

2626

DESCARTE

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR
DEL GRAN CANAL DEL DESAGÜE
DEL VALLE DE MEXICO.

1201

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA EL PASANTE

ANGEL BECERRIL REZA



Universidad Nacional
Autónoma de México



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
AUTONOMA DE
MEXICO

Al Pasante señor Angel BECERRIL REZA
P r e s e n t e .

FAULTAD DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 73-
Exp. Núm. 73/214.2/1.-

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Anastasio Guzmán M., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero CIVIL.

SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR DEL GRAN CANAL DEL
DESAGUE DEL VALLE DE MEXICO

"Teniendo en cuenta que actualmente se están haciendo ampliaciones y reposiciones de algunas de las obras del viejo Alcantarillado de la Ciudad de México, D.F. el sustentante desarrollará en su tesis los estudios relativos a la Sustitución de la Prolongación Sur del Gran Canal del Desague del Valle de México, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

Breve descripción del sistema primitivo instalado en la Ciudad de México.	hicieron al anterior.
Descripción y objeto de las obras de la mencionada sustitución.	Areas y habitantes servidos, presentes y futuros. Estimación de las aguas de lluvia por eliminar.
procedimientos de construcción y costos."	Diversas estructuras proyectadas,

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 12 de Abril de 1962.
EL DIRECTOR

Ing. Antonio Dovalí Jaime

YDJMMO'eug

I.- BREVE DESCRIPCION DEL SISTEMA PRIMITIVO INSTALADO EN LA CIUDAD DE MEXICO

Durante los trescientos años, que los Aztecas dominaron en el área que hoy ocupa la Ciudad de México y también durante doscientos sesenta y dos años del período Colonial, la Ciudad de México no tuvo ningún conducto desaguador cubierto, sino simples canales abiertos que hacían el papel de colectores y pequeños arroyos en las calles en donde no existía ningún canal.

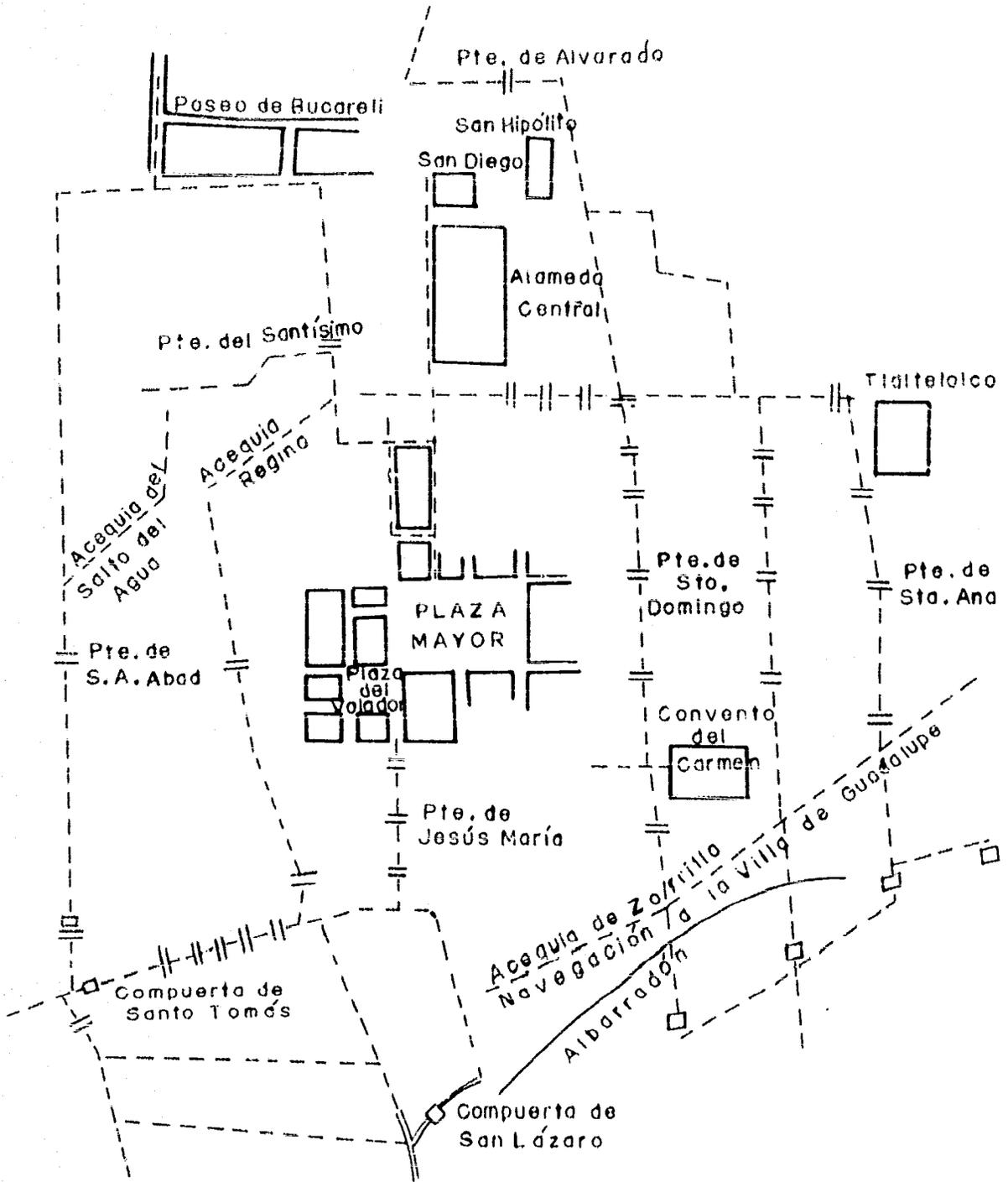
El 21 de Julio de 1783, el Virrey D. Matías de Gálvez, ordenó que se contruyera la primera atarjea cubierta en la calle de la Palma y después el gobernante Segundo Conde de Revillagigedo mandó construir más de trece mil metros de atarjeas en el período de 1789 a 1794.

El plano siguiente detalla cuáles eran los canales - que aún existían en la última década del siglo XVIII.

Al construir las atarjeas, los encargados de hacerlo buscaban el canal más inmediato para descargar en él los líquidos que el nuevo conducto debía de recibir y por esto, al desaparecer los canales, quedó una red de conductos cubiertos, en la que reinaba la más completa anarquía por lo que a las pendientes de las atarjeas se refiere y en cuanto a las dimensiones de la sección transversal, se sujetó nada más a la fantasía de los muchos constructores que durante un siglo tuvieron a su cargo este servicio municipal.

El resultado práctico de estos hechos, se obtuvo en el año de 1894, cuando se formó un plano con la ubicación, sección y plantillas de las atarjeas de la Ciudad de México; plano que se formó con los datos que durante cinco años tomó una Comisión de "Saneamiento" que estuvo a cargo del Sr. Ing. Roberto Gayón.

PRINCIPALES ADEQUIAS



El examen detenido de los datos contenidos en ese plano, revela que las atarjeas de nuestra capital, además de su pésima construcción, tenían todos los defectos que hacen que funcione mal un conducto desaguador.

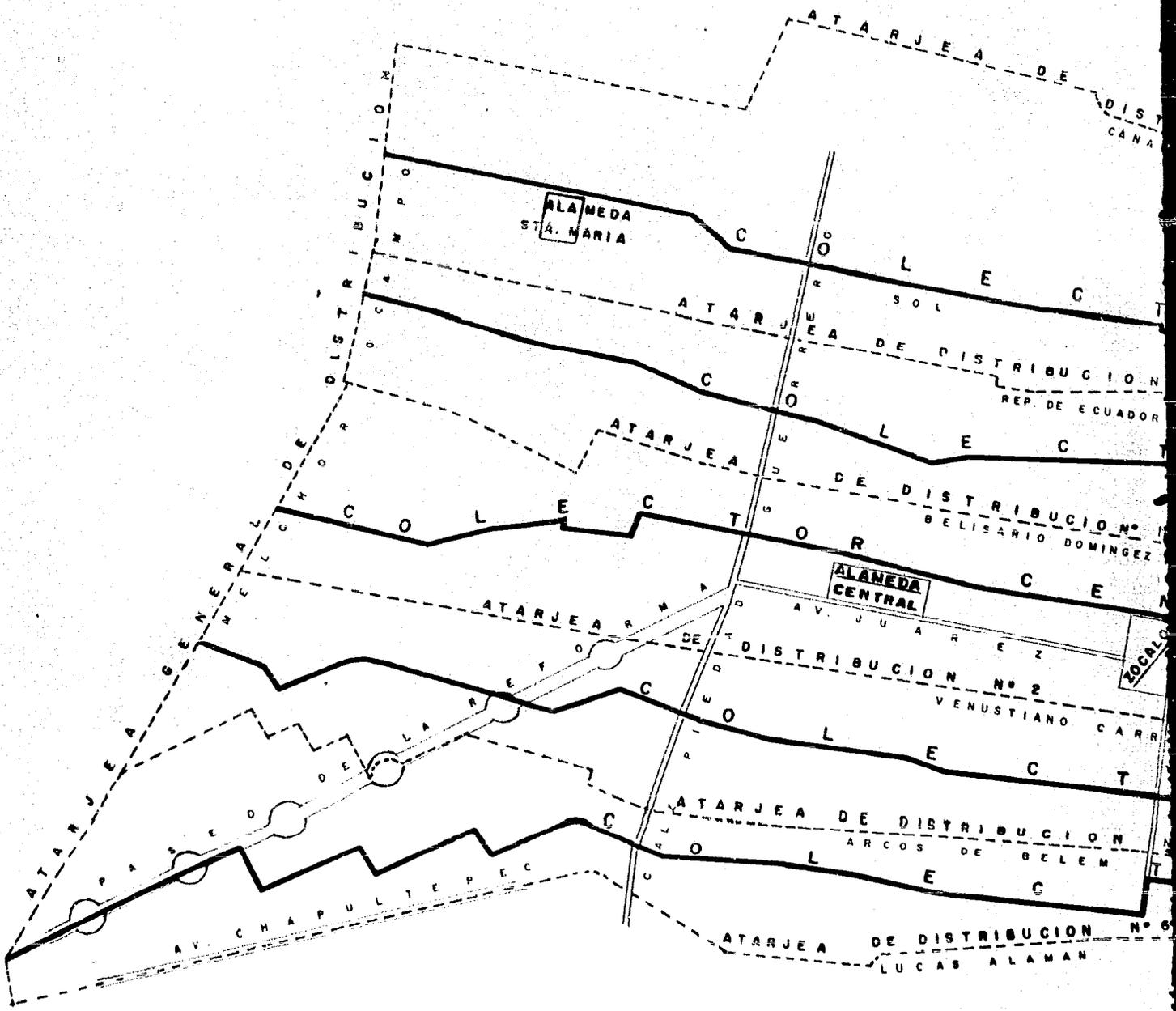
En el año de 1886, se estudiaron las obras de "saneamiento" de las grandes poblaciones de Estados Unidos y Europa, para definir con mejor acierto y conocimiento lo que convenía hacer en la Ciudad de México. Fué a mediados del año de 1891, cuando se concluyó el proyecto de colectores, atarjeas y sistema de lavado, comenzando la construcción del primer colector en marzo de 1897.

De Poniente a Oriente se dividió la Ciudad en cinco zonas, de toda la longitud del terreno que ocupaba en esa época, zonas que en el sentido de Norte a Sur tienen de amplitud, lo que ocupan seis manzanas por regla general, pues debido a las irregularidades del trazo de las calles, no fue posible conservar un ancho uniforme en toda la longitud de las zonas y aún del lado del Poniente fue preciso bifurcar el colector central que ocupa aproximadamente el eje medio de la Ciudad.

Al Norte de la zona central están las zonas 1 y 3 y al Sur las 2 y 4.

En la línea media o el eje mayor de cada zona, hay un colector que es el conducto más profundo, que está en la línea de menor pendiente donde se reúnen todas las aguas del área que la zona ocupa.

Los límites que separan cada zona de la inmediata son por decir así, las líneas de división del escurrimiento de las aguas pluviales y allí están los tubos de distribución del líquido que sirve para lavar las atarjeas y colectores y allí también están los puntos más altos, el origen de todas las atarjeas laterales que a partir de dichos puntos, tienen una pendiente uniforme, la mayor que fue posible dar en cada caso, repartiendo en toda la longitud de cada ----



DIST
CANA

ALAMEDA
STA. MARIA

COLECTOR
SOL

ATARJEA DE DISTRIBUCION
REP. DE ECUADOR

ATARJEA DE DISTRIBUCION
BELISARIO DOMINGEZ

ALAMEDA
CENTRAL

AV. JUA REZ

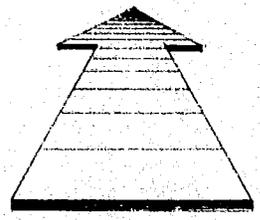
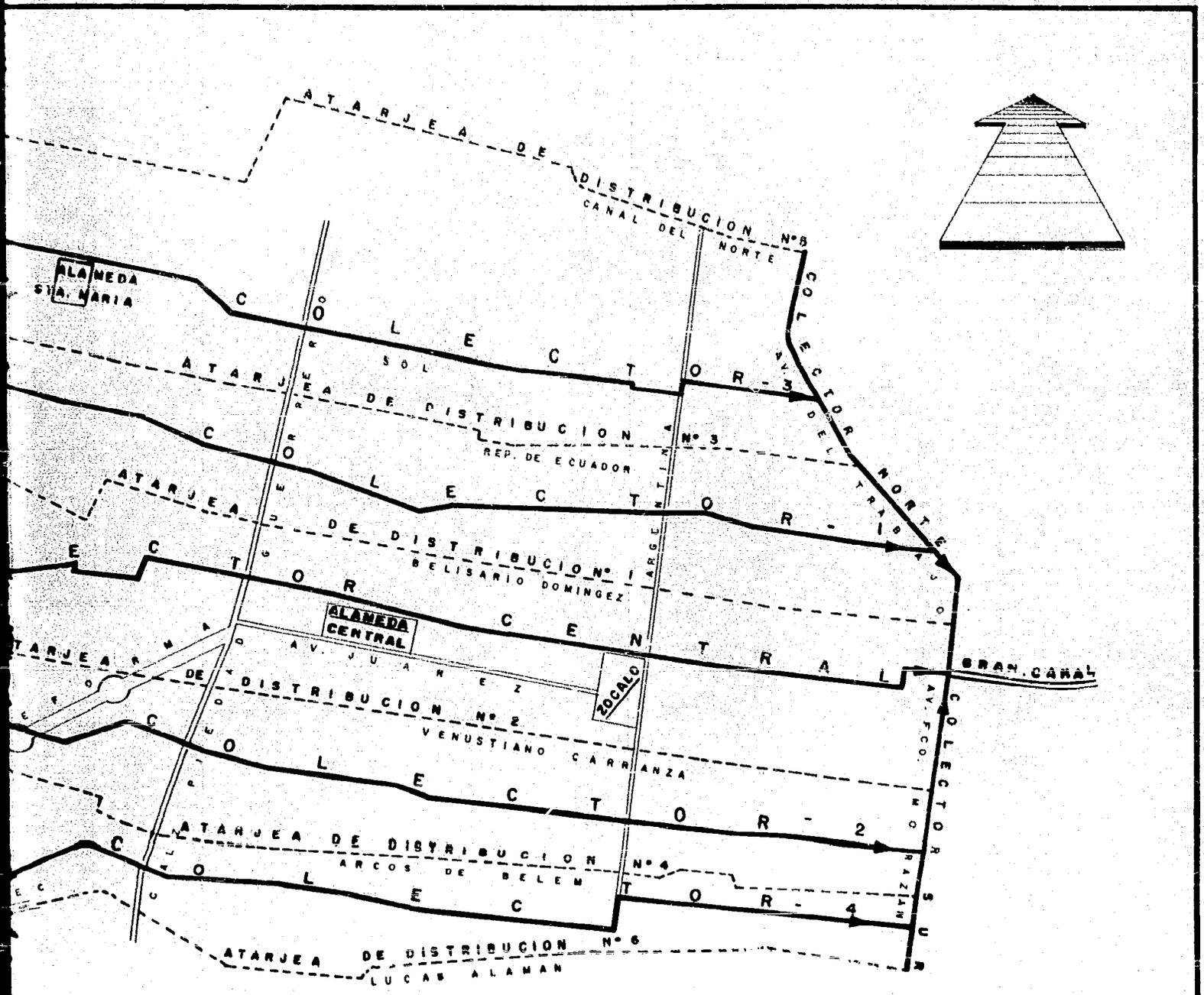
SE DISTRIBUCION N° 2
VENUSTIANO CARRI

ATARJEA DE DISTRIBUCION
ARCOS DE BELEM

ATARJEA DE DISTRIBUCION N° 6
LUCAS ALAMAN

AV. CHAPULTEPEC

LOCAL



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR DEL GRAN CANAL	
SISTEMA PRIMITIVO - DE ALcantarillado	
TESIS PROFESIONAL	1968
ANGEL BICERRIL REZA	

atarjea, la diferencia de nivel disponible, que era, la diferencia de acotación entre un punto a un metro cuarenta centímetros abajo del terreno en el origen de cada atarjea y el centro del colector en el punto de enlace.

Cercano al eje medio de Bucareli-Guerrero se estableció un tubo de fierro colado, de 1.07 m. de diámetro, destinado a llevar un metro cúbico de agua por segundo, tubo que se alimentaba con el agua de los lagos del Sur, que llegaba a la Ciudad por el canal Nacional y que después era llevada por el canal de Derivación, hasta la bomba instalada cerca del cruce de las calzadas de Chapultepec y la Piedad.

En la línea de división de las zonas se colocaron los tubos de distribución como se dijo antes; dichos tubos son también de fierro colado, tienen setenta y cinco centímetros de diámetro interior y estaban destinados a llevar quinientos litros de agua por segundo, cada uno.

En su origen las atarjeas laterales se comunican con alguno de los tubos de distribución, por medio de un tubo de fierro colado de quince centímetros de diámetro, que se llevó en todos casos a pasar debajo de la banquetta, precisamente en la esquina o en algún punto muy próximo a ella y en ese lugar se colocó siempre una válvula que tiene por objeto, dirigir y concentrar las corrientes del agua en determinadas atarjeas de una zona, a fin de que esa agua, después de lavar las atarjeas laterales, se acumule en el colector y produzca una corriente capaz de arrastrar los depósitos que tiendan a acumularse allí.

Para conseguir que se laven, tanto las atarjeas que van de Norte a Sur, como las que siguen las líneas Poniente a Oriente, todos los pequeños conductos de sesenta centímetros de diámetro o menos, tienen sus alineamientos en zig-zag, pues invariablemente dan vuelta al llegar a cada esquina y las dos atarjeas que allí concurren se aproximan hasta el punto de que ambas se pueden inspeccionar en cuatro direcciones desde un solo pozo de visita, con lo cual

se consiguió reducir el número de pozos simplificar el sistema y obtener una gran economía, sin perjudicar en nada las facilidades para la inspección.

Al pasar por los pozos, las atarjeas se conservan separadas, pues casi siempre tienen distintas acotaciones, por el hecho de que han recorrido trayectos diversos con pendientes que tampoco son iguales.

Con esta disposición especial del sistema de alcantarillado de la Ciudad de México, se había conseguido satisfacer la condición más importante, la de que se conserven expeditos y limpios todos los conductos con muy pequeño consumo de trabajo y de dinero, pues se había previsto que si no se establecía un medio fácil y económico para impedir que se acumularan los desechos sólidos dentro de los colectores y atarjeas, las obras en conjunto funcionarían de un modo deficiente, pues además de que las pendientes que es posible dar a los conductos desaguadores son muy pequeñas, la provisión de agua de la Ciudad era muy escasa, insuficiente para llevar hasta el Gran Canal los desechos sólidos de las habitaciones.

Por otra parte, el estudio de los efectos que produce una pequeña corriente, comparados con los de un golpe de agua que dura cinco minutos nada más, pero que sea bastante para llenar hasta la mitad una atarjea, demuestra que el golpe de agua, limpia por completo, mientras que la corriente perenne deja siempre depósitos que se acumulan poco a poco, entran en descomposición y acaban por emitir una fetidez intolerable.

La manera como se hacía la limpia de las atarjeas de la Ciudad de México, es la siguiente:

A una hora temprana y fija, se habrían las dos primeras válvulas que daban paso al agua de los tubos de distribución a las dos atarjeas más occidentales de la zona No. 4; los mismos operarios que abrieron esas válvulas, caminando

sobre las líneas de los tubos de distribución, seguían -- abriendo todas las válvulas correspondientes a la misma zona, a la hora y minutos que pintados de rojo, estaban escritos en la cara interior de las tapas de fierro colado -- que protegen a las válvulas.

Detrás de los dos primeros operarios, caminaban otros dos que iban cerrando las válvulas que abrieron los primeros y la obturación se operaba a la hora y minutos que con pintura blanca estaban marcados en la misma tapa a que antes se refirió.

El tiempo que las válvulas permanecían abiertas era variable, y se había fijado de acuerdo con la longitud de la atarjea servida por cada una de dichas válvulas, pues mientras más larga es la atarjea se dejaba correr por ella el agua mayor tiempo, a fin de que el lavado resultara eficaz.

Cuando los operarios que abrían y cerraban las válvulas de la zona 1, estaban próximos a llegar al extremo oriental de dicha zona, otro grupo de operarios comenzaba a abrir las válvulas de la zona 2 y a cerrarlos también a la hora y minutos fijados de antemano, pues todos llevaban relojes que se comparaban y arreglaban antes de comenzar el trabajo, para que este resultara preciso.

La operación de lavar las atarjeas y colectores de la Ciudad se efectuaba diariamente y se hacía en siete horas, poco más o menos, siendo nuestra capital, la única -- Ciudad del Mundo que podía limpiar todos los días y en poco tiempo su sistema de alcantarillas.

Esta limpia resultó completamente eficaz, a juzgar -- por el estado de aseo en que se encontraban todos los conductos después de quince años de servicio.

El estudio que con tanto empeño se hizo, a fin de dotar a la Ciudad de un sistema perfecto para limpiar sus ...

atarjeas y todo el enorme gasto que requirió su instalación lo nulificó el Ayuntamiento en 1925, en un acto de inconciencia que nunca se podrá calificar con bastante dureza, pues mandó cegar el canal que servía para conducir el agua que alimentaba las bombas de la Piedad.

La Junta Directiva que tuvo a su cargo la construcción de las obras, cuidó mucho de conservar la unidad de pensamiento y siguió estrictamente el plan aprobado. Las obras realizadas, en cifras numéricas, se describen como sigue:

38,743 m.	Colectores
222,307 m.	Atarjeas laterales
22,171 m.	Tubos de fierro colado de 1.07 y 0.76 m. de diámetro para la distribución del agua con que se <u>la</u> van las atarjeas.
7,964	Coladeras Pluviales
1,189	Pozos de Visita
3,335	Pozos de Lámpara.

Poco tiempo después de que la Junta de "Saneamiento" dió por terminada su misión, comenzaron sus actividades - las compañías fraccionadoras de terreno y surgieron aficionados que sin preparación alguna, se declararon aptos para proyectar y construir obras de alcantarillado y como es natural, se inició un desorden absoluto en esta clase de obras, pues los aficionados no tuvieron escrúpulo, en plegarse a las necesidades económicas de las compañías fraccionadoras, a quienes no preocupaba que las obras dieran o no el mejor resultado, sino que imponían lo más fácil, lo más barato, lo que con la menor cantidad de dinero, permitiera vender los terrenos al mayor precio posible y el resultado práctico de la anarquía en el pensamiento y la acción, fue que las obras fueran mal proyectadas y peor construidas, pues

el trazo, y las pendientes de los colectores y atarjeas, - adoleció de graves defectos en muchas secciones y por esto, en ellas, se inundaban las casas cada vez que se precipita una lluvia de mediana intensidad. Se pronosticó: llegará un día en que será preciso destruir y reconstruir todas - esas obras que se proyectaron atendiendo, no a los preceptos elementales de Hidráulica, sino a las conveniencias - económicas de la especulación.

Los perfiles siguientes describen de una manera elocuente el resultado práctico de un estado de cosas enteramente caótico, en lo relativo a los proyectos y construcción de los desagües en las colonias ubicadas al Poniente de la Calzada de la Piedad. Figuran los perfiles antiguos de los colectores 4, 6 y 8 que se construyeron en dichas - colonias al acaso, sin que hubiera en ello la uniformidad de pensamiento y de acción que tan necesaria es cuando en una extensión superficial considerable, se construyen obras que se han de ligar unas con otras, en condiciones definidas por reglas inmutables y de manera que formen un conjunto armónico, indispensable para su buen funcionamiento.

Las pendientes irregulares y las contrapendientes - que se observan, revelan hasta donde puedan llegar las consecuencias del desorden y la falta de unidad y debe servir de experiencia a las Autoridades, para evitar que en lo futuro se repitan semejantes hechos.

II- MODIFICACIONES Y ALTERACIONES QUE SE HICIERON AL ANTERIOR

Durante varios años, el sistema construido funcionó - correctamente, realizando con exceso los beneficios que se esperaron de él.

Es de mencionarse que por aquellos tiempos el medio ambiente de la Ciudad era bastante insalubre y se sufría de estados endémicos tales como el producido por el tifo.

Poco tiempo después de funcionar el alcantarillado y el abastecimiento de agua potable, que también se construyó bajo los mismos auspicios, se nombró una comisión integrada por médicos de toda la República para el estudio de las condiciones de insalubridad de la Ciudad y todos ellos estuvieron de acuerdo en declarar que el medio malsano que antes prevalecía se había modificado, desapareciendo su peligrosidad y que los principales factores de tal cambio eran precisamente las obras de abastecimiento de agua y el alcantarillado.

Posteriormente a 1910 la excelencia de las obras no fue tan lisonjera. Empezaron a sentirse malestares, que más tarde fueron engendrando un mal funcionamiento que hizo -- pensar en que las instalaciones hechas no habían sido las convenientes. Las causas de ello fueron ajenas al proyectista y a toda previsión técnica.

Acontecimientos inesperados, descuidos imperdonables y otros factores más, alteraron el funcionamiento del sistema. Entre estas causas lamentables pueden mencionarse:

- 1.- Que poco después de 1910 se iniciaron las luchas internas que tuvieron agitado al país casi diez años y durante él se olvidaron los lineamientos bajo los cuales se construyeron las obras y el plan de sus ampliaciones. En

forma anárquica se fueron formando verdaderas adherencias de redes sin un plan lógico, ya no se diga técnico, para servicio de nuevas zonas de urbanización y las que recargaron peligrosamente los colectores tan cuidadosamente planeados y construidos. Larga sería la enumeración de los errores, verdaderos absurdos, que se cometieron y que explican el citado mal funcionamiento que cada vez era peor.

Por ejemplo: a una atarjea de cuarenta centímetros de diámetro que fue construida exprofeso para un edificio oficial, se conectó el desagüe de toda una colonia que vertía sus aguas de lluvia mediante un colector de noventa y uno centímetros de diámetro.

Para sustituir un tramo del colector de 1.25 metros de diámetro que pasaba bajo el acueducto de agua potable y que en momentos de gasto máximo de aguas negras trabajaba a presión con cargas de 2 a 3 metros, se usaron dos tubos de 60 cm. de diámetro.

Algunos colectores se prolongaron hacia zonas para las cuales no fueron establecidos, recargándolos con gastos de aguas negras y de lluvias, que los hicieron y hacen trabajar en forma anormal. Y sobre algunos de éstas indebidas prlongaciones se edificó, quedando las alcantarillas bajo las manzanas de casas, sin dejar siquiera accesibles los pozos que permitiesen la limpieza o cuando menos, que indicaran la ubicación de los conductos.

El lavado que tan eficientemente se verificó durante algunos años, se pretendió modificarlo adoptando un nuevo plan, muy razonable, pero al llevarse parcialmente a cabo cortó la fuente del líquido de lavado, dejando inútiles las instalaciones construidas.

Sustituída dicha fuente por otra menos abundante, poco tiempo se siguió haciendo el lavado, por decidirse después en 1932, el no utilizar el agua respectiva en esta operación de limpieza. Desde entonces puede decirse que -

no se lava la red quedando el aseo restringido solo a las labores mecánicas.

2.- El proyectista consideró que la impermeabilidad de los pavimentos que podrían construirse durante el período económico de vida útil de las obras quedaba previsto -- con los coeficientes de 0.4 y 0.5, considerados en el proyecto. Quizá en esto fue lo único que no hubo una previsión acertada. El adelanto de la Ingeniería en este sentido ha permitido construir pavimentos de mejor impermeabilidad, de manera que los conductos de desagüe tuvieron que admitir aguas de lluvia en mayor cantidad que las consideradas en el proyecto.

3.- La movilidad de los ayuntamientos, ahora abolidos, y cuya creación y elección obedeció a principios muy loables y democráticos, pero que en la práctica resultaron un fracaso, tuvo una influencia desastrosa en los servicios municipales sobre todo en el alcantarillado, agudizando situaciones lamentables ya y haciendo que las obras sin control técnico fueran cada vez más deficientes, al quedar bajo el dominio de efímeros poderes políticos.

4.- Por otra parte, el tiempo transcurría y el servicio esperado del sistema se iban rindiendo, acercándose al término del período económico del proyecto.

Al final del decenio 1920-1930 puede decirse que había cumplido este período. En ese tiempo los servicios municipales tuvieron mejor control y se procedió a emprender ampliaciones correctas de la red y a enmendar en cuanto fuere posible los absurdos cometidos. Pero éstos gravitaban como terrible herencia en el funcionamiento y que gran parte no pudieron corregirse. Se empezaron a construir nuevos colectores, bajo un plan lógico, pero no se pudieron establecer con la extensión necesaria; y ampliado por una parte el sistema, se continuó en el uso de la red vieja e insuficiente.

5.- Por otra parte, la naturaleza, en sus leyes inmu

tables ejerce su acción sin que el hombre muchas veces pueda prever el resultado de ella. La red de alcantarillas ha efectuado una acción de drenaje que ha sido de fatales consecuencias.

No se pudo prever que dicha red iba a modificar las condiciones del subsuelo. El punto de vista al respecto era muy diferente de lo que es hoy.

