



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ARAGÓN"

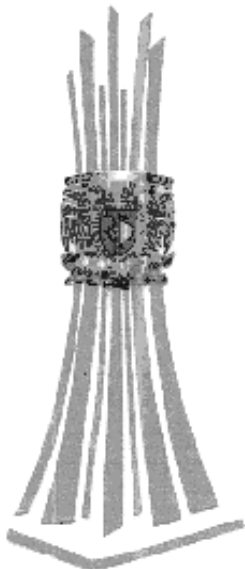
**"DESVÍO DEL COLECTOR 'CONSULADO' EN EL
TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL
2+221 DEL TREN SUBURBANO"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :
V I C T O R S Á N C H E Z C A B R E R A

DIRECTOR: M. EN I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ

San Juan de Aragón, Edo. de México Marzo de 2009.





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
AVIATION DE
MEXICO

Facultad de Estudios Superiores Aragón

DIRECCIÓN

VICTOR SANCHEZ CABRERA
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Facultad, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO: "DESVIO DEL COLECTOR 'CONSULADO' EN EL TRAMO COMPRENDIDO EN EL KM. 1+974.29 AL 2+221 DEL TREN SUBURBANO"

ASESOR: M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNANDEZ

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

San Juan de Aragón, México, 12 de noviembre de 2008.

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



C p Secretaría Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/agm

DEDICATORIAS

Esta costumbre "literaria" de expresar dedicatorias al terminar un trabajo escrito, no se entiende bien hasta que se ha atravesado el trance de la tesis.

Hoy al estar terminando mi trabajo de tesis, tuve tiempo de reflexionar en todo los factores que se dieron para que este proyecto fuera posible y que detrás de cada uno de ellos, se encuentra siempre alguien a quienes les agradezco de todo corazón y a quienes las merecen por haber plasmado su huella en mi camino.

A mis padres, les agradezco su confianza, su apoyo incondicional y aquellos consejos que han sido acertados en mi vida, esto no basta con plasmarlo en este pedazo de papel ya que son muchas palabras que decir y nunca acabaría, solo se que son unos padres virtuosos para mí.

Aquellas personas que integran a la familia y son aludidas por **mí** que son mis "**hermanos**", les agradezco por su confianza y su amistad, y aquel sustento con el que siempre cuento.

A mis amigos, con quienes compartí muchas experiencias y que enriquecieron la estancia en la universidad.

Aquellos **profesores** que tuvieron el tiempo y la capacidad de transmitir sus conocimientos en el transcurso de mi carrera, les agradezco por su tiempo, su amistad y compañerismo, en especial a los sínodos y mi director de tesis.

"Unas palabras significativas me despertó del sueño de la adolescencia inexperta y solitaria y condujo mis días por un nuevo sendero hacia el mundo, donde se reúne la vida y la muerte".

I N D I C E

Antecedentes.

Objetivo.

Alcances.

I. MARCO FÍSICO Y URBANO.

1.1. Generalidades.

1.2. Delegaciones Azcapotzalco y Cuauhtémoc.

- a) Localización.
- b) Suelo.
- c) Clima.
- d) Hidrología.
- e) Aspectos demográficos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. Situación actual.

- a) Drenaje.
- b) Río Consulado.
- c) Transporte y vialidad.

2.2. Tren suburbano.

- a) Beneficios.
- b) Características.
- c) Características del tren.

2.3. Problemática.

2.4. Normatividad.

III. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

3.1. Estudio topográfico.

- a) Trazo y nivelación.
- b) Levantamiento de planimetría con infraestructura existente.
- c) Nivelación de perfiles y secciones transversales.
- d) Cálculo y elaboración de plano.

3.2. Disyuntivas.

a) *Alternativa No1:*

Tubería de colector de concreto reforzado prefabricado, con conexiones a pozos de visita existentes y dos cambios de dirección.

b) *Alternativa No2:*

Tubería de colector de concreto reforzado prefabricado, con conexiones a pozos caja y tres cambios de dirección.

c) *Alternativa No3:*

Tubería de colector de concreto reforzado in situ, conexiones con pozos de visita existentes y con cajas de protección de concreto en dos tramos del colector.

d) *Alternativa No4:*

Tubería de colector de concreto reforzado in situ con dos cajas de protección de concreto y conexión inicial en pozo caja (propuesto) y final en pozo de visita existente.

3.3. Ventajas y desventajas.

3.4. Solución.

IV. PROYECTO EJECUTIVO HIDRÁULICO.

4.1. Estudios básicos.

a) Estudio de mecánica de suelos.

4.2. Análisis hidráulico.

- 1.-Planta general.
- 2.-Ubicación de las estructuras hidráulicas.
- 3.-Identificación.
- 4.-Cálculo del gasto de diseño.
- 5.-Pendiente.
- 6.-Determinación del diámetro.
- 7.-Revisión de velocidades.
- 8.-Nivelación de colector.
- 9.-Diseño de estructuras hidráulicas.

4.3. Planos.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFÍA.

ANTECEDENTES

Para comprender mejor la problemática actual de la infraestructura del sistema de drenaje, específicamente de los colectores en la ciudad de México, se hace indispensable una remembranza de las diferentes etapas del desarrollo que esta ha tenido y que de manera breve se menciona a continuación.

En el siglo XIX, la salida de la cuenca por el tajo de Nochistongo empezó alterar la ecología del Valle e inició un nuevo proceso: el nivel de los lagos ya no crecía como antes, los diques crearon áreas seguras para que la ciudad se extendiera sobre las planicies lacustres y la población se concentro aún más en las orillas de los antiguos lagos. Estas zonas sufrían cuantiosos daños cuando se desbordaban.

Hacia 1856 las inundaciones eran cada vez más alarmantes: en algunas zonas su nivel alcanzaba hasta tres metros de altura. A principios de ese año se abrió un concurso para el proyecto de las obras del desagüe, ofreciéndose un premio de doce mil pesos oro al vencedor.

El plan más completo y mejor calificado fue del ingeniero Francisco de Garay, que comprendía el Gran Canal del Desagüe y el primer Túnel de Tequisquiac. Ambas obras se inauguraron en 1900. Se trataba de un esfuerzo colosal, pero de ninguna manera se había logrado la solución total.

En 1930 se terminó la primera red de drenaje por gravedad, consistente en un sistema de tuberías que descargaban al Gran Canal y en el Lago de Texcoco. Pero como consecuencia del crecimiento demográfico y de la expansión urbana, este sistema se volvió insuficiente para una población que se había duplicado en diez años y que en 1940 era de casi dos millones de habitantes.

Los problemas hidrosanitarios en la ciudad de México se volvieron mas complicadas, en el año de 1953 el Presidente Adolfo Ruiz Cortine autorizó la creación de la Dirección General de Obras Hidráulicas como la dependencia técnica del Departamento del Distrito Federal, con su finalidad de realizar a fondo estudios y proyectos de obras definidas para dar le una solución factible para resolver dichos problemas interconectados con las redes: agua potable, drenaje y control de hundimiento.

La mancha urbana en su crecimiento permanente ha reducido las posibilidades de expulsar, de manera expedita y segura, por medio del desagüe Gran Canal y el Interceptor Poniente, los enormes volúmenes de agua

pluvial, ello condujo a que entre 1965 y 1975 se construyera la primera etapa del Sistema de Drenaje Profundo.

En 1975 construyeron los primeros 68 km de túneles del Sistema de Drenaje Profundo, de los cuales 50 km correspondían al Emisor Central, 8 km al Intercepto del Centro y 10 km al Interceptor Oriente.

De 1977 a 1980 se realizaron las primeras etapas constructivas de los Interceptores Central y Centro Poniente, a su vez se entubaron 5.3 km del Río Churubusco. Durante el periodo 1982-1988 se construyeron 185 km de redes secundarias y de 27 km de colectores en la ciudad de México.

En el Sistema de Drenaje Profundo se realizaron las siguientes obras, como se muestra a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1.- Interceptores en la Ciudad de México		
Nombre del Interceptor	Longitud (m)	Diámetro (m)
Oriente	10,044	5.00
Oriente-sur	4,249	5.00
Oriente-Oriente	7,228	5.00
Central	2,676	5.00
Centro-Centro	3,709	5.00
Centro-Poniente	7,750	4.00
Canal de Garay	4,770	3.10
Iztapalapa	5,290	3.10
Ermita	6,578	3.20
Indios Verdes	2,760	3.10
Canal Nacional-Canal Chalco	5,010	3.10

Fuente: "Plan Maestro de Drenaje de la ZMCM" Ref. 2.

En el periodo 1988-1994 se caracterizó por el interés de las autoridades del DDF y Estado de México de incrementar los niveles de cobertura del servicio de drenaje en las delegaciones y municipios conurbados. Se amplió de manera considerable la infraestructura para el desalojo de aguas pluviales y residuales. El saneamiento básico poblacional se incremento con la construcción de los colectores este sistema ayudo a que el drenaje profundo tuviera un mejor desalojo.

Por otra parte, el hundimiento de la ciudad se debe a la explotación de los mantos acuíferos para el agua potable, debido a este sistema el valle de México sufre asentamientos, estos varían de los 5 cm y pueden alcanzar 30 cm al año en algunas zonas.

Es vital disponer de una adecuada planeación en la red de agua potable para satisfacer las necesidades de la población del Distrito Federal, debido a que este es un recurso limitado. El suministro del agua es sólo una parte del problema que se vive en esta ciudad ya que casi toda el agua potable se convierte en agua residual que debe recolectarse y evacuarse fuera de la ciudad sin causar problemas de salud. Además es necesario contar con una infraestructura de captación para evacuar las aguas pluviales y así evitar inundaciones.

El sistema de drenaje profundo fue esencial para librar a la ciudad de México de las inundaciones que pudiesen ocurrir, se construyeron los interceptores y colectores, cabe de mencionar que las obras para el desagüe de la cuenca fueron diseñados para funcionar por gravedad y así lo hicieron originalmente, sin embargo, la población requiere un mayor abastecimiento de agua potable por lo que hubo de perforar y explorar numerosos pozos de agua que provocaron tales hundimientos, era inminente el desplazamiento de la red de drenaje, provocándose columpios y contrapendientes en los colectores.

Esta situación de la red de drenaje provocó serias inundaciones en la ciudad, para aliviar los conductos fue necesario implementar plantas de bombeo incrementando los costos de operación y mantenimiento del sistema.

Con este sistema se alivian los colectores principalmente de las zonas norte, centro, sur y oriente de la ciudad de México.

La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH)¹, se están realizando proyectos necesarios para que dicho programa cumpla sus objetivos de dotación de servicio en las zonas más necesitadas, su sistema de información hidrométrica y pluviométrica en tiempo real con que cuenta la dependencia es insuficiente.

La evolución del sistema de drenaje ha estado condicionada más que nada para las necesidades para la ciudad de México lo que se pretende rehabilitar y ampliar la infraestructura de drenaje planeada, se estima una erogación de 976 millones de los cuales 46% del total se utilizara para la renovación y mantenimiento de las atarjeas y colectores; 36% a los Interceptores y las construcciones de lagunas de regulación; 11% en concluir los entubamientos de los ríos de aguas negras; 7% para invertir hasta el periodo del 2010.

¹ Que actualmente lleva por nombre Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM).

Para continuar con la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura de drenaje y alcantarillado se requiere de fuertes inversiones económicas y la aplicación de nueva tecnología para consolidar de manera apropiada del servicio en el Distrito Federal que continua creciendo debido a la demanda de la población.

OBJETIVO

El objetivo general de este proyecto (plasmado en esta tesis) es, dar solución hidráulica, al desvío del colector Consulado, así como a sus estructuras de conexiones.

ALCANCES

Para lograr el objetivo anterior se llevó a cabo en el capítulo I, una recopilación de información para elaborar un marco físico y urbano de la zona afectada, y tener una amplia visión de la situación actual de la zona en estudio.

En el capítulo II, se realiza un enfoque de los problemas que afectan al colector, así como a la población y al sistema de transporte que se encuentra en la zona.

Se analizó la información de los estudios básicos del proyecto en el capítulo III, para plantear varias alternativas al desvío del colector Consulado y mediante un análisis comparativo se seleccionará la que garantice una eficiencia hidráulica adecuada y costo relativamente económico.

El "Proyecto Ejecutivo Hidráulico" se desarrolla en el capítulo IV, incluye una revisión del gasto, selección del diámetro, revisión de la velocidad, así como el diseño de las estructuras hidráulicas.

Finalmente, se presenta las conclusiones a las que se llegó con la elaboración de este proyecto.

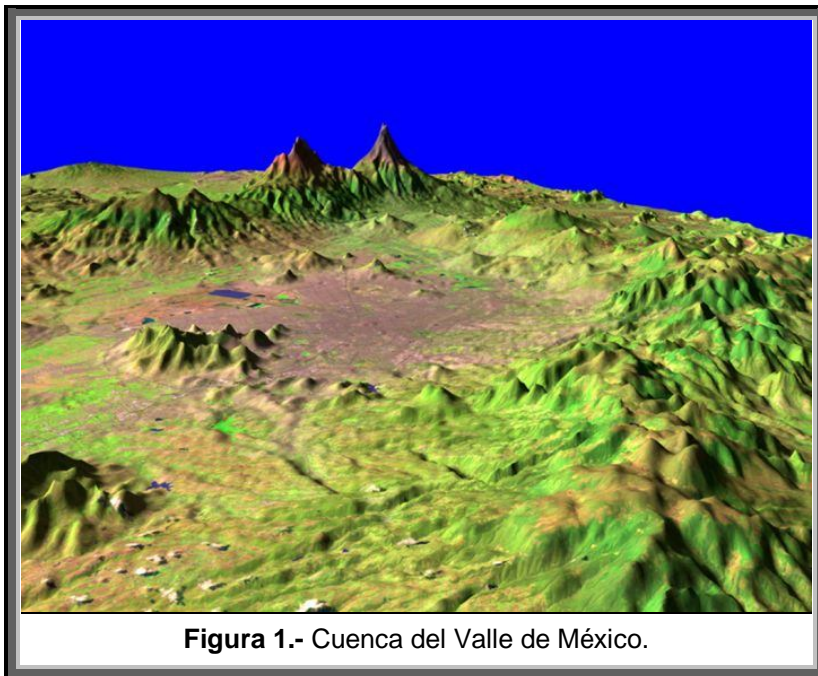
CAPÍTULO I

MARCO FÍSICO Y URBANO

1.1. Generalidades.

La Cuenca del Valle de México y Distrito Federal cuenta con un desarrollo urbano muy complicado y esto es producto de una compleja interrelación de factores políticos, sociales y económicos, y lo sustenta las modificaciones del medio natural.

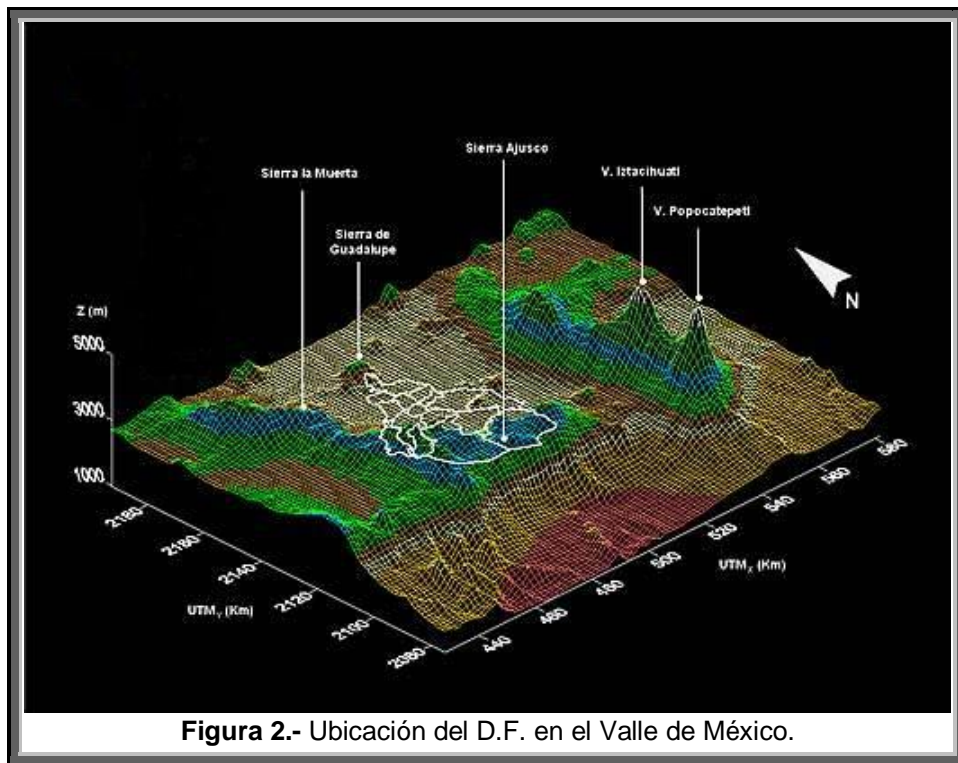
La Cuenca del Valle de México es cerrada por ser un área rodeada por montañas (figura 1), necesitan de salidas naturales para satisfacer los escurrimientos superficiales de la misma. Se encuentra en la parte sur de la Mesa Central, aproximadamente entre las latitudes norte $19^{\circ}30'53''$ y $20^{\circ}11'09''$, y las longitudes $98^{\circ}11'53''$ Y $99^{\circ}30'24''$, al oeste del meridiano de Greenwich.



La extensión de la cuenca es de $9,600 \text{ km}^2$, sus longitudes se localizan de noreste a sureste con 110 km, y de este a oeste con 80 km, aproximadamente.

La superficie esta constituida por Tlaxcala, Hidalgo, Puebla, el Distrito Federal y el Estado de México, también cuenta con tres zonas típicas, la zona plana que corresponde a los antiguos lagos, zona de lomeríos y la zona montañosa.

El Distrito Federal o la ciudad de México está situado en la parte suroeste de la cuenca entre las latitudes norte 19°03'53" y 19°35'33" y las longitudes 98°57'09" y 99°22'15" al oeste del meridiano de Greenwich (figura 2), colinda con el Estado de México y al sur con el Estado de Morelos, su extensión es de 1,504 km², ocupando el terreno plano 511 km² (22.7%), y la montañas 651 km² (43.3%), en el Estado de México ocupa una extensión de 5,521 km², es decir un 57% del total dentro de la cuenca, principalmente al oriente, norte y noroeste, conforman las zona metropolitana del D.F.



En las delegaciones donde se encuentran con el sistema de drenaje y control de avenidas de las aguas pluviales y residuales involucran prácticamente al sistema de drenaje de toda la cuenca, debido a que las únicas salidas artificiales de ella son las que la alivian por lo que es necesario referenciar el presente estudio a las condiciones generales.

1.2. Delegaciones Azcapotzalco y Cuauhtémoc.

Situadas al norte del Distrito Federal, las delegaciones ocupan un superficie de 65.74 km², estas delegaciones Azcapotzalco y Cuauhtémoc con nombres náhuatl que significan "lugar donde hay hormigas" y "águila que desciende", se originaron una de las mas importantes civilizaciones de

Mesoamérica, fundada en 1325 por los Aztecas, la Gran Tenochtitlan fue el centro de una cultura que basó su desarrollo y expansión en la práctica de la guerra y la religión politeísta de dioses que representan a algunos elementos naturales y otros que tenían forma de animales; este misticismo dominaba cada una de las actividades de los Aztecas.

La mayor parte de las delegaciones están constituidas por zonas planas desde los viejos pueblos prehispánicos que existían en la zona sólo se conservan 16, los demás han desaparecido junto con sus tradiciones dando lugar a las nuevas colonias y a su desarrollo urbano que experimentó dos periodos de crecimiento uno de 1920-1940, lo que provocó la migración de los habitantes del campo a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida; otro, de 1940-1970 con el crecimiento tecnológico e industrial que produjo la Segunda Guerra Mundial durante y después de ésta, lo que desarrollaron varias zonas industriales, que demandan un gran número de trabajadores en estas.

a) Localización.

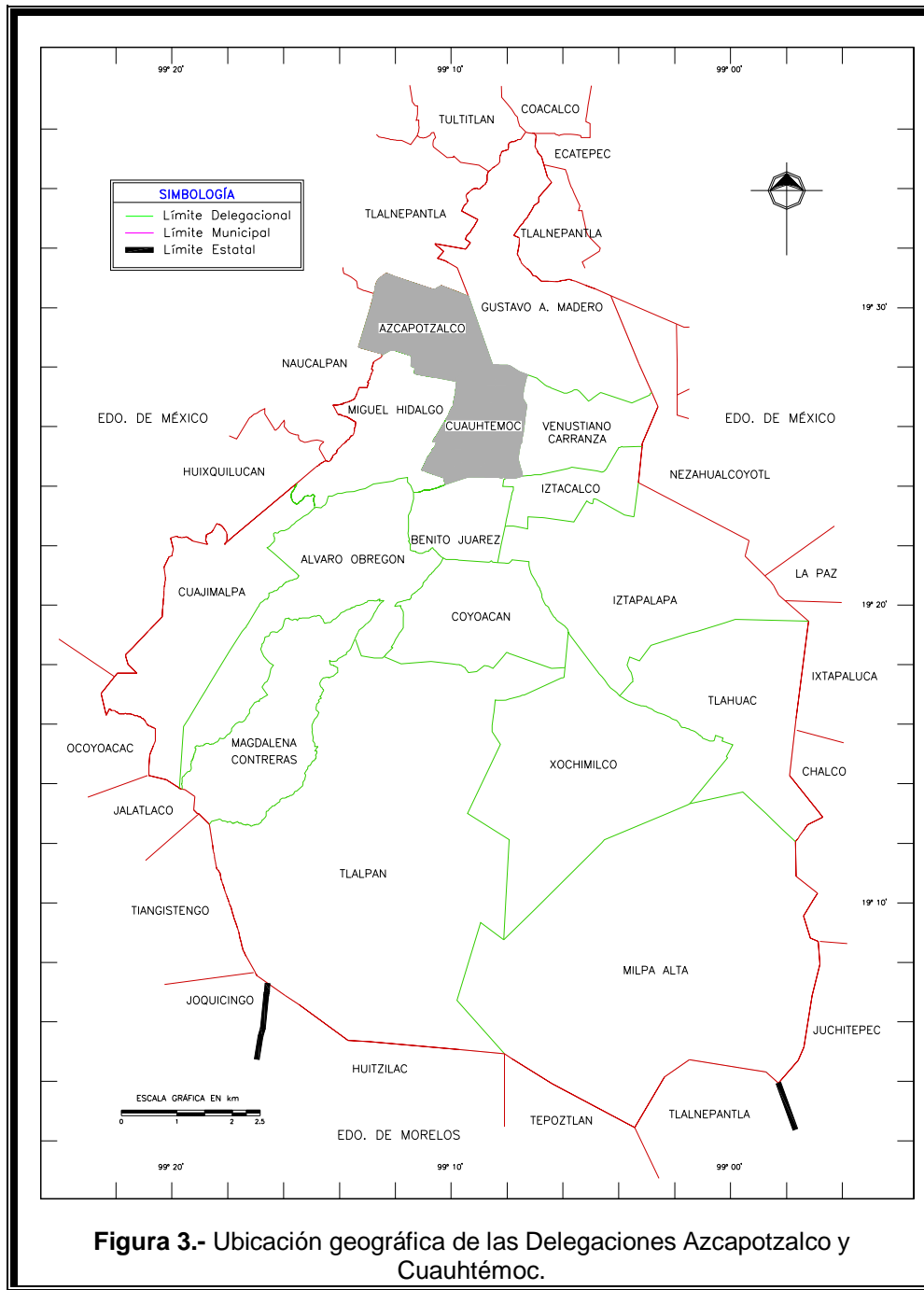
La delegación Azcapotzalco colinda al norte con Tlalnepantla del Estado de México, al este con la delegación Gustavo A. Madero, al sur con Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo y al oeste con Naucalpan Y Tlanepantla del Estado de México.

Mientras que la delegación Cuauhtémoc colinda al norte con las delegaciones Azcapotzalco y Gustavo A. Madero, al este con Venustiano Carranza, al sur con Iztacalco, Benito Juárez y al Oeste con Miguel Hidalgo.

Las ubicaciones geográficas son es de la siguiente manera, como se muestra en la Tabla 2 (ver figura 3).

Tabla 2.- Ubicación Geográfica		
Delegación Azcapotzalco		
Norte	19° 31´	
Sur	19° 27´	Latitud norte
Este	99° 09´	
Oeste	99° 13´	Longitud oeste
Delegación Cuauhtémoc		
Norte	19° 28´	
Sur	19° 24´	Latitud norte
Este	99° 07´	
Oeste	99° 11´	Longitud oeste

Fuente: "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano", SEDUVI, GDF.



b) Suelo.

El suelo de la delegación Azcapotzalco ocupa una superficie de 33.30 km² con un porcentaje respecto al Distrito Federal de 2.24%, mientras la delegación Cuauhtémoc ocupa un área menor de 32.44 km² con un porcentaje respecto al Distrito Federal de 2.18%, su cobertura vegetal de ambas delegaciones es

aproximadamente de 1.88 km² repartidas en parque, jardines y camellones destacado por su importancia el Parque Tezozomoc, Alameda Central, las áreas verdes de Tlatelolco, los camellotes de la Av. Paseo de la Reforma, Av. Chapultepec, Av. Álvaro Obregón y Av. Nuevo León.

Las delegaciones prácticamente son planas con una pendiente menor al 5% y una elevación promedio de 2,250 msnm, tienen características y propiedades diferentes desde el punto de vista estratigráfico y de mecánica de suelos debido principalmente a los procesos de formación, lo que presenta tres tipos de zonas.

- *Lomas*, conformada por gravas, arenas, bloques y piroclásticas.
- *Transición*, conformada por arcilla, arena y grava.
- *Fondo de lago*, conformada por tobas, limos arcillas y arenas finas.

Las características geológicas que conforman el terreno se iniciaron desde la era cenozoica ("vida nueva", comenzó hace 80 millones de años y aun no termina), en el periodo cuaternario y su unidad litológica es lacustre al 98.90% y aluvial 1.10% en la delegación Azcapotzalco. En cuanto a la Delegación Cuauhtémoc es 100% lacustre.

Esta zona del Distrito Federal se presenta los principales materiales localizados superficialmente, dependiendo de su zonificación de las delegaciones se tendrá según el tipo de material estratigráfico como se muestra a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3.- Material estratigráfico					
ZONA DE LAGO	Localización				
	Norte	Sur	Este	Oeste	Centro
Arcilla	X	X	X	X	X
Arena		X			
Lacustre	X	X	X	X	X

Fuente: Dirección Técnica, SACM, GDF.

Las características antes mencionadas son un diagnóstico del desarrollo urbano de las delegaciones que incluyen los aspectos relativos de los diferentes tipos de uso de suelo que se encuentran principalmente, en la Tabla 4 se muestran la distribución de uso de suelos de las delegaciones.

Tabla 4.- Distribución de uso de suelo		
Delegación Azcapotzalco		
Uso	Superficie (km²)	Porcentaje (%)
Espacios abiertos	0.96	2.88
Industrial	8.23	24.71
Equipamiento urbano	4.83	14.51
Habitacional	16.22	48.71
Mixtos	3.06	9.19
TOTAL	33.30	100
Delegación Cuauhtémoc		
Uso	Superficie (km²)	Porcentaje (%)
Espacios abiertos	0.92	2.84
Industrial	1.25	3.86
Equipamiento urbano	3.79	11.67
Habitacional	7.01	21.6
Mixtos	19.47	60.03
TOTAL	32.44	100

Fuente: "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano", SEDUVI, GDF.

c) Clima.

