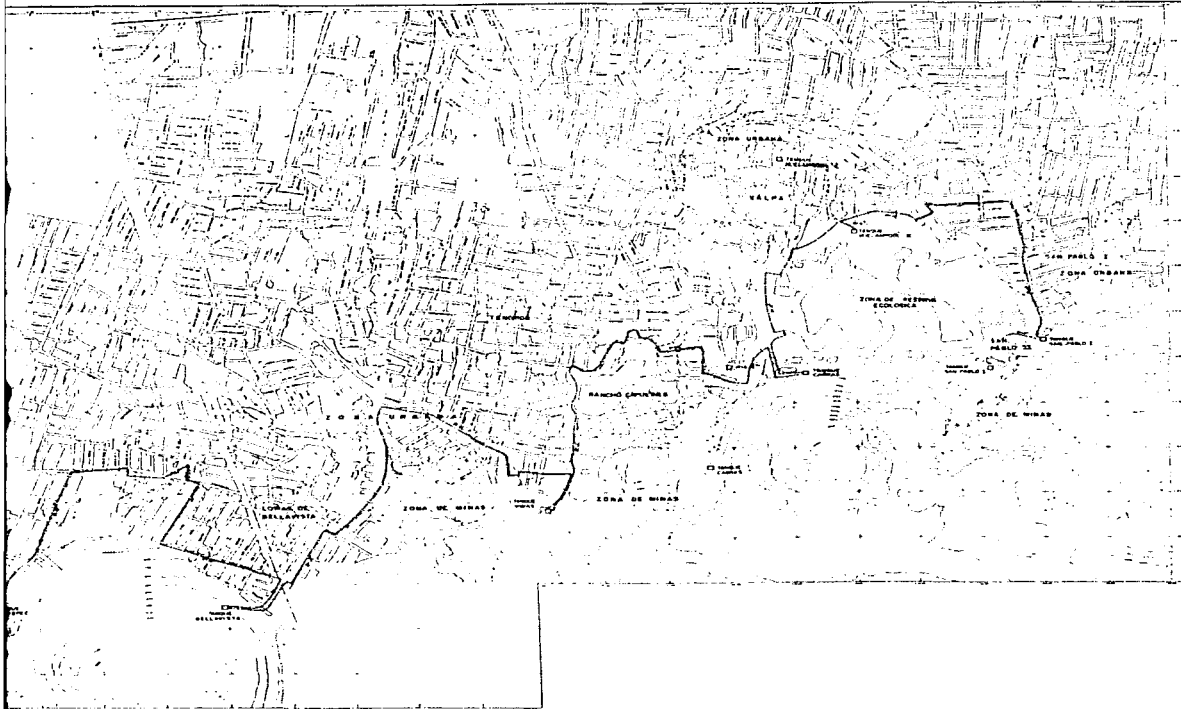
LOCALIZACION

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA DE PUEBLOS Y ZONAS URBANAS
 ESTADÍSTICA DE PUEBLOS Y ZONAS URBANAS

DENSIDADES DE POBLACION

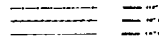
(AGEB)