Se tenía la idea de que un abatimiento del nivel freático sería muy beneficioso. Un grupo de médicos de gran prestigio, conocedores de que el citado nivel cercano a la superficie del suelo provocaba una atmósfera insana en las habitaciones de las plantas bajas de las casas, elevó un memorial al gobierno cuando se empezaron a practicar las primeras excavaciones, indicando que era la oportunidad de establecer a bajo costo obras para abatir las aguas freáticas, librando a las habitaciones de las emanaciones moféticas que subían por los cimientos y muros para lo cual proponían que las citadas excavaciones se profundizaran para colocar bajo los conductos de aguas negras de lluvia verdaderos drenes para descenso del nivel freático.

Por fortuna esta petición no fue atendida, quizá por estimarse que ya las alcantarillas efectuarían por sí solas esta acción de drenaje. Y ésta ha sido tan intensa, que al deshidratarse el subsuelo con la salida inevitable de las aguas freáticas ha venido un enjutamiento perjudicial de los terrenos y un descenso general de toda la Ciudad, intensificado en forma alarmante en algunos lugares dentro de ella. El descenso del subsuelo ha dislocado las alcantarillas, las cuales, dadas sus pendientes exiguas, no sólo han sufrido disminuciones en ellas, sino que han quedado en muchos lugares en contrapendiente, formando hundimientos en forma de sifones, llamados comunmente "columpios", que han agravado las condiciones de escurrimiento, favoreciendo los azolves y obturaciones frecuentes de los conductos, que no permiten el franco paso de las guas de lluvias y provocan inundaciones cada vez más graves en

la ciudad.

6.- Durante 1930 a 1935 se hicieron estudios minuciosos de las condiciones en que estaba la red y se llegó a la conclusión de que debería formularse un proyecto amplio para atender a las necesidades de un buen desagüe de la Ciudad, teniendo en cuenta los errores cometidos, su corrección y los nuevos puntos de vista que por ese tiempo permitían una visión más amplia que lo que se tuvo treinta y tantos años atrás.

No tuvo eco esta moción y sólo se continuó con la construcción de nuevos colectores, sin tener en cuenta la parte central y más importante de la red, ya decadente, dislocada, sobrecargada y sujeta a un servicio que ya se había prodigado con creces. Tampoco se consideró que el alcantarillado está suspendido a las mencionadas obras del Desagüe del Valle y que las nuevas condiciones que acontecían en éste tendrían inevitablemente efecto desastroso en el mal funcionamiento, que se agravaba cada vez más.

Otros muchos factores han contribuido a crear la situación que en el año de 1951 se ha manifestado en forma tan lamentable produciendo inundaciones, molestias, pérdidas económicas, daños diversos, deterioro en las construcciones, etc. y peligro a la salubridad. Todo lo cual no es de extrañar al pensar que una obra proyectada para 30 años lleva 50 de servicios, que durante más de 15 se han cometido en ella errores imperdonables, que se ha desatendido su conservación correcta y oportuna, y sobre todo, que las condiciones bajo las cuales fue proyectada no son las que ahora prevalecen. Y como el olvido de los preceptos técnicos de la Ingeniería ha hecho de una red debidamente proyectada, bien construida y de funcionamiento correcto una obra decadente que ahora gravita fatalmente en forma de trastorno e incalculables perjuicios.

No se pretende fijar lineamientos a lo que debe hacerse, desde luego, para evitar el triste espectáculo que ese

año presentó la primera y única en su categoría de las ciudades de la República, pero sí puede decirse que sin duda, deben intervenir en la feliz solución del grave problema actual: el bombeo para lograr un rápido alejamiento y transporte de las aguas de la gran metrópoli y el tratamiento de los líquidos residuales que aunque caro y rehuído hasta la fecha, ofrece las mas convenientes soluciones.

La importancia de la Ciudad de México y además la magnitud de esa situación, impuso la necesidad de crear una comisión especial, con todas las facultades del caso, para imponer en forma de dictadura, una acción eficaz que resuelva con toda amplitud y para un amplio futuro, el problema particular del saneamiento de la Ciudad, con respecto a la erradicación de las aguas negras y de su desagüe pluvial.

Y efectivamente así es como se atacó y se sigue atacando el problema. Ver plano siguiente.

Se procedió a desviar el Colector Central, a partir de la calle de Tacuba por Palma, hasta la calle de República de Cuba y llegar a la de Leona Vicario. Continuar por Miguel Negrete, hasta Ferrocarril Cintura, continuar por Alarcón y llegar a Imprenta, origen del Gran Canal del Desagüe.

Se construyó un Interceptor, localizado en la Calzada de la Viga, que es paralelo al Colector del Sur y que como su nombre lo indica, intercepta a los colectores 10, 8, 6, 4 y 2 que por efecto del hundimiento, no alcanzan a descargar al Colector del Sur, que es el lugar de descarga proyectado.

Se instalaron las Plantas de Bombeo de Zoquipa y -- Gral. Anaya. Se taponaron las descargas al Colector del Sur, para evitar que el agua que llega de la zona Oriente, escurra hasta el Interceptor de la Viga.

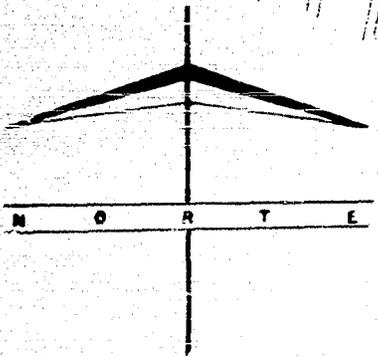
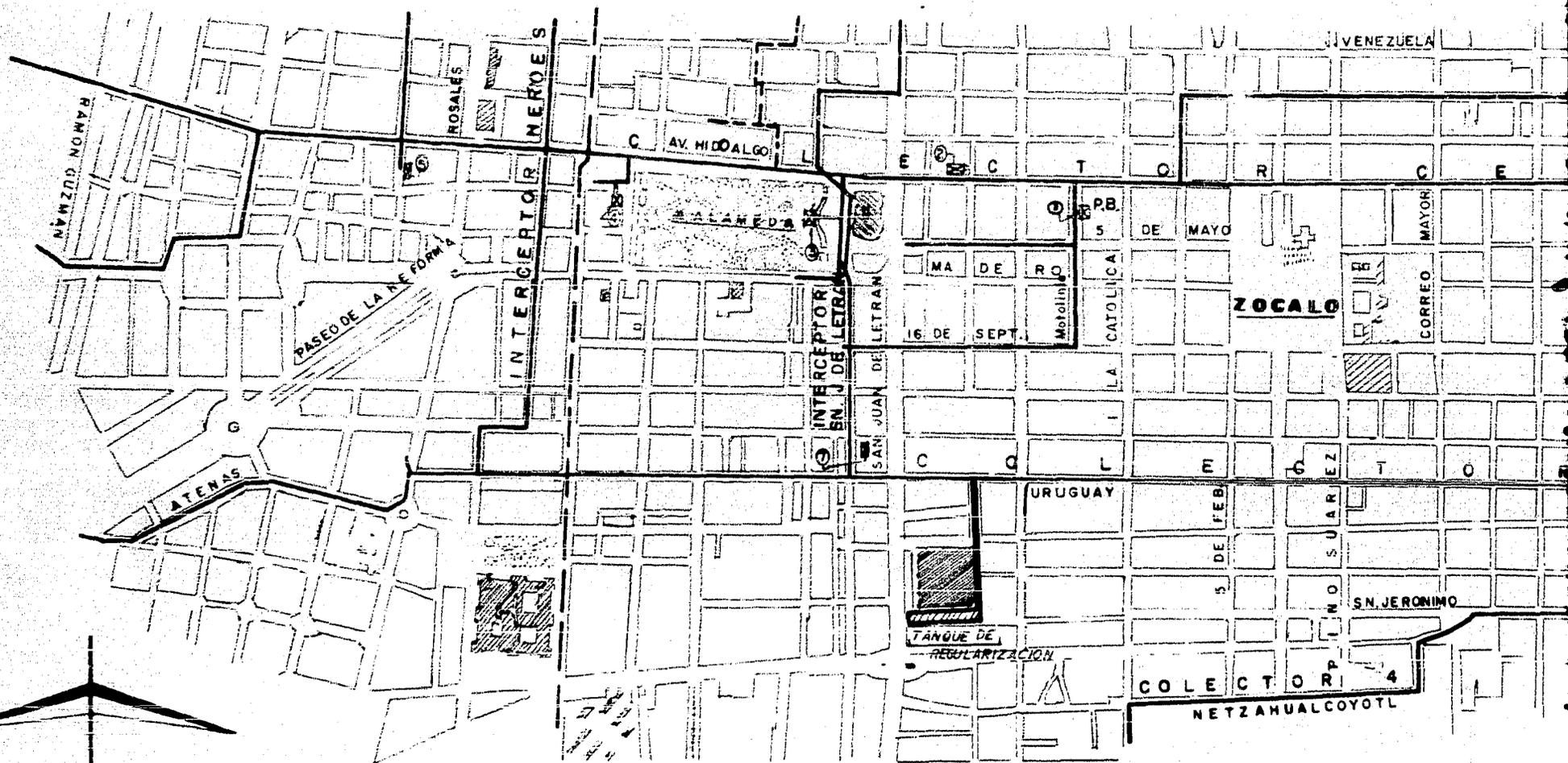
Se construyeron Plantas de Bombeo, en la zona tributaria del Colector Central; zona donde los estragos produ-

cidos por el hundimiento, en la red de alcantarillado es -
alarmante. Queda limitada al Norte por la Calle de Mina y
su prolongación; al Sur por Ayuntamiento y su prolongación;
al Oriente por la Plaza de la Constitución y al Poniente -
por la Avenida Insurgentes. Dichas Plantas son:

1.-	P.B.	Motolinia -----	1.50 m ³ /seg.
2.-	"	Xicoténcatl -----	1.00 "
3.-	"	Alameda Central ----	1.50 "
4.-	"	San Diego -----	1.50 "
5.-	"	Jesús Torán -----	1.00 "
6.-	"	Gral. Anaya -----	4.50 "
7.-	"	López. -----	1.40 "

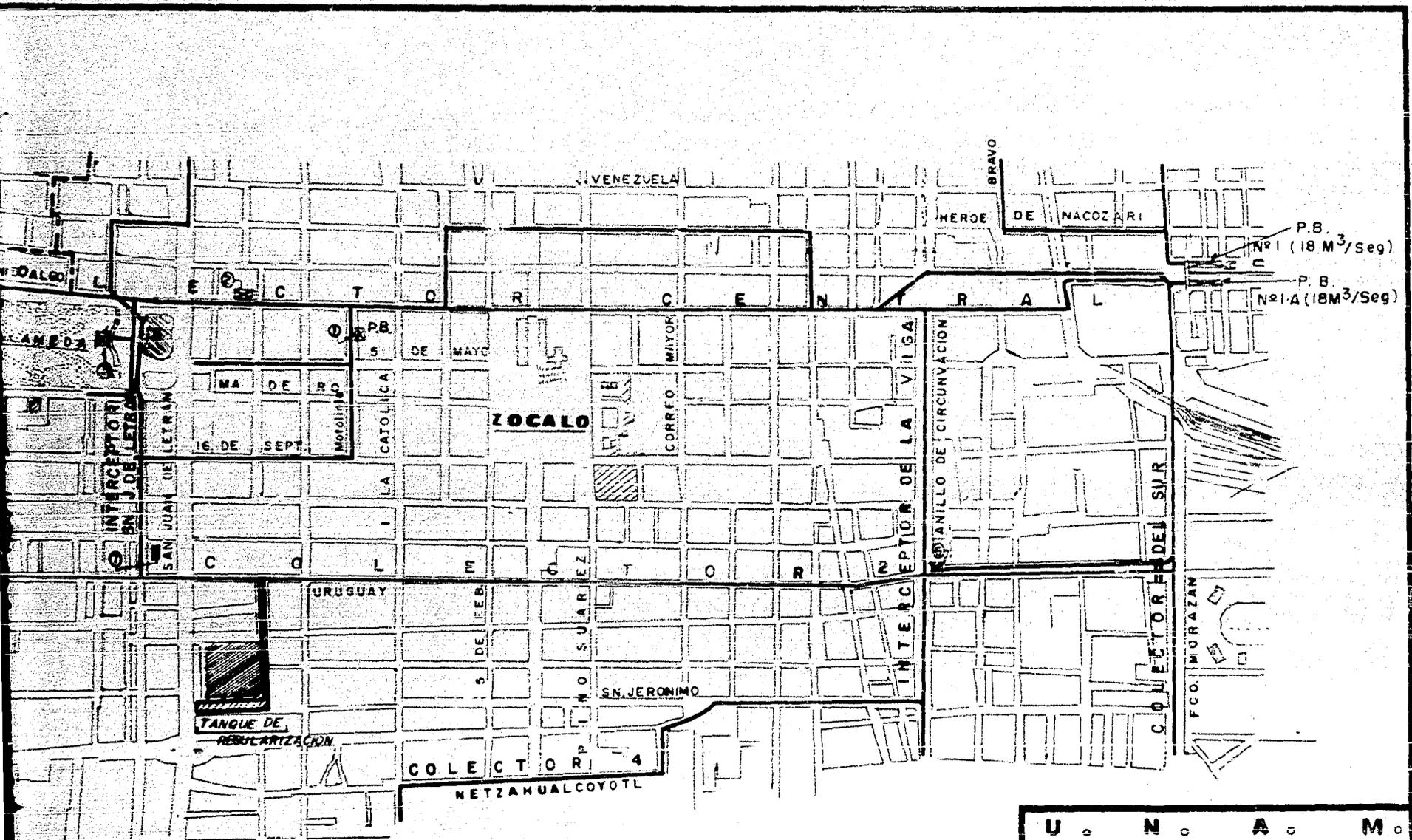
Posteriormente, y con la construcción de nuevos inter-
ceptores (por ejemplo, el Interceptor Héroes e Interceptor
San Juan de Letrña) se irá eliminando el bombeo.

Agregaremos finalmente que se construyeron tanques de
Regularización por diferentes rumbos de la Ciudad, con ca-
pacidad de 10.000 m³.



E S C . 1 : 1 0 0 0 0

P.B. 1-	MOTOLINIA	1.50	Mts.	$\frac{3}{4}$ seg.
"	2- XICOTENCATL	1.00	"	"
"	3- ALAMEDA CENTRAL	1.50	"	"
"	4- SN. DIEGO	1.50	"	"
"	5- TERAN	1.00	"	"
"	6- GRAL. ANAYA	4.50	"	"
"	7- LOPEZ	1.40	"	"



C. 110 000

P.B. 1- MOTOLINIA	1.50	Mts.	$\frac{3}{seg}$
" 2- XICOTENCATL	1.00	"	"
" 3- ALAMEDA CENTRAL	1.50	"	"
" 4- SN. DIEGO	1.50	"	"
" 5- TERAN	1.00	"	"
" 6- GRAL. ANAYA	4.50	"	"
" 7- LOPEZ	1.40	"	"

U. N. A. M.
FACULTAD DE INGENIERIA

**SUSTITUCION DE LA
 PROLONGACION SUR DEL
 GRAN CANAL
 MODIFICACION AL SISTEMA
 DE ALCANTARILLADO**

TESIS PROFESIONAL
 ANGEL BECERRIL REZA 1962

III- DESCRIPCION Y OBJETO DE LAS OBRAS DE LA MENCIONADA SUSTITUCION

La Prolongación Sur del gran Canal del Desagüe de la Ciudad de México, tiene su origen en la Planta de Bombeo - N^o 2 del Gran Canal del Desagüe, que a su vez tiene origen en las calles de Imprenta y Alarcón.

Continúa hacia el Sur por las colonias Moctezuma, - Jardín Balbuena, Gómez Farías, Ciudad Deportiva, Granjas - México, Ramos Millán, Tlacotal, Santa Anita, Viaducto Piedad, Alamos, Moderna, Villa de Cortés, Reforma Ixtaccihuatl, Nativitas, Zacahuisco, San Andrés Tetepilco, Justo Sierra, Banjidal, hasta llegar a la Calzada Ermita-Ixtapalapa.

Pasa el Río de Churubusco, campo de Golf "Campestre Churubusco"; Colonias Campestre-Churubusco, Educación, Avante, Centinela, Espartaco; Hacienda de Coapa (terrenos donde se encuentra la Preparatoria No. 5) y llega a Huipulco donde termina.

Podemos observar que en toda su longitud el Canal está localizado en zonas pobladas, desde la colonia de tipo proletario hasta la colonia de tipo residencial. Por lo tanto constituye en su totalidad un foco de contaminación, formando en su recorrido una faja de insalubridad manifiesta, que para la población y categoría de la Ciudad de México no debe ya existir.

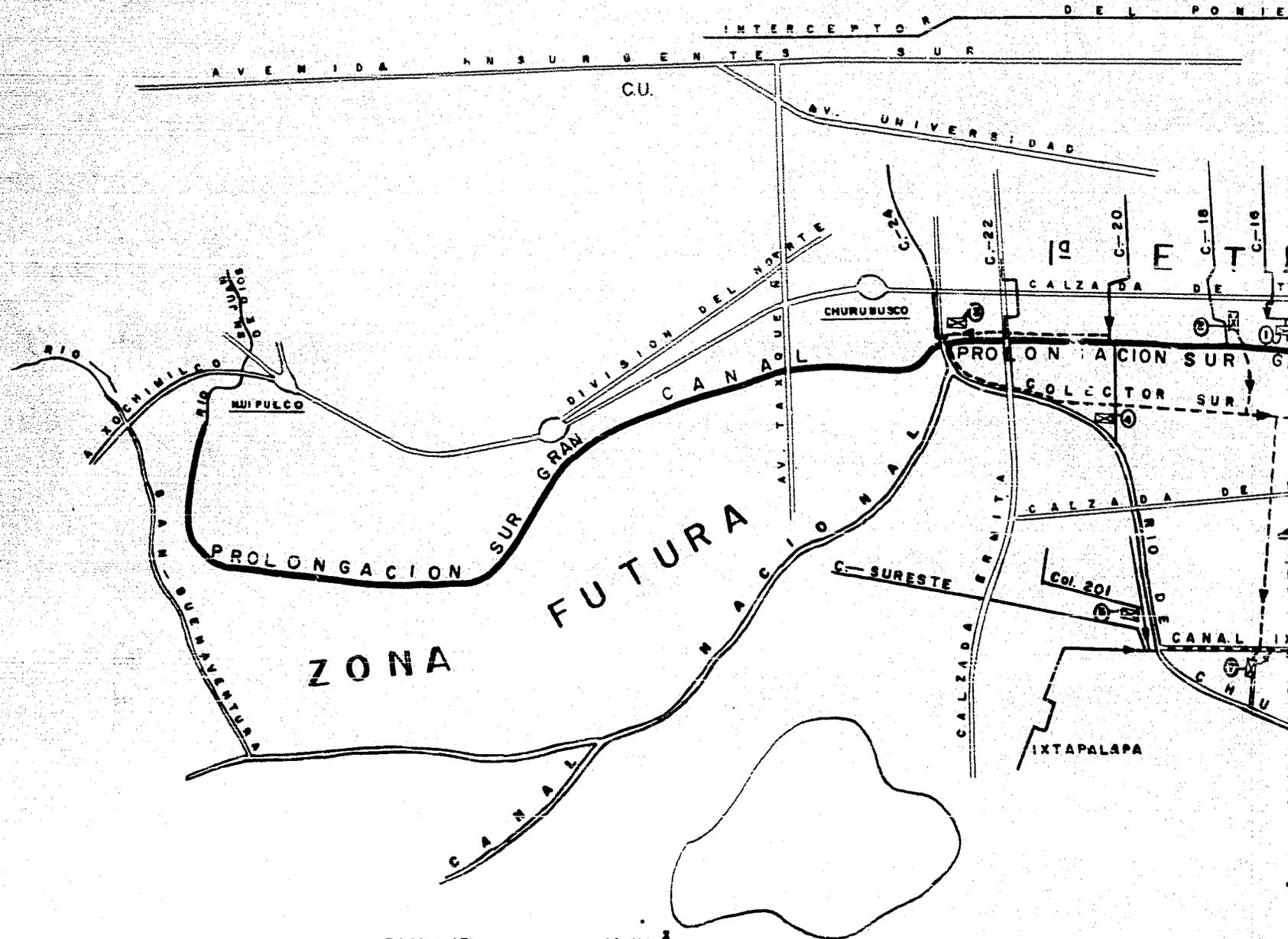
Estos canales, son los que frenan el desarrollo, en todos sus aspectos, de las zonas que recorren. Recordemos, cuales eran los límites de la Ciudad de México, por el Norte y Noroeste el Río del Consulado, por el Sur el Río de la Piedad, por el Oriente la Prolongación Sur y por el Poniente el Bosque de Chapultepec.

Además, en los años que tiene trabajando el azolve y

las diversas alcantarillas que se han construido, dificultan su escurrimiento, como se observa en la zona de Portales, el cruce con la Carretera a Puebla, en el origen mismo del Canal; donde se forman verdaderos taponamientos ocasionando la formación de natas hasta de sesenta centímetros de espesor.

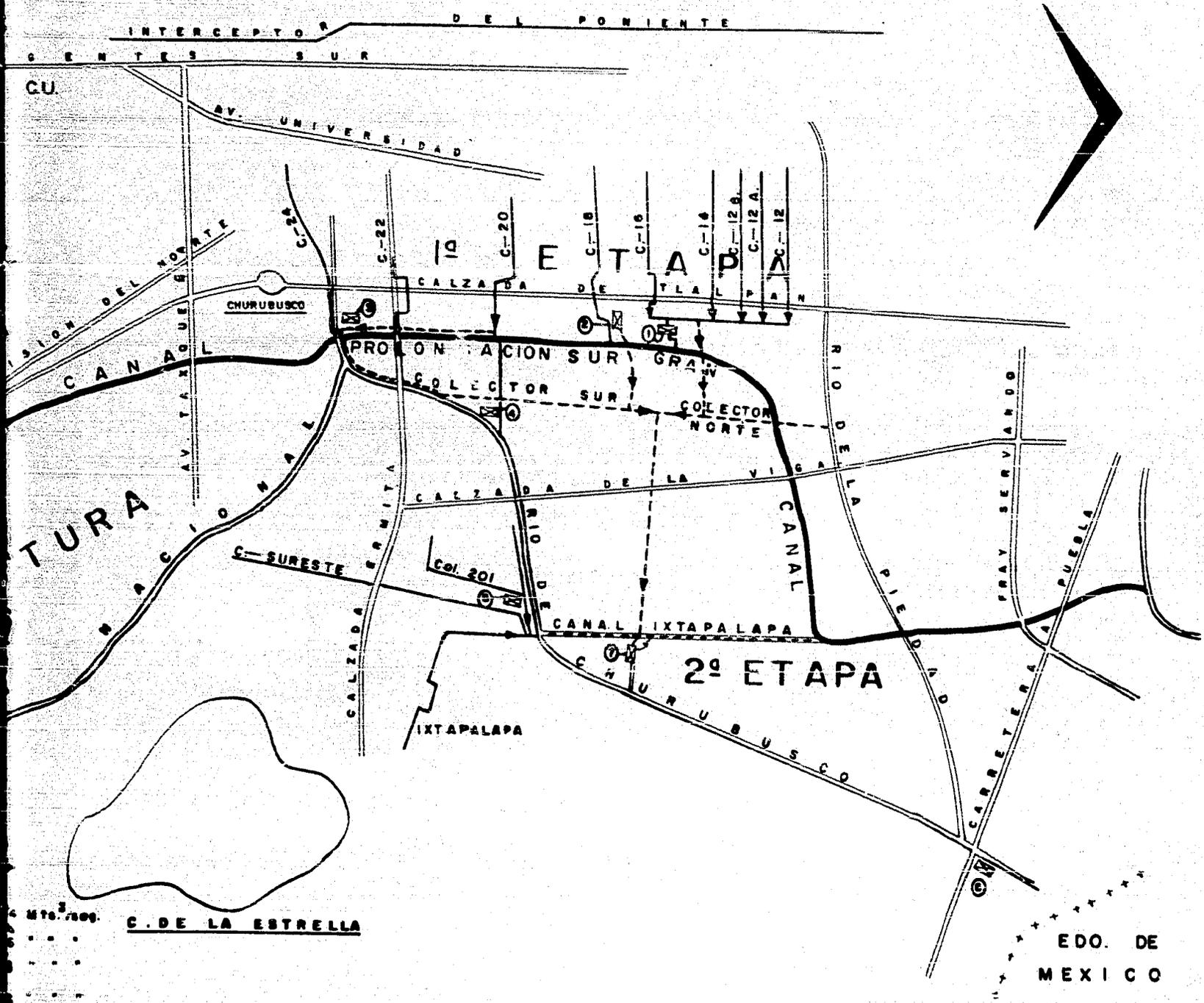
Para sustituir dicho canal se proyecta construir una Planta de Bombeo en la Delegación de Ixtapalapa, localizada en el Perímetro del pueblo de Aculco, en la margen derecha del Canal de Ixtapalapa. Ver Plano siguiente. Aquí tiene origen el colector que llamaremos Emisor y que siguiendo una dirección de Oriente a Poniente, llega hasta la Colonia Reforma-Ixtaccihuatl; su longitud es de 3050 m. En ese lugar, Playa Roqueta y Avenidad de las Torres, recibe el caudal de dos colectores tributarios que llamaremos en lo sucesivo Colector Norte y Colector Sur. El Colector Norte se localiza en la Av. de las Torres, y descargan los colectores que anteriormente lo hacían al Canal Prolongación Sur, y que son: Colector 12, Colector 12B, Colector 14, Colector 16. Además servirá también para regularizar el caudal del Río de la Piedad, actualmente entubado. El origen de este colector es el extremo del Emisor y tiene una longitud de 2460 m.

El colector del Sur se localiza en la Av. de las Torres hasta llegar a la Av. del Río Churubusco y seguir hasta el Canal de la Prolongación Sur, donde descargan los colectores que anteriormente lo hacía al Canal y que son: Colector 18, Colector 20, Colector 22 y Colector 24. Además intercepta al Canal Prolongación Sur, al pasar éste el Río Churubusco y en consecuencia aquí descargará todo el Caudal que trae de los siguientes colectores: Colector 26, Colector 28, Colector 30 y todos los proyectados para la zona de futuro crecimiento que se supone va a quedar limitada por el Pedregal de San Angel al Poniente, el Canal Nacional por el Oriente y el Río de San Buenaventura y Tlalpam por el Sur. El origen de este Colector es el extremo del Emisor y tiene una longitud de 4875 m.



- | | | | |
|-----------------------|-------|----|-------------------------|
| 1- P.B. IXTACCIUATL | _____ | 14 | Mts. ³ /800. |
| 2- " ZACAMUIZCO | _____ | 6 | " " " |
| 3- " CHURUBUSCO | _____ | 8 | " " " |
| 4- " SINATEL | _____ | 6 | " " " |
| 5- " COLONIA 201 | _____ | 3 | " " " |
| 6- " CARRETERA PUEBLA | _____ | 3 | " " " |
| 7- " IXTAPALAPA | _____ | 40 | " " |

C. DE LA ESTRELLA



U N A M
 FACULTAD DE INGENIERIA
 SUSTITUCION DE LA
 PROLONGACION SUR DEL
 GRAN CANAL
 CROQUIS DEL AREA
 TRIBUTARIA
 TESIS PROFESIONAL

Hasta aquí se conseguirá el fin propuesto, sustituir el Canal Prolongación Sur por una red de colectores, que abarca la zona que empezando en el Río de la Piedad (Viaducto Miguel Alemán) termina en el Perímetro de la Delegación de Tlalpam (Huipulco).

Sin embargo, observando el Plano sig., nos falta una zona, por cierto muy amplia, que considerar. Y que también actualmente están descargando sus aguas negras al Canal Prolongación Sur y que también descargaran sus aguas negras a dicho canal las zonas que en un futuro inmediato, tengan instalada una red de alcantarillado.

Nos referimos a la Delegación de Ixtapalapa, la Delegación de Ixtacalco y Colonias proletarias a la derecha e izquierda del Canal Prolongación Sur, a saber: Agrícola -- Oriental, Ignacio Zaragoza, Gómez Farías, Pantitlán, Juan Escutia, Aviación Civil, Cuatro Arboles, Federal Jardín -- Balbuena y Moctezuma entre otras.

Se utilizará el mismo canal para construir un colector que teniendo como origen la Planta de Bombeo No. 2 en el Gran Canal, termine donde descarga el Canal de Ixtapalapa, al actual Canal Prolongación Sur.

Este nuevo colector recibirá el Caudal del Colector - que teniendo por origen este extremo, termina en donde interceptaría al Colector Norte, que dijimos anteriormente, - es el tributario del Emisor, que descarga en la Planta de Bombeo de Ixtapalapa.

Esta es el área que abarca el Proyecto de la Sustitución de la Prolongación Sur del Gran Canal del Desagüe del Valle de México.

Decíamos en párrafos anteriores, que la sustitución se hará por una red de colectores y los innumerables beneficios que se obtendrán; además se aprovechará parcialmente el volumen de aguas negras para riego y usos domésticos,

construyendo una Planta de Tratamiento por el rumbo del pueblo de Ixtapalapa (Cerro de la Estrella).

Aprovechamiento, que nunca antes se había llevado a cabo, en los sesenta y tantos años que tiene en servicio el gran Canal del Desagüe.

El agua negra tratada, se utilizara para riego y usos domésticos de la zona lacustre del Sureste de la Ciudad de México; ya que de esa zona, se piensa obtener agua potable de los mantos acuíferos para aumentar el caudal del preciado líquido, para la cada vez más sedienta población.

Los 30 m³/seg. que se calcula, llegaran a la Planta de Bombeo de Ixtapalapa, se controlaran por medio de compuertas. Para tal fin, se construyó un canal de sección trapecial del cárcamo de descarga al Río Churubusco. Dicho canal tiene capacidad para 30 m³/seg. este caudal se podrá controlar de la siguiente manera:

a) Se podrá descargar ese caudal íntegro al Río Churubusco.

b) Podrán pasar únicamente 15 m³/seg al Río Churubusco y 15 m³/seg se llevaran por el Canal de Circunvalación, y en consecuencia siempre tendremos agua negra suficiente para el tratamiento; puesto que en el Río Churubusco se construirá la obra de toma.

