



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DEL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA COMUNIDAD RURAL DE DEXTHÍ**

**TRABAJO ESCRITO  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTAN:**

**CRUZ OCTAVIO MÁRQUEZ GARCÍA  
JULIO CESAR NAVARRETE AVALOS  
XAVIER ALEJANDRO RAMÍREZ MENDIETA**

**Director de trabajo escrito:  
M.I. Gabriel Moreno Pecero**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D.F.**

**MAYO 2007**



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.

## **Dedicatorias Octavio**

A mi madre Edilbertha por el inmenso apoyo que ha mostrado en cada etapa de mi vida.

A mi Padre Ladislao donde quiera que se encuentre, quien me motivo a elegir esta profesión desde muy temprana edad.

A mi hermano Eduardo, por el ejemplo que me ha dado durante toda mi vida.

A mi hermana Esther, por su invaluable compañía en todo este tiempo.

## **Agradecimientos Octavio**

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad formar parte de la prestigiada comunidad universitaria, instalaciones y cuerpo académico.

A la Facultad de Ingeniería, por instruirme año con año durante mi estancia en ella.

A mis profesores, por su profesionalismo en sus asignaturas e importantes recomendaciones en el transcurso de la carrera.

A mi director de trabajo escrito M.I. Gabriel Moreno Pecero, por su enorme paciencia y sugerencias durante este trabajo.

A Antonio Silva Madrid por sus innumerables consejos a lo largo de este tiempo.

A nuestros sinodales por sus recomendaciones en la elaboración de este trabajo.

A Jeanne Munguía Ballinas, por su invaluable amistad y amor.

A Julio y Alejandro, por su amistad y entrega en la realización de este trabajo

A todos mis amigos que me han acompañado durante todo este tiempo.

Comenzaré diciendo que los momentos más agradables se disfrutan cuando son adimensionales, es decir, no importa el tiempo o el lugar, si estamos junto a la persona adecuada y lo disfrutamos sin decir más nada, sin embargo, cuando el sentirte feliz deja una estela de interés por querer seguir siéndolo, digamos que es una droga de la cual es difícil de no volverse adicto. Este trabajo escrito ha dejado en mí un puño de emociones que comparto con cada una de las personas que en mi vida han compartido esa estela, esa adicción a los buenos momentos y a los no tan buenos.

Mencionar a todos con nombre y seña sería llenar hojas enteras de recuerdos, y sin embargo cada uno es parte de este esfuerzo e interés mío por presentar este trabajo como el cumplimiento de una meta más en mi vida, que como ellos, lo han logrado.

Así que no me queda más que decir gracias, gracias a la vida, a mis padres, hermanos, amigos y a Mirna (que es la guía en mi vida), por ser como son, por soportar lo que soy y por creer en mí.

*Alejandro Ramírez Mendieta.*

*A la memoria de mi Padre  
Jesús Navarrete Hernández*

**Julio Cesar**

---

# Índice

PROLOGO

INTRODUCCION

OBJETIVO

ANTECEDENTES

## 1. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO FÍSICO Y SOCIOECONÓMICO

	Página
<b>1.1 Medio físico</b>	1
1.1.1 Localización geográfica	1
1.1.2 Climatología	1
1.1.3 Hidrología	2
1.1.4 Geología	3
1.1.5 Geomorfología	4
<b>1.2 Medio socioeconómico</b>	4
1.2.1 Demografía	4
1.2.2 Actividades económicas	5
1.2.3 Constitución y Autoridades Civiles	5
1.2.4 Vías de comunicación	5
1.2.5 Servicios e infraestructura actual	6

## 2. ESTUDIOS Y DATOS BÁSICOS DE PROYECTO

<b>2.1 Población de proyecto</b>	7
2.1.1 Período económico	7
2.1.2 Cálculo de la población de proyecto	9
<b>2.2 Aportación de aguas residuales</b>	12
2.2.1 Dotación de agua potable	13
2.2.2 Coeficiente de retorno	14
<b>2.3 Gastos de diseño</b>	14

---

---

	Página
<b>2.4 Estudio Topográfico</b>	18
2.4.1 Generalidades	18
2.4.2 Objetivo	18
2.4.3 Equipo utilizado	18
2.4.4 Reconocimiento del Sitio de Ejecución de los trabajos	19
2.4.5 Desarrollo del Levantamiento	20
2.4.6 Postproceso de datos	22
<b>3. PLANEACIÓN Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO</b>	
<b>3.1 Estructuras conexas y accesorias</b>	25
<b>3.2 Tipo de sistema</b>	26
<b>3.3 Trazo general de la red y punto de desagüe</b>	32
<b>3.4 Diseño de la red de atarjeas</b>	34
3.4.1 Variables hidráulicas	34
3.4.2 Colchón mínimo	36
3.4.3 Tirante mínimo a velocidades máxima y mínima	37
3.4.4 Profundidad mínima y máxima recomendable	37
3.4.5 Separación máxima entre pozos de visita	39
3.4.6 Ancho de Zanja	39
3.4.7 Plantillas o camas	41
3.4.8 Calculo hidráulico de la red	42
<b>3.5 Diseño de colectores y emisor</b>	53
<b>4. ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL</b>	
<b>4.1 Tipos de tratamiento de aguas residuales</b>	54
4.1.1 Clasificación de los métodos de tratamiento	55
<b>4.2 Caracterización del agua residual</b>	56
4.2.1 Características del agua residual	56
<b>4.3 Planteamiento de alternativas</b>	67
4.3.1 La infiltración-percolación sobre arena	67
4.3.2 Filtros plantados de flujo vertical	70
4.3.3 Tanque Imhoff	72
4.3.4 Lagunas de estabilización	74
<b>4.4 Comparación de alternativas</b>	78
<b>4.5 Reuso del agua residual</b>	81

---

---

## 5. PRESUPUESTO

	Página
<b>5.1 Catalogo de conceptos</b>	82
<b>5.2 Selección de material a utilizar</b>	84
<b>5.3 Especificaciones constructivas</b>	84
5.3.1 Especificaciones generales	85
5.3.2 Especificaciones particulares	86
5.3.3 Especificaciones de la red de alcantarillado	86
<b>5.4 Despiece general y piezas especiales</b>	102
5.4.1 Despiece de la tubería	102
5.4.2 Tubería especial	104
5.4.3 Despiece de pozos de visita o inspección	106
<b>5.5 Cuantificación</b>	108
5.5.1 Cuantificación de diseño	108
<b>5.6 Integración de presupuesto</b>	109
5.6.1 Costos indirectos	110
5.6.2 Costos directos	111
5.6.3 Costo de mano de obra	111
5.6.4 Costos de materiales	114
5.6.5 Costo de maquinaria	115
<b>5.7 Análisis de precio unitario por concepto de obra</b>	116
<b>5.8 Programa de ejecución de obra</b>	117
5.8.1 programación de tiempos de ejecución de obra	117
<b>5.9 Generadores</b>	118

## 6. CONCLUSIONES

## ANEXOS

**Planos**  
**Tablas de diseño hidráulico**  
**Análisis de precios unitarios**

## BIBLIOGRAFIA



## PROLOGO

En el año 2005 el **Banco Mundial** dio a conocer los resultados de una investigación que tuvo el objetivo de determinar las **causas del aumento de la brecha existente**, en cuanto a desarrollo, **entre los países del llamado primer mundo y los de América Latina y el Caribe**, México entre ellos. El **estudio determinó** varias **razones** de lo investigado pero enfatizó en **una de ellas directamente relacionada con la educación y consecuentemente con la educación superior: la falta de el poseer habilidades de los profesionales, con mayor énfasis en el caso de los recién egresados**. Precisamente son estos últimos los que cada día, con mayor frecuencia, se enfrentan, al **requerimiento del sector productivo** de que cuenten con la llamada **“experiencia profesional”** que puede **considerarse como una habilidad**. Hasta ahora las **instituciones de educación superior**, en general, consideran que la adquisición de tal habilidad **no es responsabilidad directa de ellas**, ya que tradicionalmente se acepta que ella se adquiere, con mayor o menor rapidez al ejercer la profesión. Por otra parte las **características del mundo actual**, entre las que se anota la **creciente competencia profesional**, permiten avizorar que no desaparecerán o cambiarán sino que al contrario se fortalecerán al paso del tiempo y como consecuencia de ello se vislumbra que **prevalecerán aquellos profesionales “mejor preparados”** para responder con más calidad y con mayor rapidez a la satisfacción de las necesidades que surjan día a día.

El estar **“mejor preparado”** significa, según lo detectado por el Banco Mundial, el que, entre otras cosas, **tengan “habilidades”**; aparece así la necesidad de dotarlos de ellas y congruente con ello, **el que la educación superior se ocupe en forma institucional de que en la etapa de los estudios de licenciatura, los futuros profesionales adquieran “experiencia profesional”**. El **cómo lograrlo** implica **efectuar cambios y adecuaciones**, siendo definitivo el que deben **hacerse**, en el caso de América Latina y el Caribe, **con gran rapidez**; en ese contexto, en principio, es necesario analizar, organizar y llevar a cabo acciones ya presentes en la educación superior, como son las Prácticas de Campo, las Estancias Profesionales y el **Servicio Social**; en todos los casos con el enfoque y la meta anotada.

**En cuanto al Servicio Social se afirma que éste debe efectuarse respondiendo con plenitud a lo indicado en su objetivo, y en ese sentido autoridades, académicos y alumnos deberán empeñarse en cumplir su papel importante y valioso**. Así en la Facultad de Ingeniería de la UNAM se han generado incentivos y uno de ellos aparece desde diciembre de 1988 al ser aprobado por el Consejo Técnico, el que se

---

---

pueda aceptar como alternativa de Titulación el Servicio Social. Sin embargo, ha de reconocerse que tal modalidad, en general, no se ha utilizado prevaleciendo la modalidad de titulación mediante tesis.

Los jóvenes pasantes de ingeniería civil :

JULIO CESAR NAVARRETE AVALOS  
CRUZ OCTAVIO MARQUEZ GARCIA  
XAVIER ALEJANDRO RAMÍREZ MENDIETA

acogiéndose a la alternativa mencionada y en cierta forma rompiendo una tradición, presentan ahora como Trabajo Escrito para Examen Profesional, **PROYECTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD RURAL DE DEXTHÍ** y es de hacerse notar que la forma ejemplar en que llevaron a cabo su Servicio Social, bajo la coordinación del suscrito contando con la colaboración del Ing. Antonio Silva Madrid, con el apoyo de la Dirección General de Orientación y Servicios Educativos (DGOSE) y del organismo que en la Facultad de Ingeniería controla y específicamente en su División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, hoy División de Ingeniería Civil y Geomática, **los llevó a obtener el premio “Gustavo Baz Prada” que cada año otorga la UNAM a la mejor práctica del Servicio Social.**

Pero independientemente de la justa distinción recibida los jóvenes pasantes aprendieron y/o reforzaron el:

- **Hacer propuestas técnicas y económicas a autoridades municipales y a comunidades indígenas en este caso.**
- **Aplicar los conocimientos adquiridos en el aprendizaje de la licenciatura.**
- **El integrar tales conocimientos.**
- **El trabajar en equipo inter y multidisciplinario.**
- **El reforzar la actitud de servir profesionalmente a la sociedad.**

En resumen, los ahora sustentantes, han empezado a adquirir experiencia profesional, en su etapa de estudiantes de ingeniería, hecho que por lo anotado antes resulta sumamente eficiente y eficaz.

GABRIEL MORENO PECERO  
Director de trabajo escrito  
para el Examen Profesional.

---

---

## INTRODUCCIÓN

La sociedad actualmente está acostumbrada a las comodidades de la sociedad civilizada, un ejemplo es la utilización del agua en casi todas las actividades cotidianas de nuestra vida, claro esta, sin tomar en cuenta la dificultad de disponer del agua en abundancia y que al paso del tiempo la misma naturaleza cobrará facturas incosteables, generando así; graves problemas de contaminación ambiental.

En comunidades donde el agua es un recurso escaso y tiene un alto costo, es una prioridad para su desarrollo tener este recurso, el agua en estos lugares tiene la capacidad de generar empleos, con lo que se puede mitigar la problemática de la migración a otras partes del país o mas allá de nuestras fronteras, principalmente a Estados Unidos y por supuesto mejorar el nivel de vida a nuestras comunidades en extrema pobreza. La experiencia adquirida con éste trabajo, permite entender que la labor de un servicio social puede ser un vínculo que estreche la participación universitaria con los sectores más pobres del país, generando soluciones a través de proyectos como éste.

Es sabido que el uso del agua le provoca contaminación, convirtiéndola en agua residual y por éste motivo surge la necesidad del alcantarillado y saneamiento, con el fin de recolectar y desalojar en forma segura y eficiente las aguas residuales de la población, además de disponerlas adecuadamente, sin peligro para el hombre y el ambiente.

Por esta razón surge la inquietud de realizar el servicio social en la comunidad rural de El Dexthí, con el objetivo de proponer soluciones a las necesidades locales de los servicios, en nuestro caso particular con el diseño del sistema de alcantarillado, que con la ayuda de otros proyectos interdisciplinarios y multidisciplinarios repercutirá en el desarrollo integral de la zona.

El alcantarillado y las alternativas de tratamiento del agua residual son de gran importancia en una comunidad que al paso del tiempo crece en población como El Dexthí, cuando se dispone abastecer de agua a la comunidad, también es necesario saber a donde convergirá después de ser utilizada, y en consecuencia surge la tarea de promover su uso moderado, y el tratamiento adecuado para ser reutilizada.

---

---

Debido a estas razones, nuestra labor como aspirantes a obtener el grado de ingenieros nos muestra los grandes retos de la vida actual, las incomparables oportunidades que brindan las comunidades donde aún el desarrollo de servicios básicos está lejos de ser adecuados para una vida más justa, nos es grato poder mostrar que a partir de realizar un servicio social que ha sido galardonado con el premio "Dr. Gustavo Baz Prada" podemos ahora presentarlo como trabajo escrito para examen profesional que además sirva de opción para mejorar la calidad de vida de la comunidad involucrada y en la que pretendemos que nuestro esfuerzo y sensibilidad se muestren en lo escrito en páginas siguientes.

El presente trabajo cuenta con cinco capítulos en los cuales se pretende abordar las partes que integran un proyecto de alcantarillado sanitario, primeramente dando una descripción de los aspectos generales de la comunidad, resaltando su organización política que depende enteramente de un delegado quien sirvió de enlace entre los prestadores y los habitantes de la comunidad. Así mismo en un segundo capítulo se logró recopilar la información necesaria para la planeación y diseño de la red de alcantarillado, de tal manera que la topografía del sitio es el punto de partida para el análisis de nuestro diseño, el tercer capítulo es destinado al diseño de la red de alcantarillado y de cada una de las piezas y accesorios utilizados, para dejar en el cuarto capítulo las alternativas de tratamiento de agua residual y finalmente el presupuesto de obra que cumpla con los requerimientos propios de una licitación.

## OBJETIVO

Diseñar la red de alcantarillado sanitario y plantear alternativas de tratamiento del agua residual en la comunidad de Dexthí, ubicada en el Estado de Hidalgo.

## ANTECEDENTES

El alcantarillado es un sistema de ductos y equipos que tienen como finalidad colectar y desalojar en forma segura, funcional y económica las aguas residuales de una población; en ocasiones a ellas se suman aguas pluviales, el alcantarillado debe cumplir su función sin correr ningún peligro para el ser humano y desde luego para el medio ambiente.

Obras que integran el sistema de alcantarillado

- Obras de captación
- Obras de conducción
- Obras de tratamiento
- Obras de descarga y disposición final.

Para llevar a cabo el proyecto es necesario recopilar mediante una amplia investigación los datos siguientes:

- *Población a servir.*- para ello se parte de la población actual y se determina la población futura en el tiempo para el que diseña el alcantarillado.
- *Información topográfica.*- es quizá el dato más importante ya que la topografía de la región dará la pauta para la elección del tipo de configuración que tendrá el sistema de alcantarillado.
- *Gasto a desalojar,* el cual también tendrá que tener las estimaciones pertinentes sobre los probables escurrimientos pluviales y las probables infiltraciones dentro del sistema
- *Caracterización del agua residual cruda*
- *Parámetros permisibles para el uso de riego del agua residual tratada*

Para conocer la población a servir será necesario recopilar los datos censales, principalmente los recabados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), además de investigaciones de campo si son necesarias.

---

---

En lo que se refiere a la topografía de la comunidad, esta se llevará a cabo mediante el levantamiento que permita generar los planos topográficos en planta y en elevación, su conocimiento permitirá realizar los trazos preliminares de la red de alcantarillado y posteriormente los definitivos así como ubicar las estructuras e instalaciones auxiliares, que serán acordes al hecho de que se trata de una población pequeña; otro aspecto que se ha considerado para el trazo del alcantarillado es que el desalojo de las aguas se realice por gravedad hasta su lugar de tratamiento.

Considerando la nula actividad industrial en la comunidad de El Dexthí, para el tratamiento del agua residual se estudiarán las alternativas más viables.

---

---

# 1. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO FÍSICO Y SOCIOECONÓMICO

## 1.1 Medio físico

### 1.1.1 Localización geográfica

La comunidad de Dexthí San Juánico se localiza en el Estado de Hidalgo dentro del Municipio de Ixmiquilpan a 60 Km de la ciudad de Pachuca capital del estado y a unos 200 Km de la Ciudad de México. El Dexthí San Juánico forma parte de la zona del Alto Mezquital, conformado por una microcuenca de 3,025 hectáreas.

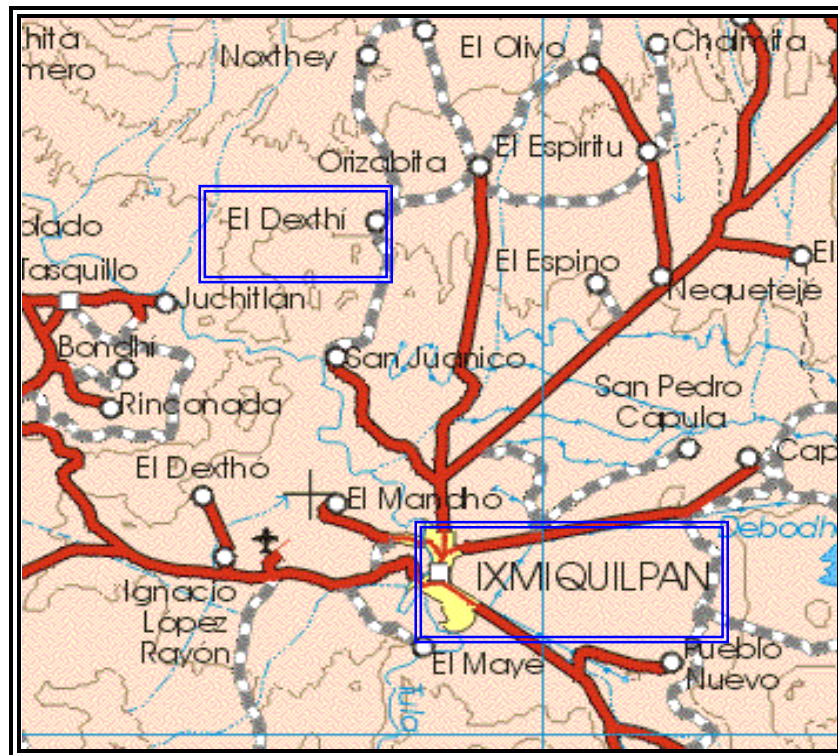


Figura 1.1 Localización geográfica de Dexthí

### 1.1.2 Climatología

Los climas del Estado de Hidalgo ofrecen marcados contrastes, desde la calurosa y húmeda Huasteca, o el clima semifrío, sub húmedo, en las inmediaciones de Pachuca, hasta el clima seco templado que podemos hallar en el Valle del Mezquital.

La temperatura promedio en el municipio de Ixmiquilpan es la siguiente:

Cuadro 1.1 Temperatura media anual en Ixmiquilpan

Estación	Periodo [Años]	Temp. promedio [°C]	Temp. del año más frío		Temp. del año más caluroso	
			Año	Temp. [°C]	Año	Temp. [°C]
Ixmiquilpan	1951-1998	18.1	1988	6.2	1969	29.4

FUENTE: CNA Registro de temperatura media anual

En la zona del Dexthí el clima es semiseco-estepario, de temperaturas medias de alrededor de 16 °C, aunque cabe mencionar que la temperatura mencionada es en realidad un promedio anual, que contrasta con los fríos extremos en invierno de hasta de 3 °C o los calurosos en primavera que llegan a pasar los 34 °C.

### 1.1.3 Hidrología

Existen cinco corrientes de agua en la cercanía de Dexthí San Juánico, que son: la Palma y el Mejhe pertenecientes a la subcuenca del río Tula, el Mando, Xadhe, y el Chicavasco, pertenecientes a la subcuenca del río Actopan.

El municipio de Ixmiquilpan Hidalgo tiene los siguientes datos hidrológicos:

Cuadro 1.2 Precipitación total anual

Estación	Periodo [Años]	Precipitación promedio [mm]	Precipitación del año más seco		Precipitación del año más lluvioso	
			Año	Precipitación [mm]	Año	Precipitación [mm]
Ixmiquilpan	1951-1998	346.9	1982	182.7	1958	704.0

FUENTE: CNA Registro mensual de precipitación pluvial

Cuadro 1.3 Precipitación mensual total

Estación y concepto	Periodo [Años]	Precipitación mensual (mm)											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ixmiquilpan	1998	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	7.3	55.2	150.4	56.7	0.3	0.0
Promedio	1951-1998	10.8	5.4	8.6	25.1	46.3	60.3	44.4	40.3	61.7	31.3	9.5	5.9



Año más seco	1982	0.0	14.5	18.7	14.2	73.0	12.6	14.6	6.6	9.0	20.0	0.5	9.0
Año más lluvioso	1958	57.8	4.3	0.0	18.8	74.9	157.2	87.3	12.0	137.4	61.3	74.5	18.5
FUENTE: CNA Registro mensual de precipitación pluvial en mm													

En la zona del Dexthí se tiene una precipitación promedio anual de 450 mm, dicho dato se considera con las debidas reservas debido a que el clima es bastante seco, ya que las lluvias que se presentan en el año son muy escasas, aunque es común también que sean de mucha intensidad y en periodos cortos de tiempo, como lo manifiestan sus habitantes.

### 1.1.4 Geología

La zona del Dexthí se caracteriza por presentar áreas de planicies, mesetas, laderas pronunciadas. Con materiales vulcano-sedimentarios, conglomerados y areniscas, así como materiales riolítico-andesíticos y suelos poco desarrollados (Leptosoles, Faeozems, Regosoles y Fluvisoles). Las principales características de las rocas o suelo de la región se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1.4 Características de las rocas o suelo de la región

Era	Periodo	Roca o suelo	% del área de la superficie del Estado de Hidalgo
Cenozoico	Cuaternario	Ígnea extrusiva	26.63
		Suelo	5.93
Mesozoico	Terciario	Ígnea extrusiva	11.08
		Sedimentaria	19.54
	Jurásico	Ígnea intrusiva	0.94
		Sedimentaria	7.96
Paleozoico	Cretácico	Sedimentaria	26.18
		Sedimentaria	0.74
ND	ND	Metamórfica	1.0
ND: No determinado. FUENTE: INEGI. Carta Geológica, 1:1 000 000.			

### 1.1.5 Geomorfología

#### Orografía

La elevación principal en la zona de la comunidad de Dexthí es el cerro Daxhie y se encuentra a una elevación de 1800 msnm (metros sobre el nivel del mar).

La vegetación representativa es el matorral espinoso denominado deciduo de *Fouqueria splendens* y *Echinocactus ingens*, y el matorral subinermes llamado *Myrtillocactus geometrizans* con *Karwinskia humboldtiana*. La zona cuenta con 607 ha de agricultura de temporal, 308 ha de cultivos de lechuguilla, 129 ha de áreas con erosión grave y 62 ha de asentamientos humanos.

## 1.2 Medio socioeconómico

### 1.2.1 Demografía

#### Datos de población

Los datos censales de una población constituyen la base para efectuar la estimación o cálculo de la población futura, con el análisis de estos datos se define la tasa de crecimiento de la población y como consecuencia el número de habitantes que podrá tener en el futuro.

Cuadro 1.5 Datos censales de la comunidad de Dexthí

Año	Población total	Total de Hombres	Total de Mujeres	Total de viviendas
1960	148	79	69	
1970	302			47
1980	335	172	163	51
1990	441	221	220	70
2000	445	209	236	91
FUENTE: INEGI XII Censo General de Población y Vivienda, 2000				

### **1.2.2 Actividades económicas**

La población total en la actualidad es de aproximadamente 530 habitantes según un censo elaborado por las autoridades de la comunidad, en su mayoría pertenecientes al grupo étnico Ñahñu (Otomíes) que en general se dedican a la talla de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), a la agricultura de temporal de granos básicos para autoconsumo, a la ganadería extensiva de caprinos y a la manufactura de implementos de fibra de ixtle y fabricación de shampoo de especies naturales.

Los niveles de ingresos y de marginación los ubican como de extrema pobreza, aunque cabe mencionar que la población cuenta con remesas de dinero provenientes de Estados Unidos debido a que una gran parte de los hombres adultos se encuentran trabajando en ese país,

Comúnmente con el dinero proveniente de las remesas construyen sus casas de hasta dos plantas con concreto y tabique las cuales tienen un gran contraste con la mayoría de las que se pueden ver en la región, que ya terminadas, debido a la situación de los servicios es común encontrarlas deshabitadas.

### **1.2.3 Constitución y Autoridades Civiles**

En el poblado de Dexthí San Juánico no existe presencia de representantes del estado o municipio, en lo que se refiere a su organización política la propia comunidad, como es común en la parte del alto mezquital, elige a una persona como delegado durante cierto periodo después del cual deja el cargo; las principales ocupaciones del delegado son las de presidir y organizar las reuniones dentro de la comunidad para tratar temas de interés común y servir de enlace entre el Dexthí y el municipio con el objetivo de plantear dichos temas y lograr soluciones conjuntamente, aunque es común que la comunidad se organice y con sus recursos propios de solución a los diversos problemas que enfrentan.

### **1.2.4 Vías de comunicación**

Existe un solo camino de acceso desde la carretera federal, tiene aproximadamente 10 Km hasta el Dexthí, es de terracería y conecta también a otras comunidades del alto mezquital como Orizabita, Los Martínez, La Palma, Puerto Dexthí, y Naxtey.

### **1.2.5 Servicios e infraestructura actual**

En la actualidad la comunidad de Dexthí cuenta con energía eléctrica siendo la cobertura domiciliaria de un 90% aproximadamente y en lo que se refiere a alumbrado público la cobertura es menor, cerca de un 40% resaltando que es común que sufran interrupciones del servicio.

En lo que se refiere al abasto de agua potable; éste es muy deficiente ya que lo tienen por tandeo solo dos o tres días a la semana y la cantidad que llega muchas veces no cubre sus necesidades, debido a que el agua es traída de la comunidad de Tasquillo que se encuentra a unos 12 Km. y en el trayecto sufre de fugas o de tomas clandestinas, lo que dificulta el abasto en el Dexthí, el cual se puede considerar su principal problema.

En la comunidad existe una caseta telefónica de cobro con servicio de larga distancia nacional; no cuenta con servicio de recolección de residuos sólidos, por lo que la gente del lugar opta por incinerar los residuos que genera.

No existe en la comunidad una red de alcantarillado sanitario, por lo que la mayoría de las casas cuentan con fosa séptica, y el agua residual generada por el lavado de ropa o utensilios de cocina es descargada directamente sobre el terreno o en la vía pública, que cabe mencionar no cuenta con calles o avenidas pavimentadas.

La comunidad cuenta con una escuela primaria y una telesecundaria, tiene también un servicio de transporte colectivo por medio de camionetas adaptadas, que hacen el recorrido desde la comunidad hasta el municipio de Ixmiquilpan.

El número de viviendas según el último censo de INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) es de 91, la mayoría son de bloques o ladrillo con techo de concreto, el servicio de salud es muy pobre, ya que existe un dispensario del DIF (Desarrollo Integral de la Familia), pero no siempre hay personal que lo atienda.

## **2. ESTUDIOS Y DATOS BÁSICOS DE PROYECTO**

### **2.1 POBLACIÓN DE PROYECTO**

Para propósitos de un proyecto sanitario interesa conocer el comportamiento de la población a través de los años para establecer el incremento de habitantes que tendrá la población a través del tiempo, para lo cual es deseable *contar* con los datos censales de tres o cuatro décadas anteriores y una versión lo más actualizada posible de la población actual.

La determinación de las características de la población y su proyección futura son los aspectos más importantes del análisis demográfico, se realiza por método de observación directa, encuestas, estudios demográficos previos y del análisis e interpretación de las estadísticas disponibles. Las investigaciones de campo deben aprovecharse también para captar las características de vivienda y la existencia de actividades industriales y artesanales que contaminen o tengan riesgo de contaminación.

Se debe determinar el número de habitantes a los cuales se dará servicio durante el tiempo que se estime que el sistema será eficiente. A este número de habitantes se le conoce como población futura de proyecto. *La población futura se determina en forma estimativa* y esta en función, entre otros factores, de la tasa de crecimiento que ha tenido la población y de las actividades futuras.

#### **2.1.1 Período económico**

Se denomina periodo económico de proyecto (PEP) al número años para el cual se diseña una obra de alcantarillado bajo el supuesto de que durante ese período se proporcionará un servicio, suficiente y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios.

El periodo económico de proyecto se asocia al crecimiento previsible de la población y al monto de las inversiones requeridas, así como a las necesidades de operación. Por estas razones, su selección debe apoyarse en un estudio previo de posibilidades financieras de la población por servir, de la vida útil estimada para los materiales y del equipo necesario para operar el sistema de alcantarillado.

En general, se acepta en México que el periodo económico de un proyecto de alcantarillado varíe de 20 a 25 años, en lo que respecta a la obra civil y de 12 a 15 años en lo referente al equipo mecánico que se emplea para operar el sistema.

Una vez definido el periodo económico, se seleccionó uno de 15 años, considerando que está dentro de la media aproximada comúnmente utilizada en nuestro país en el diseño de una red de alcantarillado, tomando en cuenta las condiciones de la comunidad.

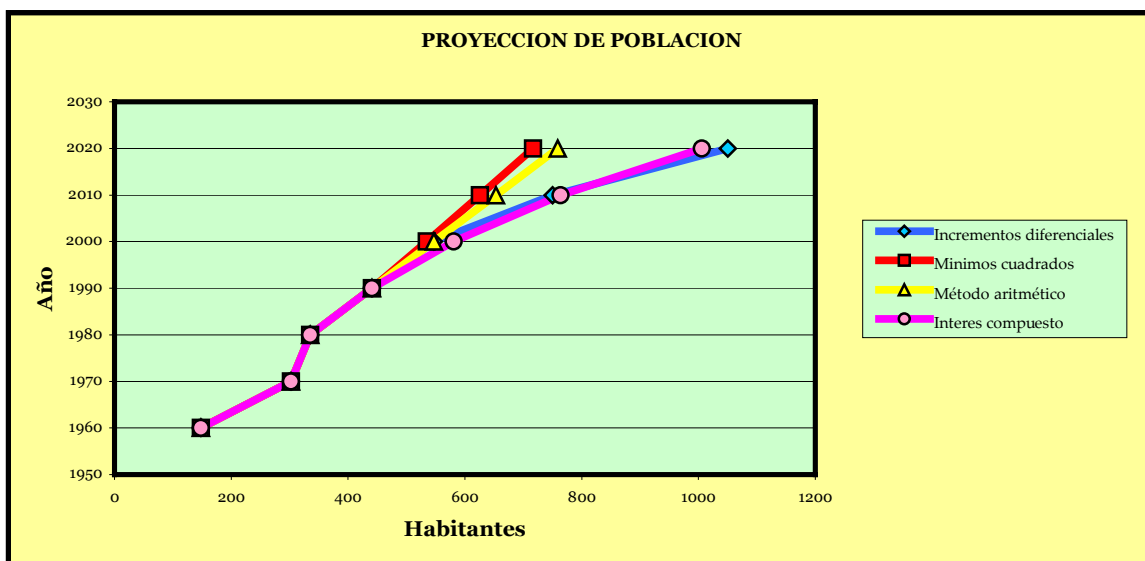
La población de proyecto se determinó con cuatro métodos: el método aritmético, mínimos cuadrados, incrementos diferenciales e interés compuesto, de los resultados obtenidos el que mejor se acerca al comportamiento del crecimiento de la población es el método aritmético y nos da como resultado un total de 759 habitantes. El cuadro 2.1 muestra el resultado del cálculo de la población de proyecto con los métodos utilizados.

Cuadro 2.1 Resultados de la proyección de la población

Método	Número de habitantes (2020)
Interés compuesto	1006
Aritmético	759
Mínimos cuadrados	717
Incrementos diferenciales	1050

La siguiente gráfica nos muestra el comportamiento del crecimiento de la población con los cuatro métodos utilizados, donde se puede observar que los datos obtenidos con el método aritmético son los que más se acercan al comportamiento histórico del crecimiento de la población.

Gráfica 2.1 Comportamiento del crecimiento de población a través del tiempo



### **2.1.2 Cálculo de la población de proyecto**

Para el cálculo de la población de proyecto se utilizaron los datos censales del cuadro 1.5, a excepción del dato para el año 2000 ya que es inconsistente respecto al censo de 1990 y al número de habitantes en la actualidad.

#### **Método de interés compuesto**

Para aplicar el método primero debe calcularse la tasa media anual de variación de los dos últimos censos de población. La proyección se realiza con un período de diseño (10 años)  $n$  y aplicando la ecuación:

$$P = P_0 (1+i)^n \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Donde:

$P_0$ =Población inicial

$i$ =Tasa de crecimiento

$n$ =Período de diseño

Utilizando los dos últimos datos censales

$$441 = 335 (1+i)^{10}$$

Despejando el valor de la tasa de crecimiento,  $i=0.028$

Para los años 2000, 2010 y 2020 la población será:

$$P_{2000} = 441 (1+0.028)^{10} = 581 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010} = 581 (1+0.028)^{10} = 764 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2020} = 764 (1+0.028)^{10} = 1006 \text{ Habitantes}$$

#### **Método de incrementos diferenciales**

Para este método se calculan las diferencias del número de habitantes, después las segundas diferencias, de las cuales se considera el promedio constante y en un proceso inverso se van adicionando estas diferencias a los datos originales para poder obtener la población para el año que se requiere.

Cuadro 2.2 resultados del método de incrementos diferenciales  
(Número de habitantes)

Año	Población	Primeras diferencias	Segundas diferencias
1960	148		
1970	302	154	
1980	335	33	121
1990	441	106	73
2000	547	106	
2010	750	203	
2020	1050	300	
Promedio de las segundas diferencias			97

### Método aritmético

Consiste en tomar los dos últimos datos del censo y obtener la ecuación de la recta calculando la pendiente y la ordenada al origen; las coordenadas de los puntos son: años y habitantes, quedando la expresión de la siguiente forma:

$$P=P_2+Ka(t-t_2) \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

$$Ka=(P_2-P_1)/(t_2-t_1) \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

$$Ka=(441-335)/(1990-1980)=10.6$$

$$P_{2000}=441+(10.6)(2000-1990)=547 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2010}=441+(10.6)(2010-1990)=653 \text{ Habitantes}$$

$$P_{2020}=441+(10.6)(2020-1990)=759 \text{ Habitantes}$$

### Ajuste por Mínimos cuadrados

La población de proyecto se calcula ajustando los datos históricos de los censos anteriores, a una recta o a una curva de tal manera que los puntos que pertenecen a estas, sean lo más aproximado posible a los datos registrados.



Se puede determinar la población de proyecto por medio de ajustes: lineal y no lineal, considerando el modelo que mejor se ajuste a los datos de los censos. Se tienen que obtener constantes, conocidas como coeficientes de la regresión; estas constantes son: “a” y “b”.

Estos modelos ajustan los datos históricos de la población según conformen una recta o una curva. Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante un ajuste lineal o no – lineal, se puede calcular la población para cualquier año futuro “x”.

Para ajustar los datos a una recta ( $y=a+bx$ ) es necesario resolver el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\Sigma Y = na + b \Sigma X \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

$$\Sigma XY = a \Sigma X + b \Sigma X^2 \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

Donde en este caso **X** será el año, **Y** el numero de habitantes y **n** el número de datos pares.

Cuadro 2.3 resumen de resultados para método de mínimos cuadrados

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
1960	148	290080	3841600
1970	302	594940	3880900
1980	335	663300	3920400
1990	441	877590	3960100
<b><math>\Sigma X=7900</math></b>	<b><math>\Sigma Y= 1226</math></b>	<b><math>\Sigma XY= 2425910</math></b>	<b><math>\Sigma X^2=15603000</math></b>

Resolviendo el sistema de ecuaciones con los datos del cuadro 2.3, se tiene la siguiente ecuación de la recta:

$$Y = 9.12 - 17705 X \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

Sustituyendo el valor del año (X) en la ecuación 2.6 se obtiene el número de habitantes (Y).

Por lo tanto sustituyendo el valor de  $X=2000$ ,  $X=2010$  y  $X=2020$  se tendrán los valores siguientes de población:

Año	Número de Habitantes
2000	535
2010	626
2020	717

## 2.2 APORTACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El gasto de aguas residuales de una población está compuesto por los siguientes aportes:

- *Aguas residuales domésticas.*- Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Esta agua está compuesta por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.
- *Aguas residuales industriales, comerciales e institucionales.*- Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre, y otros, que requieren ser removidos antes de ser vertidos al sistema de alcantarillado.
- *Aguas de lluvias.*- Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos, en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

Las normas mexicanas toman en cuenta que el alcantarillado de una localidad es reflejo del sistema de agua potable y por lo tanto, existe una relación directa entre aportación de aguas residuales y dotación de agua potable.

Para efectos de la aplicación de la relación anterior, la dotación de agua potable será la utilizada en este proyecto; en su ausencia, se tomará la dotación estimada para localidades urbanas de la República Mexicana en las normas de proyectos de agua potable.

### 2.2.1 Dotación de agua potable

Para la determinación de los consumos de agua potable en localidades de la República Mexicana, se pueden presentar en forma general dos casos:

- a) Existen estadísticas de consumo.

Para este caso, primero se ordena la información de volúmenes consumidos en períodos mensuales por usuarios totales registrados, usuarios con servicio medido, usuarios de zona socioeconómica, usuarios comerciales, industriales y públicos; en el caso de no tener la información, se recomienda realizar una encuesta para complementarla.

- b) No existen estadísticas de consumo.

En el caso de no existir estadísticas de consumo de agua potable en la localidad en estudio, se procede con alguno de los dos criterios siguientes:

- El primero, consiste en realizar una medición de volúmenes consumidos por muestras de usuarios, seleccionados aleatoriamente en la localidad.
- El segundo determina los consumos con base en datos, que son valores obtenidos de mediciones estadísticas, registradas en la bibliografía técnica. El consumo doméstico se calcula multiplicando los datos de consumo per cápita del cuadro 2.4, por el número de habitantes de cada clase socioeconómica. El clima de la localidad en estudio se define en función de la temperatura media anual, como aparece en cuadro 2.5.

Cuadro 2.4 Consumo de agua potable por clase socioeconómica

Clima	Consumo por clase socioeconómica (l/hab/día)		
	Residencial	Media	Popular
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100

Notas:

- Para los casos de climas semifrío y frío se consideran los mismos valores que para el clima templado.
- El clima se selecciona en función de la temperatura media anual

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

Cuadro 2.5 Clasificación de climas por su temperatura

Temperatura media anual (°C)	Tipo de clima
Mayor que 22	Cálido
de 18 a 22	Semicálido
de 12 a 17.9	templado
de 5 a 11.9	Semifrío
Menor que 5	frío

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

Para este proyecto la dotación de agua potable se obtuvo con el segundo criterio, partiendo de un nivel socioeconómico popular en toda la comunidad y considerando un clima cálido, aunque los datos climatológicos antes mencionados ubiquen a la comunidad con un clima templado, de acuerdo con las consideraciones mencionadas la dotación será de **185 l/hab/d**.

### **2.2.2 Coeficiente de retorno**

Este coeficiente tiene en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, se puede establecer entonces, que solo un porcentaje del total de agua consumida es devuelta al alcantarillado. Este porcentaje es el llamado coeficiente de retorno, que estadísticamente fluctúa entre 75% y 80% de la dotación de agua potable, puesto que del 20% al 25% no llega a las atarjeas, a causa de las pérdidas en las tuberías de distribución, del riego de jardines, parques y calles, del lavado de automóviles, del agua consumida en procesos industriales y operaciones similares. Para el caso particular de este proyecto se utilizará un coeficiente de retorno del 80%.

## **2.3 GASTOS DE DISEÑO**

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado son: medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

### **Gasto medio**

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año.

La CNA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente por lo que no se adicionara el caudal de aguas residuales por infiltraciones.