ESCALA: 1:50000
 FECHA: 1980

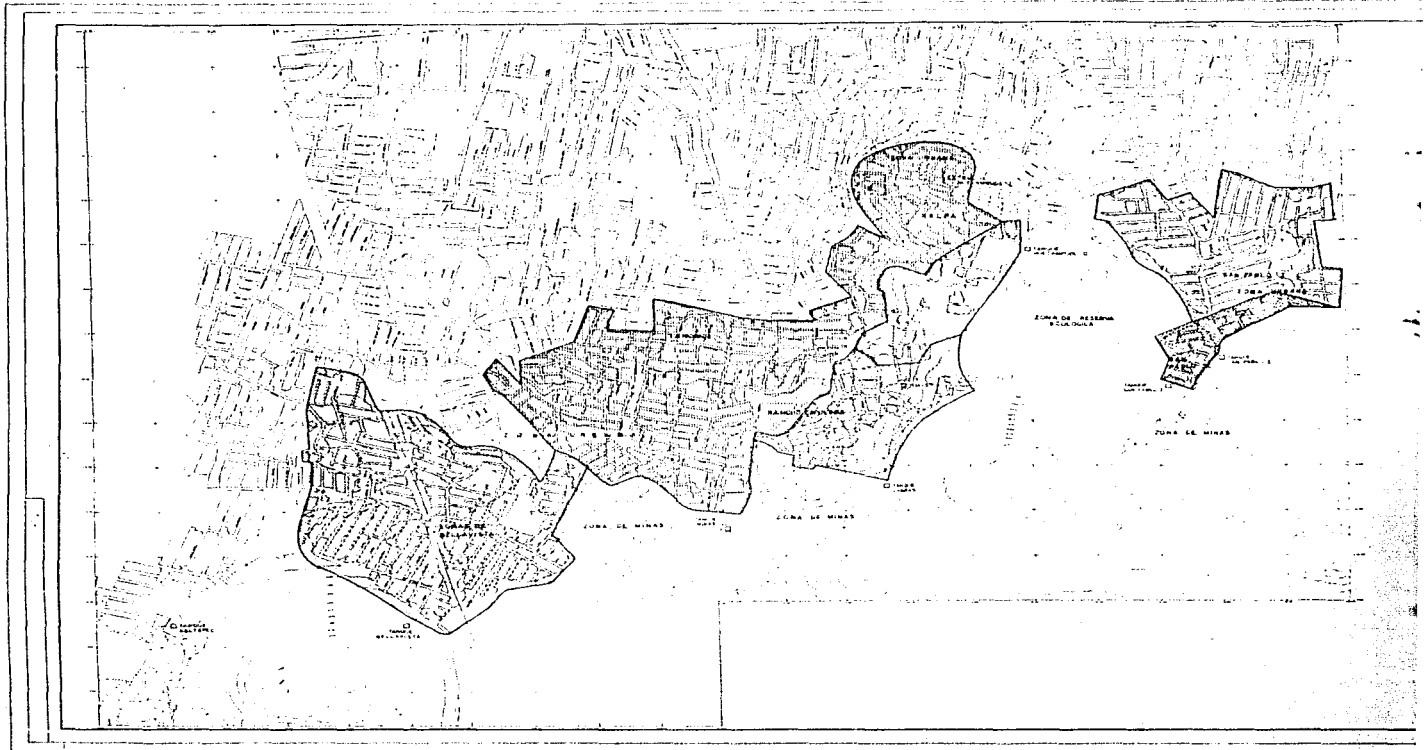


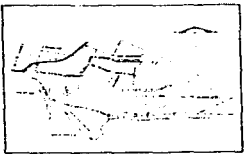
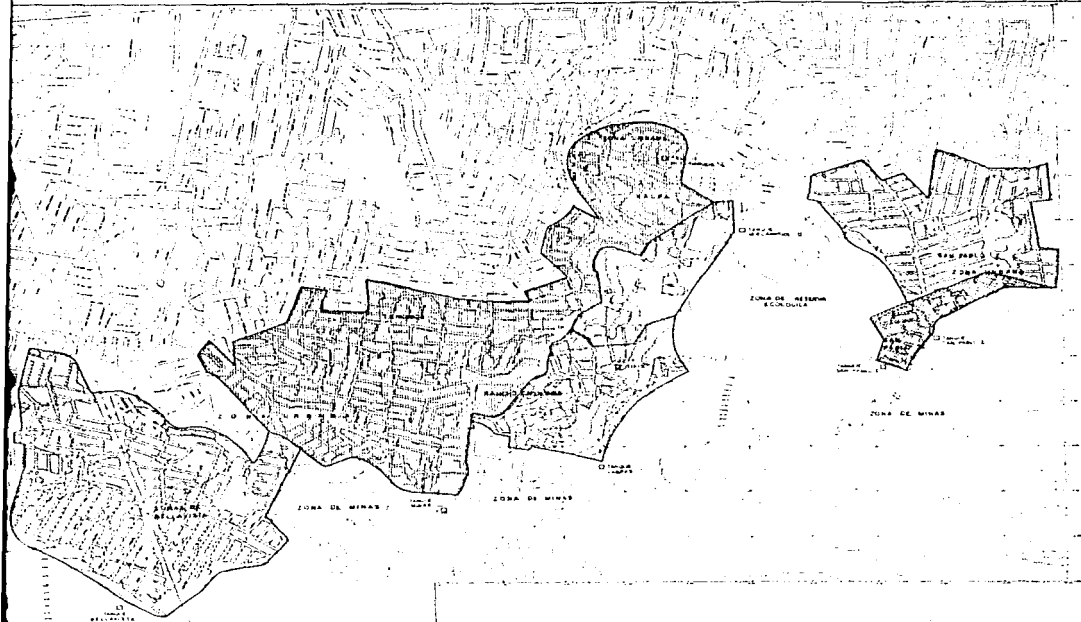
LOCALIZACION