En general la delegaciones se clasifica como templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media con un porcentaje dentro de territorio delegacional del 0.90% y sin estación invernal bien definida; la temperatura mínima es de 12°C, temperatura media de 19°C, temperatura máxima de 34° con una precipitación histórica promedio anual de 605 mm, las lluvias ocurren de junio a octubre, el resto del año se presentan sequías.

d) Hidrología.

Las delegaciones se encuentra en la región de "Panuco" con diferentes corrientes que se forman en la cuenca de "R. Moctezuma", las variaciones climatológicas, las características geológicas y orográficas originan áreas de captación en las subcuenca "Lago Texcoco-Zumpango" que lo integra, su porcentaje de la superficie delegacional es de 10%.

Por lo anterior, se podría decir que casi todas las corrientes son moderadas con régimen intermitente, por lo cual los ríos solo lleva agua durante temporada de lluvias y permanece seco el resto del año.

Las corrientes que se encuentran en estas delegaciones son los Ríos Consulado y Piedad, en la actualidad los ríos se encuentran entubados y se les designo con el nombre de colectores, enseguida se hace una breve descripción de cada uno.

Colector Consulado.- Este colector colinda con las delegaciones de Azcapotzalco y Gustavo A. Madero; tiene un diámetro 3.05 m y una longitud de 6.4 km dentro de la delegación, drenando las aguas de la colonia Santa María Insurgentes. Este colector recibe aportaciones del colector Héroes (2.50 m), siendo su destino final el Gran Canal del Desagüe.

Colector La Piedad.- Colindante con la delegación Benito Juárez e Iztacalco, tiene una longitud de 10.7 km de los cuales 0.92 km se localizan dentro de la delegación, recibe las descargas de la misma a través del colector Tonalá.

Además este conducto tiene diferentes tipos de secciones transversales y descarga finalmente en el colector Churubusco, ya dentro de la delegación Venustiano Carranza.

e) Aspectos demográficos.

El crecimiento de la población de las delegaciones evolucionó durante los últimos 10 años, lo que se iniciaron estudios demográficos, esto planteo que puede alcanzar en 20 años una tasa de decremento anual de 0.02 por ciento y una densidad bruta de 123 hab/ha.

Los datos que se pretenden son los resultados obtenidos por los métodos aplicados que considero SEDUVI, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.- Proyección de la población (SEDUVI)		
Año	Mancha Urbana (km²)	Población
1994	30	521.528
2010	30	880.809

Fuente: "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano", SEDUVI, GDF.

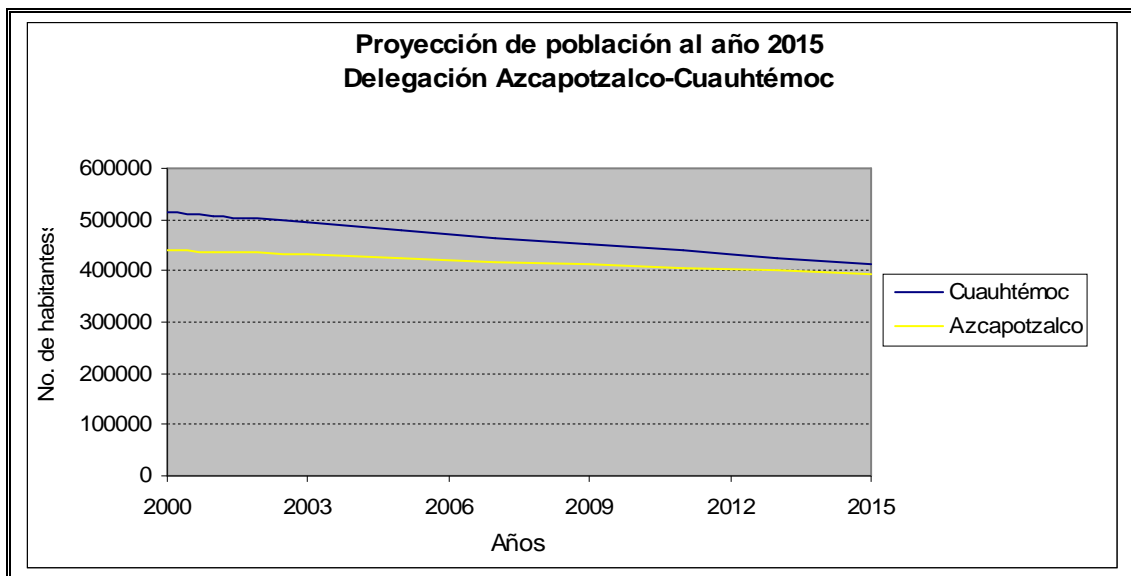
Con base a ello se pretende que las delegaciones Azcapotzalco y Cuauhtémoc alcancen, una población de 807,880 habitantes en el año 2015, como se muestra en la Tabla 6 (ver gráfica 1).

Finalmente conviene mencionar que la mancha urbana alcanzara para el año 2010 los 1,506 km², lo que significa un incremento del 24.5%, con respecto a la mancha urbana del año 1990 en el Distrito Federal.

Tabla 6.- Proyección de la población			
Delegación Azcapotzalco			
Año	Habitantes en la delegación	Habitantes en el Distrito Federal	Porcentaje con respecto al D.F.
2000	440,558	8,591,309	5.13
2001	437,283	8,638,245	5.06
2003	430,806	8,738,879	4.93
2005	424,425	8,848,856	4.80
2007	418,138	8,968,589	4.66
2009	411,944	9,098,524	4.53
2011	405,842	9,239,139	4.39
2013	399,831	9,390,943	4.29
2015	393,908	9,554,485	4.12

Delegación Cuauhtémoc			
Año	Habitantes en la delegación	Habitantes en el Distrito Federal	Porcentaje con respecto al D.F.
2000	515,132	8,591,309	6.00
2001	507,678	8,638,245	5.88
2003	493,093	8,738,879	5.64
2005	478,927	8,848,856	5.41
2007	465,168	8,968,589	5.19
2009	451,804	9,098,524	4.97
2011	438,824	9,239,139	4.75
2013	426,217	9,390,943	4.54
2015	413,972	9,554,485	4.33

Fuente: "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano", SEDUVI, GDF.

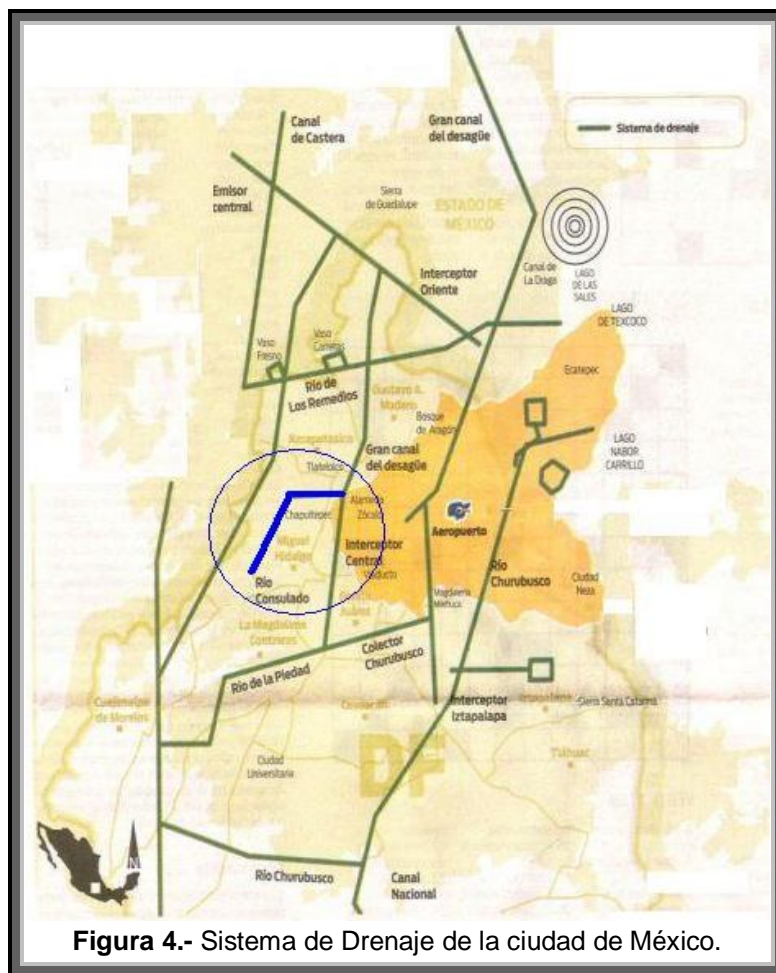


Gráfica 1.- Proyección de población al año 2015

CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Situación actual.

El motivo de este trabajo desarrollado en tesis, implica primero describir la zona en estudio donde se localiza el **colector Río Consulado** que forma parte del límite físico de las delegaciones de Azcapotzalco y Cuauhtémoc, este se ubica al noroeste de la ciudad de México como puede distinguirse en la zona enmarcada con color azul de la figura 4.



En general, las delegaciones cuentan con un funcionamiento en el sistema hidráulico, considerado uno de los más complejos del Distrito Federal; este cuenta con colectores que drenan en sentido poniente-oriente, siendo el Gran Canal del Desagüe a través de sus plantas de bombeo, el dren al que finalmente descargan los colectores.

Con la finalidad de tener un mejor control del agua, y en prevención de inundaciones, en la época de lluvias se utiliza la infraestructura del drenaje profundo instalada dentro de las delegaciones.

El funcionamiento del sistema de drenaje en las delegaciones, ha tenido problemas que afrontar con las continuas interferencias con las obras del metro, metrobus, tren suburbano, reencarpetamiento de vialidades (primarias y secundarias), dado que este se alojan a las misma profundidad (de 2 a 5 m), por lo que se han resuelto mediante sifones, cambios de dirección, entre otras soluciones, pero las más conflictiva es sustituir dichos colectores por otros nuevos que se instalen entre los 12 y 18 m, de profundidad.

Cabe señalar, que los problemas antes mencionados se deben al crecimiento anárquico que ha tenido nuestra ciudad, y que contribuyen a la disminución de la eficiencia del funcionamiento hidráulico de dicho sistema.

a) Drenaje.

Las colonias que integran las delegaciones tienen un nivel de cobertura en infraestructura de drenaje del 100%, lo cual refleja un avance las instalaciones sanitarias para tener un mejor saneamiento en la salud, además de permitir el desalojo de las aguas residuales y pluviales con lo cual se evitan las inundaciones. Además se puede observar que la configuración del sistema de drenaje es muy compleja como ya se mencionó, ha tenido que responder al crecimiento urbanístico de la ciudad.

Las delegaciones cuentan con una infraestructura de red primaria y secundaria de drenaje, lumbrera, tanque de tormentas, plantas de bombeo, cauces a cielo abierto que con el tiempo están siendo entubados para tener un mejor beneficio para la población.

La red secundaria de atarjeas está constituidas por tuberías con diámetros menores a 61 cm. Se trata de un alcantarillado combinado, imposible de ampliar a lugares que no cuenten con el servicio, las redes captan las aguas negras descargadas por los predios y las conduce a la red primaria junto con los escurrimientos producidos por lluvias.

La red primaria de alcantarillado esta conformada por colectores con diámetros que oscilan entre los 60 y 305 cm. Aprovechan el sistema original que data de principios de siglo, la parte central del sistema

dentro de las delegaciones escurre de sur a norte, y descargan en varios puntos sobre los conductos instalados de poniente a oriente.

En la Tabla 7 se presenta la descripción de la infraestructura existente en las delegaciones.

Tabla 7.- Infraestructura de Drenaje		
Delegación Azcapotzalco		
Descripción	Cantidad	Unidad
Red secundaria (diámetro menor a 61 cm)	520.29	km
Red primaria (diámetros de 61 a mayores de 305 cm)	137.35	km
Cauces entubados	2.7	km
Planta de bombeo	1	Planta
Tanque de tormenta	4	Tanque
Lumbrera de drenaje profundo	3	Lumbrera
Interceptor de drenaje profundo	5.56	km
Estaciones pluviográficas	3	Estación
Sifones	8	Sifón
Lumbreras del drenaje profundo	7	Lumbrera
Interceptor del drenaje profundo	9.22	km
Estaciones pluviográficas	2	Estación
Delegación Cuauhtémoc		
Descripción	Cantidad	Unidad
Red secundaria (diámetros menores a 61 cm)	614.06	km
Red primaria (diámetros iguales o mayores entre 61 y 305 cm)	125.35	km
Cauces entubados	7,320	m
Planta de bombeo	8	Planta
Planta de bombeo en pasos a desnivel para vehículos	18	Planta
Generadores de energía en plantas de bombeo para agua residual	5	Planta
Planta de bombeo en pasos a desnivel para peatones	11	Planta
Tanques de tormenta	2	Tanque
Sifones	8	Sifón
Lumbreras del drenaje profundo	7	Lumbrera
Interceptor del drenaje profundo	9.22	Km
Estaciones pluviográficas	2	Estación

Fuente: "Programa Delegacional de Desarrollo Urbano", SEDUVI, GDF.

b) Río Consulado.

El Río Consulado es un límite físico de las delegaciones Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc y Azcapotzalco, y se ubica al noroeste de la ciudad de México.

Inicia su recorrido en las calles Constituyentes y General León, colonia San Miguel Chapultepec en la delegación Miguel Hidalgo; durante su trayecto recibe las descargas de los colectores: Campos Elíseos, Río San Joaquín, Melchor Ocampo, Santa Bárbara y Calzada de los Gallos; además de ser alimentado por 18 plantas de bombeo con capacidad conjunta de 69.60 m³/s. La planta de bombeo Nueva Santa María, localizada dentro de la delegación Azcapotzalco, descarga a este río.

Este cauce está integrado por un conducto cerrado de concreto armado con diferentes diámetros que van de 1.83 a 3.30 m a lo largo de su trayectoria, posee una longitud de 10.4 km, de los cuales 2.7 km se localizan en la delegación Azcapotzalco y 6.4 km en la delegación Cuauhtémoc. Por la construcción de la línea 5 del Sistema de Transporte Colectivo, el colector Río Consulado ya no descarga directamente al Gran Canal de Desagüe; en época de estiaje lo hace por medio del colector 11 a través del colector de alivio Consulado, y en época de lluvias realiza su descarga directa al Interceptor Central.

c) Transporte y vialidad.

Los últimos 10 años, los sistemas de transporte que operan en las delegaciones han sufrido severos cambios por el gobierno de la ciudad.

Por su parte, la situación de cada modo de transporte depende de su capacidad de respuesta a los cambios cualitativos y cuantitativos de la demanda. Con base en su funcionamiento dentro en la estructura urbana, la vialidad se clasifica en los siguientes tipos: vías de acceso controlado que son las que satisfacen la demanda de movilidad continua de grandes volúmenes de tránsito vehicular, cuentan con accesos y salidas a los carriles centrales en lugares de mayor demanda y en su enlace con vías importantes, congrega distribuidores viales o pasos a desnivel; son consideradas la columna vertebral de la red vial.

Las delegaciones por su ubicación, son zonas de tránsito obligado para muchos habitantes de la ciudad, en ella se encuentran numerosas arterías importantes, como son: Circuito Interior, Parque Vía, el Viaducto Miguel Alemán y la Calzada San Antonio Abad. Por lo anterior se cuenta con vialidades de primer orden dentro de la estructura

metropolitana, lo que permite que el sistema de transporte actúe satisfactoriamente a la demanda generada por sus habitantes, pero sobre todo para la población flotante, aproximadamente 3.8 millones de personas, que se desplaza diariamente a la misma.

Debido a la intensa actividad peatonal y vehicular que a diario se desarrolla en estas delegaciones, las vialidades sufren deterioros importantes que requieren mantenimiento permanente.

Algunos de los problemas detectados con mayor relevancia ocurren especialmente en las "llamada hora pico", cruces de vialidades importantes y en calles aledañas a las escuelas. Esta situación se acentúa por la vocación comercial con que cuentan las delegaciones, por lo que calles y avenidas se han ido convirtiendo en un inmenso mercado; también debido a la conformación de la estructura de las delegaciones que son utilizada por una minoría como una zona de paso para desplazarse a otras zonas de la ciudad, mientras que para la mayoría es un punto importante de destino.

La problemática que presentan los cruces conflictivos se debe en gran medida a la falta de algún diseño dentro de la estructura vial, como pueden ser la falla en la sincronización de los semáforos, el mejoramiento de las zonas de conflicto, la falta de estudios integrales de evaluación de la estructura vial, así como de acciones de mejoramiento de las calles, banquetas, rampas para discapacitados, construcción de algún puente peatonal o vehicular, un paso a desnivel o algunas vueltas a la izquierda o derecha, la falta de continuidad de los ejes que se encuentran al poniente de la ciudad, lo cual daría principalmente en la delegación de Azcapotzalco una mayor integración con el Estado de México.

Esta situación, requiere de un programa integrado a nivel metropolitano, que incluya una coordinación efectiva entre los diversos ámbitos y entidades de gobierno con respecto al transporte, la vialidad y la movilidad metropolitana.

Los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México, han emprendido diversas acciones en materia de transporte y vialidad, ya sea en forma individual, pero también, como parte de los proyectos inscritos en el Fondo Metropolitano, entre los cuales se encuentra el Sistema de Ferrocarriles Suburbanos de la ZMVM.

Se han considerado dar uso a las líneas ferroviarias, donde se expone que el tren suburbano y otros proyectos de largo plazo, son algunas de las soluciones a las necesidades de transporte y vialidad de la población de la

ZMVM, lo cual permitirá disminuir los tiempos de recorrido que, en la actualidad, se realiza en un promedio de cuatro horas diarias.

2.2. Tren suburbano "sistema uno".

La realización de este proyecto se fundamenta en el aprovechamiento de la infraestructura ferroviaria y de los derechos de vía ya existentes en la ZMVM, para conformar un programa de trenes radiales y desarrollar un sistema de tres corredores troncales y líneas de menor densidad, atendidos por sistemas de transporte masivo. De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (STC), el ferrocarril o tren suburbano "es un sistema eléctrico de transporte público masivo de pasajeros", conformado por tres líneas para abarcar poblaciones de alta densidad de la Zona Metropolitana del Valle de México (ver figura 5).

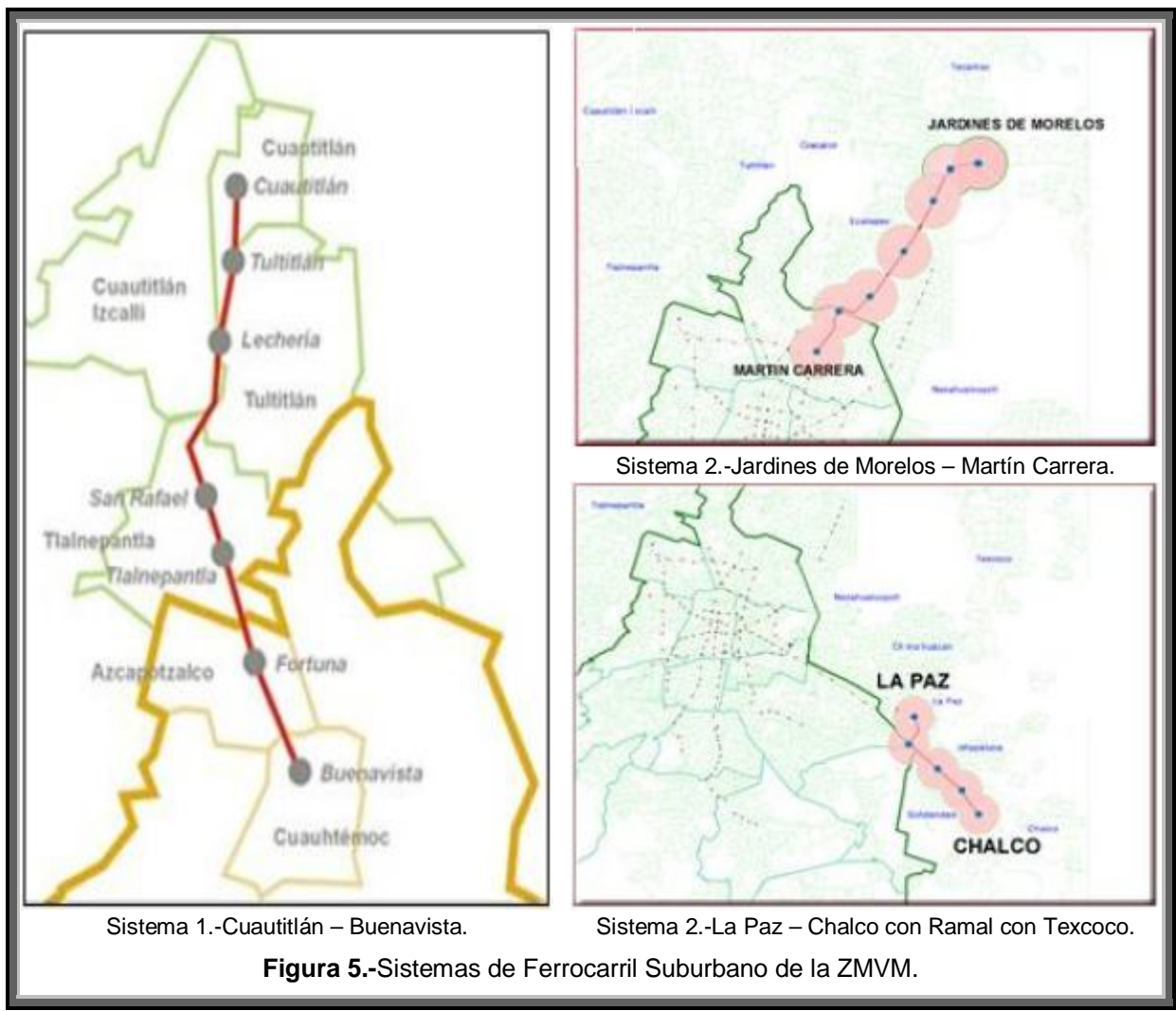


Figura 5.-Sistemas de Ferrocarril Suburbano de la ZMVM.

El sistema uno del tren suburbano unirá a Cuautitlán con Buenavista en un recorrido de 27 kilómetros, y se podrá ampliar hasta Huehuetoca, Jaltocan y Tacuba con 52 kilómetros más de construcción. La inversión total para este sistema es de siete mil 766 millones de pesos, de los cuales 55% fue aportado por el Gobierno Federal y 45% por la empresa concesionaria. Cabe destacar que las obras adicionales, como centros comerciales aledaños a las estaciones, no estaban contempladas en el proyecto original.

El confinamiento de la vía por la que corre el suburbano implicó la negociación con diversos grupos de personas asentadas en la vía. Para ello se contó con el apoyo de los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México.

Adicionalmente, la Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT), construyó ocho kilómetros 195 metros de vías vehiculares (tres kilómetros 860 metros en el Distrito Federal y cuatro kilómetros en el Estado de México).

a) Beneficios.

El tren suburbano es un proyecto que se considera aun futuro un beneficio para los estados colindantes con la ciudad de México, eso nos permitirá tener una demanda vehicular menor y una circulación fluida.

Al usuario.

- Oferta de transporte inicial de 320 mil pasajeros/día.
- Tarifas accesibles, en la distancia más corta (Cuautitlán - Tultitlán) de \$5.50 MN (IVA incluido) y en el viaje largo (Buenavista - Cuautitlán) de \$12.50 MN (IVA incluido).
- Ahorro de tiempo por pasajero de 2h 40 min. de Cuautitlán a Buenavista en viaje redondo.
- Mayor seguridad a la población.

Ambientales.

- Reducción del tráfico y de los congestionamientos vehiculares.
- Disminución de un 14% en la emisión de contaminantes equivalentes a unas 8,654 toneladas en el corredor, entre las cuales se pueden contar 1,246 toneladas de hidrocarburos, 4,112 monóxido de carbono, 3,102 toneladas de óxidos de nitrógeno, 40 toneladas de óxidos de azufre y 154 toneladas de partículas sólidas.
- Reducción de accidentes.

- Sustitución indirecta de más de 25,000 viajes en unidades de baja densidad de transporte, equivalentes a unos 1,300 viajes en autobús, 10,000 microbuses y 15,000 viajes en combis por día.

Socioeconómicos.

- Beneficios estimados de dos veces la inversión inicial, en comparación con los costos que se obtendrían por usar modos de transporte alternos, ahorro en el tiempo de los usuarios y disminución de accidentes.
- Mejoramiento en la calidad de vida.

Otros beneficios.

- Sistema de transporte moderno, electrificado y confinado.
- Impulso al transporte masivo.
- Menor consumo de combustibles fósiles.
- Menos ruido por congestionamientos vehiculares.
- Menos derrames de aceites incontrolados de vehículos.
- Menor afectación vial por construcción de pasos a desnivel para vehículos.
- Circulación vehicular más fluida.
- Desarrollo urbano orientado hacia zonas preferenciales.
- Mayor desconcentración de la ZMVM.

b) Características.

El Ferrocarril Suburbano es un proyecto Federal con alto impacto Metropolitano que utilizará la infraestructura de vía existente (242 km), así como los derechos de vía que son propiedad del Gobierno Federal, en pleno centro de las zonas urbanas, sin causar molestias a la población.

El proyecto en su primera etapa, iniciará con el tramo Cuautitlan-Buenavista; primer segmento en desarrollarse con participación de inversión privada.

El tren suburbano se proyecta para satisfacer la demanda de una región de alta y creciente densidad demográfica y actividad económica, con más de 30 millones de tramos de viajes-persona al día y que más del 60%, actualmente se realiza en unidades de baja capacidad (microbuses).

El trazo del Ferrocarril Suburbano coincide con la configuración de los corredores de viajes de la zona norte del Valle de México lo cual se proyectó en una vía exclusiva y confinada.

Contará con 2 terminales (Buenavista y Cuautitlán) y 5 estaciones intermedias (Fortuna, Tlalnepantla, San Rafael, Lechería, y Tultitlán) en 27 km. de recorrido con posibilidad de expansión a 79 km, el tiempo de recorrido sería de 24 minutos de "punta a punta", el servicio se proporcionaría en intervalo de 6 minutos entre trenes en hora pico. En la Terminal Buenavista tendrá conexión con 2 líneas de la red del Metro de la ciudad de México.

c) Características de los trenes.

El servicio se proporcionaría con Trenes nuevos conformados por EMUs (Unidades Múltiples Eléctricas) equipados con "ATP" (Protección Automática de Trenes).

- Velocidad máxima: 130 km/h. Aceleración: 1 m/s².
- Potencia de los motores: 230 kw; asíncrono trifásico.
- Inversores de tracción a base de electrónica de potencia y control por microprocesadores.
- Dimensiones de los coches:
 - ✓ Ancho: 2.90 m.
 - ✓ Largo: 25.57 m.
- Longitud de la EMU de 3 coches: 76,37 m.
- Longitud de la EMU de 4 coches: 101.59 m.
- Número de puertas: 3 puertas dobles por costado.
- Pasillos de intercirculación entre coches de EMU.
- Equipados con aire acondicionado.
- Capacidad de pasajeros/coche:
 - ✓ Sentados 54
 - ✓ De pie 217

2.3. Problemática.

La ZMVM cuenta con una población que rebasa los 20 millones de habitantes, de los cuales el 50% viven en el D.F. y el 50% en los 28 municipios conurbados del Estado de México. En la ZMVM se realizan más de 30 millones de tramos de viajes-persona al día que hoy se atienden principalmente en combis y minibuses (60.9%), lo que es inadecuado e inseguro.

