

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"PROYECTO HIDRAULICO DEL DESARROLLO
HABITACIONAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL
"LAS AMERICAS", ECATEPEC, ESTADO DE MEXICO"**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

EVELIO JAVIER OROPEZA ROJAS

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. MARIA DEL ROSIO RUIZ URBANO



CIUDAD UNIVERSITARIA

DICIEMBRE 2005

m.340054



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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ENGELIO TAVICCI
COSCAREZA ROSAS

FECHA: 14/ENERO/2025

FIRMA: [Firma manuscrita]



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/006/04

Señor
EVELIO JAVIER OROPEZA ROJAS
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso la profesora DRA. MA. DEL ROSÍO RUIZ URBANO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"PROYECTO HIDRÁULICO DEL DESARROLLO HABITACIONAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL "LAS AMÉRICAS", ECATEPEC, ESTADO DE MÉXICO.

- I. INTRODUCCIÓN
- II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO
- III. INGENIERÍA BÁSICA
- IV. PROYECTO DE DESARROLLO URBANO
- V. PROYECTO HIDRÁULICO
- VI. PRESUPUESTO DE OBRAS
- VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 12 de febrero del 2004..
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

Vo. Bo.
[Firma]

DRA. MA. ROSÍO RUIZ U
18- XI-04

Vo. Bo.
[Firma]

Alba Vozquez
23-11-04

[Firma]
[Firma]
5/12/04

Vo. Bo.
[Firma]
3 20 04

Dedicatoria.

A mi padre Jesús Oropeza Cervantes † , nunca olvidare tu apoyo y consejos; se que sigues estando conmigo en todo momento.

A mi mamá Mirey, con mucho cariño y amor.

A mis hermanos Jesús Guillermo, Edgardo y Mirey Lucia.

Agradecimientos.

Alfonso Morales García, gracias por tus enseñanzas y tu paciencia, pero más aún, por tu amistad.

Carlos Oropeza Cervantes, no tengo palabras que definan lo importante que has sido para mi, simplemente gracias.

Ignacio Sánchez Aldana Gutiérrez, gracias por su apoyo y sus enseñanzas, sin duda un ejemplo en mi vida profesional.

INDICE

INTRODUCCIÓN.	1
Antecedentes	2
Objetivo de la tesis.	4
Motivo de la tesis.	4
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.	7
I.1 Localización.	8
I.2 Situación legal del predio.	9
I.3 Agua y drenaje.	10
I.4 Características geográficas.	11
I.5 Distribución urbana.	13
I.6 Beneficios.	15
CAPÍTULO II. INGENIERÍA BÁSICA.	17
II.1 Levantamiento topográfico.	18
II.2 Estudio hidrológico.	20
II.3 Estudio de impacto ambiental.	24
II.4 Estudio geotécnico.	35
CAPÍTULO III. PROYECTO DE DESARROLLO URBANO.	51
III.1 Normatividad.	52
III.2 Lotificación.	59
III.3 Sembrado.	60
CAPÍTULO IV. PROYECTO HIDRÁULICO.	66
IV.1 Rasantes.	67
IV.2 Agua potable.	69
IV.3 Drenaje sanitario.	81
IV.4 Drenaje pluvial.	105
CAPÍTULO V. PRESUPUESTO DE OBRA.	116
IV.1 Proceso constructivo de la red hidráulica.	117
IV.2 Elaboración del presupuesto de obras.	118
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	149
APÉNDICE I. Memoria de cálculo, curva $i - d - T$.	153
APÉNDICE II. Lista de control.	1743
BIBLIOGRAFÍA.	180

Introducción.

INTRODUCCIÓN

Introducción.

Antecedentes.

Una de las carencias primordiales que acechan hoy en día nuestro país, es la falta de vivienda, ocasionada por un desmedido aumento poblacional, alta migración de las zonas rurales hacia las grandes urbes, la insuficiencia de recursos y la escasas de espacios propicios para desarrollar conjuntos habitacionales, que den una respuesta integral a las necesidades de la población demandante.

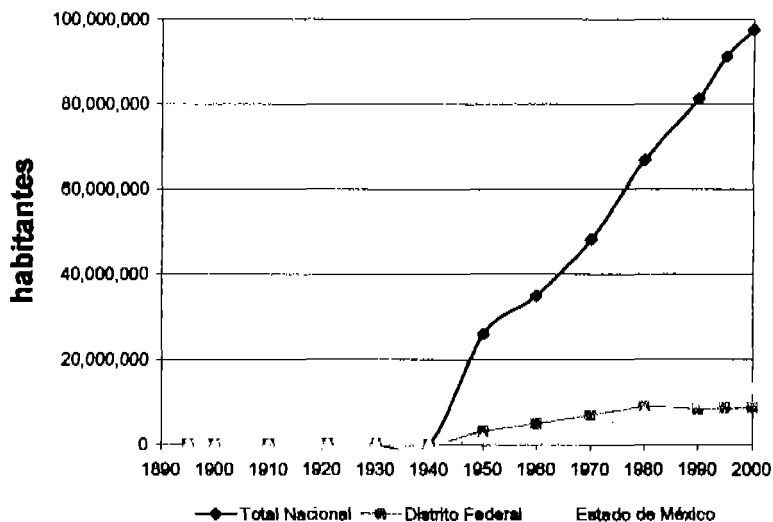
La población urbana inicio su acelerado crecimiento a principios del siglo anterior debido al desplazamiento de la población rural hacia la capital del país. El estado de México es la entidad federativa que sufre la presión demográfica más alta del país, y probablemente de Latinoamérica y aun en el mundo entero. Su colindancia con el Distrito Federal, lo ha convertido en el receptáculo de los flujos migratorios de millones de mexicanos que, atraídos por el espejismo de la gran metrópoli han abandonado sus lugares de origen, estableciéndose en donde mejor han podido, toda vez que el Distrito Federal los ha rechazado.

En 1900 había aproximadamente 471 mil habitantes, que representaban el 4% del total de la nación, que era de 11,775,000 pobladores. El fenómeno de crecimiento se volvió explosivo a partir de 1950, principalmente en los 27 municipios del Estado de México conurbados con el Distrito Federal, formando lo que se conoce como la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), en la que se concentra el 18.5% del total nacional, que era en 1990 de 81,338,000 habitantes.

Según los resultados del XI Censo General de Población y Vivienda de 1990, en la ZMCM se tenía una población total de 15,047,685 pobladores, lo que correspondió a un crecimiento medio anual de 2.72% con respecto a los datos de 1970.

POBLACION

(figura 0.1)



Introducción.

Actualmente el 55% de la población de la zona metropolitana vive en el Distrito Federal y el 45% en los municipios conurbados, identificándose los sectores populares mas pobres al norte y al oriente, las clases medias al sur, particularmente los estratos altos al sur poniente; las zonas industriales, al nororiente y norponiente, concentrándose los servicios en los sectores urbanos de la zona metropolitana (figura 0.1).

El Distrito Federal, con una población total de 8,235,744 habitantes tiene una densidad promedio de 55 hab/ha, de 1970 a 1990 creció con una tasa media anual del 0.9% ocupando actualmente el último lugar en cuanto a tasas de crecimiento, en tanto que la media nacional es de 2.6%.

En cuanto al aumento demográfico en los municipios mas importantes del Estado de México que rodean la cuenca del ex Lago de Texcoco, ha sido explosivo y anárquico. En las dos últimas décadas, algunos municipios como Ecatepec y Netzahualcóyotl alcanzaron tasas de crecimiento de 7.48 y 7.69% respectivamente. En Texcoco y Chimalhuacán se observó un ritmo acelerado con cifras semejantes a las de Ecatepec y Netzahualcóyotl. Este alarmante crecimiento poblacional es consecuencia de la inmigración de considerables grupos campesinos a la zona conurbada, con la consiguiente proliferación de asentamientos irregulares, tugurios y cinturones de miseria, que se acentúan por la escases de vivienda y servicios, generando amenazas de invasiones a las zonas federales y baldíos.

Aunado a la gran explosión demográfica que se sufre en estas zonas y el crecimiento desmedido de la mancha urbana de la ZMCM se tiene también, la insuficiencia de reservas territoriales y los altos precios del suelo urbano, que obligan a la población de menor ingreso a adquirir predios en ubicaciones inadecuadas o en terrenos con inseguridad jurídica y de tenencia, muchas veces no aptos para el desarrollo urbano y la vivienda, o bien, a la invasión de predios, creando muchas veces el fenómeno de asentamientos irregulares, lo que dificulta el desarrollo y ordenamiento adecuado de los centros de población y por falta de servicios, da lugar a condiciones de vida inapropiadas para quienes ahí construyen. Como se puede observar en la tabla 0.1, la demanda de vivienda sobre todo en el Estado de México es obvia, ya que se ha convertido en la entidad que tiene la mayor demanda, convirtiéndose en una meta difícil de alcanzar ya que se necesita construir cerca de 372 mil viviendas en cuatro años, además, dado el origen en su mayoría rural de los municipios conurbados de la zona Metropolitana y lo acelerado del crecimiento en su parte urbana, prácticamente toda su infraestructura, equipamiento y servicios urbanos son deficientes e insuficientes. A continuación enlistamos los problemas más comunes como consecuencia de una falta de planeación urbana:

1. Deficiencia en la dotación, interconexión y sistemas de agua potable.
2. Deficiencia en las redes de drenaje y alcantarillado.
3. Falta de sistemas de tratamiento de aguas negras.
4. Carencia de energía eléctrica en las zonas marginadas.
5. Falta de alumbrado público.
6. Faltante de escuelas de todos los niveles.
7. Necesidad de instalaciones médicas.
8. Programas de vivienda.
9. Regularización de la tenencia de la tierra.
10. Creación de sistemas viales adecuados.
11. Creación de parques y jardines.

Introducción.

12. Mejorar sistemas de transporte.
13. Creación de áreas deportivas y de esparcimiento.

Todo lo anterior ha contribuido a que los municipios conurbados con el Distrito Federal presenten una nula o escasa configuración urbanística, una imagen semirural de transición deficitaria y en general un hábitat poco atractivo para el desarrollo socioeconómico.

La gran demanda de vivienda y la escasez de territorio para dicho fin, obliga a la optimización de espacios para la creación de desarrollos funcionales y adecuados para las necesidades del hombre. Esto obliga a crear espacios habitacionales de interés social, pero que cuenten con todos los servicios. De esta manera es importante hacer una planeación detallada de un proyecto de estas características, desde el punto de vista, económico financiero, técnico, social, ambiental, etc...

Tomando en cuenta el factor social, es importante hacer un estudio acerca de la necesidad de vivienda en esta región, en este caso y basándonos en la información antes descrita, podemos obviar este rubro, ya que la carestía de habitación es evidente. Solo vale la pena recalcar, que este problema ataca principalmente a los sectores mas pobres de la población, por lo que la planeación de este desarrollo debe de estar enfocado hacia este fragmento con bajo poder adquisitivo. Por otro lado con la creación de un centro de vivienda planeado y ordenado, contribuye a desalentar los asentamientos irregulares y como consecuencia, la extensión desorganizada de la mancha urbana, por otro lado alienta a la creación de infraestructura, equipamiento urbano y servicios básicos.

Objetivo de la tesis.

- Desarrollar un conjunto habitacional, comercial e industrial, planteando una solución hidráulica para los requerimientos de infraestructura de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial que contribuyan a satisfacer la gran demanda de vivienda y servicios en la zona conurbada de la capital del país.
- Analizar la ingeniería básica para realizar un conjunto de esta naturaleza, así establecer las dificultades y problemáticas que se puedan presentar.
- Definir el proyecto de desarrollo urbano en base a la normatividad vigente.

Motivo de la tesis.

Como es sabido, la creación de nuevos centros de vivienda, trae consigo una serie de situaciones y problemáticas que no se deben de dejar a un lado. Al dar una solución integral, no solo se piensa en la vivienda como tal, sino en varios servicios que son necesarios para el desarrollo del hombre, tales servicios como agua potable, drenaje, energía eléctrica, así mismo, y dependiendo de la magnitud de estos desarrollos, se debe pensar en vías de comunicación suficientes y adecuadas, centros comerciales, espacios de recreación y esparcimiento, y otros servicios dependiendo de las características propias y costumbres de las comunidades en cuestión.

Desde el punto de vista técnico, se analizará la ingeniería básica que conlleva el realizar un conjunto de esta naturaleza, así como las dificultades que se presentan al construir e un terreno con las características ya descritas. Además, se definirá el proyecto urbano y el diseño del sistema de agua potable, de drenaje sanitario y pluvial para la dotación de la infraestructura y los servicios básicos.

El motivo de esta tesis es el fomentar una cultura de planeación urbana, y que este documento sirva como referencia para crear una conciencia en las autoridades no solo del Estado de México, que apenas hace

Introducción.

algunos años que se empieza a tomar cartas en el asunto y a legislar en esta materia, si no de todos las entidades del país y las ciudades que vislumbran un futuro con crecimientos poblacionales de esta índole. Sin duda, la planeación urbana servirá para prevenir asentamientos irregulares y del mismo modo concientizar a la población, acerca de las ventajas que tienen los desarrollos con la infraestructura y los servicios adecuados.

El agua es un recurso natural de vital importancia para el hombre, y en la medida que se planifique su consumo y su disposición, podremos evitar el desperdicio de este elemento. De esta manera es importante el tener una referencia adecuada en cuanto al diseño de la infraestructura necesaria y suficiente para el adecuado manejo, además que atienda a la demanda de la población y en mi punto de vista lo más importante, que se extraiga este recurso de una manera moderada y racionalizada para evitar la escasez de éste en un futuro.

Tabla 0.1 DEMANDA DE VIVIENDA 1996-2000			
ENTIDAD FEDERATIVA	VIVIENDA NUEVA	MEJORAMIENTO DE VIVIENDA	TOTAL
REPUBLICA MEXICANA	1,825,737	1,852,836	3,678,573
AGUASCALIENTES	20,583	14,615	35,198
BAJA CALIFORNIA	107,283	41,672	148,955
BAJA CALIFORNIA SUR	15,414	7,984	23,398
CAMPECHE	18,536	13,152	31,688
COAHUILA	39,604	49,641	89,245
COLIMA	8,746	10,243	18,989
CHIAPAS	85,438	69,402	154,840
CHIHUAHUA	76,803	62,674	139,477
DE TRITO FEDERAL	96,168	196,291	292,459
DURANGO	6,993	36,475	43,468
GUANAJUATO	60,930	78,609	139,539
GUERRERO	24,069	67,245	91,314
HIDALGO	32,445	42,114	74,559
JALISCO	121,816	110,092	231,908
MEXICO	871,896	705,724	1,577,620
MICHOACAN	23,206	93,646	116,852
MORELOS	32,668	26,883	59,551
NAYARIT	9,207	20,153	29,360
NUEVO LEON	75,477	66,450	141,927
OAXACA	44,294	69,888	114,182
PUEBLA	92,459	88,668	181,127
QUERETARO	30,972	21,137	52,109
QUINTANA ROO	43,657	11,240	54,897
SAN LUIS POTOSI	32,332	44,880	77,212
SINALOA	31,080	48,437	79,517
SONORA	46,454	41,714	88,168
TABASCO	36,475	31,348	67,823
TAMAULIPAS	58,276	55,972	114,248
TLAXCALA	20,618	15,483	36,101
VERACRUZ	128,155	146,752	274,907
YUCATAN	28,506	29,879	58,385
ZACATECAS	5,165	32,306	37,471

CAPITULO I.
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La empresa Consorcio de Ingeniería Integral, S.A. de C.V., tiene proyectado realizar la construcción del Conjunto Urbano "Parque de las Américas", en un predio de aproximadamente 341 hectáreas, localizado en Avenida Carlos Hank González (Avenida Central) esquina con Avenida 1° de Mayo en el municipio de Ecatepec de Morelos, Estado de México.

El Conjunto Urbano contará a su vez, con una zona habitacional para vivienda de interés social y una zona de usos mixtos. En la zona habitacional, se construirán aproximadamente 13,000 viviendas, comercio de primer contacto, equipamiento urbano que se ubicará en áreas de donación, y una estructura vial que permitirá el acceso a los usos ya mencionados a través de vialidades primarias, secundarias y locales.

El predio seleccionado para la construcción del Conjunto Urbano, fue utilizado anteriormente para la realización de actividades industriales, de lo que fue la empresa Sosa Texcoco S. A. de C. V. Estas actividades consistían en la producción de Carbonato de Sodio Anhidro (soda ash) y Sosa Cáustica líquida a partir de la extracción del carbonato de sodio, proveniente de la salmuera que se obtenía en los terrenos alcalinos del vaso del antiguo Lago de Texcoco.

Es importante mencionar que en una superficie de aproximadamente 11 hectáreas del predio, se encuentran ubicadas, maquinaria e instalaciones y construcciones fabriles de lo que fue la Planta Industrial de la empresa Sosa Texcoco. Durante la operación de la Planta Industrial, se generaron residuos provenientes de los diferentes procesos de producción, los cuales fueron acumulándose hasta formar dos montículos, los cuales se encuentran presentes en el predio.

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados a los residuos acumulados, éstos se componen principalmente de carbonato de calcio, hidróxido de calcio, carbonato de sodio, carbonato de magnesio, sulfatos, cloruros, entre otros, los cuales de acuerdo a la normatividad vigente, no son considerados como residuos peligrosos.

Con la finalidad de mejorar la calidad visual del predio seleccionado para la realización del presente proyecto, así como la calidad del aire en la zona, se tiene previsto implementar una serie de acciones enfocadas a dar solución a los residuos acumulados en los montículos presentes en el predio.

Estas acciones comprenderán en una primera fase que el montículo con mayor contenido de residuos, sea utilizado como área verde, para lo cual se tiene previsto dotarlo de pasto salado en toda su superficie.

Una vez iniciadas las actividades de construcción del Conjunto Urbano, se tiene contemplado además de lo anterior, iniciar con la remoción de los residuos en un periodo de 4 años aproximadamente, para ello, aproximadamente el 25 %, se utilizará para mejoramiento del predio, en plataformas de cimentación y subbases de vialidades, mientras que el 75 % restante, será dispuesto en una mina autorizada por la autoridad competente.

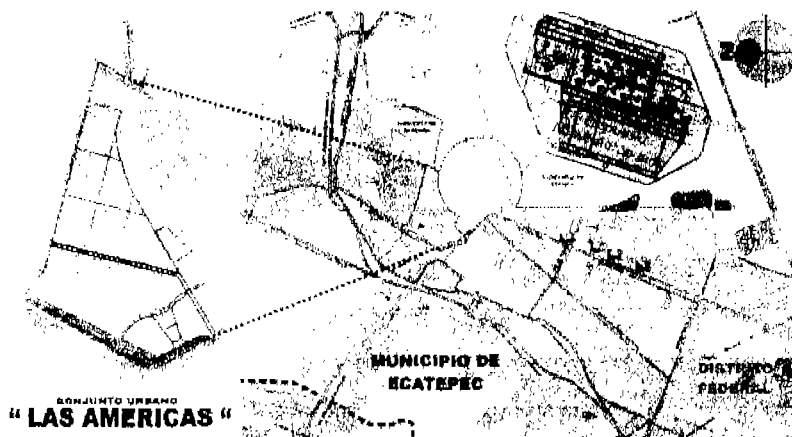
I.1 LOCALIZACIÓN.

El municipio de Ecatepec de Morelos, se localiza en la porción central de la República mexicana, entre las coordenadas de los paralelos 19° 29' 02" y 19° 39' 30" de Latitud Norte y los meridianos 98° 58' 30" y 99° 07' 06" de Longitud Oeste. Tiene una extensión territorial de 186,813 km² y se encuentra a una altura media de 2,250 metros sobre el nivel del mar.

El predio para la construcción del desarrollo habitacional "Las Américas", se localiza en el oriente del municipio de Ecatepec en el Estado de México. Colinda al norte con la colonia Jardines de Morelos sección lagos, fuentes y bosques; al poniente con la 5ª sección de Jardines de Morelos; al sur y oriente con el depósito

de evaporación solar "El Caracol" en los límites de lo que corresponde al Lago de Texcoco. Existen dos vías principales que comunican esta zona con el Distrito Federal hacia el sur poniente es la Avenida Central o Carlos Hank González y al Poniente Vía Morelos; hacia el Norte se comunica con el municipio de Texcoco y Coacalco mediante la carretera libre.

FIGURA I.1 Plano Localización



I.2 SITUACION LEGAL DEL PREDIO.

El predio seleccionado para la instalación del proyecto es propiedad de la empresa "Consortio de Ingeniería Integral, S.A. de C.V." la cual celebró un contrato de compraventa con la empresa Sosa Texcoco, S.A. de C.V., en quiebra.

Es importante mencionar que el predio está conformado por 134 lotes fusionados del terreno denominado "El Salado".

En la Tabla I.1 se describen los usos de suelo y actividades que se desarrollan en las colindancias del predio.

De fecha 10 de enero del 2000, la empresa Consortio de Ingeniería Integral, S.A. de C.V., presentó una solicitud ante el H. Ayuntamiento Constitucional de Ecatepec de Morelos, para obtener la opinión favorable y aprobación del proyecto de zonificación primaria y uso de suelo, acotándose en el Plan del Centro Estratégico de Población de Ecatepec, referente al predio denominado "El Salado".

En respuesta a la solicitud presentada por la empresa, mediante el Acta No. 7, emitida por dicho Ayuntamiento, de fecha 15 de febrero del 2000, quedó asentada la opinión favorable y aprobación de zonificación primaria para el predio seleccionado, para la construcción de un polo de desarrollo urbano.

Tabla 1.1 Colindancias

COLINDANCIAS	USO DE SUELO	ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN
Norte y noreste	Habitacional	Se localiza la unidad habitacional "Jardines de Morelos"
Suresto	Industrial y no determinada	Se localizan: <ul style="list-style-type: none"> • La fabrica de aprovechamiento industrial de alga espirulina • El predio de la Comisión Nacional de Agua • La Avenida Central • El Caracol (depósito de evaporación solar)
Este	Habitacional y comercial	Se localiza el municipio de Chiconautla
Suroeste	Vialidad municipal	Se localiza la Avenida Central y el Gran Canal
Noroeste	Habitacional	Se localiza el fraccionamiento "Jardines de Morelos", 5ª sección

I.3 AGUA Y DRENAJE.

De fecha 10 de enero del 2000, la empresa Consorcio de Ingeniería Integral, S.A. de C.V. presentó ante el Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ecatepec (SAPASE), un oficio de solicitud de factibilidad de los servicios de Agua Potable y Drenaje para el predio denominado "Sosa-Textcoco", y en el cual se pretende llevar a cabo el desarrollo del Conjunto Urbano.

En respuesta a la solicitud presentada por la empresa, mediante el Oficio No. DG/OF-0003/2000, de fecha 12 de enero del 2000, emitido por SAPASE, se comunica lo siguiente.

Agua Potable: Se deberá llevar a cabo la perforación de pozos profundos, para cubrir la demanda del desarrollo. Se deberá contar además con los derechos de concesión y volúmenes autorizados por la Comisión Nacional del Agua.

Es importante mencionar que en el contrato de compraventa del predio, que celebraron la empresa Sosa Textcoco, S.A. de C.V., en quiebra, y Consorcio de Ingeniería Integral S.A. de C.V., en la cláusula décima, inciso b, se expresa que se incluye dentro de la compraventa, todos los derechos que tiene la sociedad vendedora, sobre los pozos debidamente autorizados por la Comisión Nacional del Agua o la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Asimismo en dicho contrato la empresa Sosa Textcoco, S. A. de C.V., en quiebra, declara que es titular del Título de Concesión No. 5MEX102334126FMGR96, de fecha 5 de junio de 1996, expedido por el Poder Ejecutivo Federal, por medio del Gerente de Aguas del Valle de México, de la Comisión Nacional del Agua para explotar, usar o aprovechar aguas nacionales superficiales por un volumen de 5.5 millones de metros cúbicos anuales que se señalan en el título a través de 5 pozos.

De igual forma el Título de Concesión para los pozos a explotar, quedó inscrito en el registro público de derechos del agua, con el No. de registro, MEX100801, en folio 1 de concesiones y asignaciones, libro 1, foja 51, el 4 de julio de 1996, a las 13:20 hrs.

Aguas Negras: Generadas en el Desarrollo, se dispondrán en una macroplanta de tratamiento de la comisión Nacional del Agua, y el effluente se descargará en el gran canal.

Alcantarillado Pluvial: La red de drenaje pluvial deberá ser independiente del drenaje sanitario y se regularizará por medio de tanques de tormenta, y así descargar caudales menores en el Gran Canal.

1.4 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.

Debido a la gran cercanía del predio con la zona del lago de Texcoco, este conserva muchas características climáticas, geológicas, hidrológicas, etc. Es por eso que se tomará como referencia una descripción de la problemática que presenta esta zona para llevar a cabo proyectos de esta naturaleza y evaluar la factibilidad técnica y dar la mejor solución posible.

El lago de Texcoco forma parte fundamental del sistema y funcionamiento hidrológico de la Cuenca del Valle de México, que es una unidad hidrológica cerrada, actualmente drenada de forma artificial, que se ubica al centro del eje volcánico o falla de Humboldt. Su sistema lacustre estaba formado por cinco lagos someros, de los cuales, el 50% del área total pertenecía al Lago de Texcoco, ubicado en la parte más baja de la Cuenca.

El lago de Texcoco ha sido desde siempre el cuerpo de agua más importante del Valle de México, al desecarse, dio lugar a una serie de problemas ambientales. La situación actual de los problemas hidrológicos y ecológicos del Valle de México son el resultado de la dramática destrucción de los ecosistemas y sus recursos naturales. Se destacan por su gran importancia los hundimientos y movimientos del subsuelo que afectan a todas las construcciones de la zona urbanizada; los cuales han sido causados por la sobreexplotación de los acuíferos del Valle que de acuerdo con los cálculos aproximados equivalen a más de 110% de la recarga natural; agregándose a esto el manejo inadecuado de los recursos hidráulicos de la cuenca, ya que se expulsan fuera de ella casi todas las aguas de lluvia y de desecho que se producen en el Valle; en cambio para cubrir las propias necesidades de abastecimiento de agua se tiene que importar agua de otras cuencas.

Esta posición originaba que sus aguas fueran de una gran salinidad, ya que era el recipiente natural de los sedimentos que bajaban de la parte más alta de la Cuenca que, a falta de una desembocadura, convertían al lago en un verdadero mar interno.

La cuenca del Lago de Texcoco abarca dos de las zonas hidrológicas del Valle de México, la zona VI, denominada "Teotihuacan", cuya área es de 930 km² y la VII, denominada "Texcoco", con una extensión de 1,146 km², lo que significa una superficie total de 2,076 km² incluyendo las 10,000 hectáreas de la Zona Federal.

El lecho lacustre del Lago de Texcoco ocupa una superficie de 2,076 Km² y abarca los municipios de Texcoco y Nezahualcóyotl del Estado de México y las delegaciones políticas de Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero del Distrito Federal.

En el Lago descargan las aguas de los ríos Churubusco, Piedad y San Francisco que llegan del Distrito Federal; y los ríos San Juan Teotihuacan, Papalotla, Xalapango, Coxacoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec por la parte de la subcuenca oriental.

Del total de la superficie que comprende el lecho del lago, 10 mil hectáreas están destinadas a la zona federal de rescate hidroecológico, el resto ha sido ocupado por la mancha urbana de la zona conurbada de la Ciudad de México.

La temperatura máxima alcanza de 30 a 32 °C entre abril y junio. Al comenzar la estación de lluvias, la insolación disminuye, los días son más frescos y se mantienen temperaturas máximas entre 26 y 29°C de julio a octubre; mientras que en la estación fría, la temperatura máxima varía de 26 a 28°C.

Tomando en cuenta las altas temperaturas que se manifiestan y la frecuencia y duración de los vientos que favorecen a la evaporación, ésta ha alcanzado valores anuales hasta de 2,453.8 mm, con una media de 1,743 mm. Las temperaturas mínimas extremas tuvieron un promedio de 18°C: No obstante que se registran temperaturas bajas, éstas son esporádicas, lo cual permite que durante los meses invernales se encuentren en los lagos aves migratorias que vienen del Norte.

En la segunda mitad de la época de secas; enormes cortinas de polvo se levantan en el área de Texcoco y viajan a la zona urbana de la Ciudad de México con velocidades del viento de 7 m/s, las partículas se elevan y viajan distancias considerables a cierta altura antes de volver a depositarse. Los vientos más frecuentes se dan de las 12 a las 16 horas y soplan del nordeste, aunque en marzo y abril se presentan los vientos del suroeste y sureste y durante la época de lluvias en el lago, por lo regular soplan del noreste.

La precipitación media de 1981 a 1990 de las zonas hidrológicas VI y VII fueron de 610 mm/año y 810 mm/año respectivamente.

Según el Dr. Nabor Carrillo, el Lago de Texcoco era el paraíso de los especialistas en mecánica de suelos, ya que los suelos del ex lago son casi únicos en el mundo por sus características fisicoquímicas, gran compresibilidad, alto contenido de agua, plasticidad, baja resistencia al esfuerzo cortante, impermeabilidad y la alta salinidad-sodicidad que se presenta en una gran extensión y hasta profundidades mayores a los 180 m, con aguas cuyo nivel de salinidad es doble que la del agua de mar. Esto hace que al construir en esta zona, se deba tener un cuidado especial.

El Lago de Texcoco ha sido escenario, causa y efecto del desequilibrio ambiental en la región. Tomando en cuenta que fue el mayor cuerpo de agua de la Cuenca, su desecación originó tales tensiones ambientales que exacerbaban muchos de los problemas que vivían en el Valle de México producto de la dinámica social propia de la megalópolis capitalina.

Al respecto se tiene que el crecimiento urbano ha llevado consigo a la destrucción masiva de la vegetación y la expansión de la mancha de la carpeta de asfalto y de concreto que impide la filtración hacia el subsuelo y hace que los escurrimientos de las corrientes sean torrenciales y los picos de sus avenidas pronunciados, es por ello que a su paso arrastran suelo, basura y azolve lo que provoca desbordamientos e inundaciones.

Junto a la falta de filtración de los suelos existen factores determinantes que han influido en el rápido abatimiento de los niveles fráticos del subsuelo: la sobre explotación de 500 pozos profundos, la expulsión de los excedentes de agua y la fuerte evaporación que se produce en el área.

Esta situación origina hundimientos en la zona de relleno ocupada por los lagos que se desecaron, generando el asentamiento total de la ciudad. Actualmente en la Ciudad de México se observa una diferencia de hasta tres metros por debajo del nivel del Lago de Texcoco, mismo que en otra época ocupó la parte más baja del Valle. Los efectos son visibles en la estructura urbana de la Ciudad y constituye un peligro inminente dado el carácter tectónico de la zona geográfica.

La población se ha extendido hacia las montañas circunvecinas provocando una devastación intensiva y extensiva de bosques, montes y áreas agrícolas. Al mismo tiempo se registran fallas sobre la explotación agropecuaria en las zonas de influencia del ex lago donde inciden cambios de uso de suelo, mala aplicación de

técnicas agropecuarias como lo son el sobre pastoreo, prácticas de "roza, tumba y quema", así como incendios y plagas.

La suma de estos sucesos llevó a la alteración del sistema hidrológico y nuevamente se presenta el fenómeno de ríos cada vez más torrenciales, turbulentos y erosivos que a su paso deslavan los suelos, forman cárcavas y barrancas cada vez más profundas y cuya última consecuencia es la desertificación de los terrenos.

Al mismo tiempo quedaron desprotegidas un sin número de especies de la flora silvestre y fauna local y migratoria, propias de este ecosistema, muchas de ellas estuvieron en grave peligro de extinción.

Existen regiones donde el agua subterránea no cumple las Normas de la Secretaría de Salud para agua potable debido a la sobreexplotación y al tipo de acuíferos, uno de los indicadores al respecto es la presencia de boro, característico de las aguas magmáticas, las cuales ocupan un volumen pequeño en comparación con las aguas meteóricas y se alojan en acuíferos profundos. Otro indicio de la sobreexplotación del acuífero es el alto contenido de sales en el agua extraída, fenómeno propio de las aguas fósiles, que debido al largo tiempo que llevan infiltradas al subsuelo, han reaccionado con elementos alcalinotérreos y alcalinos.

1.5 DISTRIBUCIÓN URBANA.

Como ya se había comentado, para satisfacer las necesidades del hombre, hoy en día se requiere de una serie de servicios, que además de los básicos (agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado, estructura vial, etc.), se pretenden como parte integral de la vida familiar contemporánea: mercados, comercios, restaurantes, centros comerciales, lugares de recreación y esparcimiento, además de centros multimodales de transporte y otros servicios. En la medida que estos se ubiquen lo más cercano posible a las zonas habitacionales, se reducen los tiempos de traslado de un lugar a otro, de esta manera se reducen costos, se ahorra tiempo, hay un menor uso del vehículo y con esto se disminuye la contaminación, se reducen también los problemas de tránsito, y en general, la cercanía de estos servicios colaboran con armonía del individuo como tal y ante la sociedad.

Es importante también, la creación de fuentes de empleo en la cercanía de los Desarrollos Urbanos, ya que en la medida que esto se promueva, se evitaría que parte de esta población tenga que recorrer grandes distancias en busca de trabajo, además que la creación de industria activaría de manera importante la economía en esa región.

Por todo lo anterior, la distribución urbana del Desarrollo Habitacional en cuestión contempla todo lo planteado anteriormente y se sugiere una distribución de la siguiente manera:

USO DE SUELO	SUPERFICIE (Ha)	%
Comercio y servicios	52	15.25
Industria Ligera	87	25.51
Habitacional	189	55.43
Terminal Multimodal	3	0.88
Área de Restricción	10	2.93
TOTAL	341	100.00

Zona de comercio y servicio.

El área comercial propuesta para el desarrollo urbano, esta considerada en tres grandes áreas: centros comerciales, unicentros y minicentros. Debido a la magnitud del proyecto y al gran número de familias que

habrá que satisfacer en sus necesidades, se ha pensado en una alternativa atractiva desde el punto de vista de inversión ya que el mercado potencial resultaría ser muy grande y cómoda para el consumidor ya que para encontrar los productos que requiere tendrá que desplazarse lo menos posible.

Los centros comerciales están planeados para albergar, en una superficie relativamente grande, tiendas ancla de mayor amplitud como tiendas de autoservicio, tiendas departamentales y tiendas de artículos para el hogar; por otro lado ocupando áreas de menor dimensión: restaurantes, bancos, cines, grandes áreas de estacionamiento y diversos locales comerciales; todo esto a manera de conjuntar en un solo lugar todo lo necesario para el desarrollo de la vida familiar en el interior del área planeada y áreas circunvecinas. Dentro del desarrollo urbano se contarán con un centro comercial

Los Unicentros son pequeñas plazas comerciales en las que los locales tienen una superficie rentable de 30 a 60 m², los cuales son ocupados por empresas ya consolidadas y que brindan productos y servicios básicos. Estas pequeñas plazas estarán distribuidas estratégicamente a lo largo y ancho del desarrollo urbano.

Finalmente los Minicentros, que son pequeñas áreas comerciales fáciles de construir y también de comercializar debido a su pequeño tamaño. Los áreas con las que cuentan estos locales son de 18 a 25 m², lo cual permite que empresas que no tienen necesidad de grandes áreas se asienten en ellas. Dentro del desarrollo se ubicarán 35 minicentros, con la finalidad de evitar en lo posible la proliferación del comercio informal.

Figura 1.2 Centros Comerciales



Para la zona industrial se tienen dispuestos 961, 975.637 m², en donde se dispondrá de una estructura vial adecuada para el movimiento de transporte pesado, además de las instalaciones y servicios necesarios para el asentamiento de industria ligera. Con la creación de una zona industrial se pretende activar la economía de la región, mediante la creación de nuevas fuentes de trabajo, mejores condiciones de inversión para los empresarios y mayores ingresos para el municipio a través de los impuestos.

Tipo de vivienda.

El proyecto consistirá en la construcción de 13,000 viviendas de interés social, tomando en cuenta prototipos que se describirán detalladamente en el Capítulo III para casas de tipo duplex y unifamiliar.

I.6 BENEFICIOS.

Además de la población beneficiada en la región con la construcción de 13000 viviendas, el desarrollo urbano "las Américas" traerá consigo múltiples beneficios como son:

- i) Inversión directa al Municipio de Ecatepec y el gobierno del Estado de México en materia de ingresos

Figura 1.3 Parque Industrial



CONCEPTO DE INGRESO	CANTIDAD (millones de pesos)
1. Impuesto por autorización del conjunto urbano	20.37
2. Establecimiento del sistema de agua potable y sistema de alcantarillado	30.21
3. Impuesto predial individual.	1.55
4. Licencia de construcción	23.74
5. Terminación de obras	3.40
6. Certificados de no adeudos predial, aportación de mejoras y claves catastrales	4.88
7. Supervisión de obras de urbanización	10.00
INGRESO TOTAL AL MUNICIPIO Y AL GOBIERNO DEL ESTADO	94.13

ii) Beneficios en materia de generación de empleos.

EMPLEOS TEMPORALES		EMPLEOS PERMANENTES	
HABITACIONAL (directos e indirectos) 6.5 empleos X 13,000 viviendas	84,500		
INDUSTRIA 1 empleo X c/162.2 m ² de construcción (300,720 m ²)	1,854	INDUSTRIA 2 empleos X c/96.781 m ² de construcción (300,720 m ²)	6,215
COMERCIO 2 empleos X c/50 m ² de construcción (300,720 m ²)	4,223	COMERCIO 2 empleos X c/50 m ² de construcción (300,720 m ²)	2,533
TOTAL EMPLEOS TEMPORALES	90,576	TOTAL EMPLEOS PERMANENTES	8,748

- iii) Dotación de infraestructura y servicios básicos.
- iv) Dotación de obra y equipamiento urbano (escuelas, áreas deportivas culturales y sociales, unidad médica, etc.).
- v) Forestación en el límite de la zona del caracol y en el conjunto urbano.
- vi) Control de asentamientos irregulares y crecimiento desordenado.
- vii) 65,000 habitantes beneficiados a través de la vivienda.
- viii) La mezcla de usos (habitacional, comercial e industrial) en un sólo Desarrollo, propicia menores desplazamientos de los habitantes.

Como se puede ver, la creación de un desarrollo urbano de las características ya comentadas, satisface completamente las necesidades desde un punto de vista social, pero además de esto, existe otro tipo de problemática; para llevar a cabo una obra de tal magnitud es importante analizar el conjunto desde el punto de vista técnico; en primer lugar la ingeniería básica para después plantear soluciones a los procesos constructivos y dar la mejor solución desde el punto de vista técnico.

CAPÍTULO II
INGENIERÍA BÁSICA

Para concebir un proyecto de esta magnitud, es necesario definir las 4 etapas por las que se debe pasar para satisfacer una necesidad social, en este caso la vivienda:

- a) *Planeación.* En esta etapa se tiene por objeto escoger la solución óptima atendiendo a la necesidad que se tiene que resolver.
- b) *Diseño.* Se define claramente la solución final mediante planos, estudios técnicos, memorias descriptivas, procedimientos constructivos, etc.
- c) *Construcción.* Se llevan a cabo los procesos físicamente, es decir, se obtiene como resultado en esta etapa la obra lista para operar y darle mantenimiento periódico.
- d) *Operación y Mantenimiento.* El objetivo de esta fase es el de cumplir cotidianamente con el satisfactor propuesto y para el cual fue creado el proyecto.

En la etapa en la que nos encontramos nosotros para cumplir con el objetivo de esta tesis, es la de planeación y diseño; así que mediante la "Ingeniería Básica", o estudios previos se le irá dando forma a lo que es el proyecto de urbanización y con sus respectivas redes. En este Capítulo se describirá la manera como se realizaron los diferentes estudios previos, que son primordiales en la toma de decisiones para la correcta elaboración del proyecto definitivo.

II.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento Topográfico tiene como finalidad describir y delinear la superficie del terreno en cuestión. Esto se realiza mediante técnicas especializadas de medición, ya que de la exactitud y precisión de las mediciones obtenidas, depende la confiabilidad del proyecto resultante, y así la correcta ejecución de los trabajos de construcción.

El predio "Las Américas", se localiza en las siguientes coordenadas:

Latitud (ϕ) = 29° 35' 01" N

Longitud (λ) = 99° 00' 53" W

El método empleado para el Levantamiento Topográfico comprende lo siguiente:

1. Trazo de Poligonal Física.

Primeramente se realizó una poligonal de apoyo, cuyo objetivo principal fue el de establecer un marco de puntos fijos permanentes y accesibles dentro del predio, y referenciar estos en un único sistema de coordenadas, para lo cual las tareas llevadas a cabo fueron:

- a) Diseño de la poligonal cerrada, bajo la premisa de ubicar los vértices ó puntos, en zona de fácil acceso con el fin de facilitar las futuras tareas.
- b) Monumentación de los vértices, mediante mojones de concreto y rotulación del número de vértice asignado para su fácil identificación.
- c) Medición, cálculo y ajuste final de la poligonal de apoyo, utilizando equipo y software de última generación. Las mediciones fueron realizadas en el Sistema UTM, datum WGS84.

Definida y compensada la poligonal de apoyo, se dio inicio al levantamiento de la planimetría de la poligonal general, así como toda la infraestructura existente, dentro y fuera del predio, utilizando el método de radiaciones, el cual consiste en estacionar el aparato en un punto cuyas coordenadas sean

conocidas (poligonal de apoyo) y situar un prisma en el punto que deseamos determinar. A continuación se hace puntería sobre el prisma, enfocándolo adecuadamente. La estación lanzará una radiación, generalmente infrarroja, que será reflejada por el prisma y devuelta hacia la fuente emisora, registrando ésta el intervalo de tiempo transcurrido, a partir del cual será capaz de determinar la distancia y con ello la posición del punto en el sistema de coordenadas establecido, con apoyo de una Estación Total SET500 Marca Sokkia, de precisión Angular de 5", precisión de Distancia (de 2 parte por millón por la distancia medida).

Efectuado el levantamiento planimétrico, la información de campo se procesa en el software Autocad Land Development Desktop, cuyo producto final fue el plano topográfico planimétrico de la poligonal física, en el que se presentan los vértices que conforman el Polígono y la infraestructura existente dentro y fuera del predio.

2. Poligonal de Escrituras.

Esta poligonal resultó, de la fusión de un total de 174 lotes que se fueron ubicando de acuerdo a las escrituras que la conformaron, ya que estas describen tanto la longitud de los lados, como el nombre de los colindantes, de manera tal que cada lote se ubica de acuerdo con en la escritura, y su correspondiente colindante, generando con esto un mosaico el cual se dibujo en Autocad. El producto de este proceso fue un Plano de Escrituras.

3. Poligonal de Proyecto.

En este punto se analizaron las diferencias entre el Polígono Físico y el Polígono de Escrituras de forma tal que la construcción del polígono de Proyecto será el polígono de escrituras ajustado al polígono físico y descontando las restricciones por infraestructura que se hallaron como son: Línea de ductos de PEMEX, Canales por parte de CNA, restricciones por derecho de vía (ferrocarriles), y la restricción federal por parte de la CNA respecto a la curva 7.10., respecto al nivel del vaso de regulación del Valle de México.

4. Levantamiento Altimétrico

Tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre puntos del terreno, lo anterior se logra mediante la radiación de puntos aislados los cuales por medio de poligonales auxiliares se ligaron a la poligonal de apoyo. En este punto se ubicaron todos los rasgos que definen los desniveles existentes en el predio, así como el nivel de las vialidades existentes dentro y fuera del mismo. Se define con esta información el Modelo Digital de Terreno con el que se generarán las curvas de nivel, dichas elevaciones están referidas al nivel medio del mar.

5. Levantamiento de Detalles.

Estos levantamientos se realizaron mediante la radiación de los rasgos que requieren un mayor cuidado al momento de realizar el levantamiento, ya sea por lo complejo de estos o bien por la cantidad de rasgos que definan un elemento, además se determinaron las elevaciones de estos mismo rasgos. Los levantamientos que se realizaron bajo este concepto fueron: la ubicación de las construcciones y equipamiento industrial existente, la intersección de la Av. Central y la Av. 1ro. de Mayo, así como también la línea de ductos de PEMEX entre otros; lo anterior a fin de establecer el derecho de vía de estos.

II.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua. Atendiendo a esto, un estudio hidrológico es de vital importancia si se requiere confiabilidad en el diseño de cualquier instalación pluvial y de tal manera garantizar el correcto funcionamiento de cualquier sistema de estas características, ya que la función de un sistema de alcantarillado para aguas pluviales es la remoción del agua de lluvia que se capta en calles y áreas verdes para prevenir daños e inundaciones.

Para el diseño del drenaje pluvial del desarrollo habitacional en cuestión, se tiene la problemática de elegir la tormenta adecuada para poder realizar el proyecto del sistema de drenaje pluvial, ya que no es común proyectar para la tormenta más severa, considerándose más económico el aceptar los daños y molestias que resulten de vez en cuando.

Los datos históricos de lluvias en una cierta región son registrados en las estaciones climatológicas; para el caso de la República Mexicana, estas estaciones son manejadas y administradas por la Comisión Nacional del Agua. Para conocer la cantidad de agua de lluvia se utilizan los pluviómetros o los pluviógrafos.

El pluviómetro en su forma usual consiste en un recipiente cilíndrico de lámina de aproximadamente 20 cm. de diámetro y 60 cm. de alto. La tapa del cilindro es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta de sección 10 veces menor que la de la tapa. Esto permite medir la altura de lluvia en la probeta con una aproximación hasta décimos de milímetro, ya que cada centímetro medido en la probeta corresponde a un milímetro de altura de lluvia; para medirla se saca la probeta y se introduce una regla graduada, con la cual se toma la lectura; generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas por lo cual sus datos no se pueden relacionar con la duración de cierta tormenta.

Por medio de un pluviógrafo se lleva un registro de altura de lluvia contra tiempo. Los más comunes son de forma cilíndrica, y el embudo receptor está ligado a un sistema de flotadores, que originan el movimiento de una aguja sobre un papel registrador montado en un sistema de reloj. Como el papel registrador tiene un cierto rango en cuanto a la altura de registro, una vez que la aguja llega al borde superior automáticamente se desliza al borde inferior y sigue registrando. La gráfica trazada por un pluviógrafo se llama pluviograma.

Teniendo los datos estadísticos de la, o las estaciones más cercanas al predio, se procede a calcular la curva intensidad-duración-período de retorno ($i-d-T$), que posteriormente nos servirá para diseñar el sistema de drenaje pluvial.

11.2.1 Cálculo de la curva $i-d-T$.

La intensidad de lluvia (i), se define como la cantidad de lluvia promedio entre su duración, se mide al dividir la altura de lluvia precipitada entre el tiempo de duración de la tormenta. Por lo anterior, para medir la intensidad de lluvia, es necesario contar con un pluviógrafo, sin embargo, la mayoría de las estaciones con las que cuenta la C. N. A. no cuentan con este aparato y en su caso, sólo cuentan con pluviómetros. Es el caso de la estación climatológica más cercana al sitio en estudio: "Estación Bombas", localizada en el Km. 2+120 del gran canal de desagüe, al noroccidente de la ciudad de México.

No obstante, en esta zona se cuenta con otros dos observatorios que sí cuentan con pluviógrafos como son: "Estación Chiconautla I" y "Estación Tepexpan", operadas por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y por la Comisión Nacional del Agua respectivamente, dependencias gubernamentales que integran una red de estaciones climatológicas que cuentan con pluviógrafos.

La información detallada de las lluvias máximas registradas en los observatorios en cuestión, permitió determinar mediante el desarrollo del método de Gumbel (análisis de correlación múltiple), la fórmula intensidad-duración-periodo de retorno para cada una de ellas.

$$i = k T^m / d^n \dots\dots\dots (II.1)$$

donde k, m, y n son constantes que se calculan de la siguiente manera:

$$\log i = \log k + m \log T - n \log d$$

o bien:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

donde:

$$y = \log i ; a_0 = \log k ; a_1 = m ; x_1 = \log T ; a_2 = -n ; x_2 = \log d$$

Al hacer un ajuste de correlación lineal múltiple de una serie de tres tipos de datos, se obtiene un sistema de ecuaciones como el siguiente:

$$\begin{aligned} \Sigma &= N a_0 & + a_1 \Sigma x_1 & + a_2 \Sigma x_2 \\ \Sigma(x_1, y) &= a_0 \Sigma x_1 & + a_1 \Sigma (x_1)^2 & + a_2 \Sigma (x_1 x_2) \dots\dots\dots (II.2) \\ \Sigma(x_2, y) &= a_0 \Sigma x_2 & + a_1 \Sigma (x_1 x_2) & + a_2 \Sigma (x_2)^2 \end{aligned}$$

Las tablas y figuras que describen el cálculo de las curvas i - d - t se encuentran en el apéndice 1 y se describe su contenido de la siguiente manera:

Los registros del pluviógrafo de las estaciones Chiconautla I y Tepexpan se muestran en las tablas II.2.1 y II.2.5 .

En las tablas II.2.2 y II.2.6 se ordenan las intensidades de lluvia de mayor a menor y se les asigna a cada una un número de orden (m).

Finalmente se calculan los parámetros de las curvas i-d-T para cada observatorio en cuestión (tablas II.2.3 y II.2.7), calculando para cada una su respectiva función.

Sustituyendo los resultados de la tabla II.2.3 en el sistema de ecuaciones II.2, para el observatorio "Chiconautla I", tenemos que:

$$\begin{array}{rclcl} 152.00 a_0 + & 61.076 a_1 + & 212.11 a_2 = & 235.31 \\ 61.08 a_0 + & 42.25 a_1 + & 85.23 a_2 = & 102.62 \\ 212.11 a_0 + & 85.23 a_1 + & 322.32 a_2 = & 315.23 \end{array}$$

Resolviendo:

$$\begin{array}{rcl} a_0 = & 1.9717 & a_1 = 0.4781 & a_2 = -0.4460 \\ k = & 93.70 & m = 0.478 & n = 0.446 \end{array}$$

$$i = \frac{K \cdot Tr^m}{d^n}$$

$$i = \frac{93.70 \cdot Tr^{0.478}}{D^{0.446}}$$

De la misma manera para la estación "Tepexpan".

$$\begin{array}{rclcl} 248.00 a_0 + & 101.96 a_1 + & 346.08 a_2 = & 412.95 \\ 101.96 a_0 + & 74.87 a_1 + & 142.28 a_2 = & 180.38 \\ 346.08 a_0 + & 142.28 a_1 + & 525.89 a_2 = & 548.18 \end{array}$$

Resolviendo:

$$\begin{array}{rcl} a_0 = & 2.4448 & a_1 = 0.3220 & a_2 = -0.6536 \\ k = & 278.511 & m = 0.322 & n = 0.654 \end{array}$$

$$i = \frac{K \cdot Tr^m}{d^n}$$

$$i = \frac{278.511 \cdot Tr^{0.322}}{D^{0.654}}$$

Sustituyendo los diferentes valores de Tr y d (periodo de retorno y duración), obtenemos las tablas No. II.2.4 (Chiconautla I) y II.2.8 (Tepexpan), con sus correspondientes gráficas (Figuras No. II.1 y II.2), que nos permiten definir los datos que requerimos para determinar los caudales máximos, en el caso que nos ocupa.

CONCLUSIONES

La localización geográfica del predio motivo de estudio tiene lugar en las coordenadas 19° 35' 46.0" de latitud Norte y 99° 01' 08.7" de longitud Oeste, correspondientes a su esquina noreste. Su altitud media es de 2,235 metros.

El clima imperante en la zona de estudio es del tipo BS₁kw: semiseco templado con verano cálido y lluvias en verano, según la clasificación de Köeppen, modificada para las condiciones de México por Enriqueta García.

La precipitación media anual presenta registros inferiores a los 600 mm; los promedios de lluvia media anual de las estaciones consideradas son:

Km. 2+120 Bombas	561.2 mm
Km. 27+250	585.5 mm
Tepehpan	569.2 mm

La zona de pertenece a la subcuenca Lagos de Texcoco y Zumpango (p), dentro de la cuenca del río Moctezuma (D), que aporta su escurrimiento al río Panuco, colector principal de la región hidrológica No. 26, una de las más importantes de la vertiente Oriental o del Golfo de México.

En el predio no existen escurrimientos superficiales, sin embargo se caracteriza por la presencia de canales que pertenecieron a la planta de Sosa Texcoco que operó en la zona, que incluyen el gran depósito de evaporación solar, conocido como El Caracol, así como dos zonas de tanques de sedimentación hacia el noroeste y suroeste.

La estación hidrométrica Km. 27+250 que se localiza 7.5 Km. aguas abajo del Gran Canal del Desagüe permite conocer que este relevante dren ha tenido una notoria reducción de volúmenes de agua a partir de los años ochenta, debido al incremento en el reuso del agua residual, entre éste el tratamiento de agua por parte de la Comisión Federal de Electricidad, así como por la puesta en marcha del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

El predio se subdividió en seis subcuencas: dos correspondientes a zonas habitacionales (poniente y oriente), donación, comercial, industrial y restricción, para evaluar las características de cada una de ellas y determinar los caudales máximos que se pudiesen generar en cada una de ellas.