En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas residuales en cada tramo de la red se calcula con:

$$Q_{med} = \frac{A_p P}{86400} \quad (\text{Ecuación 2.7})$$

Donde:

$Q_{med}$  = Gasto medio de aguas residuales en lps  
 $A_p$  = Aportación de aguas residuales en l/hab/día  
 $P$  = Población de proyecto  
 86400 = segundos/día

### Gasto mínimo

El gasto mínimo es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio.

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med} \quad (\text{Ecuación 2.8})$$

En los casos en que se tengan gastos muy pequeños se acepta como gasto mínimo 1.5 lps que corresponde a la descarga de un inodoro de 18 litros, y de 1 lps para uno de 6 litros; el siguiente cuadro muestra las recomendaciones echas por la CNA de gastos mínimos para los diferentes diámetros.

Cuadro 2.6 Gastos mínimos recomendados para diferentes diámetros

Diámetro en concreto [cm]	No. De descargas Simultáneas	Aportación por descarga		Gasto mínimo de aguas residuales ( lps )	
		Inodoro 18 Lts	Inodoro 6 Lts	Inodoro 18 Lts	Inodoro 6 Lts
20	1	1.5	1.0	1.5	1.0
25	1	1.5	1.0	1.5	1.0
30	2	1.5	1.0	3.0	2.0
38	2	1.5	1.0	3.0	2.0
45	3	1.5	1.0	4.5	3.0
61	5	1.5	1.0	7.5	5.0

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

Si consideramos que el gasto que genera una descarga de un excusado con tanque de 18 litros es de 1.5 l/s, significa que en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado, cuando resulten valores de gasto mínimo menores a 1.5 l/s se debe usar este valor de diseño.

### **Gasto máximo instantáneo**

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se consideran criterios ajenos a las condiciones socioeconómicas de cada lugar. El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \quad (\text{Ecuación 2.9})$$

Donde P es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada en miles de habitantes.

Este coeficiente de variación máxima instantánea se aplica considerando que:

- En tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.
- Para una población acumulada mayor que 63, 454, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

Así la expresión para el cálculo del gasto máximo instantáneo es:

$$Q_{\text{Max inst}} = MQ_{\text{med}} \quad (\text{Ecuación 2.10})$$

Donde:

$Q_{\text{Max inst}}$  = Gasto máximo instantáneo, en l/s

M = Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea

## Gasto máximo extraordinario

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo: escurrimientos de aguas pluviales de bajadas de azoteas, patios o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado. Este gasto es el utilizado para el cálculo de las redes de drenaje y la revisión de la velocidad de escurrimiento.

La relación para obtener el gasto máximo extraordinario es la siguiente:

$$Q_{\text{Max ext}} = Q_{\text{Max inst}} \times C_s \quad (\text{Ecuación 2.11})$$

Donde:

$C_s$  = Coeficiente de seguridad

$1.0 \leq C_s \leq 2.0$  en nuestro proyecto tomamos un coeficiente de 1.5

### Cálculo de los gastos de diseño

Población de proyecto 800 habitantes

Dotación de agua potable 185 l/hab/día

Considerando un coeficiente de aportación de 0.8

Habitantes = 800

Aportación =  $185 \times 0.8 = 148$

Gasto medio

$$Q_{\text{medio}} = (\text{habitantes})(\text{aportación})/86400$$

$$Q_{\text{medio}} \text{ (l/s)} = 1.37$$

$$Q_{\text{mín}} \text{ (l/s)} = 0.68$$

Coeficiente de variación de gasto máximo  $M = 3.8$

Gasto máximo instantáneo  $Q_{\text{máx}} = M Q_{\text{medio}}$

$$Q_{\text{máx}} \text{ (l/s)} = 5.2$$

Gasto máximo extraordinario  $Q_{\text{ext}} = 1.5 Q_{\text{máx}}$

$$Q_{\text{ext}} \text{ (l/s)} = 7.8$$

## 2.4 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

### 2.4.1 Generalidades

El estudio topográfico forma parte de las actividades necesarias para el diseño del sistema de alcantarillado, dentro de los alcances del estudio, se realizó un levantamiento de aproximadamente 85,619.15 m<sup>2</sup>. El levantamiento fue realizado por estudiantes de ingeniería topográfica de la UNAM, con equipo proporcionado por la institución.

### 2.4.2 Objetivo

Conocer las condiciones físicas y características topográficas de El Dexthí, con el fin de realizar procedimientos técnicos en el diseño del sistema de alcantarillado.

### 2.4.3 Equipo utilizado

Para efectuar el levantamiento se utilizó una estación total marca SOKKIA modelo SET 600 de alta precisión y aplicación topográfica.

Para el proceso de datos se utilizó una computadora:



Sistema:  
Microsoft Windows XP  
Profesional  
Versión 2002

Equipo:  
Intel ®  
Pentium ® 4 CPU 2.80GHz.  
2.81GHz, 224 MB de RAM



#### ***2.4.4 Reconocimiento del Sitio de Ejecución de los Trabajos y Ubicación de Vértices que Limitan el Área de Interés***

La primera actividad del levantamiento topográfico consistió en un recorrido detallado por la zona de ejecución de los trabajos y sus alrededores.



Fotografía 2.1 Recorrido en el área de interés

Durante este recorrido se ubicaron vértices correspondientes al croquis que se realizó como información inicial de la comunidad.



Fotografía 2.2 Vista panorámica de la comunidad del Dexthí

POLIGONAL DE APOYO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				A	5,000	5,000
A	B	N 84°28'47" E	86.258	B	5,008.298	5,085.858
B	C	S 42°32'07" E	58.092	C	4,965.492	5,125.131
C	D	S 04°35'40" E	93.481	D	4,872.311	5,132.619
D	E	S 01°15'26" E	205.153	E	4,667.207	5,137.120
E	F	S 72°58'33" W	68.941	F	4,647.023	5,071.200
F	G	N 57°55'24" W	71.648	G	4,685.072	5,010.490
G	H	N 55°02'06" W	114.954	H	4,750.949	4,916.285
H	I	N 19°15'49" W	98.495	I	4,843.930	4,883.790
I	J	S 85°25'20" W	78.863	J	4,837.635	4,805.179
J	K	N 12°11'15" W	124.248	K	4,959.083	4,778.948
K	L	N 74°40'39" E	36.461	L	4,968.718	4,814.113
L	M	N 75°37'42" E	49.424	M	4,980.986	4,861.990
M	A	N 82°09'20" E	139.313	A	5,000	5,000
SUPERFICIE = 85,619.145 m <sup>2</sup>						

Se colocaron 13 estacas de acuerdo a la poligonal de apoyo de los vértices que limitan la parte de interés de El Dexthí.

Cuadro 2.7 Cuadro de construcción de la poligonal de apoyo

### 2.4.5 Desarrollo del Levantamiento

Se estableció un punto de control con coordenadas locales para el levantamiento topográfico, tomando como coordenadas las siguientes: X = 5,000.00 m, Y = 5,000.00 m, Z = 1,000.00 m.s.n.m.



Fotografía 2.3 Equipo utilizado



Fotografía 2.4 Toma de lectura en sitios estratégicos

Una vez definido el punto de control y la poligonal de apoyo, se tomaron lecturas ubicando los sitios relevantes para determinar la ubicación de la red alcantarillado.



Fotografía 2.5 lectura de puntos

### **2.4.6 Postproceso de datos**

Para el procesamiento de los datos obtenidos en campo durante el levantamiento topográfico, se realizó el siguiente procedimiento:

- La información obtenida en campo y almacenada en la calculadora, fue descargada mediante el software Sokkia Project Manager.
- Posteriormente, se procesó el ajuste de datos para tenerlos en coordenadas X, Y, Z, los cuales son dibujados en Autocad y Procesado con el software CivilCad para la obtención de curvas de nivel y perfiles.
- Después de ser procesados los datos obtenidos con la estación total, se construyó un plano general, en el que se muestra el área de interés y sus características topográficas,
- Los planos se realizaron a una escala grafica de 1:1000, a fin de obtener una buena calidad de dibujo e información.

---

---

### **3. Planeación y diseño de la red de alcantarillado**

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. De no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales.

Los principales componentes de un sistema de alcantarillado son los siguientes:

- Atarjeas.- conductos de menor diámetro en la red, se colocan generalmente por el eje de la calle, tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, interceptores o emisores, su diámetro mínimo es de 20 cm.
- Sub-Colectores.- tuberías que captan las aguas recolectadas por las atarjeas, son de mayor diámetro que las atarjeas, pero en un principio pueden tener el mismo diámetro.
- Colectores.- captan el agua de los sub – colectores y de las atarjeas, por lo cual son de mayor diámetro, también se les conoce como interceptores cuando están colocados en forma perpendicular a otros conductos de menor diámetro.
- Emisor.- a este conducto ya no le llegan descargas, su objetivo es conducir los volúmenes de aguas captadas por todo el sistema de tuberías hasta el lugar donde se tratarán o verterán las aguas residuales.

Clasificación de las tuberías.

- Laterales o iniciales.- reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
- Secundarias.- Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales
- Colector secundario.- Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias
- Colector principal.- Capta el caudal de dos o más colectores secundarios

- 
- 
- Interceptor.- es un colector colocado paralelamente a un río o canal.
  - Emisor final.- Conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega que puede ser una planta de tratamiento o un cuerpo de agua como un río, lago o el mar.

### Tipos de tuberías

Las tuberías empleadas en un sistema de alcantarillado se clasifican según el tipo de material con el que fueron construidas y serán utilizadas de acuerdo a las condiciones topográficas del terreno. Los distintos tipos de tubería se describen a continuación.

- Tuberías de concreto simple.- Son las más económicas y las que más comúnmente se usan en la construcción de redes de alcantarillado. Los diámetros generalmente empleados son: 15, 20, 25, 30, 38 y 45 cm.
- Tuberías de concreto reforzado.- Se refuerzan con dos juntas entrelazadas con varilla calculadas para resistir la presión de trabajo. Los diámetros más empleados son 61, 76, 91, 107, 122, 152, 183, 213 y 244 cm. Para diámetros superiores se construyen en el sitio.
- Tuberías de fibrocemento.- Esta clase de tuberías por su alto costo se usa en pocos casos, siendo uno de los principales, cuando se requiere que el agua freática no se infiltre. Esta tubería está fabricada con una pasta de asbesto Pórtland, sus juntas son muy herméticas y también son empleadas en sifones para cruces de ríos y otros casos especiales.
- Tuberías de acero y fierro fundido.- El uso de estas tuberías es muy limitado. Son tuberías que tienen el inconveniente de ser altamente corrosivas. Se usan en cruces de ríos o arroyos como puente canal y se construyen en todos los diámetros. Sus costos son muy elevados.
- Tuberías de P.V.C.- son tuberías de policloruro de vinilo. Material plástico que pertenece al grupo de los termoplásticos, caracterizados por recuperar sus propiedades físicas cuando son sometidos al calor. Existen solo en diámetros de 15, 20, 25, 30 y 45 cm. Sus juntas son herméticas y de fácil instalación.

---

---

### **3.1 Estructuras conexas y accesorias**

Las estructuras y obras accesorias se utilizan comúnmente para mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado, son las siguientes:

- Pozos de Visita.- facilitan la inspección y limpieza de los conductos del sistema y les permite una ventilación, se instalan en el comienzo de las atarjeas, en cambios de dirección y de pendiente, y en los cambios de diámetro.
- Pozos de visita común.- se utilizan para tuberías de 20 a 61 cm de diámetro siendo su base de 1.50 m como mínimo para permitir el manejo de las barras de limpieza.
- Pozos de visita especiales.- Se utilizan para tuberías de 76 a 107 cm siendo el diámetro interior de su base 1.50 m como mínimo, en tuberías de 122 cm o mayores se utiliza un diámetro interior de 2 m.
- Pozos para conexiones oblicuas.- el empleo de estos pozos evita la construcción de cajas de visita sobre el colector, son idénticos en forma y dimensiones a los comunes.
- Pozos caja de visita.- son utilizados para tuberías de 152 cm de diámetro. , lo constituyen un conjunto de caja de concreto reforzado y una chimenea de tabique.
- Pozos de caída.- se utilizan en cambios bruscos de nivel, se instalan entre tramos en las que por efecto de la topografía los tubos tendrían pendientes que ocasionarían velocidades más altas que las permitidas y gastos de excavación excesivos que harían más costosa la obra.

Además de las estructuras antes mencionada podemos encontrar las siguientes:

- Estructuras de vertido
- Sifones invertidos
- Cruces elevados
- Estaciones de bombeo para aguas residuales
- Plantas de tratamiento para aguas residuales

---

---

## 3.2 Tipo de sistema

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan, así:

- Alcantarillado sanitario.- Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- Alcantarillado pluvial.- Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- Alcantarillado combinado.- Es un sistema que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas de lluvias.

Los sistemas de alcantarillado moderno son por lo común separados. Las excepciones a esta regla se encuentran en algunas ciudades grandes y antiguas donde el sistema combinado fue construido en el pasado y donde nuevas adiciones siguieron a las existentes en la práctica. En muchos casos, estas comunidades se poblaron densamente y tuvieron construcciones de alcantarillas pluviales antes de la necesidad de alcantarillas sanitarias.

El tipo de alcantarillado que ha de usarse depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Por ejemplo, en algunas localidades pequeñas, con determinadas condiciones topográficas, se podría pensar en un sistema de alcantarillado sanitario inicial, hasta que el problema de las aguas de lluvias sea de alguna consideración, mientras, estas aguas pueden ser manipuladas mediante el flujo por calles y cunetas hacia los cursos naturales de agua.

El unir las aguas residuales con las aguas de lluvias, es decir un alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que este caudal combinado es muy variable en cantidad y calidad, lo cual genera perjuicios en los procesos de tratamiento. Se debe procurar, entonces, hasta donde sea posible, una solución separada al problema de la conducción de aguas residuales y agua de lluvias.



---

---

## Disposición de la red de alcantarillado

No existe una regla general para la disposición de la red de alcantarillado, ya que se debe ajustar a las condiciones físicas de cada población. A continuación se presentan algunos esquemas que pueden ser utilizados como guías.

### 1. Sistema perpendicular sin interceptor

El sistema perpendicular sin interceptor es un sistema adecuado para un alcantarillado pluvial, ya que sus aguas pueden ser vertidas a una corriente superficial en cercanías de la población sin que haya riesgos para la salud humana ni deterioro de la calidad del cuerpo receptor.

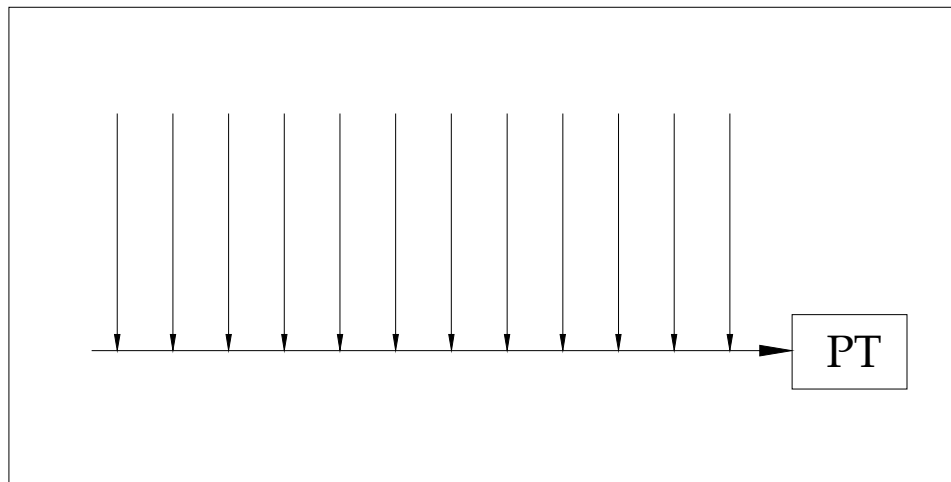


Figura 3.1 Sistema perpendicular sin interceptor

### 2. Sistema perpendicular con interceptor

El sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor es utilizado para alcantarillado sanitario. El interceptor recoge el caudal de aguas residuales de la red y lo transporta a una planta de tratamiento de aguas residuales o vierte el caudal a la corriente superficial aguas debajo de la población para evitar riesgos en la salud humana.

### 3. Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero

Este sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero, es adecuado para alcantarillados combinados, ya que el aliviadero permitirá reducir la carga hidráulica pico, producida en el caso de una precipitación, que llegaría a la

---

---

planta de tratamiento de aguas residuales. El caudal excedente de la precipitación es vertido por medio del aliviadero a la corriente superficial en cercanía de la población sin riesgo para la salud humana, debido a la dilución del caudal de aguas residuales.

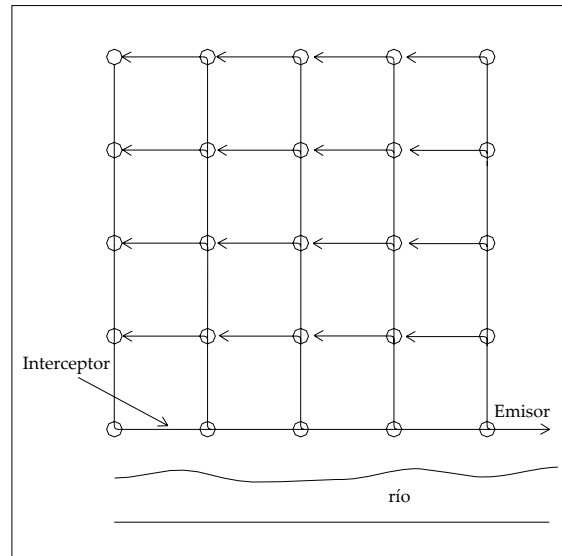


Figura 3.2 Sistema perpendicular con interceptor

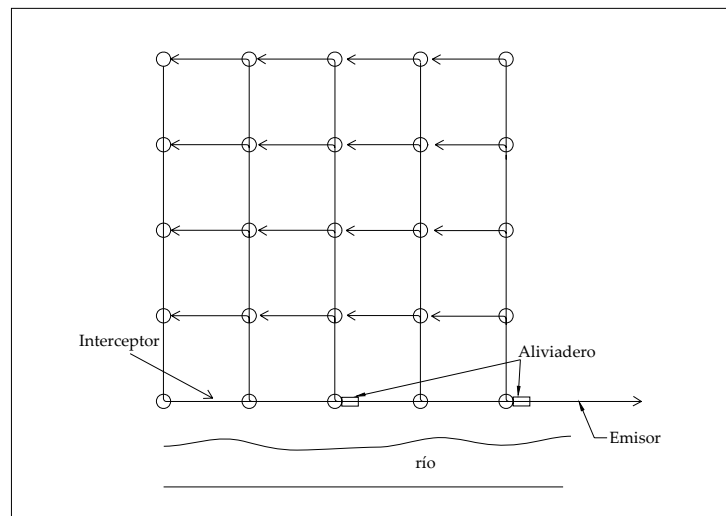


Figura 3.3 Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero

#### 4. Sistema de abanico

Dadas unas condiciones topográficas especiales, puede adoptarse el esquema en abanico con interceptor, sin interceptor o con aliviadero, según sea el tipo de alcantarillado.

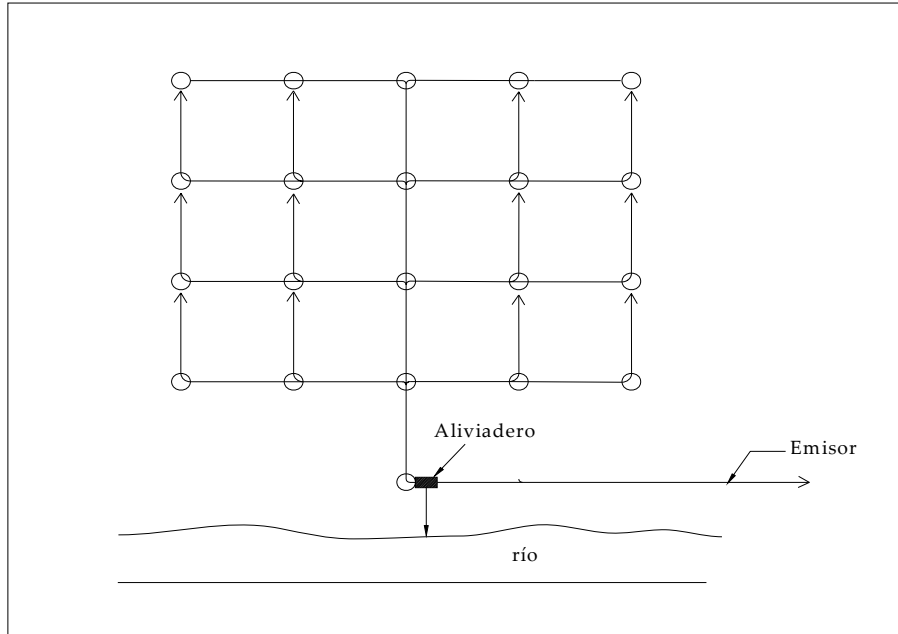


Figura 3.4 Sistema en abanico

## 5. Sistema radial

En este sistema, las aguas residuales fluyen hacia fuera desde la zona central de la localidad hacia las tuberías principales. Las líneas son relativamente pequeñas pero puede multiplicarse el número de obras de tratamiento.

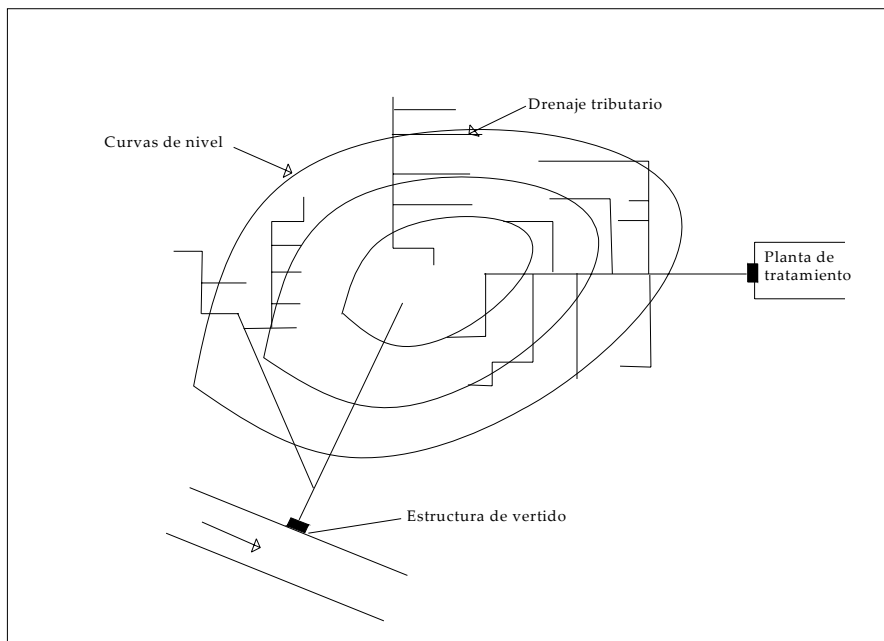


Figura 3.5 Sistema radial

---

---

## Modelos de configuración de atarjeas

Elegido el patrón o plan general que se considere más adecuado para la zona en estudio, el paso siguiente es trazar el sistema de atarjeas o tuberías que colectarán las descargas de cada domicilio. El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle.

Cuando las calles no estén bien definidas o alineadas, deberá procurarse que la atarjea quede a igual distancia de cada domicilio, pero evitando cambios de dirección en distancias cortas pues ello obliga a que en cada cambio de dirección se construya un pozo de visita lo cual incrementa el costo de construcción del sistema además de que hidráulicamente es inconveniente por las constantes pérdidas de energía que se ocasionan.

Los trazos más usuales de atarjeas se pueden agrupar en los siguientes tipos:

a) Trazo en bayoneta

Se denomina así al trazo que iniciando en una “cabeza de atarjea” tiene un desarrollo en zig-zag o en escalera con deflexión horizontal o caída vertical en cada cruce de calle o en cada pozo de visita hasta su entronque con el subcolector o colector donde se haga su aportación.

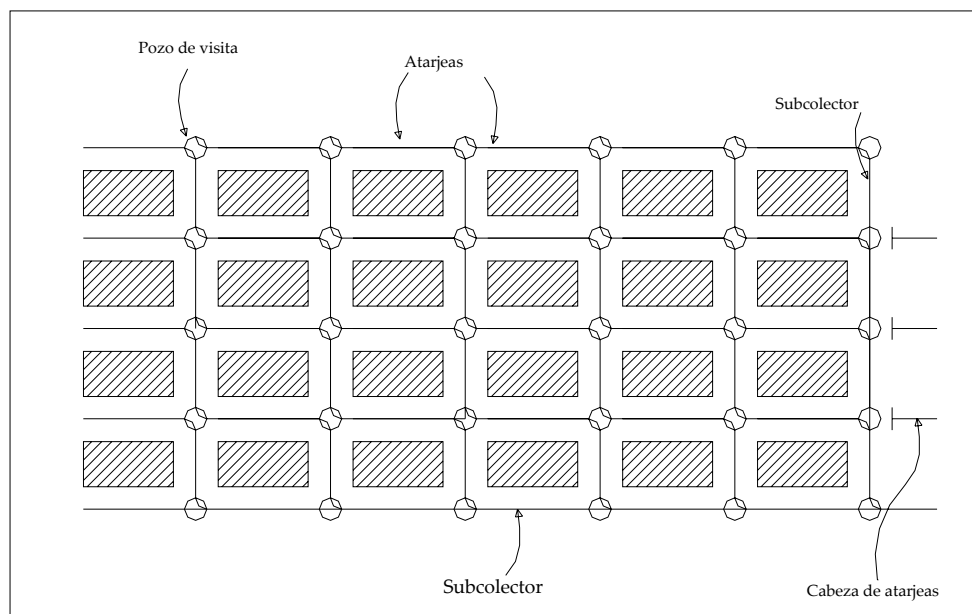


Figura 3.6 Trazo en bayoneta

---

---

El sistema de alcantarillado en bayoneta es apropiado para alcantarillados sanitarios en donde existan terrenos muy planos y velocidades muy bajas.

b) Trazo en peine

Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, aunque esto no es necesario, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro perpendicular a ellas, misma que a su vez descarga en otro conducto mayor.

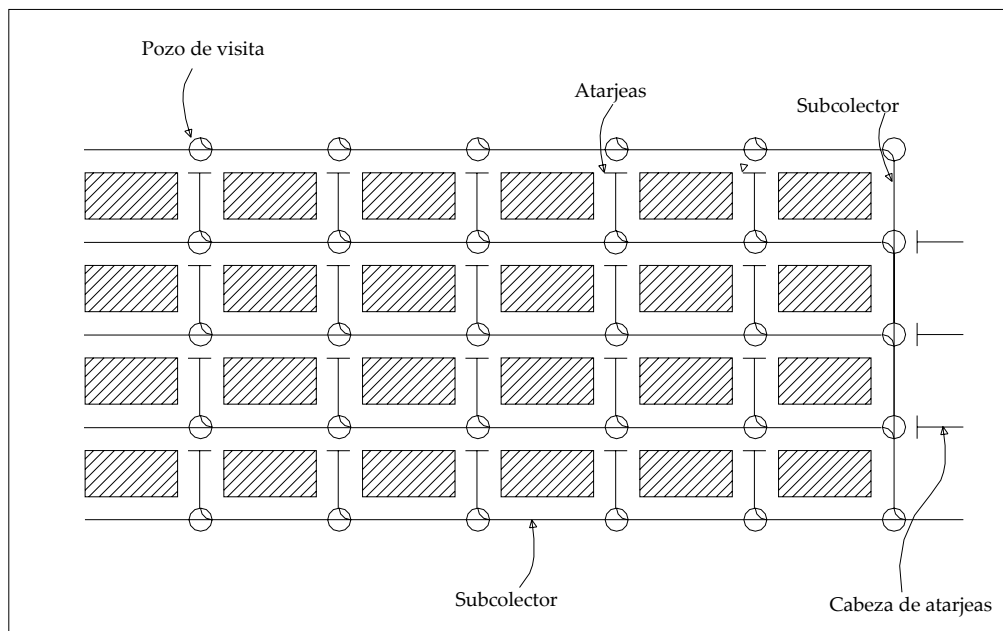


Figura 3.7 Trazo en peine

c) Trazo combinado

El trazo combinado es precisamente una combinación de los dos trazos mencionados anteriormente y aún más, de trazos no definidos obligados por los accidentes topográficos, existiendo en este caso un gran número de cambios de dirección tanto verticales como horizontales que requieren de estructuras diversas, en especial de pozos de visita y registros, así como de cárcamos de bombeo y sifones invertidos.

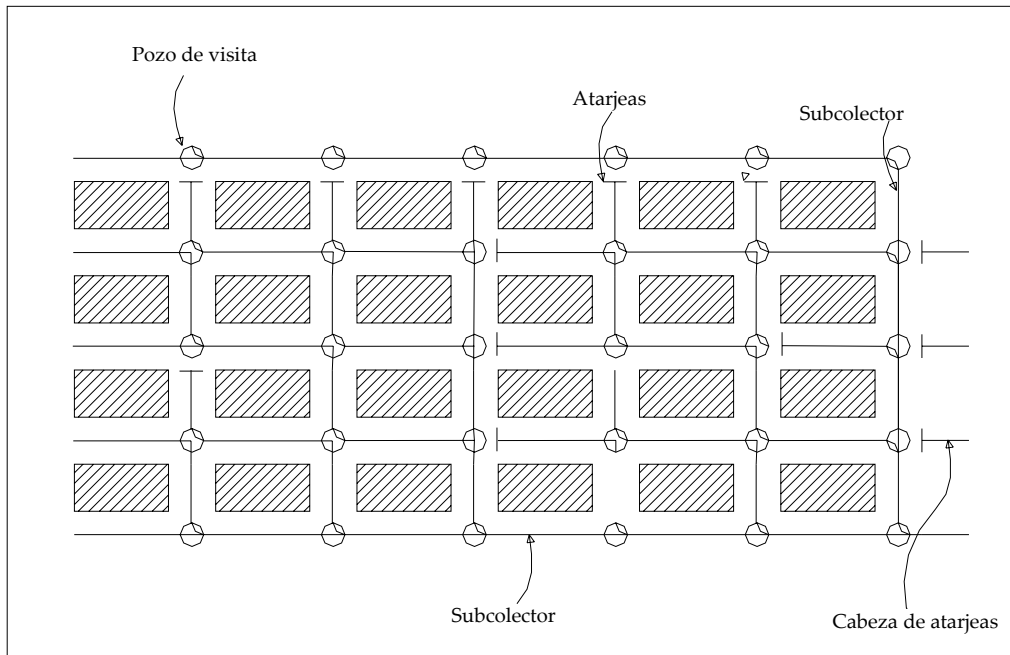


Figura 3.8 Trazo combinado

Dados los lineamientos necesarios para elegir el patrón o modelo del sistema de alcantarillado y la configuración de atarjeas, la elección del sistema más adecuado para nuestro proyecto es el sistema perpendicular con interceptores y el modelo de configuración de atarjeas es el trazo de la red en peine. Esta elección fue consecuencia del análisis de la topografía y la distribución de las calles de la localidad.

### 3.3 Trazo general de la red y punto de desagüe

El trazo de las líneas principales del sistema de alcantarillado fue elegido entre los diferentes arreglos mencionados anteriormente. En nuestro caso; el tipo de trazo seleccionado es el perpendicular o transversal, la elección se hizo de acuerdo a la configuración del terreno, la pendiente natural, lo poco accidentado del lugar y la distribución domiciliaría ya existente, además de encontrar un cause aguas abajo de la comunidad que permite el desalojo del agua drenada, respaldaron nuestra decisión de éste tipo de trazo.

El trazo general de la red de alcantarillado sanitario de la comunidad del Dexthí se muestra en la siguiente figura:

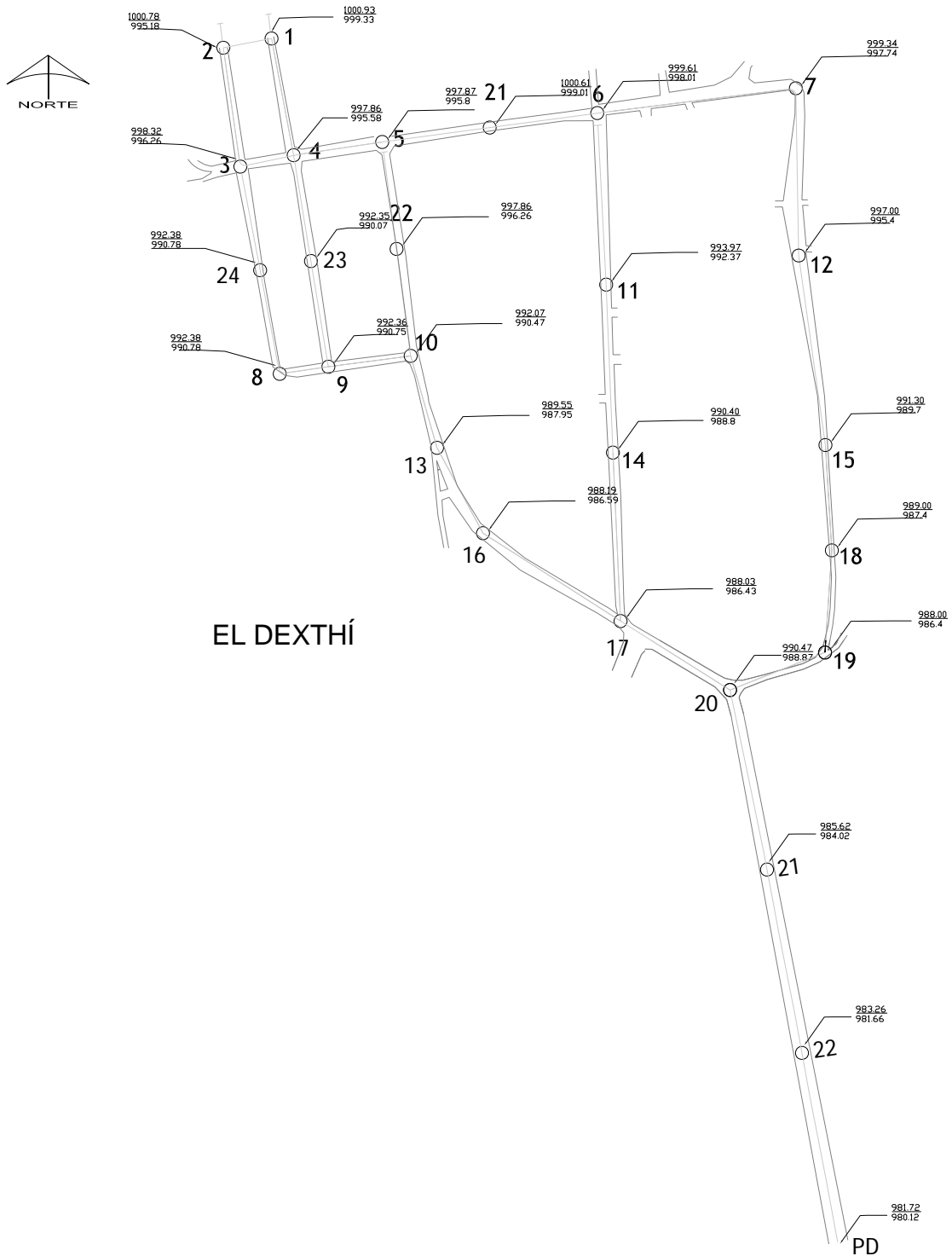


Figura 3.9 Trazo general de la red

---

---

Una vez que se han trazado las líneas principales de la red, se definen las atarjeas, colector, subcolector y emisor. Su localización estará de acuerdo con la planeación general de la red y se proyectarán desde los límites de la zona por sanear, siguiendo el recorrido más adecuado y rápido.

### **3.4 Diseño de la red de atarjeas**

El diseño hidráulico de la red de atarjeas se realizó tramo por tramo, iniciando en las cabezas de atarjeas y entre pozos de visita.

Para determinar los gastos de diseño de un tramo de la red, se determinó la longitud de cada tramo, la densidad de población y la aportación de agua residual.

Una vez calculados los gastos de diseño, de la red de atarjeas, se selecciona el material, diámetro, pendiente y elevaciones de plantilla de las tuberías, tramo por tramo, revisando el funcionamiento hidráulico de cada tramo bajo dos condiciones: a gasto mínimo y a gasto máximo extraordinario.

La selección del diámetro se hará aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre, no deberá ser menor al diámetro del tramo anterior y deberá satisfacer todas las limitantes expresadas anteriormente.

Para el diseño de la red de atarjeas deben considerarse las siguientes especificaciones de diseño permisibles para una red de alcantarillado.

#### **3.4.1 Variables hidráulicas**

##### **Diámetros mínimos para atarjeas y descargas domiciliarias**

La experiencia acumulada en la conservación de las redes de alcantarillado ha demostrado universalmente que el diámetro mínimo que debe tener las atarjeas es de 20 cm y las descargas domiciliarias de 15cm.

##### **Pendientes permisibles**

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la erosión de las tuberías.

Las pendientes de las tuberías, deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y tirantes mínimos.



En los casos especiales en donde la pendiente del terreno sea muy fuerte, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías que permitan velocidades altas, y se debe hacer un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener solo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 3 m/s.

La pendiente mínima permisible se considera aquella necesaria para tener una velocidad de 0.30 m/s con un gasto de 1 lps y un tirante mínimo de 1.5 cm.

### Velocidades permisibles

En el diseño hidráulico de un alcantarillado lo ideal es tener excavaciones mínimas y no requerir de la utilización de equipo de bombeo, pero esto no siempre se puede lograr debido a las características topográficas de cada región. De aquí, se desprende que en el estudio de la solución óptima sea necesario tener en consideración los límites permisibles para velocidades de conducción con el objeto de asegurar el buen funcionamiento de la tubería y de las estructuras del sistema. Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por características del material del conducto y la magnitud de los fenómenos transitorios. Existen límites tanto inferiores como superiores. *La velocidad mínima* de escurrimiento se fija, para evitar la sedimentación de partículas que arrastra el agua provocando azolves y taponamientos. *La velocidad máxima* será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes de las tuberías y estructuras.

Cuadro 3.1 Velocidades Máxima y Mínima permisible en tuberías

Material de la tubería	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto simple	3.00	0.30
Concreto reforzado	3.50	0.30
Acero	5.00	0.30
Fibrocemento	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	5.00	0.30

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

Cuadro 3.2 Gastos mínimos para distintos diámetros y número de descargas

Diámetro (cm)	No. Descargas Simultáneas	Excusado de 18 litros		Excusado de 6 litros	
		Aportación por descarga	Gasto mínimo de aguas residuales	Aportación por descarga	Gasto mínimo de aguas residuales
20	1	1.5	1.5	1	1
25	1	1.5	1.5	1	1
30	2	1.5	3	1	2
38	2	1.5	3	1	2
45	3	1.5	4.5	1	3
61	5	1.5	7.5	1	5
76	8	1.5	12	1	8
91	12	1.5	18	1	12

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

*Nota:* En el cuadro se muestran valores del gasto mínimo que también pueden ser usados en el diseño de atarjeas. Se observa que el límite inferior es de 1.5 l/s, lo que significa que en los tramos iniciales de la red de alcantarillado, cuando resultan valores de gasto mínimo menor a 1.5 l/s, se debe usar este valor en el diseño.

### 3.4.2 Colchón mínimo

Recibe este nombre la capa de tierra que cubre del lomo de la tubería para protegerla de los efectos de las cargas vivas. Los colchones mínimos podrán modificarse en casos especiales, los principales factores que intervienen para modificar el colchón son: material de tubería, tipo de terreno y las cargas vivas probables.

Cuadro 3.3 Colchón mínimo

Diámetro nominal del tubo (cm)	Colchón mínimo (m)
Hasta 45	0.9
Mayor de 45 a 122	1
Mayor de 122 a 183	1.3
Mayor de 183	1.5

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

---

---

### **3.4.3 Tirante mínimo a velocidades mínima y máxima**

El tirante mínimo cuando la velocidad mínima permisible sea de 0.3 m/s, será igual o mayor de 1.50 cm, para que pueda arrastrar las partículas en suspensión. Cuando la velocidad sea la máxima permisible de 3.00 m/s (aguas negras o en caso de pendientes fuertes), el tirante mínimo deberá ser igual o mayor a 1.00 cm.

### **3.4.4 Profundidad mínima y máxima recomendable para la instalación de tuberías**

La profundidad a la cual se debe instalar las tuberías de alcantarillado obedece a tres factores principales:

- Se debe cumplir con el colchón mínimo especificado.
- Se debe evitar al máximo el topetear las tuberías de alcantarillado con otras tuberías (agua potable, gas, electricidad, etc.), para evitar problemas constructivos.
- Se debe asegurar una correcta conexión de las descargas domiciliarias, con la observación de que el albañal exterior tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 1% y que el registro interior más próximo tenga una profundidad mínima de 60cm.

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno en que quedará alojado el conducto y variara en función de las características particulares de la resistencia a la compresión o rigidez de la tubería, haciendo el análisis respectivo en que se tomará en cuenta el peso volumétrico del material de relleno, las posibles cargas vivas y el factor de carga proporcionado por la plantilla a usar.