Los sistemas de transportación masiva (Metro), atienden a menos del 15% del total de viajes en una red de 204 km, construidos y operados en 30 años por el Estado.

Las vialidades localizadas en el corredor de transporte vehicular Buenavista-Cuautitlán muestran una de las cargas de tráfico y congestión vehicular más intensas de la zona metropolitana.

El tiempo de transporte actual en las horas pico, en este corredor, mediante el transporte público vehicular corresponde a una hora y media en viaje sencillo, es decir, unas tres horas en viaje redondo.

La zona del corredor es una de las de mayor crecimiento en densidad demográfica y crecimiento económico. Estudios preliminares indicaban un crecimiento poblacional del 2.8% anual y actualmente dicho crecimiento registra el 4% anual.

El crecimiento de motorización es todavía más crítico ya que se tenía un crecimiento del 4% anual y actualmente se registra un crecimiento del 6% anual, lo que supera ampliamente las expectativas y muestra el agudo congestión vehicular.

Las velocidades de recorrido vehicular promedio tenían un nivel de 25 km/hora y actualmente se registran velocidades muy inferiores que corresponden a 15 km/hora, lo que significa un deterioro del 40%.

Para dar solución a lo expuesto en una primera etapa se consideró la construcción de proyectos de puentes vehiculares que seguirán permitiendo la comunicación de vialidades primarias y secundarias, esta infraestructura ocupará los espacios de derecho de vía de torres de alta tensión, de vialidades existentes y de cruces.

La población tendrá escasez de servicios de agua potable y drenaje debido a los cambios de dirección en las tuberías que induce la construcción de los puentes vehiculares y vialidades.

En una segunda etapa, se planteó la construcción del tren suburbano y las obras inducidas que género dentro del Distrito Federal se debieron principalmente a la construcción de los puentes vehiculares, que se realizaron para darle su confinamiento al tren suburbano. En la Tabla 8 se muestra los puentes vehiculares que se construyen dentro del Distrito Federal.

Tabla 8.- Puentes Vehiculares en el D.F.	
Ubicación	Delegación
Eje 4 Norte	Azcapotzalco
Rama 120 y 150	Azcapotzalco
Rama 80 (Av. Jardín)	Azcapotzalco
Rama 50 (Río Consulado)	Azcapotzalco
Rama 40 (Río Consulado)	Cuauhtémoc
Ciprés	Cuauhtémoc
Pino	Cuauhtémoc
Eulalia Guzmán	Cuauhtémoc
Flores Magón	Cuauhtémoc

Fuente.- "Secretaría de Comunicaciones y Transporte", Internet

El problema que se enfoca en esta tesis se encuentra en la obra inducida por la construcción del tren suburbano, específicamente por la cimentación de uno de los puentes vehiculares sobre las estructuras de las redes de agua potable y drenaje, comprendidas en el límite delegacional de Azcapotzalco y Cuauhtémoc, en las colonias Ampliación del Gas, U. H. Tlatilco y Santa María Insurgentes.

Respecto al drenaje semiprofundo, colector "Río Consulado", se tiene el problema de que la cimentación del puente, así como, sus columnas se encuentran localizadas en la misma ubicación que dicho colector, por lo que la solución viable, es el desvío del colector, para tal efecto se hará necesario, por el tiempo que dure esta reubicación, el que sus descargas se envíen a redes secundarias que se encuentran aledañas a esta.

2.4. Normatividad.

En este proyecto intervienen generalidades que son tratadas con Normas, con la finalidad de tener un mejor beneficio para la revisión de las construcciones generadas en el Distrito Federal.

La obra inducida, que generó en el desvío del colector Río Consulado se debe sujetar a la normatividad del Distrito Federal como se indica a continuación.

- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.
- Normas Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Servicios de Agua y Drenaje del Distrito Federal.
- Normas Comisión Nacional del Agua.
- Normas Ambientales del Distrito Federal.

CAPÍTULO III ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

3.1. Estudio topográfico.

El inicio para el desarrollo integral del proyecto, así como para la evaluación de las diferentes alternativas para el desvío del colector, es la realización del levantamiento topográfico, ya que éste permitirá definir la planimetría e infraestructura existente. Y en combinación, con la recopilación de toda la información disponible referente a redes primarias y secundarias, de ductos de gas, de PEMEX, de telefonía, de infraestructura vial, etc., así como de datos de funcionamiento del colector, es posible plantear y analizar distintas soluciones al caso que nos ocupa. Dicha información se obtendrá a través de la Mapoteca y Biblioteca del Organismo del Sistema de Aguas de la ciudad de México (SACM).

A continuación se generalizan los aspectos del levantamiento topográfico:

a) Trazo y nivelación.

Se levantarán varias poligonales con Estación Total, abiertas o cerradas dependiendo del caso, las que se requieran, deberán tener una precisión angular de 2" por cada vértice. Los vértices y puntos de referencia se indicarán mediante estacas, clavos, varillas o pintura. La nivelación de las poligonales se realizará con la estación total verificándose con una nivelación diferencial con niveles ópticos del tipo NA-24 o NA-28 como mínimo. Se usarán estadales de aluminio de 4 m, con código de barra y división en centímetros. La tolerancia permitida será dada por la siguiente expresión:

$$T = \pm 0.004\sqrt{K} \quad (1)$$

donde:

T = Tolerancia, en metros.

K = Distancia, en kilómetros.

Para el error lineal, la tolerancia aceptada es:

$$TL = 0.0002P \quad (2)$$

donde:

TL = Tolerancia lineal, en metros.

P = Desarrollo de la poligonal, en metros.

b) Levantamiento de planimetría con infraestructura existente.

Los levantamientos planimétricos se realizarán por el método de radiaciones tomando como apoyo los vértices de las poligonales. Se ubicarán perfectamente estructuras tales como paramentos, guarniciones, puentes, arroyos e infraestructura existente de agua potable, alcantarillado, Telmex, PEMEX, Compañía de Luz, etc.

Para referenciar los puntos de los levantamientos de la red se utilizará la información que los Bancos de Nivel del SACM, se correrá una nivelación diferencial de precisión entre un banco de nivel (BN) oficial y los puntos de interés utilizando la estación total. Para esta nivelación se requerirá una tolerancia angular de:

$$T\angle = a\sqrt{n} \quad (3)$$

donde:

a = Aproximación del aparato.

n = No vértices.

Para la realización de la nivelación de la infraestructura existente se deberán correr nivelaciones ordinarias a lo largo del trazo de la misma. La nivelación se realizará por métodos directos o indirectos según sea necesario y que además sea posible dadas las condiciones topográficas del terreno. La tolerancia permitida será de acuerdo con la expresión (1).

Esta precisión se hace con el fin de verificar y nivelar adecuadamente las redes de drenaje existentes, si es necesario se destaparán los pozos de visita que conforman la red a fin de obtener datos tales como: diámetro de la tubería existente, profundidad a plantilla del pozo, características de su estado físico actual, entre otras.

En los casos en que los pozos se encuentren totalmente azolvados ó inundados, se intentará introducir un escantillón para verificar su profundidad.

En el caso de las características de la infraestructura existente de agua potable, se deberán destapar y sondear las cajas de agua potable existentes con la finalidad de obtener datos tales como: Nivelación de las cajas de agua potable, levantamiento de cruceros existentes de piezas especiales, determinación de diámetro y material de las tuberías de agua potable, características del estado físico actual de las cajas de operación de válvulas, entre otras.

Estos mismos procedimientos se deberán aplicar para las diferentes líneas de infraestructura existente.

Por otra parte cuando sea necesario se tendrán que levantar los árboles, con sus características correspondientes como es el diámetro, altura y especie, ya que es de suma importancia para ejecutar un buen Estudio de Impacto Ambiental.

c) Nivelación de perfiles y secciones transversales.

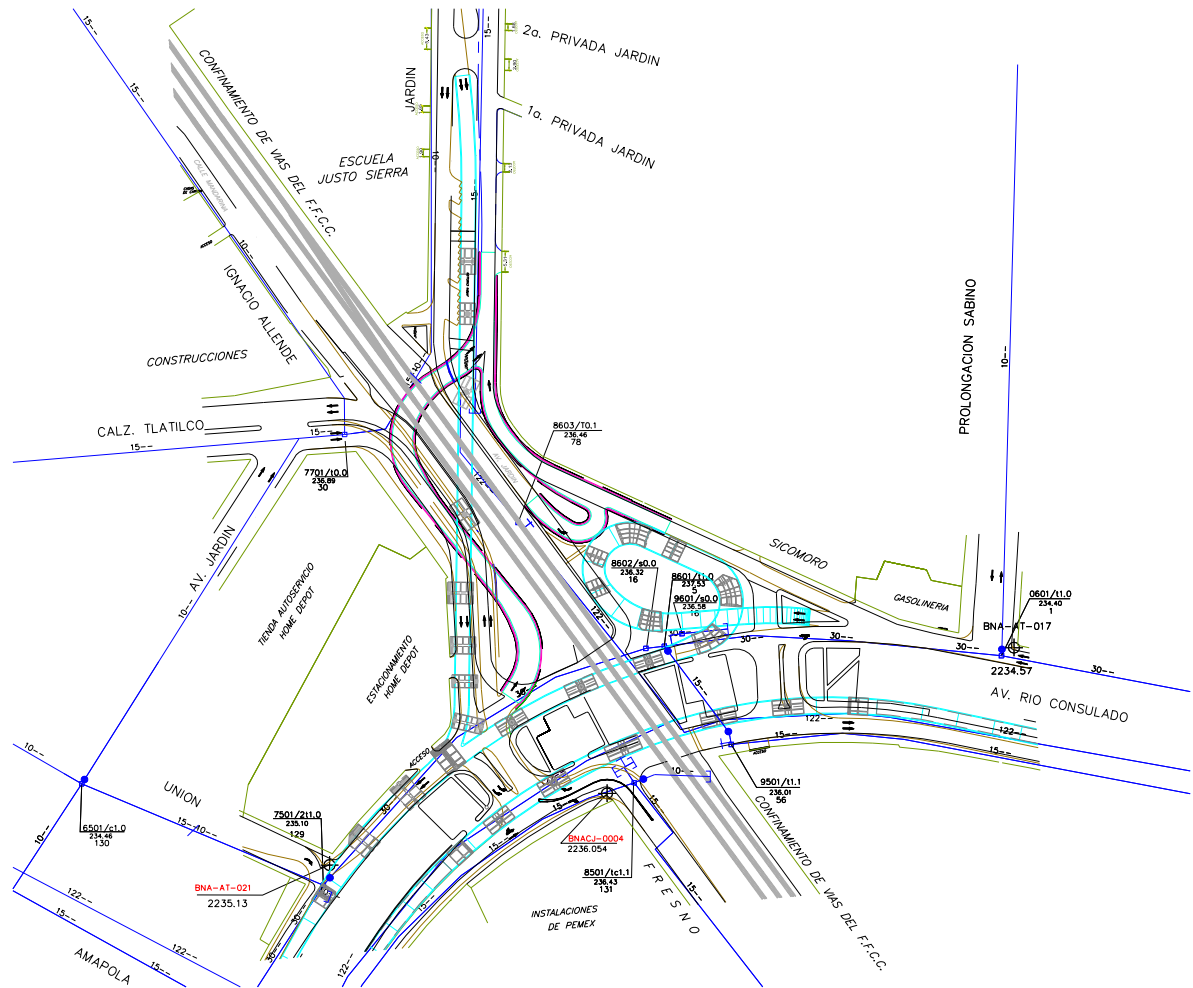
La nivelación y las secciones transversales se realizarán por métodos directos o indirectos, según sea necesario y que además sea posible dadas las condiciones topográficas del terreno. La tolerancia permitida será de acuerdo con la expresión (1).

d) Cálculo y elaboración de planos.

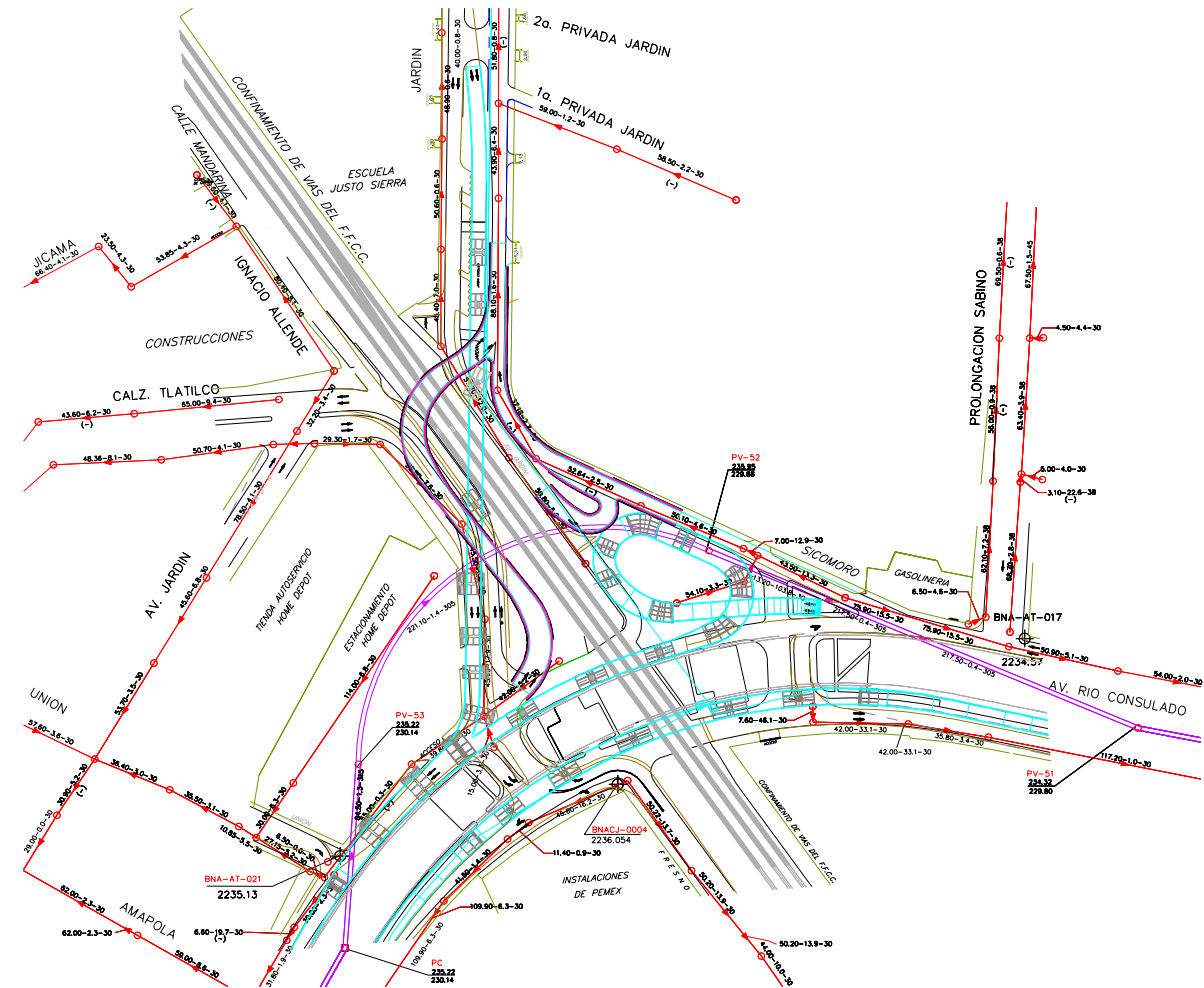
Una vez concluidos los trabajos de campo se procederá al cálculo y elaboración de planos topográficos de planimetría, perfiles, detalles e infraestructura existente. Los planos se deberán apegar a lo indicado en las Normas correspondientes.

Se deberá elaborar un plano general obligadamente para cada uno de los Levantamientos Topográficos realizados, las escalas recomendadas para planta es de 1:2000, en tanto para el perfil la escala horizontal es de 1:2000 y en escala vertical debe ser la más conveniente para el proyecto, de tal forma que se aprecien todos los accidentes topográficos.

Siguiendo los lineamientos anteriormente expuestos, el resultado del estudio Topográfico obtenido para la zona en estudio que se ubica entre el km 1+947.29 al 2+221 del Tren Suburbano que se presenta en el Plano, Levantamiento Topográfico de Planimetría e Infraestructura Existente 01-LT y 02-PLT.

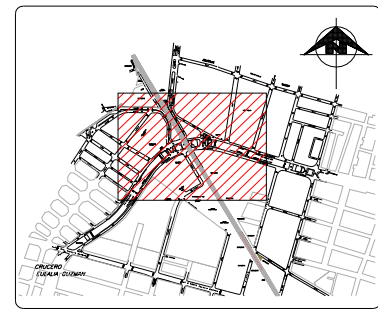


RED DE AGUA POTABLE



RED DE DRENAJE

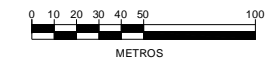
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
LÍNEA DE PARAMENTO	
LÍNEA DE GUARNICIÓN	
BANCO DE NIVEL	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
ATARJEA	
TUBERÍA DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A DESNIVEL EN PERPENDICULAR	
PROYECTO PIV RAMA 40 Y 50	
CAJA DE AGUA POTABLE	
ACCESORIOS DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A NIVEL	
UNIDAD (m) PERPENDICULAR (m) DIÁMETRO DE TUBO (cm)	360 - 1.4 - 305

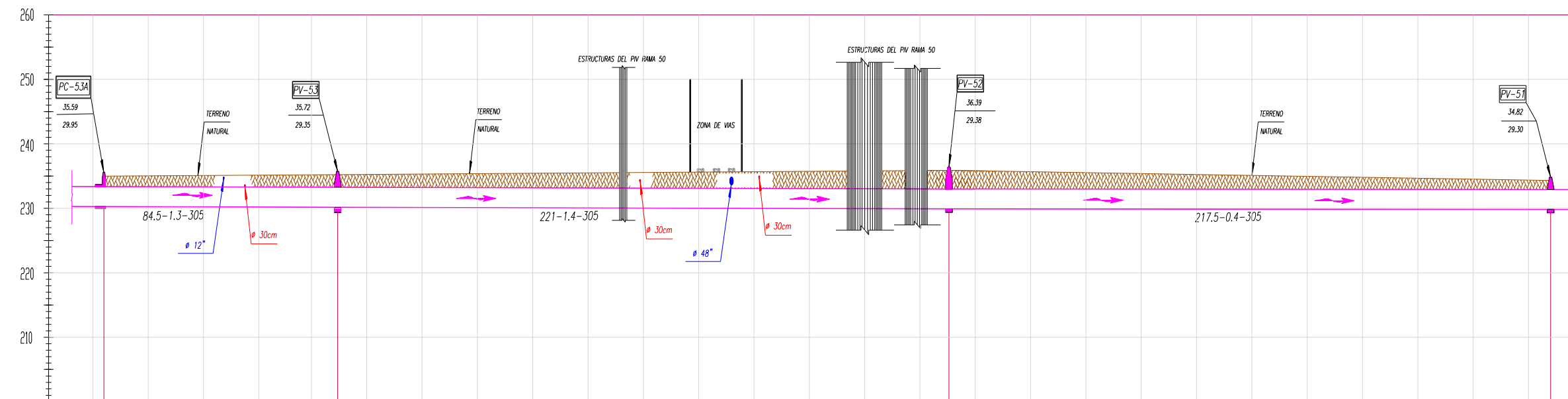
ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

- 1.- SISTEMA DE COORDENADAS
- 2.- NORTE MAGNÉTICO.
- 3.- LAS ELEVACIONES DEL TERRENO QUE NO ESTEN INDICADAS QUEDARAN DEFINIDAS DE ACUERDO A UN BANCO DE NIVEL OFICIAL.
- 4.- ACOTACIONES Y ELEVACIONES DADAS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.

	UNAM FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARACÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	TÍTULO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+074.20 AL 2+021 DEL TRONCO SUBURBANO.	
TIPO DE PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PLANIMETRÍA E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	FECHA: MARZO 2009	
DIRECTOR M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	ACOT.: METROS	ESCALA: SIN ESCALA
TESISTA VICTOR SÁNCHEZ CABRERA	PLANO NO.: 01-LT	

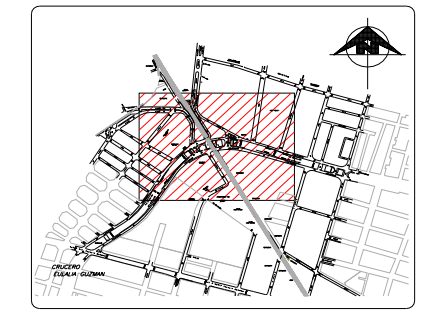


ELEVACION	COLECTOR CONSULADO DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO DE 3.05 MTS DE DIAMETRO	
	LOMO DEL TUBO	PLANTILLA DEL TUBO
234.99	233.70	234.99
235.04	233.38	235.04
235.09	233.35	235.09
235.14	233.32	235.14
235.19	233.30	235.19
235.22	233.29	235.22
235.25	233.28	235.25
235.31	233.25	235.31
235.37	233.23	235.37
235.35	233.21	235.35
235.49	233.18	235.49
235.55	233.16	235.55
235.61	233.14	235.61
235.49	233.11	235.49
235.56	233.09	235.56
235.62	233.07	235.62
235.86	233.04	235.86
235.89	233.03	235.89
235.82	233.03	235.82
235.67	233.02	235.67
235.53	233.01	235.53
235.39	233.00	235.39
235.24	233.00	235.24
235.10	232.99	235.10
234.95	232.98	234.95
234.81	232.98	234.81
234.66	232.97	234.66
234.52	232.96	234.52
234.38	232.95	234.38
234.32	232.95	234.32

PERFIL DEL COLECTOR

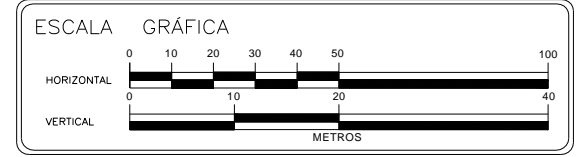
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VETICAL 1:400

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	
ATARGEA	
TUBERIA DE AGUA POTABLE	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
DURMIENTES	
POZO	
ELEVACION DEL TERRENO	
ELEVACION DE PLANTILLA	
LONGITUD (m)-PENDIENTE (en milésimas)-DIAMETRO DE TUBO (cm)	360 - 1.4 - 305



- NOTAS:
- 1.- SISTEMA DE COORDENADAS
 - 2.- NORTE MAGNÉTICO.
 - 3.- LAS ELEVACIONES DEL TERRENO QUE NO ESTEN INDICADAS QUEDARAN DEFINIDAS DE ACUERDO A UN BANCO DE NIVEL OFICIAL.
 - 4.- ADOTACIONES Y ELEVACIONES DADAS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.

UNAM 	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	"DESVIÓ DEL COLECTOR 'CONSULADO' EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL 2+221 DEL TREN SUBURBANO."	
TIPO DE PLANO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PLANIMETRÍA E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		FECHA: MARZO 2009
DIRECTOR M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ		ESCALA: METROS SIN ESCALA
TESISTA VICTOR SÁNCHEZ CABRERA		PLANO No. 02-PLT

3.2. Disyuntivas.

Con la información derivada del Plano, Levantamiento Topográfico de Planimetría e Infraestructura Existente 01-LT y 02-PLT, en este apartado se plantean y analizan diversas opciones para el desvío del colector Río Consulado, con la finalidad de encontrar la mejor propuesta desde los puntos de vista económico, constructivo y de eficiencia hidráulica, y de esta manera permita dar solución a los problemas que ocasionaran la cimentación de los Pasos Inferiores Vehiculares (PIV) laterales denominados RAMA 40 y 50, sobre la Av. Circuito Interior, que inducen las obras del Tren Suburbano.

A continuación se describen cuatro alternativas viables, es importante señalar que de acuerdo con la información existente, el cadenamiento del colector crece hacia aguas arriba.

a) Alternativa No1:

Tubería de colector de concreto reforzado prefabricado, con conexiones a pozos de visita existentes y dos cambios de dirección.

El desvío del colector se iniciará en el pozo caja denominado PC-53A que se encuentra localizado en el cadenamiento 6+554.10 km, dicho pozo será modificado con el nuevo cambio de dirección, que permitirá dar continuidad al flujo y garantizar su respectivo mantenimiento, para tal efecto se utilizará el mismo material con que el pozo fue construido.

Se propone para el colector una pendiente del 1.7%, una longitud de 384.07 m. y su trayectoria contempla dos cambios de dirección, para descargar en el pozo de visita No 51, localizado en el cadenamiento 6+170.00 km, como se aprecia en los Planos 03-A1 y 04-PA1.

Concretamente el colector pasará a un costado de la cimentación, paralelo al PIV lateral RAMA 40, con una profundidad de 1.53 m a lomo de tubo, la vialidad lateral de la Av. Circuito Interior y en la esquina con la calle Fresnos (enfrente del edificio de las instalaciones de PEMEX) en el cadenamiento 6+391.45 km. sufre su primer cambio de dirección, atraviesa el confinamiento de las vías del Tren Suburbano y tiene el segundo cambio de dirección, en los cadenamientos 6+373.78 y 6+236.90 km, respectivamente.

Finalmente se conectará al pozo de visita No 51 ya existente.