Para determinar la lluvia de máxima intensidad se contó con información de los observatorios de Chiconautla I y Tepehpan; utilizando los datos de la primera, se obtuvieron intensidades entre 20.87 y 58.25 mm/hr, en función de las duraciones de tormenta y el período de retorno considerado de 5 años.

RECOMENDACIONES

Como una posibilidad de descarga se tiene la opción, descartada hasta la fecha, de descargar en los terrenos El Caracol. Sin embargo el Proyecto Lago de Texcoco recomienda en su documento de 1998, que El Caracol sea considerado como una futura laguna con objeto de restaurar el carácter lacustre del ex lago de Texcoco.

Realizar la gestión ante la Comisión Nacional del Agua que permita la aceptación, o deschar en definitiva la anterior opción de descarga, ya que de ser factible representaría la alternativa mas rentable para el drenaje pluvial del predio.

Las descargas planteadas tendrán lugar en el Dren General del Valle-Canal de la Draga o en el Canal de Desfogue(Las Sales), de acuerdo a la nomenclatura del Proyecto Texcoco, que se ubican al suroeste del predio. Es importante evaluar el sitio de ésta para reducir en lo posible cruces con la vía férrea, ducto de CFE y corredor de PEMEX.

Debido a las condiciones topográficas del terreno es posible contemplar la posibilidad que el drenaje pluvial se maneje mediante canales abiertos que pudiesen descargar en los drenes mencionados.

La zona de donación correspondiente a los promontorios de material de deshecho, deberá drenarse mediante una canaleta perimetral que permita la conducción de los escurrimientos hacia los drenes o emisores proyectados.

FALLA DE ORIGEN

FALTA LA PÁGINA

24

2. **URBANIZACIÓN:** preliminares, terracerías, pavimentos, guarniciones y banquetas, drenaje sanitario y pluvial, agua potable, alumbrado público y electrificación.
3. **INFRAESTRUCTURA:** 5 pozos de agua potable, 3 cisternas para agua, potable, 3 tanques elevados, 4 cárcamos de bombeo sanitario, 4 cárcamos de bombeo pluvial.
4. **EQUIPAMIENTO URBANO:** jardines de niños, escuelas primarias, locales comerciales, plazas cívicas, jardines vecinales, zonas deportivas y unidades médicas

MAQUINARIA Y EQUIPO.

Para las actividades a realizar durante esta etapa del proyecto, se requerirá de trascabos, retroexcavadoras, camiones de volteo, pipas, motoconformadoras, aplanadoras, entre otros.

El equipo y maquinaria a utilizar durante esta etapa del proyecto será: una planta de concreto, 25 motoconformadoras, 10 aplanadoras, 10 vibrocompactador, 15 cargadores frontales, 10 trascabos, 25 camiones volteo, 15 retroexcavadoras, 15 camiones grúa, 15 bobcat, 10 camiones pipa, 1 camión perforador de pozos, 5 camionetas pick up, 5 camiones de 3.5 toneladas, 5 camiones trotón de 18 toneladas, 20 bailarinas o vibrocompactadores manuales, 25 camiones revoladora, 5 camiones para bombeo de concreto y 10 motobombas autoelevantes.

COMBUSTIBLES EMPLEADOS.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se requerirá de diesel para el funcionamiento del equipo y maquinaria a utilizar, así como para los camiones que transportarán los materiales de construcción.

Se estima un consumo de este combustible de aproximadamente 12,000 l/día. El cual será suministrado por proveedores autorizados de PEMEX, cada tres días. La forma de almacenamiento se llevará a cabo en un tanque de acero con capacidad de 25,000 litros. Este tanque estará colocado en un área adecuada, con acceso restringido.

REQUERIMIENTO DE AGUA.

Se estima que durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se requerirá de aproximadamente 4,000 m³/mes de agua tratada. El suministro se realizará mediante pipas autorizadas. El almacenamiento se llevará a cabo en tinas de lámina especialmente fabricadas para este propósito.

ENERGIA ELECTRICA.

Durante esta etapa del proyecto, se requerirá del uso de energía eléctrica para el área de oficinas provisionales y obra en general, así como para el funcionamiento de los diferentes equipos como: soldadoras eléctricas, vibradores eléctricos, etc.

El suministro estará dado por medio de una planta generadora de energía eléctrica y por una línea aérea cercana al predio, perteneciente a Luz y Fuerza del Centro (LFC). Este suministro será de carácter provisional contratándose el servicio.

VOLUMENES REQUERIDOS DE MATERIALES DE BANCO.

Para la preparación del sitio y como trabajos preliminares de obra, se requerirá llevar a cabo, la limpieza, trazo, nivelación y compactación del predio, para posteriormente efectuar el corte de tierras vegetales, las cuales se almacenarán temporalmente para su posterior disposición final.

El volumen requerido aproximado del material de relleno y compactación se presenta a continuación:

MATERIAL DE RELLENO	CANTIDAD (m ³)	PORCENTAJE (%)
Tezontle	612,000	30
Tepetate	714,000	35
Residuos de montículo	600,000	35
TOTAL	1,920,000	100

El tezontle y tepetate se obtendrán de los bancos autorizados de Totolcingo Chiconautla y Mina la Lupita respectivamente.

MATERIALES QUE SERAN UTILIZADOS EN LA ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION.

Los materiales a utilizar durante esta etapa del proyecto incluirá, tezontle, tepetate, arena, grava, cemento, concreto, entre otros.

En la tabla II.1 se desglosa la lista de materiales a requerir para esta etapa del proyecto.

Los materiales, tanto nacionales o de importación, según sea el caso, se obtendrán principalmente de proveedores de la región y de zonas cercanas.

Para su traslado, se utilizarán camionetas, camiones de volteo y trailers. Para el traslado de los materiales, en especial de aquellos casos donde se podría emitir partículas de polvo, se utilizarán lonas para cobertura.

VOLUMENES DE RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS GENERADOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las emisiones de contaminantes del aire no serán mayores ni menores que aquellas asociadas con proyectos de construcción de tamaño similar.

Asimismo se generarán partículas de polvo, provenientes del despalle, excavación y construcción, así como gases de combustión provenientes de los camiones que transportarán los materiales, y del equipo de construcción.

Se estima que las concentraciones de los contaminantes del aire no excederán los estándares de calidad del mismo.

Tabla II.1
Materiales que serán utilizados en la etapa de preparación del sitio

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Tezontle	m ³	40,000
Tepetate	m ³	1,800,000
Arena	m ³	110,400
Grava	m ³	115,500
Cemento gris	m ³	37,980,000
Cemento blanco	m ³	373,600
Cal	m ³	11,260,000
Yeso	m ³	355,000
Grano de mármol	m ³	35,000
Tabique	Pza	2,580,000
Varilla de alta resistencia	kg	29,140,000
Malla electro soldada	m ²	6,148,400
Concreto	m ³	163,600
Lambrines	m ²	300,000
Muebles para baño	Pza	13,000
Cocina	Tarjas	13,000
Pisos de loseta vinílica	m ²	1,200,000

AGUAS RESIDUALES.

Durante la etapa de preparación del sitio, se contarán en la obra con sanitarios portátiles (1 sanitario por cada 25 trabajadores), la Empresa que será contratada para suministrar este servicio, se encargará de recolectar periódicamente los residuos generados. Por lo cual no se generará ni realizarán descargas de aguas residuales.

RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se estima una generación total aproximada de 1'300,000 m³ de residuos sólidos de carácter municipal, incluyendo cascajo proveniente de las actividades de demolición de las oficinas provisionales y bodegas existentes en el predio.

Estos residuos serán almacenados temporalmente en el propio sitio de obra y serán enviados en forma periódica a un vertedero autorizado por las autoridades municipales.

Asimismo los residuos provenientes de los montículos presentes en el predio (75 %), serán dispuestos en una mina autorizada por la autoridad.

RESIDUOS PELIGROSOS.

Durante esta etapa del proyecto, no se generarán residuos peligrosos.

EMISIONES DE RUIDO.

La construcción del Conjunto Urbano, no involucra prácticas de construcción especiales o poco usuales a la de proyectos similares.

No se anticipan impactos en el medio ambiente o de la comunidad que rodea al predio donde se desarrollará el proyecto que no sean aquellos asociados con el funcionamiento de un terreno en condiciones de construcción normal.

ETAPA DE OPERACION.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y VOLUMEN.

Durante la etapa de operación del Conjunto Urbano, se requerirá de agua potable para baños, cocina, servicios generales y consumo humano, así como para la zona industrial y de comercio.

El Conjunto Urbano, contará con cisternas y tanques elevados que permitirán almacenar el volumen de agua adecuado para poder proporcionar servicio continuo de agua potable a toda la población.

Asimismo en el Conjunto Urbano se instalarán tuberías para la conducción de agua a presión de los pozos de extracción hacia las cisternas, en donde se almacenará el volumen de regularización adecuado para dar el servicio continuo hacia todos los usuarios.

Para dar la carga estática necesaria para la distribución de agua potable, se utilizarán los 3 tanques elevados, para que a partir de ellos, se abastezca a todos los usuarios a través de líneas primarias de distribución. Las tuberías a emplear serán de polietileno de alta densidad, tanto en las líneas de conducción, como en las de distribución primaria.

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Emisiones a la atmósfera.

Durante la etapa de operación del proyecto, se generarán emisiones a la atmósfera, emitidos por los vehículos automotores particulares, así como emisiones provenientes de las cocinas y calentadores de gas LP. Estas emisiones se consideran mínimas. Se estima que las concentraciones de estos contaminantes no excederán los estándares de calidad del aire.

Residuos sólidos no peligrosos.

Durante esta etapa del proyecto, se generarán residuos sólidos domésticos tales como, residuos de comida, papel, cartón, plástico, etc. Se contará en el Conjunto Urbano con contenedores apropiados por cada 60 viviendas para la disposición temporal de estos residuos. Estos contenedores estarán ubicados en un área delimitada y cerrada. Una vez que los contenedores se encuentren a su máxima capacidad serán enviados temporalmente hacia áreas de transferencia para su posterior recolección por medio del servicio de limpieza municipal. Se tiene considerado una generación aproximada de 80 toneladas por día de estos residuos.

GENERACION DE AGUAS RESIDUALES

Fuente emisora.

Durante la etapa de operación del Conjunto Urbano, se generarán aguas residuales domésticas provenientes de los baños y cocinas de las viviendas, y en menor proporción de las zonas industriales y de servicios con que contará el Conjunto Urbano. La descarga de esta agua se realizará por medio de una red secundaria de drenaje sanitario, la cual será independiente de la red de drenaje pluvial.

Volumen generado por unidad de tiempo.

Durante la etapa de operación del Conjunto Urbano, se estima una generación de aguas residuales de 150 l/hab/día. Esto es en función de que se ha considerado un coeficiente de retorno de aguas negras del 80 %.

Características y estimación del volumen de los elementos que se generaran.

Con base en algunos componentes presentes en las aguas residuales y considerando una acumulación de los mismos durante un período de 1 año, se tiene que los volúmenes de los elementos que se generaran se presentan en la tabla II.2

Cuerpo receptor.

La red primaria de drenaje sanitario estará integrada por tuberías con junta hermética de 20 cm de diámetro como mínimo, así como por pozos de visita localizados en los cambios de dirección de las tuberías, con una separación máxima entre ellos de 70 m.

Las aguas negras generadas durante la operación del Conjunto Urbano, serán conducidas hacia 4 cárcamos de bombeo y de ahí serán conducidas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales de la Comisión Nacional del Agua ubicada fuera del predio.

La descarga de la planta de tratamiento de aguas negras cumplirá con los parámetros establecidos en la Norma NOM-001ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Tabla II.2

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN (miles de toneladas)
Sólidos totales (ST)	6,048.78
Volátiles (stv)	1,604.78
No volátiles	4,444.00
Sólidos suspendidos totales (SST)	1,234.45
Volátiles (stv)	987.56
No volátiles	246.89
Demanda química de oxígeno (DQO)	2,468.89
Suspendida	1,543.06
Soluble	925.83
Biodegradable	1,851.67
Soluble biodegradable	925.83
Suspendida biodegradable	925.83
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	1,234.45
Soluble	617.22
Suspendida	617.22
Calcio (Ca^{++})	370.33
Magnesio (Ma^{++})	148.13
Sodio (Na^+)	493.78
Potasio (K^+)	49.38
Fosfato (PO_4)	185.17
Silicato (Si_2O_3)	160.48
Cloro (Cl)	617.22
Bicarbonato (HCO_3)	1,728.22
Nitrógeno amoniacal (NH_3^{+n})	185.17
Nitrógeno orgánico (-n)	123.44

Con relación a la red primaria de drenaje pluvial ésta se conformará por tuberías de 30 cm de diámetro como mínimo, así como por pozos de visita localizados en los cambios de dirección de las tuberías, con una separación máxima entre ellos de 70 m; se contará además con coladeras pluviales y bocas de tormenta en los puntos necesarios, las cuales se encargarán de captar y conducir el agua producto de lluvia hacia cárcamos de bombeo, para de ahí bombear el agua por medio de líneas de conducción a presión hasta descargarlas al Gran Canal de Desagüe, previa autorización de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

II.3.2 EVALUACION GLOBAL DE LOS IMPACTOS ENCONTRADOS.

METODO MATRICIAL.

Una interacción matricial es un medio simple que se utiliza para identificar la causa y efecto, entre una lista de acciones humanas y una lista de impactos indicadores.

La matriz de Leopold (1971), es necesaria para la evaluación y preparación de reportes de impacto ambiental, principalmente a aquellas relacionadas a la construcción de proyectos. Este tipo de matriz, es el método que con mayor frecuencia se utiliza para la realización de evaluaciones de Impacto Ambiental.

La matriz de Leopold lista varias acciones a lo largo de un eje horizontal y por otro lado la causa del impacto con cada interacción y acción, y el factor del medio ambiente se describe en términos de su magnitud e importancia. La magnitud es una medida de grado general extensiva, o la escala del impacto. La importancia es una medida significativa de las acciones particulares del hombre sobre un factor ambiental considerado. La importancia del impacto se manifiesta de acuerdo a la manera con que se produzcan cambios.

Para la evaluación global de los impactos correspondientes al presente proyecto, se llevó a cabo una categorización, tanto de las etapas del proyecto, como de los componentes ambientales que pudieran verse afectados.

La evaluación consistió en calificar la interacción de las etapas del proyecto con los componentes ambientales mediante 6 grados de valor del impacto, los cuales se obtienen de un criterio globalizado que incluye varias características, tales como; valor intrínseco del elemento, rareza, importancia, situación en el medio y los alcances que éste tendrá.

A continuación se especifican los criterios seguidos para la determinación de los 6 grados de valor del impacto:

Impacto adverso significativo:

- Cuando se provoca una modificación substancial en la calidad de un elemento ambiental que a causa de su excepcionalidad exige una protección o conservación especial, de manera tal que impide su funcionamiento de forma considerable, no importando si el impacto afecta en el ámbito regional, local o puntual.
- Cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental, pero cuyas características hacen que su conservación sea estimada por la mayoría o toda la población del área de influencia, es decir el impacto es en el ámbito regional.

Impacto adverso significativo con medida de mitigación:

- Cuando hay una alteración parcial de la naturaleza o de la utilización de un elemento ambiental cuyas características hacen que su conservación sea de interés, pero cuyos alcances pueden ser de carácter local o puntual.
- Corresponde a una modificación poco importante de la naturaleza o uso de un elemento ambiental que puede ser utilizado aplicando normas ambientales, pero cuyos alcances son en el ámbito regional.
- Cuando se puede interferir en el elemento con ciertas condiciones a cumplir en los aspectos medioambientales y que es considerado por una parte limitada de la población del área, es decir los alcances del impacto son de carácter local.

Impacto adverso poco significativo:

- Cuando se usa un elemento ambiental cuya sensibilidad o resistencia es media o débil, es decir que el elemento puede ser utilizado aplicando normas ambientales y los alcances del impacto son de carácter puntual.

Impacto benéfico no significativo:

- Cuando por la realización de la actividad en cuestión se produce una modificación mínima en el elemento ambiental, la cual mejora las características de calidad del mismo y cuyos alcances sólo son valorados por un grupo pequeño de gente.

Impacto benéfico poco significativo:

- Cuando por la realización de la actividad en cuestión se produce una pequeña variación de carácter positivo en las características de calidad de un elemento ambiental, y cuyos alcances del impacto llegarán a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio.

Impacto benéfico significativo:

- Cuando por la realización de la actividad en cuestión, se produce una modificación de carácter positivo en las características de calidad de un elemento ambiental, y cuyos alcances son valorados por el conjunto de la población del área de influencia o una parte importante de la misma.

En el apéndice 2 se presenta la matriz de evaluación correspondiente.

LISTA DE CONTROL.

La primera fase de todo análisis del impacto, que produce un proyecto sobre el medio receptor, consiste en describir todas las actuaciones que el proyecto conlleva, y por otro lado todos los componentes ambientales, que pudieran resultar afectados de la aplicación del proyecto, de lo que se deriva la necesidad de conocer tanto el medio como el proyecto en cuestión.

Precisamente, para no olvidar ningún aspecto importante, se hizo útil elaborar una lista de control lo más amplia posible, de tal forma, que permita percibir con mayor sensibilidad los impactos que pudieran ocasionarse por el desarrollo del proyecto. Esta lista comprende tres criterios principales para medir la intensidad del impacto. A continuación se describen estos criterios.

Perturbación del elemento.

La perturbación del elemento se refiere a la amplitud de las modificaciones que sufre el elemento al que afecta el desarrollo de las actividades del proyecto.

Grado de resistencia del impacto.

Se refiere a la dificultad para la realización del proyecto, si de él se deriva un impacto de importancia de orden ambiental.

Amplitud del impacto.

La amplitud del impacto indica a que nivel espacial se corresponden las consecuencias del impacto en el área de influencia, es decir;

- Amplitud regional: El impacto alcanzará al conjunto de la población del área de influencia o una parte importante de la misma.
- Amplitud local: El impacto llegará a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio.
- Amplitud puntual: El impacto alcanzará a un pequeño grupo de gente.

II.3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS.

ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION.

Se cuenta con vías de acceso al predio seleccionado para la instalación del proyecto, por lo que no será necesario la construcción de las mismas, sin ocasionar impactos que dicha actividad pudiera generar.

Durante esta etapa se generan.

- Emisiones de partículas de polvo generadas durante el abasto de materiales para la construcción. Estas emisiones serán disminuidas, ya que los materiales se transportarán en vehículos cubiertos.
- Se generarán emisiones de partículas durante las actividades de despalme y nivelación del predio, mismas que serán minimizadas al mantenerse las áreas húmedas.
- Se supervisará que los vehículos que utilicen gasolina o diesel cumplan con la normatividad ambiental vigente en materia de emisiones de gases de escapes para estos combustibles.
- Las emisiones generadas durante la operación de los generadores de energía eléctrica que utilizarán diesel como combustible serán mínimas.
- Debido a que existe una escasa vegetación dentro del predio, las actividades de limpieza y despalme serán mínimas. Asimismo la vegetación existente es de tipo secundario y no se considera de importancia ecológica o comercial. Los residuos producto del despalme serán depositados donde la autoridad competente lo indique.
- Para evitar erosión del suelo y problemas de concentración de agua, se crearán áreas verdes, que además de mitigar estos efectos contribuirán con la estética del lugar.
- Como se ha mencionado, no existe fauna terrestre de importancia ecológica o comercial dentro del predio, por lo cual el desarrollo del presente proyecto se considera poco significativo para este elemento ecológico.
- Con relación al suministro de energía eléctrica, una parte de este servicio será realizado por Luz y Fuerza del Centro, utilizando la infraestructura existente en el predio.
- Los requerimientos de agua potable serán cubiertos por medio de pipas abasteciéndose éstas en depósitos autorizados en la región, y también a través de los pozos localizados en el predio.
- Se generarán residuos sólidos como cascajo, material producto de la limpieza y nivelación del predio, fierro, papel entre otros. El material producto de la nivelación se utilizará en el propio predio; los otros residuos serán dispuestos donde lo indiquen las autoridades competentes.

- Con relación a los residuos acumulados en los dos montículos existentes, aproximadamente el 25 %, se utilizará para mejoramiento del predio, en plataformas de cimentación y subases de vialidades, mientras que el 75 restante, será dispuesto en una mina autorizada por la autoridad competente.

Para mitigar los impactos que se pudieran generar durante el manejo y traslado de estos residuos, principalmente por la generación de partículas al ambiente, se tomarán las acciones adecuadas, tales como; verificar el contenido de humedad presente, así como los procedimientos específicos de manejo para el personal involucrado en estas actividades.

- No se generará problemas de tráfico durante el abasto del material y el desarrollo de esta etapa, ya que se cuenta con vías de acceso y el predio cuenta con área de maniobra.
- Durante esta etapa no se generarán aguas residuales, ya que se contará con servicios sanitarios móviles y la empresa que será contratada para prestar el servicio, recolectará periódicamente las mismas.
- Se requerirá de mano de obra para el desarrollo de esta etapa, generándose así un número importante de empleos temporales, por lo que se considera que esta actividad tendrá un impacto benéfico.

ETAPA DE OPERACION.

- Con la finalidad de minimizar la emisión de partículas a la atmósfera, en las áreas de donación y verdes se sembrará pasto, además de reforestar con especies de la zona, ello contribuirá al embellecimiento del Conjunto Urbano, además de favorecer la infiltración del agua pluvial al subsuelo.
- Asimismo en las áreas a pavimentar, se incluirá materiales permeables y para de esta forma contribuir con el hidroclima de la zona.
- Se contará con áreas verdes, en los andadores de las casas, con el objeto de contribuir a una mejor imagen urbana, así como para prevenir erosiones, inundaciones en las temporadas de lluvia.
- Se generarán residuos sólidos domésticos tales como, residuos de comida, papel, cartón, plástico, etc. Se contará con un servicio de recolección de basura por parte del municipio.
- Las aguas negras generadas durante la operación del Conjunto Urbano, serán conducidas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales perteneciente a la C.N.A fuera del predio. La descarga se realizará finalmente al Gran Canal y ésta cumplirá con los parámetros establecidos en la Norma NOM001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Las aguas pluviales se conducirán hacia tanques de tormenta, los cuales contarán a su vez con pozos de absorción que permitirán infiltrar el agua hacia el subsuelo y con ello recargar el manto acuífero.
- Los volúmenes excedentes de esta agua serán descargados en el Gran Canal previa autorización de la Comisión Nacional del Agua.
- Se deberá evitar el crecimiento futuro de las viviendas a fin de no mover el centro de cargas de la estructura y por tanto evitar así los hundimientos diferenciales que pudieran provocarse.
- El Conjunto Urbano contará con una amplia área de estacionamientos, lo cual evitará que se presenten problemas de tráfico en el mismo.

II.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO.

A diferencia del levantamiento topográfico que involucra únicamente la descripción de la forma de la superficie de un terreno, la mecánica de suelos estudia propiamente las características mecánicas de los materiales con las que está compuesto el subsuelo.

Desde el punto de vista de mecánica de suelos, el terreno es altamente deformable, midiéndose hundimientos de 15 a 20 cm anuales, los cuales corresponden a los que está teniendo todo el Valle de México, motivados por la extracción de agua del subsuelo.

La estructura de evaporación solar El Caracol, está ubicada en la zona del lago de Texcoco con asentamientos que varían de 10 a 26 cm por año, ubicándose el conjunto habitacional "Las Américas" en la zona de menor asentamientos registrados.

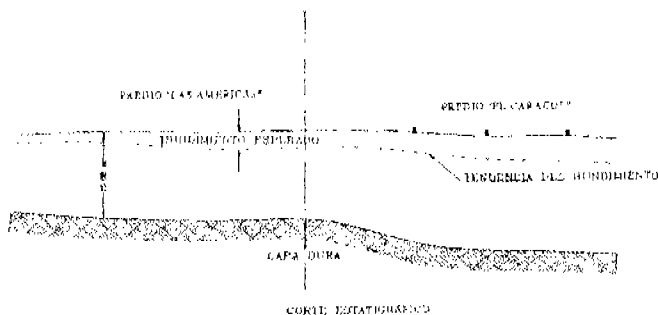
Estos asentamientos obedecen a una forma lógica de comportamiento, para comprender esto se presenta un corte estratigráfico del suelo, donde se observa que, en el predio, la primera capa dura se encuentra a una profundidad de 15 m y sobre estas se alojan arcillas arenosas moldeables, también se aprecia que se profundiza la capa dura conforme se acerca al centro del Lago de Texcoco, lo que implica que la deformación se está dando siguiendo el perfil de la capa dura (figura II.4.1).

Por otro lado se ha comprobado que los terrenos ubicados dentro de la tina de evaporación solar El Caracol (considerado como terreno federal perteneciente a la Gerencia del Lago de Texcoco, de la Comisión Nacional del Agua), han sufrido estos hundimientos siguiendo el perfil de la capa dura.

Inicialmente el Caracol se construyó con la forma de un embudo muy extendido, en el cual en su zona central se concentraba la parte más profunda de agua, actualmente si se tratara de llenar nuevamente con agua, el líquido se desplazaría hacia el extremo sur poniente, debido a que en ese sentido se incrementan los hundimientos.

Por lo descrito, conforme avanza el hundimiento de la Ciudad de México, el predio donde se ubica el conjunto Habitacional "Las Américas", sufrirá de hundimientos menos severos que los terrenos vecinos.

Figura II.4.1
Corte Estratigráfico.



Por otro lado, el predio de interés tiene forma irregular, su superficie del terreno es sensiblemente horizontal y plana, en una parte del predio se encuentran las instalaciones de la antigua fábrica Sosa Texcoco S.A. de C. V., se tiene una zona de acumulación de residuos de fabricación, carbonato de calcio (cal) formando un terraplén con una altura del orden de los 11 metros sobre el nivel medio de la superficie del predio, también se cuenta con una zona de campos de fútbol y zonas de fosas de evaporación.

Según el proyecto arquitectónico del Conjunto Habitacional, éste estará constituido por 13,000 viviendas de interés social formadas por casas duplex y unifamiliares con cuatro diferentes prototipos de distribución. La estructuración de estos prototipos estará resuelto a base de muros de carga que serán de concreto armado de 10 centímetros de espesor, losas de entrepiso y azotea de 0.10 metros de peralte también de concreto armado, con claros máximos entre muros de 4.5 metros en el sentido transversal y de 7.5 en el sentido longitudinal.

Con el objeto de establecer el tipo de cimentación más adecuado para las viviendas proyectadas, así como el diseño de la sección estructural del pavimento flexible del Conjunto Habitacional, se realizó un estudio de mecánica de suelos consistente en el muestreo y exploración de los depósitos superficiales y profundos del subsuelo, pruebas de laboratorio, complementada con la información del subsuelo determinada en el predio vecino y el análisis de resultados.

EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE LOS DEPÓSITOS DEL SUBSUELO

Para conocer las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo en el predio en estudio, se realizó una campaña de exploración y muestreo de los depósitos del subsuelo, que consistió en una primera etapa en la ejecución de diez sondeos de tipo mixto, denominados SM - 1 a SM - 10 y la excavación y muestreo de cuarenta pozos a cielo abierto, denominados PCA - 1 a PCA - 40, a una profundidad media de 3.50 m, distribuidos en toda el área que es ocupada por el predio y complementada con la realización de un sondeo profundo que llegó a 12.6 m de profundidad en la colonia vecina Jardines de Morelos en la calle Bosque del Tesoro y la excavación de dos pozos a cielo abierto sobre la calle Mariano Matamoros, ubicándolo uno sobre una zona deprimida y otro en una zona sin problemas. En la segunda etapa de exploración se realizaron tres sondeos profundos de tipo mixto ubicándolos sobre el terraplén de hidróxido de sodio (cal), los que se denominaron SM-1' a SM - 3', que se efectuaron con el fin de establecer el espesor total del terraplén, sus características físicas y las propiedades de los materiales de apoyo. Los sondeos realizados dentro del predio alcanzaron las siguientes profundidades:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
SM - 1	48.50
SM - 2	26.34
SM - 3	19.43
SM - 4	15.50
SM - 5	18.90
SM - 6	18.00
SM - 7	35.51
SM - 8	15.72
SM - 9	16.05
SM - 10	18.11
SM - 11	12.60
SM - 1'	26.50
SM - 2'	27.50
SM - 3'	31.00

Los sondeos se realizaron a una profundidad media de 19 m, llevándose siempre como mínimo 2.5 m dentro de los depósitos resistentes que subyacen a los materiales superficiales blandos; los sondeos SM - 1' a SM - 3', efectuados sobre el terraplén se midió su profundidad a partir de la corona de este, todos los sondeos se realizaron combinando el muestreo alterado empleando la prueba de penetración estándar y el muestreo inalterado utilizando el muestreador tipo Shelby.

Durante la ejecución de los sondeos se obtuvieron muestras representativas alteradas mediante realización de la prueba de penetración estándar, que consiste en determinar el índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de los materiales atravesados, correspondiente al número de golpes necesarios para hincar 60 cm el penetrómetro estándar, que tiene 2" de diámetro exterior y 80 cm de longitud, mediante la energía de impacto que le proporciona un martinete de 63.5 kg de peso, el cual se deja caer libremente desde $76 \pm$ cm de altura. El IRPE corresponde al número de golpes necesarios para hincar el muestreador los 30 cm intermedios.

Además durante la ejecución de los sondeo se obtuvieron muestras representativas inalteradas, empleando el muestreador tipo Shelby, que son tubos de acero de pared delgada de 10 cm de diámetro y 1 m de longitud, con el extremo inferior afilado unido por el superior a un cabezal con una válvula que le permite el alivio de presión durante el hincado y se cierra durante la extracción. En los suelos el muestreador se hincó 80 cm a presión con velocidad constante, dejando una longitud de 20 cm donde se alojan los azolves que pudieran tenerse en el fondo de la perforación.

Los pozos a cielo a cielo abierto se excavaron a profundidades variables, comprendidas de 3.0 y 4.0 m, en los cuales se han inspeccionado sus paredes y se determinó su estratigrafía mediante el empleo de técnicas de clasificación en campo del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), posteriormente se labraron muestras cúbicas inalteradas de los materiales representativos y de la subrasante.

Se realizó un recorrido por las colonias colindantes al predio de interés, principalmente en la colonia Jardines de Morelos para poder identificar los principales problemas geotécnicos que se ha presentado en el comportamiento de las estructuras, observándose que la mayoría de las construcciones son edificios (casas) de dos niveles que en términos generales no presentan problemas en su estructura, únicamente existen algunas bardas de colindancia hacia la vía pública que se encuentra en la mayoría de los casos despegadas de las estructuras que presentan algunos hundimientos y agrietamientos mayores a los admisibles, además de observarse en algunos sitios depresiones en las banquetas y pavimentos, en ambos casos coinciden con zonas donde existen o existían árboles, que son los que principalmente general el hundimiento de la superficie del terreno debido a que provocan una consolidación local al inducir una desecación importante de los estratos superficiales del suelo.

Además para conocer las condiciones del suelo en la colonia Jardines de Morelos se realizó un sondeo profundo, que es el SM - 11. Observándose que en términos muy generales son los mismos depósitos del subsuelo.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Todas las muestras representativas alteradas obtenidas con la prueba de penetración estándar de los sondeos, se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y en seco y se les determina su contenido natural de agua; a los estratos más importantes se les hicieron las siguientes pruebas de laboratorio de tipo índice:

- límites de consistencia

- análisis granulométrico mediante mallas
- densidad de sólidos

A las muestras representativas inalteradas, obtenidas con el muestreador Shelby y las muestras cúbicas inalteradas labradas de los pozos a cielo abierto, además de las anteriores pruebas se hicieron las siguientes pruebas de laboratorio de tipo mecánicas:

- compresión axial no confinada
- compresión triaxial no consolidada - no drenada
- peso volumétrico natural
- consolidación unidimensional

A las muestras cúbicas inalteradas labradas de la subrasante se les hicieron las siguientes pruebas de laboratorio para el diseño de pavimentos:

- clasificación visual y al tacto, en húmedo y en seco
- contenido natural de agua
- límites de consistencia
- contracción lineal
- valor relativo de soporte en estado natural (CBR)

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRAFICAS Y FISICAS DEL SUBSUELO

De acuerdo a la información obtenida con los sondeos efectuados dentro del predio y complementado con los realizados en predios vecinos, se puede establecer que el predio de interés queda localizado en una zona donde los depósitos del subsuelo desde son de origen lacustre, formados por arcillas compuestas por minerales montmoriloníticos en un sistema de alto contenido de calcio y sus características estratigráficas son parecidas a la Zona de Lago de la ciudad de México (Zona III del Reglamento de Construcciones).

De acuerdo a los sondeos efectuados se puede establecer que los depósitos del subsuelo en la zona son muy erráticos, dado a que se encuentran próximos a la orilla o las riveras del antiguo Lago de Texcoco; en términos generales en todos los sondeos realizados se observo el reducido espesor y que en algunos casos no

existe el Manto Superficial, presentando la Formación Arcillosa Superior un espesor medio de 13 m, que descansan sobre los Depósitos Profundos.

En términos generales y de acuerdo a la interpretación de los resultados de los sondeos realizados y con los cortes estratigráficos se puede establecer la siguiente secuencia estratigráfica general de los materiales del subsuelo:

Entre la superficie y una profundidad comprendida entre 11 y 14 m de profundidad se encuentra un depósito de arcilla bentonítica de alta compresibilidad, cuyo espesor se incrementa hacia el lado oriente del predio, tiene contenido de agua comprendido entre 50 y 300 %, con una media de 200 %; su índice de Resistencia a la Penetración Estándar (IRPE) varía de peso de la herramienta a 6 golpes, con una media de 2 golpes y consistencia de muy blanda a media. Dentro de este depósito se encuentran dos lentes de arena fina de espesor máximo de 1 m, con contenido de agua de 25 a 75 y de compacidad de baja a media.

Bajo los materiales anteriores con espesor comprendido entre 3 y 8 m y antes de llegar a los materiales resistentes se tiene un estrato intermedio formado por arena fina limosa con contenido de agua medio de 30% y de arcilla de alta compresibilidad con contenido de agua medio de 150%, IRPE es muy variable entre 6 golpes y mayor de 50 golpes y compacidad media a alta y consistencia media a dura.

Los materiales anteriores descansan sobre depósitos resistente constituidos por arena limosa, limo arcilloso y arcilla limosa, con contenido de agua medio de 25 %, IRPE mayor de 50 golpes y compacidad alta o consistencia dura.

El nivel de aguas freáticas se encontró en la fecha en la que se realizó el muestreo del subsuelo, a profundidades variables entre 10 y 11 m de profundidad.

Del estado de esfuerzos se concluye que los depósitos del subsuelo localizados entre la superficie y 4 m de profundidad se encuentran preconsolidados por desecación, y a partir de 7 m de profundidad se encuentran normalmente consolidados.

ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN

Para poder establecer la alternativa de cimentación más adecuada para las estructuras proyectadas se consideraron los siguientes aspectos:

- Características arquitectónicas y estructurales de las estructuras proyectadas (edificios de dos niveles), estructuradas a base de muros de carga.
- El sembrado de las estructuras dentro del predio.
- Los niveles topográficos actuales y los niveles de rasante que tendrán las estructuras, los lotes y las vialidades.
- Las propiedades estratigráficas y físicas de los depósitos del subsuelo descritas en el inciso anterior, constituidos en la parte superior por arcillas de muy alta compresibilidad con espesor del orden de 15 metros, que descansan sobre depósitos poco deformables.

En base a lo anterior se estableció que la alternativa de cimentación más adecuada para las estructuras proyectadas será mediante una losa de concreto reforzada armada con acero convencional, ampliada y

rigidizada mediante un sistema de contratraves invertidas, desplantada superficialmente sobre una plataforma de materiales mejorados.

Debido a la topografía actual del predio y a los niveles de rasante del conjunto habitacional, será necesario realizar un despalme para alojar a las estructuras y a los pavimentos de las vialidades de orden de 0.3 m y sobre ellos colocar la plataforma de materiales mejorados del orden de 0.5 a 0.6 m y dado que los depósitos del subsuelo están constituidos por arcillas muy deformables, se estimaron en la zona un hundimiento regional importante, se concluyó que la estructura y la cimentación se rigidice, con el fin de minimizar los hundimientos diferenciales.

El área ampliada de la losa de cimentación se estima será de 1 m hacia cada uno los lados exteriores de estructura, con objeto de que el incremento de presión neta a los materiales del subsuelo sea de 2.5 ton/m^2 (incluyendo el peso de la cimentación y de la plataforma de materiales mejorados sobre los cuales se apoyará la estructura).

De acuerdo a las cargas de los edificios y reportadas por el estructurista, la ampliación de la losa de cimentación será la siguiente para cada prototipo proyectado:

Es muy importante evitar cualquier excentricidad entre el centro de cargas de las estructuras y el centroide de la cimentación, recurriendo en caso necesario a una mayor ampliación de la losa de cimentación y evitando con ello los desplomes de la estructura.

Para alojar la plataforma de materiales mejorados se realizará un despalme mínimo de 0.3 m de espesor y el material producto del despalme será desechado; y dado que en el predio existe una cantidad importante de hidróxido de sodio (cal), este podrá mezclarse con tepetate arcilloso en un porcentaje de 50 - 50% y con este material construir la plataforma de materiales mejorados sobre la que se apoyará la losa de cimentación.

Los análisis geotécnicos de la alternativa de cimentación de las estructuras proyectadas se presenta en el siguiente inciso.

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

A continuación se presentan los análisis geotécnicos de la alternativa de cimentación propuesta:

Acciones.

Para la revisión de los estados límite de falla y de servicio de la cimentación de las estructuras se siguió el criterio establecido en el Reglamento de Construcciones vigente para el Distrito Federal, en el que se consideró las siguientes acciones para los edificios, los datos fueron proporcionados por el estructurista:

- a) Combinación de cargas permanentes más cargas vivas con intensidad máxima, que para este caso (incluyendo el peso de la cimentación ampliada y de la plataforma de materiales mejorados) tiene un valor para los cuatro prototipos de 2.7 ton/m^2 , esta carga se afectó por un factor de carga de 1.4 y se consideró para la revisión del estado límite de falla en condiciones estáticas por cortante.

- b) Combinación de cargas permanentes más cargas con intensidad instantánea, que de acuerdo al estructurista tiene una intensidad de 2.6 ton/m² (ya incluyendo el peso de la cimentación y de la plataforma de materiales mejorados), para los cuatro prototipos. La acción accidental más crítica por efecto sísmico corresponderá a un momento de volteo debido a sismo estimado de 300 ton-m. Estas cargas se afectaron por un factor de carga de 1.1 y con el momento de volteo se emplearon en la revisión del estado límite de falla en condiciones dinámicas.
- c) Combinación de cargas permanentes más cargas con intensidad media, que para este caso incluyendo el peso de la cimentación y el de la plataforma de materiales mejorados tiene un valor de 2.5 ton/m², para los cuatro prototipos, se afectado por un factor de 1.0, y se empleo en el análisis del estado límite de servicio correspondiente a la estimación de asentamientos por consolidación de los depósitos arcillosos.

Estado límite de falla por cortante en condiciones estáticas

La revisión de la estabilidad de la losa de cimentación ante el estado límite de falla en condiciones estáticas, se hizo considerando la combinación de cargas permanentes más cargas vivas con intensidad máxima, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.4, mediante el cumplimiento de la siguiente desigualdad:

$$\Sigma Q F_c < R$$

donde:

ΣQ : suma de las acciones verticales debidas a la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad máxima más el peso de la cimentación, en ton.

F_c : factor de carga, adimensional e igual a 1.4

R : capacidad de carga de los materiales del suelo de apoyo de la losa de cimentación, que es función del tipo de cimentación empleada.

Capacidad de carga de la losa de cimentación

La capacidad de carga admisible de los materiales de apoyo de la losa de cimentación se calculó considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son suelos predominantemente cohesivos y aplicando el criterio señalado en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Cimentaciones dado por la siguiente expresión:

$$R = [C N_c F_R + \gamma D_f]$$

siendo:

- C : cohesión media del suelo a lo largo de la superficie potencial de falla (0.7 B, donde B es el ancho de la cimentación), en ton/m²
- N_c : coeficiente de capacidad de carga, adimensional, determinado con la siguiente expresión:

$$N_c = 5.14 (1 + 0.25D_f / B + 0.25B / L)$$

en la cual:

- D_f : profundidad de desplante de la losa de cimentación, en m
- B : ancho de la losa de cimentación, en m
- L : longitud de la losa de la cimentación, en m
- F_R : factor de resistencia , adimensional e igual a 0.7
- γ : peso volumétrico del suelo por arriba del nivel de desplante de la cimentación, en ton/m^3

Considerando una cohesión media de 1.5 ton/m^2 a lo largo de la superficie potencial de falla (obtenida de los resultados de las pruebas de laboratorio de compresión triaxial y compresión simple realizadas en las muestras obtenidas) se obtuvo una capacidad de carga admisible de los materiales del subsuelo de 6.1 ton/m^2 .

Considerando la combinación de cargas permanentes con intensidad máxima, la desigualdad se satisface con los siguientes valores:

$$\Sigma Q F_c = 3.8 \text{ ton / m}^2 < R = 6.1 \text{ ton / m}^2$$

Por lo tanto la cimentación es estable ante condiciones estáticas, por satisfacerse la desigualdad anterior.

Estado límite de falla por cortante en condiciones dinámicas

Se revisó el estado límite de falla en condiciones dinámicas de acuerdo al criterio establecido en los comentarios a las Normas de Emergencia del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, del Subcomité de Normas y Procedimientos de Construcción del Comité de Reconstrucción del Área Metropolitana de la ciudad de México⁽³⁾.

Se establece que una estructura será estable ante la acción de un sismo, si la capacidad de carga neta del suelo afectada por el factor de carga y la fuerza de inercia que obra en la zona de falla potencial del suelo que subyace al cimiento de la estructura es mayor a la acción de las cargas gravitacionales y las debidas al sismo. Lo anterior se puede verificar a través de la siguiente desigualdad:

$$W_i F_o - W_e < F_R A_r q_1 (1 - 0.12 F_o a_o b \gamma / F_R C)$$

donde:

- W_i : suma de las acciones verticales consideradas, que son cargas permanentes, más cargas vivas con intensidad instantánea, más peso de la cimentación y el incremento de carga por efecto sísmico, en ton.
- F_o : factor de carga adimensional e igual a 1.1
- W_e : peso del suelo extraído para alojar la losa de cimentación
- F_R : factor de resistencia adimensional e igual a 0.7
- q_1 : capacidad de carga última de los materiales de apoyo de la losa de cimentación, obtenida de la siguiente expresión:

$$q_1 = C N_c$$

en la cual:

- C: Cohesión de material de apoyo de la cimentación, en ton/m²
- Nc: coeficiente de capacidad de carga, adimensional
- A_r: área de la cimentación reducida para tomar en cuenta el momento volteo debido a sismo, igual a:

$$A_r = (B-2e) L$$

siendo:

- B: ancho de la losa de cimentación
- L: largo de la losa de cimentación
- e: excentricidad dada por:

$$e = M_s / W_t$$

para la cual:

- M: momento de volteo
- W_t: peso de la estructura en la condición analizada
- F_o: factor de carga, adimensional igual a 1.1
- a_o: aceleración horizontal máxima del terreno, según el Reglamento de Construcciones, pertenece a una Zona de Transición, a la que corresponde un valor de 0.32 para estructuras tipo B, este deberá afectarse por un valor de ductilidad de 1.5.
- b: el mínimo de (d, 1.2 h, 20 m.)

donde:

- d: ancho del área reducida de la losa de cimentación.
- h: ancho del área reducida de la losa de cimentación hasta la capa dura más próxima
- γ: peso volumétrico medio del suelo desde el nivel de desplante hasta una profundidad B abajo de él, en ton/m²
- C: cohesión media de los materiales de apoyo, en ton/m²

Los resultados de la desigualdad anterior se cumple con los siguientes valores:

$$W_t F_o - W_s = 561 \quad \text{ton} < F_R A_r q_1 (1 - 0.12 F_o a_o b \gamma / F_R C) = 629 \text{ ton}$$

De lo que se concluye que la cimentación es estable en condiciones dinámicas.

También se revisó que bajo condiciones dinámicas el incremento de esfuerzo aplicado por la losa de cimentación, producido por el momento de volteo debido a sismo, no debe rebasar la capacidad de carga admisible por cortante de los materiales de apoyo de la cimentación, lo que asegura que las deformaciones del suelo bajo el esfuerzo resultante por sismo se mantenga dentro del rango elástico del comportamiento del material, no produciéndose por lo tanto deformaciones plásticas permanentes

por efecto de los incrementos de esfuerzos aplicados al suelo por la losa de cimentación durante el sismo.

Se determinaron los esfuerzos máximos que en condiciones dinámicas aplicará la losa de cimentación empleando la fórmula de la escuadría dada por la siguiente expresión:

$$P = (Q/A) + (M_v/I_x) y + 0.3(M_v/I_y) x$$

donde:

P :	esfuerzo a la distancia x del eje centroidal
Q :	suma de cargas muertas más carga viva instantánea
A :	área de la losa de cimentación
M _v :	momento de volteo debido a sismo
x y :	distancia del centroide de la losa de cimentación a la orilla más alejada
I _x , I _y :	momento de inercia centroidal del área de la losa de cimentación, en el sentido corto y largo.

Se obtuvieron los esfuerzos máximos aplicados por la losa de cimentación bajo sismo que es de 3.6 ton/m² que es menor a la capacidad de carga última del suelo de apoyo en condiciones dinámicas, que es de 6.1 ton/m². Por lo tanto no se presentarán deformaciones plásticas permanentes.

Estado límite de servicio

Los movimientos verticales que sufrirán las estructuras respecto al terreno circundante se deberán a las recuperaciones de las expansiones elásticas producidas durante la construcción de la cimentación y los hundimientos debido a la consolidación de los depósitos arcillosos, producidos por el incremento de presión neta transmitida al subsuelo.

Se estimaron los asentamientos a largo plazo que sufrirán las losas de cimentación, considerando que transmitirán un incremento de presión neta a los materiales del subsuelo de 2.5 ton/m², actuando a partir del nivel de desplante de la plataforma de materiales sobre los que se apoyará la losa de cimentación y que las vialidades aplicarán un incremento de presión de 0.7 ton/m².

Los asentamientos se calcularon empleando un programa de computadora, el cual determina la distribución de esfuerzos en el subsuelo debida a las cargas actuantes según la teoría de Boussinesq, y en base a estos, los asentamientos tomando en cuenta las presiones efectivas actuantes del subsuelo y las curvas de compresibilidad de los estratos arcillosos afectados por la sobrecarga aplicada.

Se obtuvieron asentamientos en varios puntos, que se estimaron serán del orden de 20 a 48 cm, considerando las estructuras flexibles y que se presentarán a largo plazo; estimamos que serán uniformes en una gran parte del área del predio, por lo que consideramos que será como un hundimiento regional, y dada la magnitud estimada de los hundimientos, las estructuras y la cimentación deberá de rigidizarse para soportar los hundimientos diferenciales que se presenten.

Deberá tenerse en cuenta que actualmente casi toda el área del predio se no ha sido cargado con ninguna estructura y que los hundimientos que presente el subsuelo es debido a la consolidación de los depósitos arcillosos al soportar la carga de las estructuras y vialidades.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Una vez analizadas las propuestas de cimentación de las estructuras proyectadas, es necesario establecer los procedimientos constructivos para llevar a cabo satisfactoriamente los trabajos de cimentación, los que se describen a continuación:

a) Inicialmente se despalmará toda el área que ocupará la losa de cimentación de las estructuras, con 0.70 m de más hacia cada lado, teniendo una profundidad de despalme mínima de 0.30 m a partir del terreno actual, con objeto de eliminar todos los materiales de origen orgánico superficial.

b) El material producto del despalme será eliminado. Deberá verificarse que al nivel recomendado se hallan retirado todos los materiales de relleno o la capa de suelo vegetal, profundizándose el despalme en caso necesario.

c) Con objeto de estabilizar el material de apoyo de las plataformas, se hará una escarificación de 10 cm y se le agregará el 8 % de cal, en peso, la existente en el predio, mezclándolo perfectamente hasta que se homogeneice pudiéndose emplear una motoconformadora. Posteriormente ya mezclado se le agregará el contenido de agua óptimo y se procederá a compactarlo hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar.

d) Se procederá a colocar una plataforma de materiales mejorados, que será una mezcla de tepetate y cal en un porcentaje de 50% - 50%, en peso.

d) El tepetate a emplear deberá de satisfacer las siguientes especificaciones:

límite líquido	35 % máximo
índice de plasticidad	15 % máximo
contracción lineal	5 % máximo
valor relativo de soporte	15 % mínimo
contenido de agua óptimo	25 % máximo
peso volumétrico seco máximo	1,300 kg/m ³ mínimo

f) El material deberá estar exento de materia orgánica y partículas extrañas.

g) Los materiales mejorados para poder ser compactados deberán homogeneizarse y humedecerse hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima (t 2 %). No deberán presentarse grumos o terrones en su composición y granulometría.

h) En la zona donde los materiales superficiales se encuentren más sueltos y agrietadas, se colocará una capa de tezontle, de 30 cm de espesor, esté deberá tener un peso volumétrico seco máximo con su contenido de agua natural de 0.9 ton/m³.

El tezontle deberá tener una curva granulométrica comprendida entre los siguientes rangos:

MALLA	POR CIENTO QUE PASA
2" (54 mm)	50-100

1 1/2"	35-80
1 "	20-55
3/4"	10-35
1/2"	0-10

El tezonle a utilizar deberá de tener la resistencia suficiente para resistir su compactación sin sufrir rotura en sus partículas, ya que al ocurrir este fenómeno, es de esperar un incremento en su peso volumétrico por la reducción de la relación de vacíos.

i) Se compactaran los materiales mejorados en capas no mayores a 20 cm de espesor, hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico máximo según la prueba Próctor estándar.

j) Se abrirán cepas para las contratraves y de inmediato se iniciará la construcción de la cimentación.

k) Se colocará el armado de la losa y se procederá con su colado.

l) Para tener una cimentación lo suficientemente rígida con el objeto de evitar hundimientos diferenciales será necesario que la losa de cimentación tenga un peralte comprendida entre 12 y 15 cm y estar armada con acero estructural convencional y rigidizada con contratraves invertidas, con un peralte mínimo de 0.60 m.

TERRAPLÉN

El terraplén de hidróxido de sodio (cal) que se encuentra en el predio de interés se determinó su espesor y se determinaron sus características con la realización de los sondeos SM - 1' a SM - 3', mediante la unión de los sondeos efectuados, con el que se puede establecer que el terraplén de hidróxido de sodio (cal) presenta un espesor de 15 a 16 m, su constitución es uniforme y tiene IRPE es de peso de la herramienta a 3 golpes con una consistencia de blanda a muy blanda; bajo el se encuentra con un espesor medio de 9 m arcilla de alta plasticidad, gris verdosa, con contenido de agua medio de 175 %, con IRPE muy variable entre 3 y 15 golpes y consistencia de blanda a firme, estos materiales se encuentra preconsolidados debido a la acción de la sobrecarga provocada por el terraplén. Subyaciendo los materiales anteriores se encuentra una capa dura con espesor variable de 2 a 3 m de arcilla limosa, con contenido de agua medio de 50 %, IRPE mayor de 50 golpes y consistencia dura. En un sondeo se encontró bajo esta en estrato de arcilla gris verdosa con contenido de agua medio de 120%, IRPE de 6 golpes y consistencia firme.

Los movimientos verticales que sufrirán el terreno con el retiro del terraplén respecto al terreno circundante se deberán a las recuperaciones producida durante el retiro del terraplén y las expansiones de los depósitos arcillosos, producidos por el alivio de esfuerzos en la masa de suelo provocado por el decremento de presión neta transmitida al subsuelo.

Para la evaluación de las expansiones elásticas máximas que ocurrirán al retirando el terraplén, se empleó el criterio de Steinbrenner y los módulos de elasticidad obtenidos de correlacionar las propiedades índice de los materiales de interés con las de otros semejantes en los que se han determinado los módulos elásticos por métodos geosísmicos.

Según dicho criterio, el desplazamiento vertical bajo la esquina de un área rectangular descargada, colocada en la superficie de una capa de espesor D, está dada por:

$$H_D = (qB/E) [(1 - \mu^2)F_1 + (1 - \mu - 2\mu^2)F_2]$$

donde:

- q : descarga uniformemente repartida superficialmente, provocada por con la descarga del terraplén, en este caso es igual a 18 ton/m².
- B: ancho del área descargada, 'en m.
- F₁ y F₂ : coeficientes adimensionales, que dependen de la relación D/L y L/B.
- D: espesor del estrato considerado, en m.
- L : longitud del área descargada
- E : módulo de elasticidad del suelo bajo la zona de excavación, en ton/m².
- μ: relación de Poisson, adimensional.

Que para un sistema de capas o estratos queda la siguiente expresión:

$$H = H_{D1} (E_1, \mu) + [H_{D2} (E_2, \mu_2) - H_{D1} (E_2, \mu_2)] + \dots + [H_{Dn} (E_n, \mu_n) - H_{Dn-1} (E_n, \mu_n)]$$

Los módulos de elasticidad y Poisson considerados se enlistan a continuación:

Profundidad (m)	Módulo de elasticidad (ton/m ²)	Relación de Poisson (adimensional)
11.0 – 16.0	800	0.50
16.0 – 26.0	600	0.50
26.0 – 32.0	1500	0.50
32.0 – 41.0	700	0.50

Se obtuvo que retirando todo el terraplén se tendrá una expansión máxima al centro de 8 cm, el cual resultan admisibles.