En el caso de atarjeas, la profundidad se debe determinar con un estudio económico comparativo entre costo de instalación del conjunto principal con sus albañales respectivos; no obstante, la experiencia ha demostrado que entre 3.00 y 4.00 metros de profundidad, el conducto principal puede recibir directamente los albañales de las descargas y que a profundidades mayores, resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.

Cuadro 3.4 Profundidad mínima teórica y recomendable de instalación para tuberías de alcantarillado

<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Profundidad teórica (m)</b>	<b>Profundidad recomendable (m)</b>
20	1.52	1.55
25	1.57	1.60
30	1.62	1.65
38	1.70	1.70
45	1.77	1.80
61	1.93	1.95
76	2.08	2.10
91	2.23	2.25
107	2.39	2.40
122	2.54	2.55

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

#### Diferencia de elevaciones de plantilla entre media caña y cabeza de atarjea

La diferencia de elevaciones de plantilla entre media caña y cabeza de atarjea debe ser cuando menos de un diámetro (el que lleva la media caña), con el fin de que el flujo de agua no se bifurque entre una y otra.

Además de tener libertad para limpiar el tramo desde la cabeza de atarjea hasta el siguiente pozo de visita.

#### Diferencia de elevaciones de plantilla entre dos medias cañas

La diferencia de plantillas entre dos medias cañas en un pozo de visita no debe ser mayor de 40cm, con el fin de que una persona pueda tener maniobrabilidad dentro de él.

---

---

### 3.4.5 Separación máxima entre pozos de visita

Con el fin de mantener una adecuada ventilación de la red de alcantarillado y facilitar las maniobras de limpieza e inspección, la distancia máxima entre pozos de visita comunes, especiales y cajas de visita deberá de ser, de acuerdo con los diámetros de tubería, las siguientes:

Cuadro 3.5  
Separación máxima entre pozos de visita

Diámetros (cm)	Separación (m)
20 a 61	125
76 a 122	150
150 a 244	175

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

### 3.4.6 Ancho de zanja

Todas las tuberías se instalarán en condición de zanja con paredes verticales, como mínimo hasta el lomo del tubo y con un ancho de acuerdo con lo especificado por la teoría de Marston, como se muestra a continuación:

$$W = DWE^2 \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

donde:

W = Peso volumétrico

B = Ancho de zanja

E = Coeficiente que depende de la relación h/b

En general los anchos de zanja serán: Para tuberías de 20 a 76 cm, el diámetro exterior más 41 cm. Para tuberías de 91 a 244 cm, el diámetro exterior más 61 cm.

Cuadro 3.6 Ancho de zanja recomendados para tuberías de alcantarillado

Diámetro interior tubo (cm)	Ancho de Zanja "B" (cm)	Espesor de la plantilla (cm)
20	75	10
25	80	10
30	85	10
38	90	10
45	110	10
61	130	13
76	150	14
91	170	15
107	190	17
122	210	20
152	250	23
183	280	27
213	320	30
244	350	34

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

Notas:

1. Las tuberías que se instalen serán de juntas de macho y campana hasta 45cm de diámetro y para diámetros mayores de espiga y caja.
2. El colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser de 90cm, excepto en los sitios en que por razones especiales se indiquen en los planos otros valores.
3. La profundidad mínima de la zanja será la que se obtenga sumando al colchón mínimo el diámetro exterior de la tubería y el espesor de la plantilla.
4. En todas las juntas se excavarán conchas para facilitar el junteo de los tubos de macho y campana y la inspección de éstas.

- 
- 
5. Es indispensables que a la altura del lomo del tubo, la zanja tenga realmente como máximo el ancho indicado, pero a partir de ese punto, puede dárseles a sus paredes el talud que se haga necesario para evitar el empleo de ademe.

### 3.4.7 Plantillas o camas

Con el fin de que las tuberías al instalarse en las zanjas se mantengan en una posición estable y tengan un asiento correcto en toda su longitud, se construirá una plantilla o cama, en la cual ira asentada la tubería. La plantilla puede ser de clase A formada con arena húmeda compactada, ya que produce efectos comparables al del concreto simple; y plantillas clase B usada en el tendido de todas las tuberías.

#### Plantilla Clase "A"

En este método de encamado, la parte exterior e inferior de la tubería debe apoyarse en concreto simple, cuyo espesor mínimo en la parte más baja del tubo, debe ser de un cuarto del diámetro interior de la tubería. El concreto se extiende hacia arriba, por ambos lados de la tubería, hasta una altura que puede ser mayor que el diámetro exterior pero no menor de un cuarto de éste.

Se clasifica también como clase "A" a la cama de arena húmeda compactada, ya que produce efectos comparables al de concreto simple.

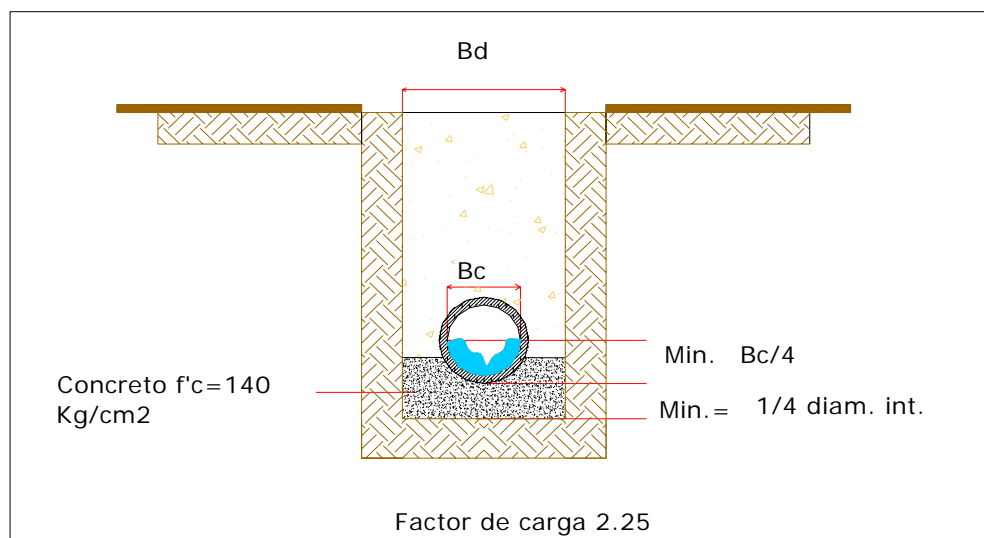


Figura 3.10 Cama clase "a"

---

---

## Plantilla Clase "B"

En este tipo de encarnado la tubería se apoya en un piso de material fino (tipo A y/o B), colocado sobre el fondo de la zanja, al cual se le ha dado previamente la forma cóncava adecuada para recibir la parte inferior de la tubería, en un ancho de cuando menos 60% de su diámetro exterior. El espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería será de 5 cm. Este encarnado será el considerado para el tendido de la tubería del proyecto.

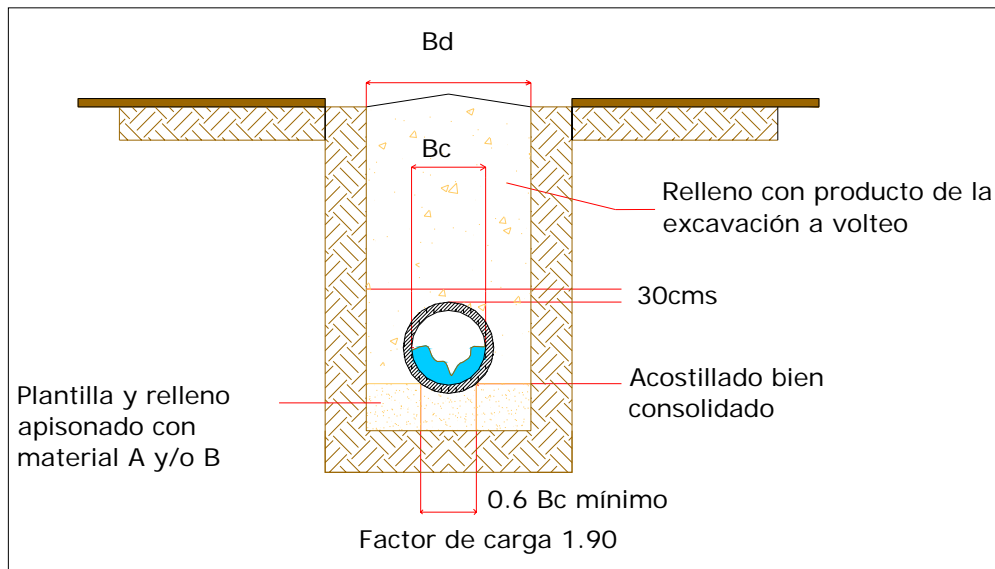


Figura 3.11 Cama clase "b"

### 3.4.8 Cálculo hidráulico de la red

En el diseño hidráulico de la red de alcantarillado, consideramos que las aportaciones a la red son variables, por lo tanto las variables hidráulicas que deben de estar dentro de los rangos permisibles son la velocidad a gasto mínimo, la velocidad a gasto máximo extraordinario, el tirante a gasto mínimo y el tirante a gasto máximo extraordinario.

Los gastos de diseño y la velocidad a tubo lleno, estarán dados por las siguientes expresiones:



---

---

De la fórmula de Manning aplicada a tubos tenemos:

$$v = \frac{1}{n} \times Rh^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

$$Rh = \frac{D}{4} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

En donde:

$v$  = Velocidad del flujo ( m/s )

$n$  = Coeficiente de rugosidad ( adim )

$S$  = Pendiente del tubo ( m/m )

$Rh$  = Radio hidráulico ( m )

y la ecuación general

$$Q = Av \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

$Q$  = Gasto en (  $m^3/s$  )

$v$  = Velocidad del flujo ( m/s )

$A$  = Área del tubo (  $m^2$  )

Sustituyendo la ecuación 3.2, 3.3 y 3.5 en 3.4 tenemos

$$Q = \frac{1}{n} \times \left( \frac{D}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}} \times \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

Donde:

$Q$  = Gasto en (  $m^3/s$  )

$n$  = Coeficiente de rugosidad ( adim )

$s$  = Pendiente del tubo ( m/m )

$D$  = Diámetro del tubo ( m )

Las velocidades reales máxima y mínima se determinan en función de las relaciones  $Q_{maxext.}/Q_{TLL}$  y  $V_{máx}/V_{TLL}$ , utilizando el nomograma Manning (figura 3.12).

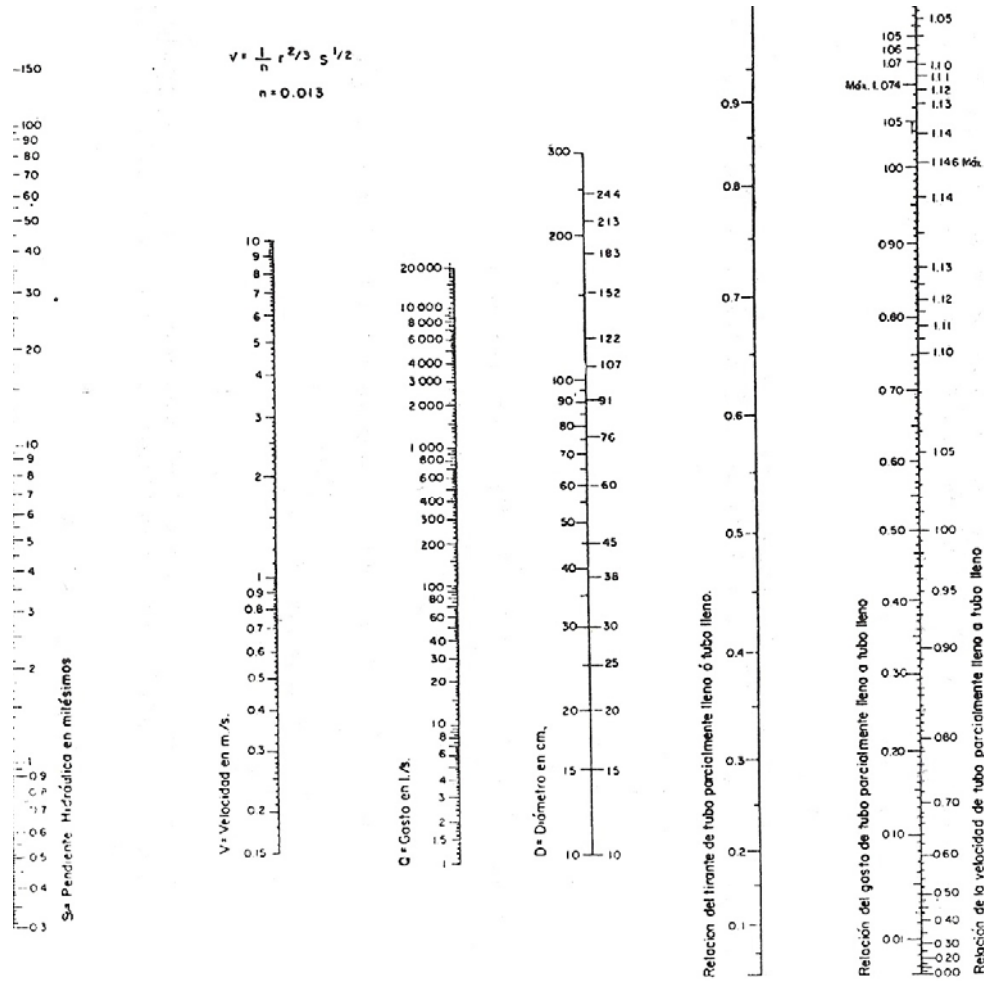


Figura 3.12 Nomograma de Manning

*Para el análisis hidráulico de la red se utilizaron tablas de cálculo que permitieron manipular con mayor confiabilidad la cantidad de datos recabados a partir del levantamiento topográfico (ver Anexo: Tablas de cálculo, tabla 2), sin embargo, es necesario mostrar el proceso de análisis individual que será claro para el primer tramo, del punto 1 al punto 2.*

---

---

Datos de la línea 1-2:

Longitud del tramo: 29.67 m

Longitud tributaria: 0

Longitud acumulada: 29.67 m

Densidad de población: 0.384 hab/m

Población en el tramo: 11 hab.

### **Cálculo de los gastos de proyecto**

$$Q_{med} = \frac{148 \times 11}{86400} = 0.0188 \text{ l/s}$$

$$Q_{min} = 0.0094 \text{ l/s}$$

Por norma el gasto mínimo no puede ser menor de 1.5 l/s, por lo que se considerara este valor como gasto mínimo.

$$Q_{min} = 1.5 \text{ l/s}$$

Por otra parte el gasto mínimo no puede ser mayor que el gasto medio, de esta forma se considera igual al mínimo.

$$Q_{med} = 1.5 \text{ l/s}$$

Recordando la consideración de que el coeficiente de Harmon en tramos con una población acumulada menor a los 1,000 habitantes es constante e igual a 3.8, se tiene que el gasto máximo instantáneo es:

$$Q_{max. Inst.} = 3.8 \times 1.5 = 5.7 \text{ l/s}$$

Y en consecuencia el gato máximo extraordinario es el siguiente:

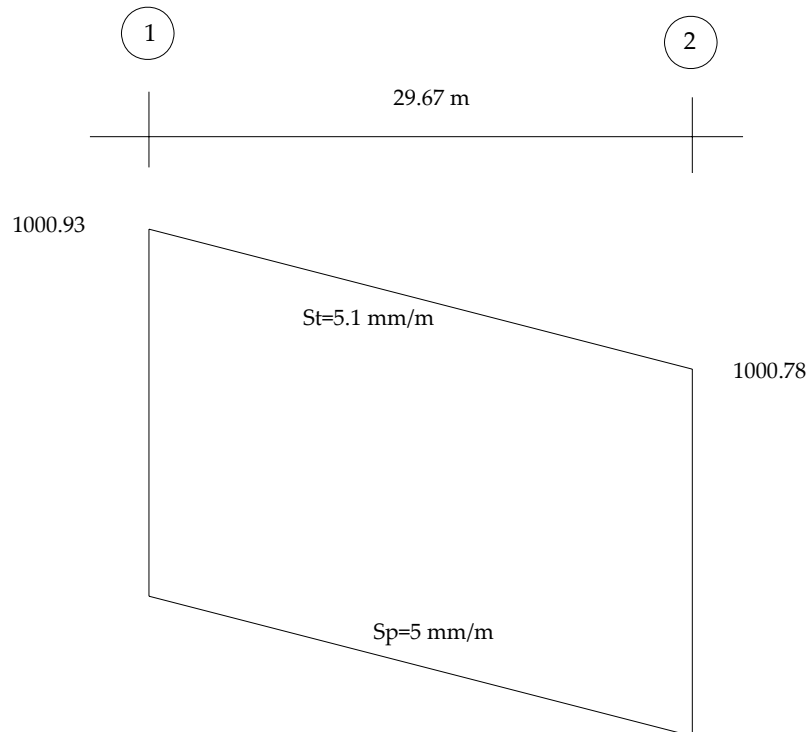
$$Q_{max.ext} = 5.7 \times 1.5 = 8.55 \text{ l/s}$$

---

---

## Cálculo del gasto y la velocidad a tubo lleno con pendiente y diámetro propuesto

Una vez calculados los diferentes gastos se procede a calcular las velocidades, considerando un diámetro propuesto. Las pendientes se muestran en la siguiente figura:



Normalmente las pendientes de plantilla propuesta, se expresan en enteros, debido a que en la práctica es difícil dar en el campo pendiente con aproximaciones a la décima.

Por tratarse de un tramo inicial se propone el diámetro mínimo, que desde el punto de vista operacional y de conservación, para evitar las obstrucciones, es de 20 cm.

### Cálculo de Velocidad y Gasto a tubo lleno

Para el cálculo de las variables hidráulicas permisibles a tubo lleno, se emplean las fórmulas para el diseño antes descritas siguiendo la metodología siguiente:

---

---

Datos:

Material: concreto simple

n de Manning = 0.013

$\phi$  interno del tubo = 20 cm = 0.20 m

Pendiente real = 5 mm = (0.005 m/m)

La velocidad a tubo lleno es:

$$V_{TLL} = \frac{1}{0.013} \times \left( \frac{0.20}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times (0.005)^{\frac{1}{2}} = 0.75 \text{ m/s}$$

y el gasto a tubo lleno.

$$Q_{TLL} = \frac{\pi \times (0.20)^2}{4} \times 0.75 \times 1000 = 23.44 \text{ lps}$$

### Cálculo de velocidades reales

Las velocidades reales máxima y mínima se determinan en función de las relaciones  $Q_{\text{máx. ext.}}/Q_{TLL}$  y  $V_{\text{máx.}}/V_{TLL}$ .

El cálculo de velocidad máxima es el siguiente:

$$\frac{Q_{\text{máx. ext.}}}{Q_{TLL}} = \frac{8.55 \text{ lps}}{23.44 \text{ lps}} = 0.36$$

Obteniendo este valor se consulta la Relación del grado de llenado con el nomograma de Manning, gasto ( $Q_{\text{máx. ext.}}/Q_{TLL}$ ) y velocidad ( $V_{\text{máx.}}/V_{TLL}$ ).

$$\frac{V_{\text{máx.}}}{V_{TLL}} = 0.92$$

Con este valor se puede determinar la velocidad máxima de la siguiente manera:

$V_{\text{máx.}} = 0.92 \times V_{TLL} = 0.92 \times 0.75 = 0.690 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 3 \text{ m/s}$  (dentro del rango permisible ver cuadro 3.1)

---

---

Para el cálculo de la velocidad mínima el procedimiento es similar al de la velocidad máxima:

$$\frac{Q_{\min.}}{Q_{TLL}} = \frac{1.5lps}{23.44lps} = 0.064$$

Utilizando nuevamente nomograma de Manning, gasto ( $Q_{max \ ext.} / Q_{TLL}$ ) y velocidad ( $V_{m\acute{a}x} / V_{TLL}$ ).

$$\frac{V_{\min}}{V_{TLL}} = 0.52$$

Con estos valores se determina la velocidad mínima

$$V_{\min} = 0.52 \times V_{TLL} = 0.52 \times 0.75 = 0.390 \frac{m}{s} > 0.3 \text{ m/s (dentro del rango permisible ver cuadro 3.1)}$$

### **Cálculo de Velocidad a tubo parcialmente lleno**

Los gastos de diseño y la velocidad a tubo parcialmente lleno, se presentan debido a que las aportaciones de agua residual a las atarjeas de la red son sumamente variables, además de considerar que en los ramales iniciales los escurrimientos son menores que en los ramales finales debido a las pocas aportaciones tributarias, que origina que el tubo trabaje parcialmente lleno, la determinación del gasto y velocidad estarán dados por las siguientes expresiones:

Expresiones de los elementos hidráulicos funcionando parcialmente llenos.

Perímetro mojado

$$P = \frac{\pi \times D \times \theta}{360^\circ} \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

---

---

Área mojada

$$a = \frac{D^2}{4} \times \left( \frac{\Pi\theta}{360^\circ} - \frac{\text{Sen } \theta}{2} \right) \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

Radio Hidráulico

$$r_h = \left( \frac{1/4 - 45^\circ \text{Sen } \theta}{\Pi\theta} \right) \times D \quad (\text{Ecuación 3.9})$$

Donde:

$$\theta = 2\text{Cos}^{-1} \left( 1 - 2t / D \right) \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

t = Tirante de la corriente

D = Diámetro de la sección circular considerada

A partir de la ecuación de Manning puede determinarse la variación de la velocidad y gasto, ya que ésta permite relacionar cada elemento hidráulico de la sección parcialmente llena, con el elemento correspondiente a la sección totalmente llena, haciéndola depender únicamente de una relación de tirante-diámetro de la tubería, de la siguiente manera:

$$\frac{V_{TPLL}}{V_{TLL}} = \frac{N \times r \ h^{2/3}}{n \times R \ h^{2/3}} \quad (\text{Ecuación 3.11})$$

Para la velocidad a tubo parcialmente lleno

$$\frac{V_{TPLL}}{V_{TLL}} = \frac{N}{n} \times (4r'h)^{2/3} \quad (\text{Ecuación 3.12})$$

Donde:

$$r'h = 0.25 - 14.3239 \frac{\text{Sen } \theta}{\theta}$$

---



---

Para el gasto, la relación es la siguiente

$$\frac{q_{TPLL}}{Q_{TLL}} = \frac{a \times v}{A \times V} \quad (\text{Ecuación 3.13})$$

Donde:

$$a = \frac{\theta - \text{Sen}\theta}{360^\circ \cdot 2\Pi} \quad (\text{Ecuación 3.14})$$

Sustituyendo las ecuaciones 3.12 y 3.14 en 3.13

$$\frac{q_{TPLL}}{Q_{TLL}} = \frac{(\theta - \text{Sen}\theta)}{360^\circ \cdot 2\Pi} \times \frac{N}{n} \times (4r' h)^{2/3} \quad (\text{Ecuación 3.15})$$

Para fines prácticos comúnmente se considera  $N/n = 1$

$$\frac{q_{TPLL}}{Q_{TLL}} = \frac{(\theta - \text{Sen}\theta)}{360^\circ \cdot 2\Pi} \times \frac{V_{TPLL}}{V_{TLL}} \quad (\text{Ecuación 3.16})$$

Despejando  $\frac{V_{TPLL}}{V_{TLL}}$  de la ecuación anterior tenemos que

$$\frac{V_{TPLL}}{V_{TLL}} = \frac{1}{(\Pi / 360^\circ) - (\text{Sen } \theta / 2 \Pi)} \times \frac{q_{TPLL}}{Q_{TLL}} \quad (\text{Ecuación 3.17})$$

La anterior expresión permite calcular las velocidades mínima y máxima para los gastos mínimo y máximo, el problema de determinar dichas velocidades es conocer el ángulo  $\theta$  que esta en función de la relación  $t/D$ .

Tabulando la ecuación 3.17 en función del ángulo  $\theta$  y tomando distintos valores de  $t/D$  se obtiene el cuadro 3.7



Cuadro 3.7 Relación q/Q para determinar velocidades en tubo parcialmente lleno

t/D	$\Theta$	r 'h	q/Q	$\frac{A}{A}$	$\underline{v} = (4 r 'h)^{2/3}$
				A	V
0.0100	22.9567	0.0298	0.0018	131.3586	0.2422
0.0500	51.6839	0.0326	0.0048	53.4759	0.2569
0.1000	73.7398	0.0635	0.0209	19.2160	0.4012
0.15	91.1460	0.0929	0.0486	10.6315	0.5168
0.2000	106.2602	0.1206	0.0876	7.0235	0.6151
0.2500	120.0000	0.1466	0.13698	5.1151	0.7007
0.3000	132.8436	0.1709	0.1958	3.9632	0.7761
0.3500	145.0848	0.1935	0.2629	3.2060	0.8430
0.4000	156.9261	0.2142	0.3370	2.6772	0.9022
0.4500	168.5217	0.2331	0.4165	2.2913	0.9544
0.5000	180.0000	0.2500	0.5000	2.0000	1.0000
0.5500	191.4783	0.2649	0.5857	1.7776	1.0393
0.6000	203.0739	0.2776	0.6718	1.5962	1.0724
0.6500	214.9152	0.2881	0.7564	1.4533	1.0993
0.7000	227.1564	0.2962	0.8372	1.3375	1.1198
0.7500	240.0000	0.3017	0.91188	1.2430	1.1335
0.8000	253.7398	0.3042	0.9775	1.1660	1.1397
(* )0.813	257.5112	0.3043	0.9926	1.1485	1.1400
0.8500	268.8540	0.3033	1.0304	1.1038	1.1374
0.9000	286.2602	0.2980	1.06580	1.0549	1.1243
0.9500	308.3161	0.2865	1.0745	1.0190	1.0950
1.00	360.0000	0.2500	1.0000	1.0000	1.0000

Fuente: Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, 2000

(\* ) El valor de 0.813 representa el máximo valor de la velocidad.

A partir de esta tabla y el nomograma de la figura 3.12 nosotros establecimos la velocidad mínima y máxima a tubo parcialmente lleno.

---

---

## Análisis para el tramo 1-2

Para el análisis se utilizaron tablas de cálculo que permitieron manipular con mayor confiabilidad la cantidad de datos recabados (ver Anexo: Tablas de cálculo, tabla 3), sin embargo es necesario mostrar el proceso de análisis individual que será claro para el primer tramo comprendido del punto 1-2.

Datos de la línea:

Gasto a tubo lleno:  $Q_{TLL} = 0.02331 \text{ m}^3/\text{s}$  ó 23.31 lps

Velocidad a tubo lleno:  $V_{TLL} = 0.75 \text{ m/s}$

Diámetro de tubería:  $D = 20 \text{ cm}$

Del nomograma de la figura 3.12, tenemos que

Con el gasto y diámetro trazamos una línea que cruce ambos puntos hasta llegar a la relación de tirante de tubo parcialmente lleno ( $t/D$ ).

$$t/D = 0.31$$

utilizando la ecuación 3.10

$$\theta = 2\text{Cos}^{-1}(1 - 2(0.31))$$

$$\theta = 135.333^\circ$$

Obteniendo el radio hidráulico para tubo parcialmente lleno con la ecuación 3.9

$$r'_h = 0.25 - 14.3239 \frac{(\text{sen } 135.333^\circ)}{135.333^\circ}$$

$$r'_h = 0.17559$$

Sustituyendo en la ecuación 3.12, considerando  $N/n = 1$  y  $V = 0.75$  tenemos que:

$$v = (4(0.17559))^{2/3} (1) (0.75) \text{ m/s}$$

$v = 0.59 \text{ m/s} > 0.3 \text{ m/s}$  que cumple con la condición de la norma de CNA

---

---

Determinando el gasto a partir de la ecuación 3.8, 3.13 y 3.15 tenemos que:

$$a = (0.2)^2 \frac{(3.1416 \cdot (135.333^\circ)) - \text{sen}(135.333^\circ)}{360^\circ} \cdot 2$$

$$a = 0.0077 \text{ m}^2$$

y utilizando la ecuación 3.15 tenemos que

$$q_{\text{TPLL}} = \frac{(0.0077)}{(0.3141)} \cdot \frac{(0.57)}{(0.74)} \cdot (0.02331)$$

$$q_{\text{TPLL}} = 4.86 \text{ lps}$$

El resultado del análisis para los restantes tramos se encuentra en una tabla de cálculo dentro del anexo de este trabajo.

### ***3.5 Diseño de colectores y emisor***

Debido a que la red de alcantarillado es para una población pequeña, el diseño de colectores no es necesario, ya que los gastos que se presentan pueden ser evacuados sólo con la red de atarjeas.

## 4. ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

### 4.1 Tipos de tratamiento de aguas residuales

Los sistemas de tratamiento de agua residual se dividen frecuentemente en *subsistemas primario, secundario y terciario*. El propósito del tratamiento primario es remover materiales sólidos del influente, el tratamiento secundario consiste generalmente en la conversión biológica de compuestos orgánicos disueltos y coloidales en biomasa, y el objetivo del tratamiento terciario es la remoción adicional de sólidos suspendidos y/o remoción de nutrientes. El cuadro 4.1 presenta la descripción de los niveles de tratamiento.

Cuadro 4.1 Niveles de tratamiento del agua residual

Nivel de tratamiento	Descripción
Preliminar	Remoción de constituyentes del agua residual que puedan causar problemas operacionales o de mantenimiento con los procesos y operaciones de tratamiento, y sistemas auxiliares
Primario	Remoción de parte de los sólidos y materia orgánica suspendidos presentes en el agua residual
Primario avanzado	Remoción intensiva de sólidos suspendidos y materia orgánica presentes en el agua residual, en general llevada a cabo mediante la adición de insumos químicos o filtración
Secundario	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. La desinfección también se incluye dentro del concepto de tratamiento secundario convencional
Secundario con remoción	Remoción de compuestos orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos y nutrientes (nitrógeno o fósforo por separado o en conjunto)
Terciario	Remoción de sólidos suspendidos residuales, en general por filtración en medio granular. La desinfección hace siempre parte del tratamiento terciario, incluyéndose a menudo en esta definición la remoción de nutrientes

Los sistemas de eliminación de sólidos en suspensión que aporta el agua residual son diferentes según el tamaño de la población.

---

---

En núcleos de población inferiores a 500 habitantes, es frecuente el empleo de la fosa séptica o del tanque Imhoff como tratamiento primario. En poblaciones superiores se emplea generalmente la sedimentación primaria u otros sistemas.

En pequeños núcleos es frecuente el empleo de tratamiento primario sencillo, seguido de un sistema de aplicación al terreno subsuperficial, siempre que se cuente con superficie suficiente y las condiciones del terreno lo permitan.

#### **4.1.1 Clasificación de los métodos de tratamiento**

Los constituyentes presentes en el agua residual se remueven por mecanismos de tipo físico, químico y biológico. Los métodos se clasifican por lo general en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios.

En los sistemas de tratamiento se realizan combinaciones de estas operaciones y procesos; los métodos de tratamiento en los cuales predomina la aplicación de fuerzas físicas se conocen como *operaciones físicas unitarias*. Se cuentan como ejemplos de operaciones físicas unitarias la floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.

Los métodos de tratamiento en los cuales la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas se conocen como *procesos químicos unitarios*. Los procesos de precipitación, adsorción y desinfección se catalogan como procesos químicos unitarios.

Los métodos de tratamiento en donde la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica se denominan *procesos biológicos unitarios*. La principal aplicación de los procesos biológicos unitarios es la remoción de constituyentes orgánicos biodegradables de las aguas residuales. Estas sustancias se transforman en gases que escapan a la atmósfera, y en tejido celular biológico que puede ser removido por sedimentación. Los tratamientos biológicos se emplean también para remover nutrientes (nitrógeno y fósforo) de las aguas residuales.

Según el grado de complejidad y tecnología empleada los sistemas de tratamiento se pueden clasificar en tratamientos convencionales y tratamientos para pequeñas poblaciones.

---

---

### *a) Tratamientos Convencionales*

Los procesos de tratamiento convencionales están diseñados para reducir a niveles aceptables los sólidos suspendidos, compuestos orgánicos biodegradables y microorganismos patógenos, antes de la disposición de las aguas residuales. Se emplean en núcleos de población importantes y que producen un efecto notable sobre el receptor. Utiliza tecnologías más complejas al tiempo que fiables, que consumen energía eléctrica de forma considerable y precisan mano de obra especializada. A este tipo de sistemas pertenecen los procesos de biopelícula, los lodos activados y los procesos físico-químicos (coagulación, floculación y decantación).

### *b) Tratamientos para pequeñas poblaciones*

Se emplean en núcleos de población pequeños, edificaciones aisladas de redes de saneamiento. Su principal premisa es la de tener costos de mantenimiento bajos y precisar de mano de obra no calificada. Su grado de tecnificación es muy bajo necesitando poca o nula energía eléctrica. Dentro de estos sistemas se encuentran los de tratamiento en suelo y el lagunaje.

## **4.2 Caracterización del agua residual**

Para conocer las posibilidades de uso de las aguas residuales urbanas su potencial peligrosidad, sus posibles aplicaciones en recuperación de suelos, en reciclado de materias, en recuperación de productos etc.; es preciso conocer con detalle las características de la composición y demás factores que conforman los efluentes, estos varían mucho ante la presencia o ausencia de industrias y ante las costumbres higiénicas de la población objeto de estudio.

### **4.2.1 Características del agua residual**

Las características del agua residual, pueden ser clasificadas como físicas, químicas y biológicas.

#### **Características físicas**

Estas propiedades son adquiridas en su mayor parte, según sea el contenido total de sólidos en sus diferentes variantes de materiales flotantes, sustancias coloidales

---

---

y productos disueltos, además del uso que se le da al agua antes de llegar al sistema de recolección. Las principales características físicas del agua residual son su contenido de sólidos, color, turbiedad, olor, temperatura y conductividad eléctrica.

### **Sólidos**

El agua residual una gran variedad de sólidos que varían desde hilachas hasta materiales coloidales.

Un metro cúbico de agua residual pesa aproximadamente 1,000,000 de gramos. Contiene alrededor de 500 gramos de *sólidos totales*; éstos pueden estar en forma suspendida o en disolución. Los sólidos totales se determinan evaporando un volumen determinado de muestra y pesando el residuo remanente. Los resultados se expresan en mg/l. De los aproximadamente 500 gramos de sólidos totales, la mitad son sólidos disueltos tales como calcio, sodio y compuestos orgánicos solubles. Los 250 gramos restantes son insolubles. La fracción insoluble consiste en aproximadamente 125 gramos de material que puede sedimentarse en 30 minutos si se deja al agua en condiciones de quietud. Los 125 gramos restantes permanecerán en suspensión por mucho tiempo.

Los sólidos volátiles son aquella fracción que se volatiliza a 550°C. La concentración de sólidos volátiles se suele considerar como una medida aproximada del contenido de materia orgánica, o en ciertos casos, de las concentraciones de sólidos biológicos tales como bacterias o protozoos.

Los sólidos fijos o cenizas constituyen una medida aproximada del contenido mineral del agua residual. Los sólidos suspendidos son principalmente de naturaleza orgánica; están formados por algunos de los materiales más objetables contenidos en el agua residual. La mayor parte de los sólidos suspendidos son desechos humanos, desperdicios de alimentos, papel, trapos y células biológicas que forman una masa de sólidos suspendidos en el agua. Incluso las partículas de materiales inertes adsorben sustancias orgánicas en su superficie.

### **Turbiedad**

La turbiedad es una medida de las propiedades de dispersión de la luz de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal. La medición de la turbiedad se realiza por comparación entre la intensidad de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una

---

---

suspensión de referencia bajo las mismas condiciones. Suspensiones de formacina se emplean como patrones primarios de referencia. Los resultados de las mediciones de la turbiedad se dan en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

### **Color**

El color en aguas residuales es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color causado por sólidos suspendidos se llama color aparente mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero.

En forma cualitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual, ya que es indicador de la concentración y composición de los contaminantes que contiene y puede variar del gris al negro, si el color es café claro significa que lleva pocas horas de haber sido descargada, un color gris claro es característico de aguas que han sufrido algún grado de descomposición, si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaerobias (en ausencia de oxígeno). El oscurecimiento del agua residual se da con frecuencia debido a la formación de varios sulfuros, en particular de sulfuro ferroso (FeS).

### **Olor**

El olor de un agua residual fresca es en general inofensivo, pero una gran variedad de compuestos malolientes son liberados cuando se produce la degradación biológica bajo condiciones anaerobias, el principal compuesto de olor indeseable es el sulfuro de hidrógeno (olor a huevo podrido).

Debido al interés de la opinión pública, es necesario un cuidado especial en el diseño de instalaciones de tratamiento de aguas residuales a fin de evitar condiciones que generan la aparición de malos olores.

### **Temperatura**

La temperatura, que se define como la medida de la cantidad de calor contenida en el agua es importante ya que muchos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales incluyen procesos biológicos que dependen de la temperatura. Esta situación plantea grandes problemas ya que usualmente en las aguas residuales la temperatura es mayor que en la de abastecimiento, ya que recibe calor por los usos,



---

---

(oscila entre 10 y 20 °C) facilitando así el desarrollo de una fauna bacteriana y ejerciendo una acción amortiguadora frente a la temperatura ambiente tanto en verano como en invierno, también se ve afectada la velocidad de reacción bioquímica, la transferencia de gases y la vida acuática, por ejemplo al aumentar la temperatura se disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua y aumenta la velocidad de degradación de los compuestos orgánicos.

### **Conductividad eléctrica (CE)**

Como la corriente eléctrica es transportada por iones en solución, el aumento en la concentración de iones provoca un aumento en la conductividad. Por tanto, el valor de la medida de conductividad eléctrica (CE) es usado como un parámetro sustituto de la concentración de sólidos disueltos totales (SDT). En la actualidad el parámetro más importante para determinar la posibilidad de uso de un agua para riego es la CE; es así como la salinidad del agua residual tratada que se desea usar para riego se establece mediante la medición de su CE.

### **Características químicas**

Las propiedades químicas del agua tienen gran importancia debido a que interactúan con las del suelo, variando el valor de cada parámetro. Esto nos obliga a considerar que las modificaciones a provocar en el agua residual tienen que poseer un sentido de equilibrio que evite en cualquier forma que un componente se convierta en factor limitante del crecimiento del sistema natural que queremos aplicar. Las propiedades químicas de las aguas residuales son proporcionadas por componentes que podemos agrupar en dos categorías según su naturaleza: materia orgánica y compuestos inorgánicos.

### **Características Químicas inorgánicas**

Los constituyentes químicos inorgánicos de interés comprenden nutrientes, constituyentes no metálicos, metales y gases. Entre los nutrientes inorgánicos están amoníaco libre, nitrógeno orgánico, fósforo orgánico y fósforo inorgánico. El nitrógeno y el fósforo son de gran importancia, ya que han sido identificados como nutrientes causantes principales del crecimiento indeseable de plantas acuáticas. Otras pruebas, como pH, alcalinidad, cloruros y sulfatos son realizadas para estimar la capacidad de reutilización de aguas residuales tratadas y también como pruebas para el control de varios procesos de tratamiento.

---

---

## pH

La expresión usual para medir la concentración del ion hidrógeno en una solución está en términos del pH, el cual se define como el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrógeno, en otras palabras es la medida de acidez o basicidad del agua. Los valores de pH mayores de 7.5 y menores de 6.5 afectan a los organismos involucrados en el tratamiento de las aguas residuales.

## Alcalinidad

La alcalinidad del agua se define como su grado para neutralizar los ácidos. En aguas residuales; la alcalinidad se debe a la presencia de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio, o de ion amonio. De todos ellos, el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio son los más comunes. Los boratos, silicatos, fosfatos y compuestos similares pueden contribuir también a la alcalinidad; sin embargo, rara vez son significativos, excepto en algunas aguas residuales agrícolas e industriales.

La alcalinidad en las aguas residuales ayuda a regular los cambios de pH causados por la adición de ácidos. Normalmente el agua residual es alcalina, propiedad adquirida de las aguas de abastecimiento, aguas subterráneas y los materiales adicionados-durante los usos domésticos.

## Cloruros

La concentración de cloruros en aguas residuales es un parámetro importante relacionado con su reutilización. Los cloruros en aguas naturales provienen de las rocas y los suelos con los que ellas hacen contacto. En áreas costeras, las concentraciones de cloruros pueden provenir de la intrusión de las aguas salinas y salobres. En las aguas residuales los cloruros son añadidos como consecuencia del uso. Por ejemplo. Las heces humanas aportan aproximadamente 6 g de cloruros por persona por día.

## Sulfatos

El ion sulfato se encuentra en forma natural tanto en las aguas de abastecimiento como en las aguas residuales. El azufre es indispensable para la síntesis de proteínas, y por eso se libera cuando ocurre la degradación de las mismas. Los sulfatos se reducen biológicamente a sulfuros bajo condiciones anaerobias y pueden formar sulfuro de hidrógeno al combinarse con el hidrógeno.