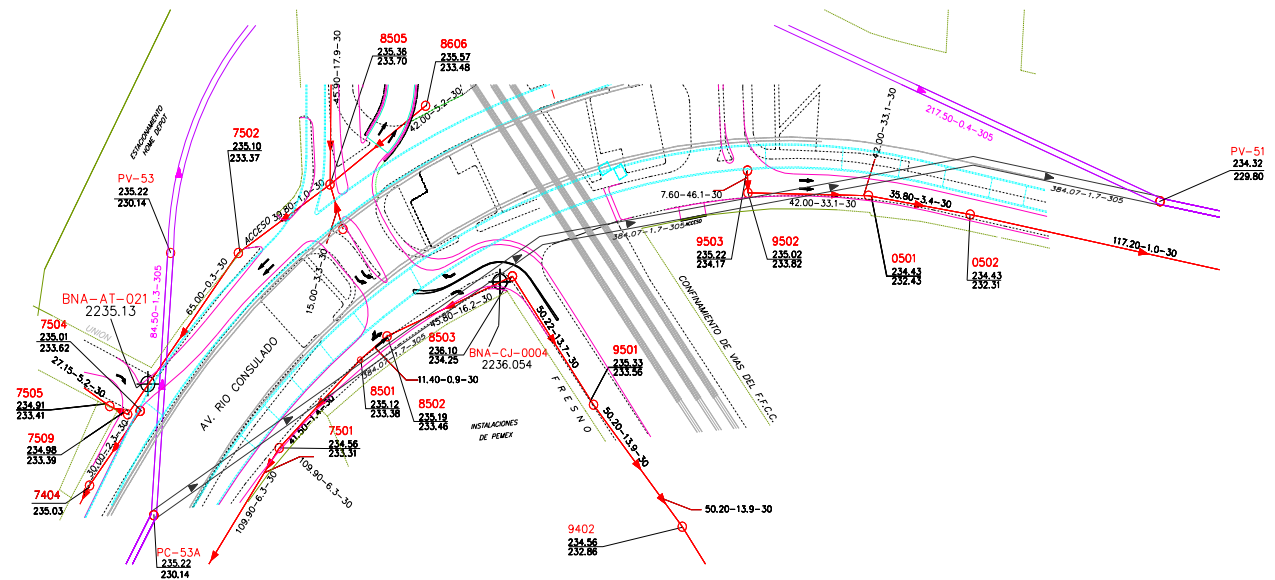
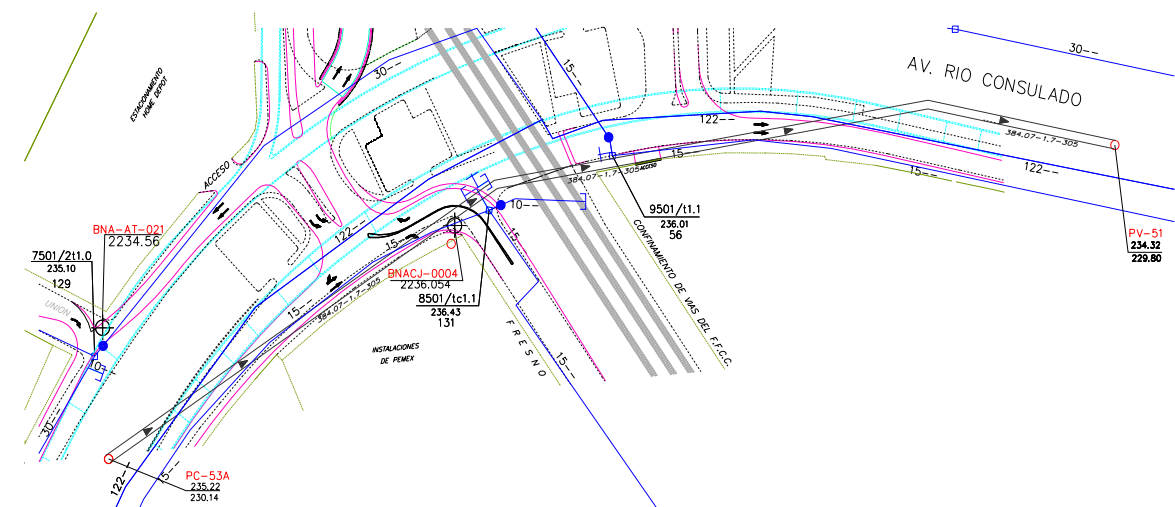
En el trazado propuesto para el colector, el estudio topográfico detecto varias intersecciones con las tuberías de la red de agua potable y alcantarillado, cuya ubicación exacta se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9.- Ubicación de las Tuberías		
Red	Diámetro Pulg.	Intersección Cadenamiento en km
Agua Potable	48	6+269.79
Alcantarillado	6	6+274.33
Alcantarillado	6	6+302.31
Agua Potable	6	6+318.13
Agua Potable	6	6+397.97
Agua Potable	6	6+426.82
Alcantarillado	6	6+435.18
Alcantarillado	6	6+459.07
Alcantarillado	6	6+478.43
Agua Potable	48	6+489.69
Agua Potable	48	6+521.70

No existe interferencia alguna entre las tuberías del colector y las de los servicios descritos, debido a que el nivel en el que se ubicará el colector es más bajo.

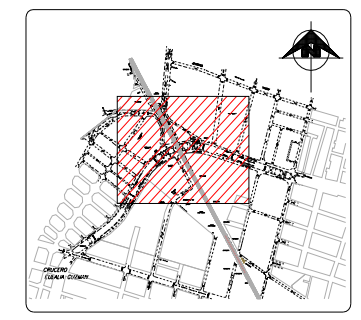
La tubería existente es de concreto reforzado hecho en obra con un diámetro 3.05 m y en el tramo de desvío se empleará tubería de concreto reforzado prefabricado con el mismo diámetro que el existente, garantizando de esta forma la continuidad en su funcionamiento hidráulico, así como, el tiempo de construcción sea mínimo, afectando lo menos posible el tránsito vehicular de la zona, ya que la Av. Río Consulado es una arteria principal.

RED DE AGUA POTABLE



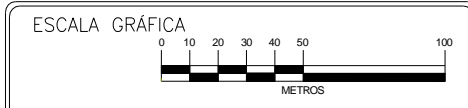
RED DE DRENAJE

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



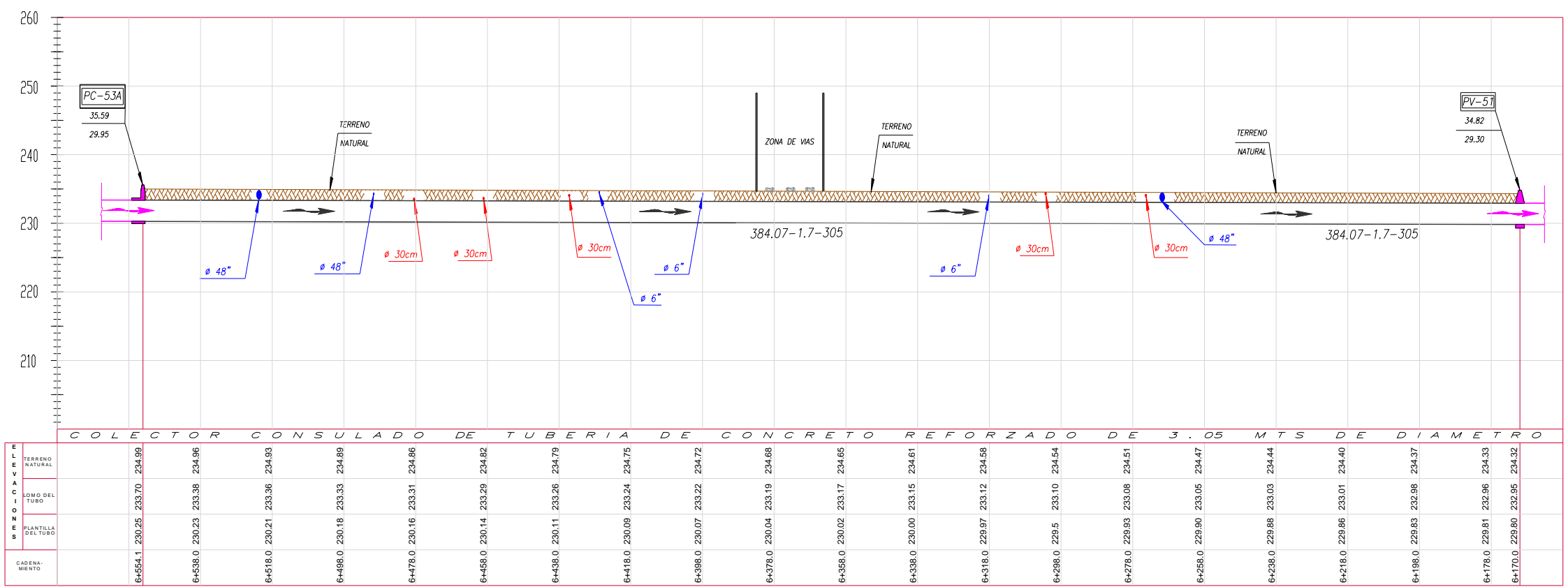
SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
LÍNEA DE PARAMENTO	
LÍNEA DE GUARNICIÓN	
BANCO DE NIVEL	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
ATARCEA	
TUBERÍA DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A NIVEL EN DEPRIMIDO	
PROYECTO PIV RAMA 40 Y 50	
ALTERNATIVA No1	
ACCESORIOS DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A NIVEL	
LONGITUD (m) - PENDIENTE (m/100m) - DIÁM. TUBO (cm)	360 - 14 - 305



NOTAS:

	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	"SERVIDO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPROMETIDO ENTRE EL KM 1.474.28 AL 2.421 DEL TREN SUBURBANO."	
TIPO DE PLANO	PLANTA - ALTERNATIVA No 1.	FECHA: MARZO 2009
	TUBERÍA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO CON CONEXIONES A POZOS DE VISITA EXISTENTES Y DOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN.	ESCALA: SIN ESCALA
DIRECTOR	M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	PLANO No. 03-A1
TESISTA	VICTOR SANCHEZ CABRERA	



PERFIL DEL COLECTOR

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VETICAL 1:400

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	
ATARGEA	
TUBERÍA DE AGUA POTABLE	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
DURMIENTES	
POZO	
ELEVACIÓN DEL TERRENO	
ELEVACIÓN DE PLANTILLA	
LONGITUD (m) - PENDIENTE (%)	
(diámetro) - DIAMETRO DE TUBO (cm)	

360 - 1.4 - 305

ESCALA GRÁFICA

HORIZONTAL

VERTICAL

METROS

NOTAS:

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	"DESVID DEL COLECTOR 'CONSULADO' EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL 2+221 DEL TREN SUBURBANO."	
	TIPO DE PLANO PERFIL - ALTERNATIVA No 1. TUBERÍA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO, CON CONEXIONES A POZOS DE VISITA EXISTENTES Y DOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN.	FECHA: MARZO 2009
DIRECTOR M. en I. PRATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	ACOT. METROS	ESCALA: SIN ESCALA
TESISTA VICTOR SÁNCHEZ CABRERA	PLANO No.	04-PA1

b) Alternativa No2:

Tubería de colector de concreto reforzado prefabricado, con conexiones a pozos caja y tres cambios de dirección.

Inicia la obra inducida en el pozo caja PC-53A que se encuentra localizado en el cadenamamiento 6+554.10 km, dicho pozo será modificado con el nuevo cambio de dirección, que permitirá dar continuidad al flujo y garantizar su respectivo mantenimiento, para tal efecto se utilizará el mismo material con que el pozo fue construido.

Se plantea para el colector una pendiente del 1%, una longitud de 285.28 m, y su trayectoria contempla tres cambios de dirección, para descargar en el pozo caja PC-1 que se construirá en la obra, localizado en el cadenamamiento 6+310.40 km, como se aprecia en los Plano 05-A2 y 06-PA2.

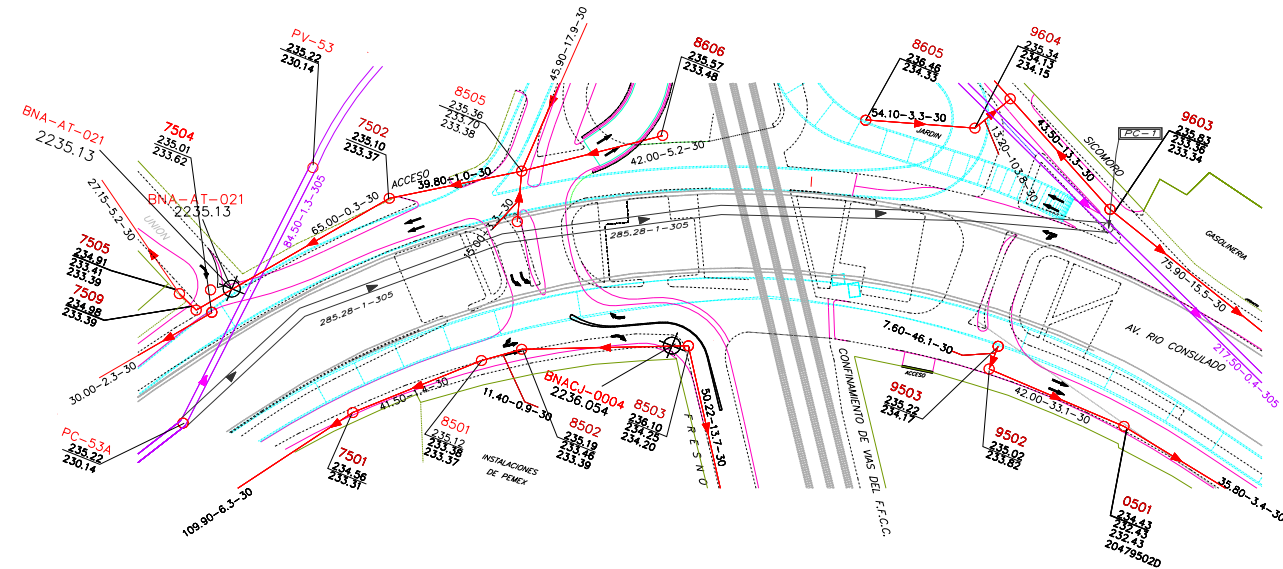
Precisamente el colector pasará a un costado de la cimentación, paralelo al PIV lateral RAMA 50, este se encuentra al centro de la Av. Circuito Interior, con una profundidad de 1.80 m a lomo de tubo.

Los cambios de dirección que tiene en su trayectoria se encuentran en los cadenamamientos 6+547.99, 6+486.23 y 6+422.60 km atravesando el confinamiento de las vías del Tren Suburbano en el cadenamamiento 6+410.40 km. Finalmente se conectará al pozo caja PC-1 sobre la calle Socorro, que se construirá de concreto prefabricado con su "chimenea" protegida por una tapa de fierro fundido.

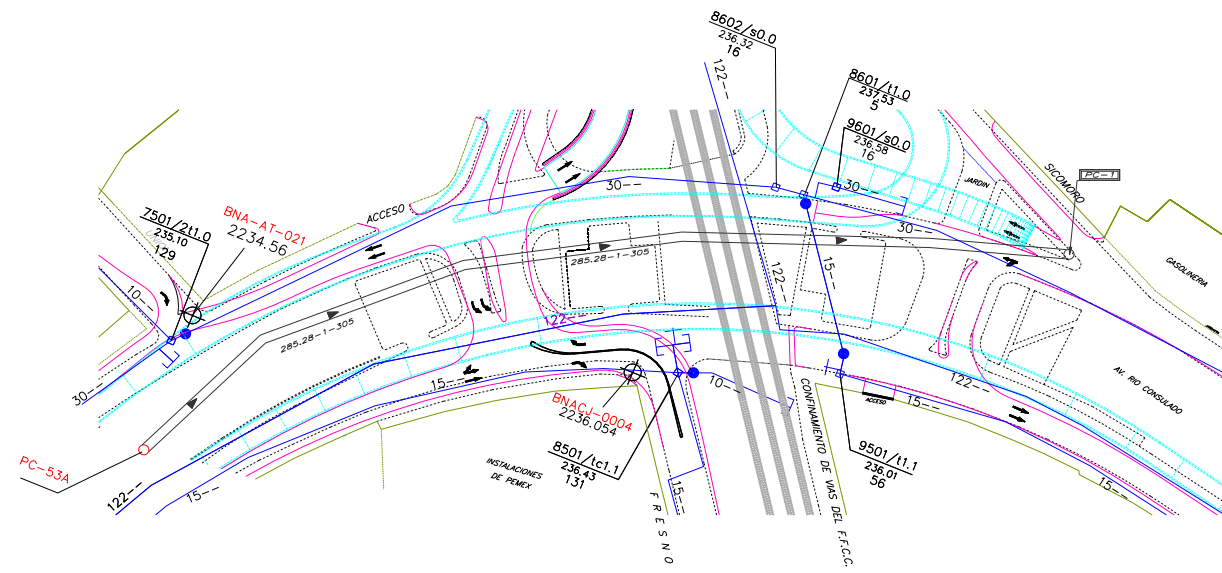
El estudio topográfico reveló que no existe interferencia alguna con las intersecciones entre las tuberías del colector y la red de agua potable, debido a que el nivel en el que se ubicará el colector es más bajo, estas se ubican en los cadenamamientos 6+400.86 y 6+384.00 km, con diámetros de 48" y 6" respectivamente.

La tubería existente es de concreto reforzado hecho en obra con un diámetro 3.05 m y en el tramo de desvío se empleará tubería de concreto reforzado prefabricado con el mismo diámetro, garantizando de esta forma la continuidad en su funcionamiento hidráulico, así como, el tiempo de construcción sea mínimo, afectando lo menos posible el tránsito vehicular de la zona, ya que la Av. Río Consulado es una arteria principal.

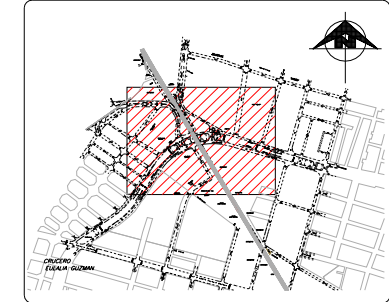
RED DE AGUA POTABLE



RED DE DRENAJE



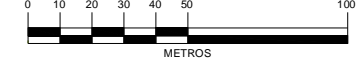
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

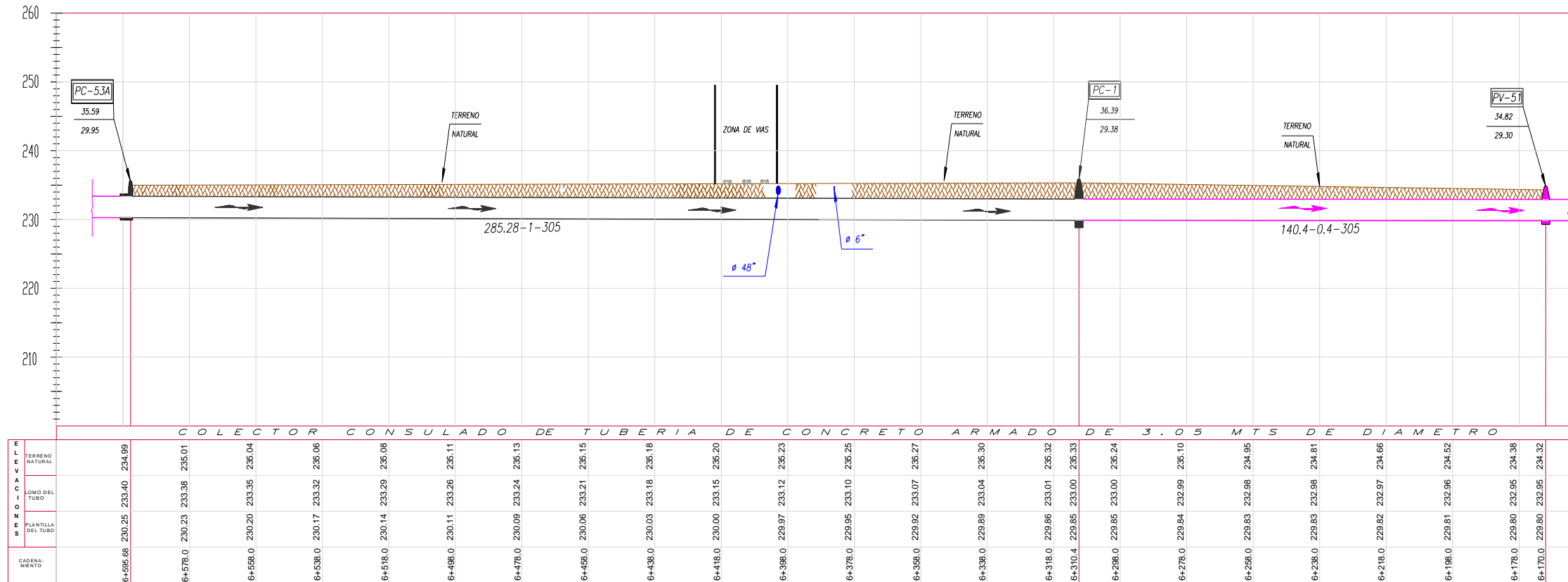
COLECTOR	
LÍNEA DE PARAMENTO	
LÍNEA DE GUARNICIÓN	
BANCO DE NIVEL	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
ATARCEA	
TUBERÍA DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A DESNIVEL EN DEPRIMIDO	
PROYECTO PIV RAMA 40 Y 50	
ALTERNATIVA No1	
ACCESORIOS DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A NIVEL	
LONGITUD (m)-PENDIENTE (por mil)-DIÁMETRO DE TUBO (cm)	

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

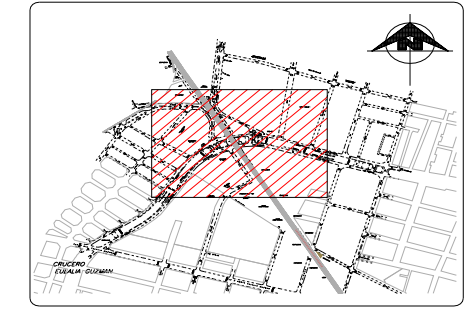
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	TÍTULO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL 2+221 DEL TREN SUBURBANO.	FECHA: MARZO 2009
TIPO DE PLANO: PLANTA - ALTERNATIVA No2. TUBERÍA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO PREFABRICADO, CON CONEXIONES A POZO DE VISITA EXISTENTES Y TRES CAMBIOS DE DIRECCIÓN.	ADO: METROS ESCALA: SIN ESCALA	
DIRECTOR: M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNANDEZ	PLANO No. 05-A2	
TESISISTA: VICTOR SANCHEZ CARRERA		



PERFIL DEL COLECTOR

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VETICAL 1:400

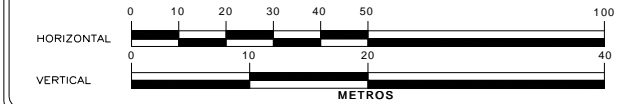
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	
ATARGEA	
TUBERIA DE AGUA POTABLE	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
DURMIENTES	
POZO	
ELEVACIÓN DEL TERRENO	
ELEVACIÓN DE PLANTILLA	
LONGITUD (m)-PENDIENTE (%)	
(metros)-DIAMETRO DE TUBO (cm)	

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	DESÍO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL 2+221 DEL TRÉN SUBURBANO.	
	TIPO DE PLANO	FECHA:
	PERFIL - ALTERNATIVA N° 2 TUBERIA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO PRE-FABRICADO, CON CONEXIONES A POZOS DE VISITA EXISTENTES Y TRES CAMBIOS DE DIRECCIÓN.	MARZO 2009
DIRECTOR	ACOT:	ESCALA:
M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	METROS	SIN ESCALA
TESISTA	PLANO No.	
VICTOR SÁNCHEZ CABRERA	06-PA2	

c) Alternativa No3:

Tubería de colector de concreto reforzado in situ, conexiones con pozos de visita existentes y con cajas de protección de concreto en 2 tramos del colector.

La obra inducida que generó el PIV lateral RAMA 50 al colector se empezará en el pozo de visita PV-53, ya existente, que se encuentra localizado en el cadenamiento 6+572.43 km, dicho pozo será modificado con el nuevo cambio de dirección, que permitirá dar continuidad al flujo y garantizar su respectivo mantenimiento, para tal efecto se utilizará el mismo material con que el pozo fue construido. Se propone para el colector una pendiente del 1.4%, una longitud de 184.93 m. y su trayectoria será recta, para descargar en el pozo de vista No 52 (existente), localizado en el cadenamiento 6+387.50 km, como se aprecia en los Planos 07-A3 y 08-PA3.

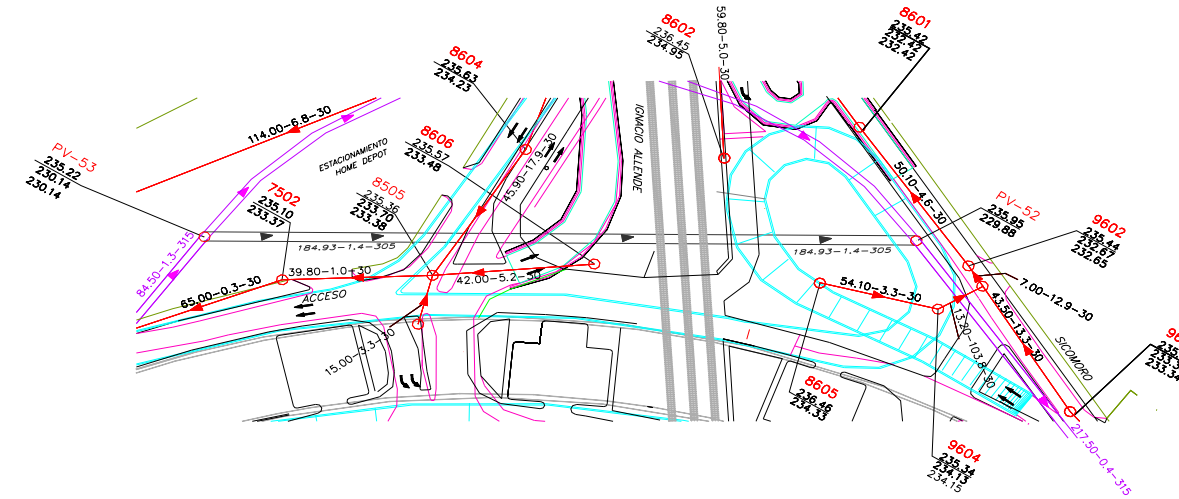
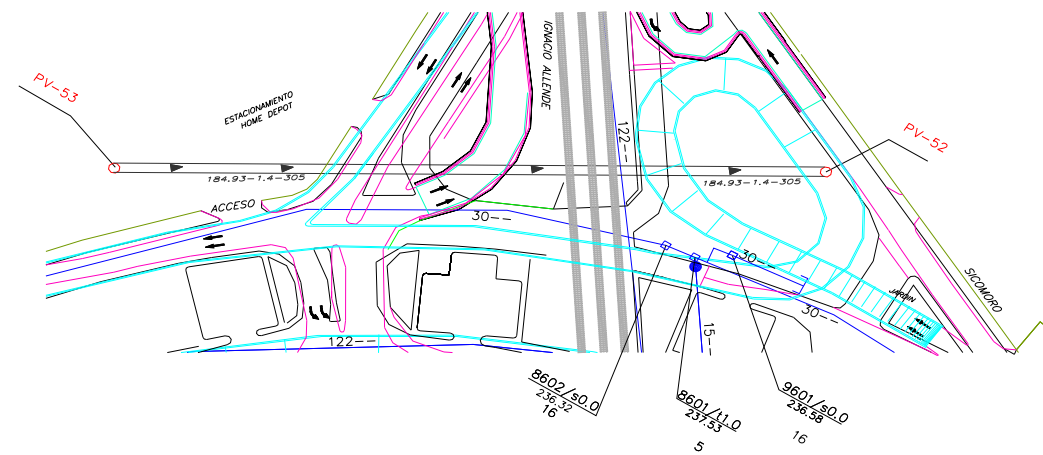
Precisamente el colector pasará por el centro de la cimentación en 2 tramos del PIV lateral RAMA 50, estos están localizados en los cadenamientos 6+546.48 y 6+429.61 km. Para proteger el colector de la interacción suelo-estructura se construirán cajones de concreto ayudando a contrarrestar las cargas transmitidas por la superestructura del PIV.

El colector pasara a una profundidad de 2.40 m a lomo de tubo y 52.33 m del mismo atraviesan el estacionamiento de una importante tienda de suministro de materiales, ubicada en la esquina que forman la Av. Circuito Interior y la calle Ignacio Allende, también dentro de este predio queda emplazado el PV-53. El colector atraviesa el confinamiento de las vías del Tren Suburbano en el cadenamiento 6+448.51 km para finalmente conectarse al pozo de visita No 52 ya existente.