Los resultados que se obtengan de dichos trabajos serán inmediatos. No se necesitará esperar a que transcurran los años para ver la utilidad de las obras.

No cuesta mucho trabajo imaginar la transformación que sufrirá la zona que cruza actualmente el canal, desde todos los puntos de vista que se quiera analizar. Ejemplo de ello, lo tenemos en las zonas que cruza el Río de la Piedad, el Río del Consulado, y actualmente el Río de Churubusco; aspecto que tuvimos oportunidad de presenciar antes y después de realizados los trabajos para convertir --

dichos canales en flamantes vías de comunicación, tan necesarias en nuestra ciudad.

Y finalmente el Gran Canal trabajará en mejores condiciones ya que en los primeros 20 Km. su capacidad es ya insuficiente para transportar el caudal de aguas negras - producidas en la Ciudad.

IV- AREAS Y HABITANTES SERVIDOS PRESENTE Y FUTUROS. ESTIMACION DE LAS AGUAS DE LLUVIA POR ELIMINAR.

Para el proyecto y programación de las obras de agua potable y alcantarillado de una Ciudad, es fundamental conocer el probable crecimiento de su población y el del área urbanizada. Esta predicción es extraordinariamente compleja, porque los movimientos demográficos en una región dependen de factores políticos y económicos, cuyos efectos no son fáciles de ponderar en un momento dado.

Se han aplicado procedimientos estadísticos, comprobados por vía experimental, sobre el crecimiento natural de ciertas ciudades, los cuales han demostrado su validez en algunos casos particulares. Y en cambio, se apartan apreciablemente de los hechos observados en otros ejemplos. Las revoluciones técnicas o sociales no caben dentro de las predicciones de leyes que, como las antes referidas, sólo toman en cuenta la variación de una población con recursos limitados para sobrevivir.

En ciertos países se recurre a la comparación de crecimientos de otras ciudades más desarrolladas y que presenten características semejantes a la que se está estudiando; por supuesto que tales estimaciones son tan expuestas a error como las obtenidas por los métodos anteriores.

En vista de la imposibilidad de realizar una predicción con una aproximación suficiente para la planeación de obras de una ciudad, la actitud lógica, es calcular los incrementos de población basados en alguno de los citados procedimientos en forma tal, que teóricamente, cubra un período de tiempo no menor de 20 años, e ir verificando el crecimiento por medio de censos espaciados a cada 5 años para corregir, si es necesario, el programa de obras de antemano establecido.

Con las limitaciones arriba expresadas, se hace un cálculo de la población futura de la Ciudad, para analizar finalmente sus necesidades de agua potable y alcantarillado.

Paralelamente al crecimiento del número de habitantes, en un corto lapso es necesario conocer como se va a desarrollar el área urbanizada. Esto afecta al proyecto de las redes de alcantarillado y distribución de agua potable y a la planeación de las vías de comunicación futuras, principalmente.

Varios son los factores que influyen en la ampliación de la Ciudad en superficie, entre ellos, el clima, la topografía, las características del subsuelo y las facilidades de transporte a los centros comerciales y de trabajo. Por medio de una legislación adecuada, en las ciudades importantes se ha tratado de encauzar su desarrollo futuro, previo análisis de esos factores; el Plano Regulador del Departamento del Distrito Federal es un ejemplo de ello. De acuerdo con dichos estudios, se prevé que la Ciudad de México tendrá para 1980, los límites siguientes:

Por el Norte, el Río de los Remedios; por el Poniente, a partir de la población de San Bartolo Naucalpan -- (Edo. de México) tracemos una línea imaginaria hasta llegar a la población de Santa Fe y de ahí a la de San Jerónimo (Delegación de Villa Alvaro Obregón) para terminar en Tlalpam.

Por el Sur, a partir de Tlalpam tracemos una línea imaginaria hacia la población de Culhuacán (Delegación de Ixtapalapa).

Por el oriente, a partir de la población de Culhuacán tracemos una línea hasta el punto donde la Carretera a Puebla llega al límite con el Estado de México y de ahí seguir finalmente a la Colonia Atzacualco, lugar donde el río de los Remedios descarga sus aguas al Vaso de Texcoco

y Gran Canal del Desagüe.

Se obtuvo, una Densidad Promedio de 173 Hab/Ha y un área de 39500 Ha. y una población de 6834500 habitantes - para la Ciudad de México.

Para el tema que estamos desarrollando, nos interesa saber únicamente el número de habitantes presentes y futuros del área presente y futura tributaria a la sustitución de la Prolongación Sur del Gran Canal.

Por lo tanto considerando una Densidad Promedio de -- 180 Hab/Ha. llegamos a los siguientes resultados:

Area actual servida:	3 466.4 Ha.	1a. Etapa
	6 313.1 Ha.	2a. Etapa
Total:	9,779.5 Ha.	
Número de habitantes:	$9,779.5 \times 180 =$	1760310
		= 1760300
Area futura servida:	4 368.0 Ha.	
Número de habitantes:	$4 368.0 \times 180 =$	786,240
		= 786 300
Area Total:	14 147.5 Ha.	
Habitantes:	2 546 000	

Estimación de las aguas de lluvia por eliminar

El problema hidrológico de una cuenca o sector urbanizado consiste en determinar el volumen de agua concentrado en un lugar de dicha cuenca en que ha caído una precipitación. Conocida ésta y el área, la incógnita viene a

ser el volumen concentrado.

En el problema intervienen numerosos factores, difíciles de cuantificar con exactitud unos, y aún de determinar otros, no obstante que en lo fundamental es muy sencillo.

Cada región tiene condiciones tan especiales, que -- los datos por considerar son diversos en cada una de ellas y el procedimiento que en un lugar se seguiría para este cálculo, resulta completamente inapropiado en otro.

Esta variabilidad de datos ha impedido que se establezcan fórmulas generales que faciliten la solución del problema. Muchas veces lo más apropiado es hacer observaciones locales y deducir de ellas una expresión que será buena únicamente para el lugar correspondiente. Estas expresiones, por lo general, son empíricas y naturalmente -- las que se han determinado para diversos lugares resultan muy diferentes entre sí.

Sin embargo, muchas veces presta utilidad emplear -- una fórmula en otro lugar semejante a aquél para el cual -- fue establecida y después de un conjunto de observaciones prácticas ver hasta qué punto la fórmula adoptada se ha -- verificado o apartado de la realidad. Una adaptación en -- esta forma podrá facilitar el establecer una expresión con -- veniente del lugar de que se trate.

Las relaciones que unen tanto factor complejo y variable conducen casi siempre a fórmulas de estructura complicada, lo cual es un grave inconveniente, puesto que el hombre busca siempre la sencillez de expresión y en su actividad diaria tiene la inevitable tendencia a sacrificar exactitud en aras de la rapidez y facilidad de cálculos.

Además la complejidad de algunos factores que aún es -- capan al dominio del cálculo, justifican muchas veces esta actitud. Por tales motivos en el problema de que se trata,

es práctica muy común emplear, cuando no se tienen datos suficientes locales, ni un plan lógico a seguir, algunas de las fórmulas empíricas determinadas para otros lugares.

Muchas son las fórmulas establecidas, pero de entre la gran variedad que de ellas existe, algunas han alcanzado cierto carácter general que han hecho más frecuente su uso. Entre ellas se encuentra la llamada de BURKLI-ZIEGLER.

Para establecerla se basó en mediciones directas y experimentos por lo que ha dado en llamársele empírica, sin embargo como veremos más adelante, tiene la misma estructura que la fórmula racional y no difieren en el concepto fundamental, sino únicamente en la forma de involucrar los factores, que intervienen en la formación del coeficiente de escurrimiento en la expresión racional:

$$Q = ACi$$

Q = escurrimiento en m^3/seg ó lts/seg .

A = área en hectáreas

C = Coeficiente de escurrimiento o coeficiente de impermeabilidad

i = intensidad de la lluvia en cm/hr . ó mm/hr .

Es indudable que tanto Burkli-Ziegler como los demás investigadores que han originado fórmulas para el cálculo de los caudales de lluvias en diversas poblaciones de Europa y los Estados Unidos, partieron de principios racionales para su desarrollo, pero como en los tiempos en que se efectuaron no se contaba con métodos suficientes de investigación ni los medios de obtener datos que en la actualidad, se obtenían las expresiones que eran consideradas como empíricas, pero que al estudiarlas empleando métodos estadísticos y con suficientes datos se puede ver que eran perfectamente racionales.

Fórmula de Burkli-Ziegler.

$$Q = C A^{3/4} S^{1/4} i$$

Q = escurrimiento en lt/seg. ó m³/seg.

C = coeficiente de impermeabilidad.

A = área medida en hectáreas.

S = pendiente general o media del área en milésimos.

i = intensidad de la lluvia cm/min. ó mm/hr.

Valores del Coeficiente de Impermeabilidad "C".

C	Clase de Superficie.
0.90 - 0.70	Zonas comerciales o residenciales compactas.
0.70 - 0.50	Zonas circundantes de las anteriores.
0.50 - 0.25	Zonas suburbanas.
0.25 - 0.00	Parques y jardines.

La fórmula fue establecida por el autor para el sistema métrico.

Consideró la unidad de superficie la hectárea y un milésimo de pendiente como entero.

$$Q = C A^{3/4} S^{1/4} i$$

$$Q = C A i \frac{S^{1/4}}{A^{1/4}} = C A i \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

$$Q = C A i \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

Vemos que las unidades de gasto en la fórmula dependen del producto A_i , puesto que la pendiente no interviene por ser un número abstracto y el coeficiente de impermeabilidad "C" también es un número abstracto.

Si "i" lo expresamos en mm/min.; en una hectárea se tendrá

$$\begin{aligned}
 1.00 \times \frac{1.00}{1} &= 1.0 \frac{\text{Ha mm}}{\text{min}} = \frac{10000 \times 0.001}{1} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \\
 &= \frac{10}{1} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = \frac{10}{60} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = 0.167 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \\
 &= 167 \text{ lt/seg.}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto la fórmula nos dará el gasto en Lt/seg., cuando se tenga "A" en hectárea e "i" en mm/min. siempre - que se afecte del coeficiente 167.

Si "i" lo expresamos en cm/hr.; en una hectárea se tendrá:

$$\begin{aligned}
 1.00 \times 1 &= 1.00 \text{ Ha} \frac{\text{cm}}{\text{hr}} = \frac{10000 \times 0.01}{60 \times 60} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = \frac{100}{3600} \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \\
 &= 0.02778 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \\
 &= 27.78 \text{ lt/seg.}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la fórmula nos dará el gasto en lt/seg., cuando se tenga "A" en hectáreas e "i" en cm/hr. siempre - que se afecte del coeficiente 27.78.

Apertación de aguas de Lluvia Método Gráfico Racional.

Se le llama también Método Racional Alemán ya que se basa en la expresión axiomática.

$$Q = A C i$$

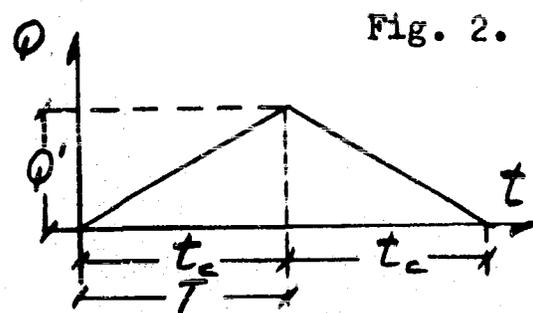
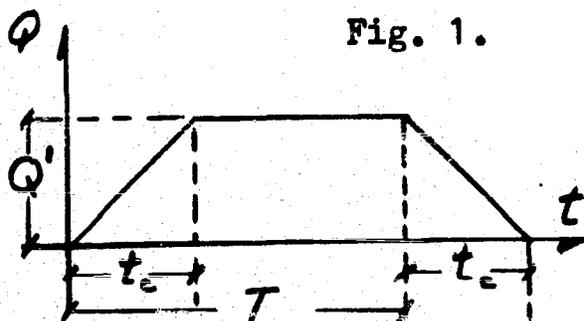
La diferencia fundamental con el Método Racional Americano, estriba en que en lugar de un Método Analítico se emplea un artificio gráfico para determinar la influencia del retardo en el escurrimiento en los distintos tramos de una red de alcantarillado.

Consideremos un área cualquiera "A", cuyo coeficiente de escurrimiento sea "C" y sobre la que lloverá un tiempo "T" mayor que el tiempo de concentración t_c ; si observamos los gastos que pasan por el desfogue notaremos lo siguiente:

Al empezar la lluvia, empieza un cierto escurrimiento que va aumentando hasta convertirse en el gasto total Q' , si la lluvia dura el mismo tiempo de concentración del área.

Si como se ha supuesto la duración de la lluvia es mayor que el tiempo de concentración el gasto máximo Q' se mantendrá durante un tiempo igual a la diferencia entre la duración "T" y el tiempo de concentración " t_c ". Cuando la lluvia termina, el caudal empieza a disminuir hasta llegar a cero cuando transcurre el tiempo de concentración después de que terminó la lluvia.

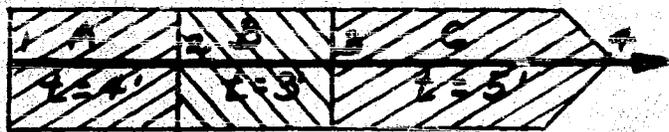
La representación gráfica de los gastos que pasan por el punto de salida o sea el hidrógrafo de los escurrimientos sería como se muestra en la Fig. 1 y en la Fig. 2 estaría el hidrógrafo cuando la lluvia tuviera una duración igual al tiempo de concentración.



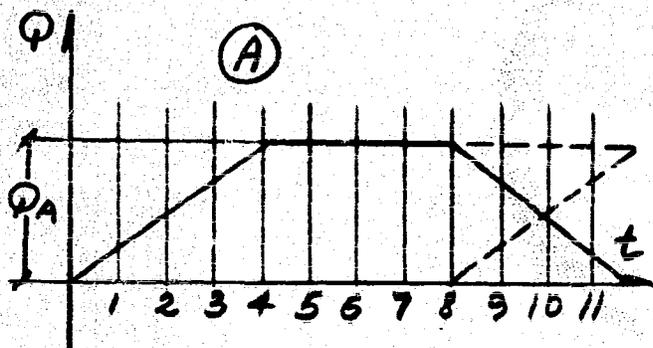
Cuando se estudia una red de alcantarillado pluvial o combinado se presentan dos situaciones:

- 1.- Que los tramos sean consecutivos.
- 2.- Que los tramos sean concurrentes.

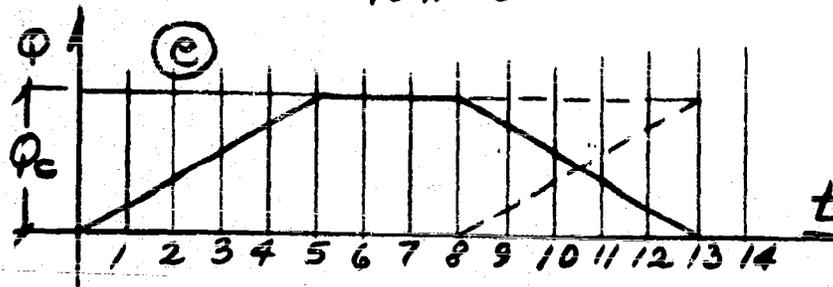
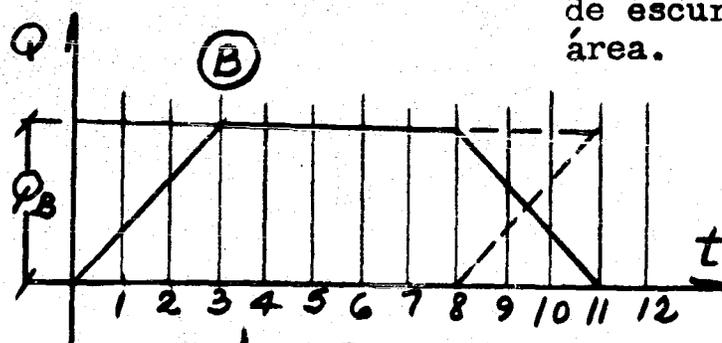
Supongamos áreas A B y C como se indica en la figura. El área "A" descarga en el tramo 1-2 que tiene un tiempo de concentración de 4 min.; el área B por 2-3 con $t=3$ min. y la C por 3-4 con $t=5$ min.

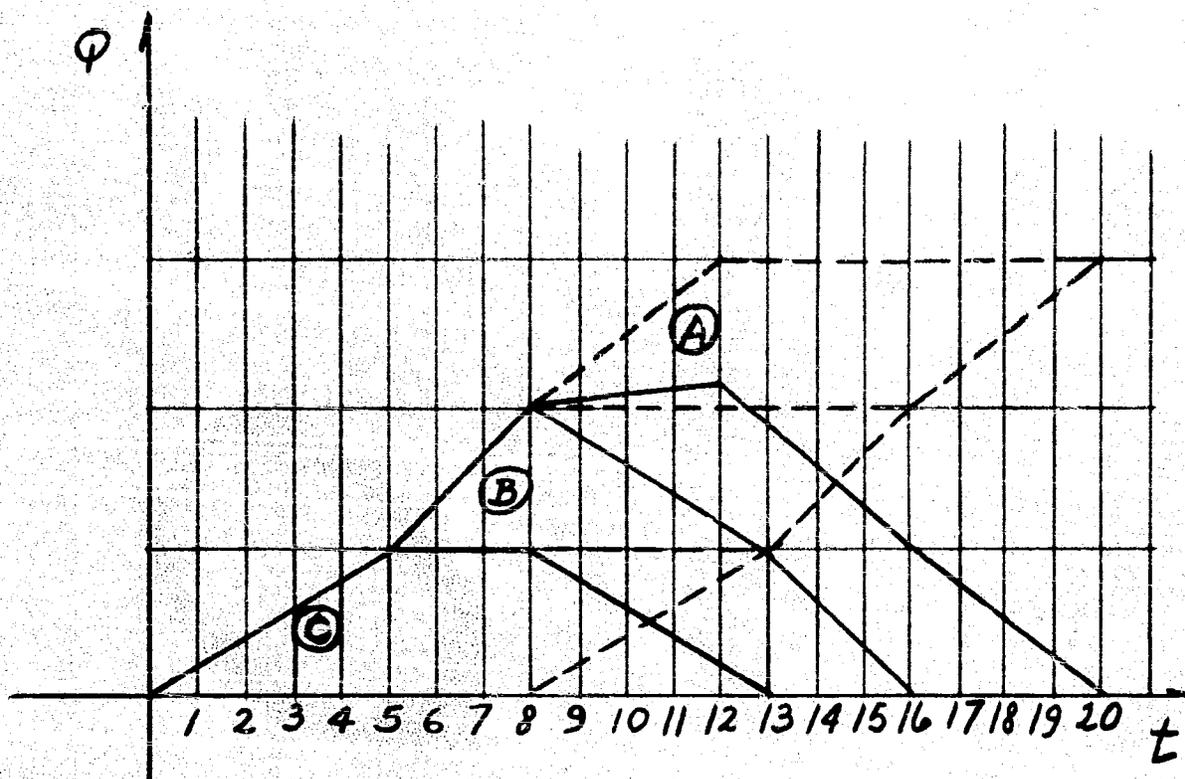


La duración de la lluvia se ha supuesto de 8 min. para que pueda alcanzarse el gasto máximo en todos los tramos.



Si hacemos un perfil esquemático de la tubería 1-2-3-4, podemos ver como se han modificado los gastos cuando el agua ha dejado de escurrir por toda el área.





Al empezar a llover, el agua de la zona C empezará a escurrir hasta alcanzar un valor máximo igual al tiempo de concentración correspondiente al área o sea a los 5 minutos y se mantiene constante durante 3 minutos que es la diferencia de tiempo entre la duración total de lluvia que es de 8 minutos y el tiempo de concentración de 5 minutos de la propia área "C".

En éste instante el agua de la zona "B" empieza a pasar por el punto 4 sumándose al escurrimiento del área "C". El escurrimiento del área "B" aumenta hasta llegar a su valor máximo en el tiempo de concentración que es de 3 minutos.

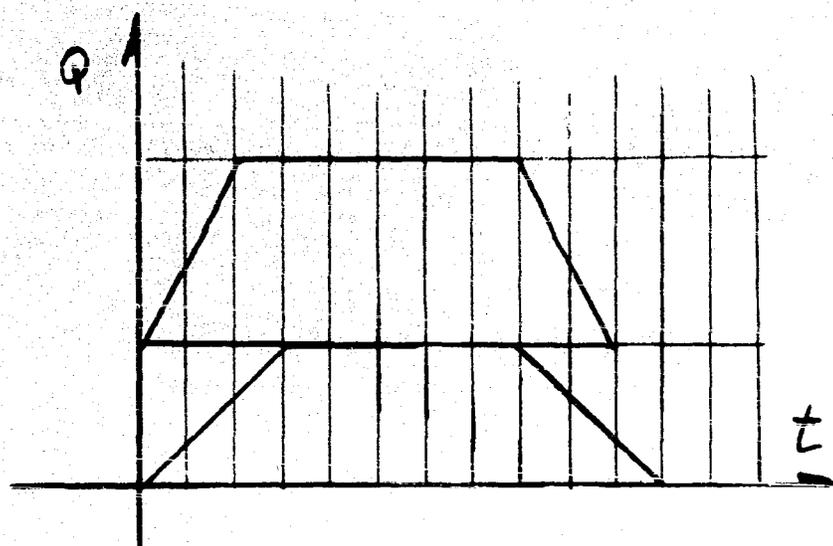
A los 8 minutos a partir del tiempo inicial empieza la aportación de la lluvia proveniente del área A o superior aumentando hasta llegar a su valor máximo a los 4 minutos, pero al mismo tiempo el caudal de la zona "C" empieza a disminuir hasta desaparecer, quedando como caudales -

los proporcionados por las zonas B y C, disminuyendo luego el gasto aportado por la Zona B hasta desaparecer.

Para determinar el mayor gasto que pasa por el punto h de las atarjeas consecutivas, se mide la mayor ordenada comprendida en los diagramas acumulados sin considerar los espacios vacíos. Para efectuar la medición de las ordenadas se facilita abatiendo los diagramas como lo vamos a explicar adelante.

Caso de atarjeas concurrentes.

Cuando se tengan atarjeas concurrentes, el escurrimiento proporcionado por cada una de ellas, empezará simultáneamente y por lo tanto la gráfica que corresponde al escurrimiento por el punto de concurrencia se tiene sobreponiendo los diagramas, pero empezando en el mismo tiempo como se puede observar en la Fig.



El gasto máximo que pasa por el punto en donde concurren las atarjeas estará dado también por la ordenada mayor.

El abatimiento de los diagramas consiste en suprimir

los espacios libres que quedan entre un diagrama y otro y poder obtener un hidrógrafo total en el punto deseado de la red y por lo tanto poder determinar el caudal máximo - fácilmente.

Para efectuar el abatimiento simplemente se suman los valores de las ordenadas de cada diagrama situados en una misma ordenada y colocando el nuevo valor. La unión de todos los puntos así determinados nos dará el hidrógrafo total y por lo tanto su ordenada máxima dará el gasto máximo en el punto considerado.

Aplicación del Método

La determinación de los gastos por medio del Método Gráfico se efectúa haciendo las operaciones siguientes:

- 1.- Limitamos la zona tributaria a cada colector.
- 2.- Por medio de un Planímetro se mide el área, tomando como unidad la hectárea.
- 3.- Se designa el valor del coeficiente de escurrimiento, adecuado.
- 4.- Para calcular la intensidad de lluvia, se determina la duración de la misma, sustituyendo su valor en la ecuación que se haya obtenido para el lugar.
- 5.- Se determina la pendiente general del área tributaria.
- 6.- Con todos los datos anteriores se calcula el gasto, de cada área en las que se haya dividido el área total tributaria a cada colector.
- 7.- Determinamos los tiempos de concentración correspondiente a cada área.

8.- Finalmente, en un sistema de ejes rectangulares, dibujamos los hidrógrafos correspondientes para obtener el hidrógrafo total.

Todo lo anterior, es lo que vamos a aplicar en la estimación de las aguas de lluvia por eliminar, en el estudio que estamos desarrollando. A saber: En un plano de la Ciudad de México, escala 20000, se localizó la zona objeto de nuestro estudio. En él, asignamos sus áreas tributarias a cada uno de los colectores, tanto existentes como de proyecto (zona de futuro crecimiento). Dichas áreas se midieron haciendo uso de un Planímetro. Se midieron las longitudes de los colectores con escalímetro. El coeficiente de impermeabilidad se obtuvo de acuerdo con los valores anotados en párrafos anteriores. El valor de la pendiente media del terreno es de 0.0005. La intensidad de lluvia se tomó de acuerdo con la fórmula obtenida por el Ing. Alberto Barocio, con los datos de que dispuso el Ing. Roberto Gayol y los posteriores hasta 1932.

Dicha fórmula es:
$$i = \frac{32}{t^{0.5}}$$

i = intensidad de lluvia cm/Hr.

t = duración de la lluvia.

Si $t = 60$ minutos

$$i = 4.10 \text{ cm/hr.}$$

Procedemos a continuación a calcular los gastos pluviales utilizando la expresión de Burkly-Ziegler, para cada área en que dividimos el área total tributaria al colector.

Y finalmente construir el hidrógrafo total aplicando el Método Gráfico, que nos sirve para determinar la influencia del retardo en el escurrimiento en los distintos tramos de la red de alcantarillado, habiendo obtenido los tiempos

de concentración correspondiente a cada tramo.

Tomemos un Colector, por ejemplo el Colector 16. Hagamos enseguida el estudio correspondiente, como lo hemos indicado. Ver área tributaria en el dibujo.

Datos:

$$C = 0.50$$

$$i = 4.10 \text{ cm/Hr.}$$

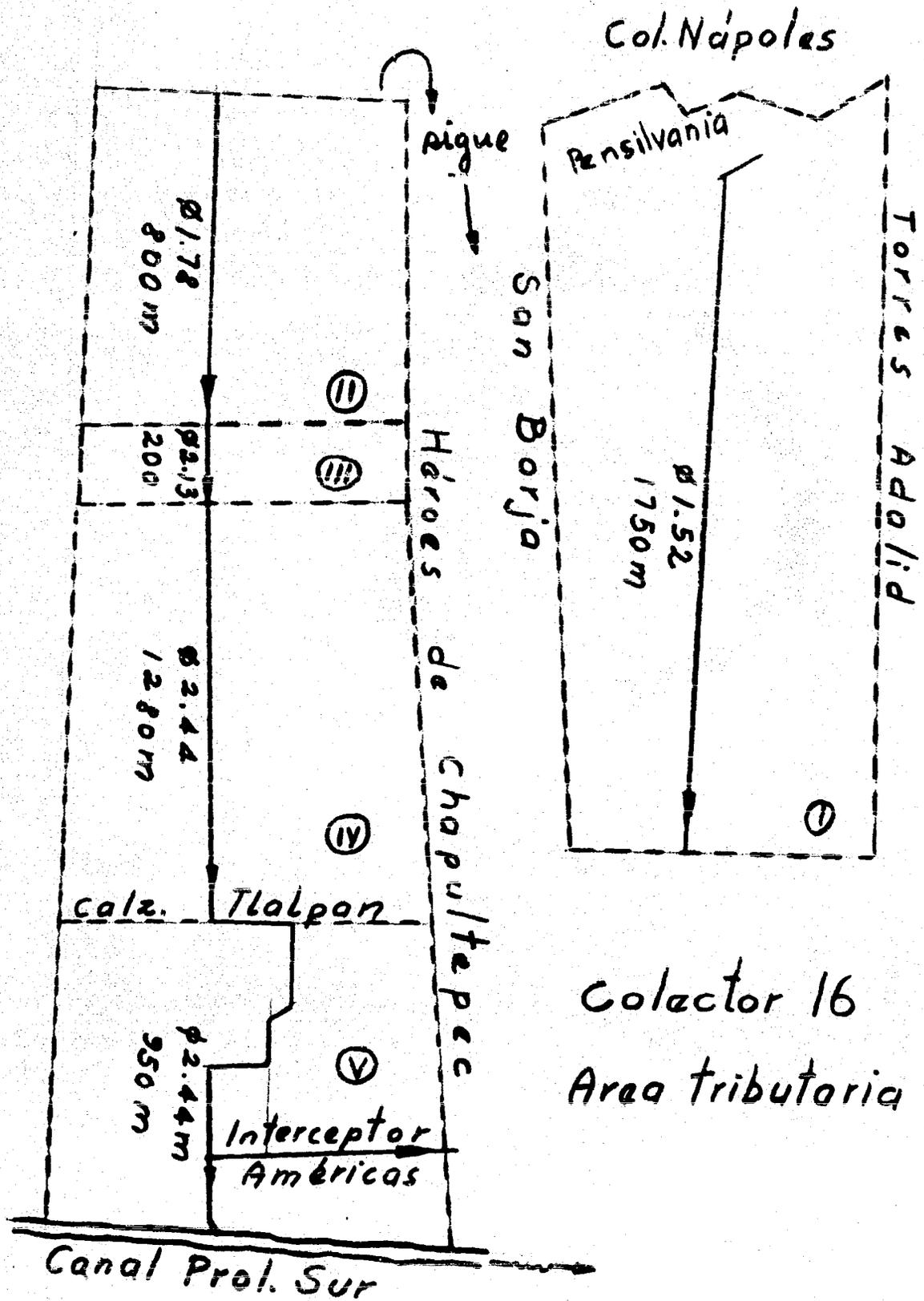
$$S = 0.0005$$

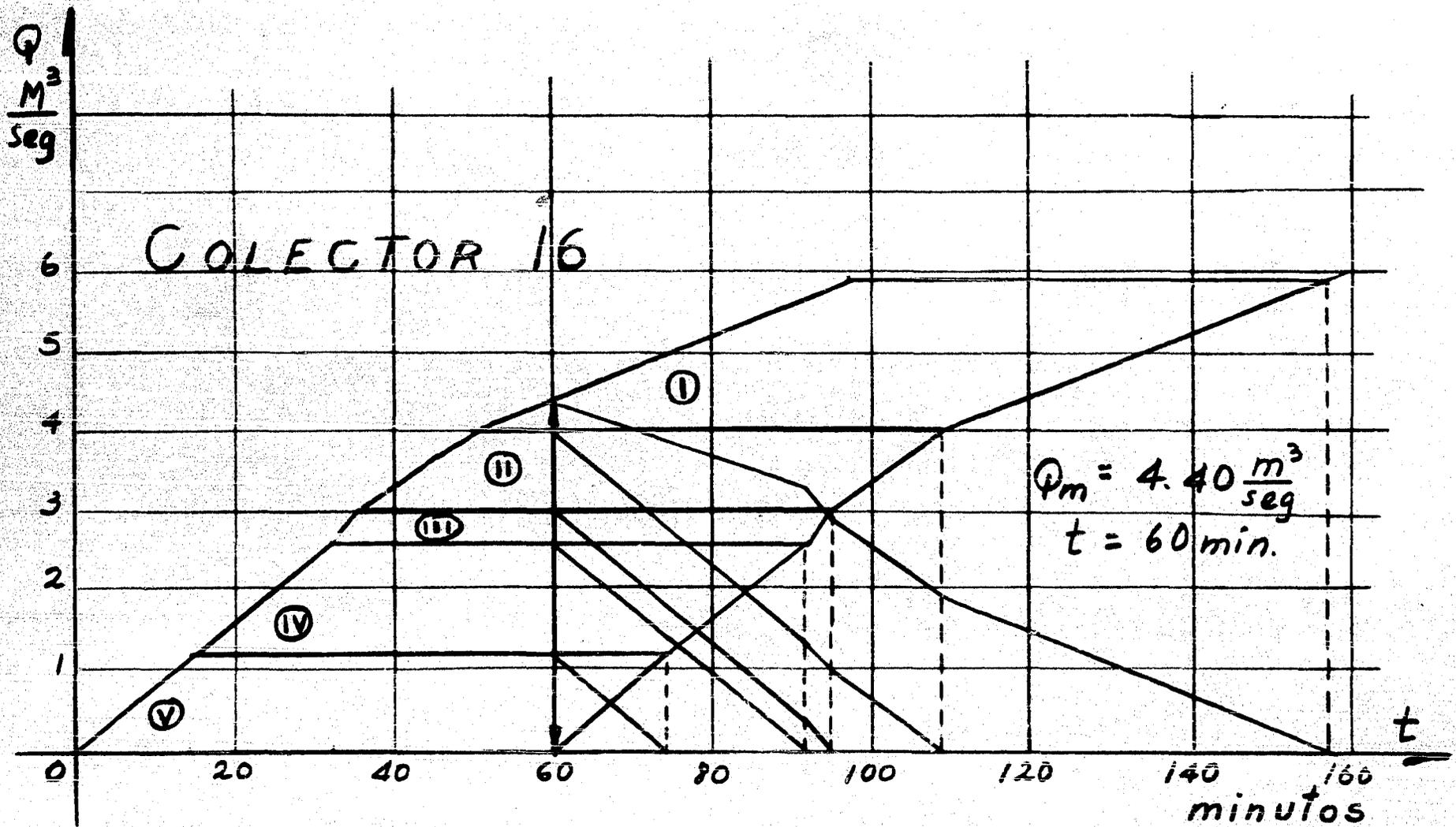
$$Q = 27.78 C i S^{1/4} A^{3/4}$$

$$Q = 47.8 A^{3/4}$$

Zona	i	C	Area	$A^{0.75}$	K	Q	ϕ	L	S
	cm/Hr		Ha	Ha		m ³ /seg.	m	m	
I	4.10	0.50	134.8	39.5	47.8	1.890	1.52	1750	0.0007
II	4.10	0.50	61.2	22.0	47.8	1.060	1.83	800	0.0005
III	4.10	0.50	16.6	8.22	47.8	0.394	2.13	200	0.0005
IV	4.10	0.50	90.8	29.5	47.8	1.410	2.44	1280	0.0005
V	4.10	0.50	75.2	25.5	47.8	1.220	2.44	950	0.0005

Zona	V	t
	m/seg.	min.
I	1.03	48
II	0.98	14
III	1.07	3
IV	1.17	18
V	1.17	14





Obtenemos del hidrógrafo total un gasto máximo que se verifica en un tiempo t ; en este caso, $Q = 4.40 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y $t = 60 \text{ min.}$

Para los demás colectores se hizo un estudio análogo y por lo tanto, obtenemos para cada colector un par de valores Q y t , que nos servirán para obtener el Hidrógrafo Final, que denominaremos Diagrama de Concentraciones Máximas de Escurrimiento, para la Primera Etapa, Segunda Etapa, y Zona de Futuro Crecimiento.