---

---

## Gases

Las aguas residuales urbanas pueden contener diversos gases con diferente concentración, los más importantes son los siguientes:

- *Oxígeno disuelto.*- Es el más importante y es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica. El oxígeno disuelto depende de muchos factores, como la temperatura, altitud, actividad biológica, etc., su análisis se puede realizar por varios métodos pero los más característicos son el de Winkler o la polarografía. El control del oxígeno disuelto a lo largo del tiempo, nos suministra una serie de datos fundamentales para el conocimiento del estado de un agua residual.
- *Ácido sulfhídrico.*- Es un gas que se forma al descomponerse en medio aerobio ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas que contienen azufre, su presencia se manifiesta fundamentalmente por los olores que produce, es un indicativo de la evolución y estado de un agua residual; es poco estable al calor, descomponiéndose en azufre e hidrógeno.
- *Bióxido de carbono.*- El gas que Helmut llamo en 1930 “gas silvestre”, se produce en las fermentaciones de los compuestos orgánicos de las aguas residuales negras. El  $\text{CO}_2$  del agua se presenta libre o como componente de bicarbonatos; la parte libre puede tener una fracción activa que puede destruir carbonatos y ejercer diversas acciones químico-biológicas en el agua residual.
- *Metano.*- Se forma en la descomposición anaerobia de la materia orgánica al reducir ciertas bacterias el  $\text{CO}_2$ , utilizando hidrógeno de fermentaciones butíricas y apareciendo sobre todo en cierto tipo de estaciones depuradoras dando algunas posibilidades de aprovechamiento como combustible

## Características Químicas orgánicas

Los análisis de compuestos orgánicos se hacen para caracterizar aguas residuales tratadas y no tratadas, para estimar el desempeño de los procesos de tratamiento y estudiar su comportamiento en las fuentes receptoras.

Aunque los sólidos suspendidos orgánicos son biodegradables a través de la hidrólisis, comúnmente se considera que son orgánicos solubles.

---

---

Los constituyentes orgánicos solubles de las aguas residuales están compuestos principalmente de:

- Proteínas: 40 a 60%
- Carbohidratos: 25 a 50%
- Lípidos: aproximadamente 10% (incluyen grasas y aceites)

Las proteínas son principalmente aminoácidos, mientras que los carbohidratos son azúcares, almidones y celulosa. Los lípidos incluyen grasas y aceites. Todos estos materiales contienen carbono, que puede ser convertido biológicamente a bióxido de carbono, ejerciendo así una demanda de oxígeno. Las proteínas contienen nitrógeno, de manera que también ejercen una demanda de oxígeno nitrogenada.

## **DBO**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el método usado comúnmente para la medición de la cantidad de material orgánico demandante de oxígeno, en otras palabras mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos mientras descomponen la materia orgánica. Es el parámetro más usado para estimar el grado de contaminación orgánica en el agua además su determinación implica medir la variación del oxígeno disuelto en el agua a través del tiempo debido a las reacciones bioquímicas involucradas en el metabolismo microbiano de la materia orgánica.

La DBO del agua residual, por ejemplo, da una idea de que tan biodegradable es la materia orgánica, además sirve para calcular la cantidad de oxígeno necesario para estabilizar la materia orgánica mediante un tratamiento biológico, este parámetro se emplea además para medir la eficiencia del tratamiento y en general la DBO es un índice importante de la calidad de los cuerpos de agua, aunque la prueba para su determinación puede durar varios días, lo más común es tenerla a los 5 días y se indica como DBO<sub>5</sub>.

## **Grasas y aceites**

Debido a sus propiedades, la presencia de grasas y aceites en las aguas residuales pueden causar muchos problemas en tanques sépticos, en sistemas de recolección y en el tratamiento de aguas residuales.

Si las grasas y aceites no se remueven en los procesos de pre-tratamiento de aguas residual tenderán a acumularse en los procesos siguientes. Si las grasas no se

remueven antes de descargar las aguas residuales tratadas, podrían interferir con la vida biológica en la superficie de las fuentes receptoras creando películas desagradables a la vista.

Cuadro 4.2 Composición típica del agua residual municipal

Constituyente	Concentración, mg/l*		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos, totales:	1200	700	350
Disueltos, en total	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Suspendidos, en total	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos sedimentables ( ml / l)	20	10	5
DBO <sub>5</sub> ( 20° C)	300	200	100
Carbono orgánico total (COT)	300	200	100
DQO	1000	500	250
Nitrógeno	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniaco libre	50	25	12
Fósforo (total como P)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (como Ca CO <sub>3</sub> )	200	100	50
Grasas	150	100	50

\* A menos que se especifique otra

Fuente: Tratamiento y depuración de las aguas residuales "Metcalf & Eddy"

### Características biológicas

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano, y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros

---

---

microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los principales grupos de organismos presentes en aguas superficiales y aguas residuales están conformados por bacterias, parásitos y virus.

Los organismos patógenos presentes en las aguas residuales pueden provenir de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una enfermedad determinada.

Los organismos patógenos bacteriales excretados por el hombre causan por lo general enfermedades del tracto gastrointestinal, como fiebre tifoidea y paratifoidea, disentería, diarrea y cólera. En vista de que estos organismos son altamente infecciosos, se les acusa de ser responsables de un gran número de muertes al año en zonas con escasa cobertura sanitaria.

### **Bacterias**

Son organismos unicelulares móviles o inmóviles de formas diversas (cocos, bacilos, filamentosas) y de tamaño y modo de vida diferentes según la especie y el medio. Los desórdenes intestinales son los síntomas comunes de la mayoría de las enfermedades transmitidas por las bacterias patógenas transportadas por el agua.

Se multiplican por división celular y su velocidad de reproducción puede ser frenada por varias causas, por ejemplo:

- Naturaleza de la bacteria
- Temperatura
- Medio
- Disminución de alimentos y del oxígeno disuelto
- Acumulación de productos metabólicos tóxicos
- Variaciones del pH (ácidos), productos amoniacales
- Competencia vital

En ciertos casos aunque no se cumplan estas condiciones limitantes, las bacterias viven y se multiplican, como ocurre con las bacterias termófilas (viven hasta 50 °C) o con las anaerobias estrictas.

---

---

Podemos clasificar las bacterias de las aguas residuales urbanas según su nutrición en dos grandes grupos:

- *Bacterias parásitas.*- Son las que han tenido como huésped al hombre o a los animales; suelen ser patógenas y producir graves enfermedades (tifus, cólera, disentería, etc.), y en el tratamiento de las aguas residuales es uno de los factores más importantes a tener en cuenta.
- *Bacterias saprófitas.*- Son las que se nutren de los sólidos orgánicos residuales y provocan descomposiciones fundamentales en los procesos de depuración.

Según el medio, las bacterias de las aguas residuales urbanas se pueden clasificar en:

- *Bacterias aerobias.*- Son las que necesitan oxígeno procedente del agua para su alimento y respiración, el oxígeno disuelto que les sirve de sustento es el oxígeno libre (molecular) del agua y las descomposiciones que provocan sobre la materia orgánica serán procesos aerobios, estos procesos se caracterizan por ausencia de malos olores.
- *Bacterias anaerobias.*- Son las que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto no les permite subsistir. Los procesos que provocan son anaerobios y se caracterizan por la presencia de malos olores.
- *Bacterias facultativas.*- Algunas bacterias aerobias y anaerobias pueden llegar a adaptarse al medio opuesto, es decir, las aerobias a medio sin oxígeno disuelto y las anaerobias a aguas con oxígeno disuelto.
- *Bacterias autótrofas.*- Son aquellas que pueden sustentar su protoplasma a partir de sustancias como bióxido de carbono, sulfatos, fosfatos, carbonatos, etc., tomando la energía necesaria para su biosíntesis a partir de la luz(bacterias fotosintéticas) o a partir de ciertas reacciones químicas(bacterias quimiosintéticas).

### **Parásitos**

*Protozoos.*- Constituyen el nivel inferior de la vida animal. Son organismos unicelulares más complejos que las bacterias y los virus en su actividad funcional. Son organismos auto-contenidos que pueden vivir libremente o en forma parásita.

Pueden ser patógenos o no patógenos, microscópicos o macroscópicos. Las infecciones causadas por protozoarios se manifiestan por desórdenes intestinales menos severos que los asociados con bacterias. Existen varios tipos de protozoos, por ejemplo: rizópodos (Amebas), flagelados y ciliados (Paramecium, Colpidium, Vorticela), etc.

*Helminthos*.- Son gusanos parásitos y su ciclo de vida frecuentemente incluye como huéspedes a los animales y al ser humano, la contaminación del agua puede ser causada por el vertido de sus desechos, además puede ser también a través de especies acuáticas u otros huéspedes, como insectos y caracoles.

### **Virus**

Los virus son *parásitos intracelulares* que necesitan de la maquinaria de una célula huésped que soporte su crecimiento. Aunque los virus contienen la información genética (tanto ADN o ARN) necesaria para replicarse por sí mismos, son incapaces de reproducirse fuera de una célula huésped. Los virus están compuestos de un núcleo de ácido nucleico (ARN o ADN) recubierto por una capa externa de proteína y glicoproteína. Los virus se clasifican de acuerdo con el huésped infectado, de ahí que cuando el huésped es una bacteria se denominen bacteriófagos.

El interés que tiene conocer la gran variedad de virus que pueden aparecer en las aguas residuales, es por su acción nociva como agentes productores de enfermedades cosa a tener en cuenta en cualquier sistema de tratamiento pues pueden infectar el tracto intestinal y pasar a las heces. En un gramo de heces podemos encontrar hasta decenas de millones de partículas de virus infecciosos. Los virus más comunes en las aguas residuales son los siguientes:

- Andenovirus
- Enterovirus
- Hepatitis A
- Reovirus
- Rotavirus



---

---

## 4.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Las soluciones que se adoptan para pequeños núcleos de población (con un tope entre los 1.000 y los 5.000 habitantes) deben tener en cuenta los costos de construcción y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento, por lo tanto en las soluciones que se pueden utilizar para pequeñas poblaciones se debe dar prioridad a los procesos que requieren tiempos mínimos de atención del personal, el equipamiento que se instala deberá ser muy escaso y con el mínimo mantenimiento, cuanto más naturales sean los procesos mas capacidad tendrán de funcionar bien en los márgenes de caudal que le llegarán y así tendrán menores requerimientos.

En general, las consideraciones que se toman para la elección de un sistema de tratamiento son las siguientes

- Tamaño de la población a servir. Industrias presentes, tipo de contaminación. Oscilaciones de carga y caudal en el tiempo (día, semana, estacionales, etc.)
- Destino de los residuos generados: basura y biosólidos (lodos).
- Posible reutilización del efluente (o parte de él)
- Nivel de profesionalización del personal requerido
- Topografía del terreno
- Costo del suelo
- Impacto ambiental

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y las características muy particulares de la comunidad de estudio, se describirán cuatro métodos de los muchos que existen para tratar el agua residual, que puedan ser más factibles de llevarse a cabo y que puedan dar un resultado aceptable.

### **4.3.1 La infiltración-percolación sobre arena**

La Infiltración-percolación de aguas residuales es un proceso de depuración por filtración biológica aerobia sobre un medio granular fino. El agua fluye sucesivamente sobre varias unidades de infiltración. Las cargas hidráulicas son equivalentes a varios centenares de litros por metro cuadrado de estrato filtrante y día. El agua que se debe tratar está uniformemente repartida por la superficie del filtro que no está cubierto. El nivel de distribución de las aguas se mantiene al aire libre y es visible.

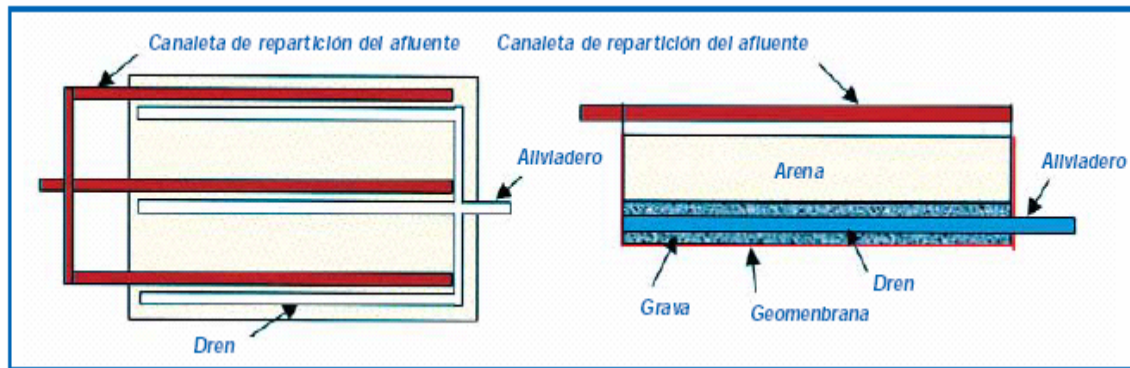


Figura 4.1 Infiltración percolación estancada y drenada

### Principio de funcionamiento

Los procesos de depuración de cultivos fijos sobre soporte fino consisten en hacer correr el agua a tratar sobre varios estratos independientes.

Los dos mecanismos principales son:

- Filtración superficial : las materias en suspensión (MES) quedan retenidas en la superficie del estrato filtrante y, con ellas, una parte de la contaminación orgánica (DQO en particular) ;
- Oxidación: el medio granular constituye un reactor biológico, un soporte de gran superficie específica, sobre la cual se fijan y se desarrollan las bacterias aerobias responsables de la oxidación de la contaminación disuelta (DQO disuelto, nitrógeno orgánico y amoniacal).

La oxidación de la materia orgánica se acompaña por un desarrollo bacteriano, que debe ser regulado con el fin de evitar el atasco biológico interno del estrato filtrante, y el desprendimiento eventual de la biomasa que son inevitables cuando las cargas aplicadas son importantes. La autorregulación de la biomasa se obtiene gracias a la implantación de varios estratos independientes alimentados en alternancia. Durante las fases de reposo (o de no alimentación), el desarrollo de las bacterias en situación " de ayuno " se reduce al máximo por depredación, desecación, etc. Estas fases de reposo no deben ser demasiado largas con el fin de que los procesos de depuración puedan reanudarse rápidamente, desde la nueva fase de alimentación. Frecuentemente, las técnicas de " cultivos fijos sobre soporte fino " están diseñadas basándose en 3 estanques alimentados cada uno durante 3 a 4 días consecutivos.

---

---

La aireación está asegurada por:

- Una convección a partir del desplazamiento de las láminas de agua;
- Una difusión del oxígeno desde la superficie de los filtros y las chimeneas de aireación, hacia el espacio poroso.

El **dispositivo de alimentación** de las unidades de infiltración debe asegurar una distribución uniforme del influente (con el fin de utilizar toda la superficie disponible) y la homogeneidad de las cargas hidráulicas unitarias. La alimentación puede realizarse mediante inmersión temporal (o por aspersión) a partir de un estanque cuyo vaciado se realiza a gran caudal por diversos medios (sifón, bomba). Estas aportaciones secuenciales también permiten mantener una concentración importante de oxígeno en el filtro, mediante la difusión de aire entre dos sueltas.

El **estrato filtrante** está constituido generalmente de arena que puede ser arena añadida o arena de dunas in situ. La arena debe cumplir con algunas características precisas con el fin de establecer un compromiso entre el riesgo de atasco (arena demasiado fina) y el paso demasiado rápido (arena demasiado gruesa).

Características de las arenas:

- Arena silíceas;
- Arena limpia;
- D<sub>10</sub> incluido entre 0,25 mm y 0,40 mm;
- CU (coeficiente de uniformidad, incluido entre 3 y 6);
- Contenido en finos inferior al 3 %.

Nota: El medio filtrante puede ser constituido por el suelo in situ cuando su granulometría permite ser clasificada entre arena gravosa y arena limosa.

Rendimientos

Se obtienen con este sistema excelentes resultados: (en concentraciones).

- DBO<sub>5</sub> inferior a 25mg/l;
- DQO inferior a 90mg/l;
- Nitrificación casi completa;
- Desnitrificación limitada para este tipo de instalación.

- 
- 
- Fósforo: reducción importante durante 3 o 4 años (60-70%), luego baja reducción y posteriormente se hace negativa después de 8-10 años
  - Posibilidad de eliminación de los gérmenes testigos de la contaminación fecal

#### Ventajas técnicas

- excelentes resultados para la DBO<sub>5</sub>, y la DQO
- superficie necesaria muy inferior que en el caso de un lagunaje natural
- Capacidad de descontaminación interesante.

#### Inconvenientes técnicos

- Necesidad de una obra de sedimentación primaria eficaz;
- Riesgo de atascamiento; por lo que es importante utilizar una arena "limpia" y con una buena granulometría;
- Necesidad de disponer de grandes cantidades de arena, lo que puede generar inversiones importantes si no se encuentra próxima;
- Adaptación limitada a las sobrecargas hidráulicas.

### ***4.3.2 Filtros plantados de flujo vertical***

Los filtros son excavaciones en el suelo, estanques rellenos con capas sucesivas de grava o de arena de una granulometría variable según la calidad de las aguas residuales que se deben tratar.

#### **Principio de funcionamiento**

A la inversa de la infiltración anteriormente descrita, el influente crudo se reparte directamente, **sin sedimentación previa**, por la superficie del filtro. Fluye a través de este, experimentado un tratamiento físico (filtración), químico (adsorción) y biológico (biomasa fijada sobre soporte fino). Las aguas depuradas son drenadas y los filtros se alimentan intermitentemente de aguas residuales crudas. Para un mismo piso, la superficie de filtración está separada en varias unidades que permiten instaurar periodos de alimentación y periodos de reposo.

El principio depuratorio se basa en el desarrollo de una biomasa aerobia fijada sobre un suelo reconstituido. El oxígeno procede de la convección y difusión.

La aportación de oxígeno por las raíces pequeñas de las plantas es, en este caso, despreciable con respecto al consumo.

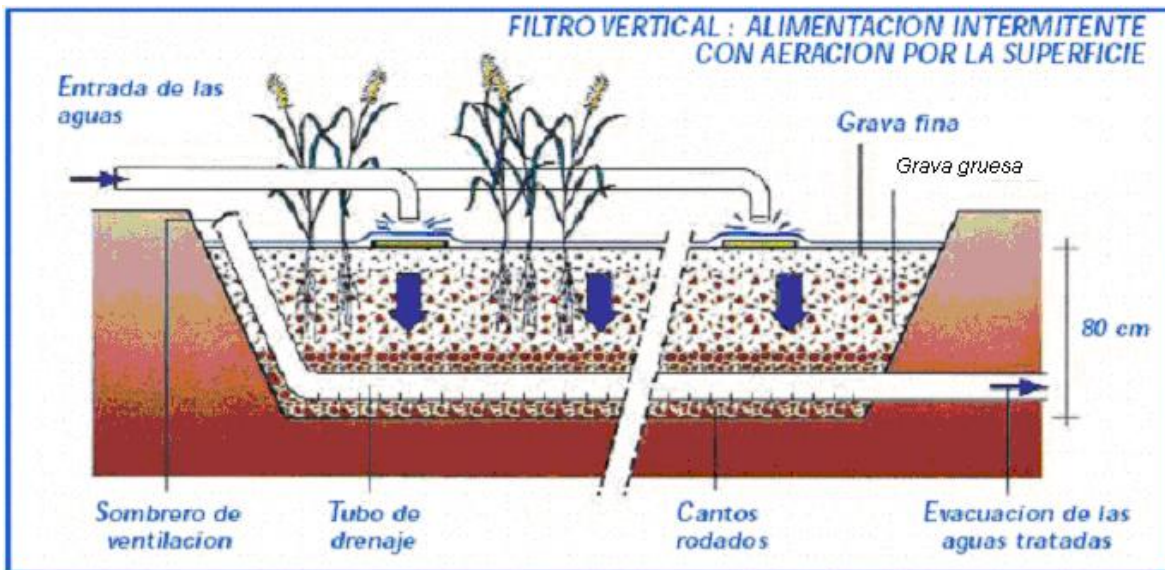


Figura 4.2 principio de los filtros plantados de flujo vertical

La velocidad de alimentación con aguas residuales crudas debe ser superior a la velocidad de infiltración con el fin de repartir correctamente el afluente. Los sedimentos que se acumulan en la superficie contribuyen a la disminución de la permeabilidad intrínseca del material y, por consiguiente, mejoran la repartición del influente. Los vegetales limitan el atascamiento de superficie y las raíces perforan los sedimentos acumulados. Las entradas de agua se realizan en varios puntos.

El material de guarnición del primer piso se compone de varias capas de grava. La capa activa es una grava que presenta una granulometría de 2 – 8 mm, para un espesor del orden de 40 cm. Las capas inferiores tienen una granulometría intermedia (10-20 mm) que permiten alcanzar una capa drenante de grava (20 – 40 mm).

La capa inferior de grava (20 – 40 mm) asegura el drenaje del efluente. Los drenes tales como tubos sintéticos, rígidos y equipados de muescas anchas, se utilizan preferentemente ya que son poco sensibles al atascamiento. Cada dren está conectado a una chimenea de aireación.

Se pueden utilizar teóricamente varias especies de plantas (*Scirpus spp*, *Typha*), pero los juncos de tipo *Phragmites australis*, debido a su resistencia durante ciertas condiciones (filtro sumergido durante un largo periodo, periodos secos, elevada

---

---

tasa de materia orgánica), y el rápido crecimiento de las raíces y rizomas, son los más utilizados en los climas templados. La densidad de plantación es de 4 plantas/m<sup>2</sup>.

Una segunda etapa afina el tratamiento. Los riesgos de atascamiento son menores. Se compone de una capa de arena (ver infiltración- percolación) de una altura de al menos 30 cm.

#### Rendimientos

- DBO5 inferior a 25 mg/l
- DQO inferior a 90 mg/l
- Nitratos inferiores a 10 mg/l en general con picos que no superan 20 mg/l
- Fósforo : Reducción normalmente débil (depende de la capacidad de adsorción del substrato y de la edad de la instalación)
- Gérmenes patógenos: eliminación media.

#### Ventajas técnicas

- Sencillo y bajo costo de explotación. Ningún consumo energético si la topografía lo permite
- Posibilidad de tratar las aguas residuales domésticas crudas
- Producción de lodos reducido al mínimo
- Buena adaptación a las variaciones de la población

#### Inconvenientes técnicos

- Explotación regular, segado anual de la parte aérea de las plantas, deshierba manual antes del predominio de estas
- Riesgo de presencia de insectos o de roedores.

### **4.3.3 Tanque Imhoff**

El Dr. Karl Imhoff fue el primero en diseñar un tanque de doble acción que se conoce por tanque Imhoff. Se emplea como tratamiento previo a la aplicación al terreno, biodiscos, lechos bacterianos etc., y supone una mejora muy notable respecto del funcionamiento de la fosa séptica. El campo de aplicación para un tanque Imhoff puede llegar hasta los 500 habitantes, debido a limitaciones

---

---

constructivas. No obstante pueden situarse varios módulos y ampliar el rango poblacional de aplicación.

### Principio de funcionamiento

Un tanque Imhoff consiste en un tanque de dos pisos en el cual la sedimentación tiene lugar en el compartimiento superior, y la digestión y acumulación de lodos en el compartimiento inferior. Los tanques Imhoff se utilizan como unidad para tratamiento de aguas residuales provenientes de zonas residenciales y demás zonas que cuenten con red de alcantarillado por gravedad o sistemas de recolección a presión con bombas trituradoras. Los tanques Imhoff fueron usados ampliamente antes de que se hiciera común la digestión con calentamiento de tanques separados.

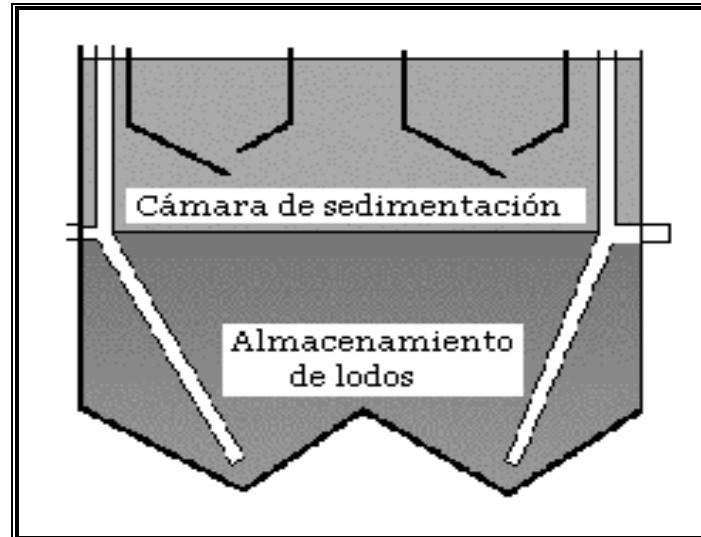


Figura 4.3 Tanque Imhoff

Debido a que no requieren personal muy calificado por su sencilla operación, los tanques Imhoff se continúan utilizando. Estas unidades no cuentan con unidades mecánicas que requieran mantenimiento, y la operación consiste en la remoción diaria de espuma, en su evacuación por el orificio más cercano y en la inversión del flujo dos veces al mes para distribuir los sólidos de manera uniforme en los dos extremos del digestor de acuerdo con el diseño y retirarlos periódicamente al lecho de secado.

Los tanques Imhoff convencionales son unidades rectangulares o circulares que no cuentan con calentamiento; Los tanques circulares se usan para caudales pequeños. La remoción de sólidos sedimentables y la digestión anaerobia de estos sólidos es similar a la que ocurre en un tanque séptico, los sólidos pasan a través de una

---

---

abertura ubicada en la parte inferior de la cámara de sedimentación al compartimiento inferior para su digestión sin calentamiento. Las espumas se acumulan en la cámara de sedimentación y en la zona de venteo de gases. Los gases producidos en el proceso de digestión, que se desarrolla en el compartimiento inferior, escapan por el punto de venteo de gases. El diseño del punto inferior de acceso a la cámara de sedimentación impide que los gases y sólidos arrastrados por los gases generados en la cámara de digestión ingresen al compartimiento donde tiene lugar la sedimentación.

Con el paso de los años, muchos fabricantes han desarrollado versiones mecanizadas del tanque Imhoff consistentes en un tanque circular de sedimentación montado sobre un tanque circular de digestión de lodos, provisto de puntos de extracción de gas ubicados en la periferia del tanque. El lodo digerido se barre mecánicamente hasta una tubería central de drenaje. Un tanque mecanizado puede contar además con barredores para la remoción tanto de la capa de espuma formada en la superficie del tanque, como de aquella formada en la parte superior de la cámara de digestión.

#### Ventajas técnicas

- Retiene los sólidos en suspensión de las aguas residuales y logra su descomposición,
- Proporciona un efluente capaz de ser vertido directamente al cuerpo receptor o a un tratamiento posterior si el río o arroyo no tienen capacidad de auto-depuración suficiente.

#### **4.3.4 Lagunas de estabilización**

Las lagunas de estabilización son sistemas naturales de tratamiento para desechos que consisten en estanques abiertos en el terreno, generalmente de forma rectangular y que han sido diseñados específicamente para tratar desechos por medio de procesos naturales a través de tiempos de retención elevados. Las lagunas de estabilización son el método más económico para tratar aguas residuales, en donde los costos de terreno sean relativamente bajos.

La depuración está asegurada gracias al largo tiempo de retención, en varios estanques dispuestos en serie. El número de estanques más común es 3. Sin embargo, utilizar una configuración de 4 incluso 6 estanques permite tener una desinfección más a fondo.



## Principio de funcionamiento

El lagunaje natural se basa en la fotosíntesis. La capa de agua superior de estanque está expuesta a la luz. Esto permite la existencia de algas que producen el oxígeno necesario para el desarrollo y conservación de las bacterias aerobias. Estas bacterias son responsables de la degradación de la materia orgánica. El gas carbónico formado por las bacterias, así como las sales minerales contenidas en las aguas residuales, permiten a las algas multiplicarse. De este modo, hay una proliferación de dos poblaciones interdependientes: las bacterias y las algas, también llamadas "microfitas". Este ciclo se automantiene siempre y cuando el sistema reciba energía solar y materia orgánica. En el fondo del estanque, donde la luz no penetra, se encuentran las bacterias anaerobias que degradan los sedimentos procedentes de la sedimentación de la materia orgánica. Se produce a ese nivel una liberación de gas carbónico y de metano.

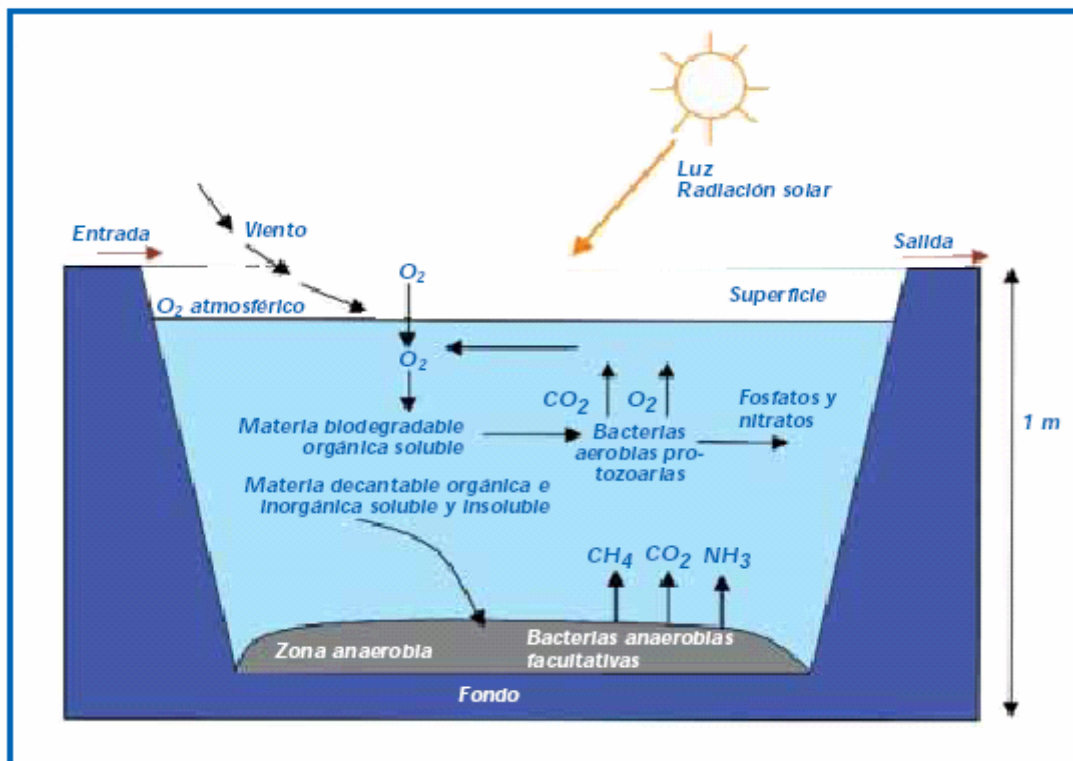


Figura 4.4 Mecanismos presentes en el lagunaje natural

El sistema es relativamente simple y no requiere de operadores especializados, en comparación con otros sistemas, pero la calidad del efluente producido es de suficientemente alta calidad para permitir su uso para varios fines, siendo uno de ellos el de reuso en agricultura, lo que los hace ideales para utilizarse en países en

vías de desarrollo. Aún cuando se dice que son procesos simples de operar, esto no implica que los procesos microbiológicos y bioquímicos involucrados sean sencillos, sino todo lo contrario, por lo que es importante comprenderlos para que el proceso pueda ser facilitado y propiciado.

Los tres principales procesos que suceden en una laguna de estabilización son los siguientes:

- Sedimentación primaria
- Biodegradación de compuestos orgánicos (aerobia o anaerobia)
- Efectos diversos debido al tipo de reservorio (forma, capacidad de dilución y amortiguamiento de cargas pico, tanto orgánico como hidráulico).

Las lagunas usadas en el tratamiento de aguas residuales poseen una profundidad variable, pueden ser poco profundas o bastante hondas. Las lagunas se clasifican teniendo en cuenta la concentración de oxígeno disuelto, y la fuente que suministra el oxígeno necesario para la asimilación bacteriana de compuestos orgánicos presentes en las aguas residuales.

Cuadro 4.3 Clasificación de las lagunas con base en la presencia y fuente de oxígeno

Tipo de laguna	Presencia de oxígeno
Aerobia	la fotosíntesis suministra el oxígeno necesario para mantener condiciones aerobias en toda la columna de agua
facultativa	la zona superficial es aerobia, la zona subsuperficial puede ser anaerobia
Aireada con mezcla parcial	la aireación superficial produce una zona aerobia que puede alcanzar la totalidad de la profundidad, dependiendo del ingreso de oxígeno y de la profundidad de la laguna
Anaerobia	la totalidad de su profundidad es anaerobia
Nota: Muchas de las lagunas con descarga controlada o con descarga de control hidrológico son facultativas. Todas las clases de lagunas pueden funcionar con descarga continua.	

Fuente: Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización, Jairo Alberto Romero Rojas

Muchos tipos diferentes de sistemas lagunares se han diseñado y desarrollado con éxito, ya que conforme avanza la comprensión y conocimiento de los fenómenos que suceden en éstos, se obtienen efluentes de calidad adecuada para satisfacer diferentes propósitos. Estos sistemas son adecuados para el tratamiento de aguas

---

---

residuales municipales, de desechos industriales, para el tratamiento de lodos o como sistemas para pulimento de efluentes, entre otros.

### Rendimientos

Los rendimientos, calculados sobre los flujos de materia orgánica, alcanzan más del 75 %, lo que corresponde a una concentración en DQO filtrada de 125 mg/l. Además, el caudal, y, en consecuencia, el flujo de escape, se reduce frecuentemente en verano (-50%) debido a la evapotranspiración.

Las concentraciones en nitrógeno total a nivel del vertido son muy bajas en verano, pero pueden alcanzar varias decenas de mg/l (expresados en N) en invierno.

La reducción del fósforo es considerable en los primeros años (> 60%), luego disminuye para alcanzar un rendimiento nulo al cabo de 20 años aproximadamente. Esta reducción se debe a una liberación del fósforo desde el lodo del fondo. Las condiciones iniciales serán restauradas gracias a la limpieza de las lagunas (cuando el medio es sensible al fósforo, la limpieza debe realizarse cada 10 años y no cada 20 años). La desinfección es importante, especialmente en verano. Este rendimiento está relacionado con el largo tiempo de estancia del efluente (del orden de 70 días para un tratamiento completo).

### Ventajas técnicas

- La evacuación y disposición de lodos se realiza sólo en intervalos de 10 a 20 años.
- La presencia de temperaturas cálidas y ausencia de variaciones bruscas
- Bajo costo inicial en comparación con otras alternativas
- Bajo costo de operación y mantenimiento
- Es compatible con sistemas de tratamiento acuáticos o sobre el suelo
- Requiere mínima capacitación del personal encargado de su operación
- Buena integración en el paisaje
- Elimina una gran parte de los nutrientes: fósforo y nitrógeno (en verano)

### Inconvenientes técnicos

- Alto costo del terreno ya que requiere grandes extensiones de terreno.
- La presencia de problemas sociales en la adquisición del terreno
- La presencia de temperaturas bajas y variaciones bruscas

- En el efluente se da una concentración elevada de algas que puede ocasionar problemas en fuentes receptoras superficiales
- Las lagunas pueden causar impactos negativos sobre las aguas subterráneas si no se impermeabilizan, o si el recubrimiento se daña
- Pueden generar malos olores
- Costos de inversión que dependen mucho de la naturaleza del subsuelo. En un terreno arenoso inestable, es preferible no utilizar este tipo sistema
- Calidad del vertido variable en función de la estación

#### 4.4 COMPARACION DE ALTERNATIVAS

Considerando la descripción de los métodos de tratamiento que pueden aplicarse en una comunidad con las características anteriormente mencionadas, *se puede, con base en una comparación proponer el sistema más apropiado para la comunidad*, el primer punto a considerar es el campo poblacional en el que puede ser usado cada método, el ámbito de aplicación va de los 100 habitantes, hasta más de 10,000 habitantes.

Cuadro 4.4 Campo poblacional de aplicación de las alternativas de tratamiento

Alternativa	Población equivalente (habitantes)							
	100	200	500	1000	2000	5000	10000	>10000
Tanque Imhoff	■	■	■	□	□	□	□	□
Filtro de arena	■	■	■	■	■	■	□	□
Filtros plantados	□	□	■	■	■	■	□	□
Laguna aireada	□	□	□	■	■	■	■	□
Laguna Aerobia	□	□	■	■	■	■	■	□
Laguna facultativa	□	■	■	■	■	■	■	■
Laguna anaerobia	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades, Ramón Collado Lara

Como puede observarse en el cuadro 4.4 todos los sistemas de tratamiento antes descritos cumplen con el campo poblacional requerido.

El segundo punto a considerar es el requerimiento de área, ya que hay que tomar en cuenta la disponibilidad de terreno donde se pretenden ubicar el sistema de tratamiento.

La demanda de área para cada alternativa de tratamiento se puede ver en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.5 Superficie necesaria para cada tipo de tratamiento

Alternativa	Demanda de área (m <sup>2</sup> /hab)
Tanque Imhoff	0.05 - 0.1
Filtro de arena	1 - 9
Filtros plantados	2 - 8
Laguna aireada	1 - 3
Laguna Aerobia	4 - 8
Laguna facultativa	2 - 20
Laguna anaerobia	1 - 3

Fuente: Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades, Ramón Collado Lara

Si tomamos en cuenta que la población proyectada es menor de 1000 habitantes, solo el sistema a base de laguna facultativa requeriría una cantidad de área considerable, mientras que los demás necesitarían menos de una hectárea como máximo.

En lo que se refiere al movimiento de tierras que se realiza en la fase constructiva de un sistema de tratamiento de aguas residuales, resulta habitualmente simple en su ejecución en la mayoría de los casos, salvo circunstancias especiales debidas a la naturaleza del terreno. Los sistemas de lagunaje son los sistemas que pueden presentar mayor complejidad en la fase constructiva del movimiento de tierras

Cuadro 4.6 Simplicidad de construcción

Alternativa	Movimiento de tierras	Obra civil	Equipos
Tanque Imhoff	C	S	MS
Filtro de arena	S	S	MS
Filtros plantados	MS	MS	MS
Laguna aireada	C	MS	MS
Laguna Aerobia	C	MS	MS
Laguna facultativa	C	MS	MS
Laguna anaerobia	C	MS	MS

**MS=Muy Simple, S=Simple, C=Complicado**

Fuente: Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades, Ramón Collado Lara

En las variables de obra civil y equipos en general para todos los casos resulta simple su ejecución.

Una de los aspectos más importantes a considerar es la calidad del efluente, porque este tendrá que estar dentro de los parámetros requeridos si se piensa en darle un reuso, o si se va a descargar en un cuerpo receptor, en el caso particular de este proyecto, la alternativa a escoger tiene que cumplir con los parámetros necesarios para su reuso agrícola debido a la antes mencionada problemática del agua en la región.

En el cuadro 4.7 presentan los porcentajes de remoción de los componentes típicos que se busca eliminar en el agua residual, con el tanque Imhoff solo se logra un tratamiento primario, mientras que con los demás se tiene un nivel de tratamiento secundario bastante bueno, sobre todo en lo que se refiere a la remoción de coliformes fecales, DQO y DBO.

Cuadro 4.7 Rendimientos (% de remoción)

Alternativa	Rendimientos (%)					
	DQO	DBO	SS	Nitratos	Fósforo	Coliformes fecales
Tanque Imhoff		25 - 60	37 - 82			
Filtro de arena	68 - 90	80 - 99	30 - 99	23 - 90	20 - 80	90 - 98
Filtros plantados	75 - 85	90 - 95	95 - 98	85 - 90	90	90 - 98
Laguna aireada	70 - 90	60 - 96	70 - 90	8 - 50	25 - 35	98
Laguna Aerobia	50	65 - 85	90	60	10	98
Laguna facultativa	50 - 85	60 - 95	49 - 90	60	10 - 35	98
Laguna anaerobia	20	50 - 85	60 - 80	30	10	98

Fuente: Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades, Ramón Collado Lara

Con las consideraciones anteriores, se podría utilizar para el caso de la comunidad del Dexthí un sistema a base de lagunas o mediante filtración, con el que se tendrían resultados aceptables respecto a la remoción de contaminantes, sería económico, no necesitaría de grandes extensiones de terreno, requeriría un proceso constructivo simple además de un mantenimiento sencillo. Ya con un estudio más

---

---

minucioso y teniendo las características del efluente, se estaría en posición de proponer un sistema en específico.

## **4.5 REUSO DEL AGUA RESIDUAL**

Debido al crecimiento de las poblaciones, se demandan grandes cantidades de agua para consumo humano cada vez mayores, principalmente en zonas áridas y semiáridas, por lo que es necesario pensar en la utilización de aguas residuales, ya que se han convertido de un desecho a un recurso valioso.