En el trazado propuesto para el colector, el estudio topográfico detectó que no existe interferencia alguna en las intersecciones entre la tubería del colector y los servicios de la red de alcantarillado con diámetros de 0.30 m en el cadenamiento 6+506.02 km y el de agua potable con diámetro de 48" en el cadenamiento 6+440.78 km, esto se debe a que el nivel en el que se ubicara el colector es más bajo.

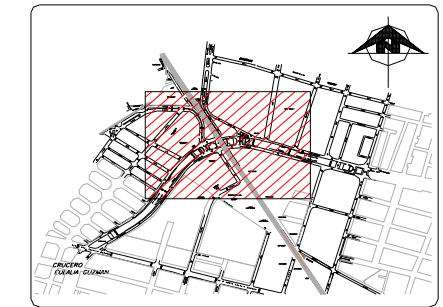
La tubería existente es de concreto reforzado hecho en obra con un diámetro 3.05 m y en el tramo de desvío se empleara tubería de concreto reforzado in situ, con el mismo diámetro que el existente, garantizando de esta forma la continuidad en su funcionamiento hidráulico y afectando lo menos posible el transito vehicular de la zona, ya que la Av. Río Consulado es una arteria principal.

RED DE AGUA POTABLE



RED DE DRENAJE

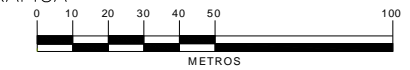
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

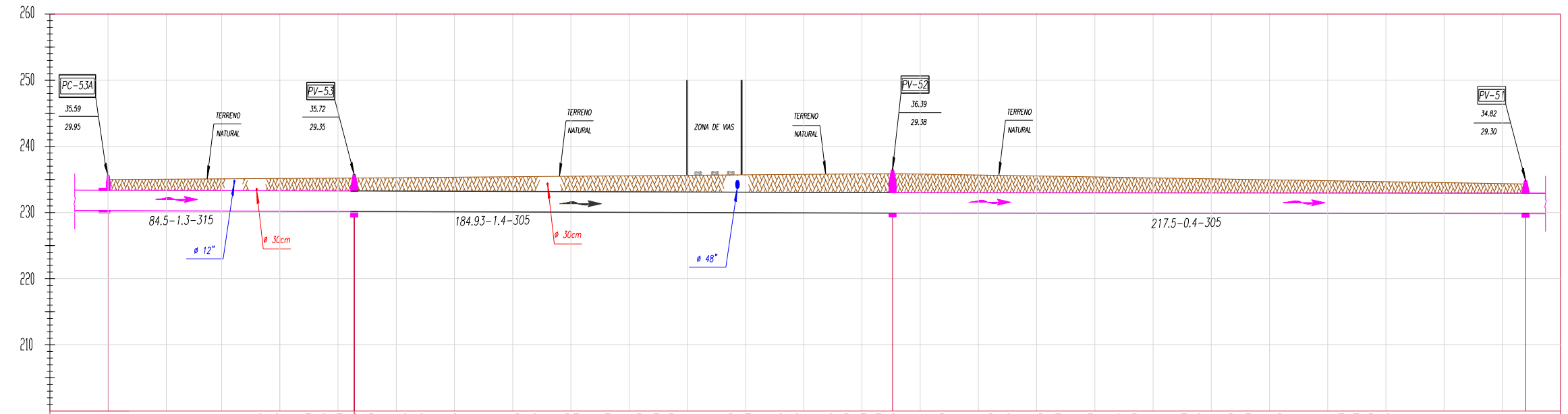
COLECTOR	
LÍNEA DE PARAMENTO	
LÍNEA DE GUARNICIÓN	
BANCO DE NIVEL	
POZO DE VISITA COMÚN	
POZO CAJA	
ATARGEA	
TUBERÍA DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A DESNIVEL EN DEPRIMIDO	
PROYECTO PIV RAMA 40 Y 50	
ALTERNATIVA No1	
ACCESORIOS DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A NIVEL	
LONGITUD (m) - PENDIENTE (m/100) - DIÁMETRO DE TUBO (cm)	360 - 1.4 - 305

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

	UNAM FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARACÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	DESVÍO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL 2+221 DEL TRÉN SUBURBANO.	
TIPO DE PLANO: PLANTA - ALTERNATIVA No 3. TUBERÍA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO IN SITU CON CONEXIÓN CON POCOS DE VISITA EXISTENTES Y CON CAJAS DE PROTECCIÓN DE CONCRETO EN 2 TRAMOS DEL COLECTOR.	FECHA: MARZO 2009	
DIRECTOR: M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	ACOT: METROS ESCALA: SIN ESCALA	
TESISTA: VÍCTOR SÁNCHEZ CABRERA	PLANO No. 07-A3	

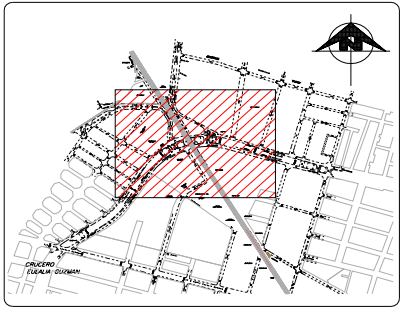


COLECTOR			CONSULADO DE TUBERIA DE CONCRETO ARMADO DE 3.05 MTS DE DIAMETRO		
CADENA-MIENTO	PLANTILLA DEL TUBO	LOMO DEL TUBO	CADENA-MIENTO	PLANTILLA DEL TUBO	LOMO DEL TUBO
6+487.9	230.25	233.70	234.99		
6+478.0	230.23	233.38	235.04		
6+468.0	230.20	233.35	235.09		
6+458.0	230.17	233.32	235.14		
6+418.0	230.15	233.30	235.19		
6+408.5	230.14	233.29	235.22		
6+458.0	230.12	233.27	235.27		
6+438.0	230.09	233.24	235.34		
6+418.0	230.06	233.21	235.42		
6+408.0	230.04	233.19	235.49		
6+478.0	230.01	233.16	235.56		
6+458.0	229.98	233.13	235.63		
6+438.0	229.95	233.1	235.70		
6+418.0	229.92	233.07	235.78		
6+398.0	229.89	233.04	235.85		
6+387.5	229.88	233.03	235.89		
6+378.0	229.88	233.03	235.82		
6+358.0	229.87	233.02	235.67		
6+338.0	229.86	233.01	235.53		
6+318.0	229.85	233.00	235.39		
6+298.0	229.85	233.00	235.24		
6+278.0	229.84	232.99	235.10		
6+258.0	229.83	232.98	234.95		
6+238.0	229.83	232.98	234.81		
6+218.0	229.82	232.97	234.66		
6+198.0	229.81	232.96	234.52		
6+178.0	229.80	232.95	234.38		
6+170.0	229.80	232.95	234.32		

PERFIL DEL COLECTOR

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VETICAL 1:400

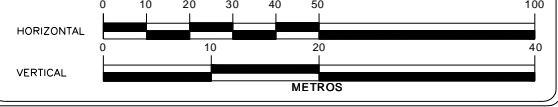
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	
ATARGEA	
TUBERIA DE AGUA POTABLE	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
DURMIENTES	
POZO	
ELEVACION DEL TERRENO	
ELEVACION DE PLANTILLA	
LONGITUD (m)-PENDIENTE	
(milesimas)-DIAMETRO DE TUBO (cm)	

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	DESVÍO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 149+220 AL 2+221 DEL TRON SUBURBANO.	TIPO DE PLANO: PERFIL - ALTERNATIVA No. 3. TUBERIA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO IN SITU, CONEXIONES CON POZOS DE VISITA EXISTENTES Y CON CASAS DE PROTECCION DE CONCRETO EN 2 TRAMOS DEL COLECTOR.
DIRECTOR: M. en I. PATROCINO ARROYO HERNANDEZ TESTISTA: VICTOR SANCHEZ CABRERA		

d) Alternativa No4:

Tubería de colector de concreto reforzado in situ con dos cajas de protección de concreto y conexión inicial en pozo caja (propuesto) y final en pozo de visita existente.

El desvío del colector se iniciará en el pozo caja denominado PC-2 que se encuentra localizado en el cadenamiento 6+555.30 km, dicho pozo será construido en obra de mampostería, que permitirá dar continuidad al flujo y garantizar su respectivo mantenimiento.

Se plantea para el colector una pendiente del 1.4%, una longitud de 167.81 m. y su trayectoria será recta, para descargar en el pozo de visita No 52 existente, localizado en el cadenamiento 6+387.50 km, como se aprecia en los planos 09-A4 y 10-PA4.

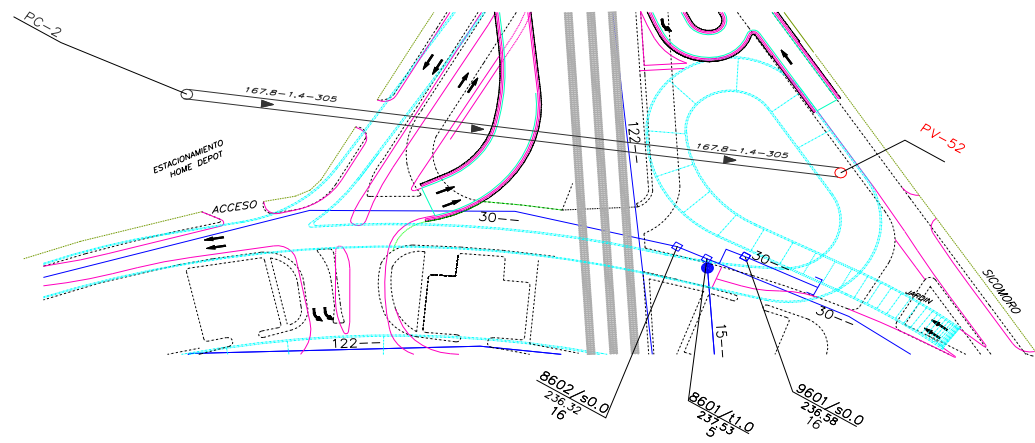
Concretamente el colector pasará por el centro de la cimentación en 2 tramos del PIV lateral RAMA 50, localizados en los cadenamientos 6+546.48 y 6+429.61 km, por lo que será necesario proteger el colector de la interacción suelo-estructura con cajones de concreto y contrarrestar de esta manera los efectos de las cargas transmitidas por la superestructura del PIV.

El colector pasará a una profundidad de 2.38 m a lomo de tubo y 43.54 m del mismo atraviesan el estacionamiento de una importante tienda de suministro de materiales, ubicada en la esquina que forman la Av. Circuito Interior y la calle Ignacio Allende, también dentro de este predio quedan emplazados el PV-53 y el PC-2. El colector atraviesa el confinamiento de las vías del Tren Suburbano en el cadenamiento 6+448.51 km para finalmente conectarse al pozo de visita No 52 ya existente.

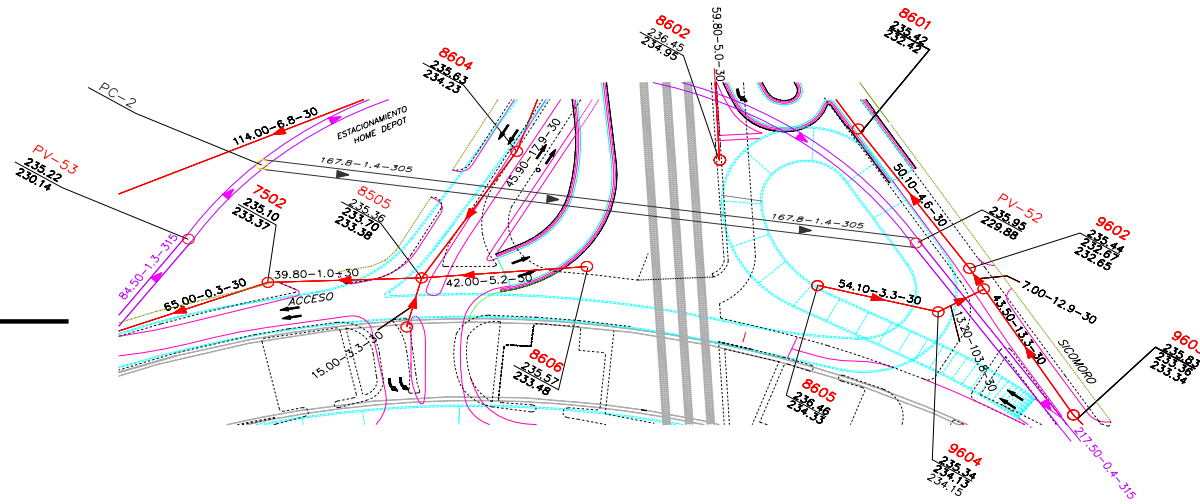
En el trazado propuesto para el colector, el estudio topográfico logro establecer que no existe interferencia alguna en las intersecciones entre la tubería del colector y los servicios de la red de alcantarillado con diámetros de 0.30 m en el cadenamiento 6+557.99 km y el de agua potable con diámetro de 48" en el cadenamiento 6+441.26 km, esto se debe a que el nivel en el que se ubicará el colector es más bajo.

La tubería existente es de concreto reforzado hecho en obra con un diámetro 3.05 m y en el tramo de desvío se empleará tubería de concreto reforzado in situ, con el mismo diámetro que el existente, garantizando de esta forma la continuidad en su funcionamiento hidráulico, afectando lo menos posible el tránsito vehicular de la zona.

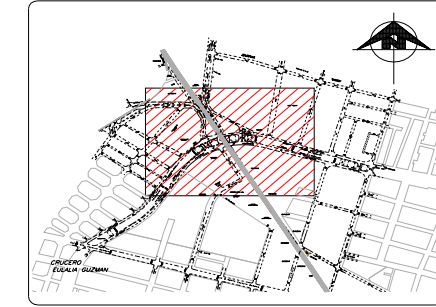
RED DE AGUA POTABLE



RED DE DRENAJE



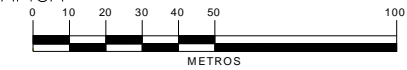
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

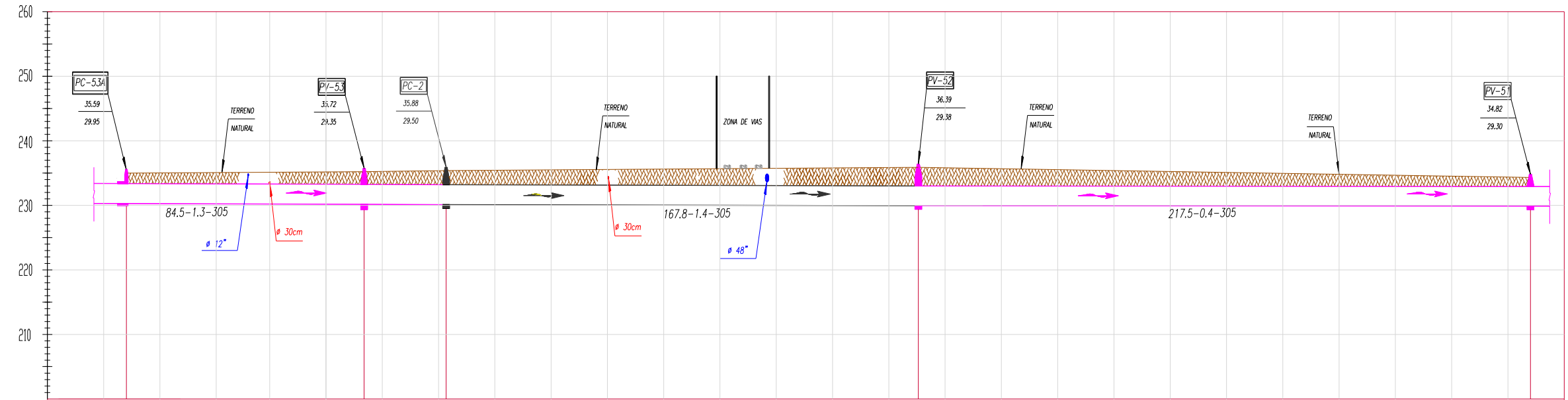
COLECTOR	
LÍNEA DE PARAMENTO	
LÍNEA DE GUARNICIÓN	
BANCO DE NIVEL	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
ATARGEA	
TUBERIA DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A DESNIVEL EN DEPRIMIDO	
PROYECTO PIV RAMA 40 Y 50	
ALTERNATIVA No1	
ACCESORIOS DE AGUA POTABLE	
PROYECTO MODIFICADO A NIVEL	
LONGITUD COMPENDIENTE	
COLECCIÓN-DIÁMETRO DE TUBO (cm)	360 - 1.4 - 305

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	"DESVÍO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+874.29 AL 2+221 DEL TREN SUBURBANO."	
	TIPO DE PLANO: PLANTA - ALTERNATIVA No. 4. TUBERÍA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO IN SITU CON DOS CAJAS DE PROTECCIÓN DE CONCRETO Y CONEXIÓN INICIAL EN POZO CAJA (PROPUESTO) Y FINAL EN POZO DE VISITA EXISTENTE.	FECHA: MARZO 2009 ACOT: METROS ESCALA: SIN ESCALA PLANO No. 09-A4
DIRECTOR: M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ TESISTA: VICTOR SÁNCHEZ CABRERA		

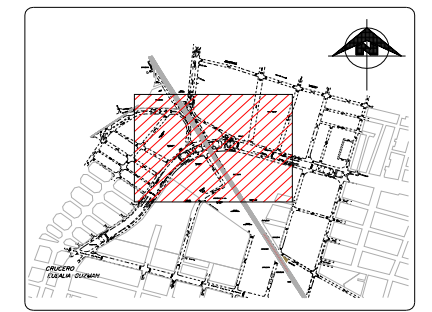


		COLECTOR CONSULADO DE TUBERIA DE CONCRETO ARMADO DE 3.05 MTS DE DIAMETRO																										
ELEVACIONES	TERRENO NATURAL	234.99	235.02	235.08	235.13	235.18	235.22	235.26	235.37	235.37	235.35	235.49	235.55	235.61	235.49	235.56	235.62	235.66	235.53	235.39	235.24	235.10	234.95	234.81	234.66	234.52	234.38	234.32
	LOMO DEL TUBO	233.70	233.38	233.36	233.33	233.31	233.29	233.28	233.23	233.23	233.21	233.18	233.16	233.14	233.11	233.09	233.07	233.04	233.01	232.97	233.00	233.00	232.99	232.98	232.98	232.96	232.95	232.95
	PLANTILLA DEL TUBO	230.25	230.23	230.21	230.18	230.16	230.13	230.13	230.08	230.08	230.06	230.03	230.01	229.99	229.96	229.94	229.92	229.89	229.87	229.86	229.85	229.85	229.84	229.83	229.83	229.81	229.80	229.80
	CADENAMIENTO	6+689.9	6+686.0	6+683.0	6+618.0	6+598.0	6+584.4	6+578.0	6+596.0	6+595.3	6+538.0	6+518.0	6+498.0	6+478.0	6+468.0	6+438.0	6+418.0	6+398.0	6+387.5	6+378.0	6+368.0	6+338.0	6+318.0	6+298.0	6+278.0	6+258.0	6+238.0	6+178.0

PERFIL DEL COLECTOR

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VETICAL 1:400

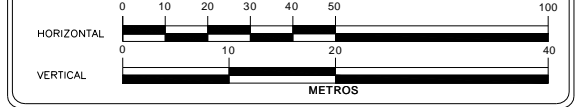
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

COLECTOR	
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO	
ATARGEA	
TUBERIA DE AGUA POTABLE	
POZO DE VISITA COMUN	
POZO CAJA	
DURMIENTES	
POZO	
ELEVACION DEL TERRENO	
ELEVACION DE PLANTILLA	
LONGITUD (m)-PENDIENTE (m/m)	
(m/m)-DIAMETRO DE TUBO (cm)	

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	TIPO DE PLANO PERFIL ALTERNATIVA N° 4 TUBERIA DE COLECTOR DE CONCRETO REFORZADO IN SITU CON DOS CAJAS DE PROTECCIÓN DE CONCRETO Y CONEXIÓN INICIAL EN POZO CAJA (PROPUESTO) Y FINAL EN POZO DE VISITA EXISTENTE.	FECHA: MARZO 2009
DIRECTOR: M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	ACODI: METROS SIN ESCALA	PLANO No. 10-PA4
TESISISTA: VICTOR SÁNCHEZ CABRERA		

3.3. Ventajas y desventajas.

En este apartado se efectuará un análisis comparativo de las opciones anteriores, a fin de poder determinar cual de ellas es la solución viable al problema que inducen las obras del Tren Suburbano, respecto a la interferencia con el colector Río Consulado y la cimentación de los PIV RAMA 40 y RAMA 50, sobre la lateral de la Av. Circuito Interior.

a) Alternativa No1:

Tubería de colector de concreto reforzado prefabricado, con conexiones a pozos de visita existentes y dos cambios de dirección.

Ventajas

- Durante la excavación no se afectará a ningún predio.
- Disminuirá el tiempo en el proceso de construcción del colector por ser concreto reforzado prefabricado.
- El tiempo de obstrucción de las vialidades laterales, se reducirá por el proceso constructivo y tipo de material del colector.
- El trazado del colector se encuentra distante de la cimentación, por lo tanto, permitirá la construcción simultánea del colector y la cimentación del PIV RAMA 40.
- Se aprovecharán los pozos existentes.
- La pendiente del colector es mayor a la actual, brindando un mejor funcionamiento hidráulico.

Desventajas

- Por colocarse tubería prefabricada, el costo de obra se incrementa.
- Su longitud de 384.07 m, es mayor que las demás alternativas.
- Intercepta ocho redes de servicio, lo que induce mayor tiempo de excavación, mano de obra y permisos adicionales.
- Entorpece el funcionamiento normal de las instalaciones de PEMEX, debido a que durante la excavación se obstruirán los accesos al edificio.
- La trayectoria del colector contempla 3 cambios de dirección, causantes de mayores pérdidas y reducción de la capacidad hidráulica.

b) Alternativa No2:

Tubería de colector de concreto reforzado prefabricado, con conexiones a Pozos caja y tres cambios de dirección.

Ventajas

- Disminuirá el tiempo en el proceso de construcción del colector por ser concreto reforzado prefabricado.
- Se reducirá el tiempo de obstrucción en las vialidades existentes.
- Se podrá construir al mismo tiempo el colector y la cimentación del PIV RAMA 50 por la distancia considerada que hay entre estos.
- La longitud del colector se reduce.
- El pozo caja PC-1 es prefabricado y contribuye a la reducción global del tiempo de construcción de la obra.
- El tiempo de obstrucción de las vialidades laterales, se reducirá por el proceso constructivo y tipo de material del colector.
- Tendrá menos pérdidas por tener una pendiente menor que la que tenía el colector existente.

Desventajas

- Se dificultará la construcción del colector, debido a que su trayectoria interfiere con la cimentación del PIV de la vialidad rápida existente.
- La construcción del pozo caja PC-1, aumentará el costo de la obra, sobre todo por ser prefabricado.
- El material de la tubería del colector aumentará el costo de la obra.
- Se espera una deficiencia en el funcionamiento hidráulico, como consecuencia, de la disminución de la pendiente en el tramo del colector.
- La trayectoria del colector contempla dos cambios de dirección, que provocarán mayores pérdidas.
- El trazo del colector cruza, en dos puntos diferentes, a las redes de servicio.

c) Alternativa No3:

Tubería de colector de concreto reforzado in situ, conexiones con pozos de visita existentes y con cajas de protección de concreto en 2 tramos del colector.

Ventajas

- Tiene la misma pendiente que el colector actual.
- Su trayectoria es recta.
- Aprovechara los pozos de visita existentes para su conexión.
- El costo de obra se reduce, debido a la tubería echa in situ.
- No tendrá interferencia con la cimentación del puente PIV RAMA 50.
- Para que la cimentación no dañe a la tubería se construirá protecciones en dos tramos.
- Su distancia es de 184.93 m.

Desventajas

- Durante el proceso constructivo del colector se invadirá el estacionamiento de una importante tienda de suministro de materiales.
- Contempla dos interferencias con las redes de servicio.
- La distancia entre la cimentación del PIV RAMA 50 y el colector es muy corta: 0.63 m.
- Tomará más tiempo la construcción, debido el proceso constructivo de la tubería.
- La supervisión debe ser muy eficiente.

d) Alternativa No4:

Tubería de colector de concreto reforzado in situ con dos cajas de protección de concreto y conexión inicial en pozo caja (propuesto) y final en pozo de visita existente.

Ventajas

- El desarrollo del colector es menor: 167.80 m.
- Tiene la misma pendiente que el colector actual.
- Su trayectoria es recta.
- Será menos costoso la obra por la tubería echa in situ.
- No tendrá interferencia con la cimentación del PIV RAMA 50.

Desventajas

- Durante el proceso constructivo del colector se invadirá el estacionamiento de una importante tienda de suministro de materiales, lo que implica permisos adicionales.
- Se construirá el pozo caja PC-2 en in situ, incrementando el costo de la obra.
- Contempla dos interferencias con las redes de servicio.
- La distancia entre la cimentación del PIV RAMA 50 y el colector es muy corta: 0.24 m.
- Se llevará más tiempo el proceso de construcción por el material de la tubería de concreto prefabricado in situ.
- El costo de obra se incrementa aún más, debido a las protecciones que se construirán en dos puntos del colector, para que la cimentación no dañe a la tubería.

3.4. Solución.

Después de analizar el apartado anterior y hacer una valoración de todas y cada una de las opciones presentadas y teniendo a los costos como prioridad, se puede elegir la solución más viable al problema planteado.

De acuerdo con el párrafo anterior, tal solución esta representada por la *Alternativa No3*, ya que el costo de la obra es reducido (comparado con las otras alternativas), debido principalmente a que aprovecha la infraestructura existente, como se detalla a continuación.

Serán menores los costos por ser la longitud de desarrollo más corta, por ser la excavación continua ya que solo contempla dos interferencias con los servicios hidrosanitarios, por el tipo de tubería a emplear, por no afectar tanto a las vialidades.

El costo de la construcción de las protecciones en los dos tramos donde cruza la cimentación se compensa con el proceso constructivo de las otras alternativas.

Una vez seleccionada la mejor alternativa, se procede en el siguiente capítulo, a desarrollar la memoria hidráulica.

CAPÍTULO IV

PROYECTO EJECUTIVO HIDRÁULICO

4.1. Estudios básicos.

Estos trabajos se avocaron a la recopilación y análisis de la información relacionada con el estado actual del sistema del colector Consulado y con los levantamientos topográficos realizados en el área de estudio que se mencionaron en el capítulo anterior, y de esta manera contar con un marco de referencia para la ejecución de las actividades subsecuentes.

El aspecto a definir en este capítulo, comprende principalmente la revisión hidráulica de la conducción, basada en los datos obtenidos por los estudios realizados.

Inicialmente se analizaron los datos consignados en el estudio topográfico y a detalle (planos 01-LT y 02-PLT), en donde se identifican las propiedades geométricas actuales del colector (longitud, pendiente y diámetro) y la red primaria. Se continuó en el capítulo II con la determinación del gasto que se aporta a través de las plantas de bombeo.

En el capítulo III se precisó la solución al nuevo trazo el cual se planteo en un perfil general y para tal efecto se tomó en cuenta las "interferencias", que en su mayoría pertenecen a la infraestructura vial y de transporte (tren suburbano).

En el siguiente subcapítulo se describen brevemente algunos de los estudios que se realizarón para este proyecto, no se presentan todos debido a causas de seguridad de las dependencias involucradas a este.

a) Estudio de mecánica de suelos.