TABLAS PARA EL CALCULO DEL GASTO EN TUBOS DE CONCRETO.

$$\text{Fórmula de King } V^2 = \frac{sd^{1.25}}{0.0011}$$

S = Pendiente
 V = Velocidad a tubo lleno en m / seg.
 Q = Gasto a tubo lleno en m³ / seg.

D = 0.60			D = 0.76		D = 0.91	
S	V	Q	V	Q	V	Q
0.00010	0.230	0.066	0.254	0.115	0.284	0.184
0.00020	0.309	0.088	0.359	0.162	0.401	0.260
0.00030	0.379	0.109	0.439	0.198	0.481	0.312
0.00040	0.438	0.216	0.507	0.229	0.567	0.368
0.00050	0.489	0.140	0.567	0.256	0.634	0.412
0.00055	0.513	0.147	0.595	0.269	0.665	0.432
0.00060	0.536	0.154	0.622	0.281	0.695	0.451
0.00065	0.558	0.160	0.647	0.293	0.723	0.469
0.00070	0.579	0.166	0.671	0.303	0.751	0.488
0.00075	0.600	0.172	0.695	0.314	0.777	0.505
0.00080	0.611	0.175	0.718	0.325	0.803	0.521
0.00085	0.638	0.185	0.740	0.335	0.828	0.538
0.00090	0.657	0.189	0.761	0.344	0.852	0.553
0.00095	0.675	0.194	0.782	0.354	0.875	0.568
0.00100	0.692	0.199	0.803	0.363	0.899	0.584
0.00110	0.726	0.209	0.842	0.381	0.941	0.611
0.00120	0.758	0.218	0.879	0.398	0.983	0.638
0.00130	0.789	0.227	0.915	0.414	1.019	0.662
0.00140	0.819	0.235	0.949	0.429	1.063	0.690
0.00150	0.848	0.244	0.983	0.445	1.100	0.715
0.00160	0.876	0.252	1.014	0.459	1.315	0.737
0.00170	0.903	0.260	1.044	0.472	1.470	0.760
0.00180	0.929	0.267	1.077	0.482	1.204	0.782
0.00190	0.950	0.275	1.104	0.500	1.236	0.803

S	D = 0.60		D = 0.76		D = 0.91	
	V	Q	V	Q	V	Q
0.00200	0.979	0.281	1.136	0.514	1.271	0.826
0.00250	1.095	0.315	1.268	0.574	1.417	0.921
0.00300	1.200	0.345	1.391	0.630	1.557	1.012
0.00350	1.206	0.373	1.500	0.679	1.679	1.091
0.00400	1.385	0.398	1.607	0.683	1.797	1.168
0.00450	1.469	0.423	1.702	0.771	1.905	1.238
0.00500	1.549	0.446	1.796	0.813	2.010	1.306
0.00550	1.624	0.467	1.881	0.852	2.104	1.367
0.00600	1.697	0.488	1.967	0.891	2.202	1.431
0.00650	1.766	0.508	2.046	0.926	2.289	1.487
0.00700	1.833	0.527	2.125	0.969	2.378	1.545
0.00750	1.895	0.546	2.197	0.995	2.459	1.598
0.00800	1.959	0.564	2.272	1.029	2.543	1.652
0.00850	2.014	0.581	2.340	1.060	2.619	1.702
0.00900	2.078	0.598	2.410	1.091	2.698	1.752
0.00950	2.135	0.614	2.473	1.120	2.767	1.798
0.010	2.191	0.631	2.540	1.150	2.840	1.846
0.020	3.098	0.892	3.592	1.629	4.020	2.613
0.025	3.464	0.997	4.016	1.819	4.483	2.913
0.030	3.795	1.092	4.393	1.990	4.919	3.197
0.035	4.099	1.180	4.743	2.148	5.310	3.451
0.040	4.382	1.263	5.079	2.300	5.675	3.688
0.045	4.648	1.348	5.385	2.439	6.025	3.916
0.050	4.889	1.410	5.675	2.570	6.348	4.126

S	D = 1.07		D = 1.22		D = 1.52	
	V	Q	V	Q	V	Q
0.00010	0.314	0.282	0.340	0.397	0.391	0.709
0.00020	0.444	0.399	0.482	0.563	0.553	1.001
0.00030	0.544	0.489	0.590	0.689	0.678	1.229
0.00040	0.628	0.564	0.682	0.797	0.782	1.418
0.00050	0.702	0.631	0.762	0.890	0.875	1.587
0.00055	0.736	0.661	0.800	0.935	0.918	1.665
0.00060	0.770	0.692	0.836	0.977	0.959	1.739
0.00065	0.801	0.720	0.870	1.017	0.998	1.810
0.00070	0.831	0.747	0.897	1.048	1.034	1.875
0.00075	0.860	0.773	0.923	1.078	1.072	1.944
0.00080	0.889	0.799	0.965	1.128	1.104	2.002
0.00085	0.916	0.823	0.995	1.163	1.140	2.067
0.00090	0.943	0.847	1.019	1.191	1.174	2.129
0.00095	0.969	0.871	1.048	1.225	1.204	2.184
0.00100	0.994	0.893	1.080	1.262	1.236	2.242
0.00110	1.041	0.935	1.131	1.322	1.296	2.350
0.00120	1.088	0.978	1.178	1.377	1.356	2.459
0.00130	1.133	1.018	1.228	1.435	1.410	2.557
0.00140	1.176	1.057	1.276	1.491	1.462	2.652
0.00150	1.217	1.094	1.319	1.541	1.516	2.750
0.00160	1.257	1.130	1.363	1.593	1.565	2.839
0.00170	1.296	1.165	1.407	1.644	1.612	2.924
0.00180	1.334	1.199	1.445	1.689	1.661	3.013
0.00190	1.374	1.235	1.486	1.737	1.705	3.092
0.00200	1.406	1.263	1.527	1.785	1.752	3.178
0.00250	1.572	1.413	1.705	1.993	1.957	3.549
0.00300	1.722	1.548	1.870	2.186	2.144	3.889
0.00350	1.860	1.672	2.017	2.357	2.317	4.203
0.00400	1.988	1.787	2.160	2.525	2.478	4.495
0.00450	2.109	1.895	2.289	2.675	2.626	4.763
0.00500	2.222	1.997	2.415	2.823	2.770	5.024
0.00550	2.331	2.095	2.529	2.956	2.903	5.266
0.00600	2.436	2.189	2.645	3.092	3.033	5.501
0.00650	2.533	2.277	2.751	3.215	3.157	5.726
0.00700	2.630	2.364	2.857	3.339	3.271	5.933
0.00750	2.722	2.447	2.956	3.455	3.391	6.151
0.00800	2.812	2.527	3.054	3.570	3.503	6.354
0.00850	2.898	2.605	3.146	3.677	3.606	6.541
0.00900	2.983	2.681	3.239	3.786	3.715	6.739

	D = 1.83		D = 2.13		D = 2.44	
S	V	Q	V	Q	V	Q
0.00010	0.439	1.154	0.483	1.720	0.523	2.445
0.00020	0.622	1.635	0.684	2.437	0.744	3.478
0.00030	0.761	2.001	0.837	2.982	0.911	4.258
0.00040	0.879	2.311	0.967	3.445	1.048	4.899
0.00050	0.983	2.585	1.077	3.837	1.177	5.502
0.00055	1.029	2.706	1.131	4.029	1.232	5.759
0.00060	1.077	2.832	1.183	4.215	1.288	6.021
0.00065	1.118	2.940	1.232	4.389	1.341	6.269
0.00070	1.161	3.053	1.276	4.546	1.392	6.507
0.00075	1.204	3.166	1.322	4.710	1.438	6.722
0.00080	1.240	3.261	1.367	4.870	1.486	6.947
0.00085	1.280	3.366	1.414	5.038	1.539	7.194
0.00090	1.319	3.468	1.449	5.162	1.577	7.372
0.00095	1.352	3.555	1.489	5.305	1.621	7.578
0.00100	1.393	3.663	1.529	5.447	1.664	7.779
0.00110	1.456	3.928	1.603	5.711	1.743	8.148
0.00120	1.523	4.005	1.673	5.960	1.822	8.517
0.00130	1.584	4.165	1.743	6.210	1.897	8.868
0.00140	1.643	4.321	1.808	6.441	1.969	9.205
0.00150	1.702	4.476	1.870	6.662	2.037	9.522
0.00160	1.757	4.620	1.933	6.887	2.104	9.836
0.00170	1.813	4.768	1.992	7.097	2.170	10.144
0.00180	1.865	4.904	2.051	7.307	2.233	10.439
0.00190	1.915	5.036	2.107	7.507	2.293	10.719
0.00200	1.967	5.173	2.161	7.699	2.353	11.000
0.00250	2.197	5.778	2.416	8.608	2.632	12.304
0.00300	2.410	6.338	2.647	9.431	2.882	13.473
0.00350	2.601	6.840	2.860	10.190	3.144	14.698
0.00400	2.782	7.316	3.057	10.892	3.331	15.572
0.00450	2.949	7.755	3.240	11.544	3.521	16.460
0.00500	3.111	8.181	3.420	12.185	3.724	17.409

	D = 2.50		D = 3.00		D = 3.50	
S	V	Q	V	Q	V	Q
0.00010	0.535	2.625	0.596	4.212	0.660	6.349
0.00012	0.585	2.871	0.653	4.615	0.723	6.955
0.00014	0.632	3.101	0.705	4.982	0.781	7.514
0.00016	0.676	3.317	0.754	5.329	0.835	8.033
0.00018	0.717	3.519	0.800	5.654	0.886	8.524
0.00020	0.756	3.710	0.843	5.958	0.933	8.976
0.00022	0.793	3.892	0.884	6.248	0.979	9.418
0.00024	0.828	4.063	0.924	6.530	1.023	9.842
0.00026	0.862	4.230	0.961	6.792	1.064	10.236
0.00028	0.894	4.387	0.998	7.053	1.105	10.631
0.00030	0.926	4.544	1.033	7.301	1.143	10.996
0.00032	0.956	4.692	1.067	7.541	1.181	11.362
0.00034	0.986	4.839	1.100	7.774	1.217	11.708
0.00036	1.014	4.976	1.131	7.993	1.252	12.045
0.00038	1.042	5.114	1.162	8.213	1.287	12.382
0.00040	1.069	5.246	1.193	8.432	1.321	12.709
0.00042	1.096	5.379	1.222	8.637	1.353	13.017
0.00044	1.122	5.506	1.251	8.842	1.385	13.325
0.00046	1.147	5.629	1.279	9.039	1.416	13.623
0.00048	1.171	5.747	1.307	9.237	1.447	13.921
0.00050	1.196	5.869	1.333	9.421	1.476	14.200
0.00052	1.219	5.982	1.360	9.612	1.505	14.479
0.00054	1.243	6.100	1.386	9.796	1.535	14.768
0.00056	1.265	6.208	1.411	9.972	1.562	15.028
0.00058	1.288	6.321	1.436	10.149	1.590	15.297
0.00060	1.309	6.424	1.461	10.326	1.617	15.557
0.00062	1.331	6.532	1.485	10.495	1.644	15.816
0.00064	1.353	6.640	1.509	10.665	1.671	16.076
0.00066	1.374	6.743	1.532	10.828	1.696	16.317
0.00068	1.395	6.846	1.555	10.990	1.722	16.567
0.00070	1.415	6.944	1.578	11.153	1.734	16.682
0.00072	1.435	7.042	1.600	11.308	1.772	17.048
0.00074	1.454	7.136	1.622	11.464	1.796	17.279
0.00076	1.474	7.234	1.644	11.619	1.820	17.317
0.00078	1.493	7.327	1.666	11.775	1.844	17.644
0.00080	1.512	7.420	1.687	11.923	1.867	17.962
0.00084	1.550	7.607	1.728	12.213	1.914	18.414
0.00086	1.568	7.695	1.749	12.361	1.937	18.635

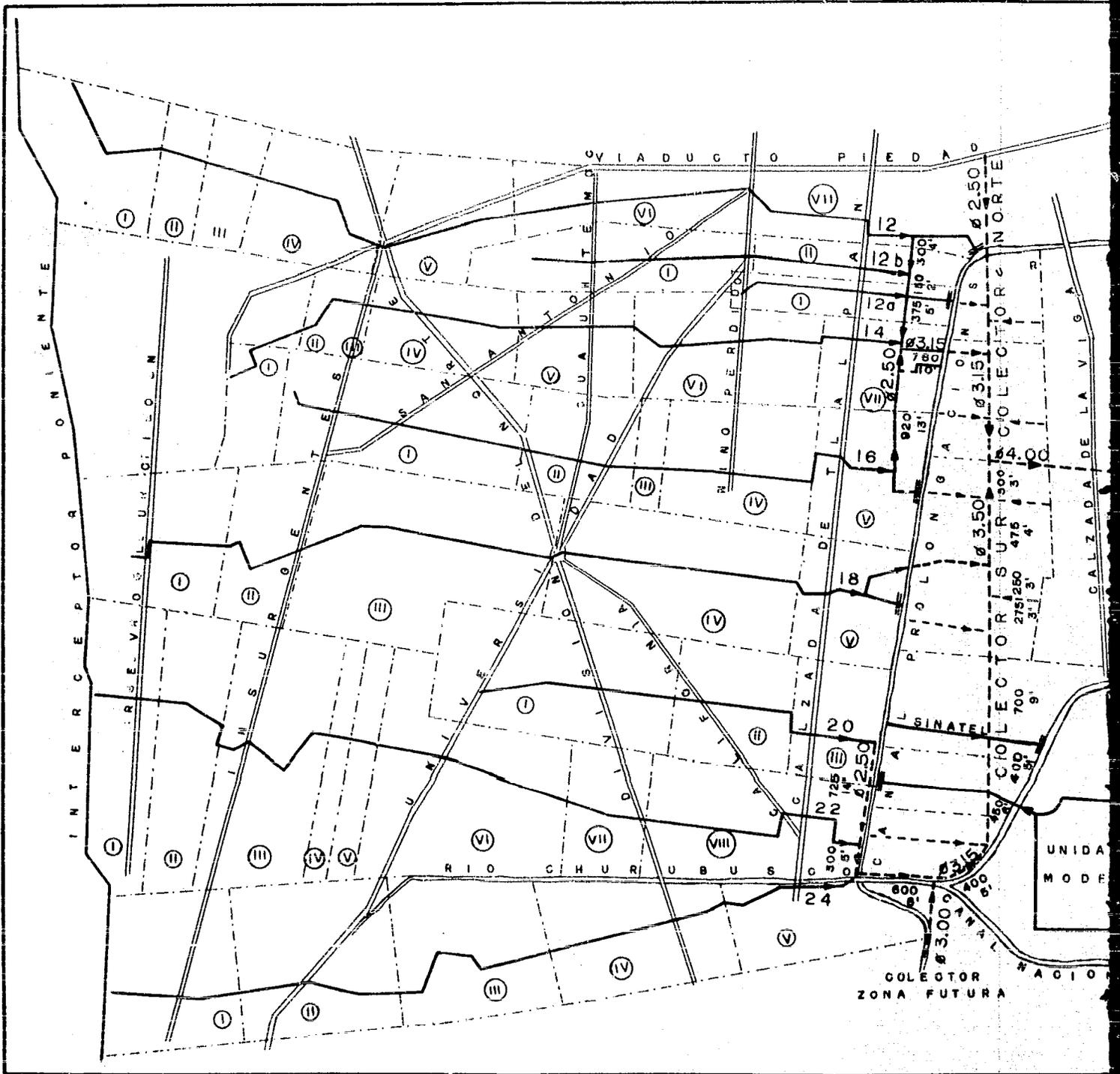
S	D = 2.50		D = 3.00		D = 3.50	
	V	Q	V	Q	V	Q
0.00088	1.586	7.784	1.769	12.503	1.959	18.847
0.00090	1.604	7.872	1.789	12.644	1.981	19.059
0.00092	1.622	7.960	1.809	12.786	2.003	19.270
0.00094	1.640	8.049	1.829	12.927	2.025	19.482
0.00096	1.657	8.132	1.848	13.061	2.046	19.684
0.00098	1.674	8.215	1.867	13.195	2.067	19.886
0.00100	1.691	8.299	1.886	13.330	2.088	20.088
0.00110	1.773	8.701	1.978	13.980	2.190	21.069
0.00120	1.852	9.089	2.066	14.602	2.287	22.003
0.00130	1.928	9.462	2.150	15.196	2.381	22.907
0.00140	2.001	9.820	2.231	15.768	2.470	23.763
0.00150	2.071	10.164	2.310	16.327	2.557	24.600
0.00160	2.139	10.498	2.386	16.864	2.642	25.418
0.00170	2.205	10.822	2.459	17.380	2.723	26.197
0.00180	2.269	11.136	2.530	17.882	2.801	26.948
0.00190	2.331	11.440	2.599	18.369	2.878	27.689
0.00200	2.392	11.739	2.667	18.850	2.953	28.410
0.00250			2.996	21.177		
0.00300	2.92	14.30	3.281	23.142		
0.00350			3.545	25.058		
0.00400	3.37	16.50	3.790	26.789		
0.00420	3.40	16.70				

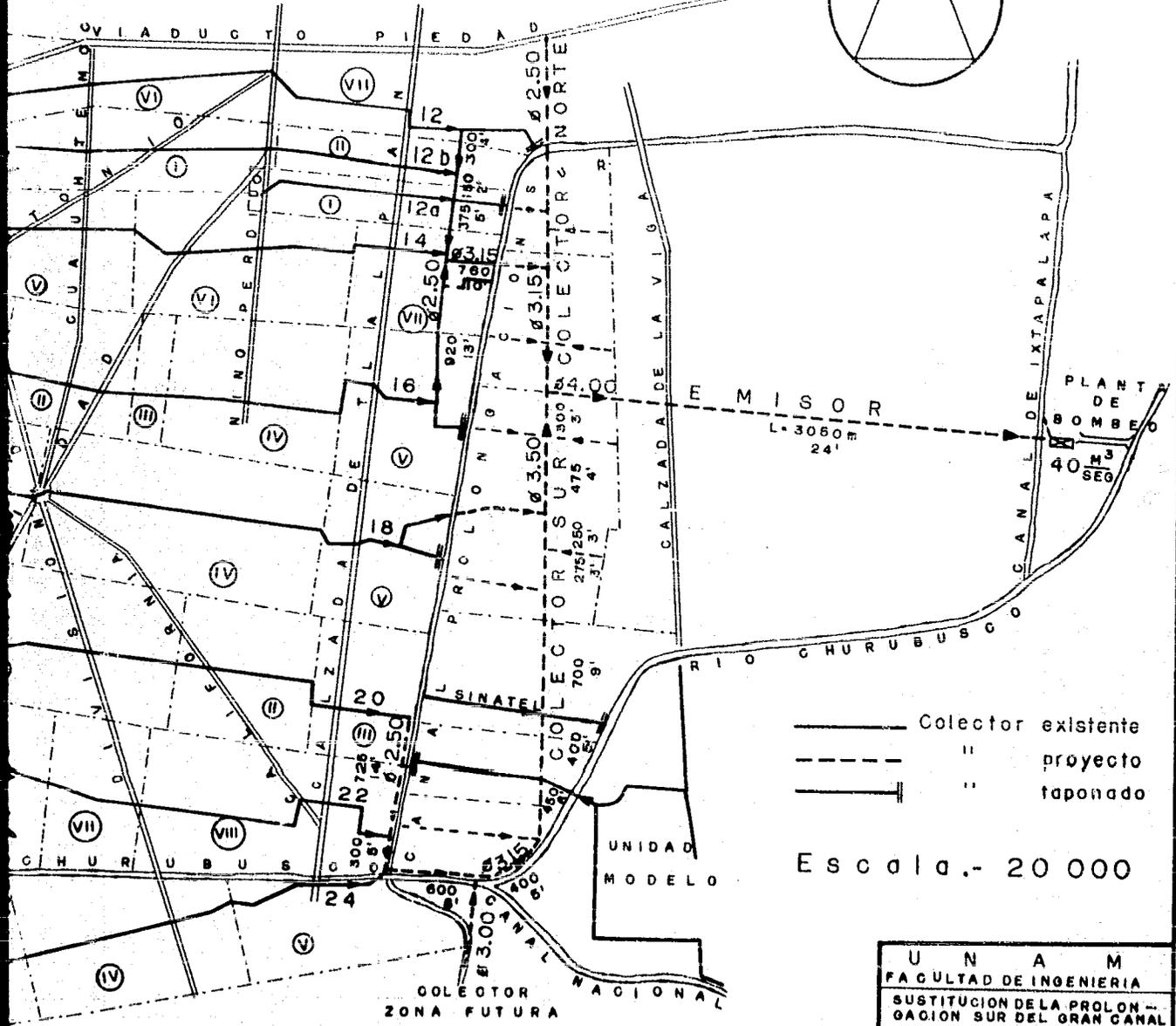
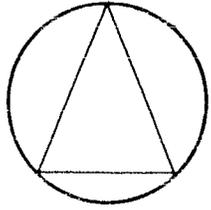
$$D = 4.00$$

S	V	Q
0.00010	0.696	8.746
0.00012	0.762	9.575
0.00014	0.823	10.342
0.00016	0.880	11.058
0.00018	0.934	11.737
0.00020	0.941	11.824
0.00022	1.032	12.968
0.00024	1.078	13.546
0.00026	1.121	14.086
0.00028	1.164	14.627
0.00030	1.205	15.142
0.00032	1.245	15.645
0.00034	1.283	16.122
0.00036	1.320	16.587
0.00038	1.356	17.040
0.00040	1.392	17.492
0.00042	1.426	17.919
0.00044	1.460	18.346
0.00046	1.492	18.749
0.00048	1.524	19.151
0.00050	1.556	19.553
0.00052	1.586	19.930
0.00054	1.617	20.319
0.00056	1.646	20.684
0.00058	1.675	21.048
0.00060	1.704	21.413
0.00062	1.733	21.777
0.00064	1.760	22.166
0.00066	1.788	22.468
0.00068	1.815	22.808
0.00070	1.841	23.134
0.00072	1.867	23.461
0.00074	1.893	23.788
0.00076	1.918	24.102
0.00078	1.943	24.416
0.00080	1.968	24.730
0.00082	1.993	25.044
0.00084	2.017	25.346

$$D = 4.00$$

S	V	Q
0.00086	2.041	25.648
0.00088	2.063	25.937
0.00090	2.088	26.238
0.00092	2.110	26.515
0.00094	2.133	26.804
0.00096	2.156	27.093
0.00098	2.178	27.369
0.00100	2.200	27.646
0.00110	2.307	28.990
0.00120	2.410	30.285
0.00130	2.509	31.529
0.00140	2.603	32.710
0.00150	2.694	33.853
0.00160	2.784	34.984
0.00170	2.869	36.053
0.00180	2.952	37.096
0.00190	3.033	38.113
0.00200	3.112	39.106
0.00250	3.480	43.731
0.00300	3.811	47.890
0.00350	4.117	51.735
0.00400	4.401	55.304
0.00450		
0.00500	4.921	61.839