Mucho se ha comentado sobre el impacto negativo que en la salud de las personas puede provocar la utilización de aguas residuales si estas se utilizan de manera no responsable en regadíos de cultivos, como el caso del *Valle del Mezquital*, que por cierto es la zona de riego con aguas residuales más grande de Latinoamérica, en donde más de 82,000 hectáreas de tierra cultivable, principalmente de cereales y forraje, es regada con agua residual proveniente de la Ciudad de México. Junto a esta situación ha florecido el control férreo sobre los movimientos sociales y las exigencias de mejoramiento de los niveles en las condiciones de vida de los indígenas Ñahñu (Otomíes), quienes se debaten entre la necesidad de continuar utilizando esta agua como único medio de arrancar alguna producción a la tierra y la emigración hacia Estados Unidos como mejor forma de lograr, en algo, los sueños de su vida.

El reuso se tendrá que hacer bajo un estricto control técnico y sanitario que permita emplear el agua residual de forma adecuada y segura para su uso en la agricultura principalmente, ya que se puede permitir el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en las mismas para disminuir los gastos de fertilizantes químicos, además entre las recuperaciones que pueden obtenerse de las aguas residuales figuran: el lodo, por su valor como fertilizante y su contenido de calor y la arena como material de relleno.

## **5. PRESUPUESTO**

El presupuesto de una obra o proyecto es la determinación previa del monto total de las erogaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de la misma por parte del constructor, (si éste es una empresa privada deberá incluir su utilidad), a cuyo fin se tomo como base la experiencia adquirida en otras construcciones de índole semejante. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella, pero generalmente en México se utiliza la elaboración de tarjetas de precios unitarios que consisten en multiplicar el volumen de proyecto de cada concepto por su precio unitario y efectuando la suma de todos. Este debe llenar las siguientes condiciones:

- Que cada parte de la obra corresponda a un concepto o grupo de conceptos de trabajo bien definidos
- La descripción de estos conceptos debe permitir obtener una idea clara y precisa del trabajo a que se refiere
- Los análisis de precios unitarios deben ser claros y sencillos

Los presupuestos varían durante el desarrollo de la obra, debido a las siguientes causas:

- Trabajos extraordinarios
- Modificación de volúmenes de proyecto
- Actualización de precios unitarios

### **5.1 CATALOGO DE CONCEPTOS**

Para poder realizar de una manera adecuada una cuantificación teniendo como antecedente los planos de proyecto y especificaciones técnicas, inicialmente establecemos el catalogo de conceptos, tratando de enunciar en forma ordenada de acuerdo a un proceso constructivo lógico y secuencial, todas las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución de la obra, sin perder de vista que durante la ejecución de cualquier tipo de obra, resultan conceptos que no fueron considerados en el catalogo original, y son conocidos como conceptos extras los cuales deben de cuantificarse inmediatamente y en caso necesario efectuar el análisis de costos respectivo.



Los conceptos considerados para este proyecto son los siguientes:

### **1. Limpieza y despalme del terreno**

Se hará la limpieza general del terreno desalojando todo material que estorbe, como pueden ser árboles, hierba, basura, y rocas.

### **2. Trazo y nivelación**

Se entenderá por este concepto a todos los trabajos que se requieran para ubicar en el terreno físicamente las guías y los niveles de proyecto necesarios, que se deberán colocar cuantas veces sean necesario para que el terreno esté a nivel y plomo.

### **3. Excavación para zanjas y pozos de visita**

Es aquella actividad que consiste en preparar el terreno para dejar lista la zanja y alojar la tubería de la red de alcantarillado. Se puede realizar de manera manual utilizando herramienta menor como pico, pala, carretilla, pero también se podrá usar maquinaria como retroexcavadora, dragas o zanjadoras.

### **4. Plantilla de arena**

Se entenderá por plantilla, al material apisonado que servirá como soporte para la tubería de alcantarillado, este proceso es fundamental para su correcta colocación.

### **5. Colocación de tubería**

Se entenderá por colocación de tubería, a aquellas maniobras que deben efectuarse para su correcta instalación.

### **6. Construcción y colocación de pozos de visita**

### **7. Relleno de zanja.**

Es aquella actividad que consiste en el relleno del terreno, además de bandearlo en la capa superior con equipo mecánico o manual adecuado hasta el nivel de proyecto y/o lo ordenado por el contratante.

## 5.2 SELECCIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR

La selección del material a utilizar depende en muchos casos de las características físicas del sitio, sin embargo es necesario poder analizar más de una opción del tipo de material que interviene en el desarrollo del proceso constructivo. La comparativa de costos de material siempre será una variable latente a manejar, acompañada de factores intrínsecos, que hacen de nuestra propuesta una alternativa acorde a las insuficiencias del lugar.

Es importante resaltar el compromiso de la comunidad para ser parte del proyecto, esto es, colaborar en la construcción de una manera permanente. Esto repercute directamente en la elección que se hizo del material ya que de ser necesario ellos habrán de realizar en su mayoría las actividades propuestas para el buen término de la obra proyectada.

Las piezas que a nuestra consideración son indispensables en nuestro diseño existen en diferentes materiales y forma, su uso dependerá de las características físicas del proyecto y del capital con que se cuente para éste.

La elección del material a utilizar estuvo basado principalmente en una comparativa de las piezas más importante de la red, que son: la tubería y pozos de visita, considerando principalmente el costo, la facilidad de instalación y el tiempo de uso sin un mantenimiento continuo, por lo tanto hemos decidido que el material de la tubería sea concreto simple y los pozos de visita sean construidos en el sitio con tabique rojo recocido.

## 5.3 ESPECIFICACIONES CONSTRUCTIVAS

No es posible la ejecución de una obra, por pequeña o grande que sea, sin contar con las especificaciones necesarias que *fijen los requisitos constructivos y de calidad que deben cumplirse*.

La claridad es indispensable en las especificaciones para cotizar precios correctos y evitar controversias inoportunas por falta de comprensión. Una especificación se divide en varios subtítulos que son los siguientes:

- *Definición.-* Consiste en establecer con claridad los lineamientos y alcances del concepto de trabajo de que se esta hablando.

- *Referencias.*- En esta parte se habla sobre otros conceptos que pueden intervenir en el concepto principal, para que puedan ser localizados con facilidad.
- *Materiales.*- Se establece en este subtítulo, los materiales que deben de ser usados en el concepto, su almacenamiento, manejo, dosificación, normas de calidad y tolerancias.
- *Ejecución.*- En este apartado es donde se prevé el procedimiento de construcción que se debe seguir para la realización del concepto mencionado, el tipo de maquinaria, las tolerancias y lo que debe hacerse en caso de que existan cambios en el proyecto.
- *Medición.*- Se indica la unidad en que será medido el concepto, (M2, M3, Ton., etc.). Se indica también en que forma será medido el trabajo ejecutado y que partes del trabajo serán pagados en otros conceptos.
- *Base de pago.*- En esta parte de la Especificación se indica cuales son precisamente todas las operaciones que se realizan en el concepto y que están consideradas en el precio unitario fijado en el contrato de Obra.

Como se puede observar, una buena especificación no debe dejar duda alguna sobre el procedimiento de construcción, los materiales a utilizar y todo lo relativo al pago de los trabajos ejecutados.

### **5.3.1 Especificaciones generales**

Las especificaciones generales deben recomendar los procedimientos generales de construcción, señalar los límites de calidad comúnmente aceptados y describir los métodos de prueba establecidos.

Como ejemplo de especificaciones generales, que tienen alcances internacionales, podemos mencionar las ISO (Internacional Standard Organization). En México existen especificaciones nacionales que han jugado un papel muy importante en la industria de la construcción, por ejemplo las de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la de Comisión Nacional del Agua (CNA) y la de Comisión Federal de Electricidad (CFE).

### **5.3.2 Especificaciones particulares**

Las especificaciones particulares de una obra deben ser incluidas en el proceso de contratación, por lo cual, deben ser tan completas como sea necesario para eliminar toda posible duda sobre los conceptos que deben ser cumplidos.

### **5.3.3 Especificaciones de la red de alcantarillado**

#### **1. Limpieza y Despalme del terreno**

##### **Definición**

Se entenderá por este concepto a todos los trabajos que se requieran para el retiro de árboles y arbustos que obstruyan el trazo y ubicación de la red de alcantarillado, para el correcto inicio y ejecución de la obra, esto se llevara a cabo empleando fuerza manual y herramienta simple (palas, picos y carretillas).

- Materiales: ninguno.
- Equipo: machete o sierra, guantes y lentes de seguridad.
- Personal: dos peones.

##### **Ejecución**

Antes de la construcción, el contratista debe establecer una dirección equivalente basado en los planos de diseño. Es importante que la dirección y el alineamiento sean supervisados por el ingeniero residente.

##### **Medición y pago**

La limpieza y despalme se medirá y pagara por metro cuadrado conforme a las dimensiones de proyecto o de adecuar a las dimensiones reales si estas fueran inferiores a las de proyecto. No se considera para fines de pago obra ejecutada por el contratista fuera de los lineamientos fijados por el proyecto, salvo las indicaciones del contratante, dadas por escrito en bitácora a través de la supervisión.

---

## 2. Trazo y Nivelación

### Definición

- Limpiar el terreno donde se va señalar el trazado, colocar estacas, bancos de nivel y colocar mojoneras cuando sea necesario.
- Materiales: pintura, hilo, madera cuerda, alambre, clavos, cal y materiales para instalación.
- Equipo topográfico necesario: tránsito, nivel, balizas, estadal, etc.
- Personal: Ingeniero topógrafo, cadenero y estadalero.

### Ejecución

Antes de la construcción, el contratista debe establecer una dirección equivalente donde no sea interrumpida ni cubierta, luego, medir desde la dirección equivalente para proyectar la zanja en el terreno. Cuando la zanja ha sido llevada cerca de su pendiente final se colocaran tablas guía transversalmente a intervalos de 10 a 15cm.

Para asegurar una correcta funcionalidad en la red de alcantarillado debe ser construido de acuerdo con los planos y las especificaciones. Es importante que la dirección y la pendiente de cada alcantarilla sean establecidas y mantenidas cuidadosamente de modo que las velocidades cumplan con los límites establecidos.

### Alineación y pendiente

La línea central de la alcantarilla se establece en las tablas guía al medir desde la dirección equivalente y clavar un listón vertical para que uno de sus lados esté en la línea central. La cota de cada listón se establece luego y se hace una marca sobre éste en una cota que equivale a una distancia idéntica sobre la pendiente acabada de la alcantarilla en cada tabla guía. Se coloca hacia el interior de cada listón en la marca de la pendiente y se extiende una cuerda de clavo a clavo. Dicha cuerda esta en la pendiente de la alcantarilla y directamente sobre su línea central. La dirección se establece al bajar una plomada desde la cuerda, y la pendiente se verifica con un calibrador en forma de L marcado en la distancia equivalente al desplazamiento vertical entre la cuerda y la batea de la alcantarilla. Cuando el calibrador se instala en la alcantarilla la marca debe igualar la cuerda. La pendiente se verifica de esta manera en cada longitud de tubería.

Una técnica más moderna de mantenimiento de dirección y pendiente es el método donde se monta un láser en un pozo de visita en dirección al siguiente pozo; el rayo debe coincidir con la línea central de la alcantarillas sobre el extremo de cada sección se coloca un objetivo, ajustándose la dirección y la pendiente hasta que el rayo esté en el centro del objetivo. La exactitud de dirección y pendiente se puede mantener dentro de 0.01% sobre una distancia de 300m por medio de este procedimiento.



Fotografía.5.1 Alineación y pendiente de pozo de visita

### **Medición y pago**

El trazo y nivelación se medirá y pagara por metro cuadrado con aproximación a un centésimo con forme a las dimensiones de proyecto o de adecuar a las dimensiones reales si estas fueran inferiores a las de proyecto. No se considera para fines de pago obra ejecutada por el contratista fuera de los lineamientos fijados por el proyecto, salvo las indicaciones de la contratante, dadas por escrito en bitácora a través de la supervisión.

### 3. Excavación para zanjas y pozos de visita

#### Clasificación de material

Se entenderá como cualquier tipo de material la tierra, arena, grava, limo, arcilla suave, superficies rellenas con escombros, así como la arcilla dura como el tepetate de dureza media, rocas blandas intemperizadas o bien todos aquellos materiales que puedan ser removidos económicamente con el uso de zapapico y pala de mano.

#### Abundamiento

- *Clase I-* Tierra material fácilmente atacable con pala y poco uso de pico (abundamiento 20%)
- *Clase II-* Arcilla compacta, tepetate, arena o grava cementada, atacables con pico o pala, aun cuando el contratista use explosivos para facilitar su excavación (abundamiento 10%)
- *Clase III-* Roca suelta, conglomerado, tepetate duro, arenisca y todos aquellos materiales semicompactos que pueden atacarse con pico, aun cuando el contratista use explosivos para facilitar su excavación (abundamiento 30%).

#### Excavación a mano para zanjas en cualquier tipo de material

##### Definición

- Equipo necesario: Pala, carretilla, maso, pico.
- Materiales: arena fina, agua, pisón de mano, reventón, pala, carretilla
- Afloje del material y su extracción total de la sección excavada
- Amacise, afine y limpieza de plantilla y taludes de la zanja, así como el fondo de la cepa
- Remoción del material producto de las excavaciones a 40 cm dejando así un pasillo entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo y colocando el material del lado que fije la contratante.
- Conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de las tuberías
- Extracción de derrumbes cuando sea provocado por la negligencia del contratista durante el proceso constructivo de acuerdo a los programas de obra presentado por él mismo
- Personal: cuatro peones.

---

## Ejecución

El tipo de excavación que el contratista encontrará deberá estar indicado en los planos, siendo posible dividirse en varias clases.

El contratista por ningún motivo deberá excavar más allá de dos tramos (de pozo a pozo) sino aprobado y rellenado el primer tramo.

La zanja se debe excavar a un mínimo de 20 cm por debajo de la pendiente final de tal manera que el material de cimentación adecuado pueda ser colocado debajo de la tubería. La excavación manual también se exige cuando hay en las proximidades servicios públicos subterráneos a fin de asegurar que éstos no sean dañados. A excepción de tales lugares, la maquinaria debería ser empleada.

La excavación en rocas se debe realizar por debajo del fondo de la tubería hasta una profundidad equivalente a un cuarto de diámetro de la tubería o 10cm, (cualquiera que sea el mayor). Se pueden excavar pequeñas cantidades de roca por medio de taladros y martillado bien sea con herramienta manual o con maquinaria similar a los rompedores de pavimento. Cuando se usan explosivos las técnicas se deben ceñir, a los códigos de seguridad que comprenden el uso de barreras o tapices para contener desechos. Una vez que la roca ha sido rota, puede ser removida con equipo de construcción ordinario.

El volumen extraído del terreno se acumulará en pequeños montones no muy lejos del lugar (distancia máxima: 20m), con una ubicación que no obstruya las actividades de la obra y que facilite su transporte, en caso de ser necesario para la protección de las paredes de la zanja se utiliza el ademe que tiene por objeto evitar la socavación de las paredes, y cuando se excava a profundidades mayores del nivel freático se tendrá que utilizar bombeo para drenar las zanjas.

Las zanjas en materiales inestables necesitan revestimiento y apuntalamiento para evitar que se caigan o que se destruyan las paredes laterales. Las zanjas de más de 1.5m de profundidad y de 2.5m de longitud deben ser sostenidas por puntales o por reforzamientos o excavando hasta el ángulo de reposo del suelo. El revestimiento incluye los materiales de soporte en contacto con las paredes de la excavación.



## **Medición y pago**

La excavación de zanja se medirá en metros cúbicos con aproximación de un centésimo. Para tal efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el contratista según el proyecto o las ordenes giradas por el contratante.

No se considera para fines de pago las excavaciones hechas por el contratista fuera de los lineamientos del proyecto, ni la remoción de derrumbes originado por causas imputables al contratista.

El contratista se obliga a rellenar la sobre excavación realizada por causas imputables a él, con material producto de excavación o de banco, con tratamiento de compactación según sea el caso y conviene con el contratante no recibir ningún pago adicional o compensación por la ejecución de este trabajo o suministro de material, ya que será de su responsabilidad tomar precauciones en la ejecución del concepto.

Se considera que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso en que el material por excavar se encuentre bajo el agua, con un tirante mínimo de 50cm y que no pueda ser desviado o abatido por bombeo económicamente conveniente para la contratante, que en su caso ordenará y pagará al contratista las obras de desviación o el bombeo que debe efectuarse.

Se considera que las excavaciones se efectúan en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte principalmente su extracción, incluso en el caso de que haya usado bombeo para abatir el nivel de agua que lo cubra.

Cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagará al contratista a juicio del contratante y de las características del material y de sus condiciones.

### **Excavación con equipo mecánico para zanjas en cualquier tipo de material excepto roca fija**

#### **Definición**

- Afloje del material y su extracción total de la sección excavada
- Amacise, afine y limpieza de plantilla y taludes de la zanja, así como el fondo de la cepa

- Remoción del material producto de las excavaciones hasta 10 m del lugar de extracción
- Conservación de la excavación hasta la instalación satisfactoria de las tuberías
- Extracción de derrumbes cuando sea provocado por la negligencia del contratista durante el proceso constructivo de acuerdo a los programas de obra presentado por él mismo
- Equipo necesario: Retroexcavadora, pala, pico, maso.
- Personal: Operador de retroexcavadora, ayudante.

## **Ejecución**

El contratista por ningún motivo deberá excavar más allá de dos tramos (de pozo a pozo) si no ha probado y rellenado el primer tramo (por frente de trabajo). El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, dejando libre, el lado que fije la contratante, un pasillo de 60 (sesenta) cm. entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes, a juicio de la contratante ésta ordenará al contratista la colocación de ademes y puntales que juzgue necesarios para garantizar la estabilidad de la excavación, la seguridad de la obra y de los trabajadores.

La característica de los ademes y puntales serán fijados por la contratante, siendo el contratista responsable de la correcta ejecución del mismo. El suministro, colocación y remoción de los ademes ordenados por la contratante se pagarán por separado.

El contratista se obliga a rellenar las sobre-excavaciones realizadas por causas imputables a él, con material producto de la excavación o con material mejorado de banco, con tratamiento de compactación o sin tratamiento según se requiera a juicio de la contratante y conviene que no recibirá ningún pago adicional o compensación por ejecución de este trabajo, ni por el suministro de material ya que será su responsabilidad tomar precauciones sobre el desarrollo de la excavación.



Fotografía 5.2. Excavación de zanja, plantilla y colocación de tubería ayudado por excavadora

#### 4. Plantilla de arena

##### Definición

La arena a utilizar se comprará de acuerdo a las necesidades de la obra y el agua se obtendrá de pipa o tambos puestos en el lugar.

- Materiales: arena fina, agua.
- Equipo: pisón de mano, pala, carretilla, hilo, madera cuerda.
- Personal: cuatro peones.
- extendido de material y reventón
- acarreos
- suministro de material, abundamiento y desperdicio traspaleos

##### Ejecución

Antes de que la tubería sea bajada dentro de la zanja, la pendiente del material de la plantilla debe ser verificada con los niveles. La pendiente de la alcantarilla debe mantenerse por dentro de los 10mm de aquella mostrada en plano.

El contratante ordenará la utilización de material de banco (grava, arena, limo) cuando las condiciones de la zanja lo requieran el material debe estar libre de materia orgánica y no contenga voleo superior a 0.5 pulgadas de diámetro.

Se consideraran capas de arena compactada de 10cm además de humedecer la plantilla con una manguera para su mejor compactación.

El contratista deberá solicitar al contratante el visto bueno de la plantilla colocada, ya que en caso contrario esta podrá ordenar, si lo considera conveniente que se levante la tubería, y los tramos de plantilla que no cumplan con lo ya estipulado. El contratista deberá ejecutar esta indicación en forma correcta, sin tener derecho a un pago adicional por este concepto. Para la formación de la plantilla se deberá tender un hilo (reventón) a 10cm de altura del piso de la zanja ya afinada, para colocar la arena la cual se deberá apisonar con pisón de mano hasta dejar una superficie nivelada para la correcta instalación de la tubería.

### **Medición y pago**

La construcción de la plantilla será medida en metros cúbicos con aproximación de un centésimo. Al efecto se determinará directamente en la obra la plantilla construida apegándose al proyecto de obra y planos de zanjas tipo vigente. El suministro de material de banco deberá ser considerado en el análisis de precio unitario de este concepto de obra con su abundamiento y desperdicio ya que será pagada, colocada en zanja y no medida en banco.

No se considera para fines de pago la cantidad de obra ejecutada por el contratista fuera de los lineamientos fijados en el proyecto, salvo las indicaciones del contratante.

## **5. Colocación de la tubería**

### **Definición**

- Equipo: maquinaria o grúa, en caso de bajar los tubos de concreto con ayudantes será supervisado por el residente de obra.
- tendido de material
- acarreo
- suministro de material y desperdicio
- Materiales: tubos de concreto simple y herramientas para su correcta ejecución (anillos de hule en juntas).
- Personal: dos peones y un oficial albañil.

---

## **Ejecución**

Cuando la excavación de la zanja ha avanzado lo suficiente se instala un teodolito y se nivela la plantilla de la zanja por medio de las niveletas o fichas y se maniobra para bajar tubería y alinearla. Para el junteo se utilizara mortero (cemento arena proporción 1:5), que se deja secar para después introducir agua para pruebas y poder hacer la inspección, deberá haber limpieza interior en cada junta con muñeca de trapo, colocar tapón en cada uno de los orificios de los pozos ya instalados para que no entre material al tubo antes de ponerlo en funcionamiento y quitar a la entrega de la obra.

La tubería se debe inspeccionar para asegurar que está en buenas condiciones y que los extremos no estén dañados. La técnica usada para recoger la tubería debe ser seleccionada para asegurar que ni la tubería ni su material de cubrimiento se dañen. En general son convenientes los cabestrillos o enganches rodantes.

Las secciones de tuberías serán colocadas en la dirección y la pendiente adecuadas en el fondo de la zanja drenada y se presionarán entre sí con una palanca manual o una manivela.

## **Medición y pago**

El tendido de tubería será medido en metros lineales con aproximación de un centésimo. Al efecto se determinará directamente en la obra la cantidad de tubería colocada apegándose al proyecto de obra y planos de zanjas tipo vigente. El suministro de material deberá ser considerado en el análisis de precio unitario de este concepto de obra con sus juntas o unión, además de desperdicio ya que será pagada, cuando se coloque en zanja.

No se considera para fines de pago la cantidad de obra ejecutada por el contratista fuera de los lineamientos fijados en el proyecto, salvo las indicaciones del contratante.

Nota: En las juntas de la tubería de concreto simple y reforzado se debe utilizar anillo de hule de conformidad a lo indicado en la norma mexicana NMX-C-412-ONNCCE.

## 6. Construcción y colocación de pozos de visita. ( incluyendo brocal y tapas para registro)

### Definición

La forma del pozo de visita es cilíndrica en la parte inferior y troncónica en la parte superior, debe ser construida de tabique rojo recocido asentado con mezcla cemento arena 1:4, desplantado sobre una plantilla de mampostería con mezcla 1:5 de 20cm y de acabado común. Debe ser suficientemente amplio para darle paso a un hombre y permitirle maniobrar en su interior. En el piso se construirá una plataforma en la cual se harán canales que prolongan los conductos y encausan las corrientes. Cuenta con un brocal y tapa de concreto.

Se entenderá por colocación de brocales, tapas y coladeras a las actividades que ejecute el Contratista en los registros de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

### Ejecución

Especificación Parámetro y tolerancia para pozos de visita

*Diámetro real.*- Tolerancia de  $\pm 1 \%$  pero en ningún caso inferior a 0.1 cm de diámetro nominal (Dn) correspondiente. Los elementos modulares de acceso al pozo deben tener como mínimo un diámetro real (Dr) de 60 cm con una tolerancia de  $\pm 0.05$  cm.

*Espesor de pared.*- La pared mínima no debe ser menor de 8 % del diámetro real, con una tolerancia de  $\pm 0.05$  cm, con un espesor de pared de 10 cm como mínimo; se aceptan otros espesores siempre que el pozo de visita y sus elementos cumplan lo especificado en esta norma. El espesor de pared no debe ser inferior al 95 % de las dimensiones establecidas en los documentos de fabricación.

*Altura útil del brocal.*- La altura útil del brocal debe ser como mínimo de 20 cm. Tolerancia  $\pm 1,5 \%$  del valor establecido en los documentos de fabricación ó  $\pm 1.0$  cm.

*Conexión de tubos cortos.*- Las tolerancias de desviación angular de los tubos cortos de conexión son de  $\pm 3^{\circ}$  radiales. Las tolerancias de nivel son de  $\pm 1.0$  cm, no admitiéndose un desnivel desfavorable entre el tubo de entrada y el de salida. La

distancia mínima entre la cara exterior de dos tubos cortos de conexión debe ser igual al menor valor correspondiente al espesor de pared de la base o 1.0 cm.

*Ortogonalidad de los extremos (escuadría).*- La desviación máxima admisible de falta de plano en los extremos del anillo o módulo no debe ser mayor de  $\pm 1.0$  cm para módulos de diámetro nominal  $D_n$  1000, el menor valor de 2.0 cm ó 0.01 mm de diámetro real  $D_r$  para módulos superiores a  $D_n$  1 000.

*Falta de plano en los extremos de los anillos de ajuste.*- La desviación máxima admisible de falta de plano en los extremos de anillos de ajuste no debe ser mayor de  $\pm 1.0$  cm para módulos de  $D_n$  1 000, o el menor de 2.0 cm ó 0.01 mm  $D_r$  para módulos superiores a  $D_n$  1 000.

*Registro.*- Todos los pozos deben tener en el brocal un orificio que permita el acceso de una persona con una dimensión no inferior a 60 cm de lado menor o de 60 cm de diámetro.

*Escalerilla.*- Los escalones tendrán forma de "U", debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- El travesaño de apoyo debe tener una longitud mínima entre los extremos de 30 cm y máxima de 40 cm.
- La separación mínima de la pared del pozo en su punto medio debe ser de 12 cm como mínima y máxima de 16 cm.
- La longitud de empotramiento mínima del escalón del pozo debe ser de 7.5 cm como mínimo. La sección transversal mínima del travesaño de apoyo debe ser de 2 cm mínima y máxima de 3.5 cm.

*Acabado.*- La superficie interior de los pozos debe ser lisa y regular, no presentar grietas, depresiones, abolladuras y/o protuberancias que alteren los valores dimensionales especificados. Se pueden admitir burbujas u oquedades cuyas dimensiones no superen los 1.5 cm de diámetro y 1 cm de profundidad o de altura. Se admitirán fisuras de retracción o térmicas con una anchura máxima de 0.15 mm, así como elementos de concreto armado sometidos a pruebas de fisuración con fisuras remanentes de hasta 0.15 mm de anchura, siempre y cuando se compruebe que no afectan a la resistencia o estanqueidad del elemento.

*Carga de fisuración.*- Es la fisura de 0.3 mm en una longitud superior a 30.0 cm que se produce en la tapa y brocal conjuntamente.

*Hermeticidad y estanqueidad de los elementos modulares.*- La unión de la base y un módulo debe ser estanca en las paredes de los mismos y hermética en sus juntas, (se permite la introducción en agua durante 24 h previas a la prueba), al ser sometidos a una presión hidrostática de 0.050 MPa (0.50 kg/cm<sup>2</sup>) durante 5 min para los elementos modulares con diámetro nominal (Dn) menor a 150 cm y durante 10 min. para los elementos modulares con diámetro nominal (Dn) igual o mayor a 150 cm

*Brocal y tapas.*- Cuando de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero los brocales, tapas y rejillas deban ser de concreto, serán fabricados y colocados por el Contratista. El concreto que se emplee en la fabricación de brocales, tapas y rejillas deberá de tener una resistencia  $f_c = 150 \text{ kg/cm}^2$  y será fabricado de acuerdo con las especificaciones respectivas.

Las tapas de los pozos de visita deben tener orificios en la parte superior, para permitir la ventilación de la red, estas perforaciones son como mínimo 4 con un diámetro máximo  $5 \text{ cm} \pm 10\%$  en su parte superior. Las tapas de diámetro igual o inferior a Dn 1200 se someten a una carga de 120 kN (12 t) simultáneamente con el brocal.

### **Medición y pago**

La colocación de pozos de vista, así como la fabricación y colocación de los mismos, se medirá en piezas. Al efecto se determinará en la obra el número de piezas colocadas en base al proyecto.

El precio unitario incluye el suministro de todos los materiales como son: tabique rojo, cemento, arena, hilo, varilla de 3/8" de diámetro, etc. Además de considerar mermas, acarreos, fletes; para la mano de obra se considera un peón y un oficial albañil, el equipo serán herramientas menores como son: pala, carretilla, cucharón, madera, alambros, llana, cincel, martillo, maso, etc. (se incluirá el costo del brocal y tapa de concreto; su manejo y maniobras locales e instalación para fines de costo por pieza).

La colocación y fabricación de brocales, tapas de concreto y rejillas, así como la fabricación de brocales y tapas de concreto, será parte del pozo de visita. Al efecto se determinará en la obra el número de piezas colocadas en base al proyecto.





Fotografía 5.3 Construcción de pozo de visita.

## 7. Relleno de zanja

### Definición

Una vez instalada la tubería se pone el relleno en capas de 10cm de espesor apisonada hasta el lomo de la tubería, después se compacta en capas de 15, 20 o 25cm de espesor hasta llegar a la superficie,

- mano de obra: tres peones
- Suministro de material de banco especificado con su respectivo desperdicio y abundamiento en su caso con acarreos.
- Equipo: pisón de mano, pala, carretilla.

### Ejecución

Ya colocada la tubería se procederá a rellenar con el material a ambos lados de la misma, en primer término hasta el nivel de su eje, apisonándolo en capas y empleando las herramientas adecuadas (pisones de cabeza angosta y plana), hasta que quede perfectamente consolidado. Posteriormente se continuará el proceso de rellenado hasta 30cm por arriba del lomo del tubo. Se recomienda proceder de inmediato al relleno apostillado después de haber colocado las tuberías, dejando al descubierto en su totalidad las partes del pozo de visita. Después de este relleno se complementará con relleno a volteo o compactado según se requiera.

El contratista deberá suministrar el material de banco (arena) y colocado al pie de la zanja y este material deberá estar exento de boleos de 0.5in. La supervisión de la contratante ordenará la utilización de material de banco (grava, arena, limo) cuando las condiciones de la zanja lo requieran y con la proporción (30-60 y 10%) respectivamente.

Las zanjas deben ser rellenas tan pronto la tubería haya sido colocada y la instalación inspeccionada. Cuando se necesita cimentación clase A (concreto), el relleno se demora hasta que el concreto haya fraguado suficientemente para soportar su peso. El drenaje de la zanja se debe continuar hasta que el relleno sea completado.



Fotografía 5.4 Relleno con material producto de banco y preparación para pozo de visita.

El material de relleno debe estar libre de maleza, desechos, material congelado y rocas grandes. Ninguna roca se debe colocar dentro de los 90cm de la parte superior de la tubería ni dentro de los 40cm de la superficie del suelo. El relleno se debe colocar con cuidado en capas no superiores a los 150m de grosor y ser apisonado por debajo, alrededor y por encima de la tubería a una altura de 60cm por encima de la corona.

La tierra se debe colocar con cuidado hasta que se haya alcanzado dicho nivel. El relleno con una excavadora sobre una tubería descubierta la desplazaría y podría romperla. El relleno por debajo de las calles u otras construcciones se debe colocar con cuidado, con un contenido de humedad óptimo, con una compactación apropiada hasta que se alcance la superficie del terreno.

El relleno a volteo y bandeado con equipo mecánico o manual de terreno en la capa superior se efectuará a partir del nivel del terreno natural, formando una superficie estable con espesor optimo o la que supervisión indique, mismo al que se le proporcionará lo necesario y compactara con pison de mano (consiste en tres pasadas ida y vuelta), para garantizar el terreno natural estabilizado y que no tenga hundimientos posteriores al momento de pasar los equipos de construcción sobre la superficie de rodamiento.



Fotografía 5.5 Apisonado

Antes de pavimentar deberá esperarse como mínimo tres días o una semana si es posible para que el relleno alcance su compactación natural, esto es para evitar asentamientos posteriores.

## **Medición y pago**

Esta actividad será medida para fines de pago, en metros cúbicos con aproximación a un centésimo. Al efecto se determinarán los volúmenes colocados de acuerdo al proyecto autorizado y/o lo que marque el supervisor de la contratante. El material empleado en el relleno por sobre ancho y espesores imputables al contratista no será computado para fines de pago, así como tampoco los realizados fuera del proyecto.

## **5.4 DESPIECE GENERAL Y PIEZAS ESPECIALES**

Cuando se propone un sistema de tubería para agua potable o alcantarillado debemos mencionar la utilización de ciertos aditamentos o piezas que serán utilizadas a consideración del diseño propuesto.

Debido a las necesidades propias de la red de alcantarillado la propuesta de piezas especiales esta basada en las características primeramente físicas, esto es, topografía del sitio, velocidades permisibles, gasto, carga hidráulica, etc. También depende económicamente de la inversión considerada para el proyecto y bajo estas características se propone una solución técnica y económica.

En este capítulo, nos referiremos a piezas y accesorios que hacen eficaz y práctico una red de alcantarillado.

### **5.4.1 Despiece de la tubería**

Comenzando por la tubería, existen diferentes materiales que hoy en día se pueden utilizar gracias al avance tecnológico en la utilización de polímeros de alta resistencia a la abrasión y desgaste, además de soportar presión y carga hidráulica similar a los materiales utilizados convencionalmente.

Independientemente del material utilizado en los tubos de alcantarillado se identifican cuatro partes esenciales:

- lomo
- clave
- plantilla
- base

El **lomo** representado por la parte superior; la **clave** o punto más elevado del perímetro interior; el **eje** o **línea horizontal** de mayor amplitud, la **plantilla** o punto más bajo del perímetro interior y la **base** o punto más bajo de la tubería.

En un corte longitudinal de una tubería de concreto simple o reforzado se identifican el espesor o grosor de la tubería; el diámetro exterior o interior, la campana o parte que sirve para unir un tubo con otro y el macho o superficie de descanso. En una tubería de concreto reforzado se identifican además la espiga y la caja. Como se observa en las figuras 5.1 y 5.2 respectivamente.

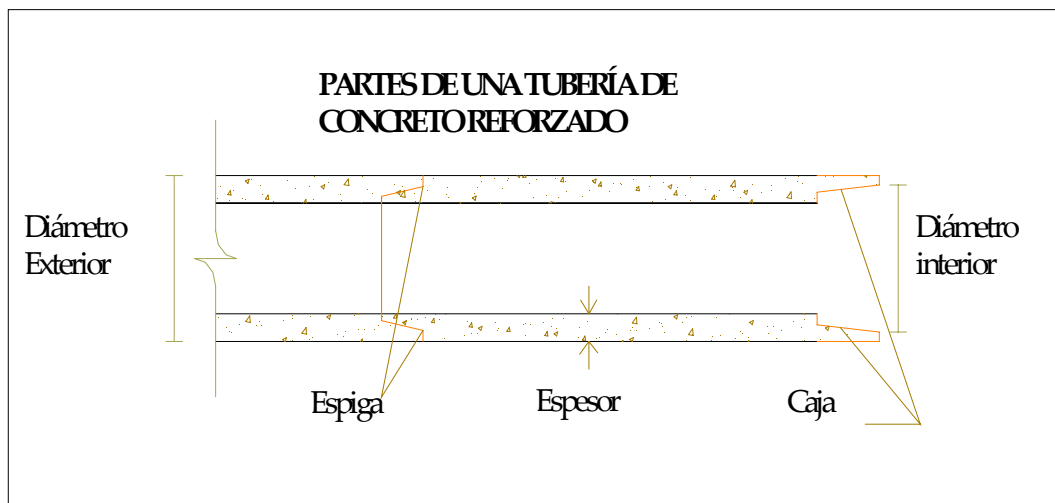


Figura 5.1 Partes de una tubería de concreto reforzado

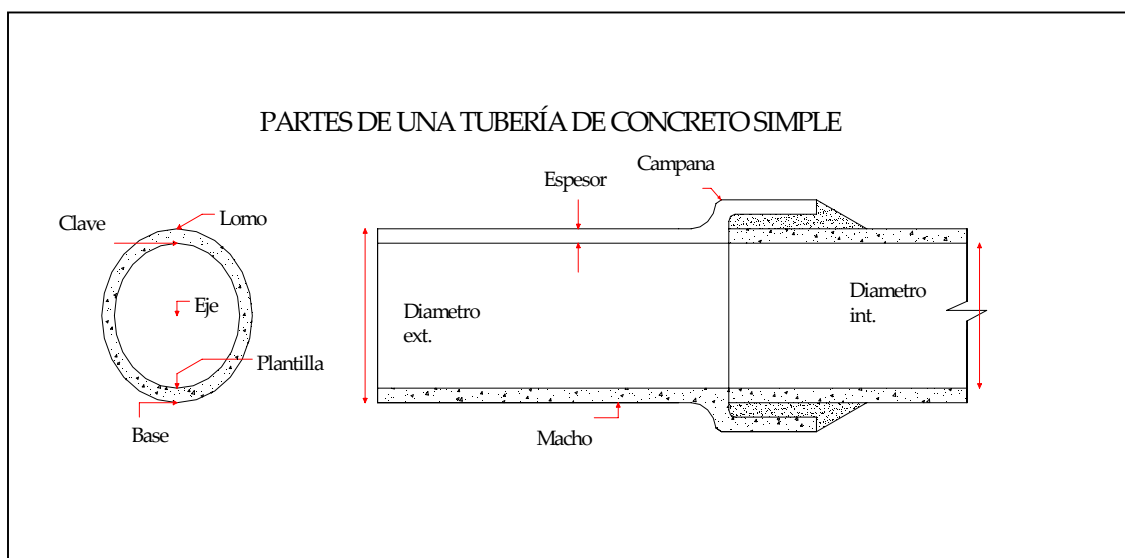


Figura 5.2 Partes de una tubería de concreto simple

Debido a las características de cada red de alcantarillado es necesario mencionar que los accesorios pueden variar dependiendo de la dimensión y características de diseño particulares, por lo que algunas piezas son enunciativas y solo serán descritas, a pesar de no ser utilizadas en el presupuesto de obra.

### 5.4.2 Tubería especial

Las piezas especiales se usan en función del número de “bocas” necesarias para conducir el agua, salvo en piezas de fabricación especial. Estas piezas se identifican de la forma siguiente: “cruz”, “te”, “ye”, “codo” y “reducción”.

Las juntas son aditamentos de unión para dos elementos seccionados que conducen agua. Se identifican de la forma siguiente: campana y macho, mecánica, brida, gibault y cople.

Los accesorios ilustrados en la figura 5.3 forman parte de la tubería en una red de alcantarillado y pueden hacerse bajo orden especial.

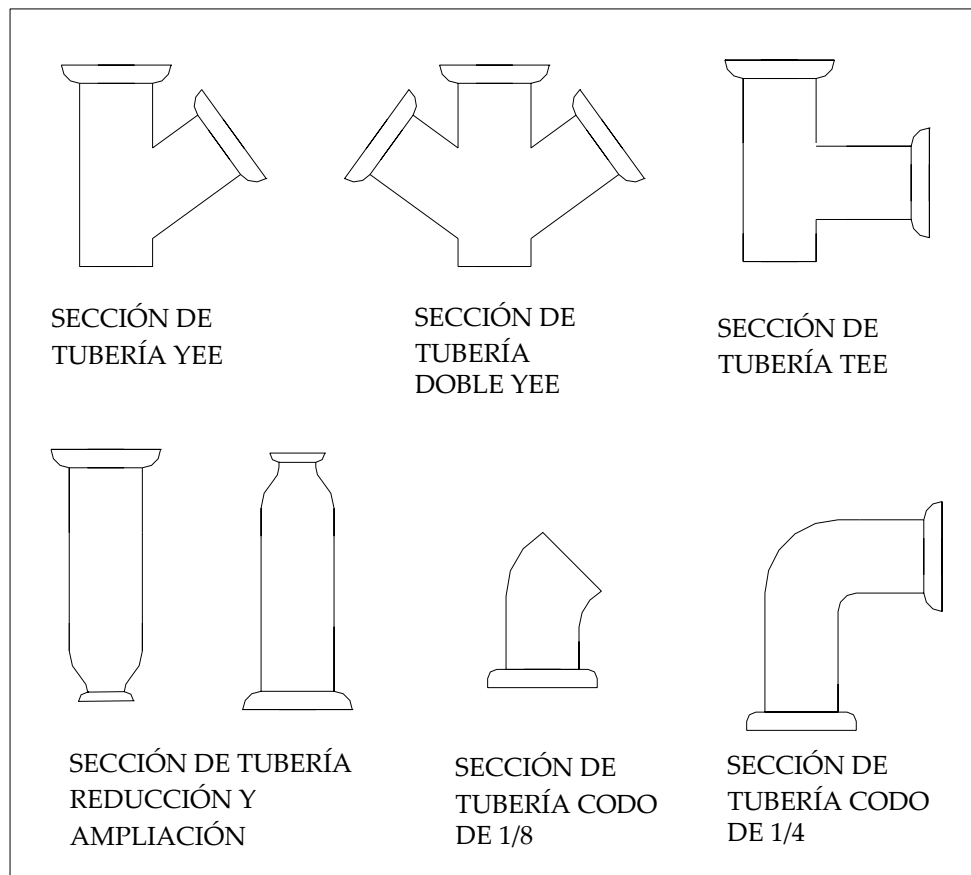


Figura 5.3 Partes de la tubería en una red de alcantarillado

Las secciones de tubería Yee y Tee serán usadas para unir alcantarillas domesticas a alcantarillas publicas y deben ser instaladas en la alcantarilla cuando ésta este construida, los extremos abiertos de las conexiones no usadas pueden ser cerrados con tapones o mortero hasta que se necesiten.