No obstante en el desvió del colector Consulado, es importante conocer la ubicación de la zonificación geotécnica de las Delegaciones Azcapotzalco y Cuauhtémoc para tener una primera idea de las características del subsuelo.

De acuerdo a esta zonificación, los 184.92 m del trazo del colector se encuentran en la zona de lago.

La exploración se dividió en dos etapas, la primera estuvo destinada a conocer de manera general las características, tanto de distribución como las propiedades índices y mecánicas del azolve y de los primeros estratos de arcilla bajó él, realizando sondeos desde los puentes vehiculares y peatonales existentes. En esta etapa se llevaron acabo 8 sondeos mixtos, utilizando el método de penetración estándar y el muestreador de pared

delgada tipo Shelby y 7 sondeos de cono eléctrico, a profundidades que varían de 13 a 18 m, medidas a partir del fondo del colector, realizados desde los puentes vehiculares y peatonales que cruzan el o que van paralelos al colector.

La segunda etapa de exploración, comprendió el tramo entre los cadenamientos 6+608.50 y 6+378.00 km, y se enfocó a conocer con más detalles las características antes enunciadas. Se inició la exploración con la realización de 25 sondeos cortos de penetración estándar, con el objeto de conocer la variación longitudinal del espesor del azolve y de obtener muestras alteradas representativas del mismo para llevarlas al laboratorio y realizar pruebas índice.

Las propiedades físicas y mecánicas con las que se establecieron los parámetros del diseño geotécnico para los PVI RAMA 50 y 40, así como de las obras complementarias, se determinaron mediante las siguientes pruebas de mecánicas de suelos.

Propiedades Índice:

- Peso Volumétrico.
- Contenido natural del agua.
- Límites de consistencia.
- Granulometría.

Propiedades Mecánicas:

- Ensaye de compresión simple.
- Pruebas triaxiales no consolidadas no drenadas.
- Pruebas triaxiales no consolidadas no drenadas con 2 ciclos de carga y 1 de descarga.
- Pruebas de consolidación unidimensional.

Las pruebas antes mencionadas tienen como objetivo:

- 1.- Identificar las propiedades índice del azolve y realizar un diagnóstico inicial de sus propiedades y comportamientos.
- 2.- Definir las propiedades mecánicas del azolve mediante la exploración geotécnica y los ensayos de laboratorio que permiten caracterizar el comportamiento geológico de estos materiales.
- 3.- Definir la factibilidad del uso de geosintéticos para reducir los asentamientos diferenciales e incrementar la estabilidad general de la estructura de conducción.
- 4.- Establecer los parámetros de diseño estructural.
- 5.- Detallar el procedimiento constructivo.

4.2. Análisis hidráulico.

La memoria descriptiva de este proyecto, consta de varios pasos, considerando que el procedimiento de diseño y su relativo cálculo de este proyecto es el objetivo principal para alcanzar un mejor beneficio para el colector.

A continuación se enlistan los pasos que abarca esta memoria, a saber:

1. *Planta general.*
2. *Identificación.*
3. *Ubicación de las estructuras hidráulicas.*
4. *Cálculo del gasto de diseño.*
5. *Pendiente.*
6. *Determinación del diámetro.*
7. *Revisión de velocidades.*
8. *Nivelación de colector.*
9. *Diseño de estructuras hidráulicas.*

1.Planta general.

A lo largo del capítulo III se explicó y se dio la solución más favorable para la modificación del colector y de esta manera poder realizar su procedimiento constructivo adecuado, así mismo se sugirió un nuevo levantamiento topográfico exactamente donde se colocará el colector y poder apreciar detalladamente la zona, a causa de esto surgieron varias modificaciones como se menciona a continuación.

Una de ellas, son los pozos de visitas (PV-53 y PV-52) que se modificaron y serán pozos cajas nombrados (PC-1 y PC-2) respectivamente, se dará un nuevo cadenamiento comenzando desde PC-1, así como nuevos datos en las elevaciones para poder rectificar con los datos que se obtuvieron con el primer levantamiento topográfico, esto se hace con el fin de minimizar errores, también se consideraron nuevas obras como el pozo lámpara (PL), estos cambios se apreciarán durante este capítulo.

2. Identificación.

Para el desarrollo de este proyecto se debe integrar la identificación de las estructuras hidráulicas, que se encuentran divididas en diferentes tipos de plano, como son:

- Planta General (PG-01).
- Planta y Perfil del Colector (PPC-02).
- Estructuras Hidráulicas (EH-02, EH-03).

3. Ubicación de las estructuras Hidráulicas.

A continuación, en la Tabla 10 se mencionará la localización de las estructuras conforme el nuevo recorrido presentado en el Plano, "Planta y Perfil del Colector" (PPC-02).

Tabla 10.- Ubicación de las estructuras	
A).- Pozos caja	
Estructuras	Cadenamiento (Km)
PC-1	0+000.00
PC-2	0+179.82
B).- Protecciones para las estructuras	
Estructuras	Tramo (Km)
Cajón Tubería	0+043.39 a 0+084.61
Cubierta de Poliestireno de Alta Densidad	0+084.61 a 0+143.37
Protección de colector	0+166.82 a 0+179.82
C).- Pozo Lámpara	
Estructuras	Cadenamiento (Km)
PL	0+104.02

4. Cálculo del gasto de diseño.

Para el cálculo del gasto se hace una recopilación de la información que integra el colector Río Consulado, durante su trayecto recibe aportaciones de los colectores: Campos Elíseos, Río San Joaquín, Melchor Ocampo, Santa Bárbara y Calzada de los Gallos; además de ser alimentado por 18 plantas de bombeo con capacidad conjunta de 69.60 m³/s. En la siguiente Tabla se muestra la distribución del gasto que aporta el colector.

Tabla 11.- Plantas de Bombeo	
Nombre	Capacidad (m³/s)
Marina Nacional	0.60
Tizoc	5.50
Politécnico	4.00
Distribuidor Chapultepec	4.50
San Cosme	14.00
Ródano	0.60
Mecánicos	9.00
Nueva Sta. María	3.60
Pinacoteca Virreinal	0.11
Templo Mayor	0.69
Sótano	0.18
Jesús Terán	0.90
La Raza	8.00
CTM.	9.34
Patronato del Maguey	2.38
Lindavista	2.00
Chiquihuite	2.80
Motolinea	1.40
Total	69.60

Fuente: "Plan Maestro de Drenaje de la ZMCM", SACM, GDF.

Por lo tanto el gasto con el que se diseñará el nuevo recorrido del colector es de:

$$Q = 69.60 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(4)

5. Pendiente.

La pendiente de cada tramo de tubería debe ser tan semejante a la del terreno como sea posible, con objeto de tener excavaciones mínimas y tomando en cuenta las restricciones de velocidades.

El objetivo de limitar los valores de la velocidad, es el de evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la construcción de estructuras de caída que además de encarecer las obras, propician la producción del gas hidrógeno sulfurado, que es muy tóxico y aumenta los malos olores de las aguas negras.

La pendiente se obtiene, despejándola de la ecuación de Manning:

$$v = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * s^{1/2} \quad (5)$$

Donde:

v= Velocidad, en m/s.

Rh= Radio hidráulico, en m.

s= Pendiente del gradiente hidráulico, en m/m.

n= Coeficiente de fricción, adimensional (Ver Tabla 12).

Tabla 12.- Valor del coeficiente de Manning	
MATERIAL	n
PVC	0.009
PE	0.009
PEAD	0.009
Asbesto Cemento (A-C)	0.010
Fierro galvanizado	0.012
Fierro Fundido nuevo	0.013
Concreto reforzado con acabado común	0.013

Fuente.- "Manual de Alcantarillado ".CNA.2000

Sustituyendo en la ecuación de Continuidad (fórmula 6) la ecuación de Manning (fórmula 5), se tiene la forma de la ecuación (7).

$$Q = VA \quad (6)$$

$$Q_o = \frac{A_o}{n} Rh_o^{2/3} s^{1/2} \quad (7)$$

Entonces, despejando la pendiente de la fórmula (7), se tiene:

$$S = \left[\frac{Q^* n}{A_o R h^{2/3}} \right]^2 \quad (8)$$

Otro procedimiento para obtener la pendiente, es auxiliándose con el estudio topográfico, por lo que se procede a obtener los niveles y distancias de las estructuras hidráulicas existentes. Para calcular la pendiente entre las estructura de los pozos de visitas, se fijan las alturas que asumirá el colector de entrada y salida en los pozos de visita, finalmente se calcula la diferencia de elevaciones entre estos dos arrastres y dividiendo el resultado entre la longitud existente entre los pozos, se obtiene la pendiente buscada. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$s = \frac{\Delta H}{L} \quad (9)$$

Donde:

s= Pendiente, en m/m.

ΔH = Diferencia de niveles, en m

L= Longitud, en m

Para definir la pendiente entre los pozos caja PC-1 y PC-2, localizados en los cadenamiento 0+000.00 y 0+179.82 km, respectivamente, se sustituyen los valores de las elevaciones de rasante en la entrada y salida de los pozos caja, así como la longitud del colector, ambos definidos en campo, en la fórmula (9) se sustituyen los valores como se muestra a continuación.

$$s = \frac{\Delta H}{L} = \frac{95.169 \text{ m} - 94.630 \text{ m}}{179.82 \text{ m}} = 0.00299 \approx 0.003$$

$$\boxed{s = 0.003}$$

(10)

6. Determinación del diámetro.

Para iniciar con los cálculos necesarios que nos permitirá diseñar el diámetro, en el tramo que une la tubería a los pozos caja (PC-1, PC-2), que se encuentran en los cadenamiento 0+000.00 y 0+179.82 km respectivamente, se seguirá el procedimiento de cálculo definido en 4 pasos, pero primeramente se harán algunas consideraciones.

Se utilizará tubería de Concreto Reforzado In situ, analizada para un porcentaje de llenado igual al 81% del diámetro, lo que permitirá darle continuidad al gasto del colector con cierta tolerancia por el tubo, de tal manera que sea capaz de pasar un mayor gasto a tubo lleno. Esto se hará con la finalidad de que su capacidad sea mayor que la requerida para el análisis hidráulico, ya que se puede entonces expulsar el gasto que aporta el colector como un porcentaje de llenado, como sucede en los casos de lluvia con alta intensidad.

Este procedimiento toma en cuenta la velocidad máxima que debe resistir el conducto, al momento de considerar el porcentaje de llenado igual al 81 por ciento de su diámetro.

A continuación se explicarán cada uno de los pasos del procedimiento:

Paso 1: Para tomar en cuenta el valor de la velocidad máxima ($V_{\text{máx.}}$) en el conducto y que después, dicho valor, sirva como parámetro restrictivo de acuerdo con las normas vigentes, iniciaremos con la propuesta de una relación tirante-diámetro igual a 0.81.

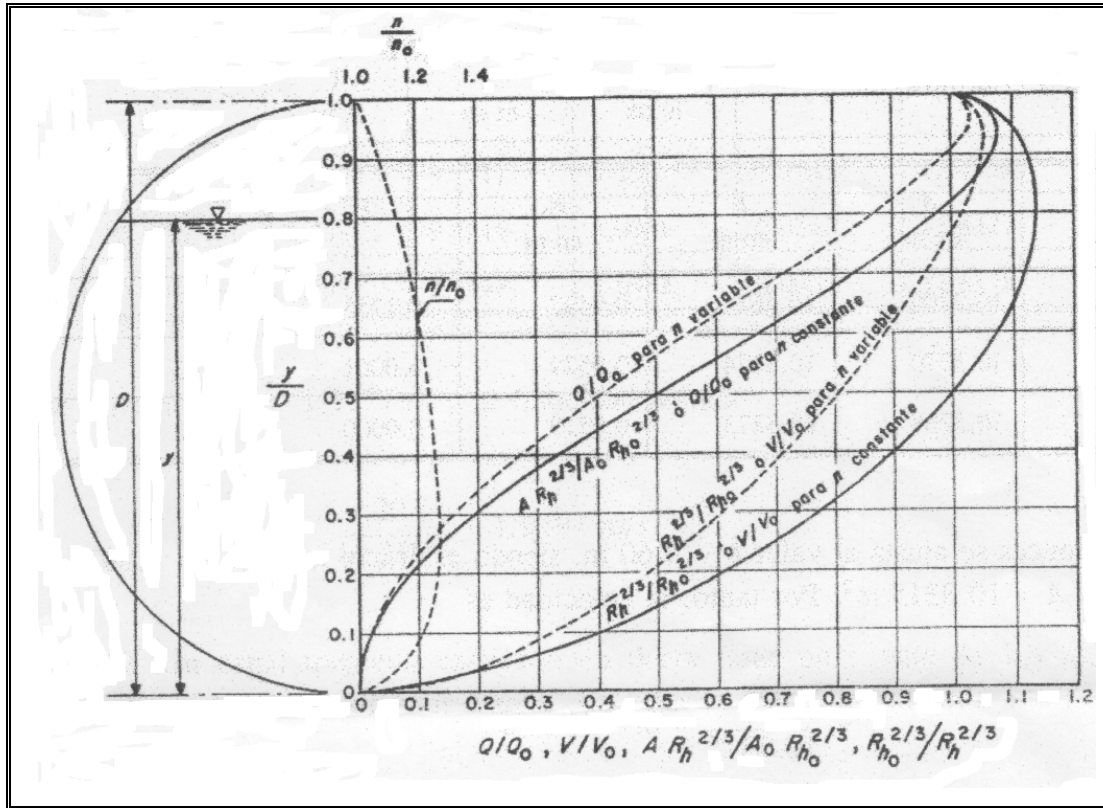
$$\frac{y}{D} = 0.81 \longrightarrow \frac{V_{\text{máx}}}{V_o} \quad (11)$$

Donde:

V_o = Velocidad a tubo lleno, en m/s.

Paso 2: Obtener el valor de la relación Q/Q_o , para tal efecto, se tiene como primera alternativa, el uso de la gráfica 2, en donde entramos con la relación $y/D=0.81$ en el eje de las ordenadas e interceptando la curva Q/Q_o para n variable, y así encontrar en el eje de las abscisas su valor correspondiente:

$$\frac{Q}{Q_o} = 0.88826 \quad (12)$$



Fuente.- "Manual de Alcantarillado "CNA.2000

Gráfica 2.- Características del flujo en un conducto circular parcialmente lleno
Relación Tirante / Diámetro

Paso 3: Consiste en encontrar de la relación obtenida en el paso anterior el valor del Gasto a tubo lleno (Q_0), para tal fin nos apoyamos con el valor del Gasto (Q) que desalojará la estructura, por lo que se prosigue a obtener el Gasto a tubo lleno (Q_0), despejándolo de la fórmula (12), y quedando como la ecuación (13).

$$Q_0 = \frac{Q}{0.88826} \tag{13}$$

Sustituyendo valores del gasto a conducir (parcialmente lleno) para encontrar el gasto a tubo lleno.

$$Q_0 = \frac{Q}{0.88826} = \frac{69.70}{0.88826} = 78.43 \text{ m}^3 / \text{s} \tag{14}$$

Paso 4: Despejando el diámetro de la ecuación (7), después de haber sustituido el valor del área en función del diámetro, así como los valores de los demás parámetros dados en las expresiones (10) y (14), y de Tabla 12 se tiene un valor de rugosidad $n=0.013$, finalmente se obtendrá como resultado un diámetro calculado para llevar el gasto. Este procedimiento se muestra enseguida y culmina en la ecuación (15).

$$A_o = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A_o = 0.7854D^2$$

$$Rh_o = \frac{D}{4} = 0.25D$$

$$Rh_o^{2/3} = 0.397D^{2/3}$$

$$D = \left(\frac{Q_o * n}{0.7854 * 0.397 * s^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (15)$$

$$D = \left(\frac{78.43 * 0.013}{0.7854 * 0.397 * 0.05477} \right)^{3/8} = 2.67 \text{ m} \quad (16)$$

La expresión (16) proporcionó un diámetro calculado por lo que tendrá que ajustarse al diámetro comercial, en la siguiente Tabla se muestran los diámetros comerciales para colectores.

Tabla 13.- Diámetro exterior nominal	
Centímetros	Pulgadas
61	24
76	30
91	36
107	42
122	48
152	60
183	72
213	84
244	96
305	124
500	196

Fuente.- "Manual de Alcantarillado ".CNA.2000

Como se desprende del comentario anterior y la Tabla 13, se toma la decisión que el diámetro a utilizar en la construcción será de 3.05 m, esto se hace con la finalidad de tener una mayor capacidad de gasto, así mismo se tomó en cuenta el diámetro actual (3.05 m) que tiene en su trayectoria el colector del Río Consulado, y por lo tanto se mantendrá el mismo diámetro, para de esta forma no alterar su funcionamiento hidráulico.

$$D = 3.05 \text{ m}$$

(17)

7.Revisión de velocidades.

En el diseño hidráulico es necesario tener en consideración los límites permisibles para velocidades de conducción con el objeto de asegurar el buen funcionamiento de la tubería y de las estructuras del sistema. En la Tabla 14 se muestran las velocidades permisibles de los diferentes tipos de materiales, en donde viene especificado el material del tubo del proyecto a realizar.

Tabla 14.- Velocidades Máximas y Mínimas Permisibles en Tuberías		
Material de la tubería	Velocidad (m/seg)	
	Máxima	Mínima
Concreto simple	3.00	0.30
Concreto reforzado	3.50	0.30
Acero	5.00	0.30
Fibrocemento	5.00	0.30
Poliétileno	5.00	0.30
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	5.00	0.30

Fuente.- "Manual de Alcantarillado ".CNA.2000

En la ecuación (5) se sustituyen los valores que se encontraron en los puntos anteriores, así tendremos la velocidad que llevará la tubería del colector.

$$Rh = \frac{D}{4} = \frac{3.05}{4} = 0.7625 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} s^{1/2} = \left(\frac{1}{0.013}\right) * (0.7625)^{2/3} * (0.003)^{1/2} = 3.5 \text{ m/seg}$$

Revisando las velocidades consideradas en la Tabla 14, se aprecia que esta pasa del rango, tanto de la velocidad mínima como de la velocidad máxima, por lo tanto se acepta el diseño.

$$V = 3.5 \text{ m/s}$$

(18)

Nota: El resultado que se obtuvo anteriormente se encuentra en el límite de la velocidad máxima, por lo que se espera no presente ningún problema hidráulico al sistema, además de que en la práctica se ha determinado, para el material del conducto del colector en cuestión, que puede soportar mayores velocidades sin ningún problema.

8. Nivelación del colector.

Se analizarán las elevaciones de entrada y salida para cada una de las Estructuras de Conexión (Pozos Caja) a las que se conecta el colector, y así de esta manera, también se identifican las elevaciones en el recorrido de la tubería. Ver Plano, "Planta y Perfil del Colector", PPC-02.

El Pozo Caja PC-1 se une con una longitud de 179.82 m al Pozo Caja PC-2, tiene una pendiente igual a 0.003 m/m y un diámetro de 305 cm. Para el cálculo de las Elevaciones se tiene:

- **Elevación de la Rasante:** Elevaciones obtenidas del Plano, "Planta y Perfil del Colector", PPC-02.
- **Elevación de Arrastre:** la elevación se obtiene de la diferencia de elevación de arrastre menos el producto de la pendiente con la longitud.
- **Elevación de Lomo:** Es la suma de la Elevación de Arrastre más el diámetro (en metros), más el espesor del tubo.

Para el cálculo de las Alturas se tiene:

- **Altura de Colchón:** Es la diferencia de la Elevación de Rasante menos la Elevación de Lomo.
- **Altura de Arrastre:** Es la diferencia de la Elevación de Rasante menos la Elevación de Arrastre.

A continuación, en la Tabla 15 se proporcionará la información de la elevación y nivelación de las estructuras que componen al trayecto del colector, seguido de su breve explicación de la obtención de estos resultados.

COLUMNAS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tabla 15.-Cálculo de la Elevación y Nivelación del Colector "Río Consulado"																
FILAS	Datos de las Estructuras					Elevaciones en (m)					Alturas en (m)					
	Estructuras		Longitud (m)	s (m/m)	Ø (cm)	Rasante	Arrastre		Lomo		Arrastre		Colchón		De Pozo	
	De	A					Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida		
A		PC-1				96.16	91.78	91.76	95.13	95.11	4.38	4.40	1.03	1.05	4.73	
B	PC-1	PL	104.02	0.003	305											
C		PL				97.94	91.45	91.44	94.71	94.79	6.49	6.50	3.23	3.15	7.10	
D	PL	PC-2	75.80	0.003	3.05											
E		PC-2				96.90	91.20	91.18	9.05	94.53	5.70	5.72	87.85	2.37	6.05	

De la tabla anterior se desprende su explicación como se verá a continuación:

- Columna 6.- Datos obtenidos del Plano, ("Planta y Perfil del Colector", No PPC-02), Nivelación Central.
- Columna 7.- Es la diferencia de la elevación de arrastre (salida) menos el producto de la longitud y la pendiente. Ejemplo: $(C,7) = (A,8) - [(B,3) * (B,4)]$.
- Columna 8.- Es la diferencia de elevación de arrastre (entrada) menos el producto de la longitud con la pendiente de la estructura.
- Columna 9.- Es la suma de la elevación de arrastre (entrada) más el diámetro del colector más el espesor de la tubería (en metros).
- Columna 10.- Es la suma de la elevación de arrastre (salida) más el diámetro del colector más el espesor de la tubería (en metros).
- Columna 11.- Es la diferencia que hay de la elevación de rasante menos la elevación de arrastre (entrada).
- Columna 12.- Es la diferencia que hay de la elevación de rasante menos la elevación de arrastre (salida).
- Columna 13.- Es la diferencia que hay de la elevación de rasante menos la elevación de lomo (entrada).
- Columna 14.- Es la diferencia que hay de la elevación de rasante menos la elevación de lomo (salida).
- Columna 15.- Se toma la cifra con mayor valor de la altura de arrastre y se suma con la base propuesta por proyecto (Ver Plano EH-03 y EH-04).

Para proteger el colector de la cimentación, se diseñó una caja que envuelve a la tubería del colector (cajón) con una altura de 4 m medida centro a centro de losas y un espesor de 30 centímetros. Este encoframiento inicia en el cadenamiento 0+056.51 km y termina en el cadenamiento 0+128.00 km, para una mejor comprensión en el Plano, "Planta y Perfil del Colector", PPC-02, se muestran los corte A-A' y corte B,B' que corresponden a los cadenamientos 0+056.658 y 0+089.25 km, respectivamente.

A partir del cadenamiento 0+128.00 km y hasta el cadenamiento 0+148.38 km se diseñó otro tipo de protección, consistente en poliestireno de alta densidad, la cual se colocó en la mitad superior de la tubería del colector, tiene un espesor de 30 cm, y un corte transversal del mismo, se realizó en el cadenamiento 0+137.23 km y puede apreciarse en el corte C-C' del Plano, "Planta y Perfil del Colector", PPC-02.

La última protección esta formada de una losa muro con placas de poliestireno que inicia en el cadenamiento 0+166.82 km y termina en el cadenamiento 0+179.82 km, la cual se colocó en la mitad superior de la tubería del colector, esta protección se encuentra empotrada a la estructura de cimentación más cercana, se puede apreciar en el corte D-D' del Plano, "Planta y Perfil del Colector", PPC-02.

9. Diseño de estructuras hidráulicas.

Ambas estructuras PC-1 y PC-2 se construyeron sobre el colector existente, cuentan con su registro de ventilación y limpieza (brocal y tapa de fo.fo) que esta empotrado con trabe perimetral de concreto de $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$, los muros del pozo son de tabique de 28 cm de espesor juntado con mortero cemento-arena 1:4, las losas superiores de las cajas tienen un espesor de 25 cm y las inferiores de 35 cm, estas se encuentran formadas de concreto armado, sus escalones son de fo.fo. con una alternancia de 40 cm, así mismo las cajas tendrán collarín de cemento bituminoso.

El pozo caja PC-1 tiene una deflexión de $46^{\circ}32'00''$ que comienza al centro del registro, cuenta con una longitud de 6.46 m y una altura de 4.73 m entre losas.

El pozo caja PC-2 tiene una longitud de 8.87 m, una altura de 6.05 m y su deflexión se localiza al centro del registro con un ángulo de $28^{\circ}35'00''$.

Es importante mencionar que la estructura del pozo lámpara PL se desplantó en la parte superior (losa) de la estructura del cajón que protege a la tubería del colector, sobre dados de concreto reforzado que sirven de cimienta a la chimenea del pozo, que es una tubería de concreto reforzado

con un diámetro de 1.07 m y una altura de 2.70 m, la cual tiene un sistema de anclaje, los escalones se empotrarán sobre huecos perforados en la tubería y se soldaran exteriormente, su distribución es a cada 40 cm y se harán de varilla del No 6. Estas descripciones se podrán apreciar en los planos EH-03 y EH-04.

4.3. Planos.

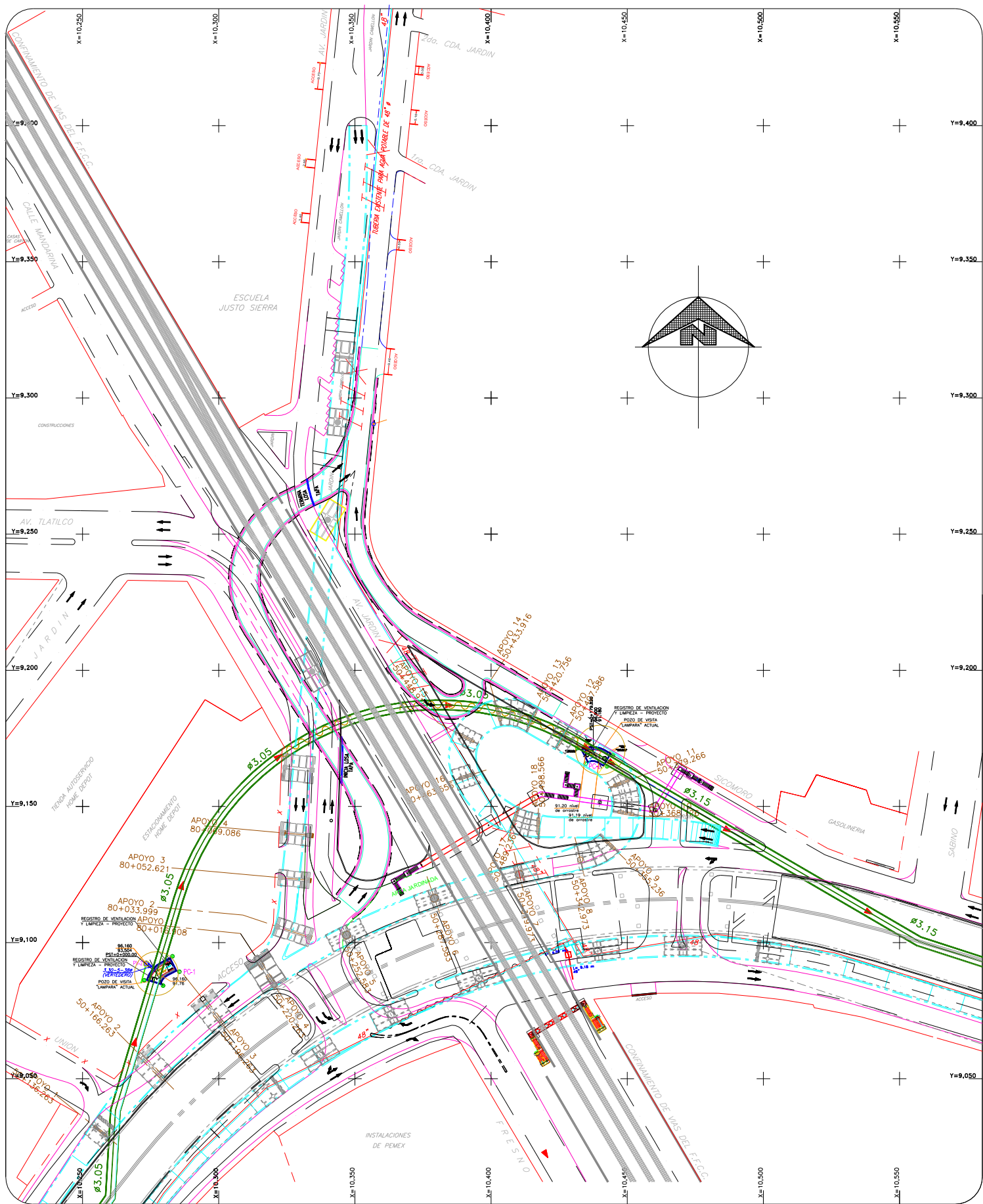
Con los resultados obtenidos de este capítulo se elaboró el juego de planos correspondientes y que comprenden el PG-01 Planta General, PPC-02 Planta y Perfil del Colector y los EH-03 y EH-04 de Estructuras Hidráulicas.