Se estimaron las expansiones a largo plazo que sufrirán los materiales del subsuelo con el retiro del terraplén, considerando una descarga uniformemente repartida neta a los materiales del subsuelo de 18 ton/m², actuando a partir del nivel del terreno perimetral.

Las expansiones se calcularon empleando un programa de computadora, el cual determina la distribución de esfuerzos en el subsuelo debidas a las cargas actuantes según la teoría de Boussinesq y en base a éstos, los asentamientos tomando en cuenta las presiones efectivas actuantes del subsuelo y las curvas de compresibilidad de los estratos arcillosos afectados por la sobrecarga aplicada.

Dado que se tendrán expansiones en el área que ocupa el terraplén y asentamientos en las zonas fuera del terraplén, se recomienda que no se construyan viviendas en los alrededores del terraplén en un radio de ancho del orden de 20 m, con el fin de evitarse movimientos diferenciales importantes.

GRIETAS

De acuerdo a lo observado podemos establecer que el predio se encuentra afectado por el fenómeno de agrietamiento superficial, dado que se observa que dentro del predio existen grietas con una traza irregular y una separación entre ellas muy variable. Presentando en el terraplén de la vialidad de Espirulina, una traza uniforme, con un ancho de 30 cm en la superficie y que tiende a desaparecer a 3.5 m de profundidad, como se observa en la figura 280. Dentro del área del predio los labios de las grietas se encuentran muy erosionados y

las grietas rellenas con materiales arcillosos de la zona, lo que dificulta definir su profundidad y localización precisa.

En la zona la capa superficial de suelo se encuentra afectada por la sobreexplotación de los mantos acuíferos del subsuelo, que provoca un abatimiento de las presiones hidrostáticas, además de estar expuesto a una intensa y prolongada evaporación superficial por la acción solar, lo que genera un proceso de consolidación por secado de la masa de suelo que generan en el agua tensiones y compresiones crecientes en la masa de suelo, lo que hace que aparezcan que en la parte superior del estrato arcilloso se generen esfuerzos de tensión en el agua, lo que provoca compresiones ortogonales en la estructura sólida del suelo y hace que aparezcan las grietas.

Con el agrietamiento del suelo se han formado una serie de bloques de materiales arcillosos que se encuentran limitados por las mismas grietas y dado que se proyecta construir en la zona estructuras ligeras, resulta necesario restituir la continuidad de la masa de suelo, con el fin de evitar desplazamientos horizontales excesivos con las sobrecargas que se aplicarán.

La restitución de la continuidad del suelo se hará mediante el relleno de las grietas, para la cual se sugiere se realice una inyección de ellas empleando una mezcla plástica de bentonita - cemento - agua, cuya consistencia sea similar a la arcilla de la zona con el objeto de mantener la plasticidad del suelo y este siga las deformaciones futuras del terreno y que a su vez conserve con el mayor tiempo posible la continuidad horizontal del suelo.

La mezcla que se sugiere deberá tenerse el siguiente proporcióna miento:

Primeramente elaborar 1 m³ de lodo bentonítico, utilizando 1 m³ de agua y el 10 % en peso de bentonita, posteriormente y ya hidratado el lodo se le agregara cemento, el cual a cada metro cúbico se le agregará el 10% de cemento en peso.

La mezcla será inyectada a gravedad sin generar presiones laterales a la masa de suelo, únicamente será restituida la continuidad en la masa de suelo.

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño de la sección estructural del pavimento de las vialidades interiores del fraccionamiento y cuyas características de vialidad se muestran en la tabla II.2.3, se hizo considerando las propiedades estratigráficas y físicas de los depósitos superficiales del subsuelo que constituyen a la subrasante, dentro del área muestreada, que son de tipo cohesivo, los cuales son relativamente homogéneos en toda el área que ocupará el Conjunto Habitacional y están formados básicamente por arcilla de alta plasticidad con raicillas aisladas, café oscuro, de contenido de agua medio de 200 % y un valor relativo de soporte natural saturado medio de 1.5 %.

El diseño estructural del pavimento se realizó para una vida útil de quince años, para lo cual se estimó el número de repeticiones de carga equivalente a 5,000 lb, a que estaría sometido durante ese periodo, se hizo empleando las curvas de diseño de Kentucky y fue revisado con los métodos del Instituto del Asfalto y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, considerando los siguientes parámetros de resistencia de los elementos que lo forman.

CBR <small>Subrasante</small> (Suelo de cimentación)	1.5 %
CBR <small>Material de base</small>	80 %
CBR <small>Material de Sub-Baso</small>	50 %
CBR <small>Material de Sub-Baso</small>	15 %
Vida de proyecto	15 años

De acuerdo a lo anterior se obtuvieron las siguientes secciones pavimento:

Tabla II.3

PARTES QUE CONSTITUYEN EL PAVIMENTO	ESPESOR (cm)		
	VIALIDAD CON CAMELLON	VIALIDAD SECUNDARIA	VIALIDAD LOCAL
Carpeta	7	6	5
Base	25	18	15
Sub - Base	25	20	18
Terracerías	20	22	10
Total	77	66	48

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos son las siguientes:

- a) Los materiales del subsuelo en el sitio en estudio están constituidos la parte superior con espesor del orden de 15 m por arcilla lacustre de alta compresibilidad, con contenido de agua medio de 200% y baja resistencia al esfuerzo cortante, presenta algunas lentes de arena fina. Los cuales descansan sobre depósitos poco deformable de arena fina limosa, arcilla arena y limo arenoso de compacidad alta y consistencia dura.
- b) La cimentación más adecuada para las estructuras proyectadas será mediante una losa de concreto reforzada ampliada, apoyada sobre una plataforma de materiales mejorados.
- c) Las losas de las estructuras cubrirán toda el área que ocupan y tendrán las siguientes ampliaciones para cada prototipo:

Prototipo DX9X15-2R (INFONAVIT)	Incrementar toda el área del patio y acceso
Prototipo DX9X16-3R (INFONAVIT)	Incrementar 0.95 m hacia los ejes 2 y 6
Prototipo DX9X16-3R (FOVI)	Incrementar 1.05 m hacia los ejes 2 y 6
Prototipo UN6X15-3R (FOVI)	Incrementar 0.75 m hacia los ejes 2 y 6

- d) La resultante entre el centro de cargas de la estructura deberá coincidir con el centro geométrico del área que cubrirá la losa de cimentación con el fin de evitar desplomes futuro, recurriendo en caso necesario a una mayor ampliación de la losa de cimentación
- e) Se recomienda evitar el crecimiento futuro de la estructura para no mover el centro de cargas de la estructura.

- f) Para alojar la plataforma de materiales mejorados se realizará un despalme mínimo de 0.3 m de espesor y el material producto del despalme será desechado.
- g) La plataforma de materiales mejorados podrá ser una mezcla de tepetate arcilloso con hidróxido de sodio (cal), en un porcentaje de 50 - 50%, se le agregará su contenido de agua óptimo y se compactará hasta alcanzar el 98 % de su peso volumétrico seco máximo según la prueba próctor estándar, sobre esta se apoyará la losa de cimentación de las estructuras.
- h) Debido a la alta deformabilidad de los depósitos del subsuelo se estima que se tendrán hundimientos importantes, con el fin de evitarse problemas futuros con la estructura, ésta deberá rigidizarse tanto la cimentación como en la superestructura, se recomienda que las losas tengan un peralte mínimo de 12 cm, sean armadas con acero convencional y las contratraves perimetrales tengan un peralte de 0.6 m.
- i) Las casa cabeceras de las manzanas de los conjuntos, para evitar los hundimientos diferenciales importantes, deberán desplantarse únicamente sobre tepetate e incrementar su peso mediante lastrado.
- j) Las juntas constructivas de las estructuras entre las casas cabeceras y las contiguas deberán ser la requerida por el reglamento más 5 cm, para prevenir cualquier desplome que provoquen los hundimientos diferenciales.
- k) Las grietas detectadas en el predio más las que se observen durante las etapas constructivas deberán ser tratadas en toda su longitud de su desarrollo mediante el relleno con una mezcla de agua - bentonita - cemento y que tenga la resistencia misma del suelo. Esta medida no soluciona todo el problema, pero si disminuye la influencia de las grietas en vialidades e instalaciones.
- l) De acuerdo a lo observado en los predios vecinos se recomienda evitar el sembrado de árboles ya que resecan a los materiales del subsuelo y generan hundimientos y depresiones locales.
- m) De acuerdo al personal técnico de Consorcio de Ingeniería Integral, S. A. de C. V., por el predio pasan una serie de fallas geológicas, por lo que se recomienda realizar un estudio geofísico para su localización y evitar construir sobre ellas.

CAPÍTULO III
PROYECTO DE DESARROLLO URBANO

III.1 NORMATIVIDAD

Para poder llevar a cabo el proyecto hidráulico es necesario definir el proyecto de desarrollo urbano, es decir, en este capítulo se hablará de la distribución arquitectónica, y lotificación y sembrado del terreno. Como se ha dicho anteriormente, el Conjunto Urbano "Las Américas", contará con tres áreas principales: habitacional, comercial e industrial; para poder optimizar el espacio con el que se cuenta, es importante, en primer lugar, dar cumplimiento a los señalamientos normativos correspondientes en materia de Desarrollos Urbanos y vivienda, ya que estas nos marcarán la pauta a seguir en cuanto a las obligaciones del desarrollador y las restricciones de dimensionamiento, uso de suelo, dotación de servicios, normatividad ambiental, vialidades, espacios diversos, etcétera.

Los lineamientos más importantes que se tomaron en cuenta para dar pie al proyecto de Desarrollo Urbano aparecen publicados en la Gaceta Oficial del Estado de México No 50, con fecha 13 de marzo de 2002, que se refiere al Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo de dicho estado. Con el fin de cumplir con el objetivo de esta tesis, sólo se mencionarán los aspectos relevantes y, que en general contribuyeron a realizar la lotificación y sembrado definitivos.

REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CODIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MEXICO

TITULO PRIMERO

DE LAS DISPOSICIONES GENERALES, DE LA PARTICIPACION CIUDADANA Y DE LA COMISIÓN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA

CAPITULO I

DEL OBJETO DEL REGLAMENTO.

ARTÍCULO 1.- Las presentes disposiciones son de orden público e interés general y tienen por objeto reglamentar el Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, denominado del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población.

DE LAS COMPETENCIAS.

ARTÍCULO 2.- La aplicación y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento corresponde a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas y a las unidades administrativas del Ejecutivo del Estado vinculadas con la materia del desarrollo urbano, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

DE LAS OBLIGACIONES DE OBTENER AUTORIZACIONES.

ARTÍCULO 4.- Toda acción que signifique la división del suelo, la construcción en, sobre o bajo la tierra, la realización de cualquier cambio material en edificios existentes y en su uso, requerirán de la autorización previa y expresa de la autoridades estatales y municipales correspondientes, en los términos del código y su reglamentación.

DE LAS LIMITACIONES Y MODALIDADES A LA PROPIEDAD

ARTÍCULO 5.- Los derechos los bienes inmuebles ubicados dentro del territorio estatal serán ejercidos por su titular con las limitaciones y modalidades establecidos por el Código, los planes que el mismo regula.

Toda acción que signifique la autorización de las tierras ejidales o comunales con fines urbanos, tales como la apertura de calles, conjuntos urbanos, subdivisiones y fusiones de predios, condominios o cualquier otro acto

de construcción de inmuebles, incluso en los solares urbanos de propiedad privada de los ejidos o comunidades, se sujetará a las disposiciones del Código, este Reglamento, los planes de desarrollo urbano y demás normatividad aplicable, independientemente de las medidas previstas en la legislación en materia agraria.

TITULO CUARTO

DE LOS CONJUNTOS URBANOS

CAPÍTULO I

DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

DE LAS REGLAS GENERALES PARA LOS CONJUNTOS URBANOS.

ARTÍCULO 40.- En los conjuntos urbanos se observará lo siguiente:

- I. Previo a su autorización, se deberá obtener de la Secretaría el dictamen de factibilidad en términos de lo que establece el artículo 45 de este Reglamento.
- II. Su dimensión y densidad estarán en función de la disponibilidad de agua potable.
- III. Podrán ubicarse indistintamente en áreas urbanas y urbanizables de un centro de población, a excepción del de tipo habitacional campestre que podrá localizarse fuera de los centros de población.
- IV. Los lotes, para que puedan ser ocupados, deberán estar dotados de obras terminadas de urbanización y equipamiento, excepto tratándose del conjunto urbano habitacional progresivo.
- V. Su titular prestará gratuitamente los servicios municipales de agua potable, drenaje, alumbrado público y recolección de basura, en los casos en que se haya autorizado la ocupación de lotes, hasta la fecha de su entrega al municipio.

DE LAS NORMAS BÁSICAS DE LOS CONJUNTOS URBANOS.

ARTÍCULO 42.- Se aplicará a los conjuntos urbanos las siguientes normas básicas sobre dimensiones mínimas, ancho de vías públicas y áreas de donación destinadas a equipamiento urbano.

- I. Las dimensiones mínimas de los lotes resultantes, unifamiliares con frente a la vía pública, en conjuntos urbanos habitacionales serán para:
 - A) Social progresivo y de interés social: 6 metros de frente y sesenta metros cuadrados de superficie
 - B) Popular y medio: 6 y 9 metros de frente y 90 y 120 metros cuadrados de superficie respectivamente.
 - C) Residencial: 9 metros de frente y 150 metros cuadrados de superficie; y residencial alto: 9 metros de frente y 250 metros cuadrados de superficie.
 - D) Campestre: 25 metros de frente y 1500 metros cuadrados de superficie.
- II. Las dimensiones mínimas de los lotes resultantes, con frente a vía pública en conjuntos urbanos de otros tipos, serán para:
 - A) Conjunto Urbano Industrial y agroindustrial, para grande y mediana industria o agroindustria: 20 metros de frente y 500 metros cuadrados de superficie; y para micro y pequeña industria o agroindustria: 10 metros de frente y 150 metros cuadrados de superficie.
 - B) Conjuntos urbanos de abasto, comercio y servicios: 7 metros de frente y 60 metros cuadrados de superficie.

- III. Las secciones de las vías públicas del conjunto urbano deberán fijados en este reglamento, salvo las vías locales de los conjuntos urbanos industriales, que deberán tener como mínimo 20 metros de sección.
- IV. Las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano a favor de los municipios en los conjuntos urbanos habitacionales social progresivo, de interés social y popular, se determinará sobre la base de 18 metros cuadrados por vivienda prevista.
- V. Las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano en los conjuntos habitacionales de tipo medio, se establecerá sobre la base de 15 y 5 metros cuadrados por vivienda prevista, y en los de tipo residencial y residencial alto, sobre la base de 15 y 10 metros cuadrados por vivienda prevista, en favor del municipio y del Estado para dedicarse a equipamiento local y regional respectivamente.
- VI. En el conjunto urbano residencial campestre, el área de donación destinada a equipamiento urbano equivaldrá al 4 por ciento y 3 por ciento del total del área enajenable, para obras de equipamiento del municipio y el Estado, respectivamente.
- VII. En el conjunto urbano industrial, el área de donación destinada a equipamiento urbano equivaldrá al 4 por ciento y al 3 por ciento del total del área enajenable, para obras de equipamiento municipales y estatales, respectivamente. Cuando el predio esté situado en la zona metropolitana del Valle Cuautitlán Texcoco, el área de donación para equipamiento urbano será del 5 por ciento y 5 por ciento del área enajenable, respectivamente.
- VIII. Las áreas de donación para obras de equipamiento municipal y estatal en los conjuntos urbanos de abasto, comercio y servicios, equivaldrá al 4 por ciento y 3 por ciento del área enajenable.
- IX. En el conjunto urbano tipo mixto se aplicará en forma armónica y concordante, las normas básicas de cada uno de los tipos de conjunto urbano que lo conforman, de la manera que resulte compatible en cada caso.
- X. Contarán con áreas vendibles destinadas al comercio de productos y servicios básicos, en al menos 0.50 metros cuadrados por vivienda autorizada; tratándose de conjuntos habitacionales mayores de 4000 viviendas dispondrán para Centro Urbano Regional (CUR) áreas vendibles a razón de 8 metros cuadrados por vivienda autorizada.
- XI. Las instalaciones, edificaciones y todo aquel mobiliario urbano que se hubiese utilizado para la promoción y venta de un conjunto urbano, deberán dedicarse definitivamente a dicho fin.

CAPÍTULO IV

DE LAS OBLIGACIONES DE LOS TITULARES DE CONJUNTOS URBANOS

DE LAS ÁREAS DE DONACIÓN DESTINADAS A EQUIPAMIENTO URBANO.

ARTÍCULO 54.- La localización de las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano en los conjuntos urbanos, se fijará por la Secretaría a propuesta del desarrollador. Dichas áreas se utilizarán para el equipamiento que se establezca en este Reglamento para cada tipo de conjunto urbano o se precise en el respectivo acuerdo de autorización y en los planos relativos.

Para el aprovechamiento de dichas áreas con equipamientos diferentes, se requerirá la autorización de la Secretaría, siempre y cuando exista causa justificada y lo solicite el municipio correspondiente.

DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ÁREAS DE DONACIÓN DESTINADAS A EQUIPAMIENTO URBANO.

ARTÍCULO 55.- Las áreas de donación destinadas a equipamiento urbano establecidas en el acuerdo de autorización de un conjunto urbano, deberán tener frente a la vía pública, estar preferentemente circundadas por vías públicas y contar con un ancho no menor de 15 metros y una superficie mínima de 500 metros

cuadrados, salvo en conjuntos urbanos habitacionales social progresivos y de interés social, en cuyo caso podrán tener una superficie de 400 metros cuadrados.

En ningún caso podrán cuantificarse como áreas de donación destinadas a equipamiento urbano:

- I. Terrenos con pendientes mayores de 15 por ciento.
- II. Terrenos nivelados mediante rellenos, salvo que se destinen a equipamiento deportivo al aire libre o a áreas verdes o, que se hayan compactado con la autorización del municipio respectivo, con la supervisión de la Secretaría.
- III. Terrenos afectados por restricciones federales, estatales o municipales.
- IV. Camellones u otras áreas verdes en vías públicas.

DE LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN.

ARTÍCULO 58.- Las obras de urbanización en los conjuntos urbanos, comprenderán a lo menos:

- I. Red de distribución de agua potable.
- II. Red separada de drenaje pluvial y sanitario o el sistema que en su caso sea determinado por la Comisión del Agua del estado de México o el correspondiente organismo operador municipal, atendiendo las características del desarrollo y su entorno.
- III. Red de distribución de energía eléctrica.
- IV. Red de alumbrado público.
- V. Guarniciones y banquetas.
- VI. Pavimento en arroyo de calles y, en su caso, en estacionamientos y andadores.
- VII. Jardinería y forestación.
- VIII. Sistema de nomenclatura para las vías públicas.
- IX. Señalamiento vial.
- X. Cuando corresponda, las obras de infraestructura primaria que se requiera para incorporar el conjunto urbano en las áreas urbanas y sus servicios.
- XI. En su caso el proyecto de las redes de alcantarillado debe prever la planta o sistema de aguas residuales, para su posterior descarga, o bien, cuando este prevista la construcción de macroplantas o sistemas de tratamiento regional, hacer la aportación económica equivalente a la Comisión del Agua del Estado de México o al respectivo organismo operador municipal, según corresponda.

Las obras de urbanización al interior de los conjuntos urbanos, comprenderán igualmente las instalaciones y obras de infraestructura complementarias para su operación, tales como tanque elevado de agua potable, cárcamo, pozos de absorción y demás que sean necesarias.

DE LAS OBRAS DE EQUIPAMIENTO URBANO.

ARTÍCULO 59.- El titular de un conjunto urbano deberá construir las siguientes obras de equipamiento en las áreas verdes de donación destinadas para tal efecto, las que se incrementarán o disminuirán proporcionalmente, atendiendo al número de viviendas, o en su caso, a la superficie del área vendible:

- I. En conjuntos urbanos habitacionales social progresivo, por cada 1,000 viviendas previstas:
 - A) Jardín de niños de tres aulas, con una superficie mínima de terreno de 996 metros cuadrados y de 345 metros cuadrados de construcción.
 - B) Escuela primaria o secundaria de 12 aulas, con una superficie mínima de terreno de 3,480 metros cuadrados y de 1,296 metros cuadrados de construcción.
 - C) Jardín vecinal y área deportiva de 6,000 metros cuadrados de superficie.

- II. En conjuntos urbanos habitacionales de tipo interés social y popular, por cada 1,000 viviendas previstas:
- A) Jardín de niños de tres aulas, con una superficie mínima de terreno de 996 metros cuadrados y de 345 metros cuadrados de construcción.
 - B) Escuela primaria o secundaria de 12 aulas, con una superficie mínima de terreno de 3,480 metros cuadrados y de 1,296 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el acuerdo de autorización respectivo.
 - C) Obra de equipamiento urbano básico en 210 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.
 - D) Jardín vecinal y área deportiva de 8,000 metros cuadrados de superficie.
- III. En conjuntos habitacionales de tipo medio, residencial, residencial alto y campestre, por cada 1,000 viviendas previstas:
- A) Jardín de niños de 4 aulas.
 - B) Escuela primaria o secundaria de 16 aulas, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización del desarrollo.
 - C) Obra de equipamiento urbano básico en 250 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.
 - D) Jardín vecinal y área deportiva de 4,000 metros cuadrados de superficie.
 - E) Zona deportiva y juegos infantiles de 8,000 metros cuadrados de superficie.
- IV. En conjuntos urbanos industriales:
- A) Zona deportiva: una cancha de balompié por cada 20 hectáreas de la superficie total; una cancha de baloncesto y usos múltiples por cada 10 hectáreas de suelo vendible.
 - B) Guardería infantil: Un metro cuadrado construido por cada 2,000 metros cuadrados de superficie vendible.
 - C) Centro de capacitación o edificio administrativo: Un metro cuadrado construido por cada 2,500 metros cuadrados de superficie vendible.
 - D) Obra de equipamiento urbano básico en 250 metros cuadrados de construcción, conforme se determine
- V. En conjuntos urbanos de abasto, comercio y servicios:
- A) Guardería infantil: Un metro cuadrado construido por cada 200 metros cuadrados de superficie vendible.
 - B) Centro administrativo de servicios: Un metro cuadrado construido por cada 200 metros cuadrados de superficie vendible.
 - C) Obra de equipamiento urbano básico en 250 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.

DE LAS OBRAS DE EQUIPAMIENTO URBANO BÁSICO.

ARTÍCULO 60.- Las obras de equipamiento urbano básico serán determinadas en el acuerdo de autorización respectivo, con base en el dictamen de factibilidad del desarrollo, a propuesta del municipio correspondiente y de acuerdo a los equipamientos necesarios en la zona de ubicación del desarrollo.

Tales obras de equipamiento urbano básico podrán consistir en los siguientes, o la combinación de más de uno, siempre y cuando se ajusten a la superficie en metros cuadrados establecida en el artículo anterior de este Reglamento:

- | | |
|-------|---|
| I. | Unidad Médica. |
| II. | Biblioteca pública. |
| III. | Casa de la cultura. |
| IV. | Escuela de artes. |
| V. | Auditorio. |
| VI. | Casa hogar para menores. |
| VII. | Casa hogar para ancianos. |
| VIII. | Centro de integración juvenil. |
| IX. | Centro integral de servicios de comunicaciones (correos, radiotelefonía, telégrafos entre otros). |
| X. | Plaza cívica. |
| XI. | Gimnasio deportivo. |
| XII. | Lechería. |
| XIII. | Caseta o comandancia de policía. |
| XIV. | Guardería infantil |
| XV. | Escuela especial para atípicos |
| XVI. | Otros que al efecto se determinen. |

Cuando el municipio tenga previsto llevar a cabo obras de equipamiento urbano básico o en su caso de equipamiento regional, con dimensiones mayores a las resultantes de aplicar las reglas establecidas en el artículo anterior, la secretaría podrá autorizar que la obligación del titular de un conjunto urbano de ejecutar dicha obras, sea permutada por la de cubrir en efectivo el costo de las mismas a la Tesorería municipal, previa autorización del unicipio respectivo. Dicho costo será calculado de acuerdo al Tabulador de precios Unitarios de la Secretaría. En estos casos, el municipio adquiere la obligación de aplicar tales recursos a la obra de que se trate.

La Secretaría mantendrá actualizado el tabulador de precios unitarios y lo publicará periódicamente en la Gaceta de Gobierno.

DE LA SUSTITUCIÓN DE LAS OBRAS DE EQUIPAMIENTO.

ARTÍCULO 64.- Cuando en la zona circunvecina al predio por desarrollar exista suficiente equipamiento de alguna o algunas de las obras de equipamiento señaladas en este Reglamento, podrá autorizarse la sustitución de hasta un 50 por ciento de ellas conforme a lo siguiente.

- I. La Secretaría, con base en el dictamen de factibilidad del desarrollo y a solicitud del municipio de que se trate o, en su caso, a petición del desarrollo con la aprobación del municipio, determinará la obra o las obras de equipamiento urbano que puedan sustituirse, siempre y cuando: sea de mayor beneficio para el desarrollo y su zona de influencia; tenga un costo equivalente a la que valla a remplazar; no se desmerite la prestación de los servicios correspondientes, en particular los educativos; y se ubique dentro del respectivo municipio.
- II. Cuando la obra de equipamiento tuviere un costo mayor a la que remplazaría, podrá llevarse a cabo si el municipio, los vecinos o un tercero cubren la diferencia de costos, situación que en su caso deberá formalizarse debidamente.
- III. En su caso, en el acuerdo de autorización del desarrollo se deberá justificar la situación y se señalará la obra u obras de equipamiento que en definitiva habrán de efectuarse.

TITULO OCTAVO
DE LAS VÍAS PÚBLICAS Y PRIVADAS
CAPÍTULO ÚNICO

DE LAS DEFINICIONES.

ARTÍCULO 138.- Para los efectos de este Reglamento, se establecen las definiciones siguientes:

- I. **Vía pública:** es todo inmueble de dominio público de uso común destinado al libre tránsito, cuya función sea la de dar acceso a los predios colindantes, alojar las instalaciones de obras o servicios públicos y proporcionar ventilación, iluminación y asoleamiento a los edificios.
- II. **Vía privada:** es todo inmueble de propiedad privada destinado al tránsito y uso común de sus propietarios o de lo habitantes de un agrupamiento de lotes, áreas privadas o viviendas.
- III. **Sección:** es el ancho de una vía pública o privada, medido de paramento a paramento, comprende las banquetas y el arroyo destinado al tránsito de vehículos.

DE LAS NORMAS PARA LAS VÍAS PÚBLICAS Y PRIVADAS.

ARTÍCULO 140.- Se establecen como normas para las vías públicas y privadas, las siguientes:

- I. La sección y el arroyo mínimo serán.
 - A) Para vías primarias: 21 metros de sección y 15 de arroyo.
 - B) Para vías secundarias o colectoras 18 metros de sección y 14 de arroyo.
 - C) Para vías locales: 12 metros de sección y 9 de arroyo.
 - D) Para vías con retorno: 9 metros de sección y 7 de arroyo.
 - E) Andadores: 3 metros, excepto cuando sirvan para acceso a edificaciones una frente a otra, en cuyo caso serán de 6 metros.
- II. Los anchos mínimos de las banquetas serán: de tres metros en vías primarias; de 2 metros en secundarias o colectoras; de 1.50 metros en las locales y de 1.00 metros en las de vías con retorno y las interiores de los condominios.
- III. Las vías secundarias o colectoras se establecerán a cada 1,000 metros de distancia como máximo.
- IV. La separación máxima entre las vías locales será de 200 metros, pudiéndose ajustar como corresponda a la topografía y configuración del terreno.
- V. La distancia entre las vías con retorno o estacionamientos colectivos y el lote a l cual se accede, será como máximo de 150 metros.
- VI. Todas las vías cerradas deberán de contar con un retorno para salir de ellas.
- VII. Las edificaciones para equipamientos educativos o de salud, así como las edificaciones y zonas comerciales o industriales que pueden ser o son intensamente utilizadas por el público, deberán contar con acceso de carga y descarga por vías laterales o posteriores y dentro del predio.
- VIII. Las vías proyectadas como prolongaciones de una existente, no podrán tener una sección menor de ésta, siempre que la misma cumpla con el mínimo fijado en este artículo.
- IX. Las señales de tránsito, lámparas, casetas y demás elementos integrantes del mobiliario urbano, serán instalados de manera que no obstaculicen la circulación o la visibilidad de los usuarios.

III.2 LOTIFICACIÓN

En base a la Normatividad descrita en el apartado anterior y asumiendo que el proyecto de urbanización será un conjunto de Interés Social y Popular; se procede a definir el tipo de vivienda y las dimensiones de los lotes pretendidos.

La lotificación esta basada en tres lotes tipo, los cuales están distribuidos de la siguiente forma; de 9.00 x 15.00 metros (135.00 m²) y 9.00 x 16.00 metros (144.00 m²), utilizados para INFONAVIT; y de 9.00 y 16.00 (144.00 m²) y 6.00 x 15.00 metros (90.00 m²), estos lotes están planificados para contener dos viviendas en cada lote, excepto el último mencionada el cual será un lote unifamiliar, cada vivienda constará con su cajón de estacionamiento y área verde.

DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO.

La lotificación tendrá cuatro prototipos: DX9X15-2R (INFONAVIT), DX9X16-3R (INFONAVIT), DX9X16-3R (FOVI) y UN6X15-3R (FOVI). Con un total de 15,000 viviendas plan maestro. Teniendo una dosificación de vivienda de la siguiente manera:

DX9X15-2R (INFONAVIT)	4,177 viviendas	31.67%
DX9X16-3R (INFONAVIT)	1,233 viviendas	9.49%
DX9X16-3R (FOVI)	5,430 viviendas	41.77%
UN6X15-3R (FOVI)	2,220 viviendas	17.08%
TOTAL	13,000 VIVIENDAS	100.00%

En el prototipo DX9X15-2R (INFONAVIT) se desplantarán dos viviendas en un lote tipo de 9.00 m. de frente por 15.00 metros de fondo, con una superficie de 135.00 m², cada vivienda será unifamiliar y estará desplantada en dos niveles y contará con un cajón de estacionamiento de 4.665 metros de fondo y tendrá el siguiente partido arquitectónico, en planta baja consta de: sala, comedor, cocina, patio de servicio, escalera, cochera y jardín; en planta alta tendrá: dos recamaras baño y vestíbulo. El área total construida incluyendo volados será de 60.200 m².

En el prototipo DX9X16-3R (INFONAVIT y FOVI) se desplantarán 2 viviendas en un lote tipo 9.00 metros de frente por 16.00 metros de fondo, con una superficie por lote de 144.00 m², cada vivienda será unifamiliar y estará desplantada en dos niveles, contará con un cajón de estacionamiento de 4.675 metros de fondo y tendrá el siguiente partido arquitectónico, en planta baja consta de: sala, comedor, cocina, recamara, patio de servicio, escalera, cochera y jardín; en planta alta tendrá: dos recamaras, baño y vestíbulo. El área total construida incluyendo volados será de 67.540 m².

En el prototipo UN6X15-3R (FOVI) se desplantara una vivienda en un lote tipo de 6.00 metros de frente por 15.00 metros de fondo con una superficie por lote de 90.00 m², cada vivienda será unifamiliar y estará desplantada en dos niveles y contará con un cajón de estacionamiento de 4.675 metros de fondo y tendrá el siguiente partido arquitectónico, en planta baja: sala, comedor, cocina, baño, recamara, patio de servicio, escalera, cochera y jardín, en planta alta tendrá: dos recamaras, sala de T.V., baño y vestíbulo. El área total construida incluyendo volados será de 88.110 m².

III.3 SEMBRADO.

Tabla 3.1 Superficies proyectadas

USO DE SUELO	SUPERFICIE (MILES M ²)
Sup. Habitacional	1,020
Sup. Comercial	20
Sup. Corredor Urbano	295
Sup. Industrial	862
Sup. Donación Vivienda	237
Sup. Donación Comercio	25
Sup. Donación Industria	86
Sup. Donación Total	348
Sup. Terminal Multimodal	30
Sup. Vía Pública	610
Sup. Restricción.	230
SUP. TOTAL	3,415

ACCESOS PRINCIPALES.

Los accesos se darán a través de la avenida Carlos Hank González (que atraviesa al predio en las colindancias sur y poniente) y la avenida 1° de Mayo (que entronca perpendicularmente con la avenida Carlos Hank González en el surponiente del predio), la primera corre de sur a norte y es la continuidad de la Avenida Central, comunicando a través de esta vialidad al Distrito Federal, la segunda corre de poniente a oriente y entronca con la avenida Morelos, y comunica las zonas de Ecatepec y Lechería.

SISTEMA VIAL.

El desarrollo tendrá su principal acceso al sur y poniente del predio a través de la avenida Carlos Hank González (Avenida Central), por medio de avenidas laterales, tendrá tres entronques que serán los accesos principales: el primero al sur del predio a través de la Avenida del Canal con una sección vial de 25.00 metros, el segundo al poniente del predio a través de la Avenida 1° de Mayo con una sección vial de 25.00 metros y el tercero al norponiente del predio a través de la paralela de la Avenida Mariano Matamoros con una sección de 27.00 metros. Los tres accesos conformarán dentro del predio una estructura vial de poniente a oriente, que se entrelazará con otras vialidades que correrán de norte a sur y se comunicarán con las calles al norte del predio con el fraccionamiento "Jardines de Morelos" que son: Lago de Chapultepec, Ignacio López Rayón, Miguel Hidalgo, Bosque de Ombues y bosque de las flores.

La anterior descripción corresponde a las vialidades primarias y secundarias, a esta estructura vial, se complementará con vialidades locales de 12.00 metros que darán forma a las manzanas, las cuales no tendrán una separación mayor de 200 metros, y dentro de estas se dará acceso a las viviendas a través de circuitos en "U" con calles de 9 metros de sección.

ÁREAS DE DONACIÓN.

Las áreas de donación suman un total de 18 m² por vivienda, se tomo en cuenta el 7% del área comercial y el 10% del área industrial. Todas estas áreas están localizadas estratégicamente para una buena disposición y uso

del equipamiento urbano; todas a través de accesos francos comunicados por la Avenida Principal del Conjunto Urbano.

Según Artículo 42 las áreas de donación serán:

Inciso IV: 18 m² de donación por vivienda prevista.

$$18 \text{ m}^2 \times 13,000 \text{ viviendas} = 234,000 \text{ m}^2 \text{ de donación.}$$

Inciso VII : 4 % del área enajenable *industrial* para uso municipal y 3% para uso estatal.

$$862,000 \text{ m}^2 \times 4\% = 34,480 \text{ m}^2 \text{ de donación.}$$

$$862,000 \text{ m}^2 \times 3\% = \underline{25,860 \text{ m}^2 \text{ de donación.}}$$

$$60,340$$

Inciso VIII : 4 % del área enajenable *comercial* para uso municipal y 3% para uso estatal.

$$314,000 \text{ m}^2 \times 4\% = 12,560 \text{ m}^2 \text{ de donación.}$$

$$314,000 \text{ m}^2 \times 3\% = \underline{9,420 \text{ m}^2 \text{ de donación.}}$$

$$21,980 \text{ m}^2$$

Tabla 3.2 Áreas de Donación para equipamiento urbano.

USO DE SUELO	SUPERFICIE PROYECTADA DE DONACION (m ²)	SUPERFICIE A DONAR SEGUN ARTÍCULO 42 (m ²)
Habitacional	237,000	234,000
Industrial	86,000	60,340
Comercial	25,000	21,980
TOTAL	348,000	316,320

$$\text{Donación existente} = 348,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Donación requerida} = \underline{316,320 \text{ m}^2}$$

$$\text{Diferencia} = 31,680 \text{ m}^2$$

Como se puede apreciar en la tabla 3.2, la superficie de donación que se tiene en cuenta en el proyecto rebasa en todos los casos lo que la ley dispone aplicar como áreas de donación para equipamiento urbano.

EQUIPAMIENTO URBANO.

En cuanto a equipamiento urbano básico para la vivienda contará con jardines de niños, escuelas primarias, juegos infantiles, zonas deportivas, jardines vecinales y locales comerciales.

En cuanto a equipamiento regional, contará en el norponiente del predio con un Hospital Regional de 140 camas y en el sur oriente del predio una terminal multimodal de transporte, también contará en el sur del predio con un Centro Comercial, conformado por tiendas ancla y subancla (tiendas de autoservicio, restaurante y cines). También contará con un corredor urbano al oriente del predio, el cual tendrá acceso a

través de una lateral de la Avenida Carlos Hank González en donde se ubicarán: tiendas de autoservicio, locales comerciales, restaurantes, hotel, gasolinera y agencias de autos.

Según el artículo 59, inciso II. las obras de equipamiento deberán ser por cada 1,000 viviendas:

A) Jardín de niños de tres aulas, con una superficie mínima de terreno de 996 m².

$$13000 \text{ viviendas}/1000 = 13 ; \quad 13 \times 996 \text{ m}^2 = 12,948 \text{ m}^2$$

$$13 \times 3 \text{ aulas} = 39 \text{ aulas.}$$

B) Escuela primaria o secundaria de 12 aulas con superficie mínima de terreno de 3,480 m².

$$13000 \text{ viviendas}/1000 = 13 ; \quad 13 \times 3,480 \text{ m}^2 = 45,240 \text{ m}^2$$

$$13 \times 12 \text{ aulas} = 156 \text{ aulas.}$$

C) Obra de equipamiento urbano básico en 210 m² de construcción.

$$13000 \text{ viviendas}/1000 = 13 ; \quad 13 \times 210 \text{ m}^2 = 2,730 \text{ m}^2$$

D) Jardín vecinal y área vecinal de 8,000 m² de superficie.

$$13000 \text{ viviendas}/1000 = 13 ; \quad 13 \times 8,000 \text{ m}^2 = 104,000 \text{ m}^2$$

Según el artículo 59, inciso IV en conjuntos urbanos industriales:

D) Zona deportiva: una cancha de balompié por cada 20 hectáreas de la superficie total; una cancha de baloncesto y usos múltiples por cada 10 hectáreas de suelo vendible.

$$\text{Zona industrial proyectada} = 862,000 \text{ m}^2 = 86.2 \text{ ha. ;}$$

$$86.2 \text{ ha}/20 \text{ ha} = 4.31 \text{ canchas de balompié}$$

$$86.2 \text{ ha} /10 \text{ ha} = 8.62 \text{ canchas de baloncesto}$$

E) Guardería infantil: Un metro cuadrado construido por cada 2,000 metros cuadrados de superficie vendible.

$$862,000 \text{ m}^2 / 2,000 \text{ m}^2 = 431 \text{ m}^2 \text{ de construcción.}$$

F) Centro de capacitación o edificio administrativo: Un metro cuadrado construido por cada 2,500 metros cuadrados de superficie vendible.

$$862,000 \text{ m}^2 / 2,500 \text{ m}^2 = 344.8 \text{ m}^2 \text{ de construcción}$$

G) Obra de equipamiento urbano básico en 250 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.

Según el artículo 59, inciso V en conjuntos urbanos de abasto, comercio y servicios:

H) Guardería infantil: Un metro cuadrado construido por cada 200 metros cuadrados de superficie vendible.

Zona comercial proyectada = 315,000 m²

$$315,000 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2 = 1,575 \text{ m}^2$$

- I) Centro administrativo de servicios: Un metro cuadrado construido por cada 200 metros cuadrados de superficie vendible.

$$315,000 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2 = 1,575 \text{ m}^2.$$

- J) Obra de equipamiento urbano básico en 250 metros cuadrados de construcción, conforme se determine en el respectivo acuerdo de autorización.

Tabla 3.3 Equipamiento requerido.

Jardín de niños	39 aulas	12,948 m ²
Escuela primaria	156 aulas	45,240 m ²
Obra de equipamiento básico	Zona Habitacional	210 m ²
	Zona Industrial	250 m ²
	Zona Comercial	250 m ²
	TOTAL	710 m ²
Jardín vecinal		104,000 m ²
Zona deportiva	Canchas de balompié	4
	Canchas de baloncesto	9
Guardería infantil	Zona Industrial	431 m ² de construcción
	Zona Comercial	1,575 m ² de construcción
Centro de capacitación o edificio administrativo		344.8 m ² de construcción
Centro administrativo de servicios		1,575 m ² .

Según el Artículo 64, en común acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de México y el H. Ayuntamiento del Municipio de Ecatepec, el equipamiento resultante de acuerdo a las necesidades de la zona y obras requeridas a permutarse para la construcción de un Centro de Convenciones, el Equipamiento Urbano Resultante quedará como lo indica la figura 3.1.

Figura 3.1
Equipamiento resultante

EQUIPAMIENTO RESULTANTE	
COMPLEJO DE JARDINES INFANTILES	SUP. CONST. = 20,322.00 M ²
JARDIN VERDE	SUP. = 20,000.00 M ²
CIUDAD DE LOS NIÑOS	SUP. = 21,728.00 M ²
4 JARDINES DE NIÑOS DE 9 AULAS	SUP. CONST. = 1,756.00 M ² Para 1 Jardín SUP. TERRENO = 2,288.00 M ²
1 JARDIN DE NIÑOS DE 3 AULAS	SUP. CONST. = 342.00 M ² SUP. TERRENO = 464.00 M ²
3 ESCUELAS PRIMARIAS DE 12 AULAS	Para 1 Escuela SUP. CONST. = 1,344.00 M ² SUP. TERRENO = 1,280.00 M ²
1 ESCUELA PRIMARIA DE 12 AULAS	SUP. CONST. = 1,344.00 M ² SUP. TERRENO = 1,480.00 M ²
CENTRO DE CONVENCIONES	SUP. CONST. = 2,736.00 M ² SUP. TERRENO = 12,784.00 M ²

Atendiendo a la Normatividad competente, se definió la siguiente estructura urbana para el Conjunto Habitacional "Las Américas" (Figura 3.2)

Figura 3.2
Plano de Lotificación



CAPÍTULO IV
PROYECTO HIDRÁULICO

IV.1 RASANTES.

Una vez definido el proyecto urbano del Desarrollo habitacional, los estudios previos de ingeniería básica y en general todo lo necesario para realizar el proyecto hidráulico (red de abastecimiento de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial), previamente es necesario definir las cotas de rasante del proyecto arquitectónico del Desarrollo.

El alineamiento y la pendiente de las redes, depende de las condiciones mínimas y máximas hidráulicas establecidas en los reglamentos o normas de construcción del lugar donde se realicen dichos proyectos. Según el análisis y los criterios de diseño se van tomando decisiones que beneficien económicamente el proyecto, sin dejar a un lado la eficiencia y la seguridad que deben tener obras de tal magnitud.

Para asegurar el flujo del agua en las tuberías, es necesario garantizar que ésta tenga la carga suficiente; cuando la carga estática no lo es, se utiliza el bombeo. Para el caso que nos ocupa, el terreno es casi plano, es decir, las cotas en el terreno se mantienen en un rango en donde el desnivel no supera los dos metros.

Los niveles son determinados por las condiciones físicas existentes, en la medida en que se modifiquen estas, el costo de las obras se elevará en la misma magnitud, ya que se afectan las profundidades y volúmenes de excavación, relleno y cortes en su caso.

El proyecto de "Rasantes", va encaminado a definir, con ayuda principalmente del estudio o levantamiento topográfico previamente realizado, los niveles físicos y cadenamientos de vialidades, guarniciones, banquetas y plataformas constructivas. La importancia de referenciar todos estos elementos nos interesa en la realización del proyecto hidráulico, ya que las tuberías para dichos fines tendrán su recorrido principal por las vialidades del Desarrollo.

Ya que uno de los alcances de esta tesis cubre el diseño del proyecto hidráulico, solo se describirá a continuación el como se obtuvieron las cotas de rasantes de las vialidades:

- 1) Trazo de ejes de vialidad.
Tomando en cuenta la geometría y el proyecto urbano del Desarrollo, se calculan las coordenadas de los ejes de las vialidades y los datos de las curvas horizontales necesarias.
- 2) Cálculo de elevación de rasante de vialidades.
El trazo de las vialidades se realiza mediante el método de la curva masa tomando en cuenta los volúmenes de corte y de excavación para definir las líneas imaginarias llamadas rasantes. El trazo de estas debe contribuir al correcto escurrimiento del agua pluvial hacia las coladeras o atarjeas, de tal manera que se eviten encharcamientos y que todo el producto de una tormenta sea recolectado por la red de drenaje y así el sistema funcione correctamente.

Según los planos de desarrollo urbano se localizan las principales atarjeas y se enumeran para posteriormente definir las redes, estos puntos se muestran junto con el diseño de las redes de agua potable, drenaje sanitario y pluvial en las figuras IV.2.2, IV.3.3 y IV.4.2.

La tabla IV.1.1 muestra las cotas de rasante de los diferentes puntos o principales atarjeas.

Tabla IV.1.1					
Cotas de rasante					
Crucero	Cota de rasante (m)	Crucero	Cota de rasante (m)	Crucero	Cota de rasante (m)
1	0.21	36	-0.35	70	0.05
2	0.03	37	-0.21	71	-0.25
3	-0.48	38	0.58	72	2.15
4	-0.1	39	0.65	73	1.98
5	0.08	40	0.23	74	2.6
6	-0.28	41	0.15	75	0.65
7	-0.05	42	0.15	76	2.38
8	0.55	43	-0.45	77	1.25
9	-0.37	44	-0.6	78	1.02
10	-0.51	45	-0.74	79	2.38
11	0.97	46	0.23	80	0.2
12	0.04	47	0.45	81	0.69
13	-0.29	48	0.18	82	1.48
14	1.03	49	-0.015	83	2.58
15	0.27	50	0.27	84	0.36
16	-0.45	51	-0.58	85	0.58
17	1.01	52	0.04	86	0.21
18	0.6	53	-0.5	87	0.25
19	0.21	54	-0.48	88	-0.38
20	0.68	55	0.15	89	-0.21
21	0.38	56	0.21	90	-0.54
22	-0.12	57	0.58	91	-0.35
23	0.67	58	0.41	92	-1.24
24	0.28	59	0.36	93	-0.87
25	-0.32	60	0.08	94	-1.89
26	0.98	61	0.1	95	-1.58
27	0.92	62	0.19	96	-2.01
28	1.02	63	0.58	97	-2.65
29	1.01	64	-0.01	CB1	-0.02
30	0.93	65	0.13	CB2	-0.04
31	0.93	65'	0.35	CB3	-0.36
32	0.55	66	0.15	CB4	-2.64
33	0.25	67	0.1		
34	0.32	68	0.03		
35	0.08	69	0.11		

IV.2 AGUA POTABLE.

En el diseño de un sistema de agua potable intervienen varios factores; los consumos de agua varían con los países e incluso con las diferentes regiones; así, en las ciudades se consume mayor cantidad que en las zonas rurales. En efecto, las condiciones climatológicas e hidrológicas de la región considerada, las costumbres locales y el género de la actividad de los habitantes tienen una influencia directa en las cantidades de agua consumida.

La cantidad de agua que se le asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día medio anual incluyendo pérdidas, se le llama "dotación", y está en función de todos los factores mencionados anteriormente.

IV.2.1 Dotación de proyecto.

Para el caso del Conjunto Habitacional en cuestión, tomando en cuenta que es un Desarrollo de interés social y consultando el MAPAS de la C.N.A., se calculó una dotación de 150 l/hab/día.

El consumo medio anual es el que resulta de multiplicar la dotación por el número de habitantes y por los 365 días del año.

$$V_{ma} = \frac{D \times P \times 365}{1000}$$

Donde:

V_{ma} es el consumo medio anual en m^3
 D es la dotación en l/hab/día
 P es el número de habitantes.

Por lo tanto

$$V_{ma} = \frac{150 \times 65,000 \times 365}{1000}$$

$$V_{ma} = 3,558,750.00 \text{ m}^3$$

Este volumen es menor a los 5.5 millones de m^3 indicados en los títulos de concesión de los 5 pozos, por lo que para las zonas comercial e industrial se podrán aplicar 1'941,250 m^3 /año.

El consumo medio diario anual (V_{md}) en m^3 , es por consiguiente:

$$V_{md} = \frac{D \times P}{1000}$$

$$V_{md} = \frac{150 \times 65,000}{1000}$$

$$V_{md} = 9750 \text{ m}^3$$

Y el gasto medio diario anual (Q_m), para la zona habitacional en litros por segundo, es:

$$Q_m = \frac{D \times P}{86,400}$$

$$Q_m = \frac{150 \times 65,000}{86,400}$$

$$Q_m = 112.85 \text{ l/s}$$

El gasto medio diario es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

Para un Desarrollo Habitacional integral como el que se trata, se debe prever no sólo el consumo de la población en sí, sino también se considera las aportaciones que recibirán las áreas comerciales, industriales y de donación. Como no se sabe aún el tipo de comercio e industria que se establecerá, según las normas del CAEM, para abastecer a estas zonas se aceptó una dotación 1.00 litro por segundo extra por cada hectárea considerada:

Zona	Superficie (ha)	Aportación (l/s)
Comercial	31.4	31.4
Industrial	86.2	86.2
Donación	47.8	47.8

Por lo tanto el gasto medio queda de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{D \times P}{86,400} + \text{Aportación comercial} + \text{Aportación Industrial} + \text{Aportación donación}$$

$$Q_m = 112.85 + 31.40 + 86.20 + 47.80$$

$$Q_m = 278.25 \text{ l/s}$$

Existen variaciones según la hora y el día en los consumos, esto significa que el gasto medio se tiene que afectar por los coeficientes de variación horaria (CVH) y el coeficiente de variación diaria (CVD).

$$Q_{md} = Q_m \times CVD$$

$$Q_{mh} = Q_m \times CVD \times CVH$$

Según el MAPAS de la C.N.A. se considera $CVD = 1.40$ y $CVH = 1.55$, por lo tanto:

$$Q_{md} = 278.25 \times 1.40 = 389.55 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 389.55 \times 1.55 = 603.80 \text{ l/s}$$

Un sistema de abastecimiento de agua potable, está compuesto por los siguientes elementos: captación, conducción, tratamiento, regularización, y distribución.

IV.2.2 Captación y conducción.

Para el Desarrollo habitacional la captación o fuente de agua potable consiste en la explotación de 5 pozos profundos, para los cuales se tiene un permiso de explotación de 5.5 millones de metros cúbicos anuales.

Las líneas de conducción serán de polietileno de alta densidad (PEAD) y conducirán el gasto máximo diario de cada uno de los pozos para abastecer a cada uno de los 3 tanques de regularización como lo muestra el plano de la figura IV.2.1. para conocer las características físicas que deberán cumplir dichas líneas, se procede de la siguiente manera utilizando la ecuación de continuidad:

$$Q = V A \dots\dots\dots IV.2.1$$

Conociendo que el gasto máximo diario es de 389.55 l/s, y se dará por medio de 5 pozos, cada pozo debe proporcionar un gasto de 77.91 l/s.

Para conocer el diámetro de las líneas de conducción, se aplico la ecuación de continuidad (IV.2.1) aceptando que el criterio del diámetro más económico recomienda velocidades entre 1.00 y 1.50 m/s.

De lo anterior se tiene:

$$A = Q_{md} / V_{max} = (0.07791 \text{ m}^3) / (1 \text{ m/s})$$

$$A = 0.07791 \text{ m}^2$$

Si se desea conocer el diámetro de la tubería de salida de los pozos se tiene que:

$$A = \pi D^2 / 4$$

despejando D:

$$D = (4 A / \pi)^{1/2}$$

$$D = 0.315 \text{ m} \approx 14''$$

El diámetro comercial correspondiente para tubería de PEAD es de 14" o 35 cm. La longitud total de las líneas de conducción es de 4883 metros.

IV.2.3 Regularización.

Para calcular los volúmenes de almacenamiento de los tanques elevados, se requiere conocer la ley de demanda que representa el consumo de agua de una población. En la tabla IV.2.1 se detalla las variaciones expresadas como porcentajes horarios del gasto máximo diario.

Conociendo las demandas se procede a realizar el cálculo analítico como lo muestra la tabla IV.2.2 , como la ley de demandas o salidas es conocida en función de porcentajes horarios del gasto máximo diario, en esta misma forma se expresa la ley de entradas. En dicha tabla se aprecia que para calcular

los valores del máximo excedente se suman los valores absolutos del máximo excedente y el máximo déficit, considerando 16 horas de bombeo diario.