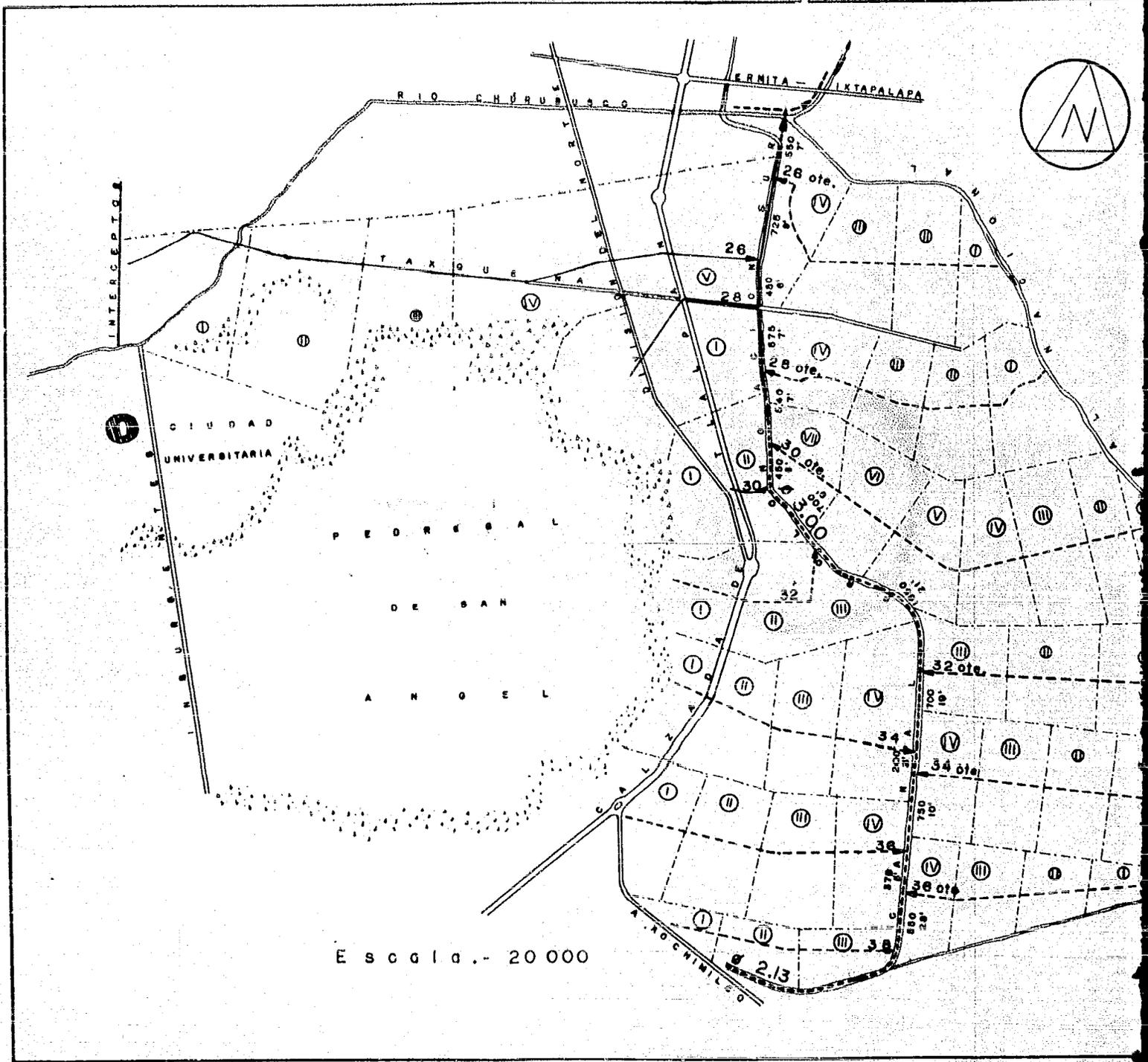


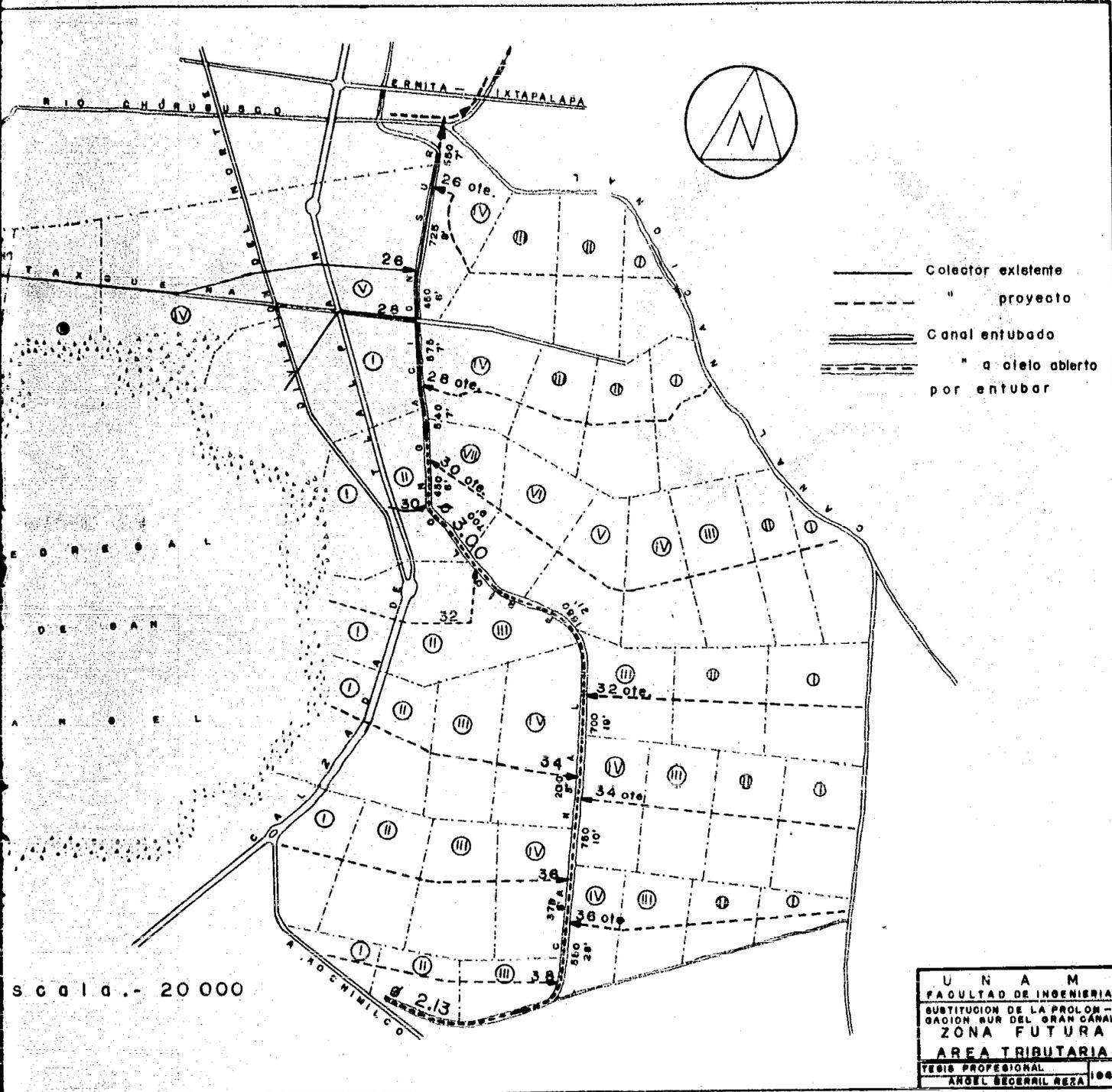


————— Colector existente
 - - - - - " proyecto
 ————|—————" taponado

Escala.- 20 000

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR DEL GRAN CANAL	
PRIMERA ETAPA	
AREA TRIBUTARIA	
TESIS PROFESIONAL	
ANGEL GECERRIL REZA	1982





	Zona	Area	i	C	K	A ^{0.75}	Q	φ	L	V	S	T ₂
C-16	I	134.8	4.10	0.50	47.8	39.5	1.890	1.52	1750	0.87	0.0005	53
	II	61.2	4.10	0.50	47.8	22.0	1.060	1.98	800	0.98	0.0005	14
	III	16.6	4.10	0.50	47.8	8.22	0.394	2.13	200	1.07	0.0005	3
	IV	90.8	4.10	0.50	47.8	29.5	1.410	2.44	1280	1.17	0.0005	18
	V	75.2	4.10	0.50	47.8	25.5	1.220	2.13	950	1.07	0.0005	15
		378.6										
C-18	I	97.2	4.10	0.40	38.3	30.8	1.179	0.91	1000	1.79	0.0040	29
	II	62.0	4.10	0.40	38.3	22.2	0.850	1.07	550	0.94	0.0009	10
	III	147.6	4.10	0.50	47.8	52.8	2.530	1.52	1850	1.41	0.0013	22
	IV	152.8	4.10	0.50	47.8	43.5	2.080	1.78	1750	0.76	0.0003	39
	V	66.2	4.10	0.50	47.8	23.2	1.170	2.44	750	0.52	0.0001	24
		575.8										
C-20	I	147.0	4.10	1.30	28.7	42.2	1.210	0.91	1700	1.90	0.0045	35
	II	72.0	4.10	0.40	38.2	24.7	0.443	1.07	850	0.54	0.0003	26
	III	52.2	4.10	0.50	47.8	19.4	0.930	1.52	800	0.55	0.0002	24
		271.2										
C-22	I	98.4	4.10	0.20	15.1	31.3	0.598	0.76	500	1.39	0.0003	26
	II	79.6	4.10	0.20	19.1	26.6	0.508	0.76	450	1.10	0.0019	7
	III	142.8	4.10	0.20	19.1	41.5	0.795	0.91	750	1.23	0.0019	10
	IV	30.4	4.10	0.30	28.7	13.0	0.374	1.07	100	0.44	0.0020	6
	V	33.4	4.10	0.30	28.7	13.9	0.400	1.22	190	0.34	0.0010	9
	VI	166.8	4.10	0.30	28.7	46.5	1.330	1.52	1400	0.78	0.0004	30
	VII	50.8	4.10	0.50	47.8	19.0	0.910	1.78	550	0.98	0.0005	19
	VIII	109.4	4.10	0.50	47.8	33.8	1.420	2.13	1750	1.07	0.0005	27
		711.6										

	Zona	Area	i	C	K	$A^{0.75}$	Q	ϕ	L	V	S	T_2
C-24	I	106.6	4.10	0.20	19.1	33.4	0.638	0.91	950	0.98	0.0010	36
	II	125.6	4.10	0.20	19.1	37.5	0.716	1.07	1150	0.80	0.0006	24
	III	113.0	4.10	0.30	28.7	34.7	1.000	1.22	1100	0.87	0.0006	21
	IV	115.4	4.10	0.30	28.7	35.2	1.010	1.52	1300	0.87	0.0005	25
	V	80.6	4.10	0.40	38.3	27.0	1.030	1.83	950	0.98	0.0005	17
		541.2										

C-26	I	134.4	4.10	0.20	19.1	39.5	0.754	0.91	1100	1.17	0.0017	36
	II	167.0	4.10	0.20	19.1	46.5	0.888	1.07	1050	0.99	0.0010	17
	III	91.0	4.10	0.30	28.7	29.5	0.846	1.22	850	0.76	0.0005	19
	IV	150.0	4.10	0.30	28.7	42.8	1.230	1.52	1450	0.87	0.0005	28
	V	142.2	4.10	0.20	19.1	41.1	0.785	1.52	1350	0.87	0.0005	26
		684.6										

	Zona	Area	i	C	K	$A^{3/4}$	Q	ϕ	L	V	S	T
C-28	I	154.4	4.10	0.20	19.1	43.8	0.836	1.22	1550	0.68	0.0004	58

C-30	I	45.6	4.10	0.20	19.1	17.4	0.332	ϕ 91	700	0.57	0.0004	41
	II	64.4	4.10	0.30	28.7	22.7	0.651	ϕ 152	400	0.87	0.0005	8
		110.0										

C-32	I	49.4	4.10	0.15	14.4	18.7	0.269	0.60	650	0.90	0.0017	32
	II	64.2	4.10	0.15	14.4	22.7	0.327	0.76	625	1.10	0.0018	10
	III	46.8	4.10	0.15	14.4	18.0	0.259	0.91	500	1.00	0.0011	8
		160.4										

	Zona	Area	i	C	K	A ^{3/4}	Q	Ø	L	V	S	T
Collector 30 Ote.	I	53.8	4.10	0.20	19.1	19.9	0.380	0.91	450	0.90	0.001	28
	II	63.8	4.10	0.20	19.1	22.6	0.431	1.07	400	1.00	0.001	7
	III	87.0	4.10	0.20	19.1	28.5	0.544	1.52	600	0.87	0.0005	12
	IV	77.2	4.10	0.20	19.1	26.0	0.496	1.52	600	0.87	0.0005	12
	V	74.8	4.10	0.30	28.7	25.5	0.732	1.52	700	1.20	0.0009	10
	VI	84.0	4.10	0.30	28.7	27.7	0.795	1.83	600	1.12	0.0006	9
	VII	64.0	4.10	0.30	28.7	22.6	0.650	1.83	800	1.21	0.0007	11
		504.6										
C. 32 Ote.	I	89.0	4.10	0.20	19.1	29.0	0.554	0.91	8.70	0.90	0.0009	36
	II	72.4	4.10	0.20	19.1	24.8	0.476	1.07	8.10	1.10	0.0012	12
	III	69.2	4.10	0.20	19.1	24.0	0.458	1.22	800	1.00	0.0008	13
		230.6										
C. 34 Ote.	I	80.4	4.10	0.20	19.1	26.8	0.514	0.91	680	0.90	0.0009	32
	II	69.2	4.10	0.20	19.1	24.2	0.462	0.91	600	1.30	0.0020	8
	III	69.2	4.10	0.20	19.1	24.2	0.462	1.07	600	1.40	0.0019	7
	IV	71.0	4.10	0.20	19.1	24.5	0.408	1.22	625	1.20	0.0011	7
		289.8										
C. 36 Ote.	I	26.8	4.10	0.15	14.4	11.8	0.170	0.60	800	1.20	0.003	31
	II	38.0	4.10	0.15	14.4	15.4	0.222	0.76	600	0.80	0.0010	12
	III	52.4	4.10	0.15	14.4	19.5	0.280	0.91	600	0.80	0.0007	12
	IV	54.0	4.10	0.15	14.4	20.0	0.288	1.07	500	0.90	0.0008	9
		171.2										

TRIBUTARIOS FUTUROS COLECTOR NORTE

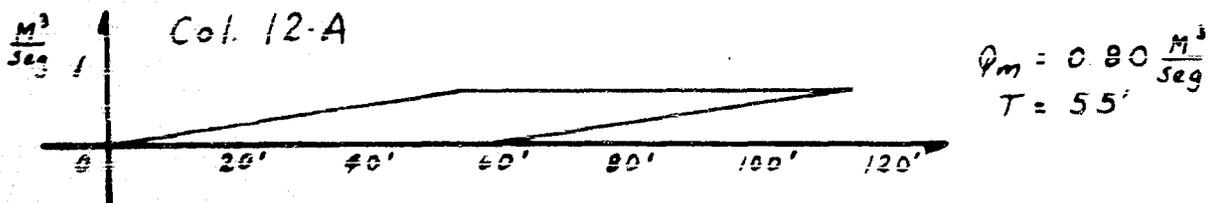
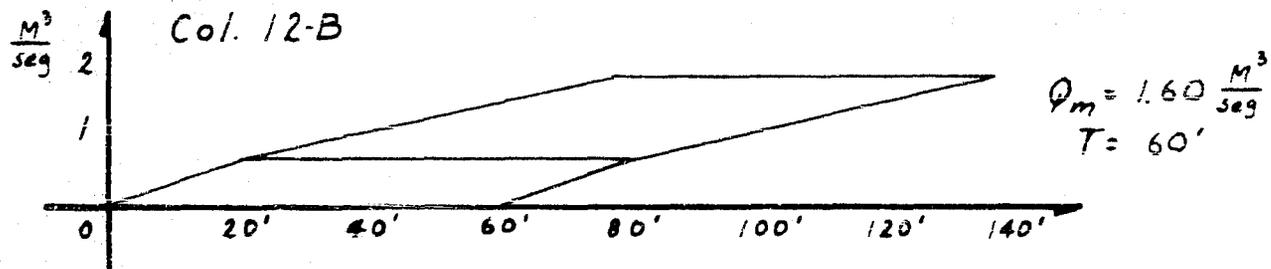
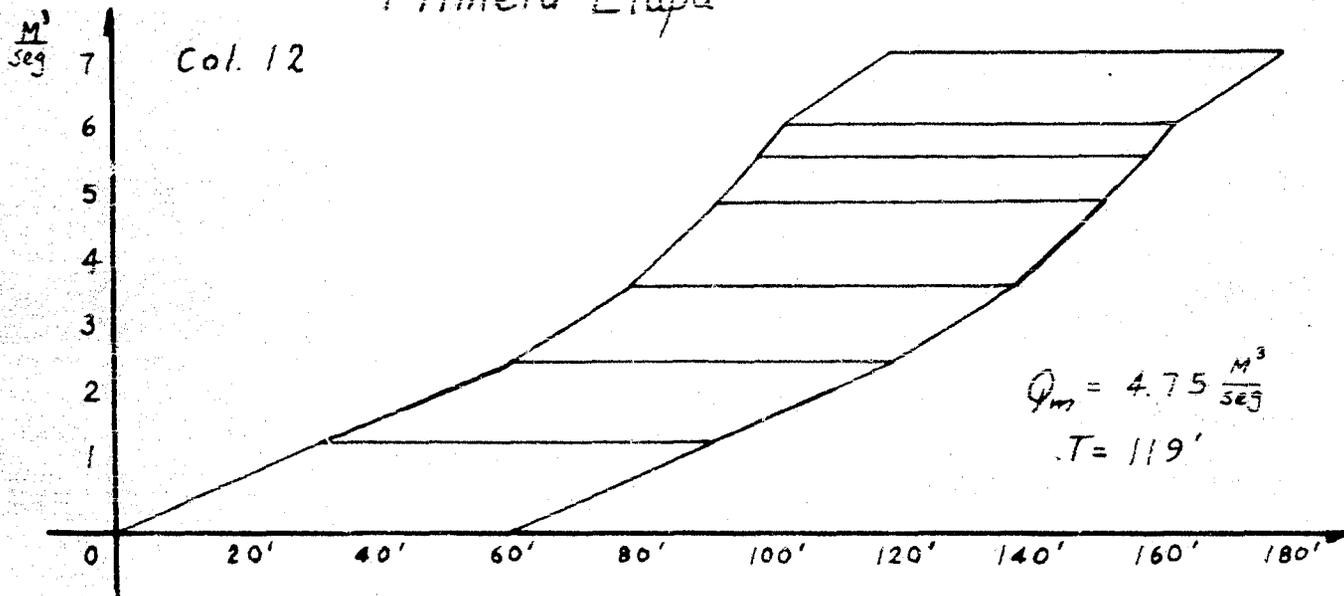
	Zona	Area	i	C	K	A ^{3/4}	Q	Ø	L	V	S	T
C-II	I _D	36.4	4.10	0.30	28.7	14.8	0.425	0.76	400	1.00	0.0015	27
	I _i	34.4	4.10	0.30	28.7	14.2	0.407	0.76	400	0.90	0.0012	27
		70.8										
C-I	I _D	16.4	4.10	0.30	28.7	8.14	0.234	0.60	350	0.80	0.0013	27
	I _i	23.0	4.10	0.30	28.7	10.5	0.300	0.76	300	0.67	0.0007	27
		39.4										

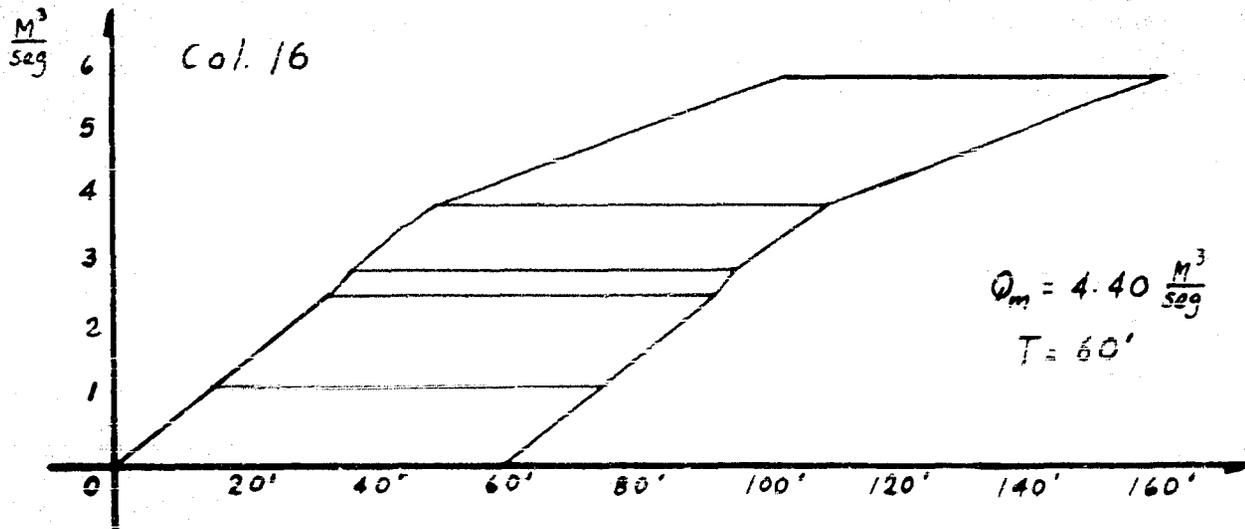
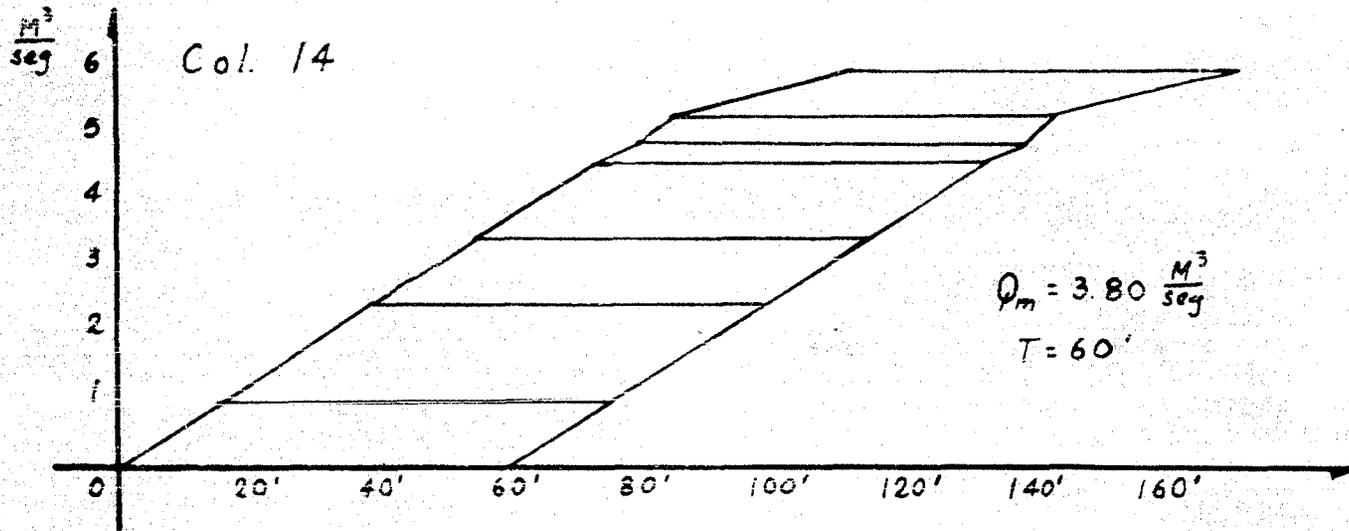
TRIBUTARIOS FUTUROS COLECTOR SUR

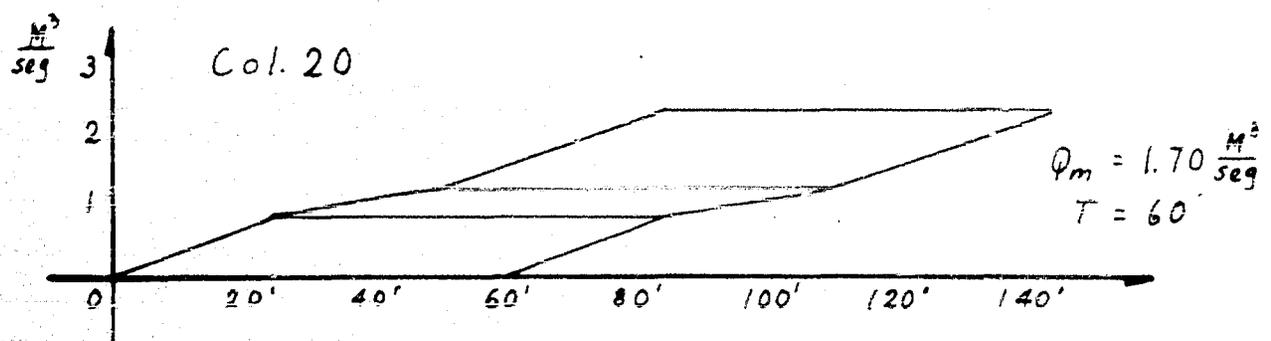
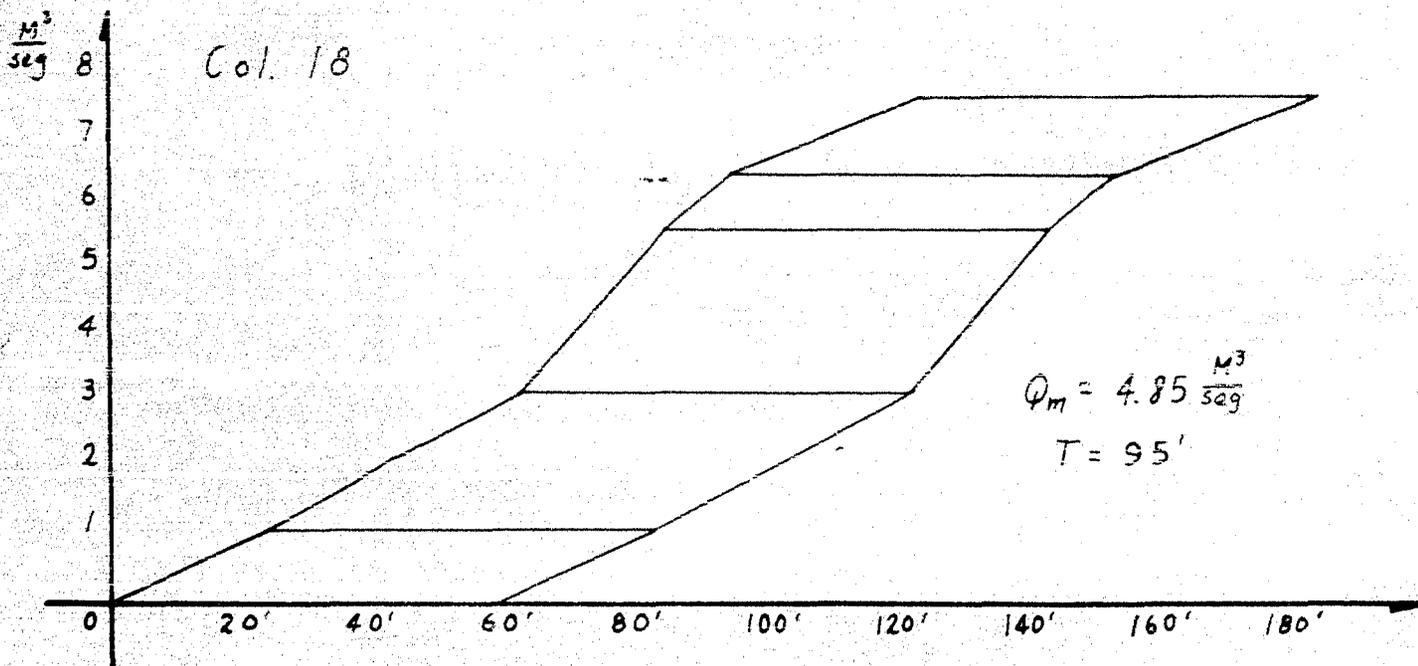
C-IV	I _D	31.8	4.10	0.30	28.7	13.4	0.384	0.76	400	0.90	0.0012	27
	I _i	38.6	4.10	0.30	28.7	15.5	0.445	0.76	525	1.00	0.0015	29
		70.4										
C-III	I _D	20.6	4.10	0.30	28.7	9.65	0.277	0.60	350	1.00	0.0021	26
	I _i	40.0	4.10	0.30	28.7	16.0	0.460	0.76	650	1.00	0.0015	31
		60.6										
C-II	I _D	41.0	4.10	0.30	28.7	16.2	0.466	0.76	350	1.00	0.0015	26
	I _i	45.0	4.10	0.30	28.7	17.5	0.502	0.76	750	1.10	0.0018	32
		86.0										
C-I	I _i	40.4	4.10	0.30	28.7	16.0	0.458	0.76	850	1.00	0.0015	34

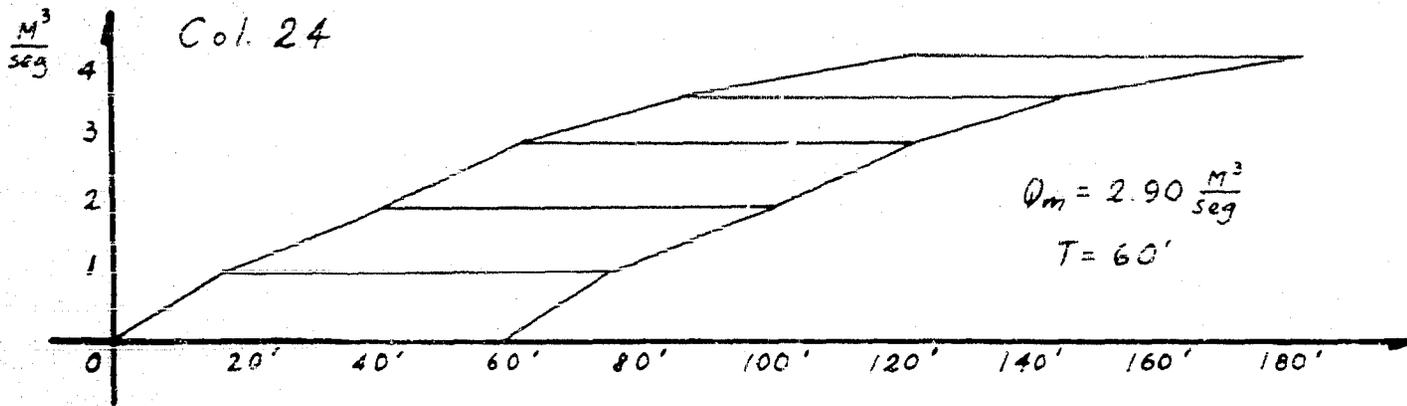
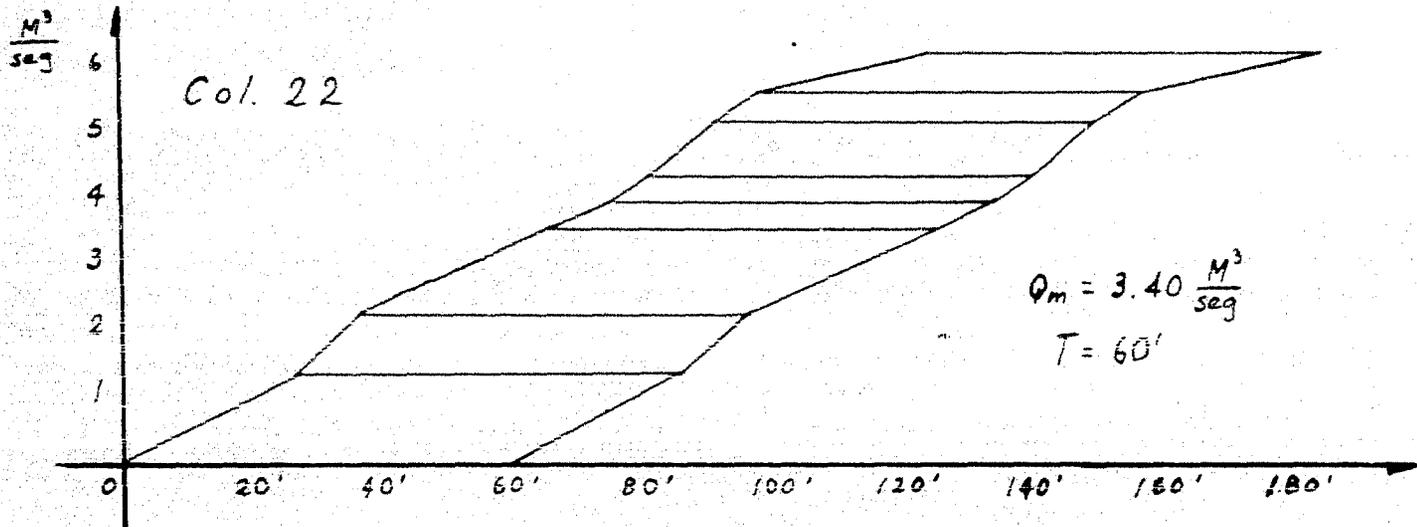
	Zona	Area	i	C	K	A ^{3/4}	Q	Ø	L	V	S	T
C. Unidad Modelo.	60 ₁	21.4	4.10	0.30	28.7	9.95	0.286	0.60	725	0.979	0.0020	32
	76 _D	44.8	4.10	0.30	28.7	17.4	0.500	0.76	775	1.104	0.0019	32
	91	60.0	4.10	0.30	28.7	21.6	0.640	0.91	675	0.98	0.0012	12
	76	45.6	4.10	0.30	28.7	17.5	0.502	0.76	950	1.10	0.0019	34
	91	54.0	4.10	0.30	28.7	19.9	0.575	0.91	1000	0.90	0.0010	19
	107	43.6	4.10	0.30	28.7	17.0	0.488	1.07	1200	1.00	0.0010	20
		269.4										
C. Municipio Libre.	I _D	45.6	4.10	0.30	28.7	17.5	0.335	0.60	775	1.20	0.0030	31
	I ₁	41.0	4.10	0.30	28.7	16.3	0.312	0.60	375	1.20	0.0030	31
		86.6										