En el plano PG-01 se muestra el Levantamiento Topográfico de la Obra Inducida del Drenaje Sanitario del colector "Río Consulado" de 3.05 m de diámetro.

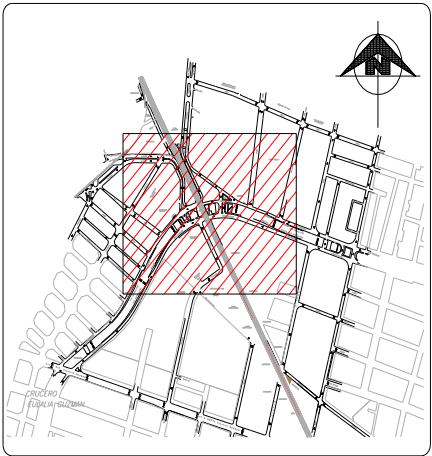
El plano PPC-02, presenta el trazado de la planta y perfil del colector en estudio (seleccionado en las disyuntivas como la Alterativa No3), los perfiles de las protecciones que cubren al colector, el tipo de relleno que se utilizó para estos, así como, el detalle del Pozo Lámpara.

Los planos EH-03 y EH-04 contienen la información referente a los pozos cajas PC-1 y PC-2, lo referente al proceso constructivo hidráulico y la planta y perfil de los pozos cajas, respectivamente.

Los planos antes mencionados se muestran a continuación.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



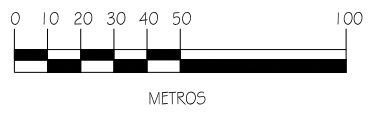
SIMBOLOGÍA EXISTENTE

	POR EXTRAER	EXISTENTE	PROYECTO
COLECTOR			
ATARJEJA			
SENTIDO DE ESCURRIMIENTO			
CABEZA DE ATARJEJA			
POZO DE VISITA COMUN			
POZO DE VISITA CON CAIDA			
POZO DE VISITA TIPO CAJA			
TAPON DE CONCRETO			
COLADERA DE BANQUETA			
COLADERA DE TORMENTA			
ELEVACION DE TERRENO			
ELEVACION DE PLANTILLA SALIDA			
ELEVACION DE PLANTILLA ENTRADA			
LONGITUD (mts) - PENDIENTE (millesimas) DIAMETRO DE TUBO (cm)			
MODIFICACION GEOMETRICA A NIVEL			
MODIFICACION GEOMETRICA A DESNIVEL EN PASOS DEPRIMIDOS			

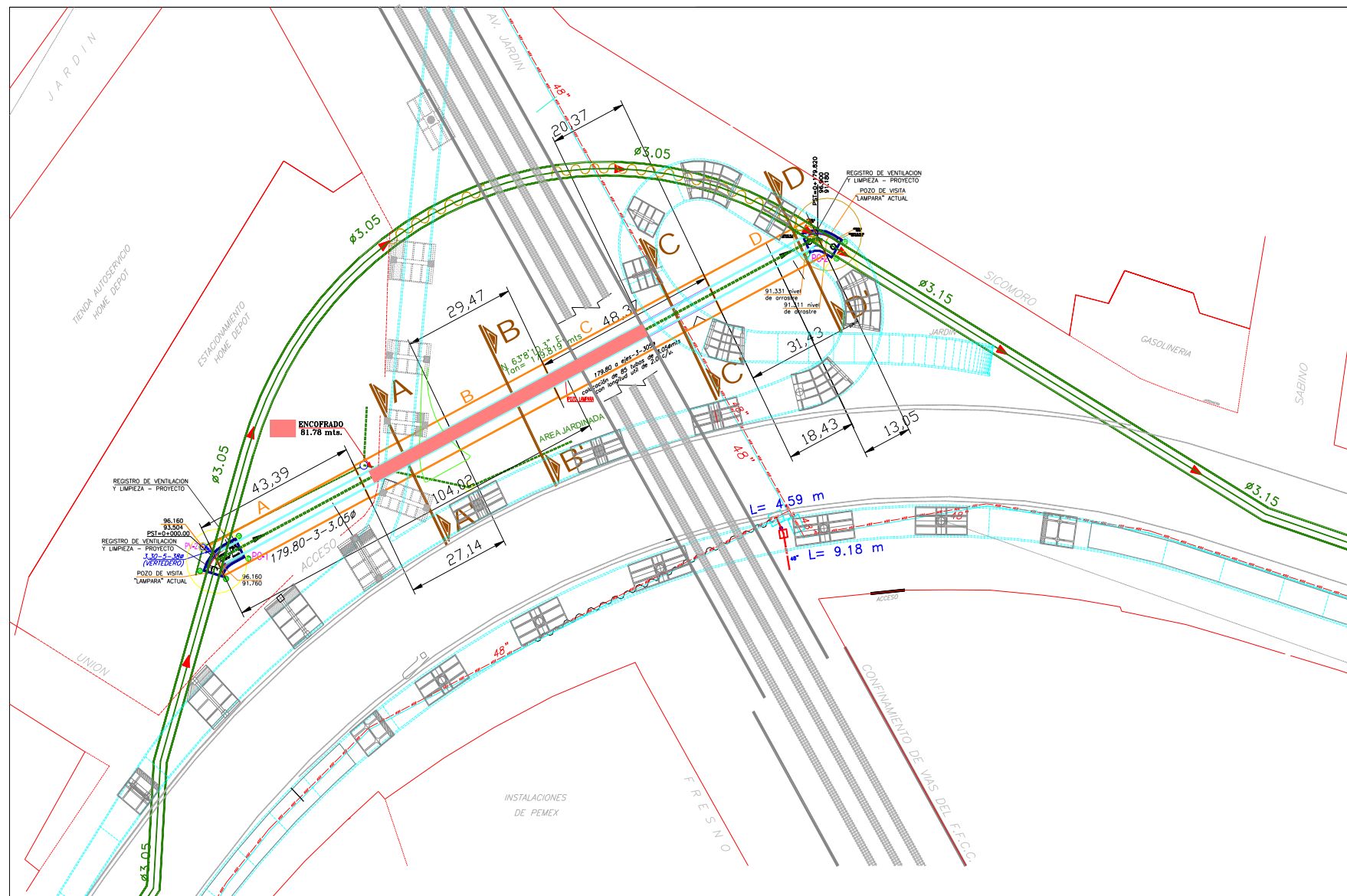
NOTAS:

- 1.- SISTEMA DE COORDENADAS
- 2.- NORTE MAGNETICO.
- 3.- LAS ELEVACIONES DEL TERRENO QUE NO ESTEN INDICADAS QUEDARAN DEFINIDAS DE ACUERDO A UN BANCO DE NIVEL OFICIAL
- 4.- ACOTACIONES Y ELEVACIONES DADAS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.

ESCALA GRÁFICA

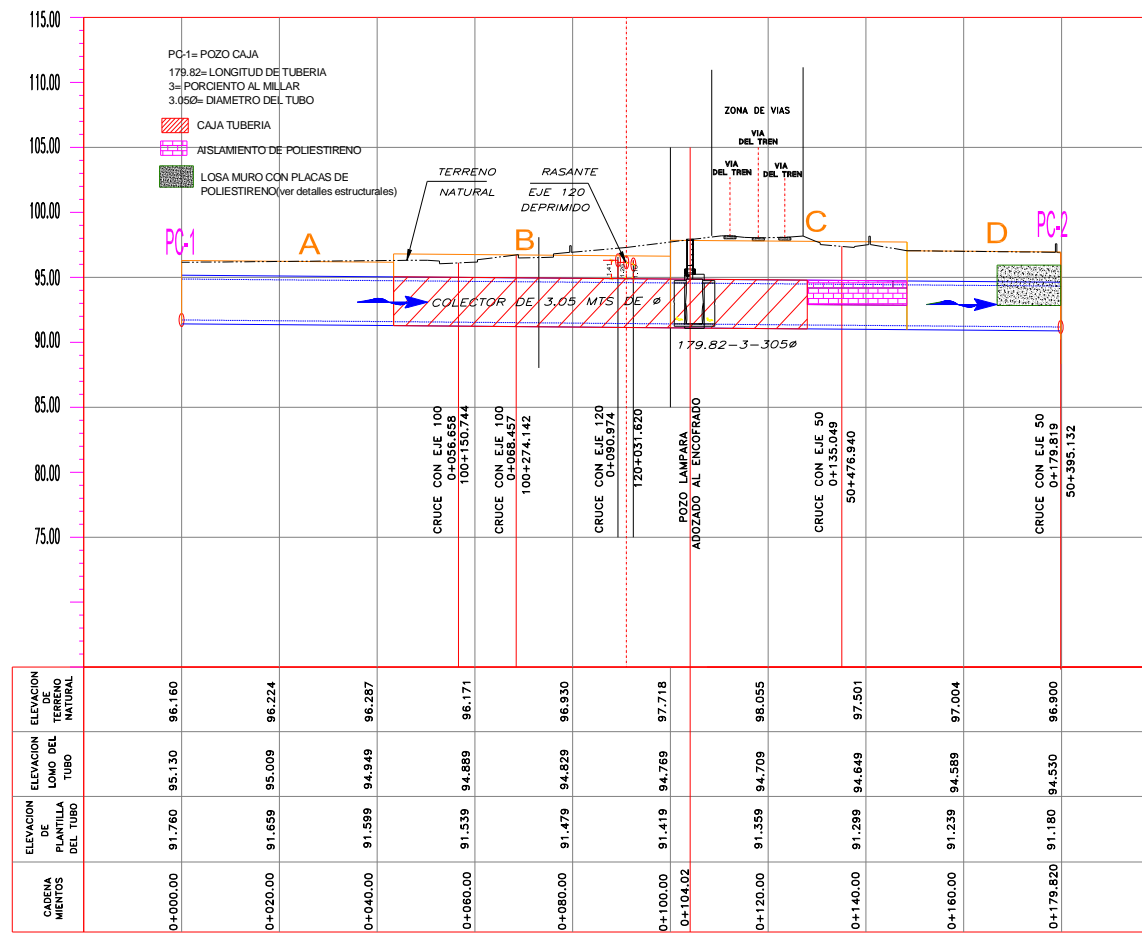


	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	DESCRIPCIÓN DEL PLANO "PLANTA GENERAL" LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA OBRA INDUCIDA DE DRANAJE SANITARIO DEL COLECTOR 3.05 MTS DE Ø	FECHA: MARZO 2009
DIRECTOR M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	ACOT.: METROS	ESCALA: SIN ESCALA
TESISISTA VICTOR SANCHEZ CABRERA	PLANO No.	PG-01



CIRCUITO INTERIOR
PLANTA COLECTOR 3.05 mts de Ø

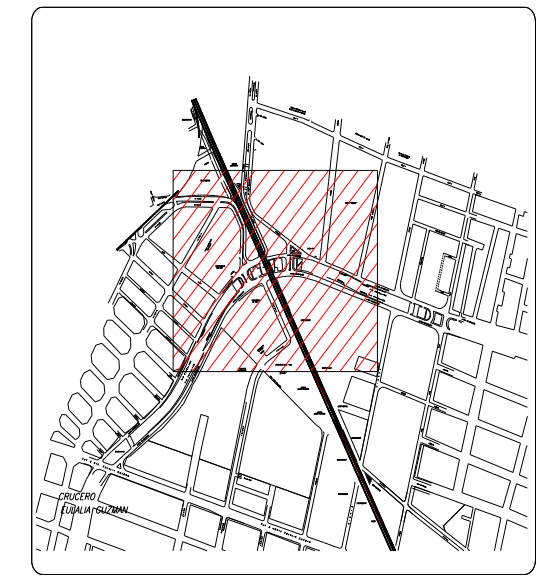
ESCALA 1 : 1000



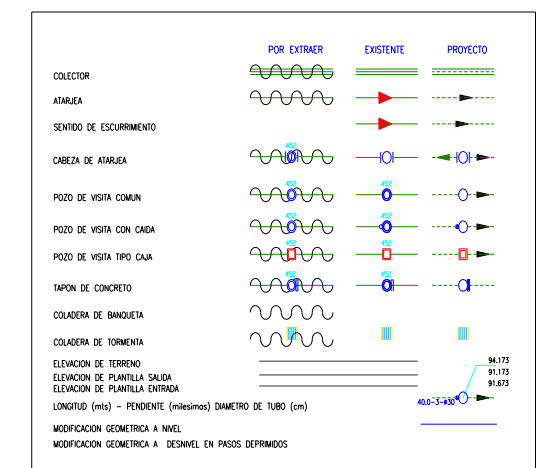
CIRCUITO INTERIOR
PERFIL COLECTOR 3.05 mts de Ø

ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 400

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



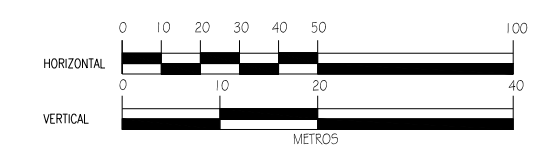
SIMBOLOGÍA EXISTENTE



NOTAS:

- NOTAS**
- SISTEMA DE COORDENADAS
 - MORTE MAGNÉTICO
 - EL DIBUJO ESTÁ REDONDEADO A LA ESCALA GRÁFICA
 - LAS ELEVACIONES DEL TERRENO QUE NO SE HAN INDICADO QUEDARÁN DEFINIDAS DE ACUERDO A UN BANCO DE NIVEL OFICIAL
 - ACOTACIONES Y ELEVACIONES DADAS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD
 - LOS BRICIALES Y TAPAS DE LAS CHIMENAS SERÁN DE Fc/Fc TIPO PRESIDIO (10/10)
 - EN CASO DE EXISTIR PROBLEMAS CONSTRUCTIVOS POR INTERFERENCIAS CON OTRAS INSTALACIONES, SE PODRÁ MODIFICAR PROPORCIONALMENTE EL TRAZO, DIFERENCIANDO DE MANERA CLARA LAS DEBIDAS REPARACIONES DEL DISEÑO Y LA PENDIENTE PREEXISTENTE EN EL PROYECTO, SIN PERDIDA DE LOS CARACTERES BÁSICOS PARA CADA TIPO DE TUBERÍA
 - LA CAMA SOBRE LA QUE SE INSTALARÁ LA TUBERÍA SERÁ DE GRAVA-ARENA
 - LA PLANTILLA SOBRE LA QUE SE INSTALARÁ LA CAMA DE GRAVA-ARENA SERÁ DE CONCRETO SIMPLE, CON 9 CM DE ESPESOR
 - LOS ESCALONES DE ACCESO AL POZO CALA SERÁN DE Fc/Fc
 - LA PROFUNDIDAD MÁXIMA DESEDELOMO DE TUBO HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE NO SERÁ MENOR DE 30 CM Y DEBERÁ HACERSE EN CAPAS NO MAYORES DE 20 CM CON MATERIAL DE BANDA TERRESTRE
 - EL RELLENO DE LAS CEPAS DEBERÁ HACERSE EN CAPAS DE 20 CM CON MATERIAL DE BANDA TERRESTRE COMPACTADO AL 90% PROCTOR HASTA EL NIVEL DE CALA DE TORNECILLA. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE REJILLAS SE UTILIZARÁN PIEZAS DE Fc/Fc CON REJILLA CON DIMENSIÓN COMERCIAL DE 60/70 (PESO 110 kg)
 - EL MATERIAL SOBREPORTE PRODUCIDO DE LA EJECUCIÓN DEBERÁ RECOLECTARSE CONFORME AVANCE LA OBRA
 - EL MATERIAL SOBREPORTE PRODUCIDO DE LA EJECUCIÓN DEBERÁ RECOLECTARSE CONFORME AVANCE LA OBRA
 - LA TUBERÍA DE PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR CON LA NORMA OFICIAL MEXICANA CORRESPONDIENTE LA NOMC-AMX-400-1988 PARA CONCRETO REFORZADO
 - LOS NIVEL DE LOS BRICIALES DE LOS POZOS CALA QUEDARÁN DEFINIDOS DE ACUERDO A LOS NIVEL DE LA MANO DE OBRA MÁS MOTIVO QUEDARÁN CUBIERTOS POR EL PAVIMENTO
 - ESTE PLANO ES UN ELEMENTO DE OBRAS HERÁLDICAS INDICADA (OBS)
 - LA TUBERÍA DEBERÁ SER CONECTADA A LA PULVERA HERÁLDICA A UNA PRESIÓN DE 1.5 A 2.0 kg/cm² DURANTE UN PERIODO DE 24 HR., SIN PRESENCIA DE FUGAS
 - SE PODRÁN RECOLECTAR DUNAJES DE MANO DE OBRERA EN LA MANO DE OBRERA SUFICIENTE PARA COLOCAR DE RELLENO
 - POR CUALQUIER MOTIVO QUEDARÁN CUBIERTOS POR EL PAVIMENTO O CUALQUIER OTRO MATERIAL, LOS BRICIALES DE LOS POZOS CALA
 - PARA LOS POZOS CALA DEBERÁN RESERVARSE LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN DIBUJO, DE ACUERDO AL DETALLE Y CORTE DE ESTE
 - EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERÁ SER TAL QUE EN LOS COSTADOS LATERALES EN UN ESPACIO MÍNIMO DE 10 CM, HAYA UN ESPACIO PARA EL MONTAJE Y CONEXIÓN DE UNA CORRECTA COMPACTACIÓN DEL TERRENO
 - CONFORMAR EL FONDO DE LA ZANJA MANTENIENDO LAS PENDIENTES ESTIPULADAS EN LOS DOS SENTIDOS PARA QUE SE AVIENE TODO EL TUBO DESDE EL MANO DE OBRERA DEPARTAMENTO, DEJANDO NICHOS O CONJUNTO PARA EL CASO DE TUBOS CON CAMPANA

ESCALA GRÁFICA



UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
"DESÍO DEL COLECTOR "CONSOLIDADO" EN EL TRAMO COMPROMETIDO ENTRE EL KM 149+429 AL 2021 DEL TRAMO SUBURBANO"		
DESCRIPCIÓN DEL PLANO		
"PLANTA Y PERFIL DEL COLECTOR" (PLANO DE OBRA TERMINADA)		
FECHA:		
MARZO 2009		
ACOT.:		
METROS SIN ESCALA		
DIRECTOR		
M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ		
TESTISTA		
VICTOR SANCHEZ CABRERA		
PLANO No.		
PPC-02		

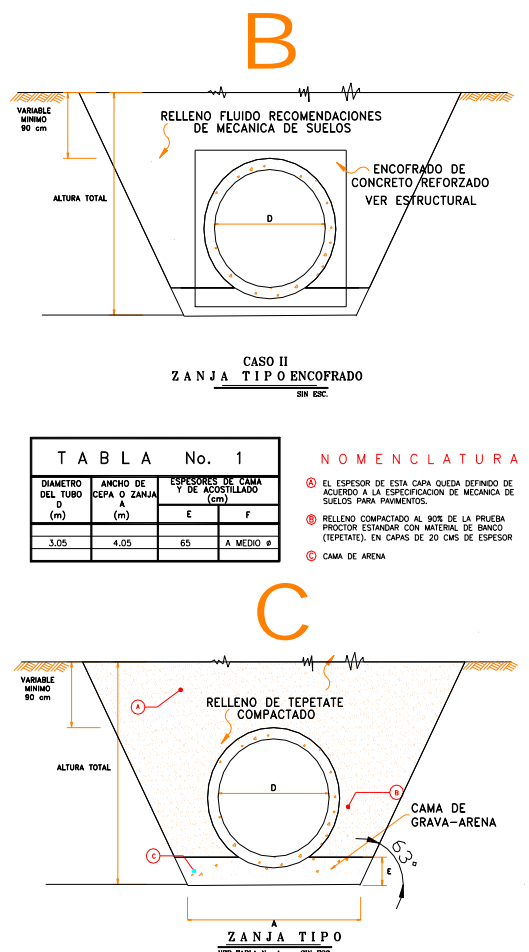
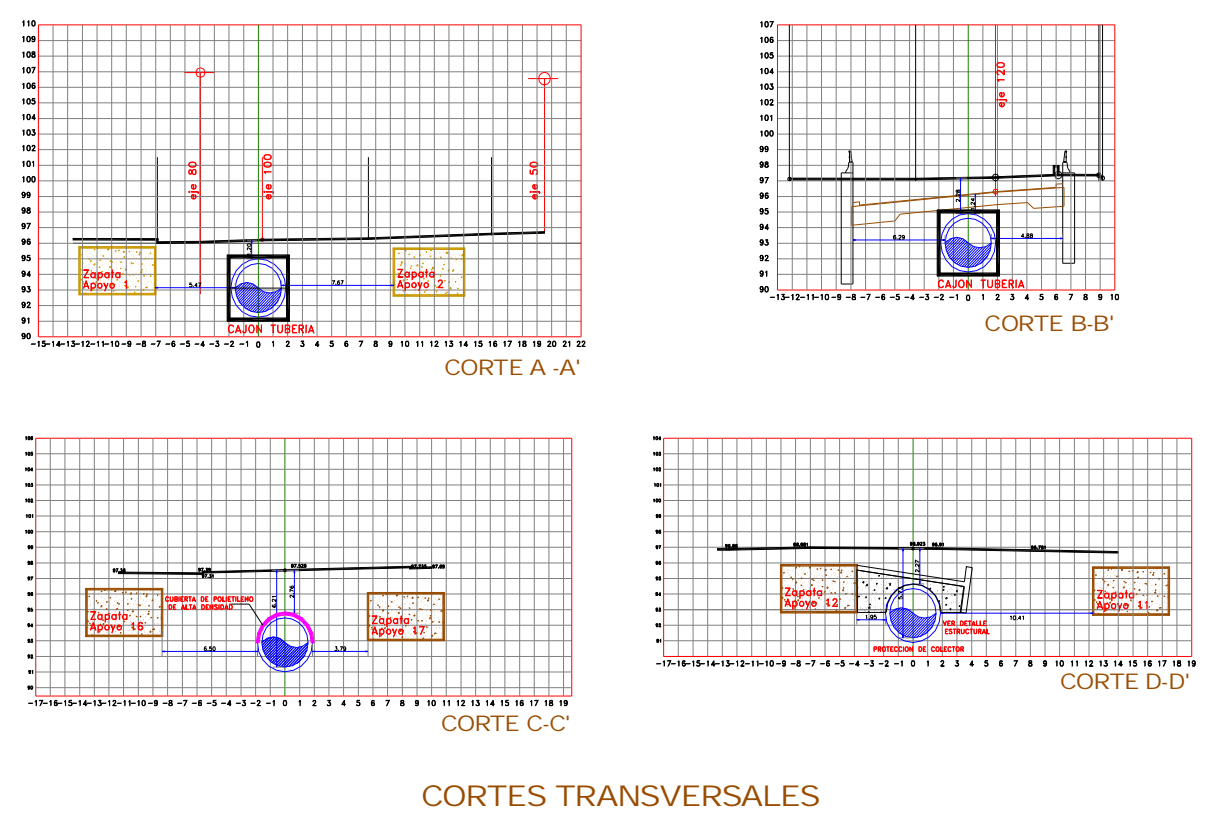
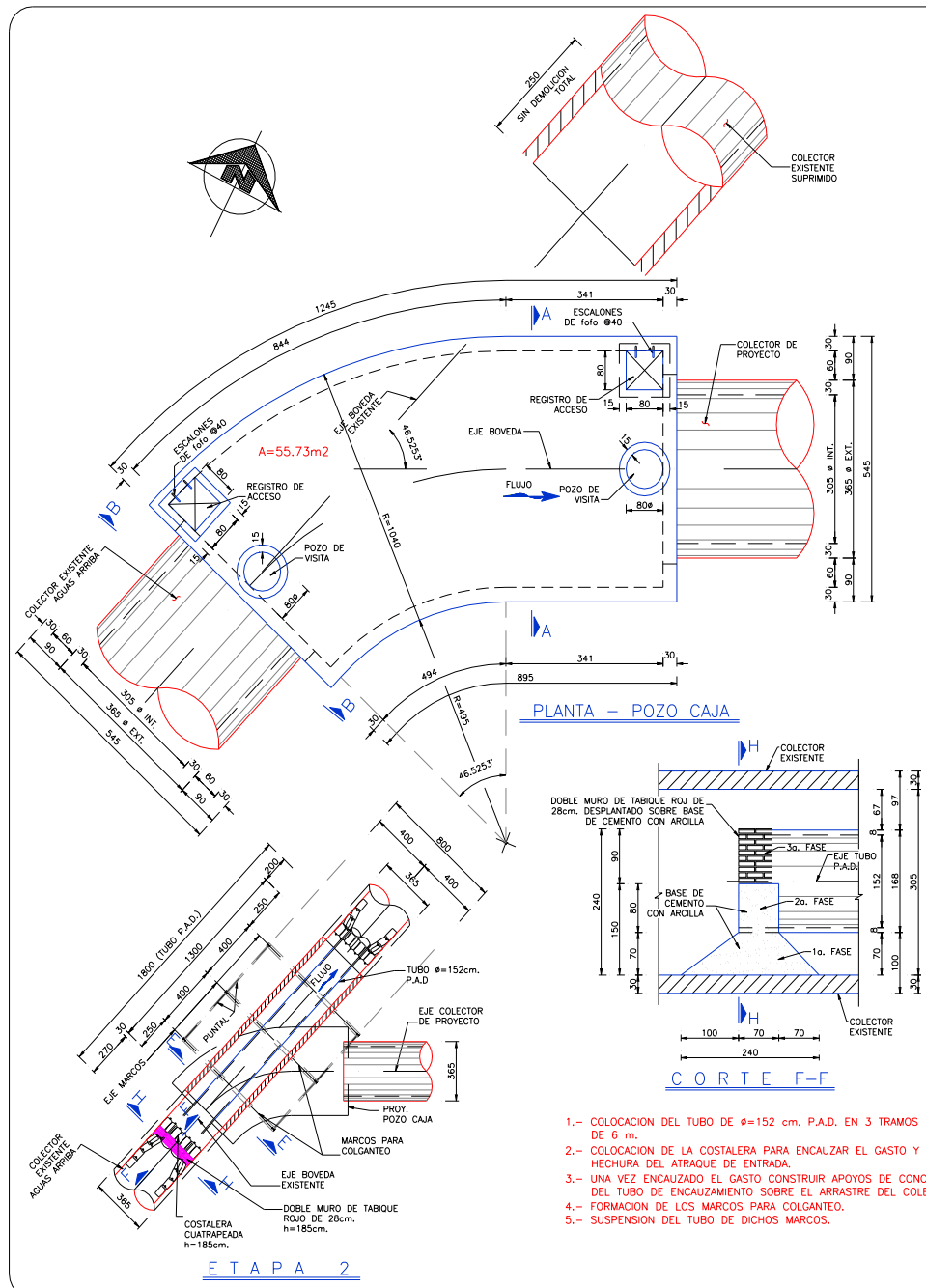