Tabla IV.2.1 Variaciones del consumo, expresadas como porcentajes horarios del gasto máximo diario

Horas	Poblaciones pequeñas	Irapuato	Torreón	Cd. de México
0-1	45	50	53	61
1-2	45	50	49	62
2-3	45	50	44	60
3-4	45	50	44	57
4-5	45	50	45	57
5-6	60	50	56	56
6-7	90	120	128	78
7-8	135	180	190	138
8-9	150	170	171	152
9-10	150	160	144	152
10-11	150	140	143	141
11-12	140	140	127	138
12-13	120	130	121	138
13-14	140	130	109	138
14-15	140	130	105	138
15-16	130	140	110	141
16-17	130	140	120	114
17-18	120	120	129	106
18-19	100	90	146	102
19-20	100	80	115	91
20-21	90	70	75	79
21-22	90	60	65	73
22-23	80	50	60	71
23-24	60	50	53	57

Tabla 4.2.2 Volumen de regularización para el caso de suministro 16 horas

Horas	Suministro (entradas) Q de bombeo en %	Demandas (salidas)		
		Demanda horaria en %	Diferencias	Diferencias acumuladas
0-1	0	81	-81	-81
1-2	0	82	-82	-123
2-3	0	80	-80	-183
3-4	0	57	-57	-240
4-5	0	57	-57	-297
5-6	0	58	-58	-353
6-7	150	78	72	-281
7-8	150	138	12	-269
8-9	150	152	-2	-271
9-10	150	152	-2	-273
10-11	150	141	9	-284
11-12	150	138	12	-252
12-13	150	138	12	-240
13-14	150	138	12	-228
14-15	150	138	12	-216
15-16	150	141	9	-207
16-17	150	114	38	-171
17-18	150	108	44	-127
18-19	150	102	48	-79
19-20	150	91	59	-20
20-21	150	79	71	51
21-22	150	73	77	128
22-23	0	71	-71	57
23-24	0	57	-57	0

$$C_t = 269 + 128 = 397 \%$$

$$C = 3.97 \times (3600/1000) \times Q_{md} \quad ; \quad Q_{md} = 389.55 \text{ lps}$$

Por lo tanto la capacidad de regularización requerida es:

$$C = 5,623.49 \text{ m}^3 \text{ diarios}$$

Por lo tanto se propone una capacidad de regulación diaria de de 5,700 m³ distribuidos de la siguiente manera:

Sistema	Cisterna m ³	Tanque elevado m ³
Tanque-cisterna		
1	1300	600
2	1300	600
3	1300	600

IV.2.4 Distribución.

La distribución para el abastecimiento de los tanques-cisterna quedará de la siguiente manera:

Pozo	Tanque al que suministra
A	1 y 3
B	2
C	2
D	1 y 3
E	1 y 3

Una vez que se dispone de agua potable en los tanques de regularización, esta se debe poner a disposición de los habitantes, distribuyéndola por toda la población por medio de una red de distribución. Un adecuado sistema de distribución debe ser capaz de proporcionar agua potable en cantidad adecuada, a la presión suficiente cuando y donde se requiera dentro de la zona de servicio.

Un sistema de distribución está formado por una red de tuberías de alimentación, principales y secundarias; esta designación depende de la magnitud de su diámetro y de su posición relativa con respecto a las demás tuberías.

Como el objetivo de esta tesis implica el proyecto hidráulico a nivel de plan maestro del Desarrollo Habitacional "las Américas", se procede al cálculo de la red de distribución tomando en cuenta sólo las líneas de alimentación y las tuberías primarias, estas últimas son las que forman los circuitos principales.

Para el diseño se empleó el programa de cálculo "Análisis Hidráulico" (Cálculo hidráulico de redes), versión 2.07, marzo de 1995, Autor: Dr. Velitchko G. Tzatchkov, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua. Este programa computacional facilitará en gran medida los cálculos tomando en cuenta que se trata de un Desarrollo Habitacional de gran dimensión.

A continuación se explica el funcionamiento de dicho software:

- 1) Basándose en los planos de urbanización, se propone la ubicación de los tanques, así como sus características físicas y el nivel de desplante de los mismos.
- 2) Basándose en la misma urbanización, se dispone de un esqueleto de red de distribución que muestre la, o las líneas de alimentación, así como los cruceros numerados progresivamente, obteniendo de cada uno de estos su cota de rasante.
- 3) Se miden las longitudes entre cruceros.
- 4) Para cada tramo, se determina el número de casas, áreas de donación, comercial o industrial abastecidas.
- 5) Los diámetros de las tuberías se sugieren a criterio del diseñador, así como el sentido de flujo.
- 6) Cada nodo es nombrado de la siguiente manera según su función:

Tipo	Función
0	nudo sin consumo
1	tanque elevado
34	nudo con consumo

- 7) Con la información obtenida en los puntos anteriores, se elabora la tabla IV.2.3 calculando los respectivos gastos de cada tramo.
- 8) Una vez ingresados los datos como lo muestra la tabla IV.2.3, se capturan directamente al programa para posteriormente ejecutarlo mediante un proceso iterativo.

Los resultados preliminares de la primer corrida con ayuda del software; se muestran en la tabla IV.2.4, y se corrigen bajo los siguientes criterios:

- a) La presión mínima disponible en cada nudo de la red, de acuerdo con el MAPAS, debe ser de 10 metros de columna de agua como mínimo, por lo tanto en los puntos y tramos donde no se cumple lo anterior, se procede a modificar el diámetro con el fin de reducir las pérdidas¹, para correr nuevamente el programa hasta que en todos los tramos se cumpla con esta condición.
- b) La velocidad máxima será de 3 m/s.

Después de hacer los cambios necesarios en cuanto a diámetros y realizando las iteraciones necesarias, la propuesta final de la red se muestra en las tablas IV.2.5.

Con base en los resultados obtenidos se calculan los volúmenes de obra como lo muestra la tabla IV.2.6, y se elabora el plano final de la red de agua potable como lo muestra la figura IV.2.2.

¹ Las pérdidas se calculan mediante la fórmula de Manning.

Tabla IV.2.3 Formato de captura de datos

DOTACION HABITACIONAL		150		l/hab/día		OBSERVACIONES:								
DOTACION AREA DE DONACION		1		lpa/ha										
DENSIDAD DE POBLACION		5		hab/viv										
COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA		1.40												
COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA		1.55												
No.	NUDO	TIPO	No. CASAS	A DON.	POBL.	QM	QMD	QMH	TOPOG.	TRAMO	DE:	A:	LONG.	DIAM.
1	1	7	0	0	0	0.00	0.00	0.00	18.51	1	1	2	82.00	500
2	2	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	1.51	2	2	3	588.00	300
3	3	34	0	4.885	0	4.89	8.57	10.18	2.15	3	3	4	254.00	300
4	4	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	2.36	4	4	5	413.00	250
5	5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.55	5	5	6	153.00	250
6	6	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.32	6	6	7	491.00	100
7	7	34	1220	2.99	6100	13.58	19.01	29.47	0.54	7	7	8	850.00	100
8	8	34	1861	4.56	9305	20.71	28.99	44.93	-0.37	8	8	9	510.00	200
9	9	34	978	2.4	4890	10.89	15.25	23.64	-0.84	9	9	10	175.00	200
10	10	34	183	0.46	915	2.04	2.88	4.43	0.21	10	10	11	186.00	200
11	11	34	378	0.93	1890	4.21	5.89	8.13	-0.07	11	11	12	36.00	100
12	12	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	-0.10	12	12	13	1188.00	100
13	13	34	728	1.7	3630	8.00	11.20	17.36	-0.74	13	13	14	104.00	200
14	14	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.18	14	14	15	556.00	150
15	15	34	333	0.62	1665	3.71	5.19	8.04	0.45	15	15	16	435.00	150
16	16	34	472	1.18	2360	5.28	7.36	11.41	-0.51	16	16	17	270.00	300
17	17	34	918	2.25	4590	10.22	14.31	22.18	0.23	17	17	18	100.00	200
18	18	34	1298	3.18	6490	14.43	20.20	31.31	0.49	18	18	19	70.00	200
19	19	34	458	1.13	2290	5.11	7.15	11.08	0.02	19	19	20	10.00	500
20	20	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.07	20	15	17	425.00	250
21	21	34	692	1.7	3460	7.71	10.79	16.72	0.18	21	7	17	340.00	200
22	22	7	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.61	22	17	18	491.00	250
23	23	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	16.51	23	6	18	340.00	200
24	24	7	0	0	0	0.00	0.00	0.00	15.07	24	17	21	340.00	200
25	25	34	180	0.44	900	2.00	2.80	4.34	-0.20	25	18	19	340.00	200
26	26	34	680	2.18	4400	9.80	13.72	21.27	0.11	26	14	21	20.00	250
27	27	34	374	0.92	1870	4.17	5.84	9.05	0.53	27	20	19	180.00	250
28	28	34	711	1.75	3555	7.92	11.09	17.19	0.15	28	20	21	331.00	250
29	29	34	1340	20.286	6700	31.90	44.66	69.22	0.05	29	24	20	10.00	300
30	30	34	0	16.732	0	16.73	23.42	36.30	0.65	30	19	28	510.00	250
31	31	34	0	4.9475	0	4.95	6.93	10.74	0.91	31	14	25	208.00	200
32	32	34	0	33	0	33.00	48.20	71.61	2.38	32	25	28	518.00	100
33	33	34	0	22.5375	0	22.54	31.56	48.92	0.72	33	26	27	290.00	200
34	34	34	0	14.47	0	14.47	20.28	31.40	0.25	34	27	28	444.00	200
35	35	34	0	20.0875	0	20.07	28.10	43.68	-0.01	35	28	25	128.00	200
36					0	0.00	0.00	0.00		36	2	31	532.00	300
37					0	0.00	0.00	0.00		37	31	30	304.00	300
38					0	0.00	0.00	0.00		38	30	29	817.00	250
39					0	0.00	0.00	0.00		39	29	28	212.00	200
40					0	0.00	0.00	0.00		40	30	32	1109.00	200
					0	0.00	0.00	0.00		41	4	32	40.00	100
					0	0.00	0.00	0.00		42	32	33	768.00	250
					0	0.00	0.00	0.00		43	33	35	691.00	200
					0	0.00	0.00	0.00		44	33	34	768.00	200
TOTAL			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					2207.00	

Tabla IV.2.4 Corrida inicial

RESULTADOS PARA LOS NÓDOS							RESULTADOS PARA LOS TRAMOS											
No.	Nodo	Tipo	Descripción	Cota piez (m)	Cota de terreno (m)	Presión disponible (m)	Consumo (l/s)	No.	Tramo	Tipo	Nodo Inicial	Nodo Final	Long. (m)	Rug.	Diam. (mm)	Gasto (l/s)	Vel. (m/s)	Pérdidas (m)
1	1	7	T	16.51	1.51	15.00	-274.47	1	1	0	1	2	82	0.009	810	274.47	1.27	0.21
2	2	0	NS	16.30	1.51	14.78	0.00	2	2	0	2	3	586	0.009	450	95.73	1.12	2.56
3	3	34	C	13.78	2.18	11.60	10.18	3	3	0	3	4	254	0.009	450	85.55	1.05	0.80
4	4	0	NS	12.64	2.36	80.00	0.00	4	4	0	4	5	413	0.009	300	24.86	0.54	0.37
5	5	0	NS	12.48	0.55	11.93	0.00	5	5	0	5	6	153	0.009	250	24.86	0.78	0.14
6	6	0	NS	12.34	0.32	12.02	0.00	6	6	0	6	7	491	0.009	100	4.11	0.88	1.43
7	7	34	C	10.90	0.54	10.36	29.47	7	7	0	7	8	850	0.009	100	-5.02	0.42	3.54
8	8	34	C	14.45	-0.37	14.82	44.93	8	8	0	8	9	510	0.009	200	14.20	0.41	0.49
9	9	34	C	13.96	-0.64	14.60	23.64	9	9	0	9	10	173	0.009	200	-9.44	0.36	0.06
10	10	34	C	14.04	0.21	13.83	4.43	10	10	0	10	11	166	0.009	200	-13.87	0.49	0.17
11	11	34	C	14.21	-0.07	14.28	9.13	11	11	0	11	12	36	0.009	100	3.42	0.23	0.08
12	12	0	NS	14.13	-0.10	14.23	0.00	12	12	0	12	13	1196	0.009	100	3.42	0.23	2.81
13	13	34	C	11.82	-0.74	12.36	17.36	13	13	0	13	14	104	0.009	200	-13.94	0.49	0.10
14	14	0	NS	11.72	0.18	11.54	0.00	14	14	0	14	15	555	0.009	180	2.16	0.27	0.07
15	15	34	C	11.64	0.45	11.19	5.04	15	15	0	15	16	435	0.009	150	-18.38	0.56	2.88
16	16	34	C	14.32	-0.51	14.83	11.41	16	16	0	16	17	270	0.009	300	26.42	0.37	0.11
17	17	34	C	11.83	0.23	11.30	22.18	17	17	0	16	23	100	0.009	300	-56.21	0.86	1.16
18	18	34	C	11.70	0.49	11.21	31.31	18	18	0	23	6	70	0.009	300	64.15	0.66	1.08
19	19	34	C	12.83	0.02	12.61	11.08	19	19	0	22	23	10	0.009	800	120.36	0.66	0.01
20	20	0	NS	14.90	0.07	14.83	0.00	20	20	0	15	17	423	0.009	250	12.50	0.15	0.11
21	21	34	C	11.80	0.18	11.62	16.72	21	21	0	7	17	340	0.009	200	-20.34	0.88	0.83
22	22	7	T	15.51	0.51	15.00	-120.36	22	22	0	17	18	491	0.009	250	-14.80	0.37	0.17
23	23	0	NS	15.50	0.51	14.99	0.00	23	23	0	6	16	340	0.009	200	20.57	1.05	0.84
24	24	7	T	15.07	0.07	15.00	-201.10	24	24	0	17	21	240	0.009	200	-15.42	0.56	0.27
25	25	34	C	10.34	-0.20	10.54	4.34	25	25	0	18	19	340	0.009	200	-26.35	0.82	0.85
26	26	34	C	9.16	0.11	9.05	13.72	26	26	0	14	21	20	0.009	250	-57.26	0.71	0.06
27	27	34	C	9.24	0.63	8.71	9.05	27	27	0	20	19	180	0.009	360	111.71	0.46	2.26
28	28	34	C	9.77	0.15	9.62	17.19	28	28	0	20	21	331	0.009	360	69.40	0.72	3.10
29	29	34	C	5.19	0.05	5.14	89.22	29	29	0	24	20	10	0.009	450	201.10	0.73	0.17
30	30	34	C	5.17	0.65	4.32	36.30	30	30	0	19	26	510	0.009	280	75.26	0.40	3.48
31	31	34	C	8.93	0.91	8.02	10.74	31	31	0	14	25	206	0.009	200	41.16	0.46	1.37
32	32	34	C	-3.92	2.36	-6.28	71.61	32	32	0	26	26	518	0.009	100	3.99	0.21	1.16
33	33	34	C	-17.06	0.72	-17.80	48.92	33	33	0	26	27	290	0.009	200	-6.99	0.46	0.06
34	34	34	C	-20.19	0.29	-20.44	31.40	34	34	0	27	28	444	0.009	200	-16.04	0.17	0.53
35	35	34	C	-21.74	-0.01	-21.73	43.56	35	35	0	26	26	126	0.009	200	-33.23	0.36	0.66
								36	36	0	2	31	532	0.009	500	176.75	0.66	7.36
								37	37	0	31	30	304	0.009	500	168.01	0.63	3.78
								38	38	0	30	29	817	0.009	300	-2.92	1.12	0.02
								39	39	0	29	28	212	0.009	300	-72.14	0.14	3.97
								40	40	0	30	32	1109	0.009	400	134.83	0.63	9.06
								41	41	0	4	32	40	0.009	450	60.88	0.81	16.76
								42	42	0	32	33	766	0.009	450	123.85	0.78	13.16
								43	43	0	33	35	631	0.009	300	43.67	0.82	4.66
								44	44	0	33	34	766	0.009	300	31.40	0.44	3.12

T= Tanque (Nivel Cte.)
 NS= Nudo Simple
 C = Consumo (l/s)

Tabla IV.2.6 Propuesta final

RESULTADOS PARA LOS NODOS								RESULTADOS PARA LOS TRAMOS										
No.	Nodo	Tipo	Desc. ripollón	Cota piez. (m)	Cota de terreno (m)	Presión disponible (m)	Consumo (l/s)	No.	Tramo	Tipo	Nodo Inicial	Nodo Final	Long. (m)	Rug.	Diam. (mm)	Gasto (l/s)	Vel. (m/s)	Pérdidas (m)
1	1	7	T	18.51	1.51	17.00	-370.83	1	1	0	1	2	82	0.009	610	370.83	1.27	0.13
2	2	0	NS	18.38	1.81	16.87	0.00	2	2	0	2	3	568	0.008	450	177.60	1.12	1.09
3	3	34	C	17.29	2.15	15.14	10.18	3	3	0	3	4	254	0.009	480	187.42	1.05	0.42
4	4	0	NS	16.87	2.36	14.81	0.00	4	4	0	4	5	413	0.008	300	38.49	0.54	0.31
5	5	0	NS	16.56	0.56	16.01	0.00	5	5	0	5	6	163	0.008	280	38.49	0.78	0.31
6	6	0	NS	16.25	0.32	15.93	0.00	6	6	0	6	7	491	0.009	100	5.38	0.65	2.54
7	7	34	C	13.71	0.64	13.17	29.47	7	7	0	7	8	850	0.008	100	-3.30	0.42	1.88
8	8	34	C	15.37	-0.37	15.74	44.93	8	8	0	8	9	510	0.008	200	12.74	0.41	0.37
9	9	34	C	15.00	-0.64	15.64	23.64	9	9	0	9	10	178	0.009	200	-10.90	0.36	0.09
10	10	34	C	16.10	0.21	14.99	4.43	10	10	0	10	11	186	0.008	200	-15.33	0.49	0.19
11	11	34	C	15.28	-0.07	15.36	9.13	11	11	0	11	12	36	0.009	100	1.82	0.23	0.02
12	12	0	NS	15.27	-0.10	15.37	0.00	12	12	0	12	13	1198	0.009	100	1.82	0.23	0.71
13	13	34	C	14.58	-0.74	15.30	17.38	13	13	0	13	14	104	0.009	200	-15.64	0.49	0.11
14	14	0	NS	14.87	0.18	14.49	0.00	14	14	0	14	15	555	0.008	150	4.85	0.27	0.27
15	15	34	C	14.40	0.45	13.95	8.04	15	15	0	15	16	436	0.008	180	-10.48	0.59	0.99
16	16	34	C	15.39	-0.61	15.90	11.41	16	16	0	16	11	270	0.009	300	28.28	0.37	0.10
17	17	34	C	14.37	0.23	14.14	22.18	17	17	0	16	23	100	0.009	300	-46.17	0.88	0.12
18	18	34	C	14.59	0.49	14.10	31.31	18	18	0	23	6	70	0.009	300	80.88	0.86	0.13
19	19	34	C	14.98	0.02	14.98	11.08	19	19	0	22	23	10	0.009	500	109.13	0.58	0.00
20	20	0	NS	15.08	0.07	14.99	0.00	20	20	0	15	17	425	0.008	250	7.29	0.16	0.03
21	21	34	C	14.70	0.18	14.52	18.72	21	21	0	7	17	340	0.009	200	-20.81	0.88	0.68
22	22	7	T	18.51	0.51	18.00	-109.13	22	22	0	17	18	491	0.008	250	-18.02	0.37	0.22
23	23	0	NS	18.51	0.51	18.00	0.00	23	23	0	6	18	340	0.009	200	33.13	1.06	1.88
24	24	7	T	15.07	0.07	15.00	-118.16	24	24	0	17	21	240	0.009	200	-17.66	0.88	0.33
25	25	34	C	14.48	-0.20	14.68	4.34	25	25	0	16	19	340	0.009	200	-16.20	0.52	0.40
26	26	34	C	14.72	0.11	14.61	13.72	26	26	0	14	21	20	0.009	280	-34.98	0.71	0.03
27	27	34	C	14.45	0.53	13.92	9.05	27	27	0	20	18	180	0.009	350	48.80	0.48	0.08
28	28	34	C	14.40	0.15	14.25	17.19	28	28	0	20	21	331	0.009	380	69.36	0.72	0.38
29	29	34	C	14.73	0.08	14.68	69.22	29	29	0	24	20	10	0.009	480	118.18	0.73	0.01
30	30	34	C	17.37	0.88	16.52	38.30	30	30	0	19	26	510	0.009	280	19.82	0.40	0.28
31	31	34	C	17.71	0.91	16.80	10.74	31	31	0	14	26	208	0.009	200	14.87	0.49	0.19
32	32	34	C	16.83	2.36	14.47	71.61	32	32	0	26	26	518	0.009	100	-1.82	0.21	0.24
33	33	34	C	16.14	0.72	15.42	48.92	33	33	0	26	27	290	0.009	200	14.39	0.46	0.27
34	34	34	C	18.78	0.28	18.50	31.40	34	34	0	27	28	444	0.009	200	5.34	0.17	0.08
35	35	34	C	18.52	-0.01	15.53	43.56	35	35	0	28	28	128	0.009	200	-11.85	0.36	0.08
								36	36	0	2	31	532	0.009	500	183.03	0.98	0.67
								37	37	0	31	30	304	0.009	500	182.29	0.93	0.34
								38	38	0	30	29	817	0.009	300	79.43	1.12	2.84
								39	39	0	29	28	212	0.009	300	10.21	0.14	0.01
								40	40	0	30	32	1109	0.009	400	66.56	0.53	0.54
								41	41	0	4	32	40	0.009	480	128.93	0.81	0.04
								42	42	0	32	33	788	0.009	480	123.88	0.78	0.69
								43	43	0	33	35	631	0.009	300	43.56	0.82	0.81
								44	44	0	33	34	788	0.009	300	31.40	0.44	0.39

T= Tanque (Nivel Cte.)
 NS= Nudo Simple
 C= Consumo (fijo)

Tabla IV.2.6 Volúmenes de obra

Tramo	Nodo Inicial	Nodo Final	Long. (m)	Díam. (mm)	Cepa (m)		Volúmenes (m ³)			Taludes (m ²)
					Ancho	Profundidad	Excavación	Plantilla	Relleno	
1	1	2	82	810	1.30	1.85	175.80	10.66	164.64	377.2
2	2	3	588	460	1.15	1.45	977.18	87.30	909.81	2373.3
3	3	4	254	460	1.15	1.45	423.55	29.21	394.16	1028.7
4	4	5	413	300	0.85	1.25	438.81	35.11	403.64	1383.55
5	5	6	153	250	0.80	1.20	146.88	12.24	134.59	480.8
6	6	7	491	100	0.60	1.00	294.60	29.46	285.13	1278.0
7	7	8	850	100	0.60	1.00	510.00	51.00	458.90	2210
8	8	9	510	200	0.75	1.15	439.88	38.25	401.59	1555.5
9	9	10	176	200	0.75	1.15	150.64	13.13	137.78	633.76
10	10	11	188	200	0.75	1.15	180.43	13.95	146.44	567.3
11	11	12	38	100	0.60	1.00	21.60	2.16	19.43	93.6
12	12	13	1198	100	0.60	1.00	717.80	71.78	646.83	3109.8
13	13	14	104	200	0.75	1.15	89.70	7.80	81.87	317.2
14	14	15	555	150	0.70	1.10	427.36	38.85	388.48	1609.5
15	15	16	438	150	0.70	1.10	334.95	30.45	304.48	1261.5
16	16	11	270	300	0.85	1.25	286.88	22.95	283.86	904.6
17	16	23	100	300	0.85	1.25	106.25	8.60	97.68	336
18	23	8	70	300	0.85	1.25	74.38	5.95	68.36	234.6
19	22	23	10	500	1.20	1.50	18.00	1.20	16.60	42
20	16	17	425	250	0.80	1.20	408.00	34.00	373.95	1360
21	7	17	340	200	0.75	1.15	293.25	25.50	267.72	1037
22	17	18	491	250	0.80	1.20	471.38	39.28	432.03	1671.2
23	6	18	340	200	0.75	1.15	293.25	25.50	267.72	1037
24	17	21	240	200	0.75	1.15	207.00	18.00	188.97	732
25	18	19	340	200	0.75	1.15	293.25	25.50	267.72	1037
26	14	21	20	250	0.80	1.20	19.20	1.60	17.66	64
27	20	19	160	350	0.90	1.30	187.20	14.40	172.70	580
28	20	21	331	350	0.90	1.30	387.27	29.79	357.38	1158.5
29	24	20	10	450	1.15	1.45	18.68	1.16	16.37	40.6
30	19	26	610	250	0.80	1.20	489.60	40.80	448.76	1632
31	14	25	208	200	0.75	1.15	177.68	15.45	162.19	628.3
32	26	26	618	100	0.60	1.00	310.80	31.08	279.71	1348.8
33	26	27	290	200	0.75	1.15	250.13	21.75	228.34	884.6
34	27	28	444	200	0.75	1.15	382.95	33.30	349.62	1354.2
35	28	25	128	200	0.75	1.15	110.40	9.60	100.77	380.4
36	2	31	632	500	1.20	1.50	967.80	83.84	893.56	2234.4
37	31	30	304	500	1.20	1.50	547.20	36.48	510.62	1276.8
38	30	29	817	300	0.85	1.25	868.06	69.45	798.55	2736.65
39	29	26	212	300	0.85	1.25	225.25	18.02	207.16	710.2
40	30	32	1109	400	1.00	1.40	1,552.60	110.90	1,441.57	4214.2
41	4	32	40	450	0.15	1.45	8.70	0.60	7.94	122
42	32	33	768	450	1.15	1.45	1,280.64	88.32	1,192.16	3110.4
43	33	35	631	300	0.85	1.25	670.44	53.64	616.79	2113.65
44	33	34	788	300	0.85	1.25	816.00	65.28	750.65	2672.8
TOTALES			16,460.00				17,019.32	1,363.23	16,662.63	63,627.90

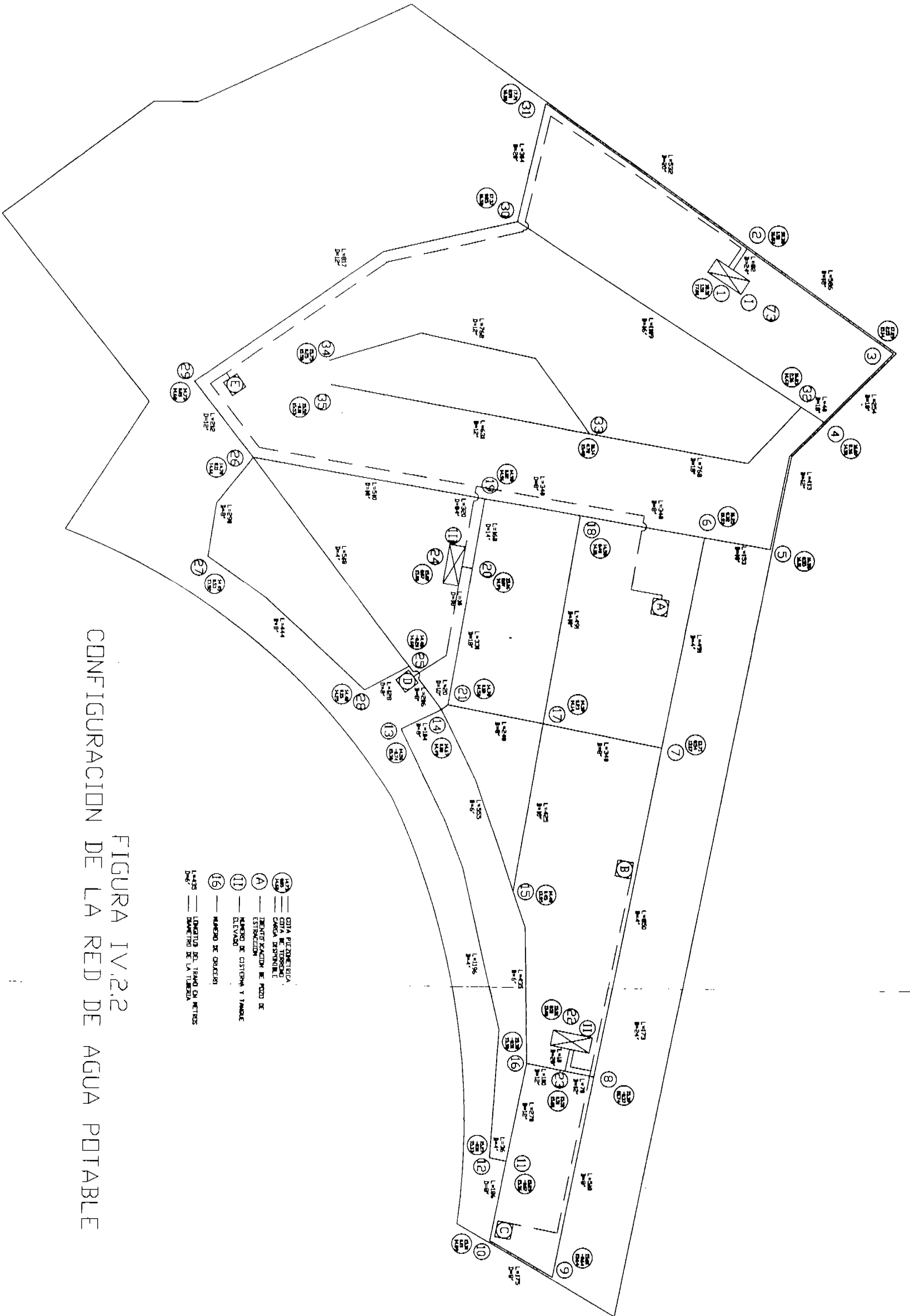


FIGURA IV.2.2
 CONFIGURACION DE LA RED DE AGUA POTABLE

IV.3 DRENAJE SANITARIO.

La estimación del caudal presente y futuro es base para definir los diseños del sistema de recolección de las aguas, de las estaciones de bombeo, del tratamiento y del sistema de disposición final. En este caso la población de proyecto no cambia, ya que este Desarrollo está planeado para trece mil viviendas a saturación, considerando un promedio de 5 habitantes por vivienda, se tiene un total de sesenta y cinco mil habitantes. De esta manera la población se convierte en una constante y no es necesario hacer predicciones, por lo tanto, los caudales se mantienen invariables a lo largo de la vida útil del proyecto, dicha población de proyecto se dividió entre el área habitacional resultando una densidad de población de 326.9 hab/ha (65 viviendas/ha)

IV.3.1 Cálculo de la red de Drenaje Sanitario.

El cálculo de la red tiene por objeto determinar el diámetro de las atarjeas y los colectores para que el agua residual tenga las velocidades recomendables, que estas a su vez este en función de las pendientes de la tubería.

Para efectuar los cálculos, se debe tener previamente el trazo de la red con la numeración de los pozos con objeto de hacer referencia a cualquier tramo comprendido entre ellos.

El cálculo de la red se resume en la siguiente tabla:

Columna 1. Tramo.

Indica el tramo comprendido entre dos pozos de visita consecutivos, el sentido de la corriente quedará indicado por la numeración de los pozos, en la cual, el primer número representa al pozo inicial y el segundo número representa al pozo final.

Columna 2. Longitud.

Representa la distancia horizontal del tramo.

Columna 3. Área propia.

Representa el área de aportación del tramo.

Columna 4. Área tributaria.

Se obtiene sumando progresivamente las áreas de los tramos anteriores.

Columna 5. Área acumulada.

Es el área de diseño, y se obtiene sumando las columnas 3 y 4.

Columna 6. Densidad de población (hab/ha)

Se obtiene dividiendo la población de proyecto entre el área total de la red.

Columna 7. Población (hab).

Es la población de proyecto en el tramo y se obtiene multiplicando las columnas 5 y 6.

Columna 8. Coeficiente de Harmon.

Representa el coeficiente de variación instantánea y se obtiene mediante la fórmula:

$$M = 1 + (14 / 4 + P^{1/2})$$

siendo:

M coeficiente de Harmon

P población, en miles de habitantes.

- Columna 9. Gasto mínimo (l/s).
Se obtiene dividiendo el valor de la columna 10 entre dos. Cuando éste sea menor a 1, se deja el valor mínimo recomendado para un w.c. de bajo consumo que es de 1.0 l/s. el gasto mínimo se obtiene como:

$$Q_{\min} = 0.5 Q_{\text{med}}$$

- Columna 10. Gasto medio (l/s).
Se obtiene utilizando la fórmula

$$Q_{\text{med}} = \frac{\text{Aportación x población}}{86400}$$

- Columna 11. Gasto máximo instantáneo (l/s).

$$Q_{\text{max}} = M Q_{\text{med}}$$

- Columna 12. Gasto máximo extraordinario (l/s).

$$Q_{\text{maxext}} = 1.5 Q_{\text{max}}$$

- Columna 13. Diámetro comercial.

Representa el diámetro de la tubería, en los primeros tramos se recomienda usar tubería de 20 cm de diámetro; en los tramos subsecuentes se coloca el diámetro que resulte más adecuado.

- Columna 14. Velocidad a tubo lleno (m/s).

Es la velocidad del agua cuando la tubería trabaja llena. Se obtiene mediante la fórmula IV.1

- Columna 15. Gasto a tubo lleno (l/s)

Es el caudal que puede conducir la tubería con el diámetro y la pendiente anotados en las columnas 17 y 16 respectivamente y se calcula con la ecuación de continuidad:

$$Q = A V$$

- Columna 17. Velocidad a gasto mínimo (m/s)

Es la velocidad con la cual se transporta el agua en la tubería cuando está pasando por ella el gasto mínimo.

- Columna 16. Velocidad a gasto máximo (m/s).

Es la velocidad con la cual se transporta el agua en la tubería cuando esta pasando por ella el gasto máximo.

- Columna 18. Cota de terreno inicial.

Representa la cota de brocal en el pozo de visita inicial del tramo que se está calculando.

- Columna 19. Cota de terreno final.

Representa la cota de brocal terreno en el pozo de visita final del tramo que se está calculando.

- Columna 20. Pendiente del terreno.

Se calcula restando el valor de la columna 14 menos el valor de la columna 13 y el resultado se divide entre el valor de la columna 2. generalmente se da en milésimas, es decir el resultado obtenido se multiplica por mil.

Columna 21. Pendiente de plantilla.
El resultado de la columna 15 se ajusta a un número entero y se propone como el valor de la pendiente de plantilla y representa la pendiente de proyecto.

Para obtener la pendiente mínima de proyecto, se recurre a la fórmula de Manning.

$$V = 1/n (R^{2/3} S^{1/2}) \dots\dots\dots IV.3.1$$

Donde:

- V Es la velocidad, para este caso y según el Manual de Agua Potable y saneamiento (MAPAS) de la Comisión Nacional del Agua, la velocidad mínima permisible es de 0.6 m/s, a tubo lleno.
- n Es la rugosidad del material con el que esta hecha la tubería, para el caso del polietileno de alta densidad (PAD), n = 0.009
- R Es el radio hidráulico, para el caso de una sección circular:
 $R_h = \text{área transversal} / \text{perímetro mojado}$
 $R_h = \pi D^2 / 4 \pi D = D / 4$
- S Es la pendiente.

Despejando S de la ecuación IV.1, tenemos que para el caso de un tubo de 20 cm. de diámetro:

$$S_{\min} = [V n / R^{2/3}]^2 ;$$

$$S_{\min} = [(0.6 \times 0.009) / (0.2 / 4)^{2/3}]^2$$

$$S_{\min} = 1.58 \approx 2 \text{ milésimas}$$

Por lo tanto se tiene que la pendiente mínima para la tubería de Polietileno de Alta densidad (PAD) de 20 cm de diámetro es de 2 milésimas.

Lo anterior se repite para todos los diámetros utilizados.

Columna 22. Cota de plantilla inicial.
Representa la cota de plantilla en el pozo de visita inicial del tramo que se esta calculando.

Columna 23. Cota de plantilla final.
Representa la cota de plantilla en el pozo de visita final del tramo que se esta calculando.

Columna 24. Ancho de zanja (m).
Es el ancho que tiene la zanja y esta en función del diámetro de tubería utilizado en el tramo.

Columna 25. Profundidad del pozo (m).
Es la profundidad que tiene el pozo de visita inicial y se obtiene restando las columnas 13 menos la 22.

Columna 26. Profundidad media (m).
Es la profundidad media en el tramo y se obtiene sumando la profundidad del pozo inicial mas la profundidad del pozo final dividida entre 2.

Columna 27. Volumen de excavación (m³).
Es el volumen del material producto de excavación en el tramo y se obtiene multiplicando las columnas 2 por 24 por 26.

- Columna 28. Volumen de plantilla (m³).
Es el volumen del material utilizado en la plantilla de la tubería y se obtiene multiplicando el espesor de la plantilla que está en función del tipo de plantilla utilizado, por las columnas 2 y 24.
- Columna 29. Volumen de relleno (m³).
Se obtiene restando a la columna 27 el valor de la columna 28 y el valor de la columna de la tubería utilizada en el tramo.

Memoria Descriptiva.

En base a la lotificación del terreno y la planeación urbana detallada en el capítulo anterior, se definen los pozos de visita principales, numerándolos y definiendo las cotas de brocal de cada uno de estos.

Posteriormente se define la configuración de la red; el funcionamiento del sistema de alcantarillado estará basado en el aprovechamiento de las condiciones topográficas favorables; desafortunadamente, y como las curvas de nivel lo indican, el terreno se podría considerar plano en su totalidad, debido a esto, la red esta dividida en 4 subredes, las cuales descargarán cada una en un cárcamo de bombeo, estos a su vez estarán encargados de dar la carga suficiente al fluido para llevarlo a su disposición final.

Zona o subred	Descarga en:
Zona Habitacional 1(ZH1)	Cárcamo de bombeo 1 (CB1)
Zona Habitacional 2(ZH2)	Cárcamo de bombeo 2 (CB2)
Zona Industrial (ZI)	Cárcamo de bombeo 3 (CB3)
Zona Habitacional 3 (ZH3) y	
Zona Comercial (ZC)	Cárcamo de bombeo 4 (CB4)

Las pendientes de las plantillas se propondrán de tal manera que respeten las velocidades mínima y máxima permisible, pero siguiendo en lo posible la pendiente natural del terreno, tratando de llevar un paralelismo que evite excavaciones profundas.

Se utilizará como material para las tuberías el polietileno de alta densidad (PAD), con los diámetros comerciales necesarios resultantes del cálculo y considerando todas las especificaciones de dicho material.

Según el MAPAS, la pendiente mínima para una tubería de 20 cm. de concreto simple es de 4 milésimas con una velocidad mínima a tubo lleno de 0.6 m/s y una rugosidad n = 0.013, usando la formula de Manning, se puede deducir este parámetro.

$$V = (1/n) R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- V Velocidad del fluido.
- n Rugosidad de la tubería
- R Radio Hidráulico
- S Pendiente

Despejando S:

$$S_{\min} = \left(\frac{V_{\min} n_{\text{concre}}}{R^{2/3}} \right)^2$$

Sustituyendo:

$$S_{\min} = \left(\frac{0.6 \times 0.013}{(0.2/4)^{2/3}} \right)^2$$

Por lo tanto la pendiente mínima permitida para tuberías de concreto es:

$$S_{\min} = 3.3 \approx 4.0$$

Para una tubería de polietileno de alta densidad, donde $n=0.009$, se tiene que:

$$S_{\min} = \left(\frac{0.6 \times 0.009}{(0.2/4)^{2/3}} \right)^2$$

$$S_{\min} = 1.58 \approx 2.0$$

Por lo tanto la pendiente mínima para PAD será de 2 milésimas.

Datos de Proyecto

Número de lotes	13,000 lotes
Número de habitantes por lote	5 hab/lote
Población de proyecto	65,000 habitantes
Densidad de población	326.90 hab/ha
Dotación	150 lt/hab/día
Coefficiente de aportación	0.75
Aportación	112.5lt/hab/día
Sistema de eliminación	Separado
Velocidad mínima	0.6 m/s
Velocidad máxima	3.0 m/s
Fórmulas	Manning y Harmon

Para el caso de la zona habitacional se tiene:

- Gasto medio

$$Q_m = 65000 \times 112.5 / 86400 = 84.64 \text{ l/s}$$
- Gasto mínimo

$$Q_{\min} = 84.62 / 2 = 43.32 \text{ l/s}$$
- Coeficiente de Harmon

$$M = 1 + \frac{14}{4 + (65)^{1/2}} = 2.16$$
- Gasto máximo instantaneo.

$$Q_{\max} = 2.16 \times 84.64 = 182.87 \text{ l/s}$$
- Gasto máximo previsto.

$$Q_{\max p} = 1.50 \times 182.87 = 274.30 \text{ l/s}$$

El cálculo hidráulico de la red se realiza empleando la fórmula de Manning, revisando que las velocidades reales que se presentan con el gasto calculado para el tramo en estudio esté dentro del rango permisible para la pendiente y el diámetro propuesto.

Para poder resolver el sistema, es necesario numerar los pozos y la solución total de la red se detalla en las tablas IV.3.1. y IV.3.2 y en los planos de la red de drenaje sanitario de la figura IV.3.1.

IV.3.2 Cálculo de los cárcamos de bombeo.

Para el diseño de los 4 cárcamos de bombeo, se necesita saber las características físicas y dimensiones que tendrán estos para su correcto funcionamiento, es decir, el objeto de los dispositivos será el de recolectar las aguas residuales que provienen de cada zona de la red y conducirlos a la disposición final: "El Gran Canal".

Además, se debe garantizar que en cada cárcamo la capacidad volumétrica sea suficiente para almacenar el agua residual, que no exista septicidad y que las bombas desalojen oportunamente toda el agua acumulada mediante el número menor de arranques posibles diarios.

Memoria de cálculo:

Tabla IV.3.1 Cálculo hidráulico de la red de aguas negras

Zona	Tramo	Longitud (m)	Áreas (ha)			Densidad de población	Población (ha)	Coef. De Harmon	Gastos (l/s)				Diámetro (cm)	Condiciones a tubo lleno		Vel. De trabajo	
			Propia	Tribut.	Acum.				5	6	7	8		9	10	11	12
ZH1	2-3	173.00	3.78	0.00	3.78	326.90	1.230	3.7402	1.00	1.60	5.99	8.99	20.32	0.83	26.79	0.90	0.58
ZH1	3-4	173.00	2.97	3.76	6.73	326.90	2.200	3.5532	1.43	2.86	10.18	15.27	20.32	0.67	21.87	1.08	0.57
ZH1	1-4	125.00	1.47	0.00	1.47	326.90	482	3.9824	1.00	1.00	3.98	5.97	20.32	0.83	26.79	0.90	0.58
ZH1	4-7	170.00	2.47	8.20	10.67	326.90	3.489	3.3658	2.27	4.54	15.36	23.07	20.32	0.67	21.87	1.12	0.63
ZH1	5-6	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	0.83	26.79	0.88	0.58
ZH1	6-7	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.03	0.58
ZH1	7-35	50.00	0.00	16.62	16.62	326.90	5.434	3.2113	3.54	7.08	22.72	34.06	25.40	0.67	34.17	1.13	0.63
ZH1	35-36	225.00	4.21	16.62	20.83	326.90	6.809	3.1182	4.43	8.87	27.65	41.47	30.48	0.67	49.21	1.12	0.61
ZH1	36-40	485.00	5.00	20.83	25.83	326.90	8.442	3.0274	5.50	10.99	33.26	49.92	30.48	0.67	49.21	1.13	0.64
ZH1	8-9	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	1.17	37.68	0.81	0.48
ZH1	8-10	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.03	0.57
ZH1	10-37	85.00	0.00	5.95	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	0.94	0.52
ZH1	37-38	245.00	5.08	5.95	11.01	326.90	3.600	3.3739	2.34	4.69	15.82	23.72	20.32	0.67	21.87	1.10	0.59
ZH1	38-39	205.00	5.54	11.01	16.55	326.90	5.410	3.2131	3.52	7.04	22.83	33.95	25.40	0.67	34.17	1.13	0.63
ZH1	11-12	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	1.17	37.68	0.81	0.48
ZH1	12-13	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.03	0.57
ZH1	13-16	170.00	0.00	5.95	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.03	0.57
ZH1	14-15	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	1.07	34.58	0.83	0.48
ZH1	15-16	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	1.07	34.58	0.93	0.48
ZH1	16-19	170.00	0.00	11.90	11.90	326.90	3.950	3.3441	2.83	5.07	16.94	25.41	20.32	0.95	30.63	1.11	0.59
ZH1	17-18	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	0.83	26.79	0.89	0.58
ZH1	18-19	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.83	26.79	1.01	0.56
ZH1	19-39	220.00	0.00	17.85	17.85	326.90	5.836	3.1822	3.80	7.60	24.18	36.27	25.40	0.67	34.17	1.12	0.64
ZH1	39-40	105.00	0.00	34.40	34.40	326.90	11.245	2.9039	7.32	14.64	42.52	63.78	30.48	0.83	60.27	1.13	0.64
ZH1	40-cb1	10.00	0.00	60.23	60.23	326.90	19.688	2.6593	12.82	25.63	68.17	102.26	40.64	0.87	67.48	1.12	0.70
ZH2	20-21	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	0.87	21.87	0.93	0.57
ZH2	21-22	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.83	26.79	1.01	0.58
ZH2	22-44	340.00	5.02	5.95	10.97	326.90	3.584	3.3756	2.33	4.67	15.75	23.63	20.32	0.87	21.87	1.12	0.64
ZH2	44-46	235.00	5.34	10.97	16.31	326.90	5.330	3.2192	3.47	6.94	22.34	33.51	25.40	0.87	34.17	1.13	0.63
ZH2	41-48	425.00	5.34	0.00	5.34	326.90	1.746	3.6310	1.14	2.27	8.25	12.38	20.32	0.87	21.87	1.02	0.57
ZH2	23-24	173.00	2.98	0.00	2.98	326.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	0.83	26.79	0.89	0.58
ZH2	24-25	173.00	2.98	2.98	5.95	326.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.95	30.93	0.96	0.52
ZH2	25-47	340.00	6.66	5.95	12.61	326.90	4.122	3.3216	2.66	5.37	17.83	26.74	25.40	0.67	34.17	1.11	0.59
ZH2	47-48	175.00	1.82	12.81	14.23	326.90	4.652	3.2739	3.03	6.06	19.83	29.75	25.40	0.67	34.17	1.12	0.61
ZH2	50-61	460.00	12.23	0.00	12.23	326.90	3.997	3.3337	2.80	5.20	17.35	26.02	25.40	0.67	34.17	1.10	0.59
ZH2	48-61	350.00	0.00	35.86	35.86	326.90	11.728	2.8856	7.64	15.27	44.08	66.10	35.56	0.67	66.98	1.13	0.64
ZH2	61-62	95.00	0.00	46.10	46.10	326.90	15.724	2.7576	10.24	20.47	58.46	84.69	40.64	0.67	67.48	1.13	0.68
ZH2	62-68	235.00	0.00	46.10	46.10	326.90	15.724	2.7576	10.24	20.47	58.46	84.69	40.64	0.67	67.48	1.13	0.68
ZH2	54-56	365.00	3.41	0.00	3.41	326.90	1.115	3.7691	1.00	1.48	5.47	8.21	20.32	0.67	21.87	0.94	0.57
ZH2	61-56	180.00	4.14	0.00	4.14	326.90	1.355	3.7111	1.00	1.78	6.55	9.82	20.32	0.87	21.87	0.96	0.57
ZH2	56-57	135.00	0.00	7.55	7.55	326.90	2.459	3.5128	1.61	3.22	11.28	16.94	20.32	0.67	21.87	1.10	0.57
ZH2	56-57	236.00	2.76	0.00	2.76	326.90	908	3.8283	1.00	1.18	4.53	6.79	20.32	0.67	21.87	0.94	0.57
ZH2	57-58	45.00	3.85	10.34	14.19	326.90	4.637	3.2752	3.02	6.04	19.78	29.66	20.32	0.95	30.93	1.13	0.63
ZH2	58-60	180.00	4.46	14.19	18.68	326.90	6.100	3.1636	3.97	7.94	25.13	37.66	25.40	0.67	34.17	1.12	0.68
ZH2	60-68	100.00	4.57	18.68	23.23	326.90	7.594	3.0723	4.94	9.89	30.38	45.57	30.48	0.67	49.21	1.11	0.63
ZH2	68-69	60.00	0.00	71.33	71.33	326.90	23.318	2.5857	15.16	30.36	78.51	117.78	40.64	0.83	107.14	1.12	0.70

Tabla IV.3.1 Cálculo hidráulico de la red de aguas negras (continuación)

Zona	Tramo	Longitud (m)	Áreas (ha)			Densidad de población	Población (ha)	Coef. De Harmon	Gastos (l/s)				Diámetro (cm)	Condiciones a tubo lleno		Vel. De trabajo	
			Propia	Tribut	Acum.				Mínimo	Medio	Max. Inst	Max. Extra		Vel. (m/s)	Gasto (l/s)	Max (m/s)	Min (m/s)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ZH2	26-27	173.00	2.98	0.00	2.98	328.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	0.67	21.87	0.93	0.57
ZH2	27-28	173.00	2.98	2.98	5.95	328.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.05	0.57
ZH2	28-31	170.00	0.00	5.95	5.95	328.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.05	0.57
ZH2	29-30	173.00	2.98	0.00	2.98	328.90	973	3.8078	1.00	1.27	4.82	7.23	20.32	0.67	21.87	0.94	0.57
ZH2	30-31	173.00	2.98	2.98	5.95	328.90	1.945	3.5952	1.27	2.53	9.11	13.66	20.32	0.67	21.87	1.05	0.57
ZH2	31-34	206.00	0.00	11.90	11.90	328.90	3.890	3.3441	2.53	5.07	16.94	25.41	20.32	0.67	21.87	0.66	0.66
ZH2	32-33	173.00	3.82	0.00	3.82	328.90	1.248	3.7360	1.00	1.62	6.07	9.10	20.32	0.67	21.87	0.94	0.57
ZH2	33-34	173.00	3.82	3.82	7.63	328.90	2.495	3.5062	1.62	3.25	11.40	17.10	20.32	0.67	21.87	1.05	0.57
ZH2	34-64	340.00	7.77	19.53	27.30	328.90	8.625	3.0038	5.81	11.62	34.91	52.36	30.48	0.67	46.21	1.13	0.64
ZH2	28-50	340.00	6.48	0.00	6.48	328.90	2.118	3.5662	1.38	2.76	9.84	14.75	20.32	0.67	21.87	1.06	0.57
ZH2	50-63	170.00	0.00	6.48	6.48	328.90	2.118	3.5662	1.38	2.76	9.84	14.75	20.32	0.67	21.87	1.06	0.57
ZH2	31-63	340.00	6.48	0.00	6.48	328.90	2.118	3.5662	1.38	2.76	9.84	14.75	20.32	0.67	21.87	1.06	0.57
ZH2	63-65	206.00	0.00	6.48	6.48	328.90	2.118	3.5662	1.38	2.76	9.84	14.75	20.32	0.67	21.87	1.06	0.57
ZH2	63-64	206.00	0.00	12.96	12.96	328.90	4.237	3.3109	2.76	5.52	18.26	27.40	25.40	0.67	34.17	1.11	0.59
ZH2	64-67	330.00	7.35	40.28	47.61	328.90	15.565	2.7821	10.13	20.27	55.96	83.97	40.64	0.67	67.48	1.13	0.64
ZH2	67-69	365.00	6.09	47.61	53.70	328.90	17.555	2.7094	11.43	22.86	61.93	92.90	40.64	0.67	67.48	1.13	0.68
ZH2	69-62	0.00	0.00	125.03	125.03	328.90	40.873	2.3470	26.61	53.22	124.91	187.37	55.68	0.67	165.40	1.13	0.72
ZI	72-73	355.00	5.95	0.00	5.95				2.23	4.46	4.46	6.69	20.32	0.67	21.87	0.89	0.63
ZI	73-74	375.00	6.84	5.95	12.79				4.80	9.59	9.59	14.39	20.32	0.67	21.87	1.06	0.80
ZI	74-75	360.00	6.46	12.79	19.27				7.22	14.45	14.45	21.67	20.32	0.67	21.87	1.13	0.90
ZI	75-76	185.00	0.00	19.27	19.27				7.22	14.45	14.45	21.67	20.32	1.51	46.90	0.96	0.72
ZI	76-77	305.00	7.04	0.00	7.04				2.84	5.28	5.28	7.92	20.32	0.67	21.87	0.92	0.66
ZI	77-78	365.00	7.42	7.04	14.46				5.42	10.84	10.84	16.26	20.32	0.67	21.87	1.10	0.63
ZI	78-79	385.00	8.91	14.46	23.37				8.76	17.53	17.53	26.29	20.32	0.95	30.93	1.13	0.88
ZI	79-80	250.00	0.00	42.63	42.63				15.99	31.97	31.97	47.96	30.48	0.67	46.21	1.13	0.90
ZI	80-89	220.00	0.00	42.63	42.63				15.99	31.97	31.97	47.96	30.48	0.67	46.21	1.13	0.90
ZI	81-82	280.00	10.86	0.00	10.86				4.00	8.01	8.01	12.01	20.32	0.83	26.78	0.96	0.72
ZI	82-83	280.00	11.86	10.86	22.54				8.45	16.90	16.90	25.35	20.32	0.55	30.93	1.11	0.85
ZI	83-86	165.00	3.60	22.54	26.14				9.80	19.60	19.60	29.40	30.48	0.67	46.21	1.03	0.78
ZI	86-87	430.00	10.22	26.14	36.36				13.84	27.27	27.27	40.91	30.48	0.67	46.21	1.12	0.88
ZI	87-88	70.00	0.00	36.36	36.36				13.84	27.27	27.27	40.91	30.48	0.67	46.21	1.12	0.88
ZI	83-84	210.00	3.57	0.00	3.57				1.34	2.68	2.68	4.02	20.32	0.67	21.87	0.75	0.56
ZI	84-85	330.00	7.15	3.57	10.72				4.02	8.04	8.04	12.06	20.32	0.67	21.87	1.01	0.75
ZI	85-86	190.00	3.75	10.72	14.47				5.43	10.85	10.85	16.28	20.32	0.67	21.87	1.10	0.83
ZI	86-89	130.00	6.25	50.83	57.08				21.40	42.81	42.81	64.21	35.58	0.67	66.98	1.13	0.90
ZI	89-63	50.00	0.00	99.71	99.71				37.39	74.78	74.78	112.17	45.72	0.67	110.72	1.13	0.91
ZC	90-91	180.00	2.85	0.00	2.85	325.90	854	3.8401	1.00	1.12	4.32	6.48	20.32	0.67	21.87	1.01	0.57
ZH3	70-65	210.00	5.20	0.00	5.20	326.90	1.700	3.8398	1.11	2.21	8.06	12.08	20.32	0.67	21.87	1.13	0.61
ZH3	93-64	100.00	1.69	0.00	1.69	326.90	552	3.9519	1.00	1.00	3.95	5.93	20.32	0.67	21.87	0.95	0.38
ZH3	62-64	150.00	1.69	0.00	1.69	326.90	552	3.9519	1.00	1.00	3.95	5.93	20.32	0.67	21.87	0.95	0.38
ZH3	94-65	175.00	5.20	3.38	8.58	326.90	2.603	3.4673	1.62	3.66	12.66	18.98	25.40	0.83	41.85	1.11	0.59
ZH3	95-91	345.00	5.74	13.78	19.51	326.90	6.379	3.1454	4.15	8.31	26.12	39.19	35.58	0.67	66.98	1.13	0.64
ZC	91-98	170.00	6.79	22.18	28.95	326.90	9.483	2.9784	6.16	12.32	36.70	55.05	40.64	0.67	67.48	1.13	0.66
ZC	98-97	120.00	16.73	26.95	43.68	326.90	14.933	2.7802	9.72	19.44	54.08	81.09	40.64	1.51	195.62	1.13	0.64
ZC	97-C84	200.00	9.48	46.68	55.16	326.90	16.031	2.6677	11.74	23.48	63.34	95.00	55.68	0.67	165.40	1.13	0.68