En tuberías de concreto, para efectuar la conexión del albañal con la atarjea o el colector, se utiliza el denominado slant que es una pieza especial de concreto con campana ( para unir con anillo de hule) y con extremo espiga cortado a 45 grados con respecto a su eje, para unir con la atarjea o colector, lo cual permite que la conexión domiciliaria una vez construida quede con un ángulo de deflexión, el slant se conecta a un codo a 45 grados de concreto con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule, el cual es generalmente particular a la atarjea o colector, será necesario perforar la atarjea o colector y así unir el slant con cementante a la atarjea.

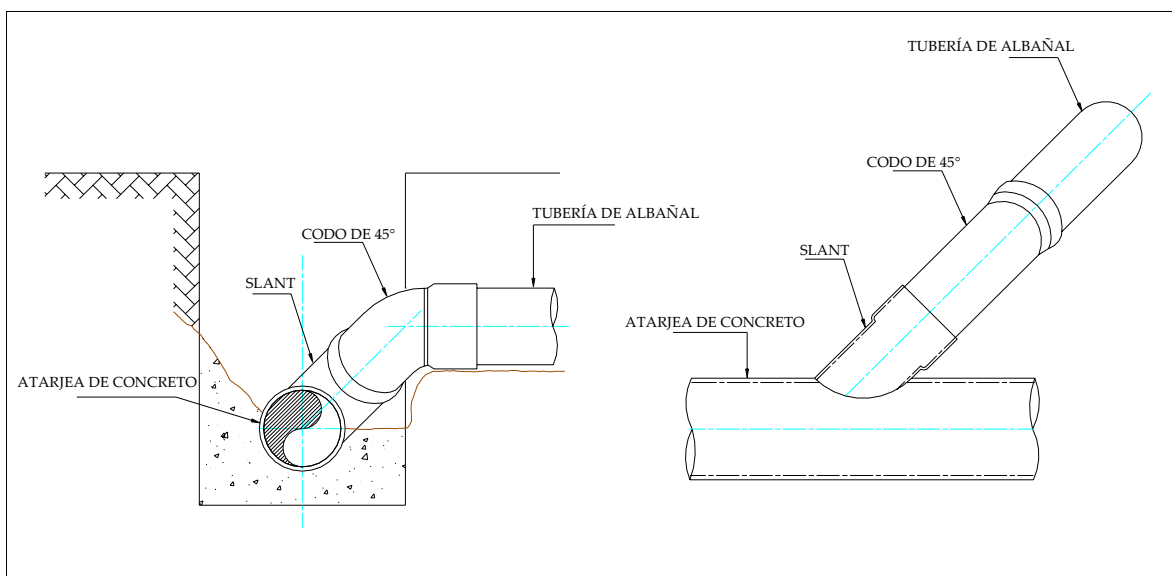


Figura 5.4 Descarga domiciliaria con tubería de concreto

Otro factor importante de mencionar es que las uniones de tubería de concreto simple pueden hacerse con anillos de compresión y arandelas o mortero, las tolerancias dimensionales son por lo tanto más estrictas para la tubería fabricada para el uso con tales uniones.

En tuberías de Poli cloruro de Vinilo (PVC), para este tipo de conexión, se utiliza una silleta de PVC a 45 grados con campana (para unir con anillos) y extremos de apoyo para unir a la atarjea o colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule. La silleta se acopla a

la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturón de material resistente a la corrosión; en este segundo caso, la silleta esta provista de un anillo de hule con la que se logra la hermeticidad con la atarjea. Existe la posibilidad de utilizar "Y" reducidas en lugar de silleta, pero se requiere conocer, antes de instalar las atarjeas, donde se conectarán las descargas domiciliarias.

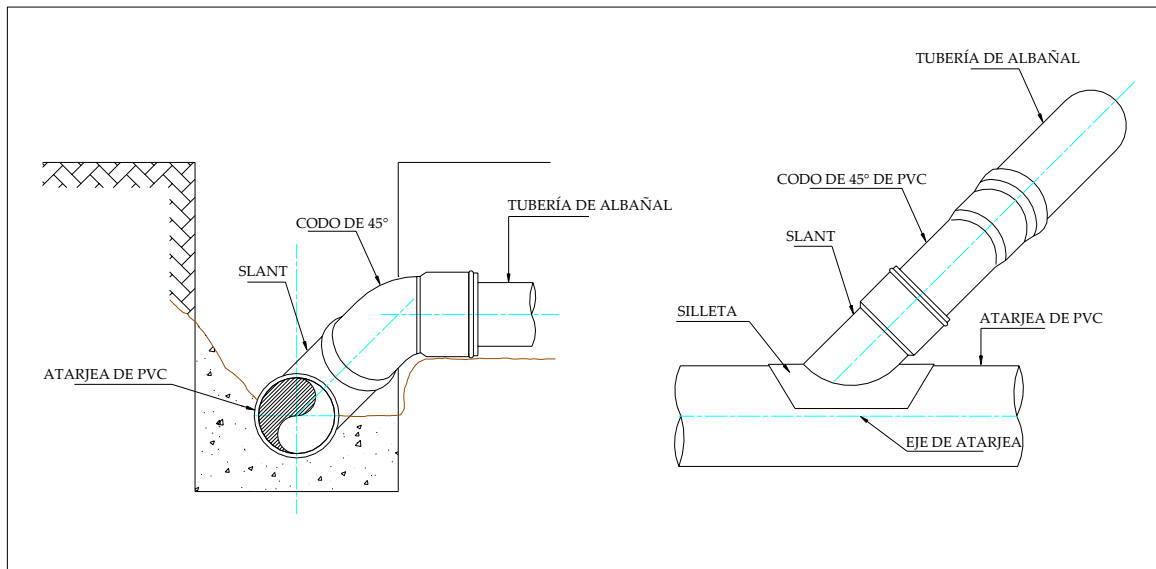


Figura 5.5 Descarga domiciliaria con tubería de PVC

### 5.4.3 Despiece de pozos de visita o inspección

Esta pieza especial de la red es generalmente construida en el sitio, sin embargo, hoy día se pueden encontrar pozos de visita prefabricados que son una opción en el diseño de la red, este tipo de pozos se entregan en obra como una unidad completa. Su peso, relativamente ligero, asegura una fácil maniobra e instalación.

En nuestro medio el pozo de visita se clasifica en comunes y especiales de acuerdo al diámetro de su base. Existen además los pozos para conexiones oblicuas a tuberías de diámetros grandes. También existen otros tipos de estructuras cuya función es similar a los pozos de visita, y se utilizan en el caso de tuberías de gran diámetro, estas estructuras generalmente son de forma rectangular y recibe el nombre de "Pozos caja" de visita.

Las figuras 5.6 y 5.7 muestran respectivamente el pozo de visita prefabricado y el construido en el sitio.



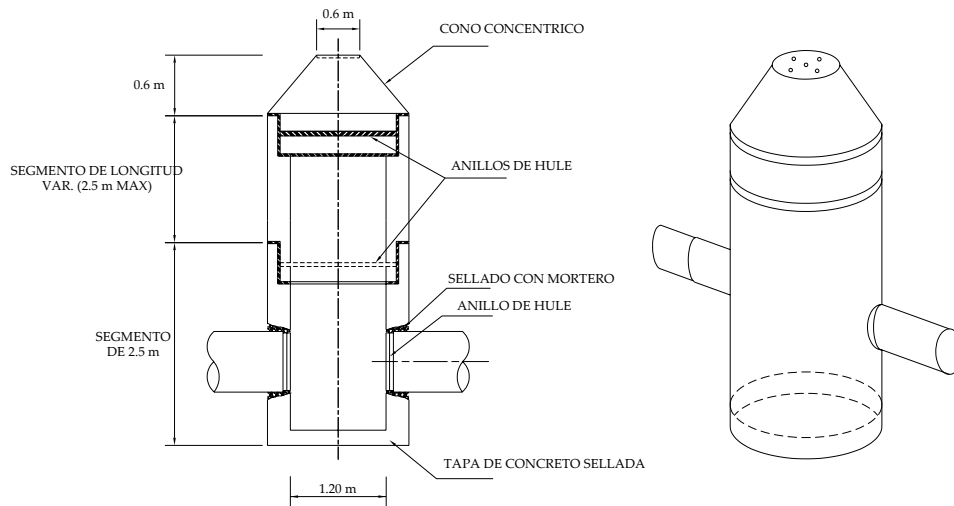
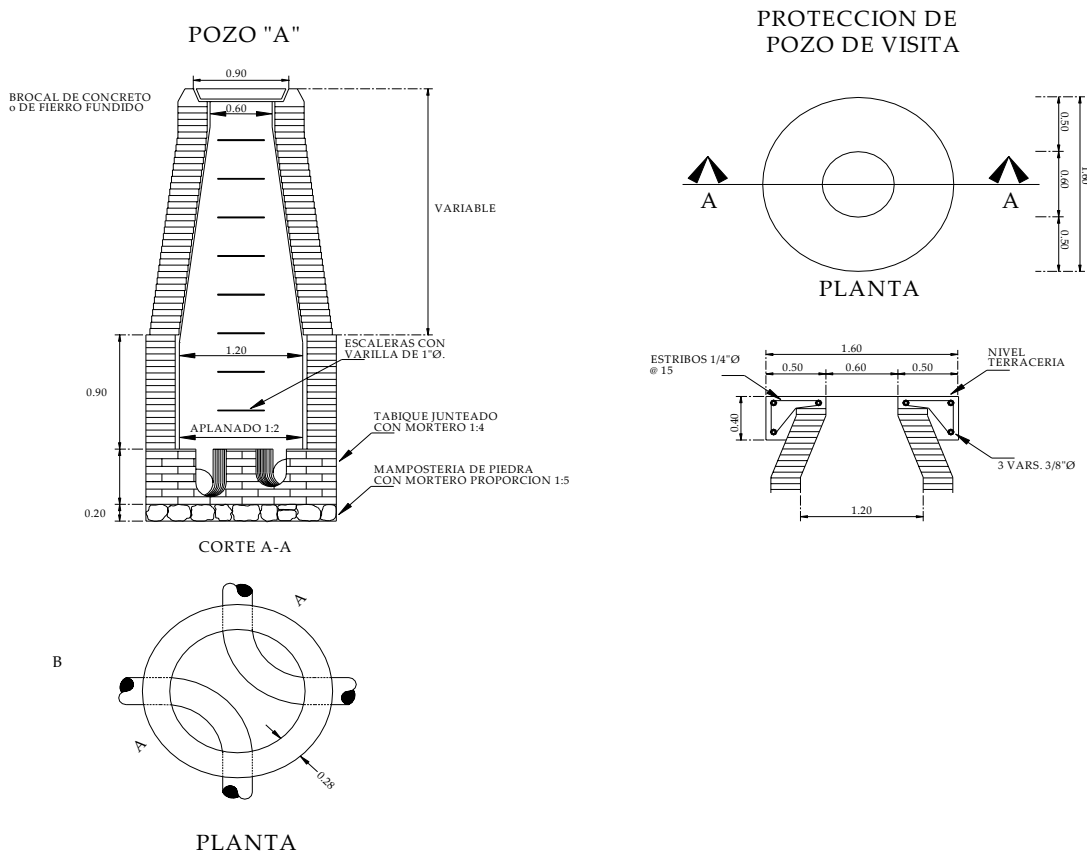


Figura 5.6 Pozo de visita de concreto prefabricado



EL POZO TIPO "A" SE USA PARA PROFUNDIDADES  
MAYORES DE 2.50 Ms.

Figura 5.7 pozo de visita común construido en el sitio

---

## 5.5 CUANTIFICACIÓN

De cada uno de los conceptos de obra en los que se pueda dividir un proyecto determinado, es necesario cuantificar la cantidad de dichos conceptos, ya que los costos, cantidades de materiales, cantidades de mano de obra, etc., se apoyan directamente en esta actividad. Por lo tanto es muy importante poner especial interés en esta partida de Administración general de Obra, ya que al tenerla bien resuelta se tendrá un mayor y mejor control de costos total del proyecto en referencia.

Es necesario mencionar que para el análisis de costos de los conceptos involucrados se utilizan unidades específicas como pueden ser metros lineales (ML), metros cuadrados (M2), metros cúbicos (M3), toneladas (Ton), Kilogramo (Kg), piezas (Pas), etc., por lo cual las unidades en las que se expresen las cantidades de obra, deben ser las mismas en las que se calcule el costo unitario.

### 5.5.1 Cuantificación de diseño

La cuantificación de volúmenes es obtenida de nuestro análisis de diseño presentado en el capítulo 3. Donde se obtuvieron los volúmenes de excavación, longitud de la línea de tubería, el número de pozos de visita, además del volumen de plantilla y relleno, con base en esto, los valores calculados tendrán que ser redondeados si así se requiere, con la finalidad de manejar cantidades en enteros y faciliten la elaboración del costo.

Las cuantías finales fueron las siguientes:

- 2317.7 m Longitud de tubería principal
- 2451.4 m<sup>3</sup> Excavación de terreno
- 260.74 m<sup>3</sup> Plantilla de arena compactada
- 2190.6 m<sup>3</sup> Relleno de zanja con material excavado y producto de banco
- 29 pza Pozo de visita

Y la Cuantificación propuesta es la siguiente:

- 2330 m Longitud de tubería principal
- 2500 m<sup>3</sup> Excavación de terreno
- 270 m<sup>3</sup> Plantilla de arena compactada
- 2220 m<sup>3</sup> Relleno de zanja con material excavado y producto de banco
- 30 pza Pozo de visita (25 mayor a 1.5 metros y 5 mayor a 2 metros)

## 5.6 INTEGRACIÓN DE PRESUPUESTO

Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si los recursos existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables en números redondos y precios unitarios que no estén muy detallados.

Por el contrario, este presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para financiar la obra, o cuando el constructor la estudia al preparar su proposición, entonces hay que detallar mucho en las unidades de medida y precios unitarios, tomando en cuenta para estos últimos no sólo el precio de los materiales y mano de obra, sino también las circunstancias especiales en que se haya de realizar la obra. Esto obliga a penetrar en todos los detalles y a formar precios unitarios partiendo de sus componentes.

Los factores que determinan el costo de una obra se pueden ver en la siguiente figura:

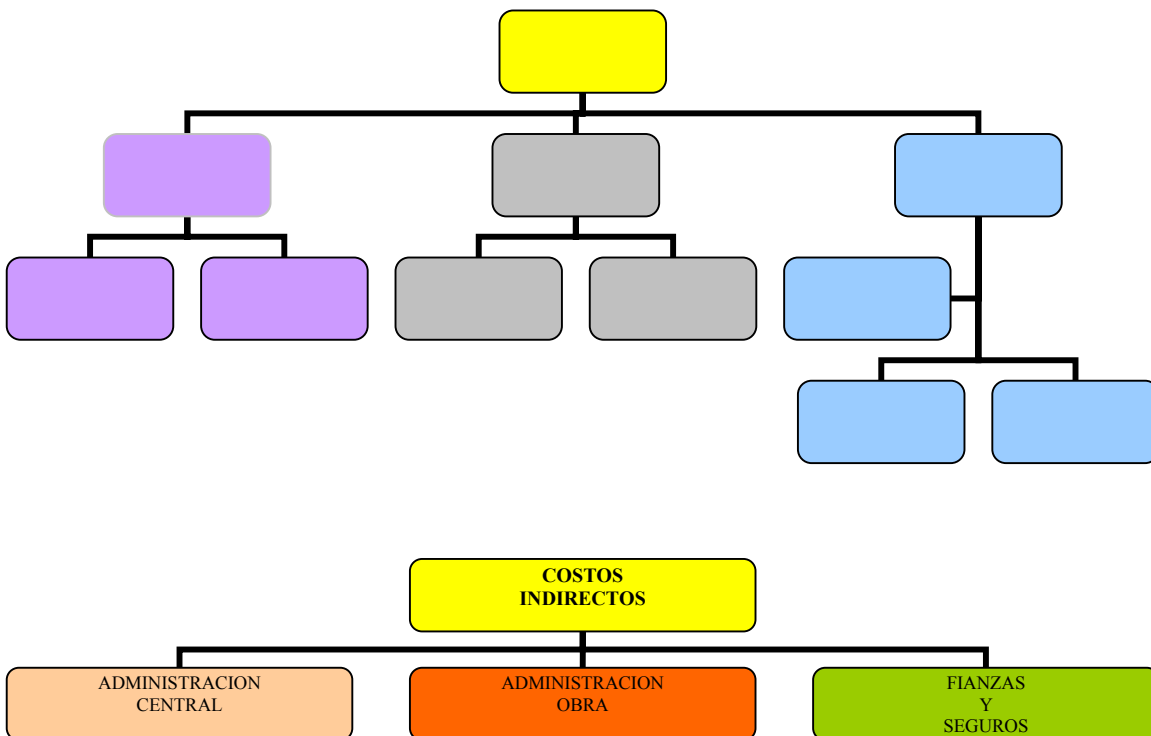


Figura 5.12 Factores que determinan el costo de una obra

### **5.6.1 Costos indirectos**

Recordando la explicación presentada en el esquema, —tratándose de empresas constructoras— los costos indirectos se definen como la suma de todos los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

Los componentes de los costos indirectos de obra se dividen en dos, que son los siguientes:

#### **Costos indirectos fijos**

Los factores componentes que pueden aplicarse a una obra —en forma no limitativa— en el cálculo de los costos indirectos fijos son:

- Superficie ocupada.
- Repercusión en los impuestos.
- Valor de piezas de refacción.
- Costos de demoras.
- Costos del tiempo ocioso.
- Cambios en el ritmo de producción.

#### **Costos indirectos variables**

Los factores componentes de los costos indirectos variables —en forma no limitativa— son:

- Gerencia.
- Gastos de viaje en investigación.
- Costos de relevos.
- Adiestramiento —Capacitación o entrenamiento— del personal.
- Tiempo extra requerido para compensar pérdidas o atrasos de producción.
- Volumen de trabajo en curso.
- Cargos a la operación después de depreciación total.
- Maniobras de obras rechazadas o equipos devueltos.

Para nuestro análisis de precios unitarios consideramos un porcentaje del costo directo en la integración de indirectos, esto se puede ver en la elaboración de las tarjetas de precios unitarios.

### **5.6.2 Costos directos**

El costo directo es la suma de los costos de los materiales, mano de obra y, maquinaria y equipo que intervienen en la elaboración del mismo, los cuales se detallan a continuación:

### **5.6.3 Costo de mano de obra**

La estimación del costo de la mano de obra es un problema dinámico y sumamente complejo; este carácter dinámico lo determina el costo de la vida, así como el desarrollo de procedimientos constructivos diferentes debido a nuevos materiales, herramientas, tecnología, etcétera; su complejidad, varía conforme a la dificultad o facilidad de ejecución, la magnitud del proyecto, el riesgo o la seguridad en el proceso, el sistema de pago, las relaciones laborales, etcétera; además de las condiciones climáticas, las costumbres locales y, en general todas las características que definen una forma de vida, afecta directa o indirectamente el valor de la mano de obra.

Por lo anterior, es necesario destacar la importancia que reviste la realización de un estudio de salarios cuidadoso y correcto, ya que los resultados del mismo trascienden directamente en cada uno de los análisis de los conceptos que integran el presupuesto, un error cometido en esta etapa se manifestará a través de todo el presupuesto.

#### **Integración del salario**

El salario es la remuneración que se entrega a un trabajador por el desempeño de su labor, sin embargo, es importante definir algunos conceptos referentes a salario que el ingeniero constructor debe manejar.

- *Salario mínimo.*- Es aquel estipulado por la institución gubernamental correspondiente, (en nuestro caso, la Comisión Nacional de Salarios mínimos), dicho salario tiene un carácter de obligatoriedad avalado por nuestra legislación. En nuestro país se ha optado por subdividir el territorio en zonas económicas que tienen diferentes salarios mínimos acordes al costo de vida en cada una de ellas.
- *Salario base o nominal.*- Es aquel por el cual se contrata al trabajador por cada día de trabajo transcurrido.

- *Salario real.*- Es aquel salario que reúne todos los conceptos que causen una erogación al patrón y que estén relacionados directa o indirectamente con el trabajador, es decir, el trabajo real es el costo total que un trabajador representa a la empresa.

### **Consideraciones para la integración del salario real**

La integración del salario real corresponde en realidad a la integración de un coeficiente, usualmente llamado “factor de salario real”, que al ser multiplicado por el salario base, da por resultado el salario real por determinar. Este factor es variable en cada categoría pero, en general, se determinan: uno para salario mínimo y otro para categorías de salarios mayores; así mismo es usual que tal factor se calcule en base a la derogación y los días trabajados durante un ciclo anual a efecto de considerar proporcionalmente todas las variaciones que se presente durante ese ciclo.

Para dicha integración se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

*Días no laborables por fiestas de costumbre.*- Por tradiciones arraigadas en nuestro medio laboral, los días correspondientes a celebraciones religiosas más notables, como son: viernes y sábado santos, 3 de mayo, 1 y 2 de noviembre y 12 de diciembre, el obrero no trabaja; es por eso que los constructores aceptan como no laborables, de acuerdo con su propia política, algunos de los de aquí mencionados.

*Días no laborables por enfermedad no profesional.*- Cuando por enfermedad no profesional el obrero no trabaja, el patrón se ve obligado su salario durante los primeros días de ausencia, por lo que el ingeniero deberá considerar a criterio, los días no laborables por esta causa.

*Días no laborables por agentes físico meteorológicos.*- Es indispensable que para la integración del salario del trabajador, en base al lugar donde se van a ejecutar las obras, el medio geográfico, la estación del año la topografía local, etc., el ingeniero realice una investigación estadística y la aplique en la definición de un numero de días no laborables por causas fortuitas, como pudieran ser: lluvia, nieve, calor, frío, inundaciones y derrumbes.

*Días no laborables por descanso obligatorio 7.17 días (Art. 74 L.F.T).*- De lo establecido en lo anterior podemos obtener ya conclusiones importantes aunque parciales, para la integración del salario real del trabajador.

Primero.- Los trabajadores, de acuerdo con la ley, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos anuales:

Por cuota diaria (Art.83)	365 días
Por prima vacacional (Art. 76 y 80)	1.5 días
Por aguinaldo	15 días
<b>Total</b>	<b>381.5 días</b>

Segundo.- También de acuerdo con la ley, los trabajadores, tienen derecho de descansar, con goce de salario, los siguientes días mínimos al año:

Por séptimo día (Art. 69)	52 días
Por días festivos (Art. 74)	7.17 días
Por vacaciones (Art. 76)	6 días
<b>Total</b>	<b>65.17 días</b>

Tercero.- De acuerdo con la experiencia y la política de cada constructor, es necesario considerar también como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario integro como puede ser:

Por fiestas de costumbre	6 días
Por enfermedad no profesional	2 días
Por mal tiempo y otros	3 días
<b>Total</b>	<b>11 días</b>

En resumen, tenemos que los días pagados al trabajador por año son: 381.5 días, realmente trabajados son  $365 - 65.17 - 11 = 288.83$  días. Podemos entonces determinar el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la *Ley Federal Del Trabajo*, que es:

$$T_P/T_L = 381.5/288.83 = 1.3208$$

$T_P$  = Días realmente pagados en un año

$T_L$  = Días realmente trabajados en un año

También deben de considerarse las cuotas vigentes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el cual a cambio del pago de las primas de seguro correspondientes, se encargara de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la propia Ley del Seguro Social y la cuota del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), Dicho fondo esta formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, de 5% sobre los salarios integrados de los trabajadores a su servicio, de acuerdo a lo mencionado en el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo.

Debido a los conceptos anteriores se puede determinar, un coeficiente de incremento adicional para la integración del salario real, que se detalla en el Anexo: Análisis de precios unitarios, Cuadros 1 al 11.

#### **5.6.4 Costos de materiales**

Es requisito indispensable del Ingeniero constructor el conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados a las condiciones de trabajo, y de acuerdo con sus especificaciones, composición, resistencia, calidad, etc., así como a la capacidad económica.

El precio del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el "Costo del material en obra", en cual está integrado por el precio de adquisición de fábrica (lugar de origen) mas el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más los desperdicios tanto en transportación y maniobras como en su utilización.

Los precios de los materiales considerados en los análisis de costos directos para la obtención del precio unitario (P.U.), deben estar calculados tomando en cuenta el precio de lista, menos su descuento correspondiente, más el cargo por concepto de fletes en su caso, esto es, el precio del material puesto en la obra, sin considerar el impuesto al valor agregado (I.V.A.), este impuesto deberá aplicarse al final del presupuesto, excepto en los casos que marca la Ley para obras exentas como son los inmuebles destinados a casa habitación, en cuyo caso el I.V.A. que trasladan los proveedores sí deberá incluirse dentro del costo.



Los costos de los materiales utilizados para este proyecto se obtuvieron de acuerdo al costo unitario establecido por casas de materiales reconocidas en el mercado, así como los precios en demanda a través de Internet. Los precios de los materiales que se utilizarán en esta obra se presentan en los Cuadros 13 al 21 del Anexo Análisis de precios unitarios.

### **5.6.5 Costo de maquinaria**

Antes de estructurar la definición es necesario mencionar algunos conceptos importantes.

- *Valor de adquisición.*- Se le llama al precio promedio actual de una maquina en el mercado. Cuando el valor de adquisición de la maquina incluye el valor de las llantas y otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original.
- *Valor de rescate.*- Se entiende por valor de rescate de una máquina el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica. Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerarse como chatarra, siempre tiene un cierto valor de rescate, como regla general se usa un 10%
- *Vida económica.*- Es el tiempo durante el cual ésta se mantiene operando y produciendo trabajo y con un mantenimiento de acuerdo a lo previsto por el fabricante. Existen numerosos criterios para determinar la vida útil de una maquina, pero el criterio mas empleado es el estadístico tomando en cuenta factores de orden económico, social y cultural que influyen en la eficiencia y economía de los trabajos de construcción en general.

### **Costo horario de operación de maquinaria**

El costo horario por equipo es el que se deriva del uso correcto de las maquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo, conforme a especificaciones constructivas y se integra mediante los siguientes cargos:

- *Cargos fijos.*- Son los que se derivan de los correspondientes al cargo por depreciación, cargo por inversión, cargo por seguros y cargo por mantenimiento mayor.

- *Cargos de consumo.*- Los cargos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustible, otras fuentes de energía, lubricantes, filtros, grasa, llantas, tren de rodaje y elementos especiales de desgaste.
- *Cargos por operación.*- Es el que se deriva de las erogaciones que se hacen por concepto del salario real del personal encargado de la operación de la máquina por hora efectiva de trabajo.

## **5.7 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO POR CONCEPTO DE OBRA**

El costo unitario del trabajo es un sistema de valoración que permite, a partir de rendimientos, obtener el costo del trabajo a realizar por unidad de medida.

Cualquier sistema de valoración en este sentido, debe basarse en rendimientos promedio resultado de un análisis estadístico que representa las condiciones repetitivas normales de cada proceso productivo.

En términos generales los elementos que componen un precio unitario pueden relacionarse mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Costos Directos} + \text{Costos Indirectos} + \text{Utilidad} = \text{Precio Unitario}$$

En nuestro proyecto no habrá utilidades por lo cual se desprecia pero para efectos de cálculo se muestra en el costo total y el costo indirecto que en este caso se reduce a administración de obra, se estimó un 15% del costo directo. Entonces el costo total de la obra queda de la siguiente forma:

COSTO DIRECTO	\$972,692.91
COSTO INDIRECTO	\$145,857.80
UTILIDAD	\$79,689.24
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$1'198,239.95</b>

El cálculo detallado se muestra en el Anexo: Análisis de precios unitarios, Cuadro 23.

---

## **5.8 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA**

Una vez realizado el análisis de precios unitarios, la determinación del volumen de obra y todas las revisiones de precios, el establecer el programa de ejecución toma un valor relevante. Por programa de ejecución se entiende la distribución del total de la construcción dentro de un cierto lapso de tiempo, que por lo general lo fija el cliente, y constituye uno de los requisitos a que se ha de ajustar la propuesta del constructor. Del plazo fijado para la construcción se deduce la cantidad de obra que debe hacerse diariamente, y de aquí el sistema de ejecución, el orden de sucesión de los diferentes trabajos parciales, tamaño y clase de equipo y maquinaria necesarias, importancia de las instalaciones auxiliares, etcétera. Sólo cuando se ha adquirido en esta forma una visión de conjunto de la obra a ejecutar puede pasarse al estudio detallado de las diversas unidades. Cuando se proyecta el empleo de máquinas en la ejecución de las obras, conviene al hacer el programa de ejecución enterarse bien de los plazos de entrega, pues son decisivos para el inicio de la obra. Véase Anexo: Análisis de precios unitarios, Cuadro 24.

### ***5.8.1 Programación de tiempos de ejecución de obra***

La programación, de fechas, o cronológicas, desempeña un papel principal en la ejecución de obras. Para obtener un programa confiable, debe dividirse al proyecto en sus actividades constituyentes. Luego se estima la duración de las actividades y se ordenan en su secuencia tecnológica para que formen una red a partir de la cual se obtiene el programa. Se tienen disponibles varios métodos para construir la red, incluyendo el método de la ruta crítica (ver Cuadro 25: Ruta Crítica, en el apartado de Anexos), el método de diagramación de precedencias, y la técnica de revisión y evaluación de programas. El método de la ruta crítica es un sistema de construcción de una red lógica que presenta un método que permite planear un proyecto. La planeación global de un proyecto complicado requiere un ajuste adicional de la red para que proporcione un sistema de proyecto para la administración.

Una consideración adicional que se tiene que tomar en cuenta, junto con la programación cronológica y la planeación es la de los recursos que se usarán para lograr la terminación oportuna de un proyecto. Se requiere hacer una estimación de cuáles son los recursos necesarios y cuántos y cuándo se les necesita. Por otra parte, también es importante considerar en la programación, el tiempo de desarrollo de cada uno de los componentes del programa contra los costos relacionados estimados, tanto para la erogación como para la obtención del cobro sobre los avances de obra.

## **5.9 GENERADORES**

Actualmente existen formatos especiales para la realización de la cuantificación de obra, conocida también como números generadores, y cuyo objetivo es el de unificar el criterio para ejecución de esta actividad en cada uno de los conceptos de trabajo presentándolos con un planteamiento claro de las operaciones realizadas y en donde generalmente estos formatos cuentan con un espacio específico para presentar estos conceptos de una manera gráfica, por medio de un croquis o dibujo tratando de formar una idea más clara de lo que se está cuantificando y evitar repeticiones o malos cálculos.

Debido a que hay cuantificaciones que requieren un gran número de hojas, éstas deberán enumerarse progresivamente anotándose también el total de hojas que componen dicha cuantificación.

Es necesario que durante la ejecución de la obra, se revisen periódicamente los números generadores, particularmente si han existido cambios de proyecto o se haya ejecutado obra complementaria, de manera que sea posible corregir a tiempo desviaciones o diferencias que afecten al programa de costos o el programa de ejecución de la obra.

---

## CONCLUSIONES

La formación del ingeniero en las instituciones de Educación Superior y específicamente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, sin duda debe enfatizar, en la generación de cambio, en la tradicional forma de proceder para lograr dicha formación, a fin de estar acorde con las características actuales y futuras del mundo en que se ejercerá la profesión.

El presente trabajo Escrito acoge a una alternativa diferente a la tradicional tesis, involucra el proceso de servicio directo a la sociedad, promueve sin duda, adquirir experiencia profesional en la etapa en que nos formamos como próximos ingenieros; habilidad que constituye un apoyo muy importante en la competencia nacional e internacional que nos espera.

El mejorar substancialmente varias habilidades fundamentales para ser ingenieros de calidad tales como el trabajo en equipos multidisciplinarios e interdisciplinarios, el saber integrar los conocimientos adquiridos de cada una de las asignaturas cursadas, el aplicar esos conocimientos a casos reales de ingeniería, el hacer propuestas técnicas y económicas, son algunos de los beneficios que se obtuvieron con esta alternativa de trabajo escrito para examen profesional.

De manera que debido a la posición del campo de la ingeniería civil en nuestro país, es prioridad de nuestra sociedad el contacto permanente con las comunidades marginadas para su asistencia, brindando soluciones a problemas básicos, que si bien empresas de construcción renombradas nunca se inscribirían a concursar para éstas obras, si acerque a los estudiantes a iniciar sus propios diseños y propuestas tomando en cuenta la funcionalidad y el aspecto económico, que bajo la garantía de estar supervisados por los ingenieros de nuestra Facultad, serán puestas a consideración de los municipios y comunidades que soliciten éste servicio.

La experiencia que se tiene al realizar un trabajo comunitario interdisciplinario y multidisciplinario nos muestra que la labor del ingeniero no solo es científica y tecnológica sino que tiene una gran responsabilidad social y humana.

Nos queda claro con la experiencia obtenida en la realización del presente Trabajo Escrito, que la formación que tuvimos en nuestra Facultad de Ingeniería nos coloca en posición de desempeñarnos de buena manera en el ejercicio profesional, con el compromiso de prepararnos continuamente para lograr una exitosa carrera dentro del difícil pero esplendido campo de la Ingeniería.

---

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

Aburto Valdés Rafael, *“Los costos en la construcción”* FUNDEC A. C., México 1990

Cesar Valdez Enrique, *“Abastecimiento de agua potable Vol. 1”* Facultad de Ingeniería UNAM, México 1990

Collado Lara Ramón, *“Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades”*, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos”, Madrid 1992

Lara González Jorge Luis, *“Alcantarillado”*, Facultad de Ingeniería UNAM, México segunda edición 1991

López Cualla Ricardo Alfredo, *“Diseño de acueductos y alcantarillados”*, Alfaomega, Colombia 1999

*Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, Comisión Nacional del Agua, México 2000

Metcalf & Eddy, *“Ingeniería Sanitaria tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales”*, Ed. Labor, S.A.

Romero Rojas Jairo Alberto, *“Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización”*, ED. Alfaomega

Ronald W Crites, Tchobanoglous George, *“Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones”* McGraw Hill, Santa Fe de Bogota 2000

Seoanez Calvo Mariano, *“Aguas residuales Urbanas, Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento”*, Ediciones Mundi-Piensa, España 1999

Suárez Salazar Carlos, *“Costos y Tiempos en Edificación”*, Ed. Limusa S.A. de C.V, Tercera Edición, 1994

Suárez Salazar Carlos, *“Concurso de Obra Pública 1990”*, Ed. Noriega Editores, Pre-edición 1991

Terence J. McGhee, *“Ingeniería Ambiental, Abastecimiento de agua potable y alcantarillado”*, McGraw Hill, Bogota sexta edición

<http://www.inegi.goiasb.mx/inegi/default.asp?e=13>

[http://www.hidalgo.gob.mx/estado/informacion\\_general/geografia.asp](http://www.hidalgo.gob.mx/estado/informacion_general/geografia.asp)

<http://www.cepis.opsoms.org/bvsaar/e/proyecto/complemen/casos/mezquital.pdf>

f

---

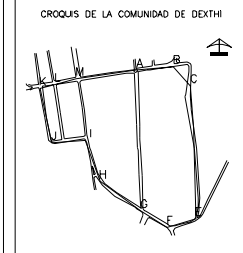
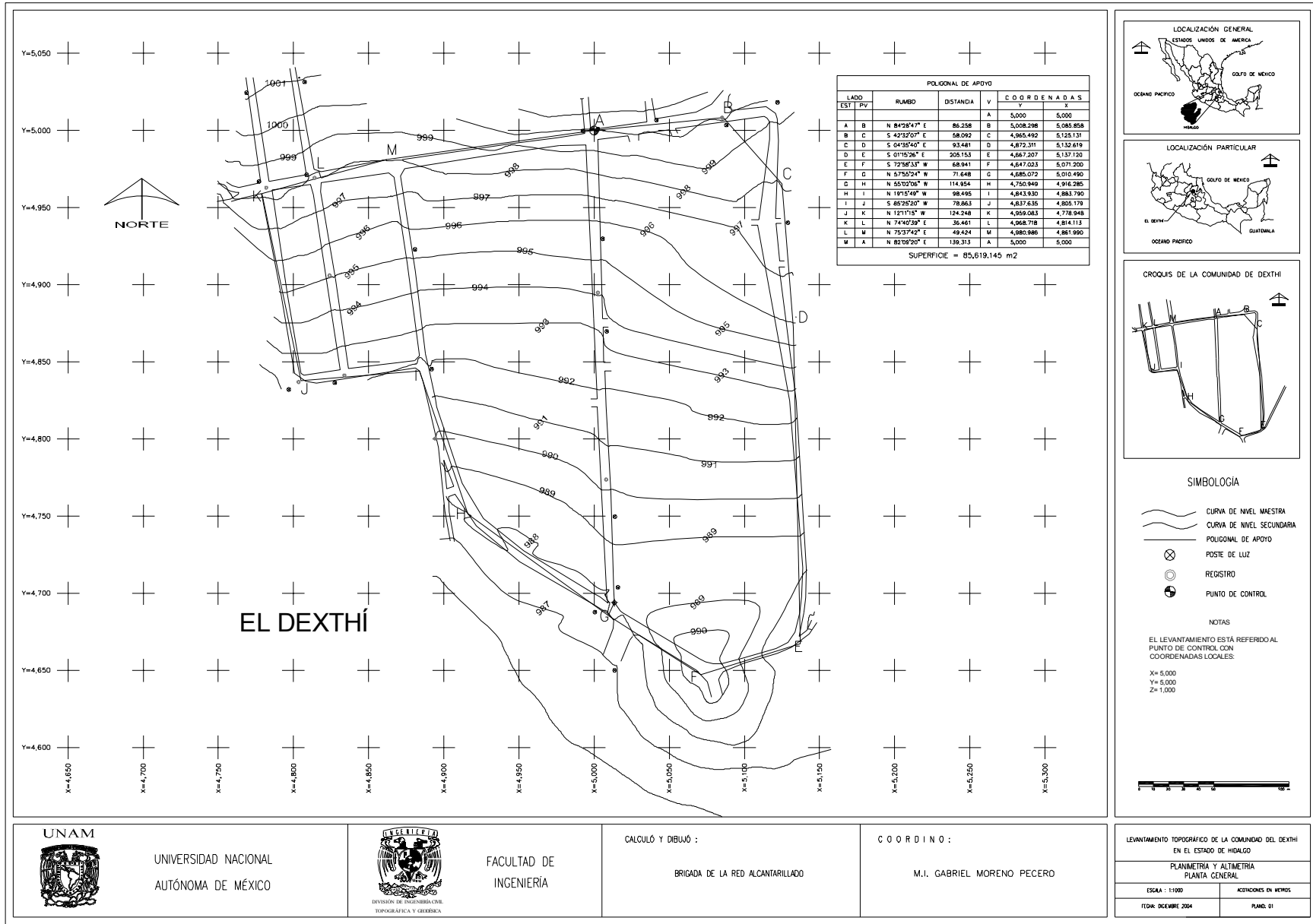
---

# **ANEXOS**

---







- SIMBOLOGIA
- CURVA DE NIVEL MAESTRA
  - CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
  - POLIGONAL DE APOYO
  - POSTE DE LUZ
  - REGISTRO
  - PUNTO DE CONTROL

NOTAS

EL LEVANTAMIENTO ESTÁ REFERIDO AL PUNTO DE CONTROL CON COORDENADAS LOCALES:

X= 5,000  
Y= 5,000  
Z= 1,000



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

DIVISION DE INGENIERIA EN  
TOPOGRAFIA Y GEODESIA

CALCULO Y DIBUJO :

BRIGADA DE LA RED ALCANTARILLADO

COORDINO :