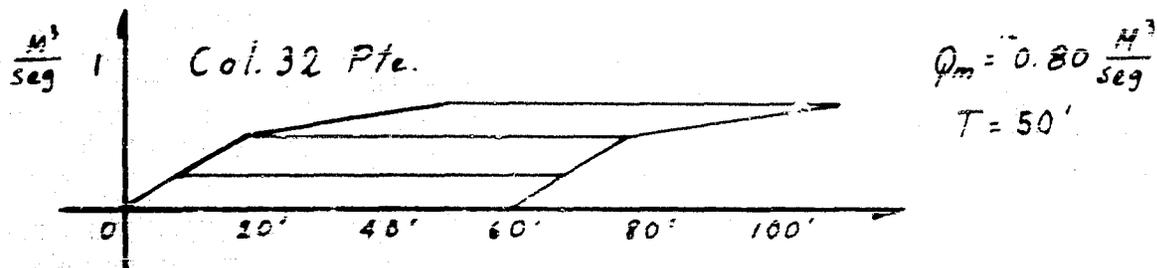
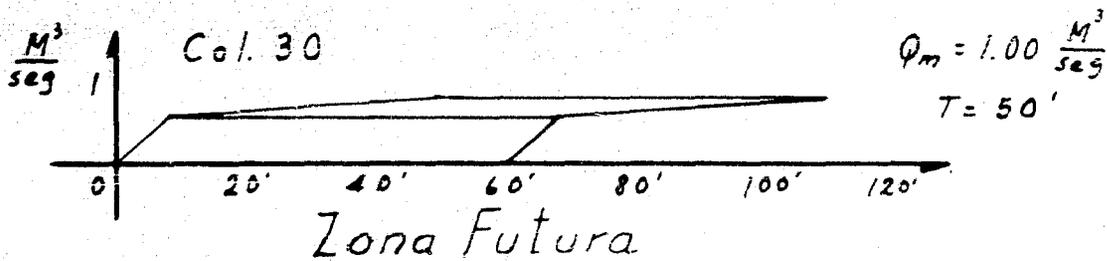
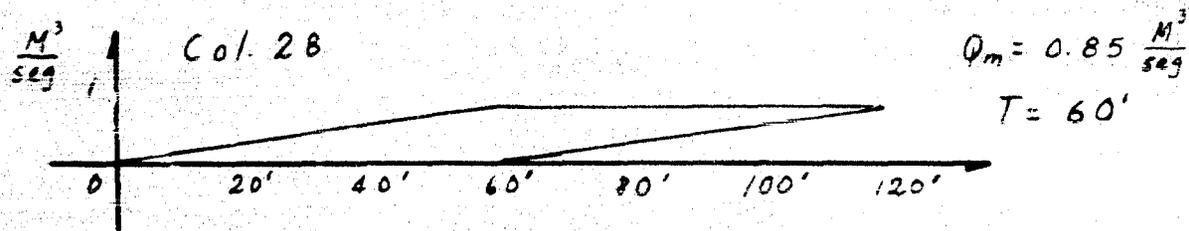
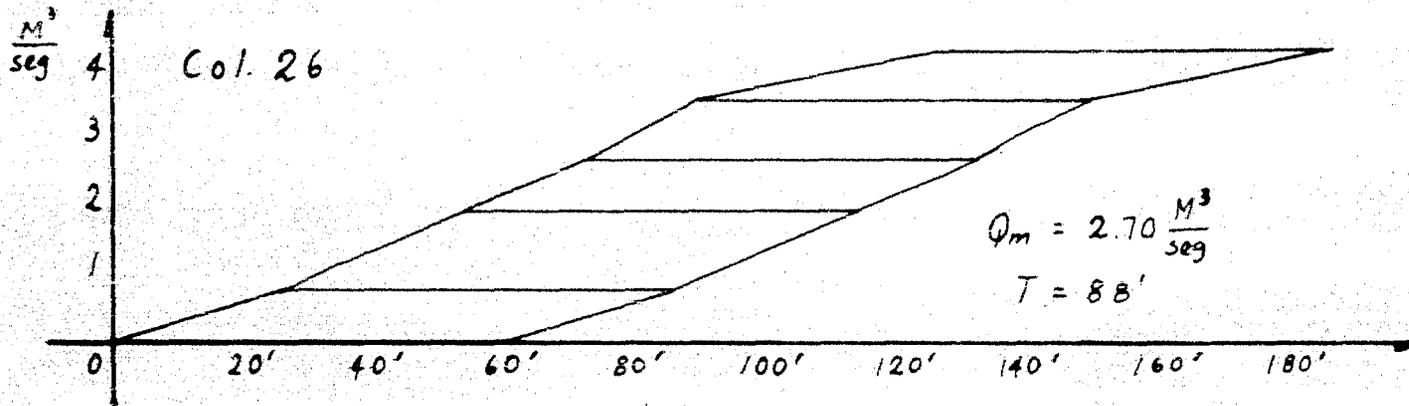
Primera Etapa

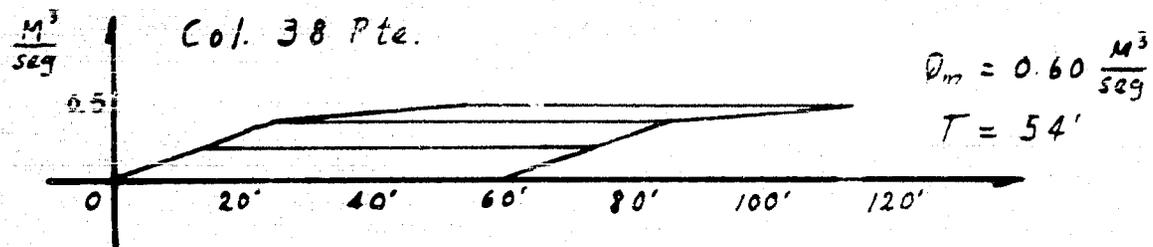
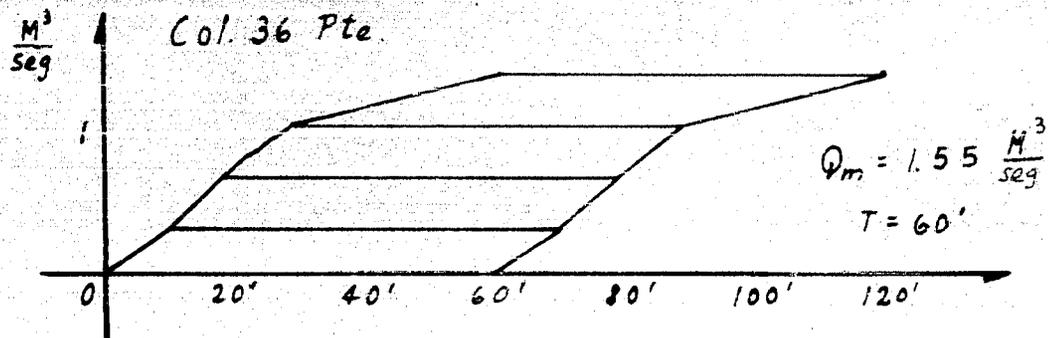
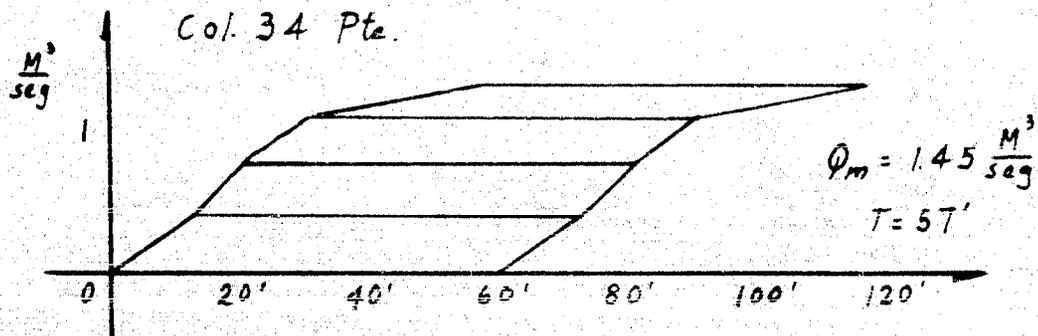


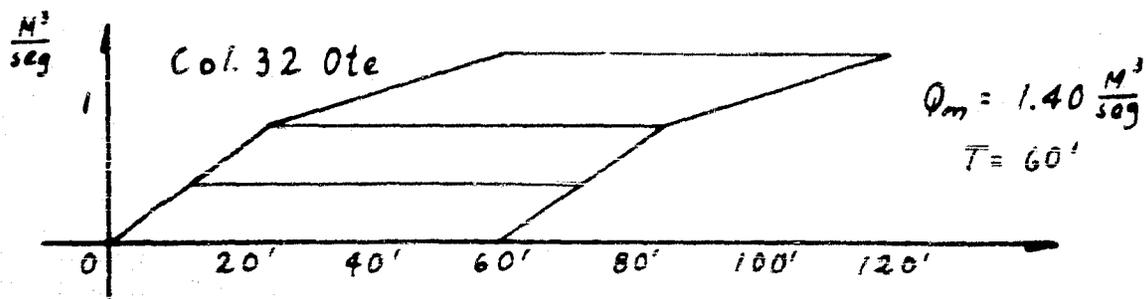
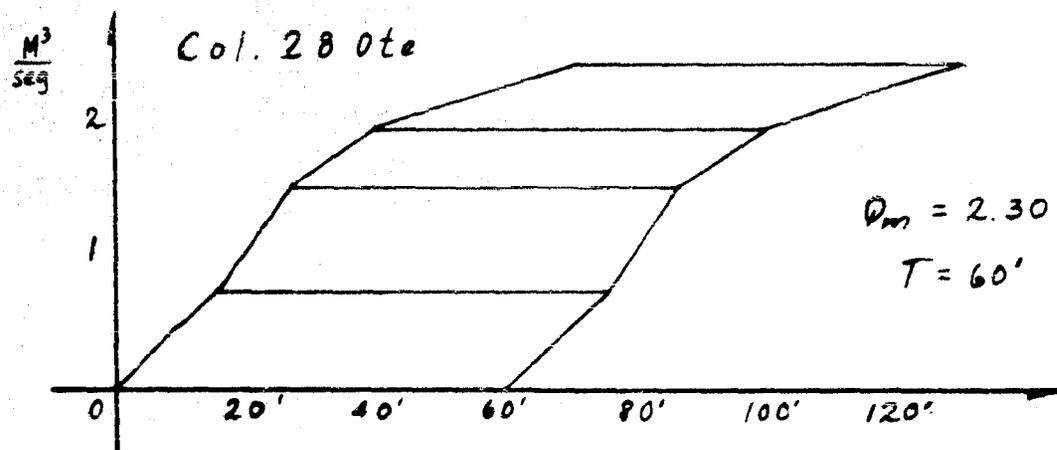
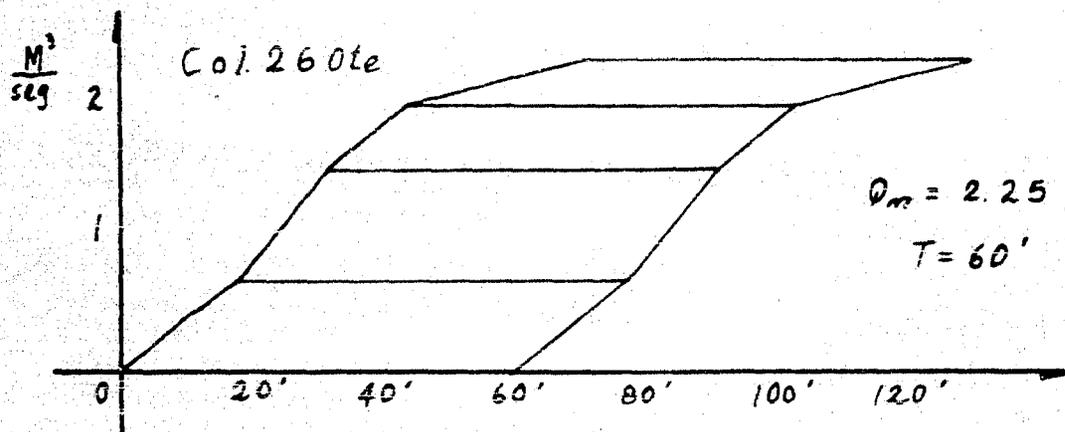


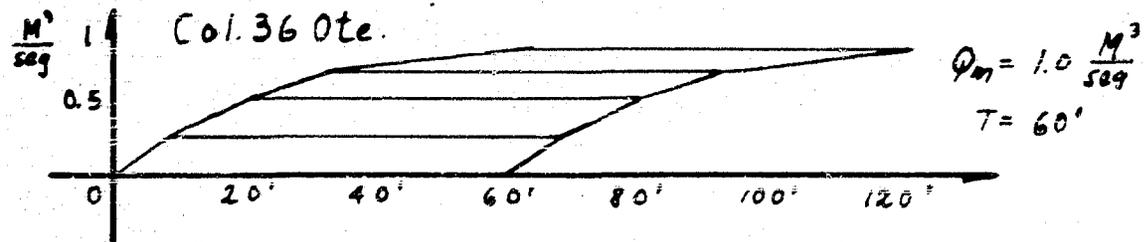
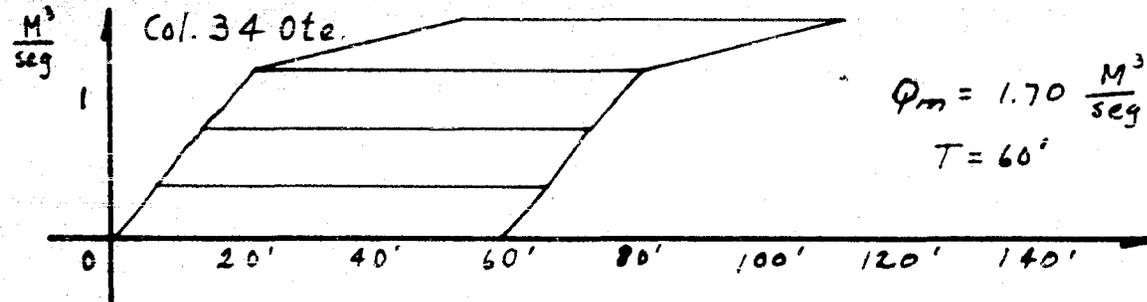
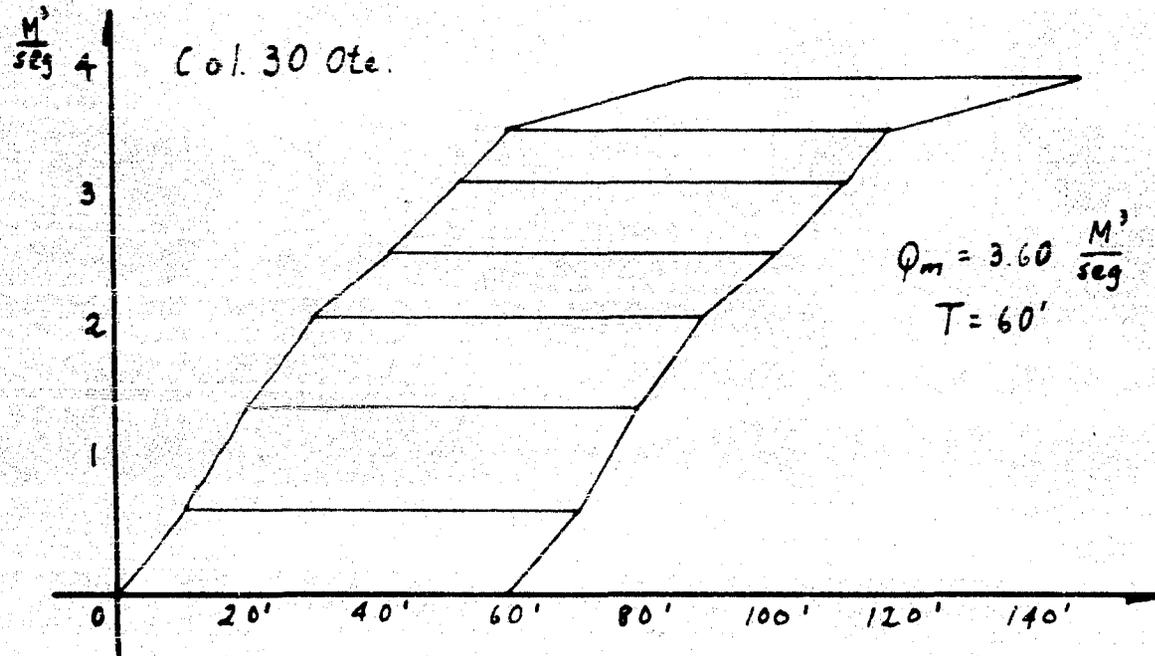












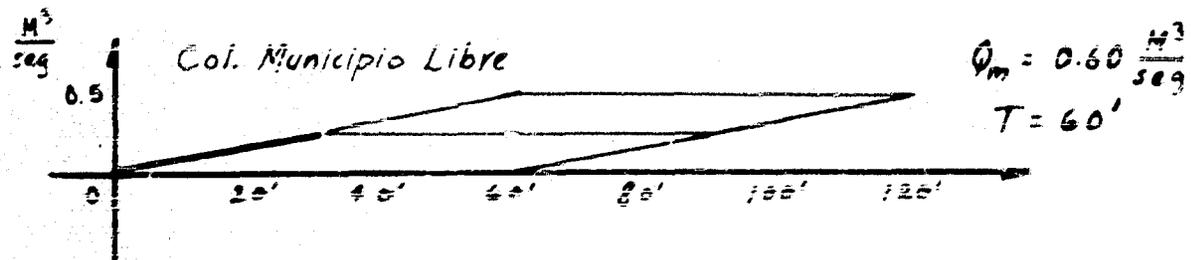
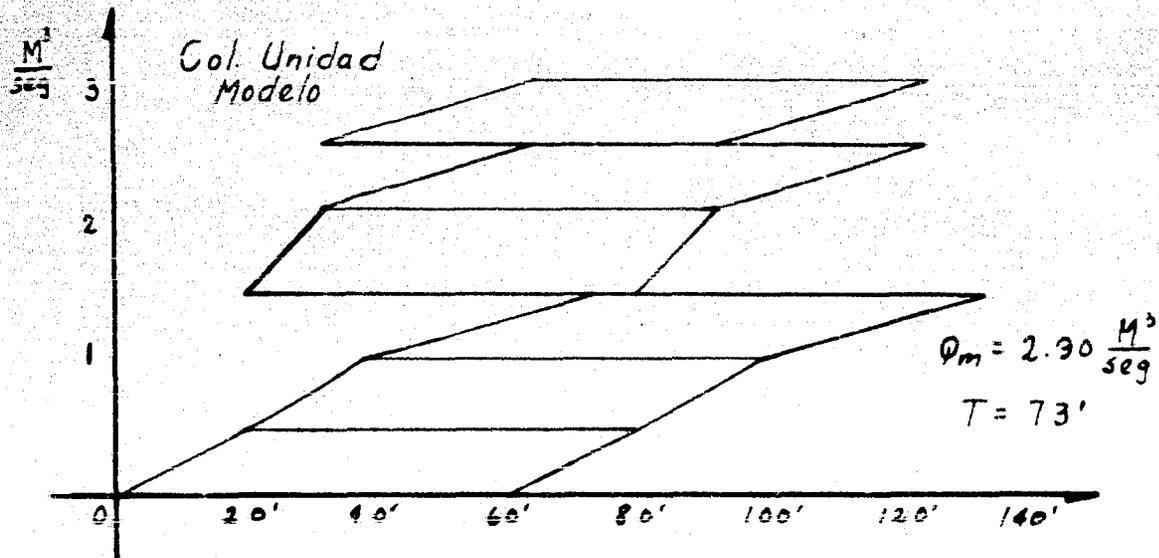
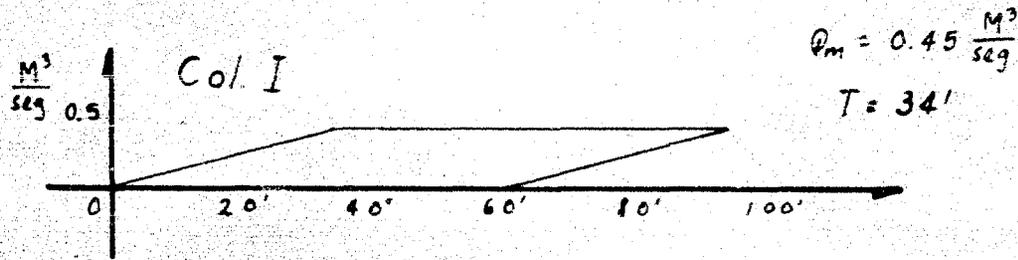
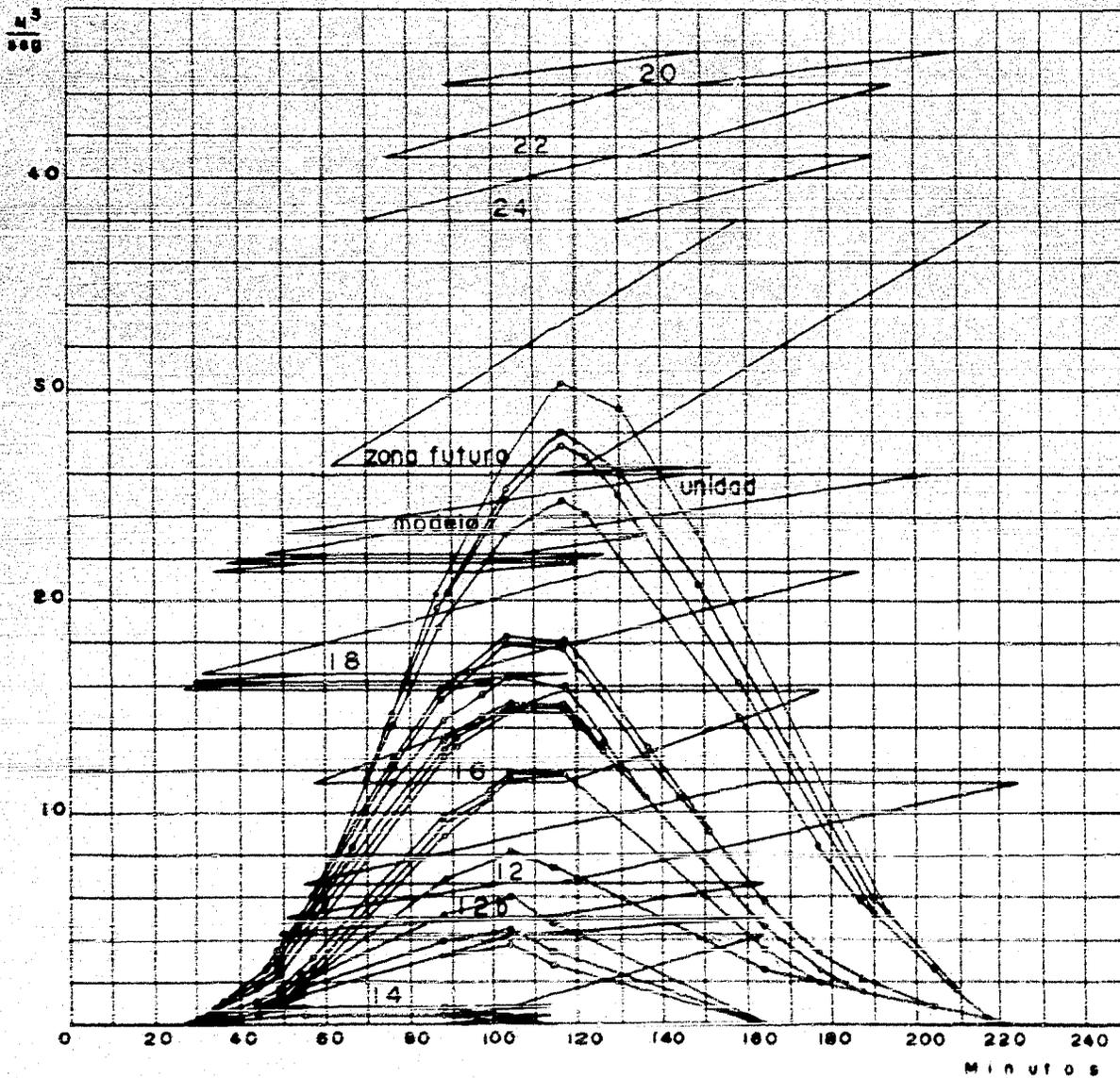


DIAGRAMA DE CONCENTRACIONES MAXIMAS DE ESCURRIMIENTO



Duración de la lluvia.- 60'

Intensidad.- 4.10 $\frac{cm}{hora}$

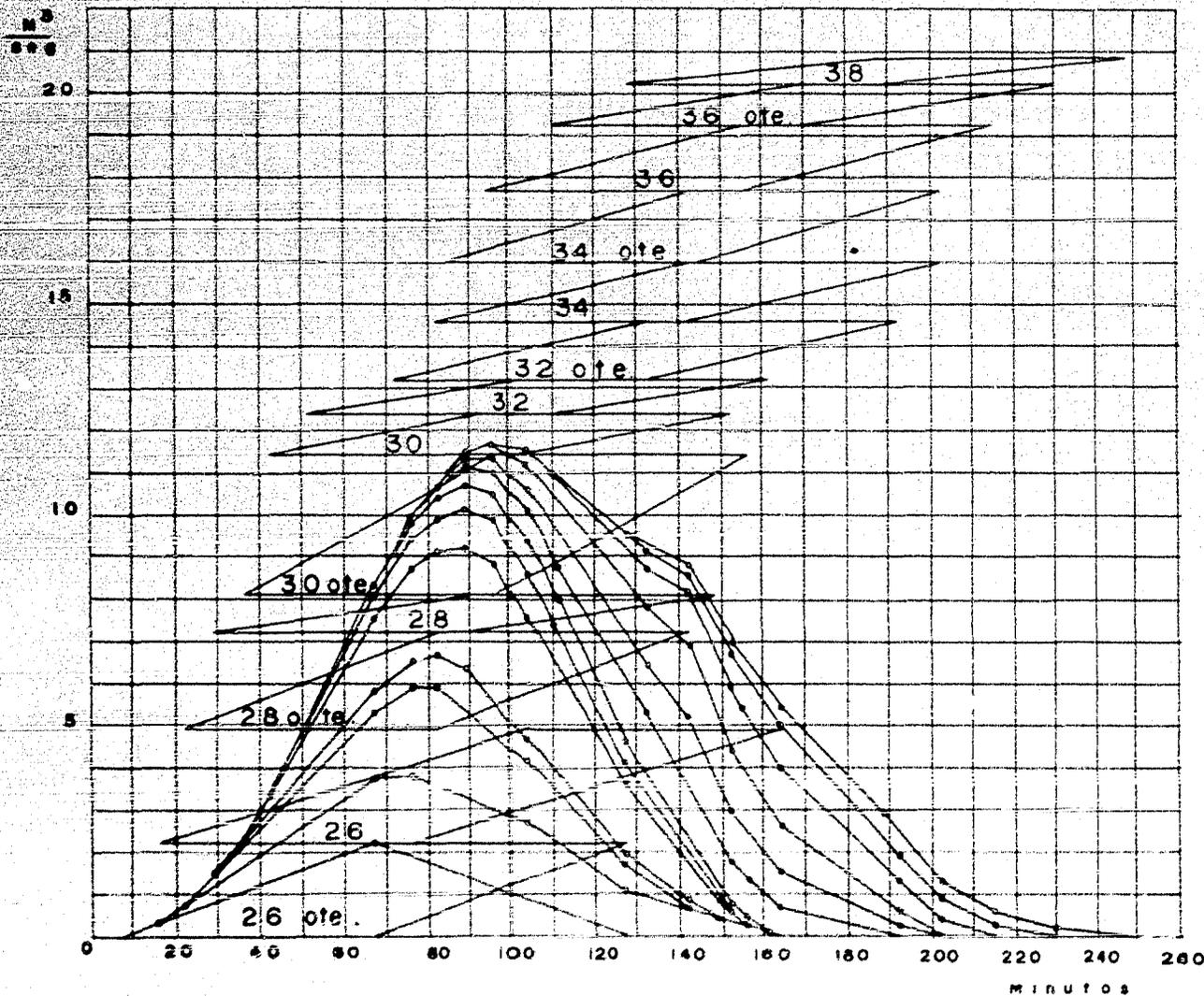
Coefficiente de escurri-
miento.- variable

Area Drenada

3 466.4 Ha

U	N	A	M
FACULTAD DE INGENIERIA			
SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR DEL GRAN CANAL			
PRIMERA ETAPA			
TESIS PROFESIONAL			1962
ANGEL BECERRILREZA			

DIAGRAMA DE CONCENTRACIONES MAXIMAS DE ESCURRIMIENTO



Duración de la lluvia.- 60'

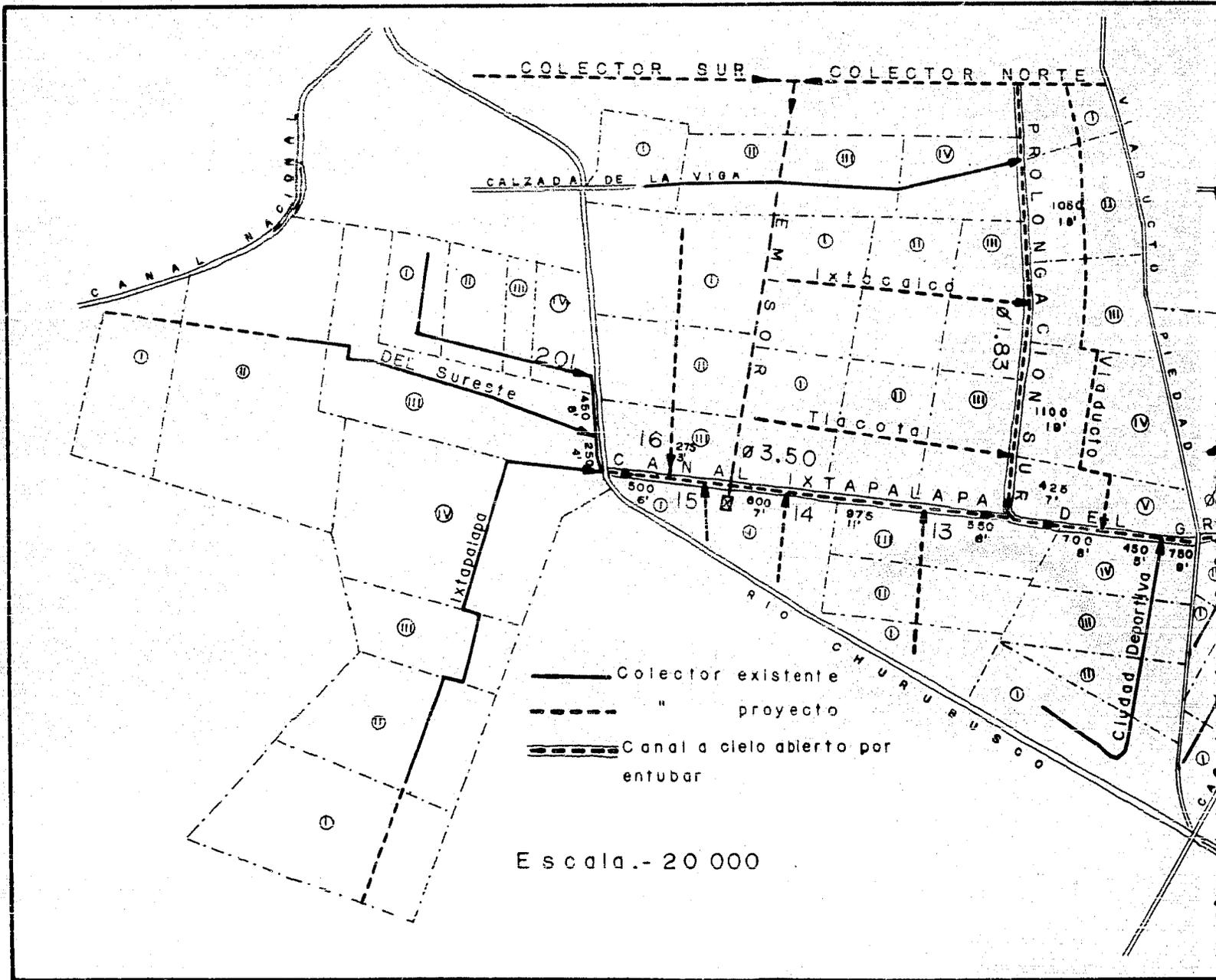
Intensidad.- $4.10 \frac{cm}{hora}$

Coefficiente de escurrimiento.- variable

Area Drenada

4 368.0 Ha

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR DEL GRAN CANAL	
ZONA FUTURA	
TESIS PROFESIONAL	1962
ANGEL BECERRIL REZA	



SEGUNDA ETAPA.