Tabla IV.3.2 Cálculo geométrico de la red de aguas negras

Tramo	Cotas de terreno		Pendientes de terreno (milésimos)	Pendientes de plantilla (milésimos)	Cotas de plantilla		Ancho de zanja	Profundidad		Volúmenes (m ³)		
	Inicial (m)	Final (m)			Inicial (m)	Final (m)		Pozo (m)	Rejilla (m)	Excav.	Plantilla	Relleno
	18	19			20	21		22	23			
2-3	0.03	-0.46	2.95	3.00	-1.11	-1.63	0.65	1.14	1.14	128.70	11.25	111.84
3-4	-0.48	-0.10	-2.20	2.00	-1.83	-1.98	0.65	1.15	1.14	128.70	11.25	111.84
1-4	0.21	-0.10	2.48	3.00	-0.93	-1.31	0.65	1.14	1.51	122.48	8.13	110.31
4-7	-0.10	-0.05	-0.29	2.00	-1.98	-2.32	0.65	1.88	1.51	168.58	11.05	150.02
5-6	0.06	-0.28	2.08	3.00	-1.08	-1.58	0.65	1.14	1.22	137.13	11.25	128.28
6-7	-0.28	-0.05	-1.53	2.00	-1.58	-1.93	0.65	1.30	1.78	200.36	11.25	183.53
7-35	-0.05	0.08	-2.60	2.00	-2.32	-2.42	0.7	2.27	2.38	83.30	3.50	77.27
35-38	0.08	-0.35	1.91	2.00	-2.42	-2.67	0.8	2.50	2.51	450.90	18.00	416.48
38-40	-0.35	-0.02	-0.71	2.00	-2.87	-3.80	0.8	2.52	1.83	679.63	37.20	606.70
8-9	0.55	-0.37	5.32	6.00	-0.50	-1.63	0.65	1.14	1.20	134.83	11.25	117.97
9-10	-0.37	-0.51	0.81	2.00	-1.83	-1.97	0.65	1.28	1.36	153.04	11.25	136.19
10-37	-0.51	-0.21	-3.53	2.00	-1.97	-2.14	0.85	1.48	1.70	93.87	5.53	85.59
37-38	-0.21	0.58	-3.14	2.00	-2.14	-2.63	0.65	1.93	2.56	408.32	15.93	384.45
38-39	0.58	0.23	1.61	2.00	-2.83	-3.04	0.7	3.19	2.17	310.96	14.35	286.23
11-12	0.97	0.04	5.38	6.00	-0.17	-1.21	0.65	1.14	1.19	134.27	11.25	117.41
12-13	0.04	-0.29	1.91	2.00	-1.21	-1.55	0.65	1.25	1.26	141.24	11.25	124.38
13-16	-0.29	-0.45	0.94	2.00	-1.55	-1.89	0.65	1.28	1.20	132.82	11.05	118.28
14-15	1.03	0.27	4.39	5.00	-0.11	-0.98	0.65	1.14	1.19	134.10	11.25	117.24
15-16	0.27	-0.45	4.18	5.00	-0.98	-1.84	0.65	1.25	1.34	151.19	11.25	134.33
16-19	-0.45	0.21	-3.88	4.00	-1.88	-2.57	0.65	1.44	1.29	142.77	11.05	126.20
17-18	1.01	0.80	2.37	3.00	-0.13	-0.85	0.65	1.14	1.19	134.32	11.25	117.47
18-19	0.80	0.21	2.25	3.00	-0.85	-1.17	0.65	1.25	2.02	228.78	11.25	209.90
18-39	0.21	0.23	-0.09	2.00	-2.57	-3.01	0.7	2.78	3.01	464.18	15.40	437.61
39-40	0.23	-0.02	2.38	3.00	-3.01	-3.33	0.8	3.24	1.82	138.25	8.40	120.19
40-cb1	-0.02	-0.02	0.00	2.00	-3.33	-3.35	1	3.31	2.22	22.25	1.00	19.95
20-21	0.68	0.36	1.73	2.00	-0.48	-0.81	0.65	1.14	1.16	130.78	11.25	113.92
21-22	0.36	-0.12	2.86	3.00	-0.81	-1.33	0.65	1.19	1.20	134.43	11.25	117.58
22-44	-0.12	-0.80	1.41	2.00	-1.33	-2.01	0.65	1.21	1.31	288.41	22.10	255.28
44-48	-0.80	0.18	-3.32	2.00	-2.01	-2.48	0.7	1.41	1.27	209.33	16.45	186.97
41-48	0.15	0.18	-0.07	2.00	-0.90	-1.84	0.65	1.14	1.14	314.93	27.63	273.52
23-24	0.67	0.28	2.25	3.00	-0.47	-0.99	0.65	1.14	1.20	135.45	11.25	118.59
24-25	0.28	-0.32	3.47	4.00	-0.99	-1.68	0.65	1.27	1.32	147.87	11.25	131.02
25-47	-0.32	0.45	-2.28	2.00	-1.68	-2.38	0.7	1.38	2.09	498.47	23.80	465.44
47-48	0.45	0.18	1.54	2.00	-2.38	-2.71	0.7	2.61	1.98	242.00	12.25	220.88
50-61	0.27	0.16	0.35	2.00	-0.87	-1.83	0.7	1.14	2.02	677.21	33.60	619.29
48-61	0.18	0.10	0.23	2.00	-2.71	-3.41	0.9	2.89	3.20	1008.32	31.50	942.08
61-62	0.10	0.19	-0.95	2.00	-3.41	-3.80	1	3.51	3.85	346.85	9.50	325.02
62-88	0.19	0.03	0.68	2.00	-3.80	-4.07	1	3.79	2.47	579.39	23.50	525.41
54-58	-0.48	0.21	-1.89	2.00	-1.82	-2.35	0.65	1.14	1.14	270.47	23.73	234.90
61-58	0.19	0.21	-0.11	2.00	-0.95	-1.33	0.65	1.14	1.85	228.48	12.35	206.98
58-57	0.21	0.58	-2.59	2.00	-2.35	-2.62	0.65	2.56	1.85	162.34	8.78	146.18
58-57	0.38	0.58	-0.85	2.00	-0.78	-1.25	0.65	1.14	2.16	331.34	15.34	306.35
57-58	0.58	0.41	3.33	4.00	-2.82	-2.80	0.65	3.18	3.20	93.45	2.93	86.07
58-60	0.41	0.08	1.83	2.00	-2.80	-3.16	0.7	3.21	3.23	408.35	12.60	384.63
60-68	0.08	0.03	0.50	2.00	-3.16	-3.36	0.8	3.24	3.87	283.64	8.00	278.34
68-69	0.03	0.11	-1.33	3.00	-4.07	-4.28	1	4.10	14.55	873.03	6.00	858.28

Tabla IV.3.2 Cálculo geométrico de la red de aguas negras (continuación)

Tramo	Cotas de terreno		Pendientes de terreno (milésimos)	Pendientes de planilla (milésimos)	Cotas de planilla		Ancho de zanja	Profundidad		Volúmenes (m3)		
	Inicial (m)	Final (m)			Inicial (m)	Final (m)		1.º	2.º	Excav.	Plantilla	Relleno
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
26-27	0.98	0.92	0.23	2.00	-0.18	-0.53	0.65	1.14	1.29	145.40	11.25	126.54
27-28	0.92	1.02	-0.58	2.00	-0.53	-0.87	0.65	1.45	1.67	187.68	11.25	170.82
26-31	1.02	0.93	0.53	2.00	-0.87	-1.21	0.65	1.89	1.52	167.52	11.05	150.96
29-30	1.01	0.93	0.46	2.00	-0.13	-0.48	0.65	1.14	1.27	143.15	11.25	126.29
30-31	0.93	0.93	0.00	2.00	-0.48	-0.82	0.65	1.41	1.77	199.49	11.25	182.63
31-34	0.93	0.32	2.66	2.00	-1.21	-1.62	0.65	2.14	1.64	219.73	13.36	199.66
32-33	0.55	0.25	1.73	2.00	-0.56	-0.94	0.65	1.14	1.16	130.78	11.25	113.92
33-34	0.25	0.32	-0.40	2.00	-0.94	-1.28	0.65	1.19	1.57	175.96	11.25	156.13
34-64	0.32	-0.01	0.97	2.00	-1.62	-2.30	0.65	1.94	1.54	340.78	22.10	293.87
26-50	1.02	0.27	2.21	2.00	-0.12	-0.80	0.65	1.14	1.11	244.21	22.10	211.08
50-83	0.27	0.13	0.82	2.00	-0.80	-1.14	0.65	1.07	1.61	177.46	11.05	160.90
31-63	0.93	0.56	1.06	2.00	-1.21	-1.89	0.65	2.14	2.30	507.64	22.10	474.51
63-85	0.56	0.13	2.09	2.00	-1.89	-2.30	0.65	2.45	2.44	327.12	13.36	307.05
63-64	0.13	-0.01	0.68	2.00	-2.30	-2.72	0.7	2.43	2.57	370.59	14.42	345.74
64-67	-0.01	0.10	-0.34	2.00	-2.72	-3.36	1	2.71	3.08	966.92	32.00	912.41
67-89	0.10	0.11	-0.03	2.00	-3.36	-4.09	1	3.46	3.83	1396.49	36.50	1312.64
69-cb2	0.11	-0.11	0.00	2.00	-4.09	-4.09	1.2	4.20	2.10	0.00	0.00	0.00
72-73	2.15	1.98	-0.48	2.00	1.01	0.30	0.65	1.14	1.41	325.36	23.06	290.77
73-74	1.98	2.60	1.85	2.00	0.30	-0.45	0.65	1.68	2.37	576.47	24.38	536.63
74-75	2.60	0.65	-5.42	2.00	-0.45	-1.17	0.65	3.05	2.44	569.79	23.40	534.72
75-79	0.65	2.36	9.24	10.00	-1.17	-3.02	0.65	1.82	3.60	432.90	12.03	414.88
76-77	2.36	1.25	-3.84	2.00	1.22	0.61	0.65	1.14	0.89	176.44	19.83	146.73
77-78	1.25	1.02	-0.63	2.00	0.61	-0.12	0.65	0.64	0.89	211.15	23.73	175.69
78-79	1.02	2.36	3.46	4.00	-0.12	-1.66	0.65	1.14	2.58	845.65	25.03	606.13
79-80	2.36	0.20	-6.64	2.00	-3.02	-3.52	0.8	5.38	4.55	910.00	20.00	871.78
80-89	0.20	-0.21	-1.68	2.00	-3.52	-3.96	0.8	3.72	3.74	657.36	17.60	623.71
81-82	0.69	1.46	2.72	3.00	-0.45	-1.32	0.65	1.14	1.97	371.35	18.85	343.08
82-83	1.46	2.59	3.66	4.00	-1.32	-2.44	0.65	2.80	3.90	709.80	18.20	682.52
83-86	2.59	0.21	-14.24	2.00	-2.44	-2.77	0.8	5.00	3.99	526.68	13.20	501.44
86-87	0.21	0.25	0.09	2.00	-2.77	-3.63	0.8	2.98	3.43	1179.92	34.40	1114.14
87-88	0.25	-0.36	-8.71	2.00	-3.63	-3.77	0.8	3.88	3.65	204.12	5.60	193.41
83-94	2.59	0.36	-10.46	2.00	-2.44	-2.86	0.65	5.00	4.11	561.02	13.65	540.55
84-85	0.36	0.58	0.87	2.00	-2.86	-3.52	0.65	3.22	3.66	785.07	21.45	752.92
85-86	0.58	-0.36	-4.85	2.00	-3.52	-3.90	0.65	4.10	3.82	471.77	12.35	453.26
86-99	-0.36	-0.21	1.15	2.00	-3.77	-4.03	0.9	3.41	3.62	422.96	11.70	398.34
86-cb3	-0.21	-0.54	-6.80	2.00	-3.96	-4.06	1	3.75	3.64	181.75	5.00	168.54
90-91	2.36	1.25	-6.17	2.00	-0.54	-0.90	0.65	2.90	2.53	265.43	11.70	277.60
70-95	0.56	0.69	0.62	2.00	0.05	-0.37	0.65	0.51	0.79	107.15	13.65	86.80
93-94	2.36	0.20	-21.80	2.00	-0.87	-1.07	0.65	3.23	2.25	146.25	8.50	136.51
92-94	1.02	0.20	-5.47	2.00	-1.24	-1.54	0.65	2.28	2.00	195.00	8.75	180.39
94-95	0.20	0.69	2.80	3.00	-1.54	-2.07	0.7	1.74	2.25	275.32	12.25	254.20
95-91	0.69	1.25	1.62	2.00	-2.07	-2.78	0.9	2.78	3.36	1049.46	31.05	984.18
91-96	1.25	1.48	1.35	2.00	-2.78	-3.10	1	4.01	4.29	729.30	17.00	690.25
96-97	1.48	2.58	9.00	10.00	-3.10	-4.30	1	4.58	5.72	885.80	12.00	858.23
97-CB4	2.58	0.28	-11.56	2.00	-4.30	-4.70	1.2	6.68	5.90	1416.00	24.00	1342.65
TOTALES										32,989.96	1,466.46	30,679.16

Para evitar septicidad, el tiempo de retención de las aguas negras en el cárcamo, se aceptó igual a 15 minutos, por lo tanto, los datos de proyecto para el cárcamo 1 (CB1) son:

Área tributaria	602,251.50 m ² = 60.25 ha
Densidad de población	326.90 hab/ha
Población de proyecto	19,688 hab
Q _{min} =	12.82 l/s
Q _{med} =	25.63 l/s
Q _{max int} =	68.17 l/s
Q _{max ext} =	102.26 l/s
Tiempo de llenado	15 minutos (asegura no septicidad)
Volumen de CBI	

$$V = (15 \text{ min} \times 60 \text{ s/min}) \times (102.26 \text{ l/s})$$

$$V = 92,032.20 \text{ litros}$$

Por lo tanto se propone un tanque con capacidad de 100,000.00 litros = 100 m³.

En la tabla IV.3.3 se muestran los detalles de los cuatro cárcamos resultantes

Para resolver el problema de la determinación de la capacidad del cárcamo, es necesario contar con un diagrama de flujos horarios, que sean representativos y cubran varios días de la semana en la población en cuestión. Como se trata de un Desarrollo nuevo, se tomo un diagrama tipo para los consumos en la Ciudad de México (Figura IV.3.1) y se calcularon los gastos para cada caso; describiendo en las tablas IV.3.3 y IV.3.4.

Figura IV.3.1
Diagrama tipo para consumos en la Ciudad de México.

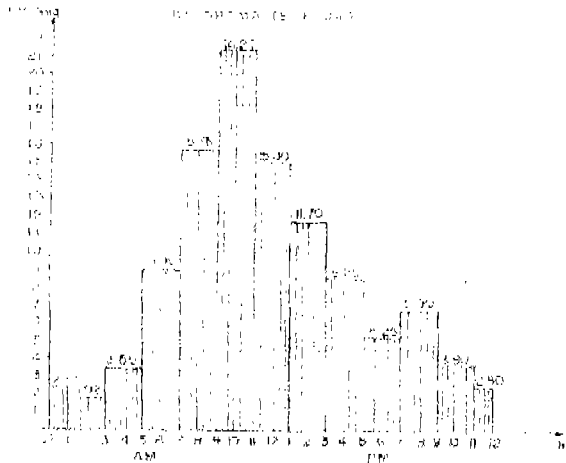


Tabla IV.3.3
 Datos de proyecto para el cálculo de los cárcamos

Concepto	CB1	CB2	CB3	CB4
Area tributaria (ha)	60.25	125.33	99.08	55.56
Densidad de población (hab/ha)	327	327		327
Población (hab)	19,688	40,873		18,031
Q mín (l/s)	12.82	26.61	37.39	20.68
Q med (l/s)	26.63	53.22	74.78	41.37
Q max inst (l/s)	68.17	124.91	74.78	111.60
Q max ext (l/s)	102.26	167.37	112.17	167.40
Tiempo de llenado (min)	15.00	15.00	15.00	15.00
Volumen (m ³)	92.03	168.63	100.95	150.66
Capacidad del cárcamo (m ³)	100.00	170.00	105.00	155.00

Tabla IV.3.4
 Diagrama de flujo para aguas residuales

Horario	Ciudad de México	Gastos de bombeo (l/s)			
		CB1	CB2	CB3	CB4
0:00-1:00	2.5	24.77	31.42	39.63	25.08
1:00-3:00	1.92	12.82	26.61	37.39	20.68
3:00-5:00	3.5	33.78	39.72	43.49	32.65
5:00-7:00	9	65.40	85.37	64.72	74.31
7:00-9:00	15.75	82.23	141.39	90.78	125.44
9:00-11:00	21.29	102.26	187.37	112.17	167.40
11:00-13:00	15	77.52	135.16	87.89	119.75
13:00-15:00	11.7	63.65	107.76	75.15	94.76
15:00-17:00	8.25	42.98	79.14	61.83	68.63
17:00-19:00	5.25	27.52	54.25	50.25	45.91
19:00-21:00	6.9	44.36	67.94	56.62	58.40
21:00-23:00	3.80	30.40	42.21	44.65	34.92
23:00-0:00	2.5	24.77	31.42	39.63	25.08

Para revisar el adecuado funcionamiento de cada cárcamo de bombeo, se realiza una tabla en donde se detallan el número de arranques y los horarios de operación de éstas, el volumen del cárcamo y los gastos de entrada y de salida.

Tomando en cuenta los datos de las tablas IV.3.3 y IV.3.4, se pueden iniciar los tanteos, para el caso del cárcamo de bombeo 1, cuyo funcionamiento se detalla en la tabla IV.3.5, y su análisis se describe continuación:

Para el CB1 se proponen dos bombas, una con capacidad de 70 l/s y otra de 60 l/s, para que en conjunto puedan evacuar el gasto máximo.

Suponiendo que el cárcamo con capacidad de almacenamiento de 100 m³, se encuentra vacío a media noche y en ese momento está entrando un gasto de 24.77 l/s según el diagrama de flujo, por consiguiente a la 1 a.m. el cárcamo tendrá almacenados 89.17 m³.

$$V_{\text{almacenado}} = (24.77 \text{ l/s}) (60 \text{ s/min}) (60 \text{ min/hr}) (1 \text{ hr})$$

$$V_{\text{almacenado}} = 89,172.00 = 89.17 \text{ m}^3$$

Si a la 1 a.m. se pone en marcha la bomba de 70 l/s, estará entrando un gasto de 12.82 l/s de acuerdo con el diagrama de flujo, tabla IV.2.4; el tiempo en que se vaciará el cárcamo será:

$$t_v = \frac{V}{(Q_b - Q_e) 60}$$

donde:

- t_v tiempo de vaciado del cárcamo en minutos.
- V Volumen en el cárcamo en l
- Q_b Gasto de la bomba en l/s
- Q_e Gasto de entrada al cárcamo en l/s

sustituyendo valores:

$$t_v = \frac{89,172}{(70 - 12.82) 60}$$

$$t_v = 26 \text{ minutos}$$

Es decir, a la 1:26 a.m. el cárcamo estará vacío y la bomba se detiene. El cárcamo se volverá a llenar en el tiempo:

$$T_{II} = \frac{V/60}{Q_e}$$

$$T_{II} = 130 \text{ minutos}$$

Si el gasto de entrada fuera constante, el cárcamo se vaciaría en una hora con 10 minutos, es decir, a las 3:36 a.m., atendiendo el diagrama de flujos horarios, se puede decir que a las 3 a.m. el gasto cambia y por lo tanto la manera de calcular el tiempo para dos gastos en diferentes rangos horarios es:

$$\text{Horario de llenado} = t_0 + \frac{(V/60) - (Q_{e1} * t_1)}{Q_{e2}}$$

donde:

- t₀ horario del cambio de gasto
- t₁ tiempo transcurrido desde que el cárcamo se vació hasta el término del período anterioren minutos
- V Volumen en el cárcamo en l
- Q_{e1} Gasto de entrada al cárcamo del período anterior en l/s
- Q_{e2} Gasto de entrada al cárcamo del período siguiente en l/s

sustituyendo valores:

$$\text{Horario de llenado} = 3 \text{ a.m.} + \frac{(100,000/60) - (12.82 * 94)}{33.76}$$

$$\text{Horario de llenado} \approx 3 \text{ a.m.} + 14 \text{ minutos} = 3:14 \text{ a.m.}$$

Es decir, el cárcamo se llenará a las 3:14 a.m. y nuevamente se pone en marcha la bomba de 70 l/s, de acuerdo con el diagrama de flujo en ese período estará entrando un gasto de 33.76 l/s. Para estas nuevas condiciones el tiempo en el que se vaciará el cárcamo será:

$$t_v = \frac{100,000}{(70 - 33.76) 60}$$

$$t_v = 46 \text{ minutos}$$

La bomba se detendrá en 3:14 a.m. + 46 minutos, es decir, a las 4:01 a.m.

De la misma manera el cárcamo se llenará:

$$T_{II} = \frac{100,000/60}{33.76}$$

$$T_{II} = 49 \text{ minutos}$$

El cárcamo estará lleno a las 4:49 a.m. en ese momento se arranca la bomba de 70 l/s durante los 10 minutos restantes para este período donde aún el gasto es de 33.76 l/s, al cabo de este período todavía habrá agua en el cárcamo:

$$V_{\text{almacenado}} = (70 - 33.76 \text{ l/s}) (60 \text{ s/min}) * 10 \text{ min}$$

$$V_{\text{almacenado}} = 78,256.00 = 78.26 \text{ m}^3$$

Se arranca la bomba complementaria de 60 l/s, ya que el gasto de entrada estará aumentando a 65.40 l/s; por lo tanto el tiempo de vaciado será:

$$t_v = \frac{78,256.00}{(120 - 65.40) 60}$$

$$t_v = 24 \text{ minutos}$$

Por lo tanto el cárcamo se vuelve a vaciar a las 5:24 a.m.

Continuando con el procedimiento explicado anteriormente, tienen su origen las tablas IV.3.5, IV.3.6, IV.3.7 y IV.3.8 en donde se describe el funcionamiento de cada uno de los 4 cárcamos para desalojar las aguas que provienen de la red de drenaje sanitario del desarrollo en cuestión

IV.3.3 Cálculo de la línea de descarga a presión al "Gran Canal".

La disposición final de las aguas residuales se realizará al "Gran Canal, que tiene su cauce a las orillas del predio que albergará el desarrollo habitacional "Las Américas".

Para realizar la descarga de cada uno de los cárcamos, se requiere una línea de conducción a presión para cada uno de ellos, ya que la topografía del terreno impide cualquier posibilidad de realizar la disposición final por gravedad. Para este caso se ha propuesto una tubería de Polietileno de Alta Densidad (PAD).

Memoria de cálculo:

Características del polietileno de alta densidad (PAD):

Velocidad máxima permisible	5 m/s.
Coefficiente de rugosidad de Manning	n = 0.009

La carga dinámica total para el sistema de bombeo de descarga estará dada por la ecuación IV.3.1 explicada en la figura IV.3.2.

Figura IV.3.2

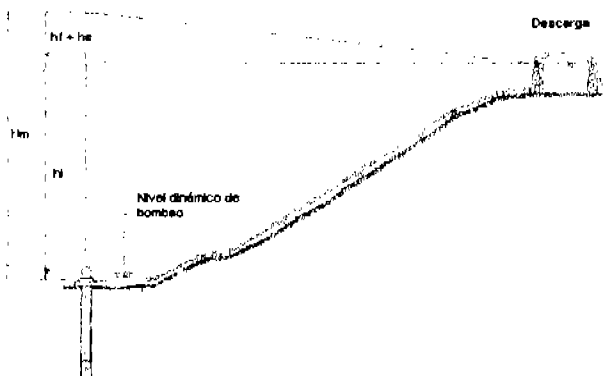


Tabla IV.3.5. Cárcamo de Bombeo 1 (CB1)

Número de arranques	Volumen en el cárcamo (l)	Gasto de la bomba (l/s)	Gasto de entrada (l/s)	Tiempo de llenado (min)	Horario de llenado	Tiempo de vaciado (min)	Horario de vaciado
			24.77	60	01:00		
1	89,172.00	70	12.82			26	01:26
			12.82	94			
			33.76	14	03:14		
2	100,000.00	70	33.76			46	04:01
			33.76	49	04:50		
3	100,000.00	70	33.76			10	
	78,256.00	120	65.40			24	05:24
			65.40	25	05:49		
4	100,000.00	120	65.40			31	06:20
			65.40	25	06:45		
5	100,000.00	120	66.40			15	
	50,860.00	120	82.23			22	07:22
			82.23	20	07:42		
6	100,000.00	120	82.23			44	08:26
			82.23	20	08:46		
7	100,000.00	120	82.23			14	
	30,926.80	120	102.26			29	09:29
			102.26	17	09:46		
8	100,000.00	120	102.26			74	
	21,234.40	120	77.52			9	11:09
			77.52	22	11:31		
9	100,000.00	120	77.52			40	12:11
			77.52	22	12:33		
10	100,000.00	120	77.52			23	
	41,377.60	120	63.65			12	13:12
			63.65	27	13:39		
11	100,000.00	120	63.65			30	14:09
			63.65	27	14:36		
12	100,000.00	120	63.65			24	
	18,666.00	70	42.98			11	13:11
			42.98	39	13:50		
13	100,000.00	70	42.98			62	16:52
			42.98	8			
			27.52	48	17:48		
14	100,000.00	70	27.52			39	18:27
			27.52	33			
			44.36	18	19:18		
15	100,000.00	70	44.36			65	20:23
			44.36	37			
			30.40	1	21:01		
16	100,000.00	70	30.40			42	21:43
			30.40	54	22:37		
17	100,000.00	70	30.40			23	
	45,362.00	70	24.77			17	23:17
			24.77	67	00:24		

Tabla IV.3.6. Cárcamo de Bombeo 2 (CB2)

Número de arranques	Volumen en el cárcamo (l)	Gasto de la bomba (l/s)	Gasto de entrada (l/s)	Tiempo de llenado (min)	Horario de llenado	Tiempo de vaciado (min)	Horario de vaciado
			31.42	60	01:00		
1	113,112.00	70	26.61			44	01:44
	170,000.00		26.61	76			
			39.72	21	03:21		
2	170,000.00	70	36.72			94	04:55
			39.72	5			
			85.37	31	05:31		
3	170,000.00	140	85.37			52	06:23
			85.37	33	06:58		
4	170,000.00	210	85.37			4	
	140,068.80	210	141.39			34	07:34
			141.39	20	07:54		
5	170,000.00	210	141.39			42	08:36
			141.39	20	08:56		
6	170,000.00	210	141.39			4	
	153,533.60	210	187.37			114	10:54
			187.37	6			
			135.16	12	11:12		
7	170,000.00	210	135.16			38	11:50
			135.16	21	12:11		
8	170,000.00	210	135.16			38	12:49
			135.16	11			
			107.78	13	13:13		
9	170,000.00	140	107.78			88	14:41
			107.78	19			
			79.14	10	15:10		
10	170,000.00	140	79.14			47	15:57
			79.14	36	16:33		
11	170,000.00	140	79.14			27	
	71,406.80	140	54.25			14	17:14
			54.25	52	18:06		
12	170,000.00	140	54.25			33	18:39
			54.25	21			
			67.94	25	19:25		
13	170,000.00	140	67.94			39	20:04
			67.94	42	20:46		
14	170,000.00	140	67.94			14	
	109,466.60	70	42.21			66	22:06
			42.21	54			
			31.42	18	23:18		
15	170,000.00	70	31.42			73	00:31

Tabla IV.3.7. Cárcamo de Bombeo 3 (CB3)

Número de arranques	Volumen en el cárcamo (l)	Gasto de la bomba (l/s)	Gasto de entrada (l/s)	Tiempo de llenado (min)	Horario de llenado	Tiempo de vaciado (min)	Horario de vaciado
			39.63	30	01:00		
1	71,334.00	70	37.39			37	01:37
			37.39	49	02:26		
2	110,000.00	70	37.30			34	
	43,475.60	70	43.49			27	03:27
			43.49	42	04:09		
3	110,000.00	70	43.49			51	
	28,879.40	70	64.72			91	06:40
			64.72	20			
			90.78	6	07:06		
4	110,000.00	140	90.78			37	07:46
			90.78	20	08:06		
5	110,000.00	140	90.78			37	08:46
			90.78	16			
			112.17	3	09:03		
6	110,000.00	140	112.17			66	10:09
			112.17	16	10:25		
7	110,000.00	140	112.17			35	
	51,657.00	140	87.89			17	11:17
			87.89	21	11:38		
8	110,000.00	140	87.89			35	12:13
			87.89	21	12:34		
9	110,000.00	140	87.89			28	
	28,708.40	140	75.15			7	13:07
			75.15	24	13:31		
10	110,000.00	140	75.15			28	13:59
			75.15	24	14:23		
11	110,000.00	140	75.15			28	14:51
			75.15	9			
			61.83	19	15:10		
12	110,000.00	140	61.83			23	15:42
			61.83	30	16:12		
13	110,000.00	140	61.83			23	16:36
			61.83	26			
			50.25	6	17:06		
14	110,000.00	70	50.25			92	18:38
			50.25	22			
			56.62	13	19:13		
15	110,000.00	140	56.62			22	19:35
			56.62	32	20:07		
16	110,000.00	140	56.62			22	20:29
			56.62	32	20:57		
17	110,000.00	70	56.62			3	
	107,580.80	70	44.65			71	22:11
			44.65	41	22:52		
18	110,000.00	70	44.65			8	
	97,822.00	70	39.63			54	23:54
			39.63	46	00:40		

Tabla IV.3.8. Cárcamo de Bombeo 4 (CB4)

Número de arranques	Volumen en el cárcamo (l)	Gasto de la bomba (l/s)	Gasto de entrada (l/s)	Tiempo de llenado (min)	Horario de llenado	Tiempo de vaciado (min)	Horario de vaciado
			25.08	60	01:00		
1	90,288.00	100	20.68			19	01:19
			20.68	101			
			32.65	18	03:18		
2	160,000.00	100	32.65			40	03:58
			32.65	62			
			74.31	9	05:09		
3	160,000.00	100	74.31			104	06:53
			74.31	7			
			125.44	17	07:17		
4	160,000.00	200	125.44			36	07:53
			125.44	21	08:14		
5	160,000.00	200	125.44			36	08:50
			125.44	10			
			167.40	8	09:08		
6	160,000.00	200	167.40			82	10:30
			167.40	16	10:46		
7	160,000.00	200	167.40			14	
	132,616.00	200	119.75			28	11:28
			119.75	22	11:50		
8	160,000.00	200	119.75			33	12:23
			119.75	22	12:45		
9	160,000.00	200	119.75			15	
	87,775.00	200	94.76			14	13:14
			94.76	28	13:42		
10	160,000.00	200	94.76			25	14:07
			94.76	28	14:35		
11	160,000.00	200	94.76			25	15:00
			68.63	39	15:39		
12	160,000.00	100	68.63			81	
	7,541.80	100	45.91			2	17:02
			45.91	58	18:00		
13	160,000.00	100	45.91			49	18:49
			45.91	11			
			58.40	37	19:37		
14	160,000.00	100	58.40			64	20:41
			58.40	19			
			34.92	45	21:45		
15	160,000.00	100	34.92			41	22:26
			34.92	34			
			25.08	59	23:59		
16	160,000.00	100	25.08			36	00:36

$$H_m = h_f + h_s + h_i \dots\dots\dots IV.3.2$$

Como la descarga es libre, se agrega a la expresión IV.3.2 la carga de velocidad.

$$H_m = h_f + h_s + h_i + V^2/2g \dots\dots\dots IV.3.3$$

Donde:

H_m	Carga dinámica total
V	Velocidad media del agua
$V^2/2g$	Carga de velocidad en m.
h_f	Pérdidas por fricción en la tubería
h_s	Pérdidas secundarias en m.
h_i	Carga estática a vencer en m.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción, se aplico la formula de Manning dada por la ecuación IV.2.1 y la de continuidad, que se expresa como:

$$Q = A V \dots\dots\dots IV.3.4$$

en donde:

V	velocidad media del agua en m/s
A	área de la sección de la tubería o conducto en m^2
Q	gasto en m^3/s

Combinando las ecuaciones IV.3.1 y IV.3.4, resulta:

$$Q = (A/n) R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots IV.3.5$$

La pendiente hidráulica se calcula como:

$$S = h_f / L \dots\dots\dots IV.3.6$$

en donde:

h_f	pérdida de carga por fricción en m
L	longitud de la línea de conducción en m

El radio hidráulico como:

$$R = A/P$$

en donde:

A	área hidráulica del conducto; $A = \pi D^2 / 4$
P	perímetro mojado de la tubería

Entonces:

$$R = \frac{\pi D^2}{4} \div \frac{\pi D}{1} = \frac{D}{4} \dots\dots\dots IV.3.7$$

Sustituyendo IV.3.6 y IV.3.7 en IV.3.5:

$$Q = (\pi D^2 / 4) (1/n) (D/4)^{2/3} (h_f / L)^{1/2} \dots\dots IV.3.8$$

Despejando h_f

$$h_f^{1/4} = \frac{n L^{1/2} Q}{0.3117 D^{8/3}}$$

Elevando al cuadrado

$$h_f = \frac{10.3 n^2 L Q^2}{D^{16/3}}$$

Si

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

La ecuación IV.3.9 expresa las pérdidas por fricción en la tubería y queda de la siguiente manera:

$$h_f = K L Q^2 \dots\dots\dots IV.3.9$$

Las pérdidas secundarias son causadas por los accesorios con los que cuenta la tubería. El cambio brusco de dirección del flujo en una tubería por medio de codos, tees, válvulas, causan pérdidas de presión. Es prácticamente común expresar esta pérdida en términos de un equivalente de longitud de tramo recto de tubería del mismo diámetro. La tabla IV.3.9 contiene pérdidas de carga para las piezas más usuales expresadas en metros de tramos rectos de tubería del diámetro conveniente en metros según el fabricante.

La memoria de cálculo para las tuberías de descarga a presión se muestra en la tabla IV.3.10.

Para finalizar el cálculo de la red de drenaje sanitario, a continuación se presentan los planos de las figuras IV.3.3, donde se indica las cotas de terreno y plantilla, pendiente de plantilla, diámetro utilizado y la simbología empleada en este tipo de planos.

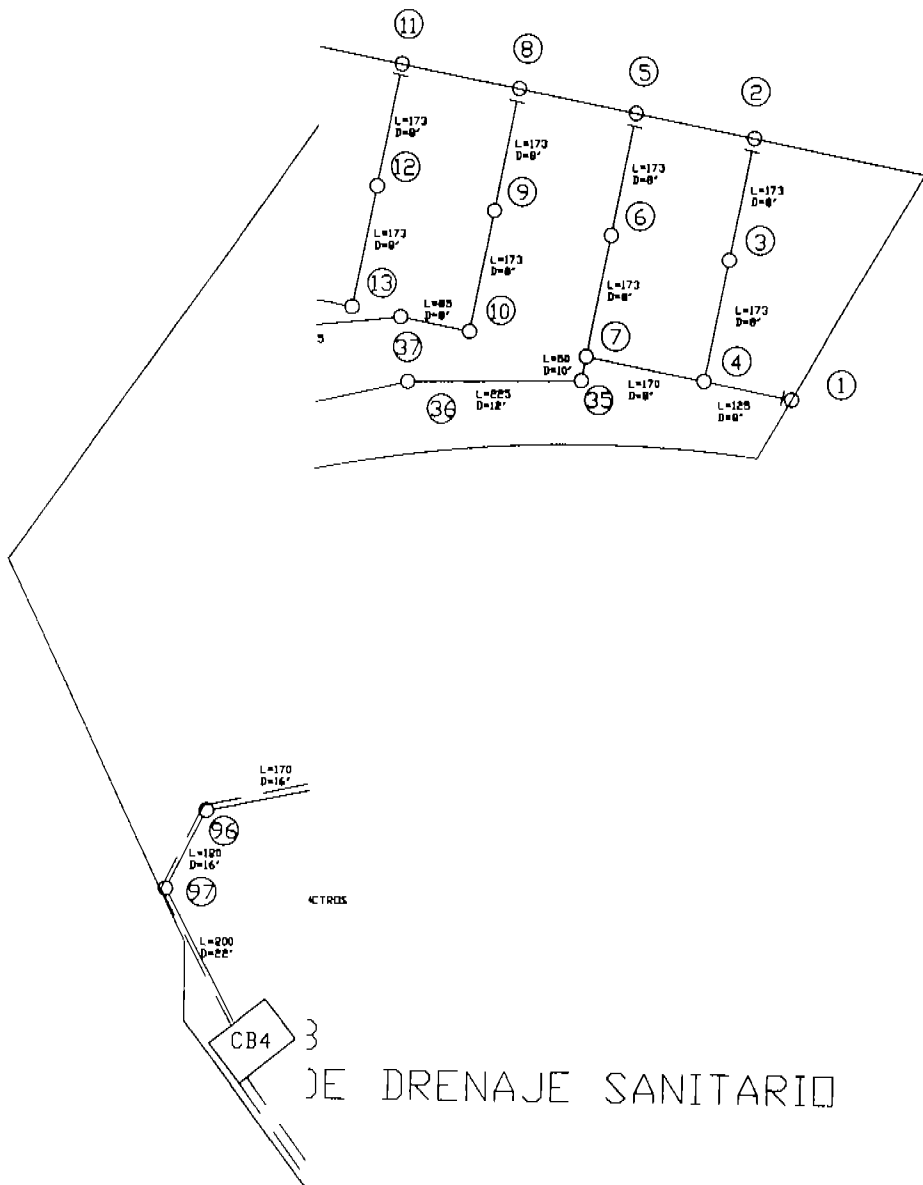
Tabla IV.3.9
Pérdidas secundarias

Accesorio	CB1 8"			CB2 10"		
	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)
válvulas de compuerta abierta	1	1.37	1.37	1	1.74	1.74
válvula check	1	6.48	6.48	1	8.24	8.24
válvula de desfogue	1	1.37	1.37	0	1.74	0
codo 90	4	6.40	25.60	2	7.93	15.86
codo 45	0	3.05	0	0	3.96	0
TOTAL hs			34.82			26.84

Accesorio	CB3 8"			CB4 10"		
	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)
válvulas de compuerta abierta	1	1.37	1.37	1	1.74	1.74
válvula check	1	6.48	6.48	1	8.24	8.24
válvula de desfogue	0	1.37	0	0	1.74	0
codo 90	2	6.40	12.80	0	7.93	0
codo 45	3	3.05	9.15	0	3.96	0
TOTAL hs			29.80			9.98

Tabla IV.3.10
Resumen de las líneas de descarga a presión.

	CB1	CB2	CB3	CB4
Cota de succión	-3.35	-4.09	-4.06	-4.7
Cota de descarga	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11
Longitud de la tubería (m)	2170	1005	920	200
Velocidad max. (m/s)	5	5	5	5
Gasto de bombeo Q (m ³ /s)	0.12	0.21	0.14	0.2
Diámetro (cm)	0.17	0.23	0.19	0.23
Diámetro comercial (m)	0.2	0.25	0.2	0.25
Velocidad real (m/s)	3.82	4.28	4.46	4.07
K	4.45823	1.35615	4.45823	1.35615
h _f	139.31	60.11	80.39	10.85
h _l	3.24	3.98	3.95	4.59
h _s	34.82	25.4	29.8	9.98
$\sqrt{2/g}$	0.74	0.93	1.01	0.85
H _m	178.11	90.42	115.15	26.27
Potencia (kgm/s)	21,373.72	18,987.83	16,121.41	5,253.06
Potencia de la bomba (HP)	281	250	212	69



DE DRENAJE SANITARIO

IV.4 DRENAJE PLUVIAL.

La función de un sistema de alcantarillado para aguas pluviales es la remoción del agua de lluvia que se capta en las calles y áreas verdes para prevenir daños e inundaciones. Para esto, se tiene la disyuntiva de elegir la tormenta adecuada para poder diseñar el sistema de drenaje pluvial ya que no es común proyectar para la mayor tormenta registrada, considerándose más económico aceptar los daños y molestias que resulten de la tormenta que tenga cierta probabilidad de que ocurra.

Para conocer la cantidad de agua, se tomó el estudio hidrológico de la zona presentado en el capítulo dos; y cuya ecuación intensidad - duración - periodo de retorno (i - d - T) resulta:

$$i = \frac{278.511 T_r^{0.322}}{d^{0.834}} \dots\dots\dots IV.4.1$$

IV.4.1 Cálculo de la red de drenaje Pluvial.

El cálculo de la red tiene por objeto determinar el diámetro de las tuberías que conducirán el agua originada por las lluvias a los diversos sitios de vertido, y como se mencionó en párrafos anteriores, ligado a una probabilidad de ocurrencia, para este caso se adoptó un periodo de retorno de diseño de 5 años.

Para facilitar los cálculos, se requiere consignar en forma tabular los datos y los resultados y para ello se proporciona la tabla de cálculo IV.4.1 cuyo cálculo se explica a continuación :

- Columna 1 Tramo.-
Indica el tramo comprendido entre dos pozos de visita consecutivos, el sentido de la corriente quedara indicado por la numeración de los pozos.
- Columna 2 Longitud (m).-
Representa la distancia horizontal del tramo.
- Columna 3 Área propia.-
Es el área que se encuentra comprendida en el tramo y se recolecta en el pozo inicial.
- Columna 4 Área tributaria.-
Es el área que se obtiene sumando progresivamente las áreas anteriores.
- Columna 5 Área acumulada.-
Es el área a la cual da servicio el tramo en estudio, se obtiene sumando las columnas 4 y 5.
- Columna 6 Tiempo de ingreso.-
Es el tiempo requerido por el agua para escurrir superficialmente hasta llegar a una coladera pluvial y se consideró para los tramos cabeceros de 15 minutos.
- Columna 7 Tiempo de escurrimiento.-
Es el tiempo que tarda el agua en escurrir dentro del tubo entre dos pozos de visita, y se calcula como:

$$t_r = L / 60V$$

donde:
L longitud en el tramo, en m.
V velocidad de escurrimiento, en m/s

Columna 8 Tiempo de concentración.-
Es el tiempo que tarda la gota más alejada que cae en el área de captación en llegar al punto de concentración. Se obtiene sumando los tiempos de ingreso y de escurrimiento.

$$t_c = t_i + t_r$$

Columna 9 Intensidad.-
Es la intensidad de lluvia esperada, basada en el estudio hidrológico, y se calcula con la formula IV.4.1

Columna 10 Gasto pluvial.
Es el gasto que se puede obtener por varios métodos, para este caso se utilizó el Método Racional Americano, con la ecuación:

$$Q = 2.778 C I A$$

donde:

- G gasto en l/s
- C es el valor promedio del coeficiente de escurrimiento.
- I intensidad de lluvia, en mm/hr
- A área por drenar, en ha.

El coeficiente de escurrimiento es la relación que hay entre el volumen de agua que escurre por la superficie y el volumen llovido y se representa por la letra "C". Este valor depende del tipo de superficie.

Para este caso, se tienen principalmente tres tipos de superficie: techos impermeables, pavimentos en buen estado y parques y jardines. Por lo tanto el valor promedio del coeficiente de escurrimiento se obtiene de la siguiente manera.

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3 + \dots + C_n A_n}{\sum A_n} \dots\dots\dots IV.4.2$$

donde:

- C coeficiente de escurrimiento
- A superficie en (ha)

El tipo de superficies en el Desarrollo Habitacional se resume de la siguiente manera:

TIPO DE SUPERFICIE	AREA (ha)	C
techos impermeables (habitacional, comercial e industrial)	282	0.80
vialidades	49	0.80
parques y jardines	10	0.10

Sustituyendo valores en la ecuación IV.4.2

$$C = \frac{(282 \cdot 0.80) + (49 \cdot 0.80) + (10 \cdot 0.10)}{341}$$

Por lo tanto el valor promedio de C es:

$$C = 0.7795$$

- Columna 11 **Gasto de diseño.**
Es el gasto para el cual se determinarán los diámetros de las tuberías y está en función del tirante que se desea manejar en las tuberías, en este caso se acepta un tirante igual al 80 % del diámetro y por lo tanto el gasto de diseño es igual a:

$$Q_{\text{diseño}} = k Q_{\text{pluvial}}$$
- Columna 12 **Cota de terreno inicial.**
Representa la cota de terreno en el pozo de visita inicial en el tramo que se está calculando.
- Columna 13 **Cota de terreno final.**
Representa la cota de terreno en el pozo de visita final en el tramo que se está calculando.
- Columna 14 **Pendiente de terreno.**
Se calcula restando el valor de la columna 14 al valor de la columna 13, el resultado se divide entre el valor de la columna 2 y se multiplica por mil.
- Columna 15 **Pendiente de plantilla.**
El resultado de la columna 15 se ajusta a un número entero y se propone como valor de pendiente de plantilla, debe ser lo suficientemente grande para que el gasto a tubo lleno sea mayor que el gasto de diseño.
- Columna 16 **Diámetro de la tubería.**
Representa el diámetro comercial de la tubería, el mínimo para este tipo de sistemas es de 30 cm.
- Columna 17 **Velocidad a tubo lleno.**
Es la velocidad que tendría el agua cuando la ocupe completamente el área hidráulica del tubo, se calcula utilizando la fórmula de Manning.
- Columna 18 **Gasto a tubo lleno.**
Es el caudal que puede transportar la tubería cuando se tiene el valor de la velocidad de la columna 17 se obtiene multiplicando el área del tubo por la columna 17.
- Columna 19 **Velocidad real.**
Es la velocidad a la cual se conducirá el agua pluvial para el diámetro y pendientes propuestos en las columnas 17 y 16.
- Columna 20 **Velocidad propuesta.**
Es la velocidad que se propone para calcular el tiempo de escurrimiento de la columna 8 y debe ser igual al valor de la columna 20.
- Columna 21 **Cota de plantilla inicial.**
Es el valor de la elevación de plantilla del pozo inicial. Para calcularla en tramos iniciales se resta al valor de la columna 13 la profundidad mínima.
- Columna 22 **Cota de plantilla final.**
Es el valor de la elevación de plantilla de pozo final, se obtiene restando al valor de la columna 22 el producto de las columnas 16 y 2.

- Columna 23 Ancho de zanja.
Es el ancho de la zanja y está en función del diámetro de la tubería utilizada en el tramo.
- Columna 24 Profundidad del pozo.
Es la profundidad que tiene el pozo de visita inicial y se obtiene al restar los valores de las columnas 13 y 22.
- Columna 25 Profundidad media.
Es la profundidad media del tramo y se obtiene sumando los valores de dos tramos consecutivos de la columna 25 y después dividirla entre 2.
- Columna 26 Volumen de excavación.
Es el volumen del material producto de excavación en el tramo y se obtiene multiplicando los valores de las columnas 2, 24 y 26.
- Columna 27 Volumen de plantilla.
Es el volumen del material que se utilizará como plantilla, se obtiene multiplicando el espesor de la plantilla por los valores de las columnas 2 y 24.
- Columna 28 Volumen de relleno.
Se obtiene restando al valor de la columna 27 el valor de la columna 28 y el valor del volumen de la tubería usada en el tramo.

Memoria descriptiva.

Para calcular hidráulicamente el sistema de alcantarillado pluvial se usaron los niveles de rasante del Conjunto Urbano, para este caso y conforme a la numeración de los pozos de visita, se toman las cotas que aparecen en la tabla IV.1.1, como se puede apreciar la distribución de los colectores y numeración de los pozos de visita, es muy similar al de la red de drenaje sanitario calculada anteriormente, esto con el fin de facilitar los cálculos sin interferir en los objetivos de esta tesis.

Para fines de esta tesis, el diseño hidráulico solo se hará para los colectores principales y por lo tanto se obviará la red que se encuentra en todas las calles internas del fraccionamiento. Para trazar la distribución de áreas, se toman grandes zonas de aportación, dichas zonas incluyen varias manzanas que mandan su respectiva aportación a los colectores principales que son tema de cálculo en este documento.

Una vez que se obtienen las áreas de aportación se señala el sentido de escurrimiento del área. Finalmente conocidos los puntos en los que se captará el agua se traza geométricamente la red para después diseñar hidráulicamente las tuberías como lo muestra la figura IV.4.2.

Para el cálculo hidráulico de la red se utiliza la fórmula de Manning revisando que la velocidad que se presenta para el gasto pluvial en el tramo calculado está dentro del rango permisible para la pendiente y el tramo propuesto.

El funcionamiento de la red de drenaje pluvial está basado en cuatro cárcamos de bombeo que recolectarán el agua de las cuatro zonas marcadas en la figura IV.4.2. Esto se debe a las condiciones topográficas desfavorables para una conducción libre por gravedad desde el punto más alejado de la descarga final al gran Canal.