M.I. GABRIEL MORENO PECERO

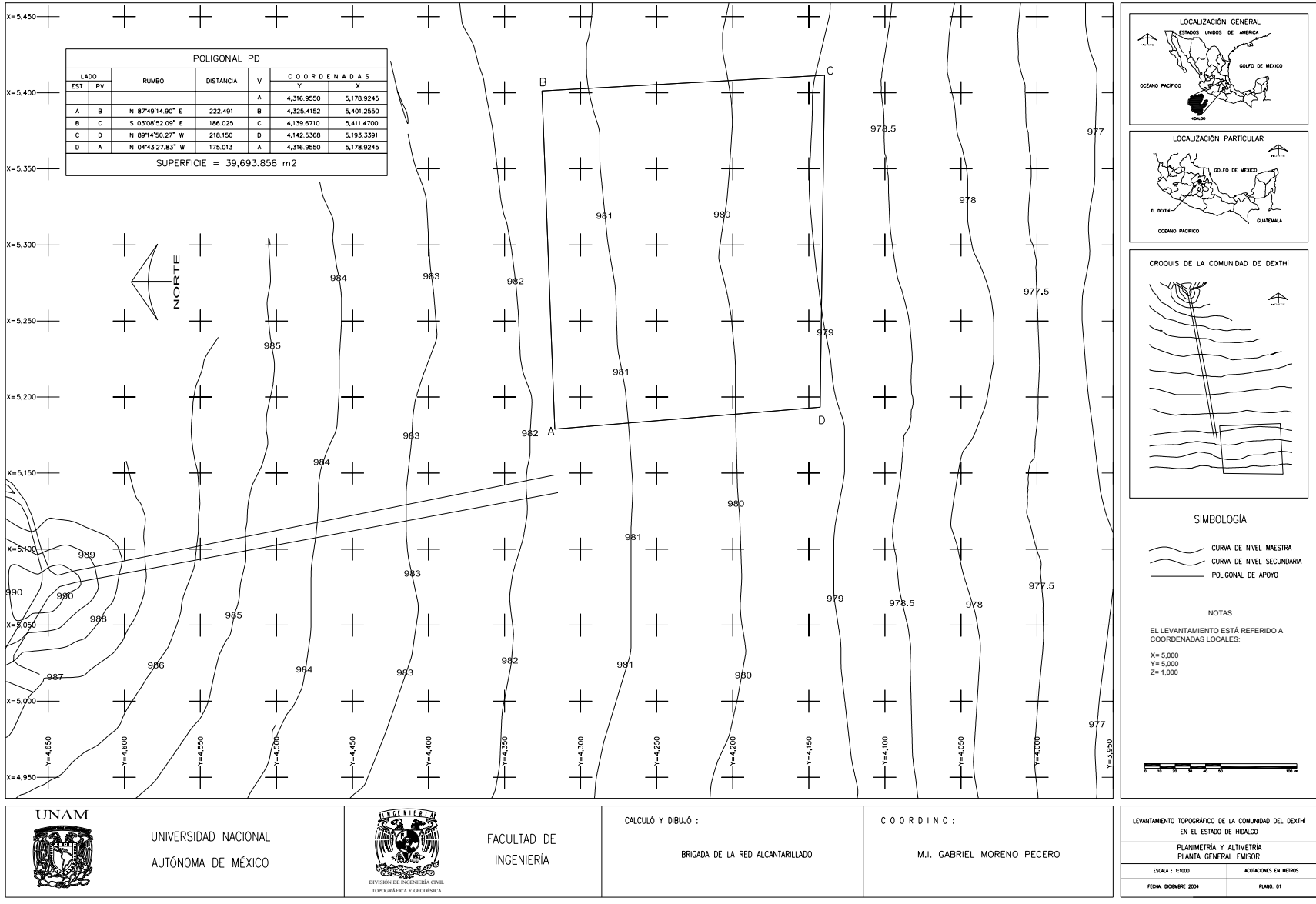
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA COMUNIDAD DEL DEXTHÍ EN EL ESTADO DE HIDALGO

PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA  
PLANTA GENERAL

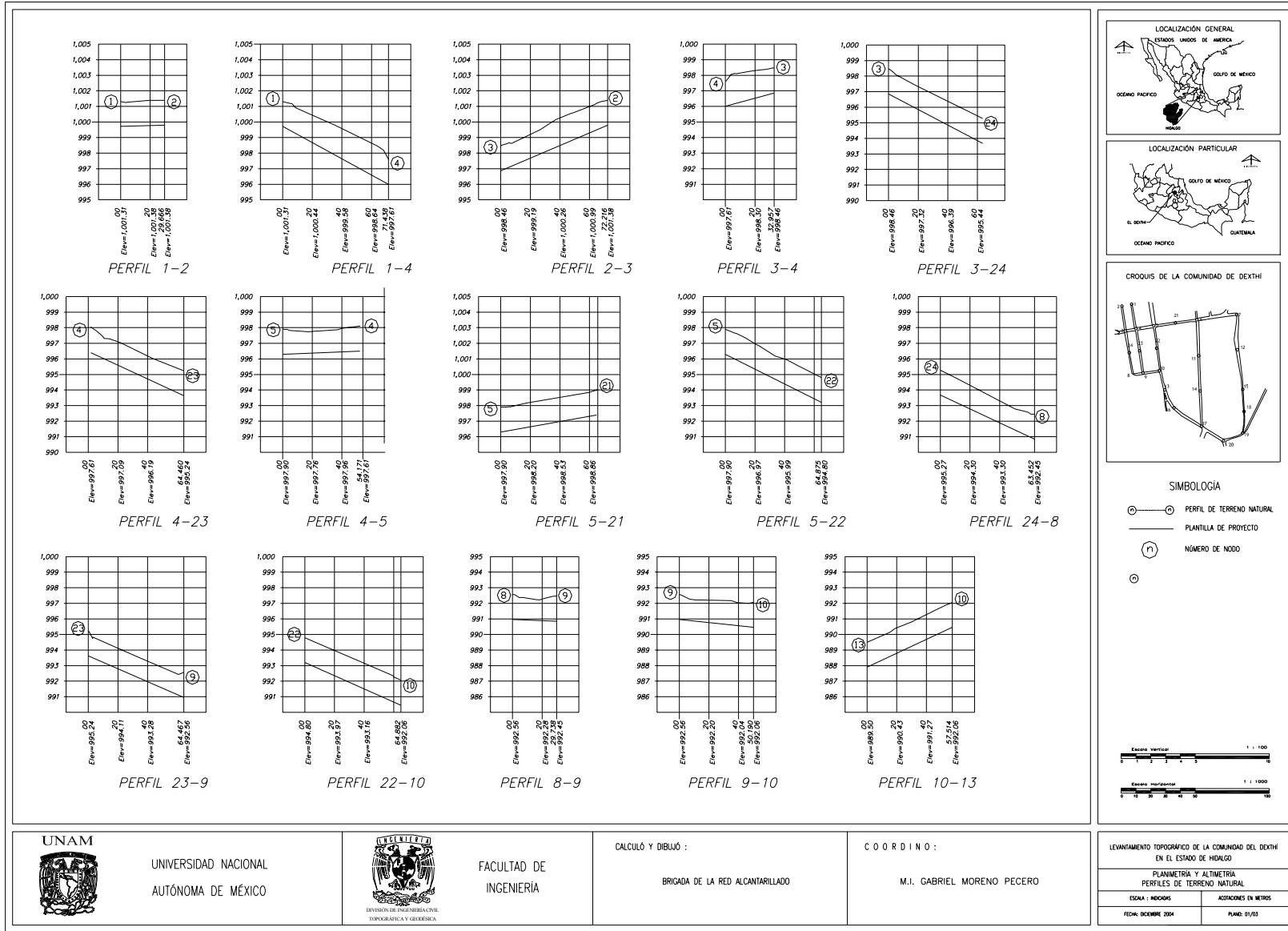
ESCALA : 1:1000      ACOTACIONES EN METROS

FECH: DICIEMBRE 2004      PLANO: 01

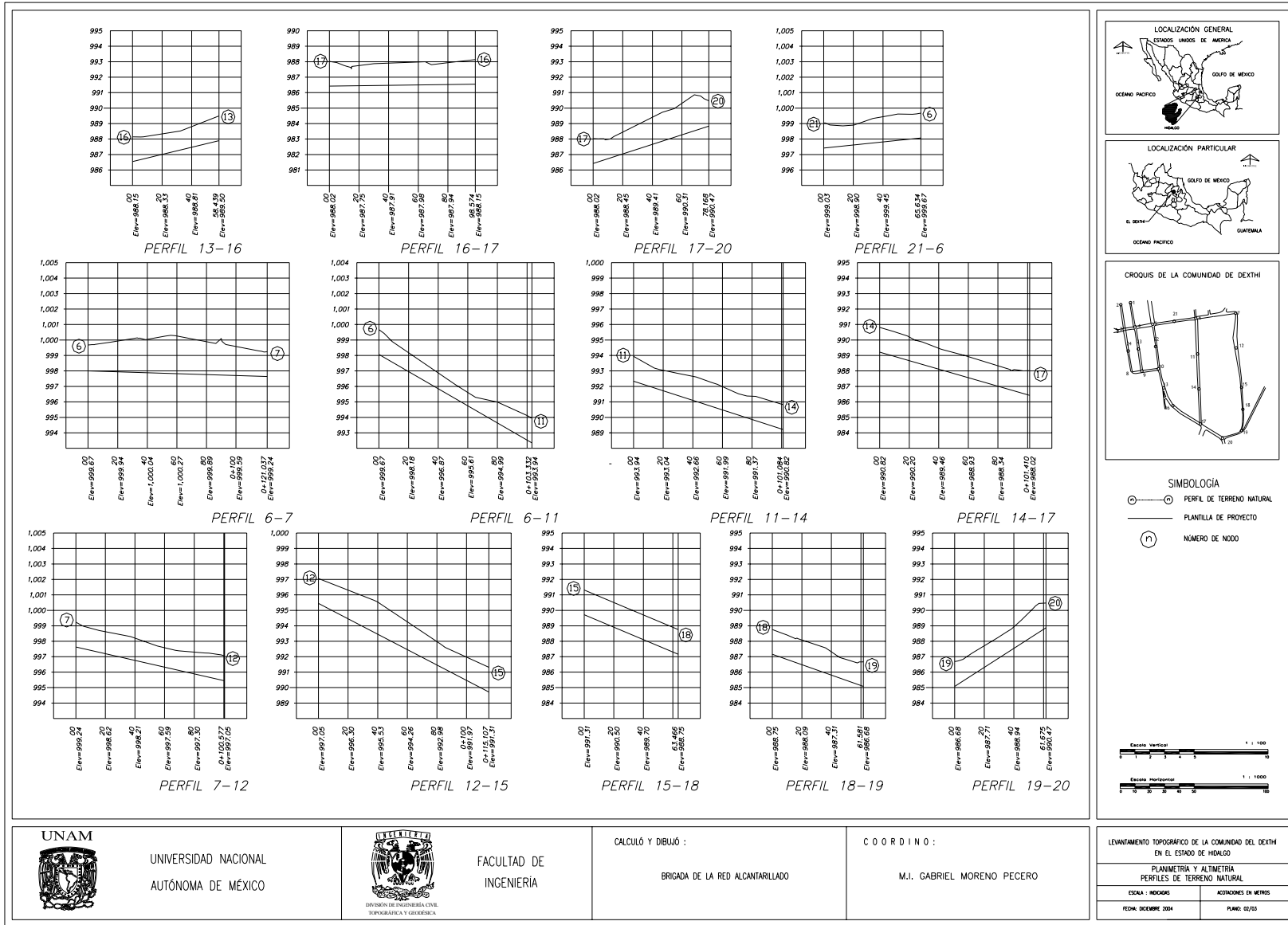
PLANO 1: PLANTA GENERAL

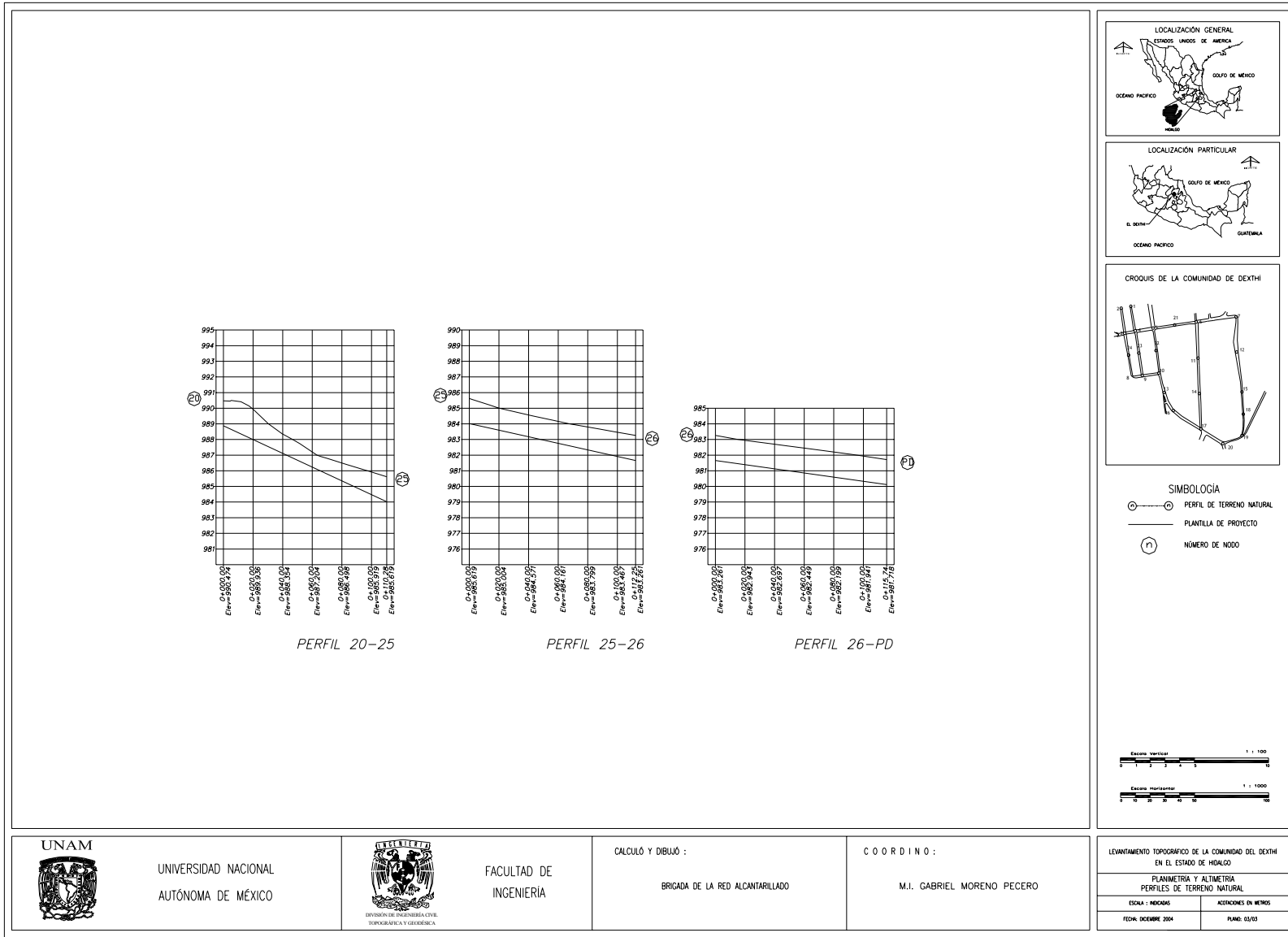


PLANO 2: PLANTA GENERAL EMISOR

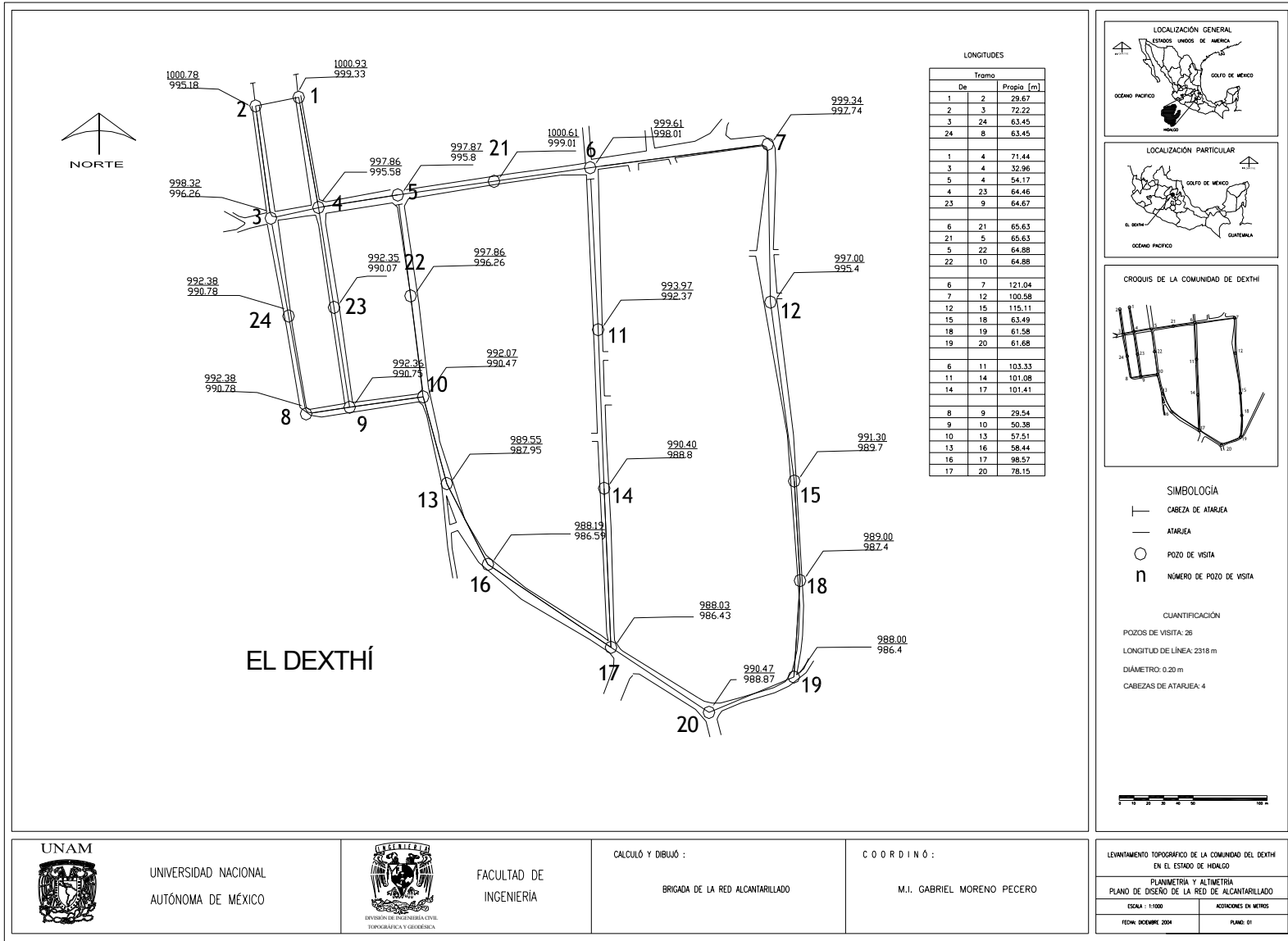


PLANO 3: PERFILES 01 DE 03

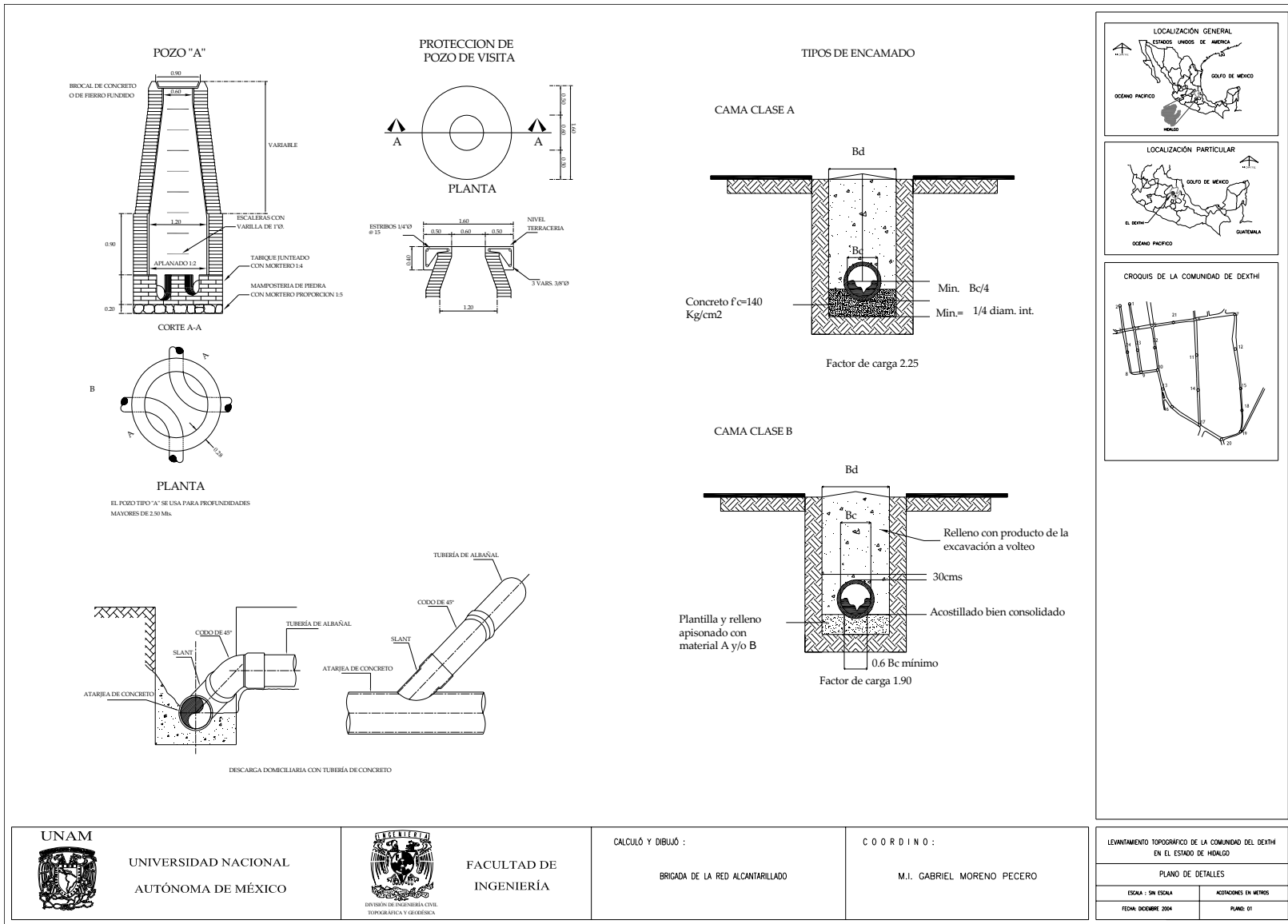




PLANO 3: PERFILES 03 DE 03



PLANO 4: DE DISEÑO



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

CALCULÓ Y DIBUJÓ :

BRIGADA DE LA RED ALCANTARILLADO

COORDINO :

M.I. GABRIEL MORENO PECERO

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA COMUNIDAD DEL DEXTHI  
EN EL ESTADO DE HIDALGO

PLANO DE DETALLES

ESCALA : SIN ESCALA

ACOTACIONES EN METROS

FECHA: DICIEMBRE 2004

PLANO: 01





**TABLA DE VOLUMETRIAS**

Tramo		Longitud Propia	Cotas de palntilla		Ancho de zanja [m]	Profundidad		Volumenes [m <sup>3</sup> ]		
De	A		Inicial	Final		Pozo [m]	Media [m]	Excavación	Plantilla	Relleno
1	2	29.67	999.33	999.18	0.75	1.6	1.6	35.604	3.338	32.266
2	3	72.22	999.18	996.72	0.75	1.6	1.6	86.664	8.125	78.539
3	24	63.45	996.72	990.78	0.75	1.6	0.8	38.07	7.138	30.932
24	8	63.45	990.78	989.78	0.75	1.6	1.6	76.14	7.138	69.002
1	4	71.44	999.33	996.26	0.75	1.6	1.6	85.728	8.037	77.691
3	4	32.96	996.72	996.26	0.75	1.6	1.6	39.552	3.708	35.844
5	4	54.17	996.27	996.05	0.75	1.6	1.6	65.004	6.094	58.91
4	23	64.46	996.26	990.75	0.75	1.6	0.8	38.676	7.252	31.424
23	9	64.67	990.75	989.75	0.75	1.6	1.6	77.604	7.275	70.329
6	21	65.63	998.01	996.27	0.75	1.6	1.6	78.756	7.383	71.373
21	5	65.63	999.01	996.26	0.75	1.6	1.6	78.756	7.383	71.373
5	22	64.88	996.27	990.47	0.75	1.6	0.8	38.928	7.299	31.629
22	10	64.88	996.26	991.47	0.75	1.6	1.6	77.856	7.299	70.557
6	7	121.04	998.01	997.74	0.75	1.6	1.6	145.248	13.617	131.631
7	12	100.58	997.74	995.4	0.75	1.6	1.6	120.696	11.315	109.381
12	15	115.11	995.4	989.7	0.75	1.6	1.6	138.132	12.95	125.182
15	18	63.49	989.7	987.4	0.75	1.6	1.6	76.188	7.143	69.045
18	19	61.58	987.4	986.4	0.75	1.6	1.6	73.896	6.928	66.968
19	20	61.68	986.4	983.93	0.75	1.6	0.8	37.008	6.939	30.069
6	11	103.33	998.01	992.37	0.75	1.6	1.6	123.996	11.625	112.371
11	14	101.08	992.37	988.8	0.75	1.6	1.6	121.296	11.372	109.924
14	17	101.41	988.8	988.48	0.75	1.6	0.8	60.846	11.409	49.437
8	9	29.54	990.78	990.75	0.75	1.6	1.6	35.448	3.323	32.125
9	10	50.38	990.75	990.47	0.75	1.6	1.6	60.456	5.668	54.788
10	13	57.51	990.47	987.95	0.75	1.6	1.6	69.012	6.47	62.542
13	16	58.44	987.95	986.59	0.75	1.6	1.6	70.128	6.575	63.553
16	17	98.57	986.59	986.43	0.75	1.6	1.6	118.284	11.089	107.195
17	20	78.15	986.43	983.99	0.75	1.6	0.8	46.89	8.792	38.098
20	25	110.28	988.87	984.02	0.75	1.6	1.6	132.336	12.407	119.929
25	26	112.26	984.02	981.66	0.75	1.6	1.6	134.712	12.629	122.083
26	PT	115.75	981.66	980.12	0.75	1.6	0.8	69.45	13.022	56.428
<b>TOTALES</b>								<b>2451.36</b>	<b>260.74</b>	<b>2190.62</b>

**CUANTIFICACIÓN**

<b>LONGITUD DE TUBERÍA</b>	<b>2317.69 m</b>
<b>EXCAVACIÓN</b>	<b>2451.36 m<sup>3</sup></b>
<b>PLANTILLA</b>	<b>260.742 m<sup>3</sup></b>
<b>RELLENO</b>	<b>2190.62 m<sup>3</sup></b>

TABLA 1

Tramo	Longitudes (m)			Densidad (hab/m)	Población (hab)	Coeficiente de Harmon	Gastos de diseño (lps)				Cotas de terreno		Pendiente de terreno (S)	Pendiente de Plantilla (Sp)	Diámetro (m)	Condición de tubo lleno		Relación q / Q max	Relación q / Q MN	Velocidades de trabajo		Cotas de plantilla		
	De	A	Tributaria				Accumulada	Mínimo	Medio	Max ins	Max ext	Inicial				Final	Vel (m/s)			Gasto (lps)	Min (m/s)	Max (m/s)	Inicial	Final
1	2	29.67		29.67	0.3836	11	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	1000.93	1000.78	5.1	0.015	0.2	0.74	23.31	0.367	0.084	0.386	0.683	999.33	999.18
2	3	72.22	29.67	101.89	0.3836	39	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	1000.78	998.32	34.1	0.034	0.2	1.93	60.50	0.141	0.025	0.674	1.464	999.18	996.72
3	24	63.45	101.89	165.34	0.3836	63	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	998.32	992.38	93.6	0.094	0.2	3.19	100.30	0.085	0.015	1.118	1.949	996.72	990.78
24	8	63.45	165.34	228.79	0.3836	88	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	992.38	993.38	-15.8	0.016	0.2	1.31	41.15	0.208	0.036	0.616	1.035	990.78	989.78
1	4	71.44		71.44	0.3836	27	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	1000.93	997.86	43.0	0.043	0.2	2.16	67.96	0.126	0.022	0.866	1.472	999.33	996.26
3	4	32.96	71.44	104.4	0.3836	40	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	998.32	997.86	14.0	0.014	0.2	1.23	38.73	0.221	0.039	0.567	0.974	996.72	996.26
5	4	54.17	104.4	158.57	0.3836	61	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	997.87	997.86	0.2	0.004	0.2	0.66	20.73	0.412	0.072	0.39	0.627	996.27	996.05
4	23	64.46	158.57	223.03	0.3836	86	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	997.86	992.35	85.5	0.085	0.2	3.05	95.84	0.089	0.016	1.77	1.892	996.26	990.75
23	9	64.67	223.03	287.7	0.3836	110	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	992.35	993.35	-15.5	0.015	0.2	1.30	40.76	0.21	0.037	0.623	1.026	990.75	989.75
6	21	65.63	223.03	288.66	0.3836	111	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	999.61	997.87	26.5	0.027	0.2	1.70	53.38	0.16	0.028	0.765	1.275	990.01	996.27
21	5	65.63	288.66	354.29	0.3836	136	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	1000.61	997.86	41.9	0.042	0.2	2.14	67.10	0.127	0.022	0.855	1.475	999.01	996.26
5	22	64.88	288.66	353.54	0.3836	136	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	997.87	992.07	89.4	0.089	0.2	3.12	98.01	0.087	0.015	1.623	1.935	996.27	990.47
22	10	64.88	354.29	419.17	0.3836	161	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	997.86	993.07	73.8	0.074	0.2	2.84	89.07	0.096	0.017	1.645	1.739	996.26	991.47
6	7	121.04		121.04	0.3836	46	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	999.61	999.34	2.2	0.002	0.2	0.49	15.48	0.532	0.097	0.316	0.513	998.01	997.74
7	12	100.58	121.04	221.62	0.3836	85	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	999.34	997.00	23.3	0.023	0.2	1.59	50.00	0.171	0.03	0.717	1.194	997.74	995.4
12	15	115.11	221.62	336.73	0.3836	129	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	997.00	991.30	49.5	0.050	0.2	2.32	72.95	0.117	0.021	0.999	1.58	995.4	989.7
15	18	63.49	336.73	400.22	0.3836	154	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	991.30	989.00	36.2	0.036	0.2	1.99	62.39	0.137	0.024	0.874	1.371	989.7	987.4
18	19	61.58	400.22	461.8	0.3836	177	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	989.00	988.00	16.2	0.016	0.2	1.33	41.77	0.205	0.036	0.639	1.104	987.4	986.4
19	20	61.68	461.8	523.48	0.3836	201	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	988.00	990.47	-40.0	0.040	0.2	2.09	65.60	0.13	0.023	0.94	1.442	986.4	983.93
6	11	103.33		103.33	0.3836	40	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	999.61	993.97	54.6	0.055	0.2	2.44	76.39	0.112	0.02	1.098	1.634	998.01	992.37
11	14	101.08	103.33	204.41	0.3836	78	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	993.97	990.40	35.3	0.035	0.2	1.96	61.61	0.139	0.024	0.863	1.53	992.37	988.8
14	17	101.41	204.41	305.82	0.3836	117	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	990.40	990.08	3.2	0.003	0.2	0.59	18.41	0.464	0.081	0.358	0.575	988.8	988.48
8	9	29.54		29.54	0.3836	11	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	992.38	992.35	1.0	0.001	0.2	0.33	10.45	0.818	0.144	0.316	0.373	990.78	990.75
9	10	30.38	29.54	79.92	0.3836	31	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	992.35	992.07	5.6	0.006	0.2	0.78	24.44	0.35	0.061	0.436	0.708	990.75	990.47
10	13	57.51	79.92	137.43	0.3836	53	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	992.07	989.53	43.8	0.044	0.2	2.19	68.62	0.125	0.022	0.942	1.518	990.47	987.95
13	16	58.44	137.43	195.87	0.3836	75	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	989.53	988.19	23.3	0.023	0.2	1.59	50.01	0.171	0.03	0.733	1.147	987.95	986.39
16	17	98.57	195.87	294.44	0.3836	113	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	988.19	988.03	1.6	0.002	0.2	0.42	13.21	0.647	0.114	0.202	0.324	986.39	986.43
17	20	78.15	294.44	372.59	0.3836	143	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	988.03	990.47	-31.2	0.031	0.2	1.84	57.92	0.148	0.026	1.015	1.66	986.43	983.99
20	25	110.28	1979.4	2089.68	0.3836	801	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	990.47	985.62	44.0	0.044	0.2	2.19	68.75	0.124	0.022	2.014	2.452	988.87	984.02
25	26	112.26	2089.68	2201.94	0.3836	845	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	985.62	983.26	21.0	0.021	0.2	1.51	47.53	0.18	0.032	0.848	1.377	984.02	981.66
26	PT	115.75	2201.94	2317.69	0.3836	889	3.8	1.5	1.5	5.7	8.55	983.26	981.72	13.3	0.013	0.2	1.20	37.81	0.226	0.04	0.53	0.831	981.66	980.12

TABLA 2: CÁLCULO HIDRÁULICO

**CALCULO HIDRAULICO EN CONDICIONES DE TUBO PARCIALMENTE LLENO**

Tramo		Gastos de diseño (lps)				Pendiente de Plantilla (Sp)	Diámetro (m)	Condición de tubo lleno		Relacion q / Q max	Relacion q / Q MIN	Velocidades de trabajo	
De	A	Mínimo	Medio	Max ins	Max ext			Vel (m/s)	Gasto (lps)			Mín (m/s)	Máx (m/s)
1	2	1.5	1.5	5.7	8.55	0.005	0.2	0.74	23.31	0.367	0.064	0.386	0.683
2	3	1.5	1.5	5.7	8.55	0.034	0.2	1.93	60.50	0.141	0.025	0.674	1.464
3	24	1.5	1.5	5.7	8.55	0.094	0.2	3.19	100.30	0.085	0.015	1.118	1.949
24	8	1.5	1.5	5.7	8.55	0.016	0.2	1.31	41.15	0.208	0.036	0.616	1.035
1	4	1.5	1.5	5.7	8.55	0.043	0.2	2.16	67.96	0.126	0.022	0.866	1.472
3	4	1.5	1.5	5.7	8.55	0.014	0.2	1.23	38.73	0.221	0.039	0.567	0.974
5	4	1.5	1.5	5.7	8.55	0.004	0.2	0.66	20.73	0.412	0.072	0.39	0.627
4	23	1.5	1.5	5.7	8.55	0.085	0.2	3.05	95.84	0.089	0.016	1.77	1.892
23	9	1.5	1.5	5.7	8.55	0.015	0.2	1.30	40.76	0.21	0.037	0.623	1.026
6	21	1.5	1.5	5.7	8.55	0.027	0.2	1.70	53.38	0.16	0.028	0.765	1.275
21	5	1.5	1.5	5.7	8.55	0.042	0.2	2.14	67.10	0.127	0.022	0.855	1.475
5	22	1.5	1.5	5.7	8.55	0.089	0.2	3.12	98.01	0.087	0.015	1.623	1.935
22	10	1.5	1.5	5.7	8.55	0.074	0.2	2.84	89.07	0.096	0.017	1.645	1.759
6	7	1.5	1.5	5.7	8.55	0.002	0.2	0.49	15.48	0.552	0.097	0.306	0.503
7	12	1.5	1.5	5.7	8.55	0.023	0.2	1.59	50.00	0.171	0.03	0.717	1.194
12	15	1.5	1.5	5.7	8.55	0.050	0.2	2.32	72.95	0.117	0.021	0.999	1.58
15	18	1.5	1.5	5.7	8.55	0.036	0.2	1.99	62.39	0.137	0.024	0.874	1.371
18	19	1.5	1.5	5.7	8.55	0.016	0.2	1.33	41.77	0.205	0.036	0.639	1.104
19	20	1.5	1.5	5.7	8.55	0.040	0.2	2.09	65.60	0.13	0.023	0.94	1.442
6	11	1.5	1.5	5.7	8.55	0.055	0.2	2.44	76.59	0.112	0.02	1.098	1.634
11	14	1.5	1.5	5.7	8.55	0.035	0.2	1.96	61.61	0.139	0.024	0.863	1.53
14	17	1.5	1.5	5.7	8.55	0.003	0.2	0.59	18.41	0.464	0.081	0.358	0.575
8	9	1.5	1.5	5.7	8.55	0.001	0.2	0.33	10.45	0.818	0.144	0.306	0.373
9	10	1.5	1.5	5.7	8.55	0.006	0.2	0.78	24.44	0.35	0.061	0.436	0.708
10	13	1.5	1.5	5.7	8.55	0.044	0.2	2.19	68.62	0.125	0.022	0.962	1.508
13	16	1.5	1.5	5.7	8.55	0.023	0.2	1.59	50.01	0.171	0.03	0.733	1.147
16	17	1.5	1.5	5.7	8.55	0.002	0.2	0.42	13.21	0.647	0.114	0.202	0.324
17	20	1.5	1.5	5.7	8.55	0.031	0.2	1.84	57.92	0.148	0.026	1.015	1.66
20	25	1.5	1.5	5.7	8.55	0.044	0.2	2.19	68.75	0.124	0.022	2.014	2.452
25	26	1.5	1.5	5.7	8.55	0.021	0.2	1.51	47.53	0.18	0.032	0.848	1.377
26	PT	1.5	1.5	5.7	8.55	0.013	0.2	1.20	37.81	0.226	0.04	0.53	0.831

TABLA 3

## **Análisis de precios unitarios**

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"					
OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO		FECHA:			
LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO		ANALISTA:			
ESPECIALIDAD: DISEÑO					
		DURACIÓN DE OBRA=			
LEY FEDERAL DEL TRABAJO					
ART 83	DIAS DEL AÑO	365			
		DIAS CONTEMPLAD OS PARA UN AÑO	% VACACIONAL	TOTAL	PORCENTAJE RESPECTO AL PERIODO QUE DURA LA OBRA
ART 87	AGUINALDO	15			15
ART 76 Y 80	PRIMA VACACIONAL	6	0.25	1.5	1.5
TP= DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO				TOTAL TP=	381.50
ART 69	7º DIA	52			52
ART 76	VACACIONES	6			6.00
ART 74	FESTIVOS POR LEY	7.17			7.17
-	POR COSTUMBRE	6			6.00
-	OTROS	5			5.00
TL= DIAS REALMENTE TRABAJADOS EN UN AÑO				TOTAL TL=	288.83
DIAS PAG/ DIAS LAB		$\frac{TP}{TL}$		1.321	

CUADRO 1: INTEGRACIÓN DE SALARIO REAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO					
FACULTAD DE INGENIERIA					
PRESUPUESTO					
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"					
OBRA:	SISTEMA DE	FECHA:			
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:			
ESPECIALIDAD	OBRA SANITARIA				
ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL					
CATEGORIA	MOALB	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	46.7	TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	381.50
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	1.0452055	DIAS DEL AÑO	365.00
<b>1 OFICIAL ALBAÑIL</b>		<b>JOR</b>			
<b>SALARIO NOMINAL.</b>		<b>207.65</b>	Σ CUOTAS	<b>59.08</b>	
<b>SALARIO INTEGRADO</b>		<b>217.036918</b>	INCREMENTO%	<b>0.285</b>	
CUOTA FIJA	16.50%	<b>7.71</b>	PS	<b>0.272</b>	
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%	<b>3.11</b>	TP/TL	<b>1.321</b>	
PRESTACIONES	0.70%	<b>1.52</b>	PS(TP/TL)	<b>0.360</b>	
ENF. Y MAT.	1.05%	<b>2.28</b>	<b>FSR</b>	<b>1.680</b>	
RIESGOS DE TRAB.	7.59%	<b>16.47</b>			
INVALIDEZ	1.75%	<b>3.80</b>			
RETIRO	2%	<b>4.34</b>			
VEJEZ	3.15%	<b>6.84</b>			
GUARDERÍA	1%	<b>2.17</b>			
INFONAVIT	5%	<b>10.85</b>			
			<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 348.93</b>	
					<b>COSTO UNITARIO</b>
					<b>1 OFICIAL ALBAÑIL      \$      348.93</b>

CUADRO 3: SALARIO REAL OFICIAL ALBAÑIL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE	FECHA:	
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD	OBRA SANITARIA		
<b>ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOAYES</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>
		TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>AYUDANTE ESPECIALIZADO</b>			
	<b>JOR</b>		
SALARIO NOMINAL.			<b>146.11</b>
SALARIO INTEGRADO			<b>152.714973</b>
CUOTA FIJA	16.50%		<b>7.71</b>
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%		<b>0.51</b>
PRESTACIONES	0.70%		<b>1.07</b>
ENF. Y MAT.	1.05%		<b>1.60</b>
RIESGOS DE TRAB.	7.59%		<b>11.59</b>
INVALIDEZ	1.75%		<b>2.67</b>
RETIRO	2%		<b>3.05</b>
VEJEZ	3.15%		<b>4.81</b>
GUARDERÍA	1%		<b>1.53</b>
INFONAVIT	5%		<b>7.64</b>
		Σ CUOTAS	<b>42.18</b>
		INCREMENTO%	<b>0.289</b>
		PS	<b>0.276</b>
		TP/TL	<b>1.321</b>
		PS(TP/TL)	<b>0.365</b>
		<b>FSR</b>	<b>1.686</b>
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 246.29</b>
			<b>COSTO UNITARIO</b>
<b>AYUDANTE ESPECIALIZADO</b>			<b>\$ 246.29</b>