SIMBOLOGIA



LINEAS DE CONDUCCION
 TRAZO DEFINITIVO





LOCALIZACION

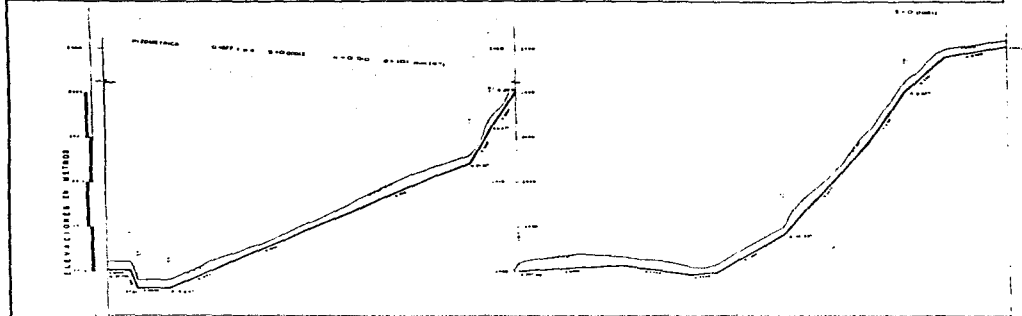
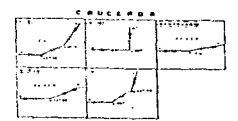
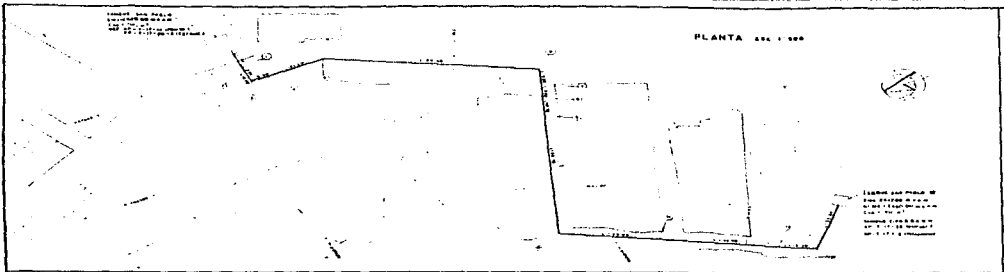
SIMBOLOGIA

TANQUE	□
ZONA DE INFLUENCIA	○
RAMBLA ESPAÑOLA	○
ZONA DE MINAS	○
ZONA DE RESERVA ECONOMICA	○

UBICACION DE TANQUES Y ZONAS DE INFLUENCIA

Escala: 1:50,000

Fecha: 1980



ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ALTO										
BAJO										
ANCHO										
PROFUNDIDAD										
TIPO DE TIENES										
TIPO DE TUBERIA										
TIPO DE CEMENTO										
TIPO DE CLASE										
TIPO DE DIAMETRO										
TIPO DE MATERIAL										

LISTA DE PIEZAS NECESARIAS (Mts. de)

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
TUBERIA DE 100 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 150 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 200 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 250 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 300 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 350 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 400 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 450 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 500 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 550 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 600 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 650 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 700 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 750 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 800 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 850 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 900 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 950 CM DE DIAMETRO		Mts.
TUBERIA DE 1000 CM DE DIAMETRO		Mts.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El presente trabajo es el resultado conjunto del esfuerzo realizado con el afán de lograr un documento útil y suficiente como obra de consulta para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, en su elaboración se utilizó la experiencia propia en obras de ingeniería, así como la consulta y la investigación, analizando, evaluando y ordenando toda la información obtenida con el fin de darle cierta coherencia al documento resultante, de manera que pueda utilizarse como una guía de la secuela que debe observarse para el planteamiento de proyectos.

Toda obra de ingeniería y de cualquier naturaleza que sea debe planearse y realizarse con bases técnicas y científicas que nos ayuden a obtener un producto que resulte funcional y económico, satisfaciendo así las necesidades para las que fue concebida.

En el caso particular del presente trabajo, se decidió por la zona sur oriente de la delegación Iztapalapa, debido a la creciente problemática producto de su deficiente planeación y desordenado crecimiento poblacional, además que se contaba con cierta infraestructura susceptible de modificarse para mejorar su aprovechamiento, de tal manera que se garantiza alcanzar el objetivo real del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. El Sistema Hidráulico del Distrito Federal. DGCOH - DDF
2. Compendio de servicios hidráulicos. DGCOH - DDF
3. Plan hidráulico Delegacional. Iztapalapa. DGCOH - DDF
4. Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE) versión 2. - INEGI
5. Hidráulica General. Gilberto Avila Sotelo - Ed. Limusa
6. Manual de diseño para elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario - CNA
7. Topografía general. Miguel Montes de Oca - Ed. Servicios y Representaciones de Ingeniería
8. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias (1993) De. Trillas. México, D. F
9. Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción (1981). Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. México, D. F.
10. Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions. Zeevaert W., Leonardo (1983). New York.
11. Reinforced Concrete Design. Wang C. K. y Salmon, C. (1985). Harper y Row. New York.
12. Manual de Exploración Geotécnica. Departamento del Distrito Federal. Secretaría General de Obras. 1988
13. Revisión Estructural de Planos Tipo de Tanques de Almacenamiento. Consorcio de Ingeniería S.A. 1996

14. Reporte Mensual de Caudales Concillados, entregados por la Gerencia de Aguas del Valle de México de la Comisión Nacional del Agua, y por el Departamento del Distrito Federal. Enero a Diciembre de 1996. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.
15. Plano Topográfico de la Ciudad de México. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica VP-1-1 2250-B
16. Apuntes de la materia Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable
17. Apuntes de la materia Diseño Estructural.
18. Apuntes de la materia Topografía.