Tabla IV.4.1 Cálculo de la Red de drenaje Pluvial

Tramo	Long. (m)	Áreas (m ²)			Tiempo (min)			Intensidad (mm/hr)	Caudal pluvial (l/s)	Caudal de diseño (l/s)	Cotes de terreno		Pendiente de terreno (‰)	Pendiente de plantaleta (‰)	Diámetro tubo lleno (cm)	Cond. A (Vel (m/s) / Gasto (l/s))	Velocidades (m/s)		cotes de plantaleta		Acacio de Zanja (m)	Prof (m)	Volumenes (m ³)					
		Propia	Tributaria	Acumulada	Ingenio	Escorrente	Comercial				Inicial	Final					Real	Propuesta	Inicial	Final			Encañonamiento	Plantaleta	Reservorio			
2-3	173.00	37,827.00	0.00	37,827.00	15.00	2.88	17.88	55.88	404.08	727.97	0.08	-0.44	2.88	3	78.22	1.38	536.43	1.02	1.02	-1.29	-1.75	1.8	1.30	1.38	315.25	24.22	212.88	
3-4	173.00	28,888.50	37,827.50	67,287.00	17.88	2.88	20.71	52.54	762.19	1218.00	-0.48	-0.90	-2.28	2	88.22	1.33	875.56	1.03	1.03	-1.71	-2.14	1.75	1.31	1.57	508.28	30.28	348.34	
1-4	126.00	14,748.00	0.00	14,748.00	15.00	2.88	17.88	57.08	351.91	281.06	0.21	-0.70	2.48	3	55.86	1.13	278.25	1.00	1.00	-1.08	-1.47	1	1.30	1.57	208.44	22.50	185.26	
4-7	173.00	24,760.00	82,827.00	108,257.00	20.71	2.88	23.54	48.43	134.85	828.88	-0.90	-0.95	-0.29	2	111.78	1.47	1,442.28	1.04	1.04	-2.14	-2.48	2.95	2.04	2.25	815.07	36.55	811.75	
5-8	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.88	17.88	55.88	369.75	575.57	0.08	-0.28	2.08	3	71.12	1.25	528.23	1.01	1.01	-1.22	-1.74	1.75	1.30	1.38	288.36	25.78	198.80	
6-7	173.00	28,760.00	28,760.00	58,280.00	17.88	2.88	20.71	52.54	675.08	1076.00	-0.28	-0.04	-1.54	2	81.44	1.28	844.80	1.04	1.04	-1.74	-2.08	1.75	1.48	1.54	587.94	30.28	444.06	
7-8	60.00	0.00	188,257.00	188,257.00	23.54	0.00	24.38	48.87	1782.75	2801.17	-0.88	0.08	-0.80	2	152.08	1.84	2,251.78	1.00	1.00	-2.48	-2.58	2.95	2.43	2.54	272.05	10.75	181.75	
35-36	228.00	42,084.00	188,257.00	230,341.00	24.38	3.75	28.13	48.88	2058.11	3282.87	0.08	-0.36	1.91	2	182.4	1.81	3,287.86	1.02	1.02	-2.58	-3.03	2.95	2.88	2.87	1,288.19	48.38	850.34	
38-40	285.00	48,888.00	288,287.00	337,175.00	28.13	7.78	35.88	48.88	2288.17	3882.88	-0.36	0.23	-1.25	2	182.4	1.81	3,287.86	1.02	1.02	-3.03	-3.88	2.95	2.88	3.31	3,304.17	88.88	2,355.87	
8-9	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.88	17.88	55.88	369.75	575.57	0.08	-0.27	0.92	6	80.88	1.70	488.15	1.01	1.01	-0.76	-1.78	1.25	1.30	1.38	282.13	20.78	276.58	
9-10	173.00	28,760.00	28,760.00	58,280.00	17.88	2.88	20.71	52.54	675.08	1076.00	-0.30	-0.51	0.51	2	81.44	1.28	844.80	1.04	1.04	-1.78	-2.13	1.75	1.42	1.57	488.48	30.28	378.88	
10-37	85.00	0.00	588,287.00	588,287.00	20.77	1.42	22.18	50.78	858.54	1048.38	-0.51	-0.21	-3.53	2	81.44	1.28	844.80	1.04	1.04	-2.13	-2.30	1.75	1.87	1.88	278.53	14.88	285.88	
37-38	245.00	80,828.00	888,287.00	1,169,115.00	22.18	4.88	28.27	47.88	1124.08	1784.87	-0.21	0.38	-3.14	2	111.78	1.47	1,442.28	1.05	1.05	-3.00	-2.78	2.95	2.88	2.72	1,334.87	52.88	1,141.88	
38-40	285.00	88,378.00	130,125.00	188,288.00	28.27	3.88	28.16	47.77	1324.07	2084.23	0.38	0.23	1.81	2	182.08	1.84	2,251.78	1.04	1.04	-2.78	-3.00	2.95	3.36	3.38	1,488.91	44.08	1,176.88	
11-12	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.88	17.88	55.88	369.75	575.57	0.07	0.54	0.38	6	80.88	1.70	488.15	1.00	1.00	-0.23	-1.37	1.25	1.30	1.38	281.08	20.78	289.84	
12-13	173.00	28,760.00	28,760.00	58,280.00	17.88	2.88	20.71	52.54	675.08	1076.00	0.04	-0.29	1.91	2	81.44	1.28	844.80	1.04	1.04	-1.30	-1.71	1.75	1.41	1.42	428.88	30.28	284.91	
13-15	173.00	0.00	188,287.00	188,287.00	20.77	2.88	23.56	48.88	1088.85	1877.18	-0.28	-0.48	0.34	2	81.44	1.28	844.80	1.04	1.04	-1.71	-2.05	1.75	1.42	1.51	285.42	20.78	308.88	
14-15	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.88	17.88	55.88	369.75	575.57	1.03	0.27	0.34	6	80.88	1.55	482.86	1.08	1.08	-0.27	-1.34	1.25	1.30	1.38	288.78	20.78	288.53	
15-16	173.00	28,760.00	28,760.00	58,280.00	17.88	2.88	20.71	52.54	675.08	1076.00	0.27	-0.48	0.18	6	81.28	1.88	976.47	1.01	1.01	-1.14	-2.08	1.8	1.41	1.85	384.38	24.22	290.41	
16-19	173.00	0.00	188,287.00	188,287.00	20.77	2.88	23.56	48.88	1088.85	1877.18	-0.48	0.21	-3.88	2	182.54	1.81	1,442.80	1.03	1.03	-2.05	-2.38	2.95	1.88	2.85	788.51	38.88	888.78	
17-18	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.88	17.88	55.88	369.75	575.57	1.01	0.80	2.37	3	71.12	1.33	528.23	1.01	1.01	-0.38	-0.81	1.25	1.38	1.38	281.08	20.78	191.71	
18-19	173.00	28,760.00	28,760.00	58,280.00	17.88	2.88	20.71	52.54	675.08	1076.00	0.80	0.21	2.28	3	88.38	1.82	988.15	1.02	1.02	-0.81	-1.33	1.75	1.41	1.51	807.47	30.28	478.88	
19-40	228.00	0.00	1,169,115.00	1,169,115.00	23.88	3.88	22.27	48.88	1788.25	2881.21	0.21	0.23	-0.88	2	182.88	1.84	2,251.78	1.03	1.03	-2.38	-2.88	2.95	2.15	2.88	3,422.88	47.88	1,078.28	
40-48	185.00	0.00	348,287.00	348,287.00	28.88	1.75	31.43	42.48	2054.85	3178.38	-0.23	-0.88	0.78	6	182.88	1.28	1,442.80	1.04	1.04	-1.33	-1.82	2.95	1.85	1.88	891.78	22.58	117.87	
40-51	85.00	0.00	802,281.58	802,281.58	35.88	8.17	38.84	48.88	3027.41	8828.88	-0.88	-0.82	-0.82	0.00	2	213.38	2.38	3,889.54	1.04	1.04	-3.88	-3.88	2.85	1.84	1.84	112.85	2.88	73.54
20-21	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.88	17.88	55.88	369.75	575.57	1.85	1.82	4.80	6	81.28	1.88	976.47	1.01	1.01	0.88	-0.42	1.47	1.38	1.38	318.88	24.22	285.11	
21-22	173.00	28,760.00	28,760.00	58,280.00	17.88	2.88	20.71	52.54	675.08	1076.00	1.82	0.12	0.20	6	88.38	2.14	1,288.88	1.02	1.02	-0.42	-1.38	1.75	1.34	1.48	428.88	30.28	283.43	
22-44	348.00	38,888.00	888,287.00	927,175.00	28.77	3.88	23.71	52.54	675.08	1182.88	0.12	-0.38	0.88	2	182.88	1.84	2,251.78	1.03	1.03	-1.38	-2.82	2.15	1.47	1.85	1,288.34	73.78	888.48	
44-48	238.00	53,480.00	108,287.00	161,767.00	28.43	3.88	38.38	44.14	887.28	2881.61	-0.28	0.88	-1.82	2	182.4	1.81	3,287.86	1.04	1.04	-2.82	-2.55	2.15	1.85	2.28	1,488.85	50.88	881.85	
41-48	428.00	53,480.00	0.00	53,480.00	35.88	7.88	22.98	50.88	987.72	1488.38	0.15	0.88	-0.87	2	181.38	1.28	1,188.88	1.02	1.02	-1.85	-2.05	1.75	1.38	1.88	1,481.88	74.38	1,082.84	

Tabla IV.4.1 Cálculo de la Rad de drenaje Pluvial (continuación)

Tramo	Long. (m)	Áreas (m ²)			Tiempo (min)			Intensidad (mm/h)	Gasto pluvial (lit)	Gasto de diseño (lit)	Cotas de terreno		Pend. de terreno (‰)	Pend. de planilla (SP)	Diametro tubo sseo (cm)	Coef. A		Velocidades (m/s)		cotas de planilla		Ancho de zanja (m)	Prof. (m)		Volúmenes (m ³)		
		Propia	Tributaria	Acumulada	Ingreso	Escorrentía	Concentración				Inicio	Fin				Real	Propuesta	Inicio	Fin	Pozo	Med		Excavación	Planilla	Reservo		
24-24	173.00	28,760.00	0.00	28,760.00	15.00	2.96	17.44	50.36	389.70	879.57	0.98	0.54	2.80	3	76.2	1.39	836.13	1.26	1.00	-0.31	-0.63	1.4	1.30	1.30	324.22	24.22	228.95
24-25	173.00	28,760.00	28,760.00	57,520.00	17.26	2.96	20.77	62.26	674.54	1076.90	0.54	0.18	2.08	3	96.62	1.63	1,194.85	1.03	1.00	-0.83	-1.35	1.70	1.37	1.40	458.33	30.28	261.88
25-27	340.00	68,560.00	58,500.00	126,000.00	20.77	3.97	26.43	74.34	1260.91	2049.45	0.18	0.03	0.44	2	132.08	1.84	2,251.76	1.03	1.00	-1.36	-2.03	2.23	1.83	1.78	1,341.98	74.80	800.89
27-44	176.00	18,200.00	128,360.00	142,560.00	28.43	2.92	28.26	44.80	1359.54	2267.27	0.03	0.18	-0.86	2	137.94	1.89	2,480.17	1.03	1.00	-2.03	-2.28	2.23	2.08	2.37	912.84	38.50	875.57
50-51	480.00	22,268.26	0.00	1,223,268.26	16.00	8.00	23.00	46.96	1247.17	2114.19	0.27	0.22	0.10	2	137.94	1.89	2,480.17	1.02	1.00	-1.03	-1.86	2.29	1.30	2.30	2,550.42	108.00	1,733.18
48-51	368.00	0.00	398,798.00	398,798.00	30.36	5.83	35.18	40.81	1947.98	3088.74	0.18	0.22	-0.11	2	213.36	2.28	6,089.54	1.03	1.00	-2.50	-3.20	2.85	2.68	3.05	3,046.37	88.75	1,884.28
51-52	88.00	0.00	481,008.26	481,008.26	35.18	5.86	34.07	40.94	1743.52	2867.50	0.22	0.18	0.32	2	213.36	2.28	6,089.54	1.03	1.00	-3.20	-3.39	2.85	3.42	3.50	948.44	27.94	581.71
52-58	238.00	0.00	481,008.26	481,008.26	37.77	3.82	41.98	30.31	1047.77	6280.43	0.19	0.03	0.88	2	213.36	2.28	6,089.54	1.03	1.00	-3.39	-3.86	2.85	3.26	2.44	1,635.19	68.94	728.02
54-56	368.00	34,760.00	0.00	34,760.00	16.00	8.88	21.98	15.92	383.14	813.03	-0.20	0.21	-1.72	2	88.36	1.24	725.20	1.02	1.00	-1.50	-2.23	2.15	1.30	1.87	1,167.65	71.43	1,170.21
56-58	198.00	41,427.26	0.00	41,427.26	37.77	3.77	42.85	38.82	308.33	884.13	0.22	0.21	0.04	2	81.28	1.19	618.84	1.03	1.00	-1.08	-1.48	1.4	1.30	1.87	487.42	26.86	372.28
58-57	138.00	0.00	76,857.56	76,857.56	40.93	2.96	43.18	37.71	876.45	1888.31	0.21	0.33	-0.89	2	76.2	1.13	611.19	1.03	1.00	-1.08	-2.23	1.8	2.44	1.87	454.41	24.30	301.88
58-57	298.00	27,912.56	0.00	27,912.56	16.00	2.18	43.12	37.74	678.89	1543.57	0.42	0.34	1.23	2	81.28	1.19	618.84	1.02	1.00	-0.88	-1.30	1.4	1.30	2.07	682.28	33.04	628.76
57-58	43.00	36,568.00	108,308.00	141,880.00	43.18	6.75	43.85	37.42	1148.76	1838.00	0.33	0.53	-4.44	2	132.08	1.84	2,251.76	1.03	1.00	-2.50	-2.58	2.3	2.83	2.98	307.91	10.35	295.61
58-60	182.00	44,768.00	141,880.00	188,800.00	43.80	4.80	44.83	36.34	1467.28	2547.85	0.24	0.06	2.90	3	132.08	2.01	2,757.83	1.02	1.00	-2.58	-3.13	2.35	3.75	3.17	1,388.80	42.30	1,048.87
60-58	108.00	45,768.00	188,800.00	239,300.00	48.80	2.94	48.87	38.38	1488.10	3287.46	0.08	0.03	0.50	2	150.44	1.81	3,587.69	1.03	1.00	-3.13	-3.33	1.8	3.21	3.56	638.27	14.00	458.85
58-56	88.00	0.00	713,308.26	713,308.26	48.80	1.80	48.80	38.49	642.95	8786.78	0.03	0.11	-1.33	2	243.84	2.47	11,549.96	1.03	1.00	-3.33	-3.80	3.8	3.86	3.86	770.81	19.80	471.82
24-27	173.00	28,768.00	0.00	28,768.00	15.00	2.88	17.88	50.34	388.73	876.57	0.98	0.52	2.29	2	88.36	1.24	725.20	1.01	1.00	-0.34	-0.68	1.7	1.30	1.45	427.38	28.41	298.98
27-28	173.00	28,768.00	28,768.00	65,000.00	17.26	2.92	28.71	62.26	674.54	1076.90	0.54	0.18	-0.58	2	101.8	1.38	1,118.58	1.06	1.00	-0.86	-1.09	1.8	1.81	1.83	861.19	32.87	428.07
28-31	170.00	0.00	69,000.00	69,000.00	20.77	2.83	23.80	48.34	838.74	1977.19	1.23	0.83	0.53	2	101.8	1.34	1,118.58	1.04	1.00	-1.08	-1.37	1.9	2.06	2.18	763.17	32.30	533.05
29-30	173.00	28,768.00	0.00	28,768.00	15	2.88	17.88	50.34	388.73	876.57	0.97	0.53	0.46	2	88.36	1.24	725.20	1.01	1.00	-0.28	-0.64	1.7	1.30	1.43	421.45	28.41	293.70
30-31	173.00	28,768.00	28,768.00	65,000.00	17.26	2.92	28.71	62.26	674.54	1076.90	0.54	0.18	0.00	2	100.68	1.40	1,174.02	1.02	1.00	-0.84	-0.96	1.75	1.87	1.88	585.82	30.28	400.81
31-34	208.00	0.00	118,000.00	118,000.00	23.80	2.83	28.71	62.26	674.54	1076.90	0.81	0.33	2.98	3	121.42	1.91	2,227.76	1.03	1.00	-1.37	-1.89	2.15	2.30	2.31	1,821.38	44.29	738.54
32-33	173.00	36,762.00	0.00	36,762.00	15	2.88	17.88	50.34	481.46	748.33	0.96	0.25	1.73	2	81.44	1.28	844.80	1.03	1.00	-0.78	-1.10	1.75	1.30	1.32	468.64	30.28	298.88
33-34	173.00	36,762.00	36,762.00	78,425.00	17.26	2.92	28.71	62.26	674.54	1076.90	0.54	0.32	-0.40	2	118.84	1.51	1,423.60	1.02	1.00	-1.10	-1.44	1.8	1.35	1.83	588.24	31.14	382.87
34-84	340.00	77,708.00	150,028.00	210,028.00	27.03	2.83	28.71	62.26	674.54	1076.90	0.32	0.07	0.87	2	88.36	1.24	725.20	1.03	1.00	-1.30	-2.87	2.75	2.31	2.48	2,323.48	88.30	1,338.87
28-50	54,800.00	0.00	84,800.00	84,800.00	16	3.87	28.87	52.38	234.89	1178.36	1.02	0.27	2.21	3	101.8	1.88	1,369.38	1.02	1.00	-0.28	-1.36	1.9	1.30	1.44	827.81	84.80	588.76
48-56	170.00	0.00	84,800.00	84,800.00	28.87	2.74	23.44	48.34	884.43	1986.66	0.27	0.13	0.82	2	101.8	1.88	1,369.38	1.02	1.00	-1.30	-1.84	1.9	1.87	1.88	543.85	32.30	359.85
31-83	340.00	84,808.08	0.00	84,808.08	16	3.87	28.87	52.38	234.89	1178.36	0.33	0.08	1.09	2	111.78	1.47	1,442.28	1.01	1.00	-0.27	-1.05	2	1.30	1.48	889.40	88.00	547.85
63-85	208.00	0.00	84,800.00	84,800.00	28.87	3.73	37.83	28.98	477.85	178.48	0.88	0.13	2.08	3	101.8	1.88	1,369.38	1.01	1.00	-1.06	-1.87	1.9	1.81	1.70	868.85	38.14	468.79
85-84	208.00	0.00	128,800.00	128,800.00	24.88	3.73	27.84	48.18	1282.74	2088.38	0.34	0.01	0.80	2	137.18	1.88	2,480.17	1.01	1.00	-1.87	-2.08	2	1.80	2.23	614.25	41.20	572.77
84-87	340.00	74,388.00	482,828.00	478,128.00	32.70	3.74	38.83	38.91	4111.88	8571.86	0.81	0.10	-0.34	2	213.36	2.28	6,089.54	1.02	1.00	-2.87	-3.31	2.15	2.88	3.04	2,588.08	88.30	876.17
87-89	368.00	88,308.00	478,128.00	823,028.00	38.80	3.88	44.12	37.38	2348.85	8865.52	0.18	0.11	-0.08	2	213.36	2.28	6,089.54	1.04	1.00	-3.31	-3.84	2.16	2.41	3.78	2,568.38	78.48	1,348.88
89-92	78.00	0.00	88,308.00	88,308.00	48.80	1.20	28.88	33.88	1018.27	1874.27	0.11	0.04	2.80	8	243.84	4.28	20,004.96	1.03	1.00	-4.08	-4.48	3.1	4.76	4.15	1,027.13	24.75	682.14

Tabla IV.4.1 Cálculo de la Red de drenaje Pluvial (continuación)

Tramo	Long. (m)	Áreas (m2)			Tiempos (min)			Intensi- dad (mm/hr)	Gasto pluvial (lit/s)	Gasto de saneamiento (lit/s)	Coef. de torrón (ST)	Pendientes de pluviales (SP)	Diámetro (cm)	Cond. A tubo largo		Velocidades (m/s)		cotas de pluviales		Ancho de zanja (m)	Prof (m)	Volúmenes (m3)																	
		Propia	Tribu- taria	Acce- soria	Ingre- so	Emisio- nario	Concra- ción							Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final			Excava- ción	Plan- tilla	Re- seno															
72-73	350.00	68,583.60	0.00	68,583.60	15	6.00	20.00	62.11	670.90	1072.45	2.35	1.00	0.60	2	101.8	1.38	1,118.50	1.88	1.00	0.05	0.14	1.9	1.30	1.57	1,058.97	87.45	703.70												
73-74	375.00	86,400.00	50,880.00	127,280.00	20.00	6.00	27.17	48.37	1,283.43	2,063.49	1.98	1.00	1.00	2	132.06	1.84	2,251.78	1.83	1.00	0.14	-0.11	2.25	1.84	1.84	1,565.18	64.38	888.90												
74-75	365.00	64,750.00	127,560.00	192,310.00	27.17	6.00	33.11	42.43	1,781.59	2,626.60	1.28	0.85	1.00	2	152.4	1.81	1,267.98	1.82	1.00	0.01	-1.33	2.5	1.87	2.65	1,640.90	90.00	1,063.61												
75-76	385.00	0.00	102,860.00	102,860.00	33.17	3.00	38.25	40.78	1,081.81	2,719.70	0.98	0.85	0.21	2	152.4	1.81	1,267.98	1.83	1.00	-1.05	-1.70	2.45	2.22	2.38	1,081.00	45.33	886.21												
76-77	385.00	70,400.00	0.00	70,400.00	15	6.00	26.04	53.68	1,083.33	1,263.33	2.58	1.25	1.04	4	101.8	1.95	1,381.93	1.91	1.00	0.06	-0.46	1.9	1.30	1.34	785.22	57.06	480.66												
77-78	385.00	74,175.00	70,400.00	144,575.00	20.00	6.00	26.17	47.58	1,426.25	2,869.37	1.25	1.00	0.63	2	152.4	1.81	1,267.98	1.82	1.00	-0.15	-0.85	2.4	1.41	1.88	1,454.38	87.00	708.74												
78-79	385.00	86,700.00	144,775.00	231,475.00	26.17	6.00	32.94	42.76	2,142.22	3,486.55	1.02	0.85	0.44	2	152.38	2.04	1,340.80	1.84	1.00	-0.80	-1.08	2.3	1.41	2.21	2,148.34	86.25	1,036.65												
79-80	290.00	0.00	428,325.00	428,325.00	36.25	3.00	32.45	42.87	2,787.77	3,245	0.85	0.20	2.10	3	152.4	2.21	1,439.19	1.83	1.00	-0.80	-1.70	2.3	1.41	2.21	2,148.34	86.25	1,036.65												
80-81	270.00	0.00	428,325.00	428,325.00	40.42	3.00	33.94	47.40	3,834.33	5,733.47	0.85	0.58	1.18	2	213.36	2.26	1,469.54	1.85	1.00	-1.70	-2.20	3.1	2.55	2.85	2,057.63	77.60	1,066.26												
81-82	280.00	106,750.00	0.00	106,750.00	15	4.00	19.85	33.38	1,229.85	672.11	0.86	1.48	2.72	3	152.04	1.84	1,251.78	1.83	1.00	-0.61	-1.19	2.40	1.30	1.89	1,324.08	66.70	859.85												
82-83	280.00	118,825.00	108,750.00	227,575.00	19.85	4.00	24.58	48.08	2,286.21	3,286.14	1.48	0.72	2.71	2	152.98	2.04	1,340.80	1.83	1.00	-1.19	-1.75	2.7	2.87	2.87	1,442.92	75.00	1,131.85												
83-84	185.00	98,000.00	228,775.00	326,775.00	24.00	2.75	27.25	48.31	1,261.23	4,160.77	0.72	0.21	3.08	4	152.4	2.58	1,884.06	1.83	1.00	-1.76	-2.41	2.3	2.47	2.65	1,588.51	41.28	707.58												
84-87	430.00	102,225.00	281,375.00	383,600.00	27.26	7.17	34.42	41.73	1,843.28	3,833.25	0.21	0.25	-0.98	2	213.36	2.28	1,669.54	1.83	1.00	-2.41	-3.27	2.8	2.82	3.07	3,328.29	151.70	2,188.20												
87-88	70.00	0.00	383,600.00	383,600.00	34.42	1.17	35.58	41.11	1,824.82	5,775.72	0.20	-0.01	3.71	4	152.98	2.89	1,834.26	1.85	1.00	-3.27	-3.56	2.7	3.32	3.53	887.17	68.00	494.40												
88-89	270.00	36,700.00	0.00	36,700.00	19	3.00	18.96	35.04	626.20	860.32	0.72	0.38	1.71	2	91.44	1.29	844.80	1.91	1.00	-0.58	-1.00	1.75	1.30	1.33	488.78	38.75	314.12												
89-90	330.00	71,000.00	36,700.00	107,700.00	18.96	6.00	24.06	48.81	1,188.85	1,818.86	0.98	0.68	-0.57	2	132.00	1.84	1,251.78	1.83	1.00	-1.00	-1.86	2.3	1.38	1.80	1,368.26	78.00	833.15												
90-91	180.00	37,500.00	107,700.00	145,200.00	34.08	3.17	27.11	48.37	1,483.82	2,823.25	0.58	-0.01	3.11	4	91.82	2.20	1,379.28	1.84	1.00	-1.88	-2.42	1.80	2.24	2.88	1,976.75	37.05	811.88												
91-92	180.00	82,450.00	508,300.00	590,750.00	25.56	2.17	37.76	48.84	1,454.05	7,913.05	-0.01	-0.21	1.54	2	243.54	2.47	1,154.89	1.84	1.00	-3.50	-3.81	3.20	3.04	3.57	1,508.33	42.25	859.00												
92-93	30.00	0.00	590,750.00	590,750.00	44.08	0.83	44.82	37.08	7,983.34	12,702.54	-0.21	-0.38	3.00	4	243.54	3.59	1,633.88	1.83	1.00	-3.81	-4.01	2.4	3.80	3.80	432.00	12.00	186.21												
93-94	180.00	28,200.00	0.00	28,200.00	15.00	3.00	18.00	35.73	378.30	511.21	0.01	-0.36	2.33	3	91.26	1.89	816.84	1.81	1.00	-1.23	-1.59	1.4	1.30	1.84	888.72	25.20	395.05												
94-95	210.00	52,000.00	0.00	52,000.00	15.00	3.00	18.00	35.84	678.34	888.94	0.05	-0.26	1.43	2	101.8	1.38	1,188.50	1.83	1.00	-1.26	-1.87	1.75	1.30	1.57	875.14	38.75	358.10												
95-96	100.00	16,875.00	0.00	16,875.00	16.00	1.87	16.87	37.88	216.88	336.80	0.02	-0.78	0.65	2	70.2	1.14	519.40	0.98	1.00	-1.28	-1.86	1.4	1.30	1.13	157.50	14.00	87.50												
96-97	150.00	16,875.00	0.00	16,875.00	15.00	2.95	17.98	36.25	208.33	328.85	-0.13	-0.78	1.33	2	91.22	1.14	519.40	0.98	1.00	-1.43	-1.14	1.4	1.30	1.13	228.25	21.00	146.14												
97-98	100.00	52,000.00	33,700.00	85,700.00	17.00	2.82	20.42	38.87	377.38	1,083.81	-0.78	-0.26	-3.03	2	91.22	1.58	1,188.50	1.02	1.00	-1.78	-2.08	2.85	0.85	1.38	822.80	37.83	281.86												
98-99	340.00	57,375.00	137,750.00	195,125.00	20.42	6.75	28.17	47.95	1,081.84	3,185.88	-0.28	-0.35	0.28	2	152.98	2.04	1,340.80	1.83	1.00	-2.08	-2.77	2.05	1.83	2.13	1,888.47	47.88	875.28												
99-100	170.00	67,800.00	221,625.00	289,425.00	26.17	2.83	29.08	46.84	1,212.25	4,514.43	-0.38	-0.42	0.88	2	152.38	2.64	1,382.80	1.83	1.00	-2.77	-3.11	2.8	2.42	2.54	1,208.94	47.80	714.89												
100-101	100.00	187,325.00	288,487.50	475,812.50	28.96	2.80	31.85	43.72	1,821.81	6,940.02	-0.45	-0.05	0.83	2	213.36	2.38	1,680.54	1.83	1.00	-3.11	-3.35	3.15	2.85	2.75	1,358.00	37.80	935.21												
107-108	200.00	64,750.00	458,912.50	523,662.50	31.80	3.33	34.33	41.76	1,865.95	7,977.83	-0.58	-0.87	1.98	2	213.36	2.47	1,154.89	1.82	1.00	-3.35	-3.75	2.4	2.78	2.78	1,807.20	68.00	895.23												
						3.27	34.27	41.87	1,869.19																														
													TOALES	PLUVIAL	2,670.87	17,968.27																							

IV.4.2 Cálculo de los cárcamos de bombeo.

De igual manera que en el cálculo del drenaje sanitario analizado anteriormente, la topografía natural del terreno no permite que la disposición final del agua recolectada producto de la lluvia, se realice mediante la acción de la gravedad, por tal motivo se proyectó una configuración similar a la red de drenaje sanitario y como consecuencia se tienen 4 cárcamos de bombeo para el caso del agua de lluvia.

Para conocer el volumen de almacenamiento que se requiere se toma en cuenta el hidrograma de la tormenta de diseño, como lo muestra la figura IV.4.1, considerando un gasto base nulo, debido a que los drenajes son separados.

De la figura IV.4.1 se tiene que:

$$V_c = (2 t_c \times Q_{max}) / 2$$

$$V_c = t_c \times Q_{max}$$

Donde:

- V_c Volumen de escurrimiento, en m^3
- t_c Tiempo de concentración, en s.
- Q_{max} Gasto máximo en el tramo m^3/s

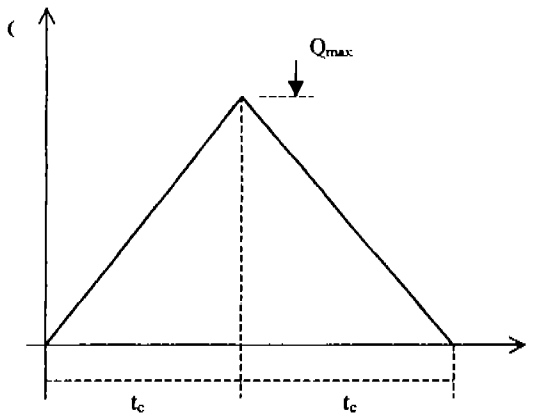


Figura IV.4.1

El volumen de escurrimiento se calcula tomando en cuenta el gasto máximo del tramo de la red en análisis y el tiempo de concentración para la gota de agua que tenga que realizar el mayor recorrido dentro de la misma. De esta manera, conforme a los datos calculados en la tabla IV.4.1, se calculan las capacidades de los cárcamos que se resumen en la tabla IV.4.2.

Tabla IV.4.2
Capacidades para los Tanques de tormenta

	TT1	TT2	TT3	TT4
Qmax (m3/s)	5.33	9.49	8.00	4.99
Tiempo de concentración tc (min)	36.04	50.81	44.89	34.27
Volumen de escurrimiento Ve (m3)	11,520.9	28,928.2	21,539.1	10,260.4
Capacidad del tanque (m3)	12,000.0	29,000.0	23,500.0	11,500.0

IV.4.3 Cálculo de la línea de descarga a presión para aguas pluviales.

De igual manera que las aguas negras, el agua de lluvia se conduce por bombeo a su disposición final. El procedimiento de cálculo es el mismo y los resultados para este caso se resumen en la tabla IV.4.3.

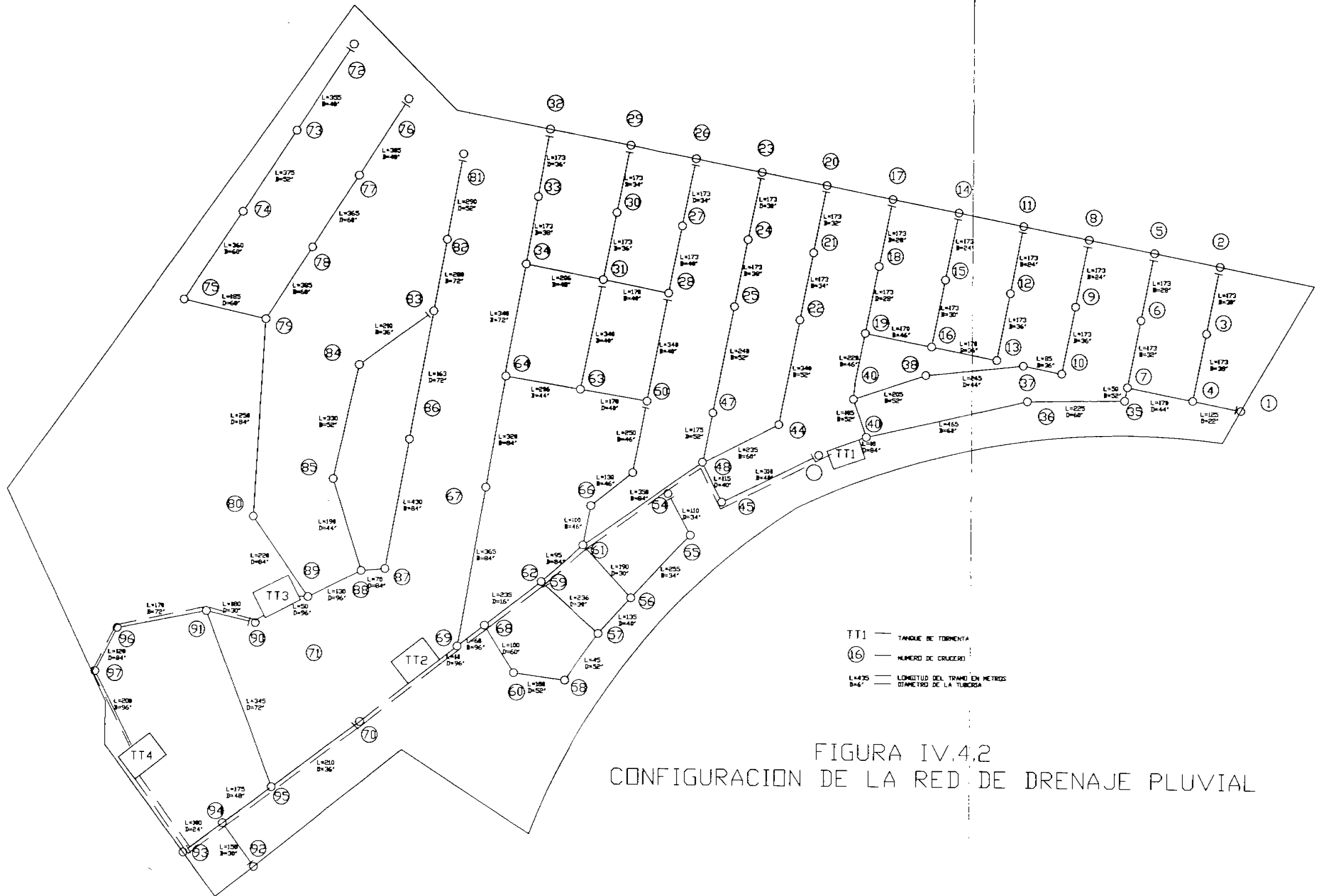
El resumen de los cálculos se presenta en la tabla IV.4.1, y concretamente los diámetros de las tuberías a emplear, dimensiones, cotas de plantillas y demás datos se describen en la figura IV.4.2

Tabla IV.4.3
Cálculo de las líneas a presión de descarga

	TT1	TT2	TT3	TT4
Cota de succión	-3.35	-4.09	-4.06	-4.7
Cota de descarga	-0.11	-0.11	-0.11	-0.11
Longitud de la tubería (m)	2170	1005	920	200
Velocidad max. (m/s)	5	5	5	5
Gasto de bombeo Q (m3/s)	2	3	2	2
Diámetro (cm)	0.71	0.87	0.71	0.71
Diámetro comercial (m)	0.75	0.9	0.75	0.75
Velocidad real (m/s)	4.53	4.72	4.53	4.53
K	0.00387	0.00148	0.00387	0.00387
hf	33.59	13.24	14.24	3.10
hl	3.24	3.98	3.95	4.59
hs	141.21	104.06	119.88	39.71
v2/2g	1.04	1.13	1.04	1.04
Hm	179.08	122.41	139.11	48.44
Potencia (kgm/s)	358,164.78	367,229.55	278,229.12	96,880.43
Potencia de la bomba (HP)	4,713	4,832	3,661	1,275

Accesorio	TT1 30"			TT2 36"		
	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)
válvulas de compuerta abierta	1	5.18	5.18	1	6.10	6.10
válvula check	1	34.53	34.53	1	40.66	40.66
válvula de desfogue	1	5.18	5.18	0	6.10	
codo 90	4	24.08	96.32	2	28.65	57.30
codo 45	0	10.67	0	0	13.11	0
TOTAL hs			141.21			104.06

Accesorio	TT3 30"			TT4 30"		
	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)	# pzas.	perdida equiv.	Total (m)
válvulas de compuerta abierta	1	5.18	5.18	1	5.18	5.18
válvula check	1	34.53	34.53	1	34.53	34.53
válvula de desfogue	0	5.18	0	0	5.18	0
codo 90	2	24.08	48.16	0	24.08	0
codo 45	3	10.67	32.01	0	10.67	0
TOTAL hs			119.88			39.71



TT1 — TANQUE DE TORMENTA
 (16) — NUMERO DE CRUCERO
 L=475 D=64" — LONGITUD DEL TRAMO EN METROS
 D=4" — DIAMETRO DE LA TUBERIA

FIGURA IV.4.2
 CONFIGURACION DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL

CAPITULO V
PRESUPUESTO DE OBRA

La construcción de un fraccionamiento de estas características, implica una detallada planeación de obra. Previo a la construcción de las redes hidráulicas del Desarrollo, existen una serie de actividades de gran importancia.

La primera actividad a realizar; es la limpieza y desmonte del terreno, esta actividad incluye la demolición de algunos elementos existentes en el predio, así como la remoción del producto de la misma, la limpieza y el desmonte incluye la remoción de arbustos y hierba que se encuentra en casi todo el predio así como el corte de tierra vegetal inservible para los propósitos constructivos.

Posteriormente se procede al trazo y nivelación del terreno con el equipo necesario para dicho fin. Los cortes y rellenos necesarios para alcanzar los niveles de rasantes están considerados de tal manera que la carga por concepto de estos volúmenes no descompense la capacidad de carga del suelo, y que los rellenos y plataformas constructivas no sobrepasen los 30 centímetros de espesor.

Para las plataformas de uso habitacional se recomienda un despalme de cuando menos 0.30 metros a partir del terreno actual, con el objeto de eliminar todos los materiales de origen orgánico superficial. El material producto de despalme será eliminado y con el objeto de estabilizar el material de apoyo de las plataformas, se hará una escarificación de 10 cm. y se le agregará el 8% de cal, en peso, la existente en el terraplén del predio, mezclándolo hasta su perfecta homogenización, pudiéndose emplear una motoconformadora; ya mezclado se le agregará la cantidad necesaria de agua hasta alcanzar el 95 % según la prueba Proctor. Posteriormente se procederá a una plataforma de materiales mejorados, que será una mezcla de tepetate y carbonato de calcio (existente en el terraplén en un porcentaje de 50% - 50%, en peso, estos materiales se compactarán en capas no mayores de 20 centímetros hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico máximo según la prueba Proctor estándar.

Para la construcción de los pavimentos se requerirán materiales para terracerías, sub-base, base y carpeta asfáltica; como se indica en el capítulo 2. De esta manera se definen las vialidades y los niveles que darán origen a las mismas.

V.1 Proceso constructivo de la red hidráulica.

Una vez realizadas las tareas anteriores, se puede dar paso a la construcción de las redes de agua potable, drenaje sanitario y pluvial. Para los fines de esta tesis las actividades que se costearán serán las directamente relacionadas con el funcionamiento hidráulico; de tal manera que se pueda tener una idea básica del impacto que pueda tener en el costo final del Desarrollo Habitacional. El proceso constructivo es el siguiente:

- a) Con la ayuda de los respectivos planos de urbanización del Desarrollo, se habilitan tramos para el trazo de las líneas de la red, localizando cruces, intersecciones, atarjeas, registros, etc..
- b) Con el correcto trazado de las líneas, se comienza la excavación de las cepas que albergarán las tuberías de agua potable, drenaje sanitario y pluvial, mediante el uso de maquinaria pesada (retroexcavadora) con el fin de agilizar los trabajos.
- c) El material producto de la excavación, es cargado y retirado del predio lo más pronto posible, de lo contrario se junta en montículos con la maquinaria pertinente, para posteriormente su final disposición. Se tiene programada la disposición final del material producto de excavación a 24.3 kilómetros del predio.
- d) Si es necesario, después del paso de la retroexcavadora, se afinan los taludes y el fondo de la cepa, procurando eliminar todo tipo de material ajeno al suelo natural.
- e) Una vez detalladas las cepas, se tiende una capa de 10 centímetros de arena al fondo de la misma.
- f) Cuando existe un tramo considerablemente largo, se comienza a tender la tubería de polietileno de alta densidad, uniendo los tramos de 20 metros de largo mediante termofusión, con equipo especializado en la elaboración de este trabajo.

- g) Se debe tener cuidado en los lugares donde existan piezas especiales, para su correcto junteo por termofusión y la colocación de los atraques de concreto en el caso de codos y tees.
- h) En los lugares donde se marquen registros, atarjeas o pozos de visita, se tendrá el cuidado de prever todos los accesorios necesarios para cada elemento.
- i) Ya colocada la tubería con todos los accesorios pertinentes, se procede a realizar la prueba a presión de la tubería, para verificar que no se tengan fugas y el funcionamiento de esta sea el correcto¹.
- j) Después de probar la tubería, se procede a rellenar y compactar las cepas en capas de 20 centímetros hasta alcanzar el 95% de compactación según la prueba Proctor estándar.
- k) Por último se realizan los registros, atarjeas y pozos de visita correspondientes según sea el caso.

La optimización de los recursos en una obra es de vital importancia; se recomienda hacer cada una de las tareas anteriores inmediatamente se libere un tramo con la tarea anterior, esto es factible y se reducirán los tiempos de ejecución y el costo total de la obra.

V.2 Elaboración del presupuesto de obras.

V.2.1 Catálogo de conceptos y volúmenes de obra.

Para realizar el presupuesto de los trabajos de construcción de la red hidráulica del Desarrollo, es importante elaborar un catálogo detallado con todos los conceptos, así como los volúmenes de obra a ejecutar. Los volúmenes de obra se obtuvieron con base en los cálculos realizados en el capítulo IV de este documento. El catálogo de conceptos se muestra en el Apartado V.2.1 de este capítulo.

V.2.2 Precios Unitarios, análisis de costos horarios, factor de salario real y cuadrillas.

Una vez teniendo el catálogo se procede a desarrollar el análisis de los precios unitarios de cada uno de los conceptos. Para un correcto costeo de una obra es necesario conocer los rendimientos de la maquinaria y la mano de obra, para esto, se desglosa en el Apartado V.2.2 junto con los precios unitarios que más impactan en el presupuesto, el análisis de costos horarios de la maquinaria y equipo que intervienen en los trabajos, así como el cálculo del costo de la mano de obra y las cuadrillas que integran los trabajos a realizar. Para efectos de esta tesis, solo se muestran algunos de los análisis más importantes.

V.2.3 Presupuesto de obra

Por último, en el Apartado V.2.3 se presenta el presupuesto de obra integrado por todos los conceptos con sus respectivos volúmenes, precios unitarios e importes.

¹ Se recomienda en la realización de las pruebas, consultar las especificaciones técnicas del proveedor.

**APARTADO V.2.1
CATALOGO DE CONCEPTOS**

Apartado V.2.1

**Catálogo de conceptos del Proyecto Hidráulico del Desarrollo Habitacional
"Las Américas" Ecatepec, Estado de México.**

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.
RED DE AGUA POTABLE			
AP001	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	M3	17,019.32
AP002	Acamellonamiento y carga de camión material I	M3	17,019.32
AP003	Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	M3	17,019.32
AP004	Afine de taludes y fondo material saturado tipo I	M3	53,627.90
AP005	Cama de arena en cepas para tubería	M3	1,363.23
AP006	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 4" de diametro	M	3,091.00
AP007	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 6" de diametro	M	990.00
AP008	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 8" de diametro	M	3,303.00
AP009	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 10" de diametro	M	1,599.00
AP010	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 12" de diametro	M	3,281.00
AP011	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 14" de diametro	M	491.00
AP012	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 16" de diametro	M	1,109.00
AP013	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 18" de diametro	M	1,658.00
AP014	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 20" de diametro	M	846.00
AP015	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 24" de diametro	M	82.00
AP016	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 8" x 4"	pza	5.00
AP017	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 8" x 6"	pza	1.00
AP018	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 10" x 4"	pza	1.00
AP019	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 10" x 8"	pza	8.00
AP020	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 4"	pza	2.00
AP021	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 6"	pza	2.00
AP022	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 8"	pza	1.00

AP023	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 10"	pza	3.00
AP024	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 14" x 10"	pza	2.00
AP025	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 12"	pza	2.00
AP026	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 14"	pza	1.00
AP028	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 20" x 16"	pza	4.00
AP029	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 24" x 18"	pza	1.00
AP030	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 24" x 20"	pza	1.00
AP031	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 4" de diametro	pza	2.00
AP032	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 8" de diametro	pza	4.00
AP033	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 10" de diametro	pza	3.00
AP034	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 12" de diametro	pza	2.00
AP035	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 18" de diametro	pza	4.00
AP036	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 20" de diametro	pza	3.00
AP037	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 24" de diametro	pza	2.00
AP038	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 4"	pza	2.00
AP039	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 8"	pza	7.00
AP040	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 10"	pza	4.00
AP041	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 12"	pza	5.00
AP042	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 14"	pza	1.00
AP043	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 18"	pza	2.00
AP044	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 20"	pza	2.00
AP045	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 24"	pza	1.00
AP046	Atraques de concreto simple en tees y codos	m3	5.00
AP047	Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	M3	15,652.83

RED DE DRENAJE SANITARIO

AP001	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	M3	23,576.98
AP047	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 2 a 4.00 m.	M3	8,601.87
AP002	Acamellonamiento y carga de camión material I	M3	32,178.85
AP003	Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	M3	32,178.85
AP004	Afine de taludes y fondo material saturado tipo I	M2	99,545.87
AP005	Cama de arena en cepas para tubería	M3	1,377.46
AP009	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 10" de diametro	M	2,266.00
AP010	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 12" de diametro	M	2,370.00
AP011	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 14" de diametro	M	825.00
AP012	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 16" de diametro	M	1,375.00
AP013	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 18" de diametro	M	50.00
AP015	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 22" de diametro	M	200.00
AP019	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 10" x 8"	pza	8.00
AP022	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 8"	pza	4.00
AP023	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 10"	pza	3.00
AP024	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 14" x 10"	pza	3.00
AP048	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 14" x 12"	pza	6.00
AP049	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 16" x 14"	pza	5.00
AP026	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 14"	pza	1.00
AP050	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 16"	pza	2.00
AP051	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 8" de diametro	pza	4.00
AP033	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 10" de diametro	pza	4.00
AP052	Suministro, colocación y Junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 12" de diametro	pza	2.00

AP053	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 14" de diametro	pza	1.00
AP054	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 18" de diametro	pza	3.00
AP032	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 8" de diametro	pza	8.00
AP034	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 12" de diametro	pza	1.00
AP055	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 16" de diametro	pza	1.00
AP035	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 18" de diametro	pza	1.00
AP056	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 22" de diametro	pza	2.00
AP039	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 8"	pza	11.00
AP040	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 10"	pza	4.00
AP041	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 12"	pza	3.00
AP057	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 16"	pza	2.00
AP046	Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	M3	29,800.16

RED DE DRENAJE PLUVIAL

AP001	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	M3	74,815.74
AP047	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 2.00 a 4.00 m.	M3	17,011.45
AP002	Acamellonamiento y carga de camión material I	M3	91,827.19
AP003	Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	M3	91,827.19
AP004	Afine de taludes y fondo material saturado tipo I	M2	124,154.13
AP005	Cama de arena en cepas para tubería	M3	4,075.51
AP036	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 20" de diametro	M	125.00
AP037	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 24" de diametro	M	619.00
AP058	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 28" de diametro	M	519.00
AP059	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 30" de diametro	M	1,275.00
AP060	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 32" de diametro	M	346.00
AP061	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 34" de diametro	M	884.00

AP062	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 36" de diametro	M	1,367.00
AP063	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 38" de diametro	M	519.00
AP064	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 40" de diametro	M	2,379.00
AP066	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 44" de diametro	M	1,151.00
AP067	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 46" de diametro	M	870.00
AP068	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 48" de diametro	M	381.00
AP069	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 50" de diametro	M	1,200.00
AP070	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 52" de diametro	M	1,235.00
AP073	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 60" de diametro con junta hermética	M	2,605.00
AP074	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 72" de diametro con junta hermética	M	1,205.00
AP075	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 84" de diametro con junta hermética	M	2,175.00
AP076	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 96" de diametro con junta hermética	M	515.00
AP046	Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	M3	60,108.11

**APARTADO V.2.2
PRECIOS UNITARIOS, ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOO Y
CUADRILLAS DE TRABAJO**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP001	Especificación: Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	Unidad M3	Rendimiento: 480 jor	PRECIO UNITARIO:		
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MAQ01	Retroexcavadora caterpillar 215	hr	0.0167	\$286.18	\$4.45	100
Observaciones		Costo Directo		\$4.45		78
		Indirectos		\$0.55		10
		Financiamiento		\$0.09		2
		Utilidad		\$0.59		10
		PRECIO UNITARIO		\$5.68		100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP003	Especificación: Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	Unidad M3	Rendimiento: 89.2 jor	PRECIO UNITARIO:		
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MAQ002	Camión Caterpillar 773B, 17.3 M3, 45.4 Ton.	hr	0.1156	\$581.08	\$84.86	100
Observaciones		Costo Directo		\$84.86		78
		Indirectos		\$8.08		10
		Financiamiento		\$1.30		2
		Utilidad		\$8.65		10
		PRECIO UNITARIO		\$82.88		100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

AP002	Especificación: Acamellonamiento y carga de camión material I	Unidad Rendimiento: 1440 jor PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MAQ003	Pala frontal Caterpillar 235, Capacidad de 1.8 a 2.3 M3	hr	0.0058	\$518.38	\$2.88	
Observaciones				Costo Directo	\$2.88	78
				Indirectos	\$0.36	10
				Financiamiento	\$0.06	2
				Utilidad	\$0.36	10
				PRECIO UNITARIO	\$3.66	100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP004	Especificación: Aline de taludes y fondo material saturado tipo I	Unidad M3 Rendimiento: 52 jor PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MO001	Cuadrilla No. 1 (1 peón)	jor	0.0192	\$82.64	\$1.59	
Observaciones				Costo Directo	\$1.59	78
				Indirectos	\$0.20	10
				Financiamiento	\$0.03	2
				Utilidad	\$0.21	10
				PRECIO UNITARIO	\$2.03	100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP005	Especificación: Cama de arena en cepas para tubería	Unidad M3	Rendimiento: 5 jor	PRECIO UNITARIO:	
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE %
MATERIALES					
	Arena	M3	1.0800	\$67.50	\$72.90
	Agua	M3	0.1100	\$1.12	\$0.12
MANO DE OBRA					
MO001	Cuadrilla No. 1 (1 peón)	JOR	0.2000	\$82.64	\$16.53
Observaciones			Costo Directo	\$89.55	78
			Indirectos	\$11.15	10
			Financiamiento	\$1.79	2
			Utilidad	\$11.94	10
			PRECIO UNITARIO	\$114.43	100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP006	Especificación: Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 4" de diámetro	Unidad M	Rendimiento: 292.8 jor	PRECIO UNITARIO:	
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE %
MATERIALES					
	Tubería de Polietileno de alta densidad 4" RD-17	m	1.0100	\$40.50	\$40.91
MANO DE OBRA					
MO114	Cuadrilla No.114 (Termofusión)	jor	0.0034	\$481.91	\$1.65
MAQUINARIA					
MAQ004	Equipo de termofusión McElroy para tubería de 2" a 30"	hr	0.0273	\$51.89	\$1.42
Observaciones			Costo Directo	\$43.97	78
			Indirectos	\$5.47	10
			Financiamiento	\$0.88	2
			Utilidad	\$5.86	10
			PRECIO UNITARIO	\$56.18	100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP030	Especificación: Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 24" x 20"	Unidad pza	Rendimiento: 0.03125	jor		
		PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MATERIALES						
	Reducción de PEAD de 24" x 20"	pza	1.0000	\$1,389.00	\$1,389.00	
MANO DE OBRA						
MO114	Cuadrilla No.114 (Termofusión)	jor	0.0313	\$481.91	\$15.06	
MAQUINARIA						
MAQ004	Equipo de termofusión McElroy para tubería de 2" a 30"	hr	0.2500	\$51.89	\$12.97	
Observaciones			Costo Directo	\$1,417.03		78
			Indirectos	\$178.42		10
			Financiamiento	\$28.34		2
			Utilidad	\$188.89		10
			PRECIO UNITARIO	\$1,810.69		100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP031	Especificación: Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 4" de diámetro	Unidad pza	Rendimiento: 0.03125	jor		
		PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MATERIALES						
	Codo 90 de PEAD de 4"	pza	1.0000	\$275.00	\$275.00	
MANO DE OBRA						
MO114	Cuadrilla No.114 (Termofusión)	jor	0.0313	\$481.91	\$15.06	
MAQUINARIA						
MAQ004	Equipo de termofusión McElroy para tubería de 2" a 30"	hr	0.2500	\$51.89	\$12.97	
Observaciones			Costo Directo	\$303.03		78
			Indirectos	\$37.73		10
			Financiamiento	\$5.06		2
			Utilidad	\$40.39		10
			PRECIO UNITARIO	\$387.22		100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP046	Especificación: Atraques de concreto simple en tees y codos	Unidad Rendimiento:	m3 15	jor		
		PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MATERIALES						
	Cemento normal gris hecho en obra 0.266 + 3%	ton	0.274	\$1,395.00	\$382.23	
	Arena 0.507 + 7%	m3	0.5420	\$800.00	\$325.20	
	Grava 3/4" 0.813 + 7%	m3	0.8580	\$800.00	\$393.80	
	Agua de toma municipal 0.247 + 25%	m3	0.3088	\$30.00	\$9.28	
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla # 7 (op. Revolvedora + 7 peones)	jor	0.0667	\$839.75	\$42.85	
MAQUINARIA						
	Revolvedora para concreto 4 HP, de un saco	hr	0.5333	\$4.78	\$2.55	
Observaciones				Costo Directo	\$1,155.49	78
				Indirectos	\$143.86	10
				Financiamiento	\$23.11	2
				Utilidad	\$154.03	10
				PRECIO UNITARIO	\$1,476.49	100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP047	Especificación: Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	Unidad Rendimiento:	m3 20	jor		
		PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MATERIALES						
	Tepetate	m3	1.03	\$850.00	\$869.50	
	Agua	m3	0.1100	\$30.00	\$3.30	
MANO DE OBRA						
	Cuadrilla No. 115 (Op. Vibrocomp manual + 3 peon)	jor	0.0500	\$328.39	\$16.42	
MAQUINARIA						
MAQ005	Vibrocompactador manual	hr	0.4000	\$42.23	\$16.89	
Observaciones				Costo Directo	\$708.11	78
				Indirectos	\$87.91	10
				Financiamiento	\$14.12	2
				Utilidad	\$94.12	10
				PRECIO UNITARIO	\$902.27	100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP047	Especificación: Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 2 a 4.00 m.	Unidad M3	Rendimiento: 360	jor		
		PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MAQ01	Retroexcavadora caterpillar 215	hr	0.0222	\$266.18	\$5.91	100
Observaciones			Costo Directo	\$5.91		78
			Indirectos	\$0.74		10
			Financiamiento	\$0.12		2
			Utilidad	\$0.79		10
			PRECIO UNITARIO	\$7.55		100