	Zona	Area	i	C	K	A ^{0.75}	Q	Ø	L	V	S	T
C-4 Ote.	I	15.0	4.10	0.50	32.03	7.62	.244	0.60	550	0.848	0.0015	31
	II	17.0	4.10	0.50	32.03	8.37	0.268	0.76	350	0.595	0.0005	10
	III	11.6	4.10	0.50	32.03	6.30	0.202	0.91	300	0.63	0.0005	13
		43.6										
C-5 Ote.	I	7.0	4.10	0.50	47.99	4.32	0.207	0.45	250	1.30	0.0054	23
	II	4.3	4.10	0.50	47.99	3.00	0.144	0.60	250	1.54	0.0050	3
	III	11.0	4.10	0.50	47.99	6.04	0.290	0.76	200	1.39	0.0030	2
	IV	7.5	4.10	0.50	47.99	4.34	0.218	0.91	200	0.90	0.0010	4
	29.8											
C-6 Ote	I	31.0	4.10	0.50	47.99	13.1	0.630	0.76	600	1.391	0.0030	27
	II	24.0	4.10	0.50	47.99	10.9	0.524	0.91	625	0.90	0.001	11
	55.0											
C-7 Ote	I	23.0	4.10	0.50	47.99	10.5	0.505	0.76	200	1.104	0.0019	23
	II	32.0	4.10	0.50	47.99	13.4	0.644	0.91	800	0.983	0.0012	14
	III	24.6	4.10	0.50	47.99	11.0	0.528	1.07	600	0.628	0.0004	16
	79.6											

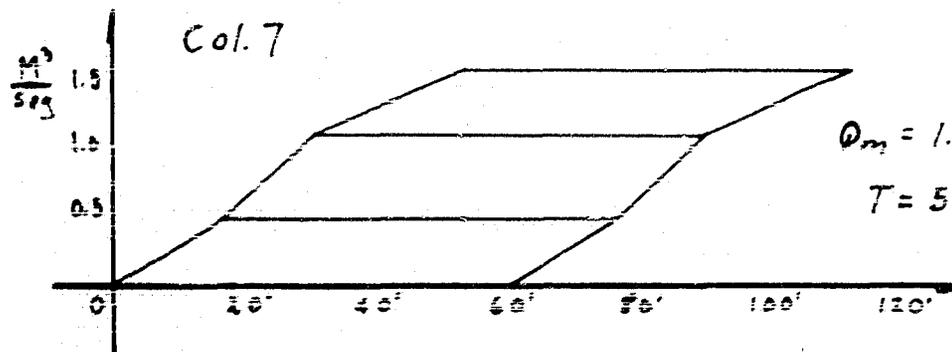
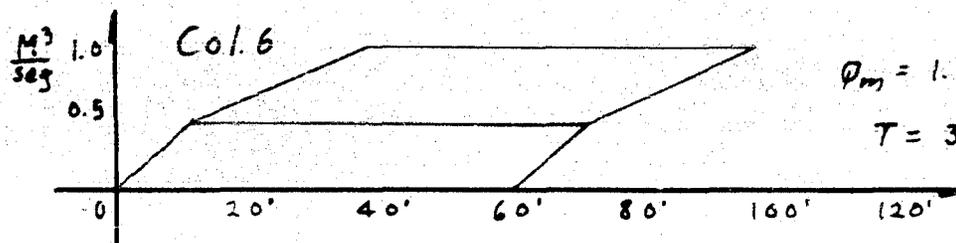
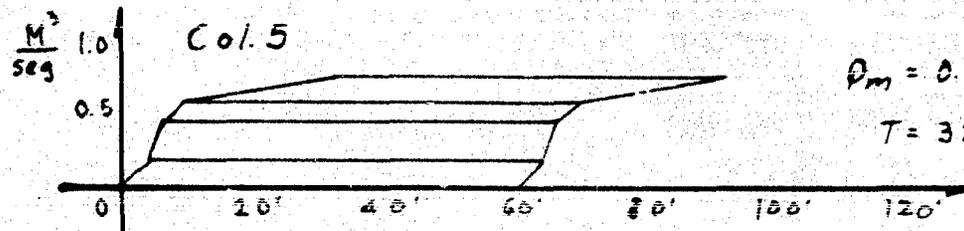
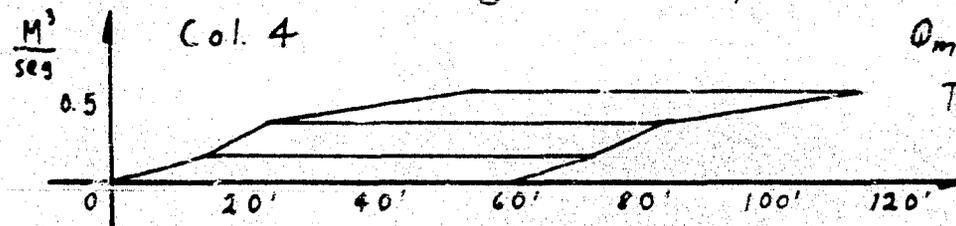
	Zona	Area	i	C	K	A ^{0.75}	Q	Ø	L	V	S	T
C - 8 Ota.	I	22.5	4.10	0.50	47.99	10.4	0.500	0.60	450	1.697	0.0060	24
	II	44.0	4.10	0.50	47.99	17.1	0.822	0.76	1050	1.796	0.0050	10
	III	14.9	4.10	0.50	47.99	7.58	0.364	1.22	250	0.76	0.0005	6
	IV	1.30	4.10	0.50	47.99	1.20	0.057	1.52	400	0.87	0.0005	8
	V	9.20	4.10	0.50	47.99	5.30	0.254	1.52	260	0.87	0.0005	5
	VI	5.34	4.10	0.50	47.99	3.52	0.169	1.83	425	0.98	0.0005	7
	T-1-D	6.0	4.10	0.50	47.99	3.81	0.183	0.45	200	1.100	0.0039	23
	T-1-D	12.0	4.10	0.50	47.99	6.64	0.319	0.76	400	0.695	0.00075	10
	T-1-D	22.5	4.10	0.50	47.99	10.4	0.500	0.90	750	0.777	0.00075	36
	T-2	19.7	4.10	0.50	47.99	9.30	0.445	1.22	330	0.76	0.0005	7
T-3-2	60.0	4.10	0.50	47.99	21.6	1.040	1.22	1080	0.76	0.0005	24	
T-3-D	29.4	4.10	0.50	47.99	12.6	0.605	0.76	925	1.268	0.0025	36	
		389.4										
C-9	I	9.5	4.10	0.50	32.03	5.42	0.173	0.60	300	1.20	0.003	24
	II	15.0	4.10	0.50	32.03	7.63	0.244	0.76	800	1.39	0.003	10
		24.5										
C-10	I	44.2	4.10	0.50	38.07	17.2	0.655	1.22	350	0.76	0.0005	28
	II	16.0	4.10	0.50	38.07	8.0	0.305	1.22	720	0.76	0.0005	16
	III	19.0	4.10	0.50	38.07	9.12	0.347	1.52	420	0.87	0.0005	9
		79.2										
C-11	I	21.70	4.10	0.50	38.07	10.20	0.390	0.76	400	0.842	0.0011	28
	II	36.0	4.10	0.50	38.07	14.7	0.562	0.91	600	0.90	0.001	11
	III	11.5	4.10	0.50	38.07	6.26	0.238	1.22	200	0.76	0.0005	4
	IV	52.0	4.10	0.50	38.07	19.4	0.740	1.52	850	0.87	0.0005	16
		316.5										

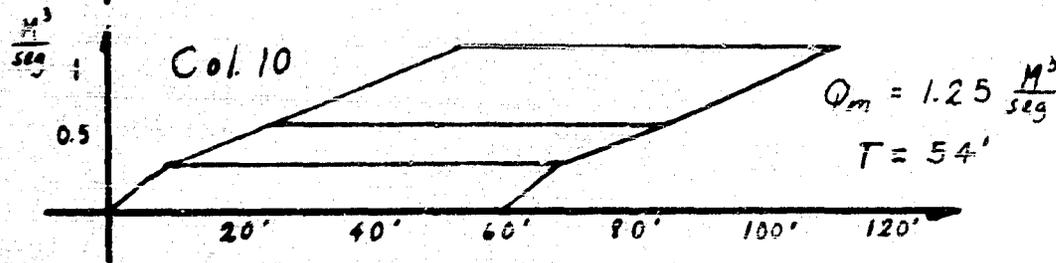
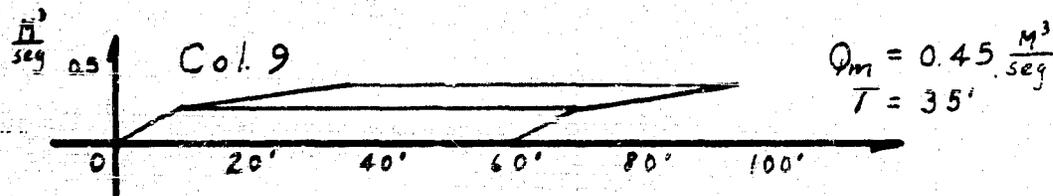
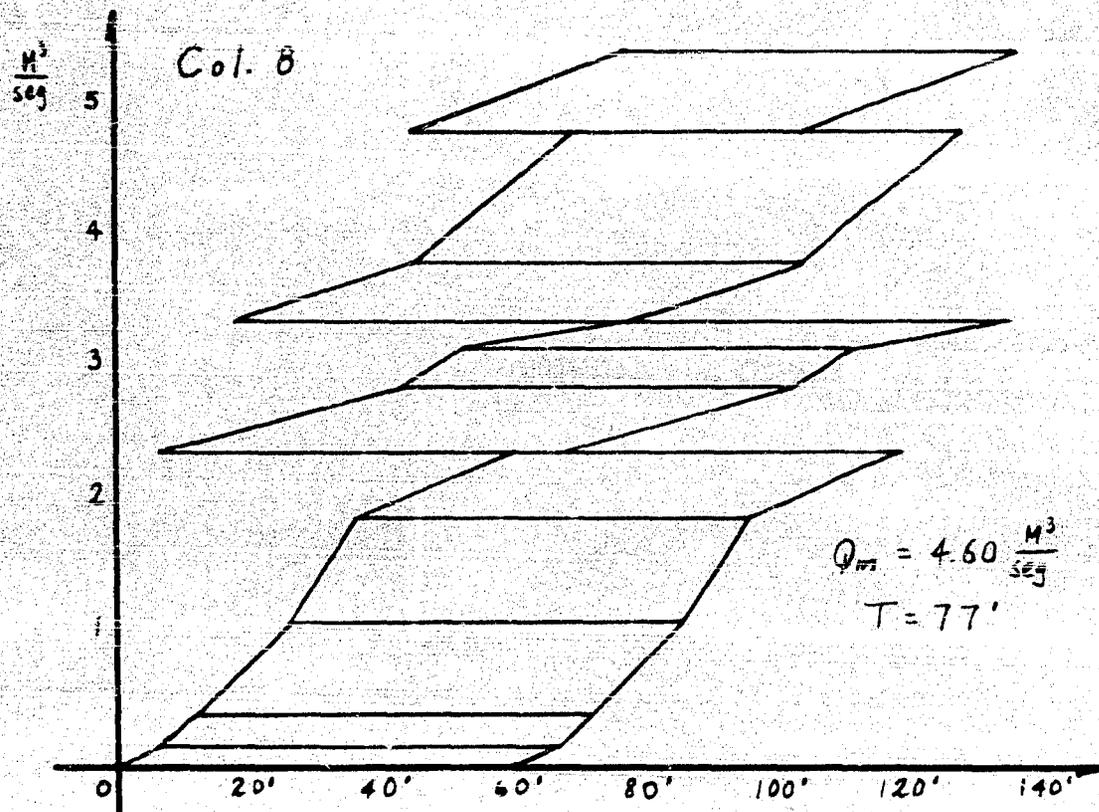
	Zona	Area	i	C	K	A ^{0.75}	Q	∅	L	V	S	T	
Balbuena.	C-Jardín	I	29.39	4.10	0.30	32.03	12.7	0.410	0.91	30	0.634	0.0005	24
		II	39.54	4.10	0.30	32.03	15.8	0.510	0.91	170	0.777	0.00075	24
		III	57.71	4.10	0.30	32.03	21.0	0.677	0.76	460	1.500	0.0035	25
		IV	43.00	4.10	0.30	32.03	16.8	0.542	0.76	320	1.136	0.0020	25
		V	54.43	4.10	0.30	32.03	20.0	0.646	0.76	250	1.391	0.0030	23
		VI	46.31	4.10	0.30	32.03	17.8	0.574	0.76	467	1.268	0.0025	26
		270.38											
C-12	I	11.0	4.10	0.50	38.07	6.04	0.230	0.76	400	0.80	0.001	28	
	II	16.0	4.10	0.50	38.07	8.00	0.304	0.91	400	0.90	0.001	7	
	III	6.0	4.10	0.50	38.07	3.81	0.145	1.07	225	1.00	0.001	4	
		33.0											
C-Cd. Deport.	I	79.8	4.10	0.20	15.10	26.6	0.403	0.76	425	0.879	0.0012	28	
	II	39.4	4.10	0.20	15.10	15.6	0.236	0.91	425	0.90	0.001	8	
	III	54.5	4.10	0.20	15.10	20.1	0.304	1.07	425	1.00	0.001	7	
	IV	47.2	4.10	0.20	15.10	18.0	0.272	1.22	950	0.76	0.0005	21	
		220.9											
C-Via- ducto.	I	29.4	4.10	0.50	38.07	12.6	0.480	0.76	400	1.070	0.0018	26	
	II	66.3	4.10	0.50	38.07	23.2	0.885	1.22	900	0.762	0.0005	20	
	III	59.0	4.10	0.50	38.07	21.3	0.815	1.52	650	0.87	0.0005	12	
	IV	97.0	4.10	0.50	38.07	31.0	1.185	1.83	975	0.98	0.0005	16	
	V	56.8	4.10	0.50	38.07	20.6	0.786	2.13	650	1.07	0.0005	10	
		308.5											
C-13	I	30.6	4.10	0.50	38.07	13.0	0.494	0.91	250	0.90	0.0010	25	
	II	36.0	4.10	0.50	38.07	20.5	0.782	1.22	420	0.76	0.0005	9	
	III	35.8	4.10	0.50	38.07	20.4	0.775	1.52	375	0.87	0.0005	7	
		142.4											

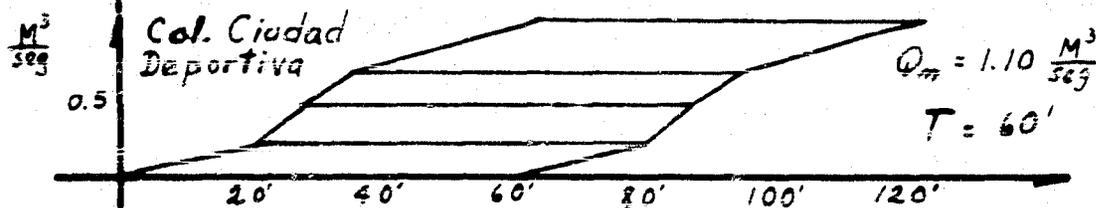
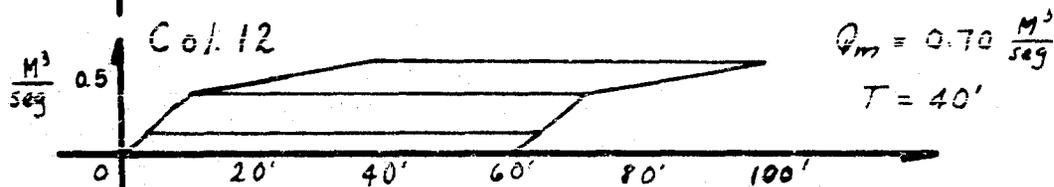
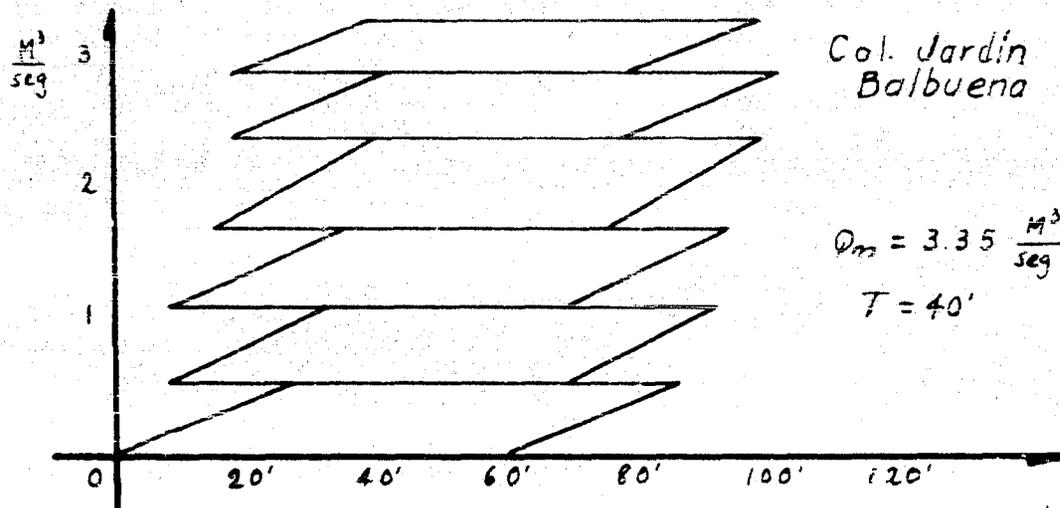
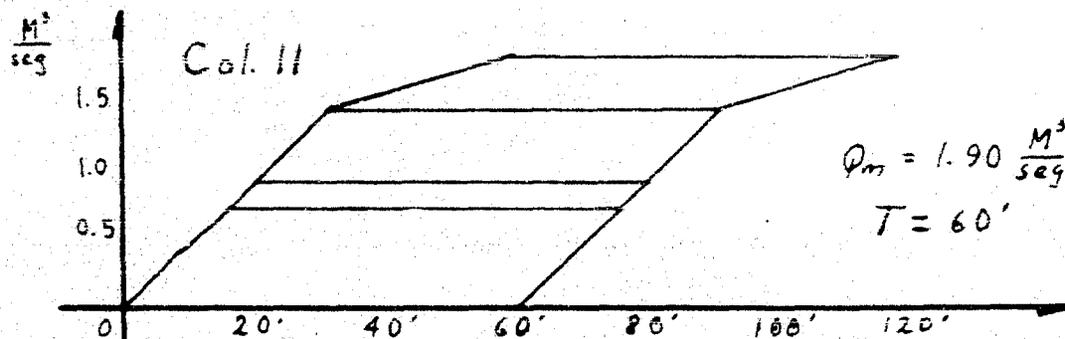
	Zona	Area	i	C	K	A ^{0.75}	Q	Ø	L	V	S	T
C-14	I	54.5	4.10	0.50	38.07	20.1	0.764	1.07	625	0.838	0.001	30
	C-15	I	15.3	4.10	0.50	38.07	7.75	0.229	0.76	420	0.80	0.001	29
C-16	I	101.7	4.10	0.50	38.07	32.0	1.220	1.22	700	0.76	0.0005	35
	II	65.8	4.10	0.50	38.07	23.1	0.880	1.52	600	0.87	0.0005	11
	III	47.6	4.10	0.50	38.07	18.1	0.690	1.83	500	0.98	0.0005	8
palapa. C-Ixta-	I	133.0	4.10	0.30	28.7	39.2	1.130	0.91	850	1.679	0.0035	28
	II	103.0	4.10	0.30	28.7	32.4	0.920	1.07	880	0.994	0.0010	15
	III	59.0	4.10	0.30	28.7	21.3	0.611	1.22	800	0.76	0.0005	18
	IV	181.3	4.10	0.30	28.7	49.6	1.430	1.52	1800	0.87	0.0005	35
		476.3										
este. C-Sur-	I	74.0	4.10	0.30	28.7	25.2	0.725	1.52	550	0.87	0.0005	30
	II	226.8	4.10	0.30	28.7	58.8	1.690	1.83	1075	0.98	0.0005	18
	III	145.5	4.10	0.30	28.7	42.0	1.210	2.13	2150	1.07	0.0005	33
		446.3										
C-201	I	15.0	4.10	0.30	28.7	7.63	0.219	0.76	250	0.80	0.0010	25
	II	21.6	4.10	0.30	28.7	10.00	0.287	0.91	550	0.90	0.0010	10
	III	38.0	4.10	0.30	28.7	15.30	0.440	1.07	450	1.00	0.0010	7
	IV	17.9	4.10	0.30	28.7	8.72	0.250	1.22	200	0.76	0.0005	4
	V	38.2	4.10	0.30	28.7	15.30	0.440	1.83	450	0.98	0.0005	7
		130.7										

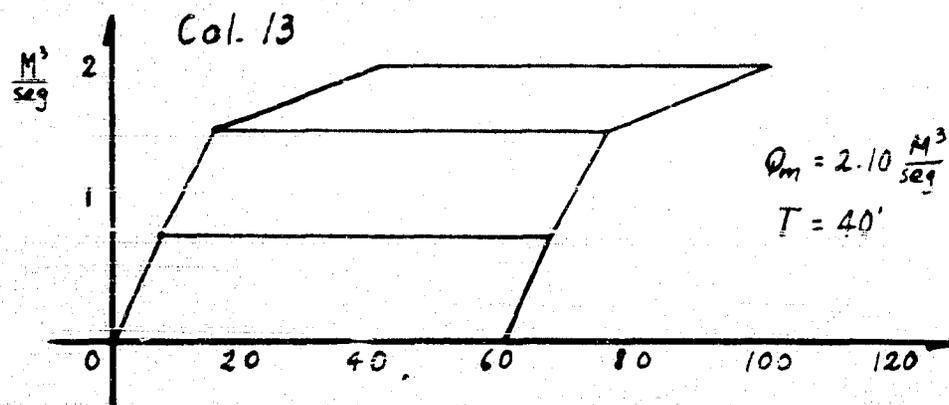
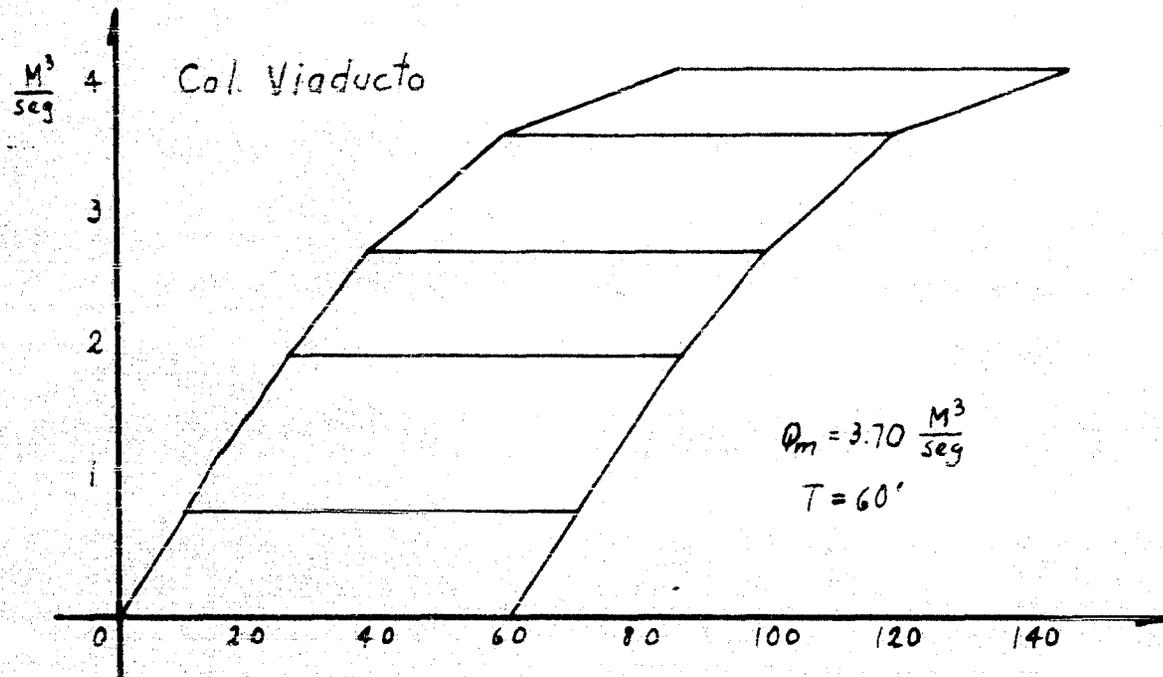
	Zona	Area	i	C	K	$A^{0.75}$	Q	ϕ	L	V	S	T
C-Tlacotal	I	60.0	4.10	0.50	38.07	21.6	0.835	1.07	600	0.943	0.0009	31
	II	62.0	4.10	0.50	38.07	22.1	0.855	1.52	620	0.87	0.0005	12
	III	60.0	4.10	0.50	38.07	21.6	0.835	1.83	600	0.98	0.0005	10
		182.0										
C-Txtacoal	I	54.5	4.10	0.50	38.07	20.6	0.795	1.07	550	0.889	0.0008	30
	II	63.0	4.10	0.50	38.07	22.4	0.865	1.52	600	0.87	0.0005	11
	III	58.4	4.10	0.50	38.07	21.1	0.815	1.83	550	0.98	0.0005	9
		175.9										
C-Vieja	I	44.2	4.10	0.50	38.7	17.2	0.664	0.91	300	1.019	0.0013	25
	II	42.8	4.10	0.50	38.7	16.7	0.646	0.91	730	1.019	0.0013	12
	III	49.8	4.10	0.50	38.7	18.8	0.725	0.91	850	1.100	0.0015	13
	IV	54.0	4.10	0.50	38.7	19.9	0.770	0.91	875	1.170	0.0017	12
	190.8											