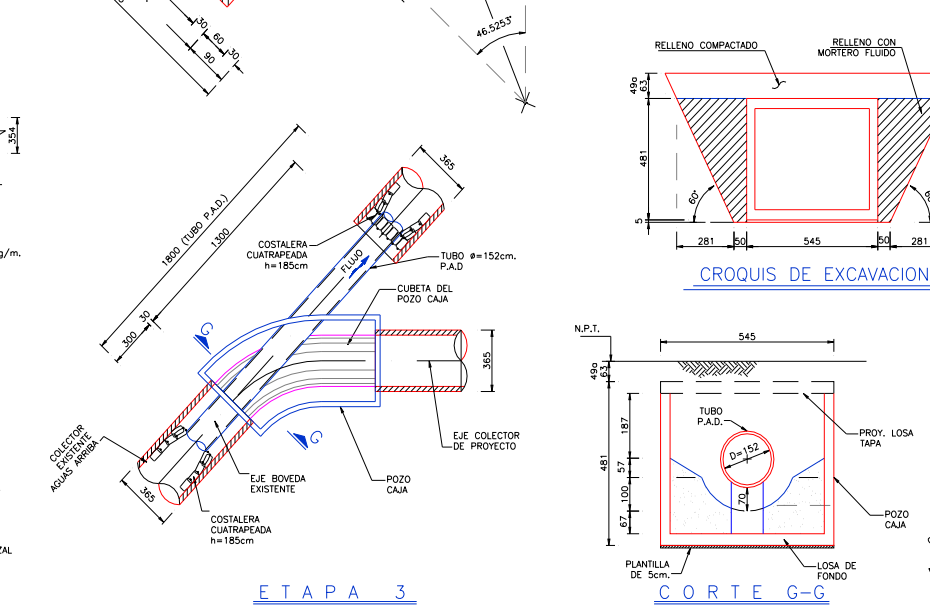
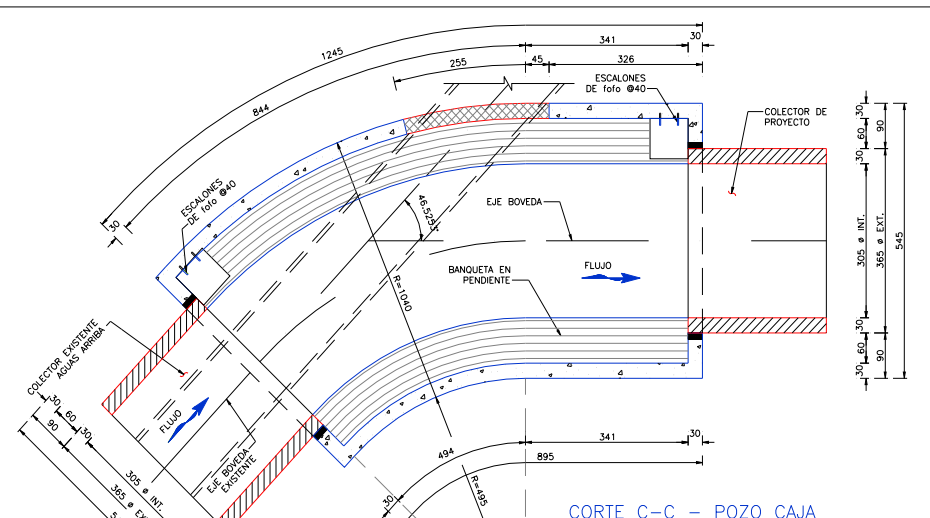
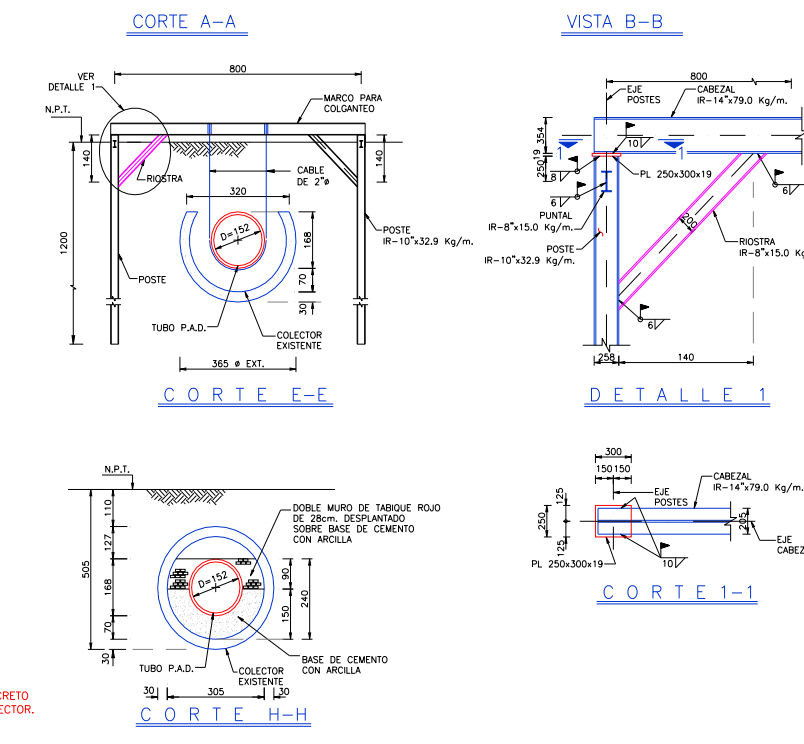
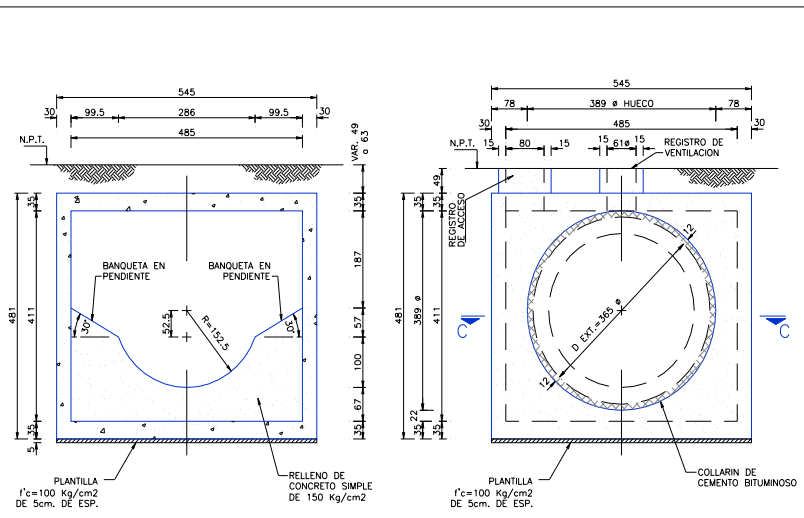
TABLA No. 1

DIAMETRO DEL TUBO (m)	ANCHO DE CEPAS O ZANJA (m)	ESPAESOR DE CAMA Y DE ACOTILLADO (cm)	E	F
3.05	4.05	65	A MEDIO	

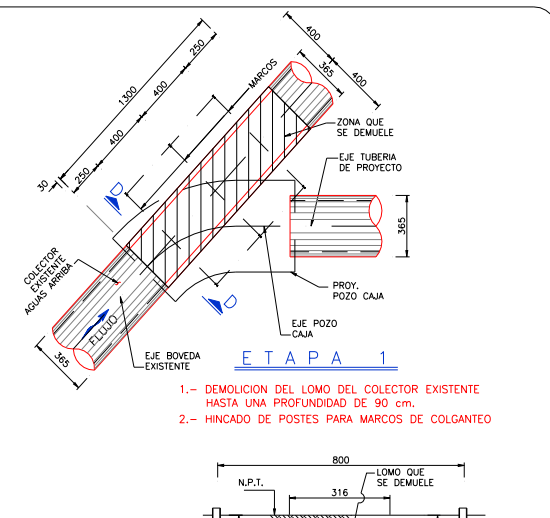
- NOMENCLATURA**
- EL ESPESOR DE ESTA CAPA QUEDA DEFINIDO DE ACUERDO A LA ESPECIFICACIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS PARA PAVIMENTO
 - RELLENO COMPACTADO AL NIVE DE LA PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR CON MATERIAL DE BANDA TERRESTRE EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR
 - CAMA DE ARENA



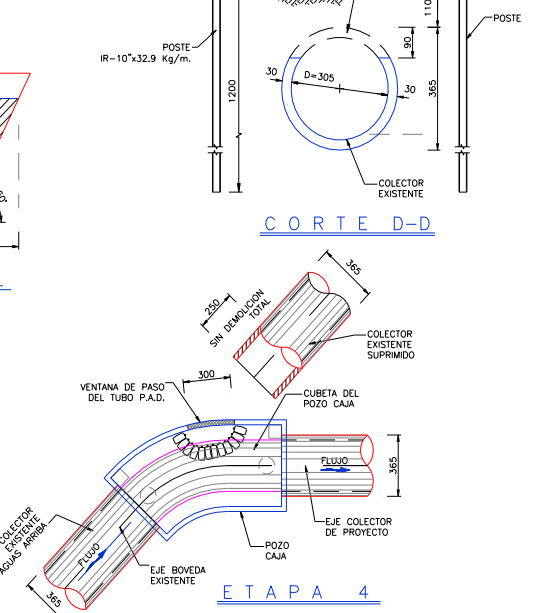
- 1.- COLOCACION DEL TUBO DE $\phi=152$ cm. P.A.D. EN 3 TRAMOS DE 6 m.
- 2.- COLOCACION DE LA COSTALERA PARA ENCAUZAR EL GASTO Y HECHURA DEL ATRAQUE DE ENTRADA.
- 3.- UNA VEZ ENCAUZADO EL GASTO CONSTRUIR APOYOS DE CONCRETO DEL TUBO DE ENCAUZAMIENTO SOBRE EL ARRASTRE DEL COLECTOR.
- 4.- FORMACION DE LOS MARCOS PARA COLGANTEO.
- 5.- SUSPENSION DEL TUBO DE DICHS MARCOS.



- 1.- DEMOLICION COMPLETA DE LA PARTE FALTANTE DEL COLECTOR DE $\phi=305$ cm.
- 2.- COLOCACION DEL ARMADO DE LA LOSA DE FONDO Y DE LOS MUROS DEL POZO CAJA.
- 3.- COLADO DE LA LOSA DE FONDO Y MUROS.
- 4.- SOPORTAR EL TUBO DE ENCAUZAMIENTO CON CONCRETO SOBRE LA LOSA DE FONDO Y RETIRO DE LOS MARCOS PARA COLGANTEO.
- 5.- FORMACION DE LA CUBETA DEL POZO CAJA EN DONDE NO ESTORBE EL TUBO DE ENCAUZAMIENTO.

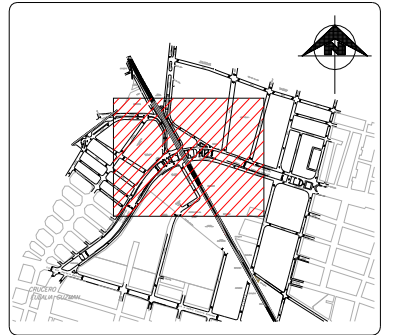


- 1.- DEMOLICION DEL LOMO DEL COLECTOR EXISTENTE HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 90 cm.
- 2.- HINCADO DE POSTES PARA MARCOS DE COLGANTEO.



- 1.- RETIRO DEL TUBO DE ENCAUZAMIENTO Y LA COSTALERA EN AMBOS EXTREMOS.
- 2.- INMEDIATAMENTE COLOCAR UNA COSTALERA DENTRO DEL POZO CAJA PARA TAPAR LA VENTANA POR DONDE PASABA EL TUBO DE ENCAUZAMIENTO.
- 3.- ARMAR Y COLAR LA VENTANA DEL MURO Y TERMINAR DE FORMAR LA CUBETA PENDIENTE.
- 4.- ARMAR Y COLAR LA LOSA SUPERIOR DEL POZO CAJA CON SUS RESPECTIVOS REGISTROS.
- 5.- RELLENAR LA EXCAVACION CON MORTERO FLUIDO DE 10 Kg/cm² HASTA EL NIVEL DE LA LOSA TAPA DEL POZO CAJA.
- 6.- CONTINUAR CON RELLENO COMPACTADO HASTA EL NIVEL DE ESTACIONAMIENTO.

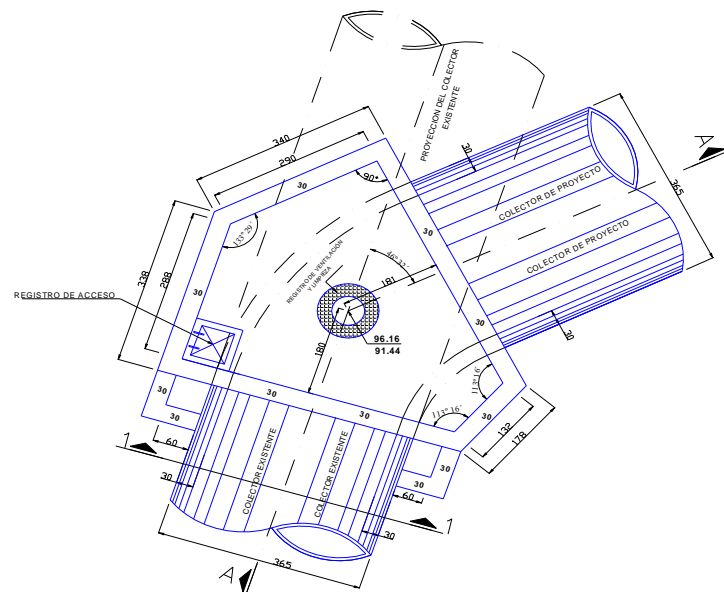
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



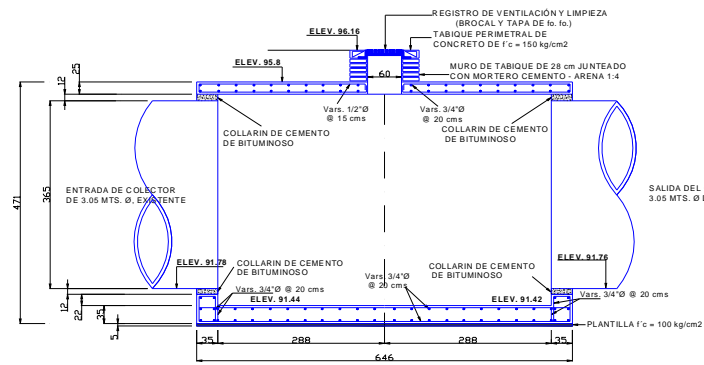
NOTAS:

- 1.- DIMENSIONES EN CENTIMETROS, EXCEPTO EN DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- 2.- ELEVACIONES EN METROS.
- 3.- ACERO DE REFUERZO DE LE 4000 Kg/cm².
- 4.- CONCRETO DE f'c=250 Kg/cm².
- 5.- CONCRETO DE f'c=100 Kg/cm². EN PLANTILLA.
- 6.- REVENIMIENTO DE 6 a 10 cm. Y COMPACIDAD MAYOR DE 0.80
- 7.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 2.5 cm.
- 8.- EL RECUBRIMIENTO LIBRE SERA DE 5 cm.
- 9.- EN TODAS LAS ARISTAS SE HARAN CHAFLANES DE 2 x 2.
- 10.- LOS POSTES DEBERAN PENETRAR COMO MINIMO 5 m. ABAJO DEL NIVEL DE ARRASTRE DEL TUBO Y DEBERAN TENER UNA CAPACIDAD DE CARGA DE 12 Ton.
- 11.- LA CAJA DE "HOME DEPOT" DEBERA CONSTRUIRSE DE MANERA SIMULTANEA CON LA CAJA DEL EXTREMO DE "SICOMORO".
- 12.- AMBAS CAJAS DEBERAN CONSTRUIRSE DURANTE EL ESTIAJE.

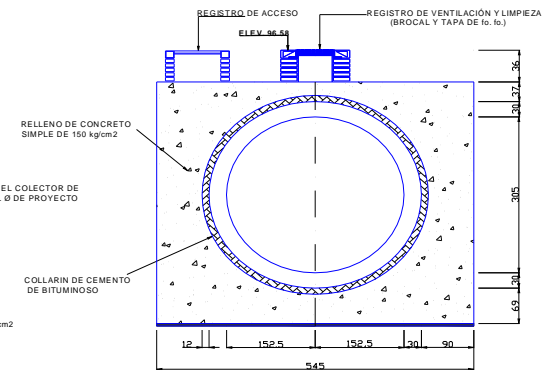
UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	DESIGNO DEL COLECTOR "CONSOLIDADO" EN EL TRAMO COMPROMETIDO ENTRE EL KM 1+974.20 AL 2+221 DEL TRAMO SUBURBANO.	FECHA: MARZO 2009
DESCRIPCION DEL PLANO "ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS" OBRA INDUCIDAS POZO CAJA "HOME DEPOT"		ESCALA: VARIAS
DIRECTOR M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNANDEZ	PROYECTISTA VICTOR SANCHEZ CABRERA	PLANO No. EH-03



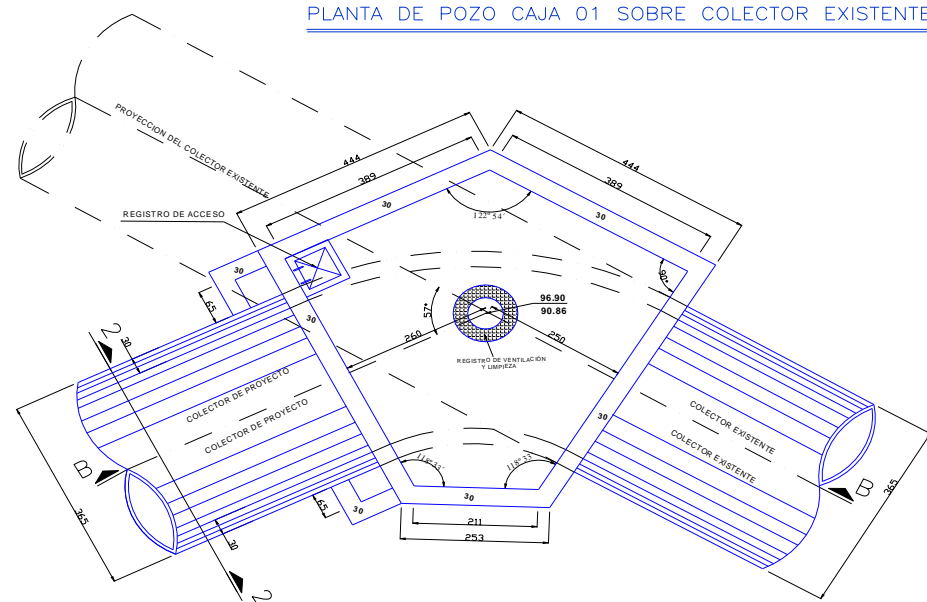
PLANTA DE POZO CAJA 01 SOBRE COLECTOR EXISTENTE



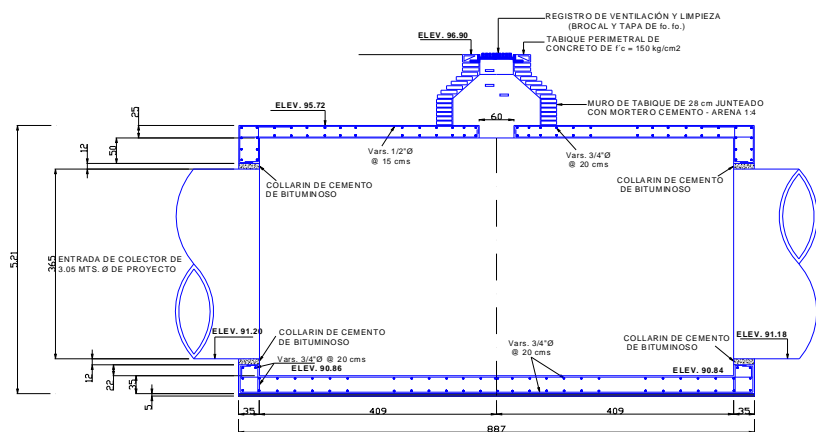
CORTE A-A



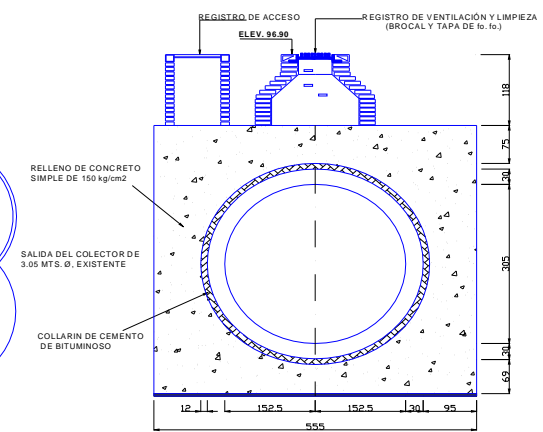
VISTA 1-1



PLANTA DE POZO CAJA 02 SOBRE COLECTOR EXISTENTE

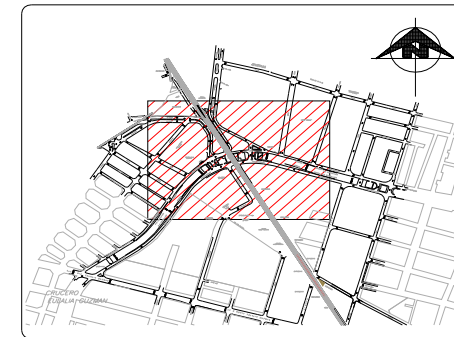


CORTE B-B




VISTA 2-2

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



NOTAS:

- 1.- DIMENSIONES EN CENTIMETROS, EXCEPTO EN DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- 2.- ELEVACIONES EN METROS.
- 3.- ACERO DE REFUERZO DE LE 4000 Kg/cm².
- 4.- CONCRETO DE f'c=250 Kg/cm².
- 5.- CONCRETO DE f'c=100 Kg/cm². EN PLANTILLA.
- 6.- REVENIMIENTO DE 6 o 10 cm. Y COMPACIDAD MAYOR DE 0.80
- 7.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 2.5 cm.
- 8.- EL RECUBRIMIENTO LIBRE SERA DE 5 cm.
- 9.- LOS BROCALES DE LOS POZOS CAJA SERAN DE Fo.Fo. TIPO PESADO
- 10.- LOS POSTES DEBERAN PENETRAR COMO MINIMO
- 11.- EN CASO DE EXISTIR PROBLEMAS CONTRACTIVOS POR INTERFERENCIAS CON OTRAS INSTALACIONES, SE PODRA MODIFICAR PARCIALMENTE EL TRAZO, DEFLEXION O DISTANCIA ENTRE POZOS RESPETANDOSE EL DIAMETRO Y LA PENDIENTE PROPUESTA EN EL PROYECTO, SIN REBASAR LOS COLCHONES MINIMOS PARA CADA TIPO DE TUBERIA.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN	OBSERVACIONES O CORRECCIONES
	"DESVIO DEL COLECTOR "CONSULADO" EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL KM 1+974.29 AL 2+221 DEL TREN SUBURBANO."	
	DESCRIPCIÓN DEL PLANO "ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS" GEOMETRIA DE LOS POZOS CAJAS PARA EL COLECTOR DE 3.05 MTS Ø	
DIRECTOR M. en I. PATROCINIO ARROYO HERNÁNDEZ	TESISISTA VICTOR SÁNCHEZ CABRERA	FECHA: MARZO 2009 ACOT: CENTIMETROS ESCALA: VARIAS PLANO No. EH-04

CONCLUSIONES

En este trabajo se expone la solución más viable para el desvío del colector "Río Consulado".

En el desarrollo hidráulico de este proyecto, surgieron varias controversias al momento de analizar la información de los Estudios Básicos, debido a que estos indicaban que la cimentación del puente RAMA 50 pasa muy cerca del recorrido propuesto para el colector, por lo que se tuvo que plantear un proceso constructivo del colector compatible con el problema encontrado, y que garantizará su funcionamiento satisfactorio y una rápida construcción para afectar lo menos posible el tránsito vehicular involucrado en la zona. Esta solución consistió en que para impedir la interacción suelo-estructura (colector) se emplearon diferentes protecciones de distinto material, como defensa contra la carga dinámica que transmite la cimentación del puente al suelo y éste al colector y así impedir la afectación del último en lo futuro. Como consecuencia, el proceso constructivo del colector y de los pozos cajas se realizaron in situ.

Se contempló como una de las principales prioridades el que los costos fueron mínimos, razón por la cuál, en la medida de lo posible se aprovecharon los pozos de visita existentes y solo sufrieron algunas adecuaciones para adaptarse al nuevo trazado, por lo que respecta a el tránsito vehicular, éste fue reubicado para que no se viera tan afectado.

Por todo lo anterior podemos finalmente concluir, que los problemas planteados se resolvieron adecuadamente y una vez terminada la obra, el aprovechamiento hidráulico será el mismo y los sistemas de transporte involucrados: Tren Suburbano y Transporte vehicular, beneficiarán a la comunidad y darán un mejor servicio al crecimiento poblacional de este Distrito, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes de Información Bibliográfica.

- 1.- Comisión Nacional del Agua, Normas para abastecimiento "**Manual de Alcantarillado**", México 2000.
- 2.- Departamento del Distrito Federal, Secretaría General de Obras, Sistema de la Ciudad de México, "**Plan Maestro de Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 1994-2010**", México 1994.
- 3.- Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Obras y Servicios, Sistema de la Ciudad de México, "**Plan de Acciones Hidráulicas de Azcapotzalco 2001-2005**", México 2001.
- 4.- Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Obras y Servicios, Sistema de la Ciudad de México, "**Plan de Acciones Hidráulicas de Cuauhtémoc 2001-2005**", México 2001.

Fuentes de Información Electrónica.

- a) <http://pdf.rincondelvago.com/drenaje-profundo-en-la-ciudad-de-mexico.html>
- b) <http://www.arq.com.mx>
- c) <http://www.fsuburbanos.com/>
- d) http://www.metropoli.org.mx/htm/metropoli/valle_mexico.jpg
- e) <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/DISTRITO%20FEDERAL/Delegaciones/Azcapotzalco>
- f) <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/DISTRITO%20FEDERAL/Delegaciones/Cuauhtémoc>