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Clave AP073	Especificación: Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 60" de diametro con junta hermética	Unidad M	Rendimiento: 14	jor		
		PRECIO UNITARIO:				
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	%
MATERIALES						
	Tubo de concreto reforzadode 60"	m	1.0400	\$3,445.00	\$3,582.80	
MANO DE OBRA						
MO116	Cuadrilla No.116	jor	0.0714	\$697.29	\$49.81	
MAQUINARIA						
MAQ006	Grua tiende tubos Caterpillar 572G	hr	0.5714	\$368.73	\$210.70	
Observaciones			Costo Directo	\$3,643.31		78
			Indirectos	\$478.49		10
			Financiamiento	\$76.87		2
			Utilidad	\$512.31		10
			PRECIO UNITARIO	\$4,910.98		100

Análisis de costos horarios

CLAVE	TIPO DE MAQUINARIA	
MAQ001	Retroexcavadora Caterpillar 215	
Vc = Valor de compra	\$507,385.00	HP = Potencia del motor 80.00 HP
Ea = Equipo adicional	\$0.00	CC = Capacidad del Carter 13.00 lts
Vn = Valor neumáticos	\$0.00	Tipo de Combustible Diesel
Va = Valor inicial = Vc+Ea-Vn	\$507,385.00	Pc = Precio del combustible \$4.20
%Vr = % Valor de rescate	10.00%	Ce = Coef. experimental p/combustible 11 lts/hr
Vr = Valor de rescate	\$50,738.50	Tipo de lubricante
Ve = Vida económica (hr)	8,400.00	Pa = Precio del lubricante \$35.00
Ha = Horas trabajadas al año	1,400.00	tc = Tiempo entre cambio de aceite 200.00 hr
i = Tasa de interes anual	36.00%	Ca = Coef. experimental p/lubricante 0.28 lts/hr
s = Prima anual de seguro	3.00%	Hn = Vida económica de neumáticos 0.00 hr
Q = Coef. para mantenimiento	0.80	H = Horas efectivas por turno 8.00 hr
Ka = Coef. para almacenaje	0.00	
CARGO	FORMULA	COSTO HORARIO %
	CARGOS FIJOS	
Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$54.36
Inversión	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) * i$	\$71.78
Seguros	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) * s$	\$6.98
Mantenimiento	$M = Q * D$	\$43.49
Almacenaje	$A = Ka * D$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS FIJOS	\$175.59
	CARGOS POR CONSUMO	
Combustibles	$E = Ce * Pc$	\$46.20
Lubricante	$L = (CC / tc + Ca) * Pa$	\$12.08
	SUMA DE CARGOS POR CONSUMO	\$58.28
	CARGOS POR OPERACIÓN	
Cuadrilla No. 113	$Op = Cuad. 113 / H$	\$32.31
	SUMA DE CARGOS POR OPERACIÓN	\$32.31
	COSTO HORARIO	\$266.18

CLAVE	TIPO DE MAQUINARIA	
MAQ002	Camión Caterpillar 773B, 17.3 M3, 45.4 Ton.	
Vc = Valor de compra	\$1,401,216.00	HP = Potencia del motor 650.00 HP
Ee = Equipo adicional	\$0.00	CC = Capacidad del Carter 72.00 lts
Vn = Valor neumáticos	\$89,228.00	Tipo de Combustible Diesel
Va = Valor inicial = Vc+Ea-Vn	\$1,331,990.00	Pc = Precio del combustible \$4.20
%Vr = % Valor de rescate	10.00%	Ce = Coef. experimental p/combustible 36 lts/hr
Vr = Valor de rescate	\$140,121.60	Tipo de lubricante
Ve = Vida económica (hr)	21,000.00	Pa = Precio del lubricante \$35.00
Ha = Horas trabajadas al año	1,400.00	tc = Tiempo entre cambio de aceite 140.00 hr
i = Tasa de interes anual	36.00%	Ca = Coef. experimental p/lubricante 0.90 lts/hr
s = Prima anual de seguro	3.00%	Hn = Vida económica de neumáticos 3,000.00 hr
Q = Coef. para mantenimiento	1.20	H = Horas efectivas por turno 8.00 hr
Ke = Coef. para almacenaje	0.00	
CARGO	FORMULA	COSTO HORARIO %
	CARGOS FIJOS	
Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$58.76
Inversión	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) * i$	\$189.27
Seguros	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) * s$	\$15.77
Mantenimiento	$M = Q * D$	\$68.11
Almacenaje	$A = Ke * D$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS FIJOS	\$329.91
	CARGOS POR CONSUMO	
Combustibles	$E = Ce * Pc$	\$151.20
Lubricante	$L = (CC / tc + Ca) * Pa$	\$49.50
Neumáticos	$LL = Vn / Hn$	\$23.08
	SUMA DE CARGOS POR CONSUMO	\$200.70
	CARGOS POR OPERACIÓN	
Cuadrilla No. 112	$Op = Cuad. 113 / H$	\$30.45
	SUMA DE CARGOS POR OPERACIÓN	\$30.45
	COSTO HORARIO	\$561.06

Analisis de costos horarios

CLAVE	TIPO DE MAQUINARIA		
MAQ003	Pala frontal Caterpillar 235, Capacidad de 1.8 a 2.3 M3		
Vc = Valor de compra	\$1,272,865.00	HP = Potencia del motor 195.00 HP	
Ea = Equipo adicional	\$0.00	CC = Capacidad del Carter 28.00 lts	
Vn = Valor neumáticos	\$0.00	Tipo de Combustible Diesel	
Va = Valor Inicial = Vc+Ea-Vn	\$1,272,865.00	Pc = Precio del combustible \$4.20	
%Vr = % Valor de rescate	10.00%	Ce = Coef. experimental p/combustible 30 lts/hr	
Vr = Valor de rescate	\$127,286.50	Tipo de lubricante	
Ve = Vida económica (hr)	15,400.00	Pa = Precio del lubricante \$35.00	
Ha = Horas trabajadas al año	1,400.00	tc = Tiempo entre cambio de aceite 200.00 hr	
i = Tasa de interes anual	36.00%	Ca = Coef. experimental p/lubricante 0.75 lts/hr	
s = Prima anual de seguro	3.00%	Hn = Vida económica de neumáticos 0.00 hr	
Q = Coef. para mantenimiento	0.80	H = Horas efectivas por turno 8.00 hr	
Ka = Coef. para almacenaje	0.00		
CARGO	FORMULA	COSTO HORARIO	%
CARGOS FIJOS			
Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$74.39	
Inversión	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) * i$	\$180.02	
Seguros	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) * s$	\$15.00	
Mantenimiento	$M = Q * D$	\$69.51	
Almacenaje	$A = Ka * D$	\$0.00	
SUMA DE CARGOS FIJOS		\$328.92	
CARGOS POR CONSUMO			
Combustibles	$E = Ce * Pc$	\$126.00	
Lubricante	$L = (CC / tc + Ca) * Pa$	\$31.16	
Neumáticos	$LL = Vn / Hn$	\$0.00	
SUMA DE CARGOS POR CONSUMO		\$167.15	
CARGOS POR OPERACIÓN			
Cuadrilla No. 113	$Op = Cuad. 113 / H$	\$32.31	
SUMA DE CARGOS POR OPERACIÓN		\$32.31	
COSTO HORARIO		\$518.38	

CLAVE	TIPO DE MAQUINARIA	
MAQ004	Equipo de termofusión McElroy para tubería de 2' a 30"	
Vc = Valor de compra	\$166,987.00	HP = Potencia del motor 0.00 HP
Ea = Equipo adicional	\$0.00	CC = Capacidad del Carter 0.00 lts
Vn = Valor neumáticos	\$0.00	Tipo de Combustible Diesel
Va = Valor inicial = Vc+Ea-Vn	\$158,987.00	Pc = Precio del combustible \$0.00
%Vr = % Valor de rescate	10.00%	Ce = Coef. experimental p/combustible 0 lts/hr
Vr = Valor de rescate	\$15,698.70	Tipo de lubricante
Ve = Vida económica (hr)	10,000.00	Pa = Precio del lubricante \$0.00
Ha = Horas trabajadas al año	1,400.00	tc = Tiempo entre cambio de aceite 1.00 hr
I = Tasa de interes anual	36.00%	Ca = Coef. experimental p/lubricante 0.00 lts/hr
s = Prima anual de seguro	3.00%	Hn = Vida económica de neumáticos 0.00 hr
Q = Coef. para mantenimiento	0.80	H = Horas efectivas por turno 8.00 hr
Ka = Coef. para almacenaje	0.00	
CARGO	FORMULA	COSTO HORARIO %
	CARGOS FIJOS	
Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$14.13
Inversión	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) * I$	\$22.20
Seguros	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) * s$	\$1.85
Mantenimiento	$M = Q * D$	\$11.30
Almacenaje	$A = Ka * D$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS FIJOS	\$49.48
	CARGOS POR CONSUMO	
Energía Eléctrica		\$2.41
		\$0.00
	SUMA DE CARGOS POR CONSUMO	\$2.41
	CARGOS POR OPERACIÓN	
		\$0.00
	SUMA DE CARGOS POR OPERACIÓN	\$0.00
	COSTO HORARIO	\$51.89

Análisis de costos horarios

CLAVE	TIPO DE MAQUINARIA	
MAQ005	Vibrocompactador manual	
Vc = Valor de compra	\$31,258.00	HP = Potencia del motor 10.00 HP
Ea = Equipo adicional	\$0.00	CC = Capacidad del Carter 1.00 lts
Vn = Valor neumáticos	\$0.00	Tipo de Combustible Gasolina
Va = Valor Inicial = Vc+Ea-Vn	\$31,258.00	Pc = Precio del combustible \$6.01
%Vr = % Valor de rescate	10.00%	Ce = Coef. experimental p/combustible 5 lts/hr
Vr = Valor de rescate	\$3,125.80	Tipo de lubricante
Ve = Vida económica (hr)	7,500.00	Pa = Precio del lubricante \$35.00
Ha = Horas trabajadas al año	1,400.00	tc = Tiempo entre cambio de aceite 120.00 hr
i = Tasa de interes anual	36.00%	Ca = Coef. experimental p/lubricante 0.01 lts/hr
s = Prima anual de seguro	3.00%	Hn = Vida económica de neumáticos 0.00 hr
Q = Coef. para mantenimiento	0.80	H = Horas efectivas por turno 8.00 hr
Ka = Coef. para almacenaje	0.00	
CARGO	FORMULA	COSTO HORARIO %
	CARGOS FIJOS	
Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$3.76
Inversión	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) * i$	\$4.42
Seguros	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) * s$	\$0.37
Mantenimiento	$M = Q * D$	\$3.00
Almacenaje	$A = Ka * D$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS FIJOS	\$11.54
	CARGOS POR CONSUMO	
Combustibles	$E = Ce * Pc$	\$30.05
Lubricante	$L = (CC / tc + Ca) * Pa$	\$0.64
Neumáticos	$LL = Vn / Hn$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS POR CONSUMO	\$30.69
	CARGOS POR OPERACIÓN	\$0.00
	SUMA DE CARGOS POR OPERACIÓN	\$0.00
	COSTO HORARIO	\$42.23

CLAVE	TIPO DE MAQUINARIA	
MAQ006	Grúa tiende tubos Caterpillar 572G	
Vc = Valor de compra	\$1,014,600.00	HP = Potencia del motor 106.00 HP
Ea = Equipo adicional	\$0.00	CC = Capacidad del Carter 28.00 lts
Vn = Valor neumáticos	\$0.00	Tipo de Combustible Diesel
Va = Valor Inicial = Vc+Ea-Vn	\$1,014,600.00	Pc = Precio del combustible \$4.20
%Vr = % Valor de rescate	10.00%	Ce = Coef. experimental p/combustible 15 lts/hr
Vr = Valor de rescate	\$101,460.00	Tipo de lubricante
Ve = Vida económica (hr)	12,600.00	Pa = Precio del lubricante \$35.00
Ha = Horas trabajadas al año	1,400.00	tc = Tiempo entre cambio de aceite 150.00 hr
i = Tasa de Interés anual	36.00%	Ca = Coef. experimental p/lubricante 0.38 lts/hr
s = Prima anual de seguro	3.00%	Hn = Vida económica de neumáticos 0.00 hr
Q = Coef. para mantenimiento	0.80	H = Horas efectivas por turno 8.00 hr
Ka = Coef. para almacenaje	0.00	
CARGO	FORMULA	COSTO HORARIO %
	CARGOS FIJOS	
Depreciación	$D = (Va - Vr) / Ve$	\$72.47
Inversión	$I = ((Va + Vr) / 2Ha) * i$	\$143.49
Seguros	$S = ((Va + Vr) / 2Ha) * s$	\$11.96
Mantenimiento	$M = Q * D$	\$67.98
Almacenaje	$A = Ka * D$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS FIJOS	\$285.90
	CARGOS POR CONSUMO	
Combustibles	$E = Ce * Pc$	\$63.00
Lubricante	$L = (CC / tc + Ca) * Pa$	\$19.83
	SUMA DE CARGOS POR CONSUMO	\$82.83
	CARGOS POR OPERACIÓN	
Cuadrilla No. 113	$Op = Cuad. 113 / H$	\$0.00
	SUMA DE CARGOS POR OPERACIÓN	\$0.00
	COSTO HORARIO	\$368.73

Cuadrillas de trabajo

CLAVE	ESPECIFICACION	UNIDAD				
MO001	Cuadrilla No. 1 (Peón)				RENDIMIENTO DESTAJO	
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%
	Peón	1 jor	1.0000	75.76	75.76	92
	Cabo	1/60 jor	0.0167	112.48	1.87	2
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	219.27	1.83	2
	Herramienta menor	%	4.0000%	79.46	3.18	4
COSTO DIRECTO					\$82.64	

CLAVE	ESPECIFICACION	UNIDAD				
	Cuadrilla No. 7 (Operador de revoladora + 7 peones)				RENDIMIENTO DESTAJO	
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%
	Operador de revoladora	1 jor	1.0000	84.78	84.78	13
	7 peones	1 jor	7.0000	75.76	530.32	83
	Cabo	1/60 jor	0.0167	1.87	0.03	0
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	1.83	0.02	0
	Herramienta menor	%	4.0000%	615.15	24.61	4
COSTO DIRECTO					\$639.75	

CLAVE	ESPECIFICACION	UNIDAD				
MO112	Cuadrilla No. 112 (Operador Vehículo pesado + Ayudante Operador)	Jor			RENDIMIENTO DESTAJO	
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%
	Operador Vehículo pesado	1 jor	1.0000	138.87	138.87	57
	Ayudante Operador	1 jor	1.0000	91.65	91.65	38
	Cabo	1/60 jor	0.0167	112.48	1.87	1
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	219.27	1.83	1
	Herramienta menor	%	4.0000%	234.22	9.37	4
COSTO DIRECTO					\$243.59	

CLAVE	ESPECIFICACION	UNIDAD				
MO113	Cuadrilla No 113 (Operador de Maquinaria pesada + Ayudante Operador)	Jor			RENDIMIENTO DESTAJO	
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%
	Operador de Maquinaria pesada	1 jor	1.0000	155.02	155.02	60
	Ayudante Operador	1 jor	1.0000	91.65	91.65	35
	Cabo	1/60 jor	0.0167	4.11	0.07	0
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	219.27	1.83	1
	Herramienta menor	%	4.0000%	246.57	9.94	4
COSTO DIRECTO					\$256.51	

CLAVE	ESPECIFICACION			UNIDAD			
MO114	Cuadrilla No. 114	(Técnico en termofusión	+ Ayudante	Operador	RENDIMIENTO		
		+ 3 Peón			DESTAJO		
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%	
	Técnico en termofusión	1 jor	1.0000	149.83	149.83	31	
	Ayudante Operador	1 jor	1.0000	91.65	91.65	19	
	Peón	3 jor	3.0000	75.76	227.28	47	
	Cabo	1/60 jor	0.0167	112.48	1.87	0	
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	219.27	1.83	0	
	Herramienta menor	%	2.0000%	472.47	9.45	2	
COSTO DIRECTO					\$481.91		

CLAVE	ESPECIFICACION			UNIDAD			
MO115	Cuadrilla No. 115	(Op. Vibrocomp. Manual	+ 3 peon		RENDIMIENTO		
					DESTAJO		
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%	
	Op. Vibrocomp. Manual	1 jor	1.0000	84.78	84.78	26	
	3 peon	1 jor	3.0000	75.76	227.28	69	
	Cabo	1/60 jor	0.0167	112.48	1.87	1	
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	219.27	1.83	1	
	Herramienta menor	%	4.0000%	315.76	12.63	4	
COSTO DIRECTO					\$328.39		

CLAVE	ESPECIFICACION			UNIDAD			
MO116	Cuadrilla No. 116	(1 Técnico tubero	+ 5 peon		RENDIMIENTO		
		Operador de			DESTAJO		
		1 grua					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE	%	
	1 Técnico tubero	1 jor	1.0000	133.02	133.02	19	
	5 peon	1 jor	5.0000	75.76	378.80	54	
	Operador de grua	jor	1.0000	155.02	155.02	22	
	Cabo	1/60 jor	0.0167	112.48	1.87	0	
	Maestro de obra	1/120 jor	0.0083	219.27	1.83		
	Herramienta menor	%	4.0000%	668.71	26.75	4	
COSTO DIRECTO					\$697.29		

**APARTADO V.2.3
PRESUPUESTO DE OBRAS**

**Presupuesto del proyecto hidráulico del Desarrollo Habitacional
"Las Américas" Ecatepec, Estado de México.**

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P.U.	IMPORTE
RED DE AGUA POTABLE					
AP001	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	M3	17,019.32	\$5.68	\$96,671.33
AP002	Acameillonamiento y carga de camión material I	M3	17,019.32	\$3.68	\$62,630.24
AP003	Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	M3	17,019.32	\$82.88	\$1,410,570.46
AP004	Afíne de taludes y fondo material saturado tipo I	M3	53,627.90	\$2.03	\$108,903.35
AP005	Cama de arena en cepas para tubería	M3	1,363.23	\$114.43	\$155,992.44
AP006	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 4" de diámetro	M	3,091.00	\$56.18	\$173,662.55
AP007	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 6" de diámetro	M	990.00	\$120.96	\$119,752.70
AP008	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 8" de diámetro	M	3,303.00	\$221.29	\$730,913.03
AP009	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 10" de diámetro	M	1,599.00	\$365.65	\$584,676.44
AP010	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 12" de diámetro	M	3,281.00	\$470.32	\$1,543,122.51
AP011	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 14" de diámetro	M	491.00	\$595.64	\$292,461.02
AP012	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 16" de diámetro	M	1,109.00	\$773.88	\$858,237.78
AP013	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 18" de diámetro	M	1,658.00	\$970.20	\$1,608,587.61
AP014	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable	M	846.00	\$1,178.13	\$996,698.41

de 20" de diametro					
AP015	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para agua potable de 24" de diametro	M	82.00	\$1,766.79	\$144,876.66
AP016	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 8" x 4"	pza	5.00	\$506.05	\$2,530.26
AP017	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 8" x 6"	pza	1.00	\$520.11	\$520.11
AP018	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 10" x 4"	pza	1.00	\$540.55	\$540.55
AP019	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 10" x 8"	pza	8.00	\$548.22	\$4,385.75
AP020	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 4"	pza	2.00	\$582.72	\$1,165.44
AP021	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 6"	pza	2.00	\$804.44	\$1,208.88
AP022	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 8"	pza	1.00	\$817.22	\$817.22
AP023	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 10"	pza	3.00	\$626.16	\$1,878.49
AP024	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 14" x 10"	pza	2.00	\$843.39	\$1,686.78
AP025	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 12"	pza	2.00	\$918.23	\$1,832.45
AP026	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 14"	pza	1.00	\$1,004.39	\$1,004.39
AP027	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 16"	pza	1.00	\$1,059.34	\$1,059.34
AP028	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 20" x 16"	pza	4.00	\$1,217.79	\$4,871.14

AP029	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 24" x 18"	pza	1.00	\$1,516.79	\$1,516.79
AP030	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 24" x 20"	pza	1.00	\$1,810.69	\$1,810.69
AP031	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 4" de diámetro	pza	2.00	\$387.22	\$774.43
AP032	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 8" de diámetro	pza	4.00	\$452.38	\$1,809.54
AP033	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 10" de diámetro	pza	3.00	\$336.10	\$1,008.31
AP034	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 12" de diámetro	pza	2.00	\$672.17	\$1,344.33
AP035	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 18" de diámetro	pza	4.00	\$774.39	\$3,097.56
AP036	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 20" de diámetro	pza	3.00	\$852.34	\$2,557.01
AP037	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 24" de diámetro	pza	2.00	\$630.26	\$1,660.56
AP038	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 4"	pza	2.00	\$307.64	\$615.68
AP039	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 8"	pza	7.00	\$348.73	\$2,441.12
AP040	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 10"	pza	4.00	\$466.29	\$1,865.15
AP041	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 12"	pza	5.00	\$551.90	\$2,759.51
AP042	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 14"	pza	1.00	\$687.35	\$687.35
AP043	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 18"	pza	2.00	\$833.02	\$1,666.03
AP044	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 20"	pza	2.00	\$974.85	\$1,949.71

AP045	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 24"	pza	1.00	\$1,194.83	\$1,194.83
AP046	Atraques de concreto simple en tees y codos	m3	5.00	\$1,476.49	\$7,378.01
AP047	Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	M3	15,652.83	\$902.27	\$14,123,092.28
TOTAL RED DE AGUA POTABLE					\$23,070,486.03

**RED DE DRENAJE
SANITARIO**

AP001	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	M3	23,578.98	\$5.88	\$133,919.45
AP047	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 2 a 4.00 m.	M3	8,601.87	\$7.55	\$64,950.85
AP002	Acamellonamiento y carga de camión material I	M3	32,178.85	\$3.88	\$118,416.54
AP003	Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	M3	32,178.85	\$82.88	\$2,667,000.52
AP004	Afine de taludes y fondo material saturado tipo I	M2	99,645.87	\$2.03	\$202,149.97
AP005	Camá de arena en cepas para tubería	M3	1,377.48	\$114.43	\$157,820.75
AP008	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 8" de diametro	M	12,209.00	\$221.29	\$2,701,700.62
AP009	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 10" de diametro	M	2,266.00	\$365.65	\$828,565.66
AP010	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 12" de diametro	M	2,370.00	\$470.32	\$1,114,860.27
AP011	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 14" de diametro	M	825.00	\$595.64	\$491,405.99
AP012	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 16" de diametro	M	1,375.00	\$773.88	\$1,064,091.03
AP013	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 18" de diametro	M	50.00	\$970.20	\$48,509.88

AP015	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tubería de polietileno de alta densidad para drenaje sanitario de 22" de diametro	M	200.00	\$1,766.79	\$353,357.71
AP019	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 10" x 8"	pza	8.00	\$548.22	\$4,385.75
AP022	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 8"	pza	4.00	\$617.22	\$2,468.88
AP023	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad 12" x 10"	pza	3.00	\$626.16	\$1,878.49
AP024	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 14" x 10"	pza	3.00	\$843.39	\$2,530.17
AP048	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 14" x 12"	pza	6.00	\$865.31	\$5,191.86
AP049	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 16" x 14"	pza	5.00	\$956.23	\$4,781.15
AP026	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 14"	pza	1.00	\$1,004.39	\$1,004.39
AP050	Suministro, colocación y junteo por termofusión de reducción de polietileno de alta densidad de 18" x 16"	pza	2.00	\$1,258.01	\$2,516.02
AP051	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 8" de diametro	pza	4.00	\$325.41	\$1,301.64
AP033	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 10" de diametro	pza	4.00	\$336.10	\$1,344.42
AP052	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 12" de diametro	pza	2.00	\$369.00	\$738.00
AP053	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 14" de diametro	pza	1.00	\$416.66	\$416.66
AP054	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 45 de polietileno de alta densidad de 16" de diametro	pza	3.00	\$489.89	\$1,469.67
AP032	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 8"	pza	8.00	\$452.38	\$3,619.07

	de diametro				
AP034	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 12" de diametro	pza	1.00	\$872.17	\$872.17
AP055	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 18" de diametro	pza	1.00	\$701.22	\$701.22
AP035	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 18" de diametro	pza	1.00	\$774.39	\$774.39
AP056	Suministro, colocación y junteo por termofusión de codo de 90 de polietileno de alta densidad de 22" de diametro	pza	2.00	\$899.97	\$1,799.94
AP039	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 8"	pza	11.00	\$348.73	\$3,836.04
AP040	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 10"	pza	4.00	\$486.29	\$1,885.15
AP041	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 12"	pza	3.00	\$551.90	\$1,655.70
AP042	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 14"	pza	3.00	\$887.35	\$2,062.04
AP057	Suministro, colocación y junteo por termofusión de tee de polietileno de alta densidad de 16"	pza	2.00	\$706.55	\$1,413.10
AP046	Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	M3	29,800.18	\$902.27	\$26,887,815.80
SUBTOTAL RED DRENAJE SANITARIO					\$36,882,591.19

RED DE DRENAJE PLUVIAL

AP001	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 0 a 2.00 m.	M3	74,815.74	\$6.68	\$424,960.39
AP047	Excavación en cepas con retroexcavadora, no incluye afine de taludes, material saturado tipo I, zona A, profundidad de 2.00 a 4.00 m.	M3	17,011.45	\$7.55	\$128,449.77
AP002	Acamellonamiento y carga de camión material I	M3	91,827.19	\$3.68	\$337,919.42
AP003	Acarreo de material producto de excavación, hasta el lugar de disposición final localizado a 23.4 km	M3	91,827.19	\$82.88	\$7,610,687.26
AP004	Afine de taludes y fondo material saturado tipo I	M2	124,154.13	\$2.03	\$252,122.51

AP005	Cama de arena en cepas para tubería	M3	4,075.51	\$114.43	\$466,354.71
AP036	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 20" de diámetro	M	125.00	\$1,178.13	\$147,266.31
AP037	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 24" de diámetro	M	619.00	\$1,766.79	\$1,093,642.12
AP058	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 28" de diámetro	M	519.00	\$1,908.13	\$990,320.33
AP059	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 30" de diámetro	M	1,275.00	\$2,137.11	\$2,724,811.99
AP080	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 32" de diámetro	M	346.00	\$2,457.67	\$850,355.05
AP081	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 34" de diámetro	M	884.00	\$2,900.05	\$2,563,648.45
AP082	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 36" de diámetro	M	1,387.00	\$3,509.07	\$4,796,893.65
AP083	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 38" de diámetro	M	519.00	\$4,386.33	\$2,276,506.77
AP084	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 40" de diámetro	M	2,379.00	\$5,263.60	\$12,522,103.14
AP086	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 44" de diámetro	M	1,151.00	\$6,105.78	\$7,027,747.47
AP067	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 46" de diámetro	M	870.00	\$7,021.64	\$6,108,826.27
AP068	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 48" de diámetro	M	381.00	\$8,496.19	\$3,237,047.04
AP069	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 50" de diámetro	M	1,200.00	\$10,280.39	\$12,336,462.72

AP070	Suministro y colocación de tubería de polietileno de alta densidad por termofusión en drenaje pluvial de 52" de diametro	M	1,235.00	\$12,572.91	\$15,527,545.82
AP073	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 80" de diametro con junta hermética	M	2,605.00	\$4,910.98	\$12,793,110.53
AP074	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 72" de diametro con junta hermética	M	1,205.00	\$8,938.61	\$8,358,619.31
AP075	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 84" de diametro con junta hermética	M	2,175.00	\$9,062.86	\$19,711,722.51
AP076	Suministro y colocación de tubería de concreto reforzado incluye junteo para drenaje pluvial de 96" de diametro con junta hermética	M	515.00	\$12,007.45	\$6,183,837.46
AP046	Relleno compactado al 90% (Proctor) en capas de 15 cm. con material de banco	M3	60,108.11	\$902.27	\$54,233,795.71
SUBTOTAL RED DE DRENAJE PLUVIAL					\$182,704,758.72

TOTAL PROYECTO HIDRAULICO

\$242,857,835.96

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La falta de vivienda en el país es un problema actual que las autoridades se han dado ha la tarea de solucionar, dando impulso y apoyos a este sector, sin embargo, en algunas zonas de la República la oferta ha rebasado la demanda, la falta de respuesta de la parte demandante se debe a que a pesar de los bajos costos que representa adquirir una casa de interés social, los trabajadores de escasos recursos no tienen acceso ni posibilidades económicas para dignificar su vivienda. Es por eso que tanto los gobiernos estatales y federal en conjunto con la iniciativa privada y las instituciones financieras, deben de seguir promoviendo esquemas para que todos los mexicanos tengan acceso a mejorar sus condiciones de hábitat.

El presupuesto de obras planteado en el capítulo V, sólo toma en cuenta algunos de los conceptos principales del proyecto hidráulico. Los conceptos que no son tomados en cuenta como la red secundaria, tomas domiciliarias, atarjeas, registros, atraques, equipo de bombeo, cisternas, etc., sí impactan de manera significativa en el presupuesto final, pero el objetivo de esta tesis se reduce a el hecho de saber tomar decisiones técnicas para aminorar costos y hacer lo más eficiente posible la obra. El presupuesto presentado no nos da una idea clara del impacto del equipamiento hidráulico, pero resalta la importancia que puede tener el correcto diseño en la reducción de costos; como por ejemplo: se observa claramente que a medida que el diámetro de la tubería aumenta, aumentan también los volúmenes de excavación, rellenos y plantillas, además de los tiempos de ejecución y equipo empleados en estos trabajos, y por consecuencia se encarece considerablemente la obra. Es aquí donde el Ingeniero Civil juega un papel importante en el diseño, tratando de abatir costos, sin dejar a un lado la seguridad y la efectividad de una obra de infraestructura que involucra el bienestar y la integridad del ser humano y su entorno.

No solo es importante desarrollar la factibilidad técnica de un proyecto hidráulico; en el capítulo III, se define el proyecto de desarrollo urbano con base en una normatividad vigente que nos marca los criterios a seguir para el diseño y la infraestructura mínima básica que por norma debe existir en cada Desarrollo Habitacional. La normatividad es de vital importancia para cubrir con las necesidades de la población que demanda, además de una vivienda digna, todos los servicios básicos que en un futuro contribuirán a eliminar los asentamientos irregulares que traen consigo cinturones de miseria y marginación con condiciones insalubres como los que actualmente abundan en las orillas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Los estudios previos o ingeniería básica son indispensables e intervienen directamente en la seguridad y funcionalidad de toda obra de infraestructura:

El levantamiento topográfico da la pauta para definir los niveles o rasantes de proyecto, con esto se define el sembrado y en general como queda la urbanización del fraccionamiento. En lo que respecta a la construcción, el estudio topográfico colabora en darnos una idea bastante clara de lo que representarían los volúmenes de terracerías. La atención que se le da a este rubro impacta directamente en el costo final de la obra, ya que con base en este se toman decisiones en cuanto a la urbanización de lotes y vialidades.

El estudio hidrológico es de gran importancia e impacta directamente en el diseño y correcto funcionamiento del drenaje pluvial. Es importante recalcar que el correcto cálculo del drenaje pluvial depende de los datos históricos recavados por las estaciones hidrológicas dispuestas en la zona de estudio, además del cuidado que se tenga en el monitoreo y mantenimiento de las mismas. En la realización de este estudio, me di a la tarea de consultar los datos recavados por las estaciones climatológicas operadas por la Comisión Nacional del Agua, cabe mencionar que el trabajo fue extenuante ya que la dependencia mencionada cuenta con información muy detallada, es decir, solo se cuenta con los pluviogramas diarios de cada estación; pienso que debe ser tarea de esta dependencia el hecho de procesar toda esta información con el objeto de esta pueda estar disponible y confiable en cualquier momento que se le necesite.

Para un proyecto de agua potable en general, se tendrá que hacer un estudio para prever las fuentes de abastecimiento de agua, ya sean corrientes superficiales o subterráneas analizando caudales y medios de captación factibles; para este caso ya se tiene dispuestos 3 pozos profundos que satisfacen la demanda de la población de proyecto.

No se debe de dejar a un lado la importancia de un buen estudio de mecánica de suelos, sobretudo en este tipo de terrenos. Este estudio nos arroja datos importantes como la capacidad de carga del suelo y como consecuencia el diseño de las plataformas constructivas, cimentaciones, pavimentos y terracerías, y todos los elementos que contribuyan a darle estabilidad a las estructuras y así evitar hundimientos diferenciales que produzcan daños a las construcciones. Al definir la composición del suelo y el mejoramiento que se hará del mismo, se definen también los espesores de los terraplenes a emplear y con esto los niveles de rasante; estos son elementales para el diseño de las redes de agua potable y drenaje.

El estudio de impacto ambiental ayuda a conocer la interacción de este proyecto con el entorno pasando por todas las etapas; una vez realizado el análisis del impacto se pueden tomar decisiones importantes de acuerdo a los resultados obtenidos. Hace algunos años no se le daba mucha importancia al entorno, ya que no se tenía una cultura ambiental, en la actualidad el respeto al medio ambiente y a la sociedad se toman en cuenta para reducir la marca que dejan las obras de infraestructura, ya que es prácticamente imposible realizar obras sin perturbar el entorno.

En el Capítulo IV de esta tesis se define el proyecto hidráulico, y es aquí donde influyen los estudios previos y la urbanización del predio. Con base en estos se toman decisiones para dar la mejor solución, es decir, la que resulte más económica y que satisfaga las necesidades de la población de una forma segura.

En el caso de la red de agua potable; se puede observar que para cumplir con la presión o carga disponible en cada toma domiciliaria, es necesario proponer la tubería más adecuada en cada tramo de la red. Con ayuda del programa computacional "AET", no solo se reducen los tiempos de cálculo, sino que el resultado final es consecuencia de una serie de iteraciones que arrojan la mejor solución. Cabe mencionar que para llegar a la solución final de la red, se llevaron a cabo 10 iteraciones, además de modificar la posición de los tanques elevados de regularización, esto con el objeto de reducir las distancias de flujo y como consecuencia, reducir las pérdidas por fricción.

Para el caso del drenaje sanitario y pluvial, no se contó con la ayuda de un programa computacional especializado en el diseño; el cálculo se realizó mediante una tabla de cálculo en excel (como se muestra en el capítulo IV), en donde se modificó el diámetro de la tubería hasta llegar a la solución final que cumple con todas las normas y especificaciones requeridas. Además, en el drenaje pluvial, los caudales son mayores que en el sanitario; esto obliga a la utilización de diámetros mayores de tubería; esto trajo consigo otra problemática: el material utilizado para la tubería es el polietileno de alta densidad; comercialmente hablando, el diámetro más grande con el que se cuenta es de 54" (136 cm.), por lo que se tuvo la necesidad de recurrir a la tubería de concreto reforzado, cuyas desventajas en cuanto a costos es mayor, ya que la colocación y suministro de este tipo de tubería implica mayor tiempo.

La factibilidad financiera de un Desarrollo de esta magnitud, es un problema que no se analizó en esta tesis, no obstante, los recursos económicos marcan la línea a seguir para un proyectista, es decir, los límites de la ingeniería están acotados por presupuesto disponible y los esquemas de financiamiento, es por eso que se busca aminorar los costos de tal manera que este garantizada la seguridad y la funcionalidad de la obra. Para cumplir dicho objetivo, el ingeniero proyectista juega un papel primordial usando todas las herramientas necesarias en la solución del problema. Las herramientas básicas con las que se cuenta son las descritas en el contenido de esta, y la factibilidad técnica dependerá del correcto empleo de estas y como consecuencia la solución de un problema.

Es importante mencionar que en un proyecto de estas características se requiere la labor conjunta de muchos especialistas en diversos ramos de la ingeniería y otras áreas. Para dar la mejor de las soluciones se requiere de ingenieros con conocimientos específicos en hidráulica, mecánica de suelos, urbanización, topografía, ambiental, construcción, administración, finanzas y planeación; incluso la asesoría de

contadores y abogados para resolver otro tipo de problemas que colaboran en dar la mejor solución. Todo esto hace que un proyecto de estas características sea un trabajo multidisciplinario obligando al ingeniero civil a ampliar su gama de conocimientos y mantenerse actualizado para poder integrarse al ramo productivo de este país.

Por último, esta tesis cumple con los objetivos planteados, además de ser un documento que resalte la necesidad de implementar asignaturas en las cuales se puedan llevar en la teoría el desarrollo de proyectos multidisciplinarios en donde se puedan conjuntar todos los conocimientos asimilados durante la carrera, para de esta manera dar una formación más integral, y así concientizar a los futuros ingenieros de las problemáticas reales del país.

APÉNDICE I
MEMORIA DE CALCULO CURVA $i-d-T$
ESTUDIO HIDROLÓGICO

Tabla 2.1
 INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIVERSOS TIEMPOS DE DURACIÓN
 TORMENTA MÁXIMA ANUAL (mm/hr)
 OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Fecha	Tiempos de duración (min)							
	5	10	15	20	30	45	60	120
1982	65.0	62.0	60.0	57.0	54.0	48.0	42.0	26.0
1983	180.0	91.0	63.0	50.0	36.0	27.0	21.0	11.0
1984	152.0	91.0	71.0	53.0	36.0	27.0	22.0	12.0
1985	70.0	45.0	40.0	36.0	27.0	21.0	17.0	10.0
1986	76.0	76.0	76.0	76.0	69.0	63.0	41.0	22.0
1987	60.0	60.0	57.0	56.0	36.0	37.0	31.0	22.0
1988	30.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	24.0	13.0
1989	66.0	59.0	61.0	48.0	42.0	31.0	23.0	12.0
1990	52.0	62.0	62.0	62.0	62.0	36.0	28.0	18.0
1991	79.0	54.0	41.0	34.0	30.0	29.0	27.0	16.0
1992	50.0	50.0	50.0	45.0	40.0	34.0	27.0	14.0
1993	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	34.0	26.0	12.0
1994	51.0	51.0	34.0	29.0	24.0	21.0	18.0	16.0
1995	45.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	41.0	20.0
1996	56.0	56.0	49.0	49.0	49.0	36.0	36.0	19.0
1997	59.4	59.4	39.7	29.5	21.0	20.9	17.1	17.1
1998	99.1	89.1	81.4	67.6	70.9	49.7	36.3	20.4
1999	45.0	42.0	38.0	36.0	36.0	34.0	26.0	13.0
2000	18.0	10.0	10.0	10.0	7.0	5.0	4.0	2.0
Máxima	180.0	99.1	91.4	67.6	70.9	53.0	42.0	26.0

Tabla 2.2
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL
 OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de orden	Período de retorno Tr (años)	Duración (minutos)							
		5	10	15	20	30	45	60	120
1	20.00	180.0	99.1	91.4	67.6	70.9	53.0	42.0	26.0
2	10.00	152.0	91.0	76.0	76.0	69.0	49.7	41.0	22.0
3	6.67	99.1	91.0	71.0	67.0	64.0	46.0	41.0	22.0
4	5.00	86.0	76.0	63.0	56.0	62.0	43.0	36.3	20.4
5	4.00	79.0	62.0	60.0	53.0	49.0	37.0	36.0	20.0
6	3.33	76.0	60.0	67.0	62.0	43.0	36.0	31.0	19.0
7	2.86	70.0	59.4	62.0	60.0	43.0	36.0	28.0	17.1
8	2.50	65.0	59.0	51.0	49.0	42.0	34.0	27.0	16.0
9	2.22	60.0	56.0	50.0	48.0	40.0	34.0	27.0	15.0
10	2.00	59.4	54.0	49.0	45.0	36.0	34.0	26.0	15.0
11	1.82	56.0	62.0	43.0	43.0	36.0	31.0	25.0	14.0
12	1.67	62.0	61.0	43.0	43.0	36.0	29.0	24.0	13.0
13	1.54	51.0	60.0	41.0	36.0	36.0	29.0	23.0	13.0
14	1.43	50.0	45.0	40.0	36.0	30.0	27.0	22.0	12.0
15	1.33	45.0	43.0	39.7	34.0	29.0	27.0	21.0	12.0
16	1.25	45.0	43.0	36.0	29.6	27.0	21.0	18.0	12.0
17	1.18	43.0	42.0	34.0	29.0	24.0	21.0	17.1	11.0
18	1.11	30.0	29.0	29.0	29.0	21.0	20.9	17.0	10.0
19	1.05	18.0	10.0	10.0	10.0	7.0	5.0	4.0	2.0

Tabla 2.3
INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 5 minutos									
1	1	0.6990	1.3010	2.2553	2.9342	1.5764	1.6927	0.4886	0.9094
2	2	0.6990	1.0000	2.1818	2.1818	1.5250	1.0000	0.4886	0.6990
3	3	0.6990	0.8239	1.9981	1.8448	1.3952	0.6788	0.4886	0.5759
4	4	0.6990	0.6990	1.9445	1.3591	1.3591	0.4886	0.4886	0.4886
5	5	0.6990	0.6021	1.8676	1.1425	1.3264	0.3625	0.4886	0.4208
6	6	0.6990	0.5229	1.8506	0.9834	1.3146	0.2734	0.4886	0.3655
7	7	0.6990	0.4559	1.8451	0.8412	1.2897	0.2079	0.4886	0.3187
8	8	0.6990	0.3979	1.8129	0.7214	1.2672	0.1584	0.4886	0.2781
9	9	0.6990	0.3468	1.7782	0.6186	1.2429	0.1203	0.4886	0.2424
10	10	0.6990	0.3010	1.7738	0.5340	1.2398	0.0908	0.4886	0.2104
11	11	0.6990	0.2598	1.7482	0.4539	1.2219	0.0674	0.4886	0.1815
12	12	0.6990	0.2218	1.7180	0.3807	1.1994	0.0492	0.4886	0.1551
13	13	0.6990	0.1871	1.7076	0.3185	1.1835	0.0350	0.4886	0.1308
14	14	0.6990	0.1549	1.6990	0.2632	1.1875	0.0240	0.4886	0.1083
15	15	0.6990	0.1249	1.6532	0.2069	1.1555	0.0158	0.4886	0.0873
16	16	0.6990	0.0989	1.6532	0.1602	1.1555	0.0084	0.4886	0.0677
17	17	0.6990	0.0708	1.6335	0.1153	1.1417	0.0050	0.4886	0.0493
18	18	0.6990	0.0458	1.4771	0.0876	1.0325	0.0021	0.4886	0.0320
19	19	0.6990	0.0223	1.2553	0.0280	0.8774	0.0005	0.4886	0.0156
Σ parcial =		13.2804	7.8348	33.9091	14.9538	23.7014	5.2813	9.2626	5.3363

Tabla 2.3 (Continuación)
INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 10 minutos									
1	1	1.0000	1.3010	1.9981	2.5970	1.9981	1.6927	1.0000	1.3010
2	2	1.0000	1.0000	1.9590	1.9590	1.9590	1.0000	1.0000	1.0000
3	3	1.0000	0.8239	1.9690	1.6141	1.9690	0.6788	1.0000	0.8239
4	4	1.0000	0.6990	1.8906	1.3146	1.8906	0.4886	1.0000	0.6990
5	5	1.0000	0.6021	1.7924	1.0791	1.7924	0.3625	1.0000	0.6021
6	6	1.0000	0.5229	1.7782	0.9298	1.7782	0.2734	1.0000	0.5229
7	7	1.0000	0.4559	1.7738	0.8067	1.7738	0.2079	1.0000	0.4559
8	8	1.0000	0.3979	1.7708	0.7047	1.7708	0.1584	1.0000	0.3979
9	9	1.0000	0.3468	1.7482	0.6062	1.7482	0.1203	1.0000	0.3468
10	10	1.0000	0.3010	1.7324	0.5215	1.7324	0.0908	1.0000	0.3010
11	11	1.0000	0.2598	1.7180	0.4455	1.7180	0.0674	1.0000	0.2598
12	12	1.0000	0.2218	1.7076	0.3788	1.7076	0.0492	1.0000	0.2218
13	13	1.0000	0.1871	1.6990	0.3179	1.6990	0.0350	1.0000	0.1871
14	14	1.0000	0.1549	1.6532	0.2601	1.6532	0.0240	1.0000	0.1549
15	15	1.0000	0.1249	1.6335	0.2041	1.6335	0.0158	1.0000	0.1249
16	16	1.0000	0.0989	1.6335	0.1583	1.6335	0.0084	1.0000	0.0989
17	17	1.0000	0.0708	1.6232	0.1146	1.6232	0.0050	1.0000	0.0708
18	18	1.0000	0.0458	1.4824	0.0888	1.4824	0.0021	1.0000	0.0458
19	19	1.0000	0.0223	1.0000	0.0223	1.0000	0.0005	1.0000	0.0223
Σ parcial =		19.0000	7.8348	32.3191	14.0982	32.5191	5.2813	19.0000	7.8348

Tabla 2.3 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(Tr)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 15 minutos									
1	1	1.1761	1.3010	1.9909	2.5512	2.3063	1.9927	1.3832	1.5301
2	2	1.1761	1.0000	1.8808	1.8808	2.2120	1.0000	1.3832	1.1761
3	3	1.1761	0.8239	1.8513	1.5253	2.1772	0.8788	1.3832	0.9880
4	4	1.1761	0.6980	1.7993	1.2577	2.1162	0.4886	1.3832	0.8221
5	5	1.1761	0.6021	1.7782	1.0706	2.0813	0.3625	1.3832	0.7081
6	6	1.1761	0.5229	1.7559	0.9181	2.0651	0.2734	1.3832	0.6150
7	7	1.1761	0.4559	1.7190	0.7824	2.0182	0.2079	1.3832	0.5362
8	8	1.1761	0.3979	1.7076	0.6795	2.0063	0.1564	1.3832	0.4680
9	9	1.1761	0.3468	1.6990	0.5962	1.9981	0.1203	1.3832	0.4079
10	10	1.1761	0.3010	1.6902	0.5068	1.9878	0.0906	1.3832	0.3540
11	11	1.1761	0.2568	1.6335	0.4241	1.9211	0.0674	1.3832	0.3054
12	12	1.1761	0.2218	1.6335	0.3824	1.9211	0.0492	1.3832	0.2608
13	13	1.1761	0.1871	1.6126	0.3017	1.8986	0.0350	1.3832	0.2200
14	14	1.1761	0.1549	1.6021	0.2482	1.8842	0.0240	1.3832	0.1822
15	15	1.1761	0.1249	1.5988	0.1968	1.8603	0.0156	1.3832	0.1469
16	16	1.1761	0.0989	1.5798	0.1531	1.8590	0.0094	1.3832	0.1140
17	17	1.1761	0.0708	1.5315	0.1081	1.8012	0.0050	1.3832	0.0830
18	18	1.1761	0.0488	1.4824	0.0669	1.7199	0.0021	1.3832	0.0638
19	19	1.1761	0.0223	1.0000	0.0223	1.1761	0.0006	1.3832	0.0262
Σ parcial =		22.3457	7.6345	31.4934	13.6501	37.0391	5.2613	26.2806	8.9786

Tabla 2.3 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(Tr)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 20 minutos									
1	1	1.3010	1.3010	1.9425	2.5273	2.5273	1.9927	1.6927	1.6927
2	2	1.3010	1.0000	1.8808	1.8808	2.4470	1.0000	1.6927	1.3010
3	3	1.3010	0.8239	1.7589	1.4467	2.2844	0.8788	1.6927	1.0719
4	4	1.3010	0.6980	1.7482	1.2219	2.2744	0.4886	1.6927	0.8084
5	5	1.3010	0.6021	1.7243	1.0381	2.2433	0.3625	1.6927	0.7833
6	6	1.3010	0.5229	1.7190	0.9873	2.2326	0.2734	1.6927	0.6903
7	7	1.3010	0.4559	1.6990	0.7746	2.2104	0.2079	1.6927	0.5932
8	8	1.3010	0.3979	1.6902	0.6728	2.1890	0.1584	1.6927	0.5177
9	9	1.3010	0.3468	1.6812	0.6890	2.1873	0.1203	1.6927	0.4512
10	10	1.3010	0.3010	1.6532	0.4977	2.1509	0.0906	1.6927	0.3916
11	11	1.3010	0.2568	1.6335	0.4241	2.1252	0.0674	1.6927	0.3378
12	12	1.3010	0.2218	1.6335	0.3824	2.1252	0.0492	1.6927	0.2898
13	13	1.3010	0.1871	1.5798	0.2968	2.0563	0.0350	1.6927	0.2434
14	14	1.3010	0.1549	1.5583	0.2411	2.0248	0.0240	1.6927	0.2015
15	15	1.3010	0.1249	1.5315	0.1913	1.9925	0.0156	1.6927	0.1828
16	16	1.3010	0.0989	1.4742	0.1429	1.9180	0.0094	1.6927	0.1281
17	17	1.3010	0.0708	1.4824	0.1032	1.9029	0.0050	1.6927	0.0918
18	18	1.3010	0.0488	1.4824	0.0689	1.9026	0.0021	1.6927	0.0598
19	19	1.3010	0.0223	1.0000	0.0223	1.3010	0.0006	1.6927	0.0280
Σ parcial =		24.7188	7.6345	30.8248	13.3897	40.1040	6.2613	32.1809	9.9327

Tabla 2.3 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 30 minutos									
1	1	1.4771	1.3010	1.8508	2.4077	2.7336	1.6927	2.1818	1.9218
2	2	1.4771	1.0000	1.8388	1.8388	2.7182	1.0000	2.1819	1.4771
3	3	1.4771	0.8239	1.7324	1.4273	2.5590	0.8788	2.1819	1.2170
4	4	1.4771	0.6960	1.7180	1.1994	2.5347	0.4868	2.1819	1.0328
5	5	1.4771	0.6021	1.6902	1.0178	2.4888	0.3625	2.1819	0.8893
6	6	1.4771	0.5229	1.6335	0.8541	2.4128	0.2734	2.1819	0.7724
7	7	1.4771	0.4559	1.6335	0.7448	2.4128	0.2079	2.1819	0.6735
8	8	1.4771	0.3979	1.6232	0.6460	2.3977	0.1584	2.1819	0.5878
9	9	1.4771	0.3488	1.6021	0.5558	2.3684	0.1203	2.1819	0.5122
10	10	1.4771	0.3010	1.5798	0.4758	2.3335	0.0806	2.1819	0.4447
11	11	1.4771	0.2598	1.5798	0.4102	2.3335	0.0674	2.1819	0.3838
12	12	1.4771	0.2218	1.5798	0.3505	2.3335	0.0482	2.1819	0.3277
13	13	1.4771	0.1871	1.5563	0.2812	2.2988	0.0350	2.1819	0.2763
14	14	1.4771	0.1549	1.4771	0.2258	2.1819	0.0240	2.1819	0.2288
15	15	1.4771	0.1249	1.4624	0.1827	2.1601	0.0158	2.1819	0.1845
16	16	1.4771	0.0969	1.4314	0.1387	2.1143	0.0084	2.1819	0.1431
17	17	1.4771	0.0708	1.3802	0.0974	2.0387	0.0050	2.1819	0.1043
18	18	1.4771	0.0458	1.3222	0.0605	1.9531	0.0021	2.1819	0.0678
19	19	1.4771	0.0223	0.8451	0.0188	1.2483	0.0005	2.1819	0.0328
Σ parcial =		28.0653	7.6346	29.5344	12.9457	43.8238	5.2813	41.4568	11.2770

Tabla 2.3 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 45 minutos									
1	1	1.6532	1.3010	1.7243	2.2433	2.8508	1.6927	2.7331	2.1508
2	2	1.6532	1.0000	1.6984	1.6984	2.8044	1.0000	2.7331	1.6532
3	3	1.6532	0.8239	1.6812	1.3882	2.7784	0.6788	2.7331	1.3821
4	4	1.6532	0.6960	1.6335	1.1417	2.7005	0.4888	2.7331	1.1666
5	5	1.6532	0.6021	1.5882	0.9442	2.5928	0.3625	2.7331	0.9853
6	6	1.6532	0.5229	1.5563	0.8138	2.5729	0.2734	2.7331	0.8844
7	7	1.6532	0.4558	1.5563	0.7098	2.5729	0.2079	2.7331	0.7538
8	8	1.6532	0.3979	1.5315	0.6084	2.5319	0.1584	2.7331	0.6578
9	9	1.6532	0.3488	1.5315	0.5311	2.5319	0.1203	2.7331	0.6733
10	10	1.6532	0.3010	1.5315	0.4610	2.5319	0.0806	2.7331	0.4977
11	11	1.6532	0.2598	1.4914	0.3872	2.4888	0.0674	2.7331	0.4292
12	12	1.6532	0.2218	1.4624	0.3244	2.4177	0.0482	2.7331	0.3888
13	13	1.6532	0.1871	1.4624	0.2736	2.4177	0.0350	2.7331	0.3089
14	14	1.6532	0.1549	1.4314	0.2217	2.3883	0.0240	2.7331	0.2681
15	15	1.6532	0.1249	1.4314	0.1788	2.3883	0.0158	2.7331	0.2088
16	16	1.6532	0.0969	1.3222	0.1281	2.1859	0.0084	2.7331	0.1602
17	17	1.6532	0.0708	1.3222	0.0933	2.1859	0.0050	2.7331	0.1187
18	18	1.6532	0.0458	1.3201	0.0604	2.1828	0.0021	2.7331	0.0758
19	19	1.6532	0.0223	0.6990	0.0158	1.1556	0.0005	2.7331	0.0388
Σ parcial =		31.4110	7.6346	27.9830	12.2186	48.2123	5.2813	81.9291	12.8214