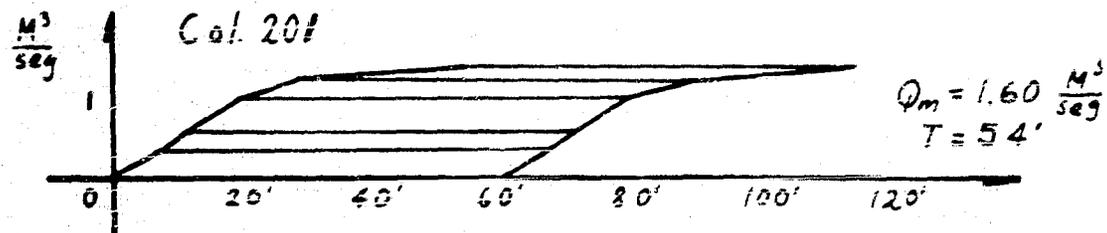
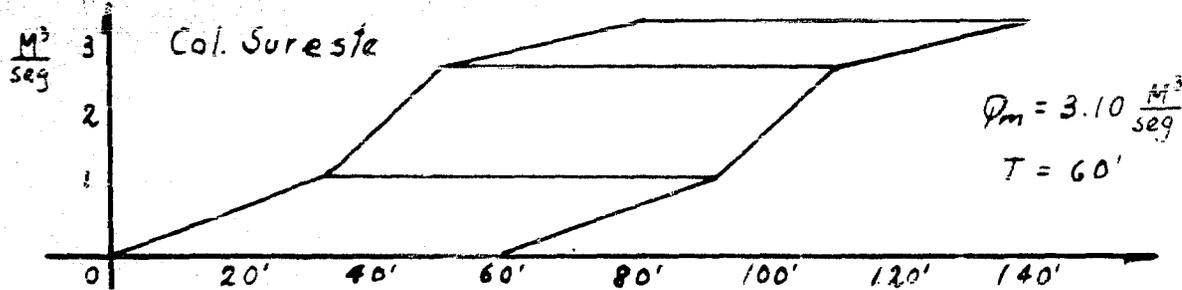
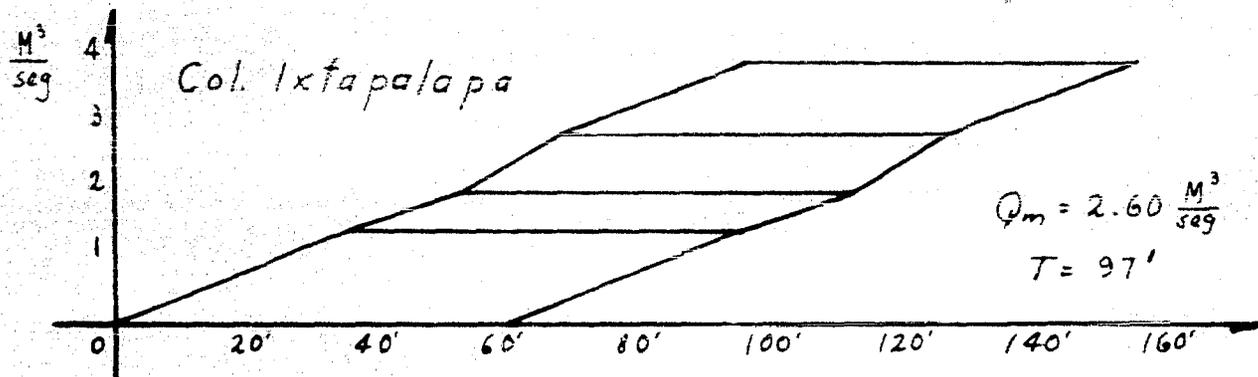
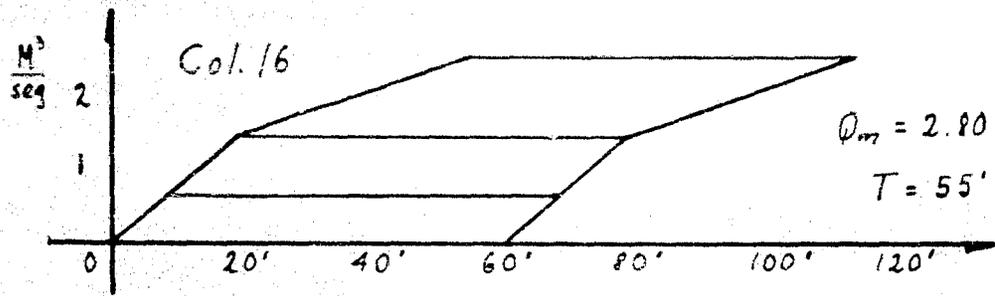
Segunda Etapa











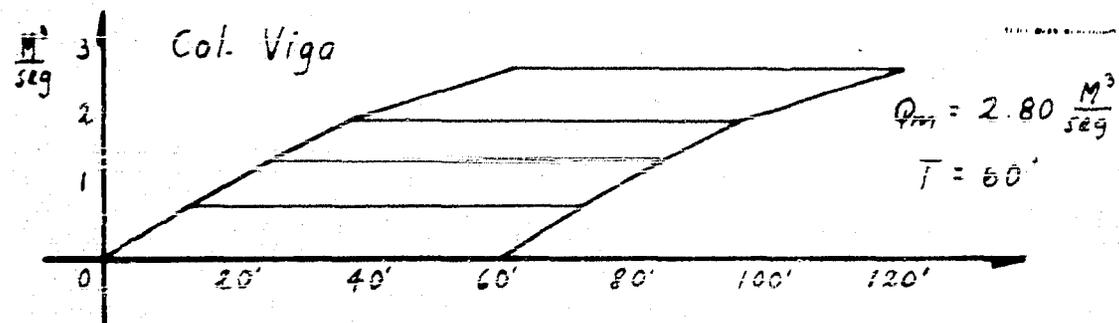
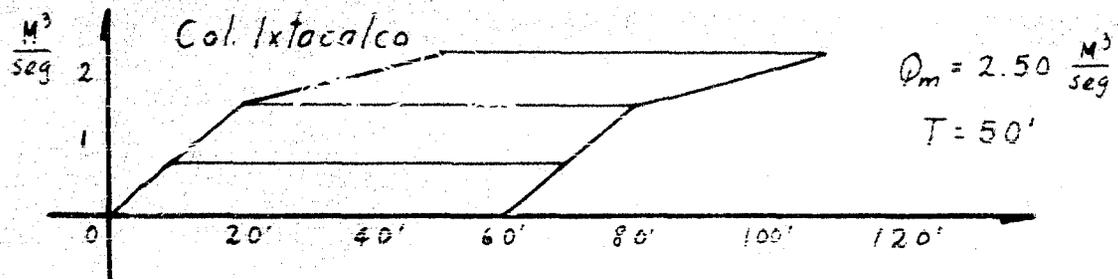
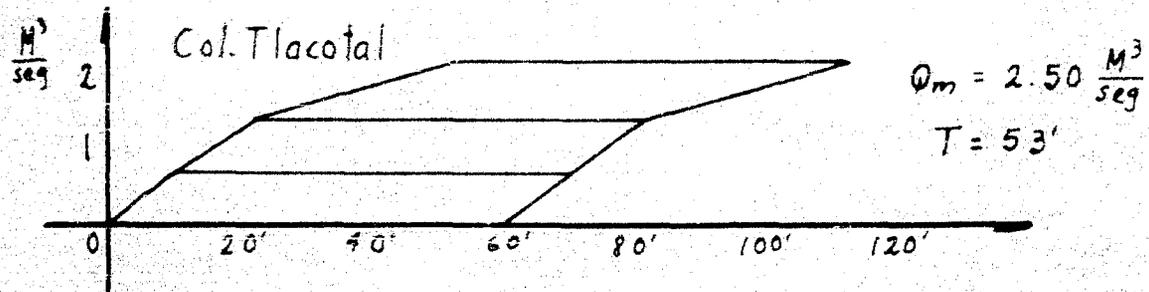
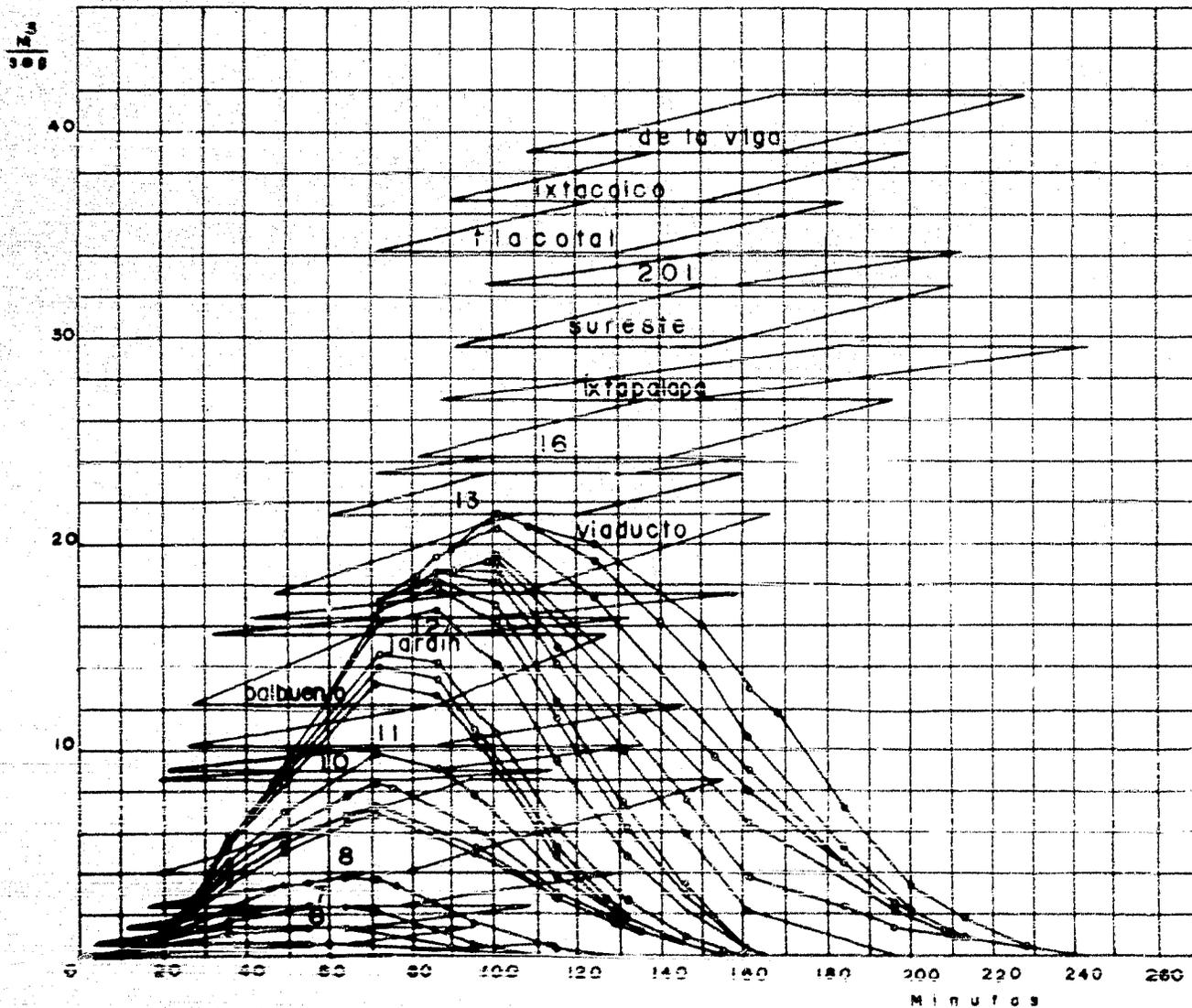


DIAGRAMA DE CONCENTRACIONES MAXIMAS DE ESCURRIMIENTO



Duración de la lluvia.- 60'

Intensidad.- 4.10 $\frac{cm}{hora}$

Coefficiente de escurrimiento.- variable

Area Drenada

6 313.1 Ha

U N A M
FACULTAD DE INGENIERIA

SUSTITUCION DE LA PROLONGACION SUR DEL GRAN CANAL

SEGUNDA ETAPA

TESIS PROFESIONAL
ANGEL BECERRIL REZA

V- DIVERSAS ESTRUCTURAS PROYECTADAS, PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y COSTOS.

Las estructuras proyectadas, para asegurar un trabajo eficiente, en la red de colectores, para la sustitución de la Prolongación Sur del Gran Canal, fueron:

- 1.- Cajas de Inspección.
- 2.- Cajas de Unión.
- 3.- Lumbreras.
- 4.- Cárcamo de Bombeo.
- 5.- Cárcamo de Descarga.
- 6.- Canal de Tierra.
- 7.- Obra de vertido.

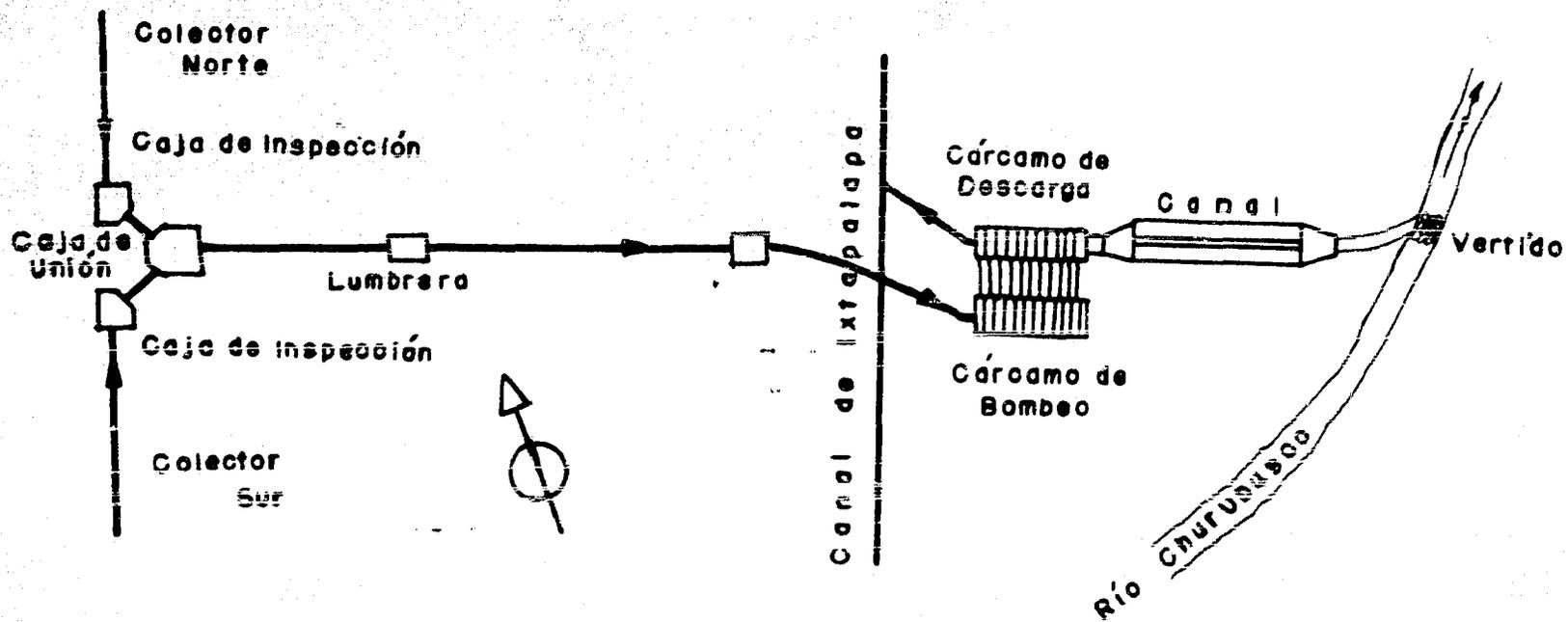
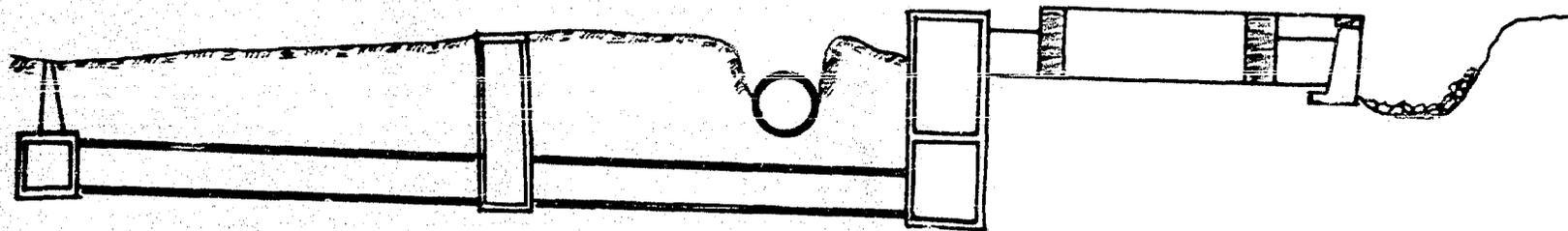
Las cajas de inspección se emplean como medios de acceso para inspección y limpieza. Se colocan a intervalos de 90 a 150 metros y en los puntos donde se produzca un cambio de dirección, de sección o un cambio de pendiente.

Las cajas de unión, se emplean para unir colector con colector, colector y atarjeas y pueden servir también como cajas de inspección.

Las lumbreras son las estructuras construídas en el tramo correspondiente al túnel. Tienen el mismo objeto que las cajas de inspección, con la diferencia que las lumbreras, es lo primero que se construye, pues son el acceso de todo el material y equipo mecánico y humano para construir el túnel.

Cuando la población que se desea servir, se encuentra en una superficie plana, como es el caso nuestro hay necesidad de conducir el caudal de aguas negras a su destino final por medio de bombeo. Para ello, se construirán un cárcamo de bombeo y un cárcamo de descarga ($Q = 40 \text{ m}^3/\text{seg.}$)

Diversas Estructuras Proyectadas



para conducir dichas aguas a su destino final, el Río de Churubusco y el Gran Canal del Desagüe (aunque posteriormente se tiene proyectado conducir dicho caudal a un túnel denominado Interceptor del Oriente) o al Río de Churubusco únicamente.

Para conducir dicho caudal del cárcamo de descarga al Río, se construirá un canal de tierra, sección trapezoidal con capacidad para conducir 30 m³/seg.

Por último, en el cauce del Río se construirá la obra de vertido*.

El procedimiento de construcción para colectores, usado actualmente en la Ciudad de México es el llamado "a cielo abierto". Comprende la excavación, ademe, bombeo del agua del subsuelo, colocación de los tubos (o colado de tubos), relleno, construcción de pozos de visita y cajas.

Los tramos de colectores, en las grandes ciudades, como lo es la nuestra, se localizan cuidadosamente en los planos para salvar las diferentes instalaciones subterráneas ya construídas. En ciudades más pequeñas y en las zonas residenciales no densamente pobladas, solo deben salvarse las tuberías de agua. Si la construcción es nueva no habrá de hacerse ordinariamente el pavimento y se escogerá el centro de la calle, a fin de que los albañales de las casas, cuya instalación es a cuenta de los propietarios, sean de la misma longitud.

De acuerdo con el plano del proyecto, se localizan materialmente las calles, por donde se construirá el colector. Los tubos se descargarán en la orilla de la línea localizada, siempre lo más cerca posible.

* Estudio Estructural "Tesis Profesional J.A. García Jurado".

De acuerdo con el diámetro, a partir de la línea localizada que se toma como eje, se mide el ancho de cepa, este ancho será el necesario para que un hombre dentro de la cepa y el tubo ya colocado, pueda trabajar en el junteo exterior. Si el tubo es colado en sitio, entonces, el ancho de cepa será el necesario para que se pueda colocar cimbra exterior.

Las excavaciones se dividen en tres clases A B y C.

La clase A corresponde a roca sólida, que únicamente puede trabajarse mediante barrenos.

La excavación en clase B, comprende la piedra caliza desintegrada, pizarra conglomerado duro, grava cementada, pavimento de macadam. Este material puede excavar con picos y palas, pero con dificultad.

La clase C comprende los materiales suaves que pueden excavar con picos y palas sin ninguna dificultad.

El material excavado se amontona junto a la zanja dejando un espacio más o menos de 1.00 para maniobras. Cuando la profundidad de la cepa es mayor de 1.50 m., es necesario colocar un peón en la superficie por cada dos que trabajan dentro de la cepa. Cuando la profundidad es mayor a 2.50 m. es necesario colocar plataformas intermedias, colocando un peón por cada dos que trabajan en el fondo de la cepa.

Cuando la excavación es muy profunda, o si como en las calles concurridas, no es posible amontonar el material excavado al lado de la cepa, se acarrea de un tramo todo el material, y se va rellenando con el material de tramos adelante.

Las cepas abiertas en terrenos suaves, como lo es el de la Ciudad de México, exigen ademe para evitar derrumbes de las paredes laterales. El peligro que éste representa para los trabajadores y el aumento del costo de la

construcción, justifican todas las precauciones posibles - para evitar derrumbes. Se precisa tener experiencia práctica de las condiciones de los distintos tipos de terreno para determinar la clase de ademe que se utilizará.

Si el nivel del agua del subsuelo, está más alto que el fondo de la cepa, el agua escurrirá hacia ella. Si se produce éste hecho será necesario un ademe especial, así - como sacar el agua mediante bombeo. En las cepas abiertas para colectores se coloca un tubo de 20 cm. de diámetro -- perforado bajo la cama de tezontle que sirve para drenar -- la cepa, que conducen el agua a un cárcamo donde es sacada mediante bombeo.

En la colocación de los tubos prefabricados de concreto armado, la operación preliminar consiste en comprobar -- la pendiente del fondo de la cepa. Debe darse al fondo la forma conveniente para adaptarlo a la del tubo, dejando -- huecos para las juntas. El tubo se coloca con la "campana" aguas arriba y se comienza a trabajar con el mismo sentido.

El tubo se baja con marco que descansa sobre ruedas - que a su vez caminan sobre rieles. En el centro lleva un diferencial que se sujeta al tubo por medio de un gancho, pues el tubo lleva un zuncho de cable por el centro. El - tubo que se encuentra en la orilla de la cepa, se rueda -- hasta el centro de las mismas, sobre un puente provisional de madera. Se mueve el marco hasta el centro del tubo, - donde lleva el zuncho, y se levanta haciendo uso del diferencial. Se quita el puente provisional de madera, se corre el marco aproximadamente hasta llegar a la altura del extremo del tubo ya colocado y se procede a bajarlo. Para su colocación final se hace uso del hilo que nos define la pendiente de proyecto que la llevamos por medio de puentes colocadas cada 10 m. con su respectiva niveleta, donde con marcos o clavos se colocan los puntos donde se tenderá el hilo y con un escantillón verificar la posición final del tubo.

El relleno en la parte de contacto con el tubo debe hacerse con mucho cuidado y sin demora. Con un pisón se comprimen capas de 20 cm. de espesor del material más fino, hasta una altura de 60 cm. arriba de la clave del tubo. Debe trabajarse simultáneamente a ambos lados del tubo para no producir presiones laterales perjudiciales. No debe permitirse el paso sobre el tubo hasta que se hayan terminado 30 cm. de relleno y deben tomarse todas las precauciones necesarias para evitar cualquier fractura en las juntas próximas.

Si el colector es construido en el mismo lugar, entonces el ancho de cepa será el necesario para cimbrar y troquelar exteriormente. Hasta la fecha la sección construida en sitio ha sido circular y se procede de la siguiente manera: se llega a excavar aproximadamente hasta la cota de plantilla hidráulica, afinando después la excavación hasta llegar a una cota que varía de 0.20 a 0.40 m. abajo de la plantilla hidráulica donde se formará una "cubeta" hecha de concreto pobre de unos cinco centímetros de espesor y se le dará la forma circular en un desarrollo de 120°.

Se procede a colocar el fierro del armado dándole su colocación definitiva por medio de separadores que se colocan en la cimbra interior. Se coloca la cimbra exterior, dejando ventanas laterales para poder vibrar el concreto que va cayendo de la clave a los costados y llegar al fondo. La cimbra antes de colocarla debe estar perfectamente engrasada. El descimbrado se efectúa por lo general después de 12 horas de efectuado el colado. El relleno se efectúa de una manera semejante al explicado en párrafos anteriores.

Se experimenta actualmente la construcción de un túnel en la zona donde se localiza el Emisor que como anotamos en hojas anteriores descarga en el cárcamo de bombeo de la Planta Ixtapalapa.

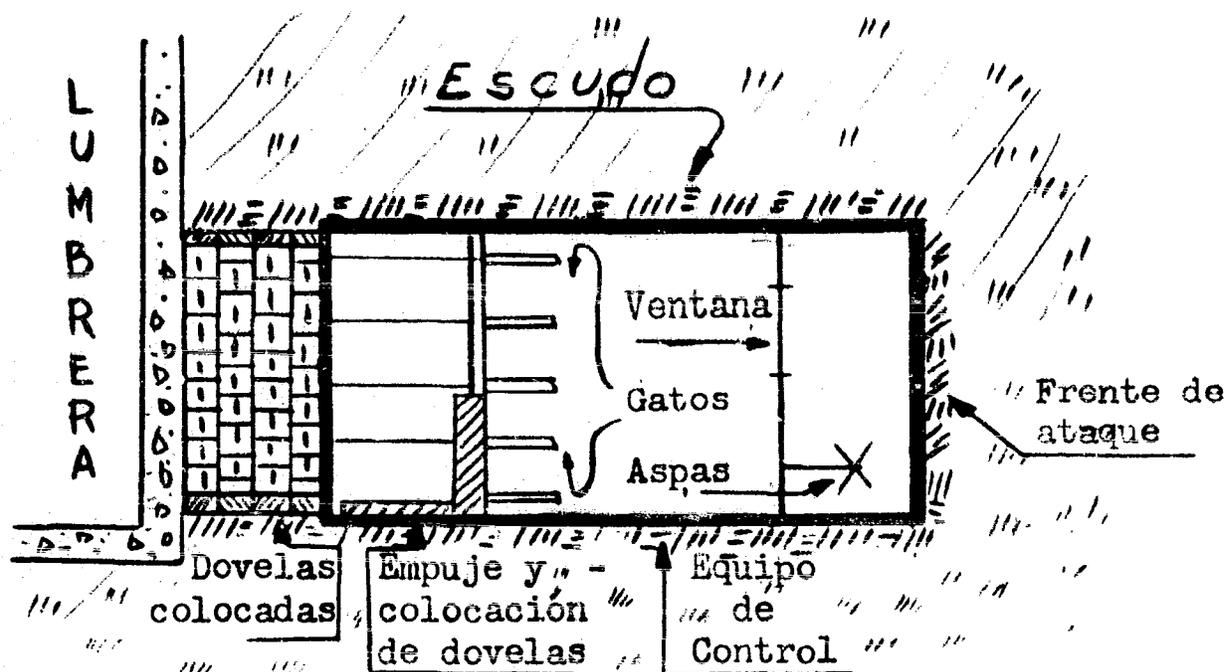
Tiene como base el uso de un escudo el cual está formado por un tubo cilíndrico con paredes formadas con placa de acero, reforzado interiormente y cuyas dimensiones varían de acuerdo con el diámetro del colector. Este procedimiento se utiliza donde la profundidad del colector varía de 8.00 a 12.00 m.

Como el trabajo no ha sido concluido, es posible que se realicen aún modificaciones al procedimiento seguido hasta el momento. Pero en general podemos decir que consiste en lo siguiente:

Se construyen lumbreras a una determinada distancia; las dimensiones serán tales, que se pueda bajar el escudo y colocarlo al nivel del piso proyectado, para que apoyándose en una de las paredes de la lumbrera se procede al --hincado, por medio de gatos que se encuentran distribuidos alrededor del escudo. Se va recubriendo el túnel con dovelas precoladas a la mitad del espesor total de las paredes del túnel. El escudo tiene un brazo para colocar las dovelas y un marco circular que tiene pernos en todo su alrededor para sostener a las dovelas colocadas en la mitad superior del túnel, mientras se coloca una cimbra de madera en la clave para formar un arco e impedir que caigan.

El escudo, tiene una placa circular situada unos 0.50m. atrás del frente, donde se tiene una ventana, para permitir ver al frente de ataque. Precisamente entre la ventana y el frente del escudo están colocados unos ejes giratorios, que tienen aspas cuyo fin es mezclar el agua y el material sólido haciendo lodo que es succionado y bombeado hacia la superficie. Cuando se ha tenido un avance del ancho que tiene la dovela, se procede a colocar una hilada con ayuda del brazo, y una vez ademado, por decirlo así, el túnel, se procede a colocar la varilla del refuerzo para enseguida cimbrar y proceder al colado.

Finalmente, tenemos una lista del costo por metro --lineal de tubo de diferente diámetro, donde se incluyen



todos los conceptos que intervienen en su construcción, a saber: excavación, ademe, bombeo, dren, cama de tezontle, fierro estructural, concreto, cimbra, curado, ruptura de pavimento, mamposterías, relleno, apisonado y demás conceptos que resultan en la ejecución de la obra.

Diámetro Ø	1.83	.....	\$	2,280.00
Diámetro Ø	2.50	.....	\$	3,350.00
Diámetro Ø	3.15	.....	\$	5,200.00
Diámetro Ø	3.50	.....	\$	6,750.00
Diámetro Ø	4.00 (túnel)	.....	\$	7,825.00

Primera Etapa y Zona de Futuro Crecimiento.

Diámetro	Longitud	Costo		
2.13 m.	3650 m	3650x3350.00 =	\$	12,227,500.00
2.50 m.	3025 m	3025x3350.00 =	\$	10,133,750.00
3.00 m.	1800 m	1800x5200.00 =	\$	9,360,000.00
3.15 m.	4035 m	4035x5200.00 =	\$	20,982,000.00
3.50 m.	775 m	775x6750.00 =	\$	5,231,250.00
4.00 m.	3050 m	3050x7825.00 =	\$	23,866,250.00
			\$	<u>81,800,750.00</u>

Segunda Etapa.

Ø 1.83 m.	3100 m.	$3100 \times 2280.00 =$	\$ 7,068.000.00
Ø 3.50 m.	6950 m.	$6950 \times 6750.00 =$	\$ 46,912,500.00
			<u>\$ 53,980.500.00</u>
Cárcamo de Bombeo y descarga			\$ 4,100.000.00
Canal y Obras accesorias.			\$ 283,472.00
		TOTAL: ---	\$140,164,722.00

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

- Memoria. Ing. Roberto Gayol.
- El Problema del Alcantarillado
en la Ciudad de México. Ing. Anastasio Guzmán
- Apuntes de Alcantarillado. Ing. Raúl E. Ochoa.
- Abastecimiento de Agua y -
Alcantarillado. Ing. Ernest W. Steel.