Tabla 2.3 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 60 minutos									
1	1	1.7782	1.3010	1.8232	2.1119	2.8884	1.8927	3.1818	2.3134
2	2	1.7782	1.0000	1.8128	1.8128	2.8678	1.0000	3.1818	1.7782
3	3	1.7782	0.8238	1.8128	1.3288	2.8678	0.8786	3.1818	1.4650
4	4	1.7782	0.8990	1.8944	1.1144	2.8351	0.4886	3.1818	1.2429
5	5	1.7782	0.8021	1.5563	0.9370	2.7673	0.3625	3.1818	1.0708
6	6	1.7782	0.5229	1.4914	0.7798	2.8519	0.2734	3.1818	0.8286
7	7	1.7782	0.4559	1.4472	0.6596	2.5733	0.2079	3.1818	0.8107
8	8	1.7782	0.3979	1.4314	0.5698	2.5452	0.1584	3.1818	0.7078
9	9	1.7782	0.3488	1.4314	0.4984	2.5452	0.1203	3.1818	0.6186
10	10	1.7782	0.3010	1.4150	0.4258	2.5160	0.0906	3.1818	0.6363
11	11	1.7782	0.2598	1.3979	0.3630	2.4857	0.0674	3.1818	0.4617
12	12	1.7782	0.2218	1.3802	0.3062	2.4542	0.0462	3.1818	0.3645
13	13	1.7782	0.1871	1.3617	0.2548	2.4214	0.0350	3.1818	0.3327
14	14	1.7782	0.1549	1.3424	0.2079	2.3870	0.0240	3.1818	0.2784
15	15	1.7782	0.1249	1.3222	0.1852	2.3511	0.0158	3.1818	0.2222
16	16	1.7782	0.0989	1.2553	0.1218	2.2321	0.0094	3.1818	0.1723
17	17	1.7782	0.0708	1.2330	0.0870	2.1925	0.0050	3.1818	0.1286
18	18	1.7782	0.0458	1.2304	0.0583	2.1879	0.0021	3.1818	0.0814
19	19	1.7782	0.0223	0.8021	0.0134	1.0708	0.0005	3.1818	0.0386
Σ parcial =		33.7849	7.6345	29.3410	11.6118	46.6383	5.2813	80.0746	13.8783

Tabla 2.3 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO CHICONAUTLA I

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 120 minutos									
1	1	2.0792	1.3010	1.4150	1.8400	2.9420	1.8927	4.3230	2.7081
2	2	2.0792	1.0000	1.3424	1.3424	2.7911	1.0000	4.3230	2.0792
3	3	2.0792	0.8239	1.3424	1.1080	2.7911	0.8786	4.3230	1.7131
4	4	2.0792	0.6990	1.3098	0.9134	2.7230	0.4886	4.3230	1.4633
5	5	2.0792	0.6021	1.3010	0.7833	2.7051	0.3625	4.3230	1.2818
6	6	2.0792	0.5229	1.2798	0.6998	2.6588	0.2734	4.3230	1.0872
7	7	2.0792	0.4559	1.2330	0.5622	2.5636	0.2079	4.3230	0.8480
8	8	2.0792	0.3979	1.2041	0.4792	2.5038	0.1584	4.3230	0.8274
9	9	2.0792	0.3488	1.1781	0.4079	2.4453	0.1203	4.3230	0.7210
10	10	2.0792	0.3010	1.1781	0.3640	2.4453	0.0906	4.3230	0.6289
11	11	2.0792	0.2598	1.1461	0.2978	2.3830	0.0674	4.3230	0.5386
12	12	2.0792	0.2218	1.1139	0.2471	2.3161	0.0462	4.3230	0.4913
13	13	2.0792	0.1871	1.1139	0.2084	2.3161	0.0350	4.3230	0.3880
14	14	2.0792	0.1549	1.0792	0.1872	2.2438	0.0240	4.3230	0.3221
15	15	2.0792	0.1249	1.0792	0.1348	2.2438	0.0158	4.3230	0.2586
16	16	2.0792	0.0989	1.0792	0.1048	2.2438	0.0094	4.3230	0.2015
17	17	2.0792	0.0708	1.0414	0.0736	2.1852	0.0050	4.3230	0.1468
18	18	2.0792	0.0458	1.0000	0.0458	2.0792	0.0021	4.3230	0.0951
19	19	2.0792	0.0223	0.3010	0.0087	0.6259	0.0005	4.3230	0.0485
Σ parcial =		39.6044	7.6345	21.7320	9.7456	45.1858	5.2813	82.1388	15.8735

Tabla 2.3 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple) OBSERVATORIO CHICONAUTLA I									
Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(Tr)$	$y = \log I$	$X_1 \cdot y$	$X_2 \cdot y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 \cdot X_2$
Σ parcial =		212.1114	81.0758	234.3073	102.6148	315.2250	42.2500	322.3208	85.2294

Tabla 2.4
INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES Y PERÍODOS DE RETORNO
RESULTADO DEL MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL
OBSERVATORIO CHICONAUTLA

Periodo de retorno (años)	Duración en minutos									
	5	10	15	20	30	45	60	100	120	
1	45.71	33.56	28.00	24.63	20.58	17.16	15.09	12.02	11.08	
5	98.67	72.43	60.45	53.17	44.38	37.03	32.56	25.94	23.91	
10	137.44	100.69	84.20	74.06	61.81	51.59	45.37	36.13	33.31	
15	166.84	122.47	102.21	89.91	75.03	62.62	55.08	43.86	40.43	
20	181.44	140.53	117.29	103.16	86.10	71.85	63.20	50.33	46.40	
25	212.99	156.35	130.49	114.78	95.79	79.94	70.32	55.99	51.62	
50	296.68	217.79	181.76	159.87	133.43	111.36	97.95	77.99	71.90	

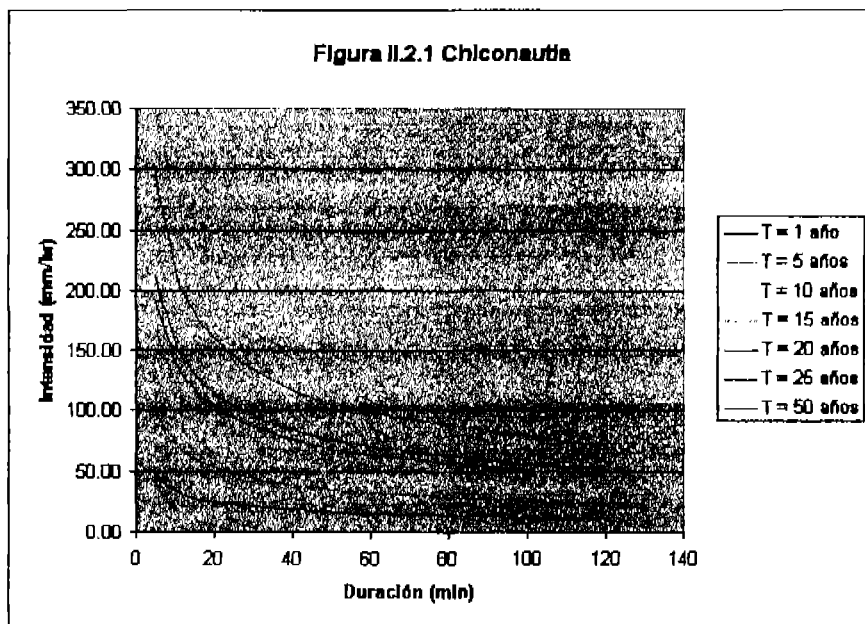


Tabla 2.5
 INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIVERSOS TIEMPOS DE DURACIÓN
 TORMENTA MÁXIMA ANUAL (mm/hr)
 OBSERVATORIO TEPEXPAN

Fecha	Tiempos de duración (min)							
	5	10	15	20	30	45	60	120
1963	211.0	160.0	119.0	89.0	63.0	42.0	30.0	16.0
1964	157.0	93.0	82.0	86.0	48.0	38.0	32.0	16.0
1965	110.0	78.0	83.0	51.0	43.0	32.0	26.0	16.0
1966	178.0	120.0	100.0	89.0	60.0	56.0	42.0	22.0
1967	106.0	79.0	63.0	51.0	42.0	30.0	24.0	13.0
1968	120.0	106.0	96.0	89.0	74.0	53.0	43.0	29.0
1969	96.0	81.0	66.0	63.0	46.0	43.0	39.0	28.0
1970	126.0	99.0	84.0	76.0	62.0	45.0	34.0	18.0
1971	90.0	61.0	52.0	47.0	38.0	34.0	30.0	21.0
1972	98.0	86.0	72.0	67.0	60.0	48.0	34.0	17.0
1973	82.0	57.0	44.0	33.0	26.0	22.0	16.0	9.0
1974	123.0	86.0	67.0	59.0	46.0	34.0	30.0	17.0
1975	105.0	74.0	60.0	45.0	32.0	24.0	18.0	13.0
1976	146.0	96.0	81.0	60.0	44.0	33.0	25.0	16.0
1977	67.0	60.0	46.0	43.0	38.0	29.0	23.0	13.0
1978	90.0	69.0	60.0	50.8	41.6	29.3	22.7	13.3
1979	72.0	60.0	53.0	49.5	41.6	33.4	25.7	13.6
1980	166.0	103.5	76.0	57.2	38.4	28.7	21.7	12.3
1981	124.8	87.0	75.2	66.0	50.6	39.7	26.7	19.4
1982	90.0	63.0	56.0	48.7	41.4	29.4	22.4	12.2
1983	81.6	49.2	38.4	33.0	24.0	16.3	12.3	9.1
1984	166.0	103.5	78.0	57.2	38.4	31.1	23.3	13.0
1985	64.4	58.9	50.4	44.4	32.0	21.5	17.5	9.5
1986	123.6	120.8	105.2	90.0	78.0	56.0	44.0	22.0
1987	66.0	48.0	41.8	41.7	37.6	25.1	18.8	12.3
1988	135.3	128.2	100.2	86.2	69.3	40.2	30.3	15.7
1989	176.0	100.0	67.0	60.0	44.0	30.0	23.0	11.0
1996	121.0	90.0	80.0	70.0	60.0	49.0	38.0	19.0
1997	120.0	90.0	80.0	62.7	45.3	33.6	25.3	12.6
1998	120.0	105.6	70.4	52.5	35.2	23.4	17.6	8.8
2000	138.0	84.6	60.0	46.0	32.6	22.0	16.6	6.4
Máxima	211.0	160.0	119.0	90.0	60.0	56.0	44.0	29.0

Tabla 2.6

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL
OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de orden	Periodo de retomo Tr (años)	Duración (minutos)							
		5	10	15	20	30	45	60	120
1	32.00	211.0	160.0	119.0	90.0	80.0	56.0	44.0	28.0
2	16.00	186.0	128.2	105.2	89.0	78.0	56.0	43.0	28.0
3	10.67	186.0	120.6	100.2	86.0	74.0	53.0	42.0	22.0
4	8.00	178.0	120.0	100.0	89.0	83.0	49.0	39.0	22.0
5	6.40	176.0	108.0	96.0	86.2	62.0	46.0	38.0	21.0
6	5.33	157.0	105.6	84.0	76.0	60.0	45.0	34.0	19.4
7	4.57	148.0	103.5	82.0	70.0	60.0	43.0	34.0	19.0
8	4.00	138.0	103.5	81.0	67.0	58.3	42.0	32.0	18.0
9	3.56	135.3	100.0	80.0	66.0	50.6	40.2	30.3	17.0
10	3.20	126.0	99.0	80.0	66.0	49.0	39.7	30.0	17.0
11	2.91	124.8	96.0	76.0	63.0	48.0	38.0	30.0	16.0
12	2.67	123.6	93.0	76.0	62.7	46.0	34.0	30.0	16.0
13	2.46	123.0	90.0	75.2	60.0	45.3	34.0	28.7	16.0
14	2.28	121.0	90.0	72.0	60.0	44.0	33.6	28.0	16.0
15	2.13	120.0	87.0	70.4	59.0	44.0	33.4	25.7	15.7
16	2.00	120.0	86.0	67.0	57.2	43.0	33.0	25.3	13.6
17	1.88	120.0	86.0	67.0	57.2	42.0	32.0	25.0	13.3
18	1.78	110.0	84.8	66.0	52.8	41.6	31.1	24.3	13.0
19	1.68	108.0	81.0	63.0	51.0	41.6	30.0	24.0	13.0
20	1.60	105.0	78.0	63.0	51.0	41.4	30.0	23.0	13.0
21	1.52	98.0	78.0	60.0	50.8	38.4	29.4	23.0	13.0
22	1.45	96.0	74.0	60.0	49.5	38.4	29.3	22.7	12.6
23	1.39	96.0	69.0	60.0	48.7	38.0	29.0	22.4	12.3
24	1.33	90.0	63.0	56.0	48.0	38.0	28.7	21.7	12.3
25	1.28	90.0	61.0	53.0	47.0	37.6	25.1	18.8	12.2
26	1.23	90.0	60.0	52.0	45.0	35.2	24.0	18.0	11.0
27	1.19	84.4	60.0	50.4	44.4	32.6	23.4	17.6	9.5
28	1.14	82.0	58.9	46.0	43.0	32.0	22.0	17.5	9.1
29	1.10	81.6	57.0	44.0	41.7	32.0	22.0	16.6	9.0
30	1.07	72.0	49.2	41.6	33.0	26.0	21.5	16.0	8.8
31	1.03	67.0	48.0	38.4	33.0	24.0	16.3	12.3	8.4

Tabla 2.7

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 5 minutos									
1	1	0.6990	1.5051	2.3243	3.4984	1.6248	2.2655	0.4886	1.0521
2	2	0.6990	1.2041	2.2695	2.7328	1.5863	1.4499	0.4886	0.8416
3	3	0.6990	1.0280	2.2695	2.3331	1.5863	1.0568	0.4886	0.7196
4	4	0.6990	0.9031	2.2504	2.0323	1.5730	0.8156	0.4886	0.6312
5	5	0.6990	0.8062	2.2456	1.8103	1.5695	0.6499	0.4886	0.5835
6	6	0.6990	0.7270	2.1959	1.5964	1.5349	0.5285	0.4886	0.5082
7	7	0.6990	0.6601	2.1703	1.4325	1.5189	0.4357	0.4886	0.4614
8	8	0.6990	0.6021	2.1399	1.2883	1.4957	0.3625	0.4886	0.4206
9	9	0.6990	0.5509	2.1313	1.1741	1.4897	0.3035	0.4886	0.3851
10	10	0.6990	0.5051	2.1004	1.0610	1.4681	0.2552	0.4886	0.3531
11	11	0.6990	0.4638	2.0962	0.9721	1.4652	0.2151	0.4886	0.3242
12	12	0.6990	0.4260	2.0920	0.8911	1.4623	0.1814	0.4886	0.2977
13	13	0.6990	0.3912	2.0899	0.8176	1.4608	0.1530	0.4886	0.2734
14	14	0.6990	0.3590	2.0826	0.7478	1.4558	0.1289	0.4886	0.2506
15	15	0.6990	0.3291	2.0792	0.6842	1.4533	0.1083	0.4886	0.2300
16	16	0.6990	0.3010	2.0792	0.6259	1.4533	0.0906	0.4886	0.2104
17	17	0.6990	0.2747	2.0792	0.5712	1.4533	0.0755	0.4886	0.1920
18	18	0.6990	0.2499	2.0414	0.5101	1.4269	0.0624	0.4886	0.1747
19	19	0.6990	0.2264	2.0253	0.4585	1.4158	0.0513	0.4886	0.1582
20	20	0.6990	0.2041	2.0212	0.4126	1.4128	0.0417	0.4886	0.1427
21	21	0.6990	0.1829	1.9912	0.3643	1.3918	0.0335	0.4886	0.1279
22	22	0.6990	0.1627	1.9823	0.3226	1.3855	0.0285	0.4886	0.1137
23	23	0.6990	0.1434	1.9823	0.2843	1.3855	0.0206	0.4886	0.1002
24	24	0.6990	0.1249	1.9542	0.2442	1.3660	0.0156	0.4886	0.0873
25	25	0.6990	0.1072	1.9542	0.2095	1.3660	0.0115	0.4886	0.0749
26	26	0.6990	0.0902	1.9542	0.1782	1.3660	0.0081	0.4886	0.0630
27	27	0.6990	0.0738	1.9263	0.1421	1.3465	0.0054	0.4886	0.0516
28	28	0.6990	0.0580	1.9136	0.1110	1.3377	0.0034	0.4886	0.0405
29	29	0.6990	0.0428	1.9117	0.0817	1.3362	0.0018	0.4886	0.0299
30	30	0.6990	0.0280	1.8573	0.0521	1.2982	0.0008	0.4886	0.0196
31	31	0.6990	0.0138	1.8261	0.0252	1.2764	0.0002	0.4886	0.0096
Σ parcial =		21.6681	12.7446	64.0371	27.6634	44.7600	9.3586	15.1453	8.9081

Tabla 2.7 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 10 minutos									
1	1	1.0000	1.5051	2.2041	3.3175	2.2041	2.2655	1.0000	1.5051
2	2	1.0000	1.2041	2.1079	2.5362	2.1079	1.4499	1.0000	1.2041
3	3	1.0000	1.0280	2.0813	2.1397	2.0813	1.0568	1.0000	1.0280
4	4	1.0000	0.9031	2.0782	1.8777	2.0782	0.8156	1.0000	0.9031
5	5	1.0000	0.8062	2.0334	1.6389	2.0334	0.6499	1.0000	0.8062
6	6	1.0000	0.7270	2.0237	1.4712	2.0237	0.5285	1.0000	0.7270
7	7	1.0000	0.6601	2.0149	1.3300	2.0149	0.4357	1.0000	0.6601
8	8	1.0000	0.6021	2.0149	1.2131	2.0149	0.3625	1.0000	0.6021
9	9	1.0000	0.5509	2.0000	1.1018	2.0000	0.3035	1.0000	0.5509
10	10	1.0000	0.5051	1.9956	1.0081	1.9956	0.2552	1.0000	0.5051
11	11	1.0000	0.4638	1.9823	0.9193	1.9823	0.2151	1.0000	0.4638
12	12	1.0000	0.4260	1.9685	0.8365	1.9685	0.1814	1.0000	0.4260
13	13	1.0000	0.3912	1.9542	0.7645	1.9542	0.1530	1.0000	0.3912
14	14	1.0000	0.3590	1.9542	0.7016	1.9542	0.1289	1.0000	0.3590
15	15	1.0000	0.3291	1.9395	0.6382	1.9395	0.1083	1.0000	0.3291
16	16	1.0000	0.3010	1.9345	0.5823	1.9345	0.0906	1.0000	0.3010
17	17	1.0000	0.2747	1.9345	0.5314	1.9345	0.0755	1.0000	0.2747
18	18	1.0000	0.2499	1.8274	0.4818	1.8274	0.0624	1.0000	0.2499
19	19	1.0000	0.2264	1.9085	0.4321	1.9085	0.0513	1.0000	0.2264
20	20	1.0000	0.2041	1.8976	0.3873	1.8976	0.0417	1.0000	0.2041
21	21	1.0000	0.1829	1.8921	0.3461	1.8921	0.0335	1.0000	0.1829
22	22	1.0000	0.1627	1.8692	0.3042	1.8692	0.0285	1.0000	0.1627
23	23	1.0000	0.1434	1.8388	0.2637	1.8388	0.0208	1.0000	0.1434
24	24	1.0000	0.1249	1.7993	0.2248	1.7993	0.0156	1.0000	0.1249
25	25	1.0000	0.1072	1.7853	0.1914	1.7853	0.0116	1.0000	0.1072
26	26	1.0000	0.0902	1.7782	0.1603	1.7782	0.0081	1.0000	0.0902
27	27	1.0000	0.0738	1.7782	0.1312	1.7782	0.0054	1.0000	0.0738
28	28	1.0000	0.0580	1.7701	0.1027	1.7701	0.0034	1.0000	0.0580
29	29	1.0000	0.0428	1.7559	0.0751	1.7559	0.0018	1.0000	0.0428
30	30	1.0000	0.0280	1.6920	0.0474	1.6920	0.0006	1.0000	0.0280
31	31	1.0000	0.0138	1.6812	0.0232	1.6812	0.0002	1.0000	0.0138
Σ parcial =		31.0000	12.7446	59.5967	25.7636	59.5967	9.3586	31.0000	12.7446

Tabla 2.7 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple) OBSERVATORIO TEPEXPAN									
Número de elemento	Número de orden	$x_2 = \log(d+c)$	$x_1 = \log(T_r)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 15 minutos									
1	1	1.1761	1.5051	2.0755	3.1240	2.4410	2.2655	1.3832	1.7702
2	2	1.1761	1.2041	2.0220	2.4347	2.3781	1.4499	1.3832	1.4162
3	3	1.1761	1.0280	2.0009	2.0569	2.3532	1.0568	1.3832	1.2091
4	4	1.1761	0.9031	2.0000	1.8062	2.3522	0.8156	1.3832	1.0621
5	5	1.1761	0.8062	1.9823	1.5981	2.3313	0.6499	1.3832	0.9481
6	6	1.1761	0.7270	1.9243	1.3989	2.2631	0.5285	1.3832	0.8550
7	7	1.1761	0.6601	1.9136	1.2632	2.2508	0.4357	1.3832	0.7763
8	8	1.1761	0.6021	1.9085	1.1490	2.2448	0.3625	1.3832	0.7081
9	9	1.1761	0.5509	1.9031	1.0484	2.2382	0.3035	1.3832	0.6479
10	10	1.1761	0.5051	1.9031	0.9613	2.2382	0.2552	1.3832	0.5941
11	11	1.1761	0.4638	1.8808	0.8722	2.2120	0.2151	1.3832	0.5454
12	12	1.1761	0.4260	1.8808	0.8012	2.2120	0.1814	1.3832	0.5010
13	13	1.1761	0.3912	1.8762	0.7340	2.2066	0.1530	1.3832	0.4601
14	14	1.1761	0.3590	1.8573	0.6668	2.1844	0.1289	1.3832	0.4222
15	15	1.1761	0.3291	1.8476	0.6080	2.1729	0.1083	1.3832	0.3870
16	16	1.1761	0.3010	1.8261	0.5497	2.1476	0.0906	1.3832	0.3540
17	17	1.1761	0.2747	1.8261	0.5018	2.1476	0.0755	1.3832	0.3231
18	18	1.1761	0.2499	1.8195	0.4547	2.1399	0.0624	1.3832	0.2939
19	19	1.1761	0.2264	1.7993	0.4074	2.1162	0.0513	1.3832	0.2663
20	20	1.1761	0.2041	1.7993	0.3673	2.1162	0.0417	1.3832	0.2401
21	21	1.1761	0.1829	1.7782	0.3253	2.0913	0.0335	1.3832	0.2151
22	22	1.1761	0.1627	1.7782	0.2894	2.0913	0.0265	1.3832	0.1914
23	23	1.1761	0.1434	1.7782	0.2550	2.0913	0.0208	1.3832	0.1687
24	24	1.1761	0.1249	1.7482	0.2184	2.0580	0.0156	1.3832	0.1489
25	25	1.1761	0.1072	1.7243	0.1849	2.0279	0.0115	1.3832	0.1291
26	26	1.1761	0.0902	1.7160	0.1547	2.0182	0.0081	1.3832	0.1081
27	27	1.1761	0.0738	1.7024	0.1256	2.0022	0.0054	1.3832	0.0868
28	28	1.1761	0.0580	1.6628	0.0964	1.9556	0.0034	1.3832	0.0662
29	29	1.1761	0.0428	1.6435	0.0703	1.9329	0.0018	1.3832	0.0503
30	30	1.1761	0.0280	1.6212	0.0454	1.9087	0.0008	1.3832	0.0330
31	31	1.1761	0.0138	1.5843	0.0218	1.8633	0.0002	1.3832	0.0162
Σ parcial =		36.4586	12.7446	56.7837	24.5910	66.7828	9.3586	42.8789	14.9868

Tabla 2.7 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(Tr)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 20 minutos									
1	1	1.3010	1.5051	1.9542	2.9414	2.5425	2.2655	1.6927	1.9582
2	2	1.3010	1.2041	1.8494	2.3473	2.5362	1.4499	1.6927	1.6966
3	3	1.3010	1.0280	1.9494	2.0040	2.5362	1.0568	1.6927	1.3375
4	4	1.3010	0.9031	1.9494	1.7605	2.5362	0.8156	1.6927	1.1749
5	5	1.3010	0.8062	1.9355	1.5604	2.5182	0.6499	1.6927	1.0489
6	6	1.3010	0.7270	1.8808	1.3673	2.4470	0.5285	1.6927	0.9458
7	7	1.3010	0.6601	1.8451	1.2179	2.4005	0.4357	1.6927	0.8587
8	8	1.3010	0.6021	1.8261	1.0994	2.3758	0.3625	1.6927	0.7833
9	9	1.3010	0.5509	1.8195	1.0024	2.3673	0.3035	1.6927	0.7187
10	10	1.3010	0.5051	1.8195	0.9191	2.3673	0.2552	1.6927	0.6572
11	11	1.3010	0.4638	1.7993	0.8345	2.3410	0.2151	1.6927	0.6034
12	12	1.3010	0.4280	1.7973	0.7656	2.3383	0.1814	1.6927	0.5542
13	13	1.3010	0.3912	1.7782	0.6956	2.3134	0.1530	1.6927	0.5090
14	14	1.3010	0.3590	1.7782	0.6384	2.3134	0.1289	1.6927	0.4671
15	15	1.3010	0.3291	1.7709	0.5827	2.3039	0.1083	1.6927	0.4281
16	16	1.3010	0.3010	1.7574	0.5290	2.2884	0.0906	1.6927	0.3916
17	17	1.3010	0.2747	1.7574	0.4828	2.2884	0.0755	1.6927	0.3574
18	18	1.3010	0.2499	1.7228	0.4304	2.2412	0.0624	1.6927	0.3251
19	19	1.3010	0.2264	1.7078	0.3866	2.2216	0.0513	1.6927	0.2945
20	20	1.3010	0.2041	1.7078	0.3485	2.2216	0.0417	1.6927	0.2656
21	21	1.3010	0.1829	1.7059	0.3121	2.2194	0.0335	1.6927	0.2380
22	22	1.3010	0.1627	1.6946	0.2758	2.2047	0.0265	1.6927	0.2117
23	23	1.3010	0.1434	1.6875	0.2420	2.1955	0.0208	1.6927	0.1866
24	24	1.3010	0.1249	1.6812	0.2101	2.1873	0.0159	1.6927	0.1625
25	25	1.3010	0.1072	1.6721	0.1793	2.1754	0.0115	1.6927	0.1395
26	26	1.3010	0.0902	1.6532	0.1491	2.1509	0.0081	1.6927	0.1173
27	27	1.3010	0.0738	1.6474	0.1216	2.1433	0.0054	1.6927	0.0960
28	28	1.3010	0.0580	1.6335	0.0947	2.1252	0.0034	1.6927	0.0754
29	29	1.3010	0.0428	1.6201	0.0693	2.1078	0.0018	1.6927	0.0556
30	30	1.3010	0.0280	1.5185	0.0428	1.9756	0.0008	1.6927	0.0385
31	31	1.3010	0.0138	1.5185	0.0209	1.9756	0.0002	1.6927	0.0179
I parcial =		40.3319	12.7448	54.5379	23.6312	70.9554	9.3586	52.4731	16.5811

Tabla 2.7 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de elemento	Número de orden	$x_2 = \log(d+c)$	$x_1 = \log(Tr)$	$y = \log i$	$x_1 * y$	$x_2 * y$	x_1^2	x_2^2	$x_1 * x_2$
Duración 30 minutos									
1	1	1.4771	1.5051	1.9031	2.8644	2.8111	2.2655	2.1819	2.2233
2	2	1.4771	1.2041	1.8808	2.2847	2.7782	1.4499	2.1819	1.7786
3	3	1.4771	1.0280	1.8692	1.9216	2.7811	1.0598	2.1819	1.5185
4	4	1.4771	0.9031	1.7993	1.6250	2.8578	0.8156	2.1819	1.3340
5	5	1.4771	0.8062	1.7924	1.4450	2.6478	0.6499	2.1819	1.1908
6	6	1.4771	0.7270	1.7782	1.2927	2.6265	0.5285	2.1819	1.0739
7	7	1.4771	0.6601	1.7782	1.1737	2.6265	0.4357	2.1819	0.9750
8	8	1.4771	0.6021	1.7731	1.0675	2.6190	0.3825	2.1819	0.8893
9	9	1.4771	0.5509	1.7042	0.9388	2.5172	0.3035	2.1819	0.8138
10	10	1.4771	0.5051	1.6902	0.8538	2.4998	0.2532	2.1819	0.7462
11	11	1.4771	0.4638	1.6812	0.7797	2.4834	0.2151	2.1819	0.6850
12	12	1.4771	0.4280	1.6628	0.7083	2.4561	0.1814	2.1819	0.6292
13	13	1.4771	0.3912	1.6581	0.6479	2.4463	0.1530	2.1819	0.5779
14	14	1.4771	0.3590	1.6435	0.5900	2.4278	0.1289	2.1819	0.5303
15	15	1.4771	0.3291	1.6435	0.5408	2.4276	0.1083	2.1819	0.4861
16	16	1.4771	0.3010	1.6335	0.4917	2.4128	0.0908	2.1819	0.4447
17	17	1.4771	0.2747	1.6232	0.4459	2.3977	0.0755	2.1819	0.4058
18	18	1.4771	0.2499	1.6191	0.4046	2.3918	0.0624	2.1819	0.3691
19	19	1.4771	0.2264	1.6191	0.3666	2.3916	0.0513	2.1819	0.3344
20	20	1.4771	0.2041	1.6170	0.3301	2.3885	0.0417	2.1819	0.3015
21	21	1.4771	0.1829	1.5843	0.2898	2.3402	0.0335	2.1819	0.2702
22	22	1.4771	0.1627	1.5843	0.2578	2.3402	0.0265	2.1819	0.2404
23	23	1.4771	0.1434	1.5798	0.2266	2.3335	0.0206	2.1819	0.2119
24	24	1.4771	0.1249	1.5798	0.1974	2.3335	0.0156	2.1819	0.1845
25	25	1.4771	0.1072	1.5752	0.1689	2.3267	0.0115	2.1819	0.1584
26	26	1.4771	0.0902	1.5465	0.1395	2.2844	0.0081	2.1819	0.1332
27	27	1.4771	0.0738	1.5159	0.1119	2.2391	0.0054	2.1819	0.1090
28	28	1.4771	0.0580	1.5051	0.0873	2.2233	0.0034	2.1819	0.0857
29	29	1.4771	0.0428	1.5051	0.0643	2.2233	0.0018	2.1819	0.0631
30	30	1.4771	0.0280	1.4150	0.0397	2.0901	0.0008	2.1819	0.0414
31	31	1.4771	0.0138	1.3802	0.0190	2.0387	0.0002	2.1819	0.0204
Σ parcelas =		45.7908	12.7446	51.1388	22.3548	75.5382	9.3586	67.6385	18.6254

Tabla 2.7 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(Tr)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 45 minutos									
1	1	1.6532	1.5051	1.7482	2.6313	2.8901	2.2655	2.7331	2.4663
2	2	1.6532	1.2041	1.7482	2.1050	2.8901	1.4466	2.7331	1.9907
3	3	1.6532	1.0280	1.7243	1.7726	2.6506	1.0568	2.7331	1.6995
4	4	1.6532	0.9031	1.6902	1.5264	2.7943	0.8156	2.7331	1.4930
5	5	1.6532	0.8062	1.6628	1.3405	2.7489	0.6499	2.7331	1.3328
6	6	1.6532	0.7270	1.6532	1.2019	2.7331	0.5285	2.7331	1.2019
7	7	1.6532	0.6601	1.6335	1.0782	2.7005	0.4357	2.7331	1.0912
8	8	1.6532	0.6021	1.6232	0.9773	2.6636	0.3625	2.7331	0.9953
9	9	1.6532	0.5509	1.6042	0.8836	2.6521	0.3035	2.7331	0.9108
10	10	1.6532	0.5051	1.5868	0.8076	2.6431	0.2552	2.7331	0.8361
11	11	1.6532	0.4638	1.5911	0.7379	2.6304	0.2151	2.7331	0.7667
12	12	1.6532	0.4280	1.5315	0.6524	2.5319	0.1814	2.7331	0.7042
13	13	1.6532	0.3912	1.5315	0.5991	2.5319	0.1530	2.7331	0.6467
14	14	1.6532	0.3590	1.5263	0.5460	2.5234	0.1289	2.7331	0.5935
15	15	1.6532	0.3291	1.5237	0.5014	2.5191	0.1083	2.7331	0.5440
16	16	1.6532	0.3010	1.5185	0.4571	2.5104	0.0906	2.7331	0.4977
17	17	1.6532	0.2747	1.5051	0.4135	2.4883	0.0755	2.7331	0.4541
18	18	1.6532	0.2499	1.4926	0.3730	2.4679	0.0624	2.7331	0.4131
19	19	1.6532	0.2264	1.4771	0.3344	2.4420	0.0513	2.7331	0.3743
20	20	1.6532	0.2041	1.4771	0.3015	2.4420	0.0417	2.7331	0.3375
21	21	1.6532	0.1829	1.4683	0.2686	2.4275	0.0335	2.7331	0.3024
22	22	1.6532	0.1627	1.4669	0.2387	2.4250	0.0265	2.7331	0.2690
23	23	1.6532	0.1434	1.4624	0.2097	2.4177	0.0206	2.7331	0.2371
24	24	1.6532	0.1249	1.4579	0.1821	2.4102	0.0156	2.7331	0.2066
25	25	1.6532	0.1072	1.3997	0.1501	2.3140	0.0116	2.7331	0.1772
26	26	1.6532	0.0902	1.3602	0.1245	2.2818	0.0081	2.7331	0.1491
27	27	1.6532	0.0738	1.3692	0.1010	2.2636	0.0054	2.7331	0.1220
28	28	1.6532	0.0580	1.3424	0.0778	2.2193	0.0034	2.7331	0.0959
29	29	1.6532	0.0426	1.3424	0.0574	2.2193	0.0018	2.7331	0.0707
30	30	1.6532	0.0280	1.3324	0.0373	2.2028	0.0008	2.7331	0.0463
31	31	1.6532	0.0138	1.2122	0.0167	2.0040	0.0002	2.7331	0.0228
Σ parcial =		51.2496	12.7446	47.0954	20.7069	77.8567	9.3568	84.7265	21.0898

Tabla 2.7 (Continuación)
 INTENSIDAD MÁXIMA
 MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
 OBSERVATORIO TEPEXPAN

Número de elemento	Número de orden	$x_2 = \log(d+c)$	$x_1 = \log(Tr)$	$y = \log i$	$x_1 * y$	$x_2 * y$	x_1^2	x_2^2	$x_1 * x_2$
Duración 60 minutos									
1	1	1.7782	1.5051	1.6435	2.4736	2.9223	2.2855	3.1618	2.6764
2	2	1.7782	1.2041	1.6335	1.9669	2.9046	1.4499	3.1618	2.1411
3	3	1.7782	1.0280	1.6232	1.6687	2.8864	1.0568	3.1618	1.8280
4	4	1.7782	0.9031	1.5911	1.4368	2.8282	0.8156	3.1618	1.6058
5	5	1.7782	0.8082	1.5798	1.2736	2.8091	0.6499	3.1618	1.4335
6	6	1.7782	0.7270	1.5315	1.1134	2.7232	0.5285	3.1618	1.2927
7	7	1.7782	0.6601	1.5315	1.0109	2.7232	0.4357	3.1618	1.1737
8	8	1.7782	0.6021	1.5051	0.9082	2.6764	0.3625	3.1618	1.0706
9	9	1.7782	0.5506	1.4814	0.8181	2.6342	0.3035	3.1618	0.9706
10	10	1.7782	0.5051	1.4771	0.7482	2.6265	0.2552	3.1618	0.8982
11	11	1.7782	0.4638	1.4771	0.6850	2.6265	0.2151	3.1618	0.8246
12	12	1.7782	0.4260	1.4771	0.6292	2.6265	0.1814	3.1618	0.7574
13	13	1.7782	0.3912	1.4265	0.5581	2.5368	0.1530	3.1618	0.6956
14	14	1.7782	0.3590	1.4150	0.5080	2.5160	0.1289	3.1618	0.6384
15	15	1.7782	0.3291	1.4099	0.4640	2.5071	0.1083	3.1618	0.5851
16	16	1.7782	0.3010	1.4031	0.4224	2.4950	0.0906	3.1618	0.5353
17	17	1.7782	0.2747	1.3979	0.3840	2.4857	0.0755	3.1618	0.4885
18	18	1.7782	0.2499	1.3858	0.3482	2.4838	0.0624	3.1618	0.4443
19	19	1.7782	0.2264	1.3802	0.3125	2.4542	0.0513	3.1618	0.4026
20	20	1.7782	0.2041	1.3617	0.2780	2.4214	0.0417	3.1618	0.3630
21	21	1.7782	0.1829	1.3617	0.2491	2.4214	0.0335	3.1618	0.3253
22	22	1.7782	0.1627	1.3580	0.2207	2.4112	0.0265	3.1618	0.2894
23	23	1.7782	0.1434	1.3502	0.1937	2.4009	0.0206	3.1618	0.2550
24	24	1.7782	0.1249	1.3385	0.1670	2.3764	0.0158	3.1618	0.2222
25	25	1.7782	0.1072	1.2742	0.1398	2.2658	0.0115	3.1618	0.1908
26	26	1.7782	0.0902	1.2553	0.1132	2.2321	0.0081	3.1618	0.1603
27	27	1.7782	0.0738	1.2455	0.0919	2.2147	0.0054	3.1618	0.1312
28	28	1.7782	0.0580	1.2430	0.0721	2.2103	0.0034	3.1618	0.1031
29	29	1.7782	0.0426	1.2201	0.0522	2.1895	0.0018	3.1618	0.0760
30	30	1.7782	0.0280	1.2041	0.0337	2.1411	0.0008	3.1618	0.0498
31	31	1.7782	0.0136	1.0899	0.0150	1.9380	0.0002	3.1618	0.0245
Σ parcial =		55.1227	12.7446	43.9685	19.3449	77.6493	9.3566	98.0165	22.6819

Tabla 2.7 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA
MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple)
OBSERVATORIO TEPEXPAN

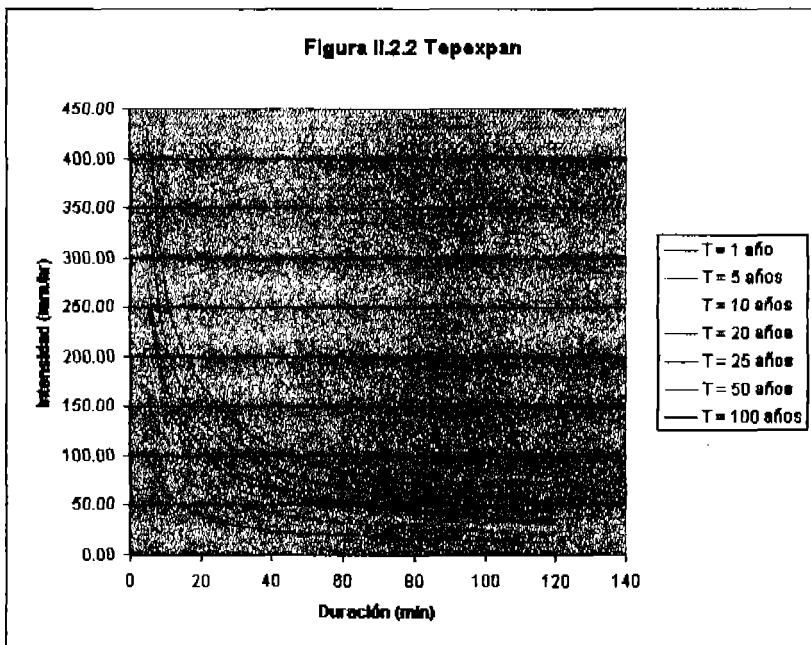
Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log(d+c)$	$X_1 = \log(T_r)$	$y = \log i$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Duración 120 minutos									
1	1	2.0792	1.5051	1.4624	2.2011	3.0408	2.2655	4.3230	3.1205
2	2	2.0792	1.2041	1.4472	1.7428	3.0089	1.4499	4.3230	2.6038
3	3	2.0792	1.0280	1.3424	1.3800	2.7911	1.0568	4.3230	2.1375
4	4	2.0792	0.9031	1.3424	1.2123	2.7911	0.8156	4.3230	1.8777
5	5	2.0792	0.8062	1.3222	1.0859	2.7491	0.6499	4.3230	1.6762
6	6	2.0792	0.7270	1.2878	0.9362	2.6778	0.5285	4.3230	1.5116
7	7	2.0792	0.6601	1.2788	0.8440	2.6588	0.4357	4.3230	1.3724
8	8	2.0792	0.6021	1.2553	0.7557	2.6098	0.3625	4.3230	1.2518
9	9	2.0792	0.5509	1.2304	0.6779	2.5583	0.3035	4.3230	1.1454
10	10	2.0792	0.5051	1.2304	0.6216	2.5583	0.2552	4.3230	1.0503
11	11	2.0792	0.4638	1.2041	0.5584	2.5036	0.2151	4.3230	0.9642
12	12	2.0792	0.4260	1.2041	0.5129	2.5036	0.1814	4.3230	0.8857
13	13	2.0792	0.3912	1.2041	0.4711	2.5036	0.1530	4.3230	0.8134
14	14	2.0792	0.3590	1.2041	0.4323	2.5036	0.1289	4.3230	0.7465
15	15	2.0792	0.3291	1.1959	0.3935	2.4885	0.1083	4.3230	0.6842
16	16	2.0792	0.3010	1.1335	0.3412	2.3558	0.0908	4.3230	0.6259
17	17	2.0792	0.2747	1.1239	0.3087	2.3367	0.0755	4.3230	0.5712
18	18	2.0792	0.2499	1.1139	0.2783	2.3181	0.0624	4.3230	0.5195
19	19	2.0792	0.2264	1.1139	0.2522	2.3181	0.0513	4.3230	0.4707
20	20	2.0792	0.2041	1.1139	0.2274	2.3181	0.0417	4.3230	0.4244
21	21	2.0792	0.1829	1.1139	0.2038	2.3181	0.0335	4.3230	0.3803
22	22	2.0792	0.1627	1.1004	0.1791	2.2879	0.0285	4.3230	0.3383
23	23	2.0792	0.1434	1.0899	0.1563	2.2681	0.0206	4.3230	0.2982
24	24	2.0792	0.1249	1.0899	0.1362	2.2681	0.0156	4.3230	0.2598
25	25	2.0792	0.1072	1.0864	0.1165	2.2567	0.0115	4.3230	0.2226
26	26	2.0792	0.0902	1.0414	0.0939	2.1652	0.0081	4.3230	0.1875
27	27	2.0792	0.0738	0.9777	0.0721	2.0328	0.0054	4.3230	0.1534
28	28	2.0792	0.0580	0.9590	0.0558	1.9940	0.0034	4.3230	0.1206
29	29	2.0792	0.0428	0.9542	0.0408	1.9840	0.0018	4.3230	0.0886
30	30	2.0792	0.0280	0.9445	0.0265	1.9638	0.0008	4.3230	0.0583
31	31	2.0792	0.0138	0.9243	0.0127	1.9217	0.0002	4.3230	0.0287
Σ parcial =		64.4546	12.7448	38.0928	16.3070	75.0430	9.3588	134.0128	28.4964

Tabla 2.7 (Continuación)

INTENSIDAD MÁXIMA MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL (Correlación múltiple) OBSERVATORIO TEPEXPAN									
Número de elemento	Número de orden	$X_2 = \log (d+c)$	$X_1 = \log (Tr)$	$y = \log I$	$X_1 * y$	$X_2 * y$	X_1^2	X_2^2	$X_1 * X_2$
Σ parcial =		346.0765	101.9570	412.9506	180.3829	548.1841	74.8689	525.8916	142.2779

Tabla 2.8
INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES Y PERIODOS DE
RETORNO
RESULTADO DEL MÉTODO ESTADÍSTICO DE GUMBEL
OBSERVATORIO TEPEXPAN

Periodo de retorno (años)	Duración en minutos								
	5	10	15	20	30	45	60	100	120
1	97.21	61.78	47.39	39.26	30.12	23.10	19.14	13.70	12.16
5	163.22	103.73	79.57	65.92	50.57	38.79	32.14	23.01	20.42
10	204.04	129.67	99.47	82.41	63.21	48.49	40.17	28.76	25.53
20	255.06	162.10	124.34	103.01	78.02	60.61	50.22	35.96	31.91
25	274.06	174.17	133.60	110.69	84.91	65.13	53.96	38.63	34.29
50	342.60	217.73	167.01	138.37	106.14	81.42	67.45	48.30	42.87
100	428.27	272.17	208.78	172.97	132.68	101.78	84.32	60.37	53.59



APÉNDICE II
LISTA DE CONTROL
IMPACTO AMBIENTAL

LISTA DE CONTROL PARA LA EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL: "CONJUNTO URBANO LAS AMERICAS"										
Impactos potenciales	Valores del Impacto	Perturbación del elemento	Grado de resistencia del Impacto			Amplitud del Impacto				
			EA (Efecto adverso)	EN (Efecto nulo)	EB (Efecto benéfico)	R (regional)	L (local)	P (puntual)		
Simbología										
Etapa de preparación del sitio										
		EA	EN	EB	EA	EN	EB	R	L	P
SUELO										
Riesgos físicos excepcionales										
Calidad										
Relieve										
Erosión										
Compactación										
Asentamientos										
Deposición										
Estabilidad										
Control de residuos										
Fallas en las operaciones										
Tensión - Esfuerzo										
AGUA										
Superficie										
Reaprovisionamiento										
Calidad										
Temperatura										
Subterránea										
Reaprovisionamiento										
Calidad										
Temperatura										
FLORA										
Arboles										
Arbustos										
Hierba										
Cultivos										
Especies en peligro										
Microflora										
FAUNA										
Animales terrestres										
Organismos acuáticos										
Microfauna										
Especies en peligro										
Insectos										
USO DE TIERRAS										
Espacios vírgenes										
Pastos										
Agricultura										
Zonas residenciales										
Zonas comerciales										
Zonas Industriales										
ESTETICA										
Parques y reservas										
Paradores y miradores										
Aspectos físicos excepcionales										
Monumentos										

Apéndice II

Etapa de preparación del sitio (continuación)									
	EA	EN	EB	EA	EN	EB	R	L	P
SITUACION CULTURAL									
Salud y seguridad		EE	EE						EE
Empleo			EE						EE
Densidad demográfica									
Modelos culturales									
SERVICIOS									
Redes de transporte									
Eliminación de residuos	EE				EE				EE
Sistema de agua y energía									
Escuelas									
Policía									
Bomberos									

LISTA DE CONTROL PARA LA EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL: "CONJUNTO URBANO LAS AMERICAS"										
Impactos potenciales	Valores del Impacto	Perturbación del elemento	Grado de resistencia del Impacto			Amplitud del Impacto				
			EA (Efecto adverso)	EN (Efecto nulo)	EB (Efecto benéfico)	R (regional)	L (local)	P (puntual)		
Simbología										
Etapa de construcción										
		EA	EN	EB	EA	EN	EB	R	L	P
SUELO										
Rasgos físicos excepcionales										
Calidad			██			██				
Relieve			██			██				
Erosión			██			██				
Compactación			██			██				
Asentamientos			██			██				
Deposición			██			██				
Estabilidad			██			██				
Control de residuos			██			██				██
Fallas en las operaciones			██			██				██
Tensión - Esfuerzo			██			██			██	
AGUA										
Superficie										
Reaprovisionamiento										
Calidad										
Temperatura										
Subterránea										
Reaprovisionamiento										
Calidad			██			██				
Temperatura			██			██				
FLORA										
Arboles										
Arbustos			██			██			██	
Hierba			██			██			██	
Cultivos			██			██			██	
Especies en peligro			██			██			██	
Microflora			██			██			██	
FAUNA										
Animales terrestres										
Organismos acuáticos			██			██				
microfauna			██			██			██	
Especies en peligro			██			██			██	
Insectos			██			██			██	
USO DE TIERRAS										
Espacios vírgenes										
Pastos			██			██			██	
Agricultura			██			██			██	
Zonas residenciales			██			██		██	██	
Zonas comerciales			██			██		██	██	
Zonas industriales			██			██		██	██	
ESTETICA										
Parque y reservas										
paradores y miradores			██			██			██	
Aspectos físicos excepcionales			██			██			██	
Monumentos			██			██			██	
Salud y seguridad			██			██		██	██	
Empleo			██			██			██	
Densidad demográfica			██			██			██	

Apéndice II

Etapa de construcción (continuación)									
	EA	EN	EB	EA	EN	EB	R	L	P
Modelos culturales			■			■	■		
SERVICIOS									
Redes de transporte		■	■				■		
Eliminación de residuos	■	■			■	■		■	
Sistema de agua y de energía		■			■	■			
Escuelas			■			■			
Policía		■	■		■	■		■	
Bomberos		■	■		■	■		■	

LISTA DE CONTROL PARA LA EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL: "CONJUNTO URBANO LAS AMERICAS"									
Impactos potenciales	Valores del Impacto	Perturbación del elemento	Grado de resistencia del Impacto			Amplitud del Impacto			
			EA (Efecto adverso)	EN (Efecto nulo)	EB (Efecto benéfico)	R (regional)	L (local)	P (puntual)	
Simbología				EA	EN	EB	R	L	P
Etapa de Operación									
SUELO									
Resgos físicos excepcionales									
Calidad									
Relieve									
Erosión									
Compactación		███		███			███		
Asentamientos		███		███			███		
Deposición									
Estabilidad		███				███	███		
Control de residuos									███
Fallos en las operaciones		███							
Tensión - Esfuerzo									
AGUA									
Superficie									
Reaprovisionamiento									
Calidad									
Temperatura									
Subterránea									
Reaprovisionamiento		███				███	███		
Calidad		███							
Temperatura			███						
FLORA									
Arboles									
Arbustos			███			███			
Hierba			███			███			
Cultivos			███			███			
Especies en peligro									
Microflora		███				███			███
FAUNA									
Animales terrestres		███				███			
Organismos acuáticos									
microfauna		███				███			███
Especies en peligro									
Insectos		███				███			
USO DE TIERRAS									
Espacios vírgenes									
Pastos									███
Agricultura									
Zonas residenciales				███			███		███
Zonas comerciales							███		███
Zonas industriales			███				███		███
ESTETICA									
Parque y reservas									███
paradores y miradores									
Aspectos físicos excepcionales									

Apéndice II

Etapas de operación (continuación)									
	EA	EN	EB	EA	EN	EB	R	L	P
Monumentos									
Salud y seguridad		EE							EE
Empleo			EE						EE
Densidad demográfica									
Modelos culturales									
SERVICIOS									
Redes de transporte									
Eliminación de residuos	EE				EE				EE
Sistemas de agua y de energía									
Escuelas									
Policía									
Bomberos									

Bibliografía

Bibliografía:

- www.sedesol.gob.mx
- www.inegi.gob.mx
- Vazquez, Alba. César, Enrique. "Impacto Ambiental". Facultad de Ingeniería UNAM. Primera Edición 1994.
- "Manual de sistemas de tubería de polietileno", Driscopipe Mexicana.
- "Manual de normas de proyecto para obras de aprovisionamiento de agua potable en localidades urbanas de la República Mexicana", Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., octubre de 1977.
- "Normas de proyecto para obras de alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la República Mexicana", Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 1993.
- César Valdez, Enrique. "Abastecimiento de agua potable" volumen 1, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. enero de 1994.
- Lara González José Luis. "Alcantarillado". Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 1991.
- Mataix, Claudio. "Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas". Harper & Row Publishers INC. 1970.
- "Gaceta del Gobierno del Estado de México". Tomo CLXXIII, No. 38, Toluca de Lerdo, Estado de México, lunes 25 de febrero de 2002.
- "Gaceta del Gobierno del Estado de México". Tomo CLXXIII, No. 50, Toluca de Lerdo, Estado de México, miércoles 13 de marzo de 2002.
- Ing. Raúl González Meléndez "Manual de costos para constructores" Tomos I,II y III, Junio de 1990.