CUADRO 4: SALARIO REAL AYUDANTE ESPECIALIZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE	FECHA:	
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD	OBRA SANITARIA		
ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL			
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOOFCARP</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>
		TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>1 OFICIAL CARPINTERO</b>	<b>JOR</b>		
SALARIO NOMINAL.			<b>249.24</b>
SALARIO INTEGRADO			<b>260.507014</b>
CUOTA FIJA	16.50%		<b>7.71</b>
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%		<b>4.86</b>
PRESTACIONES	0.70%		<b>1.82</b>
ENF. Y MAT.	1.05%		<b>2.74</b>
RIESGOS DE TRAB.	7.59%		<b>19.77</b>
INVALIDEZ	1.75%		<b>4.56</b>
RETIRO	2%		<b>5.21</b>
VEJEZ	3.15%		<b>8.21</b>
GUARDERÍA	1%		<b>2.61</b>
INFONAVIT	5%		<b>13.03</b>
		Σ CUOTAS	<b>70.50</b>
		INCREMENTO%	<b>0.283</b>
		PS	<b>0.271</b>
		TP/TL	<b>1.321</b>
		PS(TP/TL)	<b>0.357</b>
		<b>FSR</b>	<b>1.678</b>
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 418.30</b>
			<b>COSTO UNITARIO</b>
		<b>1 OFICIAL CARPINTERO</b>	<b>\$ 418.30</b>

CUADRO 5: SALARIO REAL OFICIAL CARPINTERO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE	FECHA:	
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD	OBRA SANITARIA		
ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL			
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOOFFIERR</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>
		TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>1 OFICIAL FIERRERO JOR</b>			
<b>SALARIO NOMINAL.</b>			<b>213.2</b>
<b>SALARIO INTEGRADO</b>			<b>222.837808</b>
CUOTA FIJA	16.50%	<b>7.71</b>	
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%	<b>3.34</b>	
PRESTACIONES	0.70%	<b>1.56</b>	
ENF. Y MAT.	1.05%	<b>2.34</b>	
RIESGOS DE TRAB.	7.59%	<b>16.91</b>	
INVALIDEZ	1.75%	<b>3.90</b>	
RETIRO	2%	<b>4.46</b>	
VEJEZ	3.15%	<b>7.02</b>	
GUARDERÍA	1%	<b>2.23</b>	
INFONAVIT	5%	<b>11.14</b>	
		Σ CUOTAS	<b>60.60</b>
		INCREMENTO%	<b>0.284</b>
		PS	<b>0.272</b>
		TP/TL	<b>1.321</b>
		PS(TP/TL)	<b>0.359</b>
		<b>FSR</b>	<b>1.680</b>
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 358.19</b>
			<b>COSTO UNITARIO</b>
<b>1 OFICIAL FIERRERO</b>			<b>\$ 358.19</b>

CUADRO 6: OFICIAL FIERRERO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	FECHA:	
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD:	OBRA SANITARIA		
ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL			
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOOP</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>
		TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>1 OPERADOR DE MAQUINARIA</b>	<b>JOR</b>		
SALARIO NOMINAL.			<b>270.48</b>
SALARIO INTEGRADO			<b>282.7071781</b>
CUOTA FIJA	16.50%		<b>7.71</b>
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%		<b>5.76</b>
PRESTACIONES	0.70%		<b>1.98</b>
ENF. Y MAT.	1.05%		<b>2.97</b>
RIESGOS DE TRAB.	7.59%		<b>21.45</b>
INVALIDEZ	1.75%		<b>4.95</b>
RETIRO	2%		<b>5.65</b>
VEJEZ	3.15%		<b>8.91</b>
GUARDERÍA	1%		<b>2.83</b>
INFONAVIT	5%		<b>14.14</b>
		Σ CUOTAS	<b>76.34</b>
		INCREMENTO%	<b>0.282</b>
		PS	<b>0.270</b>
		TP/TL	<b>1.321</b>
		PS(TP/TL)	<b>0.357</b>
		<b>FSR</b>	<b>1.678</b>
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 453.73</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>			
			<b>1 OPERADOR DE MAQUINARIA</b>
			<b>\$ 453.73</b>

CUADRO 7: SALARIO REAL OPERADOR DE MAQUINARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA: LUGAR: ESPECIALIDAD	SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEXTHI EDO DE HIDALGO DISEÑO	FECHA: ANALISTA:	
<b>ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOAY</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>
		TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>AYUDANTE GENERAL</b>		<b>JOR</b>	
SALARIO NOMINAL.			<b>123.38</b>
SALARIO INTEGRADO			<b>128.957452</b>
CUOTA FIJA	16.50%		<b>7.71</b>
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%		<b>0.00</b>
PRESTACIONES	0.70%		<b>0.90</b>
ENF. Y MAT.	1.05%		<b>1.35</b>
RIESGOS DE TRAB.	7.59%		<b>9.79</b>
INVALIDEZ	1.75%		<b>2.26</b>
RETIRO	2%		<b>2.58</b>
VEJEZ	3.15%		<b>4.06</b>
GUARDERÍA	1%		<b>1.29</b>
INFONAVIT	5%		<b>6.45</b>
		Σ CUOTAS	<b>36.38</b>
		INCREMENTO%	<b>0.295</b>
		PS	<b>0.282</b>
		TP/TL	<b>1.321</b>
		PS(TP/TL)	<b>0.373</b>
		<b>FSR</b>	<b>1.694</b>
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 208.95</b>
			<b>COSTO UNITARIO</b>
<b>AYUDANTE GENERAL</b>			<b>\$ 208.95</b>

CUADRO 8: SALARIO REAL AYUDANTE GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO					
FACULTAD DE INGENIERIA					
PRESUPUESTO					
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"					
OBRA:	SISTEMA DE	FECHA:			
LUGAR:	DEXTHI EDO DE HIDALGO	ANALISTA:			
ESPECIALIDAD	DISEÑO				
ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL					
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOTOP</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>	TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>	DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>TOPOGRAFO</b>	<b>JOR</b>				
<b>SALARIO NOMINAL.</b>	<b>342.31</b>	Σ CUOTAS	<b>96.07</b>		
<b>SALARIO INTEGRADO</b>	<b>357.784288</b>	INCREMENTO%	<b>0.281</b>		
CUOTA FIJA	16.50%	PS	<b>0.269</b>		
EXCEDENTE-3 SMGDF	4.04%	TP/TL	<b>1.321</b>		
PRESTACIONES	0.70%	PS(TP/TL)	<b>0.355</b>		
ENF. Y MAT.	1.05%	<b>FSR</b>	<b>1.675</b>		
RIESGOS DE TRAB.	7.59%				
INVALIDEZ	1.75%				
RETIRO	2%				
VEJEZ	3.15%				
GUARDERÍA	1%				
INFONAVIT	5%				
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 573.54</b>		
				<b>COSTO UNITARIO</b>	
				<b>TOPOGRAFO</b>	<b>\$ 573.54</b>

CUADRO 9: SALARIO REAL TOPOGRAFO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA: LUGAR: ESPECIALIDAD	SISTEMA DE DEXTHÍ EDO DE HIDALGO DISEÑO	FECHA: ANALISTA:	
<b>ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOCAB</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>
		TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>CABO</b>		<b>JOR</b>	
<b>SALARIO NOMINAL.</b>		<b>277.66</b>	
<b>SALARIO INTEGRADO</b>		<b>290.211753</b>	
CUOTA FIJA	16.50%	<b>7.71</b>	
EXCEDENTE-3 \$MGDF	4.04%	<b>6.06</b>	
PRESTACIONES	0.70%	<b>2.03</b>	
ENF. Y MAT.	1.05%	<b>3.05</b>	
RIESGOS DE TRAB.	7.59%	<b>22.02</b>	
INVALIDEZ	1.75%	<b>5.08</b>	
RETIRO	2%	<b>5.80</b>	
VEJEZ	3.15%	<b>9.14</b>	
GUARDERÍA	1%	<b>2.90</b>	
INFONAVIT	5%	<b>14.51</b>	
		Σ CUOTAS	<b>78.31</b>
		INCREMENTO%	<b>0.282</b>
		PS	<b>0.270</b>
		TP/TL	<b>1.321</b>
		PS(TP/TL)	<b>0.356</b>
		<b>FSR</b>	<b>1.677</b>
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 465.71</b>
		<b>COSTO UNITARIO</b>	
		<b>CABO</b>	<b>\$ 465.71</b>

CUADRO 10: SALARIO REAL CABO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"					
OBRA: LUGAR: ESPECIALIDAD	SISTEMA DE DEXTHÍ EDO DE HIDALGO DISEÑO	FECHA: ANALISTA:			
<b>ANALISIS DE SALARIO REAL CON DESGLOSE DE LA CUOTA PATRONAL</b>					
<b>CATEGORIA</b>	<b>MOOFESP</b>	SALARIO MINIMO EN EL D.F.	<b>46.7</b>	TP DIAS REALMENTE PAGADOS EN UN AÑO	<b>381.50</b>
		SALARIO BASE DE COTIZACION (TP/AÑO)	<b>1.0452055</b>	DIAS DEL AÑO	<b>365.00</b>
<b>1 OFICIAL ESPECIALISTA</b>		<b>JOR</b>			
SALARIO NOMINAL.		<b>277.8</b>			
SALARIO INTEGRADO		<b>290.358082</b>			
CUOTA FIJA	16.50%	<b>7.71</b>			
EXCEDENTE-3 \$MGDF	4.04%	<b>6.07</b>			
PRESTACIONES	0.70%	<b>2.03</b>			
ENF. Y MAT.	1.05%	<b>3.05</b>			
RIESGOS DE TRAB.	7.59%	<b>22.03</b>			
INVALIDEZ	1.75%	<b>5.08</b>			
RETIRO	2%	<b>5.81</b>			
VEJEZ	3.15%	<b>9.15</b>			
GUARDERÍA	1%	<b>2.90</b>			
INFONAVIT	5%	<b>14.52</b>			
		Σ CUOTAS	<b>78.35</b>		
		INCREMENTO%	<b>0.282</b>		
		PS	<b>0.270</b>		
		TP/TL	<b>1.321</b>		
		PS(TP/TL)	<b>0.356</b>		
		<b>FSR</b>	<b>1.677</b>		
		<b>SALARIO REAL</b>	<b>\$ 465.94</b>		
<b>COSTO UNITARIO</b>					
<b>1 OFICIAL ESPECIALISTA</b>					
<b>\$ 465.94</b>					

CUADRO 11: OFICIAL ESPECIALISTA





ACTIVIDADES	GRUPOS DE TRABAJO O CUADRILLA		IMPORTE			FM		
EXCAVACIONES, ACARREOS, RELLENOS, ETC.	GF-1	1/10 DE CABO + 1 PEÓN	JOR	\$	466.66	x	1.07	\$ 499.33
PLANTILLA, RIMES, VACIADOS DE CONCRETO, ETC.	GF-2	1/4 DE OFICIAL ALBAÑIL + 1 PEÓN	JOR	\$	507.32	x	1.07	\$ 542.84
OMBRA DE CIMENTACIÓN COLUMNAS, TRABES, ETC.	GF-3	1 OFICIAL CARPINTERO + 1 AYUDANTE CARPINTERO	JOR	\$	627.25	x	1.07	\$ 671.16
ACERO EN CIMENTACIÓN, COLUMNAS, TRABES, ETC.	GF-4	1/2 OFICIAL FERRERO + 1 AYUDANTE FERRERO	JOR	\$	388.04	x	1.07	\$ 415.20
CIMENTACIÓN DE PIEDRA, DALAS, CASTILLOS, MUROS, ETC.	GF-5	1 OFICIAL ALBAÑIL + 1 PEÓN	JOR	\$	769.02	x	1.07	\$ 822.85
PIOS, ADUEJOS, TERRAZO, CINTILLA, CERÁMICA, ETC.	GF-6	1 OFICIAL ESPECIALISTA + 1 PEÓN	JOR	\$	886.03	x	1.07	\$ 948.05
<b>FACTOR DE MAESTRO</b>			<b>FM =</b>		<b>1.07</b>			

IMPORTE FINAL POR JORNADA DE \$ F

CUADRO 13: GRUPOS POR CUADRILLA DE TRABAJO

FUENTE: LIBRO DE ANÁLISIS DE COSTO Y TIEMPO DE EDIFICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PRESUPUESTO  
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"

OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO      FECHA: 09/04/2007  
LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO      ANALISTA:  
ESPECIALIDAD: OBRA SANITARIA

ACTIVIDAD	<b>1</b>	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRAFICA PARA OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL. INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA. P.U.O..T.
UNIDAD	M <sup>2</sup>	
FECHA DE COTIZACION		
COSTO UNITARIO	\$ 13.78	

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL	
<b>MATERIAL</b>						
MAT2	CALHIDRA	KG	0.125	\$ 1.04	X	\$ 0.13
MAT6	HILO CAÑAMO	KG	0.005	\$ 0.30	X	\$ 0.002
MAT22	MADERA EN ESTACAS	PT	0.044	\$ 4.00	X	\$ 0.18
<b>TOTAL=</b>						<b>\$ 0.31</b>

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL	
<b>MANO DE OBRA</b>						
CAD	CADENERO	JOR	200	\$ 246.29	/	\$ 1.23
TOP	TOPOGRAFO	JOR	200	\$ 573.54	/	\$ 2.87
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	200	\$ 499.33	/	\$ 2.50
<b>TOTAL=</b>						<b>\$ 6.60</b>

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL	
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
MQ1	EQUIPO DE TOPOGRAFIA (NIV. TRUPER 24" C/GOTA)	HR	200	\$ 700.00	/	\$ 3.50
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 6.60		\$ 0.33
<b>TOTAL=</b>						<b>\$ 3.83</b>

COSTO DIRECTO	\$ 10.73
---------------	----------

1	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO		
COSTO DIRECTO	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRAFICA PARA OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA. P.U.O..T.	M <sup>2</sup>	%	\$ 10.73	10.73
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15	12.34
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01	12.47
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1	13.71
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005	0.07

COSTO UNITARIO	\$ 13.78
----------------	----------

CUADRO 14: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PRESUPUESTO  
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"

OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO      FECHA: 09/04/2007  
LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO      ANALISTA:  
ESPECIALIDAD: OBRA SANITARIA

ACTIVIDAD	<b>2</b>	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESYERBE DE TERRENO, INCLUYE: QUEMAR YERBA Y ACOPIO DE BASURA INCLUYE: DESMONTE DE TERRENO, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DESMONTE, MO, EQ Y HERR.
UNIDAD	M <sup>2</sup>	
FECHA DE COTIZACION		
COSTO UNITARIO	\$ 14.89	

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA		COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>						
MAT1	DIESEL	L	10	\$ 5.90	/ \$	0.59
TOTAL= \$						0.59

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA		COSTO TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	200	\$ 499.33	/ \$	2.50
DESYERBE						
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	100	\$ 499.33	/ \$	5.0
LIMPIA						
TOTAL= \$						7.49

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA		COSTO TOTAL
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
MQ3	PALA	M3	500	\$ 536.00	/ \$	1.07
MQ4	PICO	M3	800	\$ 380.00	/ \$	0.48
MQ2	CARRETILLA	M3	1000	\$ 720.00	/ \$	0.72
MQ6	MACHETE	M3	400	\$ 350.00	/ \$	0.88
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 7.49	\$	0.37
TOTAL= \$						3.52

COSTO DIRECTO	\$ 11.60
---------------	----------

2	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO		
COSTO DIRECTO	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESYERBE DE TERRENO, INCLUYE: QUEMAR YERBA Y ACOPIO DE BASURA INCLUYE: DESMONTE DE TERRENO, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DESMONTE, MO, EQ Y HERR.	M <sup>2</sup>	%	\$ 11.60	11.60
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15	13.34
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01	13.47
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1	14.82
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005	0.07

COSTO UNITARIO	\$ 14.89
----------------	----------

CUADRO 15: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	FECHA:	09/04/2007
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD:	OBRA SANITARIA		

ACTIVIDAD	<b>3</b>	EXCAVACION EN TERRENO PARA RED DE ALCANTARILLADO, EN FORMA MANUAL, EN SECO, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN A PIE DE ZANJA , AFINE DE FONDO,
UNIDAD	M³	
FECHA DE COTIZACION		
COSTO UNITARIO	\$ 265.56	

MATERIAL CLASE II ABUNDAMIENTO 10%

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>					
	ABUNDAMIENTO DE EXCAVACION	%	0.1	\$ 24.97	\$ 2.50
	PORCENTAJE DE TRASPALAO				
TOTAL=					\$ 2.50

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	6	\$ 499.33 /	\$ 83.22
EXCAVACION		JOR	6	\$ 499.33 /	\$ 83.22
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	20	\$ 499.33 /	\$ 24.97
TRASPALAO					
TOTAL=					\$ 191.41

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
MQ3	PALA	M3	500	\$ 536.00 /	\$ 1.07
MQ3	PALA	M3	500	\$ 536.00 /	\$ 1.07
MQ4	PICO	M3	800	\$ 380.00 /	\$ 0.48
MQ2	CARRETILLA	M3	1000	\$ 720.00 /	\$ 0.72
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 191.41	\$ 9.57
TOTAL=					\$ 12.91

COSTO DIRECTO	\$ 206.8
---------------	----------

	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	
COSTO DIRECTO	EXCAVACION EN TERRENO PARA RED DE ALCANTARILLADO, EN FORMA MANUAL, EN SECO, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN A PIE DE ZANJA , AFINE DE FONDO,	M³	% \$ 206.81	206.81
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15 237.84
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01 240.21
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1 264.24
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005 1.32

COSTO UNITARIO	\$ 265.56
----------------	-----------

CUADRO 16: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 3-A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	FECHA:	09/04/2007
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD:	OBRA SANITARIA		

ACTIVIDAD	<b>3</b>	EXCAVACION EN TERRENO PARA RED DE ALCANTARILLADO, CON RETROEXCAVADORA, EN SECO, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN A PIE DE ZANJA, AFINE DE FONDO, ADEMÉS, ESTACIONES DE TRASPALAO NECESARIAS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN (P.U.O.T.) ESCAVACION DE 0.00 A 2.00m DE PROF.
-----------	----------	--

UNIDAD	M³
FECHA DE COTIZACION	
COSTO UNITARIO	\$ 39.22

MATERIAL CLASE II ABUNDAMIENTO 10%

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>					

TOTAL= \$ -

<b>MANO DE OBRA</b>					

TOTAL= \$ -

<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
MQ5	RETROEXCAVADORA	HR	16	\$ 488.66 /	\$ 30.54
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ -	\$ -

TOTAL= \$ 30.54

COSTO DIRECTO	\$ 30.54
---------------	----------

	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	
COSTO DIRECTO	EXCAVACION EN TERRENO PARA RED DE ALCANTARILLADO, EN FORMA MANUAL, EN SECO, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN A PIE DE ZANJA, AFINE DE FONDO,	M³	% \$ 30.54	30.54
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15 35.12
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01 35.47
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1 39.02
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005 0.20

COSTO UNITARIO	\$ 39.22
----------------	----------

---

---

CUADRO 17: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 3-B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO			
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	FECHA:	11/04/2007
LUGAR:	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD:	OBRA SANITARIA		

ACTIVIDAD	<b>4</b>	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA A BASE DE ARENA DE DE 10CM DE ESPESOR PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE EN ZANJA COMPACTADA CON PISÓN DE MANO Y AGUA, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIE
UNIDAD	M³	
FECHA DE COTIZACION		
COSTO UNITARIO	\$ 291.36	

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA		COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>						
MAT7	ARENA	M3	1.1	\$ 133.78	X	\$ 147.16
AGUA	AGUA	M3	0.3	\$ 35.05	X	\$ 10.52
TOTAL=						\$ 157.67

<b>MANO DE OBRA</b>						
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	18	\$ 499.33	/	\$ 27.74
TENDER PLANTILLA						
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN)	JOR	14	\$ 499.33	/	\$ 35.67
COMPACT						
TOTAL=						\$ 63.41

<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
MQ2	CARRETILLA	M3	1000	\$ 720.00	/	\$ 0.72
MQ3	PALA	M3	500	\$ 536.00	/	\$ 1.07
MQ7	PISON DE MADERA	M3	0.107	\$ 3.65	X	\$ 0.39
MQ8	PASARELA	M3	0.12	\$ 4.00	X	\$ 0.48
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 63.41		\$ 3.17
TOTAL=						\$ 5.83

COSTO DIRECTO	\$ 226.91
---------------	-----------

4	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO		
COSTO DIRECTO	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA A BASE DE ARENA DE DE 10CM DE ESPESOR PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE EN ZANJA COMPACTADA CON PISÓN DE MANO Y AGUA, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIE	M³	%	\$ 226.91	226.91
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15	260.95
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01	263.56
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1	289.91
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.05%	0.005	1.45

COSTO UNITARIO	\$ 291.36
----------------	-----------

CUADRO 17: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PRESUPUESTO  
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"

OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO      FECHA: 11/04/2007  
LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO      ANALISTA:  
ESPECIALIDAD: OBRA SANITARIA

ACTIVIDAD	<b>5</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE DE 20CM. EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVA MENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ACARREOS EN LA OBRA, MANIOBRA PARA BAJAR TUBERÍA, ALINEARLA, NIVELETAS A BASE DE POLIN Y D
UNIDAD	M	
FECHA DE COTIZACION		
COSTO UNITARIO	\$ 180.37	

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA		COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>						
MAT8	TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 20 CM. DE DIAMETRO	M	1.05	\$ 70.24	X	\$ 73.75
MORT1:5	MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 P/ POZO	M3	0.0004	\$ 638.64	X	\$ 0.255
TOTAL=						\$ 74.01

<b>MANO DE OBRA</b>						
GT-5	CUADRILLA No.5 (1.0 OFICIAL + 1.0 PEÓN)	JOR	26	\$ 822.85	/	\$ 31.65
COLOCACION						
GT-5	CUADRILLA No.5 (1.0 OFICIAL + 1.0 PEÓN)	JOR	26	\$ 822.85	/	\$ 31.65
COLOCACION						
TOTAL=						\$ 63.30

<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 63.30		\$ 3.16
TOTAL=						\$ 3.16

COSTO DIRECTO	\$ 140.47
---------------	-----------

5	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO		
COSTO DIRECTO	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE DE 20CM. EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVA MENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ACARREOS EN LA OBRA, MANIOBRA PARA BAJAR TUBERÍA, ALINEARLA, NIVELETAS A BASE DE POLIN Y D	M	%	\$ 140.47	140.47
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15	161.54
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01	163.15
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1	179.47
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005	0.90

COSTO UNITARIO	\$ 180.37
----------------	-----------

CUADRO 18: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 5

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
---	--	--	--

OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO      FECHA: 11/04/2007  
LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO      ANALISTA:  
ESPECIALIDAD: OBRA SANITARIA

ACTIVIDAD	<b>6</b>	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO DE VISITA A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 28 CM DE ESPESOR COLOCADO A TIZÓN DESPLANTADO SOBRE PLANTILLA DE MAMPOSTERIA DE 20CM DE PIEDRA BRAZA CON MORTERO PROPORCIÓN 1.5, JUNTEADO Y APLANADO INTERIOR CON MORTERO
-----------	----------	--

UNIDAD	PZA
FECHA DE COTIZACION	
COSTO UNITARIO	\$ 9,940.76

PROFUNDIDAD MAYOR A 1.5 M Y MENOR A 2 M

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>					
PL	PLANTILLA DE PEDACERIA DE TABIQUE APISONADO A MANO	M3	0.1633	796.41	\$ 130.05
MURO	MURO CIRCULAR TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 6 X 12 X 24 CM	M2	5.8	649.16	\$ 3,765.13
AP	APLANADO DE 2.5 CM DE ESPESOR, TERMINADO FINO EN MUROS	M2	5.19	82.36	\$ 427.45
ESC	ESCALON DE 15 X 30 CM, PARA POZOS DE VISITA FABRICADOS	PZA	2	121.76	\$ 243.52
BRO	BROCAL TIPO P-84 CON ARO Y TAPA DE 135 KG. PARA POZO DE VISI	PZA	1	1565.63	\$ 1,565.63
CIM	CIMBRA COMÚN EN CIMENTACIÓN HASTA UNA ALTURA DE 2 M	M2	1.8	97.84	\$ 176.11
MORT1:5	MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 P/ POZO	M3	0.0128	638.64	\$ 8.17
MAT14	VARILLA DEL NUM 2 ( 6.4 MM P/POZO)	KG	0.008	5.3	\$ 0.04
MAT15	VARILLA DEL NUM 3 ( 9.5 MM P/POZO)	KG	0.005	4.2	\$ 0.02
<b>TOTAL=</b>					<b>\$ 6,316.13</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
GT-2	CUADRILLA No 2 (0.25 OFICIAL+ 1.0 PEÓN) ARMADO DE POZO	JOR	0.4	542.8351295 /	\$ 1,357.09
<b>TOTAL=</b>					<b>\$ 1,357.1</b>

<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
MQ2	CARRETILLA	M3	1000	\$ 720.00 /	\$ 0.72
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 1,357.09	\$ 67.85
<b>TOTAL=</b>					<b>\$ 68.57</b>

COSTO DIRECTO	\$ 7,741.8
---------------	------------

6	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	
COSTO DIRECTO	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO DE VISITA A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 28 CM DE ESPESOR COLOCADO A TIZÓN DESPLANTADO SOBRE PLANTILLA DE MAMPOSTERIA DE 20CM DE PIEDRA BRAZA CON MORTERO PROPORCIÓN 1.5, JUNTEADO Y APLANADO INTERIOR CON MORTERO	PZA	%	\$ 7,741.79    7,741.79
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15    8,903.06
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01    8,992.09
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1    9,891.30
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005    49.46

COSTO UNITARIO	\$ 9,940.76
----------------	-------------

CUADRO 19: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 6-A

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"			
OBRA:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	FECHA:	11/04/2007
LUGAR:	DEXTHI EDO DE HIDALGO	ANALISTA:	
ESPECIALIDAD:	OBRA SANITARIA		

ACTIVIDAD	<b>6</b>	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO DE VISITA A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 28 CM DE ESPESOR COLOCADO A TIZÓN DESPLANTADO SOBRE PLANTILLA DE MAMPOSTERIA DE 20CM DE PIEDRA BRAZA CON MORTERO PROPORCIÓN 1:5. JUNTEADO Y APLANADO INTERIOR CON MORTERO
UNIDAD	PZA	
FECHA DE COTIZACION		

PROFUNDIDAD MAYOR A 2 M Y MENOR 2.5 M

COSTO UNITARIO \$ 10,981.15

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA	COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>					
PL	PLANTILLA DE PEDACERIA DE TABIQUE APISONADO A MANO	M3	0.1633	796.41	\$ 130.05
MURO	MURO CIRCULAR TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 6 X 12 X 24 CM	M2	6.49	649.16	\$ 4,213.05
AP	APLANADO DE 2.5 CM DE ESPESOR. TERMINADO FINO EN MUROS	M2	6.6	82.36	\$ 543.58
ESC	ESCALÓN DE 15 X 30 CM. PARA POZOS DE VISITA FABRICADOS	PZA	4	121.76	\$ 487.04
BRO	BROCAL TIPO P-84 CON ARO Y TAPA DE 135 KG. PARA POZO DE VISI	PZA	1	1565.63	\$ 1,565.63
CIM	CIMBRA COMÚN EN CIMENTACIÓN HASTA UNA ALTURA DE 2 M	M2	1.8	97.84	\$ 176.11
MORT1:5	MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 P/ POZO	M3	0.017	638.64	\$ 10.86
MAT14	VARILLA DEL NUM 2 ( 6.4 MM P/POZO)	KG	0.008	5.3	\$ 0.04
MAT15	VARILLA DEL NUM 3 ( 9.5 MM P/POZO)	KG	0.005	4.2	\$ 0.02
TOTAL=					\$ 7,126.38
<b>MANO DE OBRA</b>					
GT-2	CUADRILLA No 2 (0.25 OFICIAL+ 1.0 PEÓN)	JOR	0.4	542.8351295	\$ 1,357.1
TOTAL=					\$ 1,357.1
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
MQ2	CARRETILLA	M3	1000	\$ 720.00	\$ 0.72
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 1,357.09	\$ 67.85
TOTAL=					\$ 68.57

COSTO DIRECTO	\$ 8,552.04
---------------	-------------

6	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO
COSTO DIRECTO	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO DE VISITA A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 28 CM DE ESPESOR COLOCADO A TIZÓN DESPLANTADO SOBRE PLANTILLA DE MAMPOSTERIA DE 20CM DE PIEDRA BRAZA CON MORTERO PROPORCIÓN 1:5. JUNTEADO Y APLANADO INTERIOR CON MORTERO	PZA	\$ 8,552.04
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		0.15
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		0.01
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		0.1
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.005

COSTO UNITARIO	\$ 10,981.15
----------------	--------------

---

---

CUADRO 20: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 6-B

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PRESUPUESTO  
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"

OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO      FECHA: 11/04/2007  
LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO      ANALISTA:  
ESPECIALIDAD: OBRA SANITARIA

ACTIVIDAD	<b>7</b>	RELLENO CON MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN, COMPACTADO CON BAILARINA AL 95% PROCTOR Y PISON DE MADERA, ADICIONANDO AGUA PRECIO UNITARIO INCLUYE ENUNCIATIVAS MAS NO LIMITATIVAS, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA
UNIDAD	M³	
FECHA DE COTIZACION		
COSTO UNITARIO	\$ 126.93	

TIPO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN OBRA		COSTO TOTAL
<b>MATERIAL</b>						
AGUA	AGUA	M3	0.3	\$ 35.05	X	\$ 10.52
TOTAL=						\$ 10.52

<b>MANO DE OBRA</b>						
GT-1	CUADRILLA No 1 (0.10 CABO+ 1.0 PEÓN) TRASPALCO DE RELLENO	JOR	7	\$ 499.33	/	\$ 71.33
TOTAL=						\$ 71.33

<b>EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>						
MQ2	CARRETILLA	M3	1000	\$ 720.00	/	\$ 0.72
MQ3	PALA	M3	250	\$ 536.00	/	\$ 2.14
MQ7	PISON DE MADERA	M3	0.107	\$ 3.65	X	\$ 0.39
MQ8	PASARELA	M3	0.12	\$ 4.00	/	\$ 0.48
MQ9	BAILARINA	M3	0.023255814	\$ 417.35	/	\$ 9.71
HERRAMIENTA MENOR	% MANO DE OBRA	%	5%	\$ 71.33		\$ 3.57
TOTAL=						\$ 17.01

COSTO DIRECTO	\$ 98.85
---------------	----------

7	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO		
COSTO DIRECTO	RELLENO CON MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN, COMPACTADO CON BAILARINA AL 95% PROCTOR Y PISON DE MADERA, ADICIONANDO AGUA PRECIO UNITARIO INCLUYE ENUNCIATIVAS MAS NO LIMITATIVAS, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	M³	%	\$ 98.85	98.85
COSTO INDIRECTO	15% C.D.		15%	0.15	113.68
COSTO FINANCIERO	1% (C.D.+C.IND.)		1%	0.01	114.82
UTILIDAD	10% (C.D.+C.IND.+C.F.)		10%	0.1	126.30
CARGOS ADICIONALES	0.05%		0.50%	0.005	0.63

COSTO UNITARIO	\$ 126.93
----------------	-----------

CUADRO 21: COSTO UNITARIO ACTIVIDAD 7

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO																																						
FACULTAD DE INGENIERIA																																						
PRESUPUESTO																																						
PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"																																						
OBRA:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	FECHA:																																				
LUGAR:	DEXTHI EDO DE HIDALGO	ANALISTA:																																				
ESPECIALIDAD:	DISEÑO																																					
<b>ANÁLISIS DE TIEMPO ESTIMADO DE EXCAVACIÓN</b>			<b>Excavadora hidráulica 322Bl de</b>																																			
<b>PARA:</b>			<b>195HP y 24.000 Ton de peso</b>																																			
<b>TIEMPO DE CICLO VS</b>		<b>TIEMPO DE CICLO</b>																																				
<b>CONDICIONES DE TRABAJO</b>		<b>CICLO EN SEG TABLA</b>																																				
TABLA DE FACTOR DE LLENADO	F. DE LLENADO EN %	PROPONGO TIPO DE MAQUINARIA	HP	PROMEDIO	ADVERSO	TAMANO DE BOTE																																
		RETROEXCAVADORA	135	24	30	1.13 m3																																
		RETROEXCAVADORA	195	24	40	1.63 M3																																
ARCILLA HUMEDA O MATERIAL ARCILLOSO ARENOSO	100	FACTOR DE LLENADO 80%																																				
ARENA Y GRAVA	95	FACTOR DE EFICIENCIA 75%																																				
ARCILLA DURA Y EMPACADA	80	PRODUCCION REAL HORARIA P = PRODUCCION TEORICA X F. D LLENADO X F. DE EFICIENCIA																																				
ROCA BIEN TRONADA	60	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>P =</td> <td>99</td> <td>m3/hr</td> <td>ABUNDANCIA</td> <td>40%</td> <td>70.71428571</td> <td>m3/hr</td> </tr> <tr> <td>ADVERSO</td> <td>P =</td> <td>79.2</td> <td>m3/hr</td> <td>ABUNDANCIA</td> <td>40%</td> <td>56.57142857</td> <td>m3/hr</td> </tr> <tr> <td>PROMEDIO</td> <td>P =</td> <td>135</td> <td>m3/hr</td> <td>ABUNDANCIA</td> <td>40%</td> <td>96.42857143</td> <td>m3/hr</td> </tr> <tr> <td>ADVERSO</td> <td>P =</td> <td>81</td> <td>m3/hr</td> <td>ABUNDANCIA</td> <td>40%</td> <td>57.85714286</td> <td>m3/hr</td> </tr> </table>					PROMEDIO	P =	99	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	70.71428571	m3/hr	ADVERSO	P =	79.2	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	56.57142857	m3/hr	PROMEDIO	P =	135	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	96.42857143	m3/hr	ADVERSO	P =	81	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	57.85714286	m3/hr
PROMEDIO	P =	99	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	70.71428571	m3/hr																															
ADVERSO	P =	79.2	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	56.57142857	m3/hr																															
PROMEDIO	P =	135	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	96.42857143	m3/hr																															
ADVERSO	P =	81	m3/hr	ABUNDANCIA	40%	57.85714286	m3/hr																															
<b>PRODUCCION DE ZANJA CON RETROEXCAVADORA</b>		RENDIMIENTO =		PRODUCCION (m3/hr) X JORNADA DE 8hr/día X 25días/mes																																		
PRODUCCION	RETROEXC. 135 HP	70.71	m3/hr	REND	14142.85714	m3/mes																																
	RETROEXC. 135 HP	56.57	m3/hr	REND	11314.28571	m3/mes																																
	RETROEXC. 195 HP	96.43	m3/hr	REND	19285.71429	m3/mes																																
	RETROEXC. 195 HP	57.86	m3/hr	REND	11571.42857	m3/mes																																
<b>DURACION DE LA ACTIVIDAD</b>		<b>VOLUMEN DE OBRA + RENDIMIENTO</b>																																				
VOL DE OBRA=		2500 m3		DURACION DE LA ACTIVIDAD																																		
RETROEXC. 135 HP	0.18	mes	TRANSFOR	4.95	días	PROMEDIO																																
RETROEXC. 135 HP	0.22	mes	MADO EN	6.19	días	ADVERSO																																
RETROEXC. 195 HP	0.13	mes	DIAS	3.63	días	PROMEDIO																																
RETROEXC. 195 HP	0.22	mes		6.05	días	ADVERSO																																
<b>LA ELECCION TOMADA ES</b>				<b>6.05 días</b>																																		

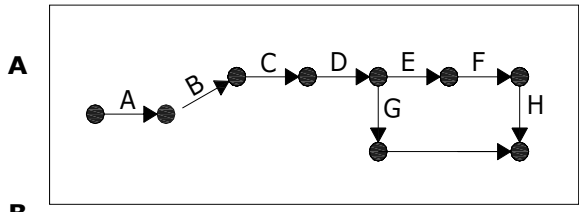
CUADRO 22: ANÁLISIS POR EXCAVADORA HIDRÁULICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"							
<b>OBRA:</b>	SISTEMA DE ALCANTARILLADO	<b>FECHA:</b>					
<b>LUGAR:</b>	DEXTHÍ EDO DE HIDALGO	<b>ANALISTA:</b>					
<b>ESPECIALIDAD:</b>	PROPUESTA ECONOMICA						
<b>ENLISTADO E INTEGRACIÓN DE TODAS Y CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES QUE SE LLEVARAN A CABO PARA EJECUTAR UNA OBRA, DETERMINANDO LA UNIDAD DE MEDIDA Y EL VOLUMEN DE CADA UNA DE ÉSTAS ACTIVIDADES.</b>							
PARTIDA	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL	P.U.	TOTAL
1	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRAFICA PARA OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCIÓN Y EN CADA POZO DE VISITA. P.U.O..T.	2330.00	M²	\$ 13.78	\$ 32,111.28	\$ 13.78	\$ 32,111.28
2	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESYERBE DE TERRENO. INCLUYE: QUEMAR YERBA Y ACOPIO DE BASURA INCLUYE: DESMONTE DE TERRENO, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DESMONTE, MO, EQ Y HERR.	2330.00	M²	\$ 14.89	\$ 34,694.16	\$ 14.89	\$ 34,694.16
3	EXCAVACION EN TERRENO PARA RED DE ALCANTARILLADO, EN FORMA MANUAL, EN SECO, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN A PIE DE ZANJA, AFINE DE FONDO,	2500.00	M³	\$ 265.56	\$ 663,893.68	\$ 39.22	\$ 98,039.35
4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA A BASE DE ARENA DE DE 10CM DE ESPESOR PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE EN ZANJA COMPACTADA CON PISÓN DE MANO Y AGUA, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIE	270.00	M²	\$ 291.36	\$ 78,668.31	\$ 291.36	\$ 78,668.31
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE DE 20CM. EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVA MENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ACARREOS EN LA OBRA, MANIOBRA PARA BAJAR TUBERÍA, ALINEARLA, NIVELETAS A BASE DE POLÍN Y D	2330.00	M	\$ 180.37	\$ 420,255.9	\$ 180.37	\$ 420,255.9
6	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO DE VISITA A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 28 CM DE ESPESOR COLOCADO A TIZÓN DESPLANTADO SOBRE PLANTILLA DE MAMPOSTERIA DE 20CM DE PIEDRA BRAZA CON MORTERO PROPORCIÓN 1:5. JUNTEADO Y APLANADO INTERIOR CON MORTERO	30	PZA				
	POZOS DE VISITA A UNA PROFUNDIDAD MAYOR A 2.0M	5	PZA	\$ 10,981.15	\$ 43,924.60	\$ 10,981.15	\$ 43,924.60
	POZOS DE VISITA A UNA PROFUNDIDAD MAYOR A 1.5 Y MENOR A 2M	25	PZA	\$ 9,940.76	\$ 208,755.91	\$ 9,940.76	\$ 208,755.91
7	RELLENO CON MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN, COMPACTADO CON BAILARINA AL 95% PROCTOR Y PISON DE MADERA, ADICIONANDO AGUA PRECIO UNITARIO INCLUYE ENUNCIATIVAS MAS NO LIMITATIVAS, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	2220.00	M³	\$ 126.93	\$ 281,790.45	\$ 126.93	\$ 281,790.45
<b>COLOCACIÓN DE ALCANTARILLA PARA 2.35 KM</b>				<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$ 1,764,094.27</b>	<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$ 1,198,239.95</b>
ESTE IMPORTE NO INCLUYE EL CONCEPTO EL 15% DE COCEPTO DE IVA SE VISITO EL LUGAR Y EN NUESTRA OFERTA SE CONSIDERA EL GRADO DE DIFICULTAD QUE PRESENTAN LOS PRECIOS DE MANO DE OBRA VARIAN DEACUERDO A LOS INCREMENTOS DE LOS SALARIOS EN GENERAL		<b>EL IMPORTE DE ESTA COTIZACIÓN ES DE UN MILLON SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS DIEZ Y SIETE PESOS. 31/100 M.N.</b>				<b>EL IMPORTE DE ESTA COTIZACIÓN ES DE UN MILLON CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL DOCIENTOS TREINTA Y NUEVE PESOS. 95/100 M.N.</b>	
LOS PRECIOS DE MATERIAL SON FIJOS HASTA EL TERMINO DE LA OBRA						<b>DADO EL COSTO ESTA ES LA MEJOR OPCION</b>	

CUADRO 23 COSTO TOTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA PRESUPUESTO PROYECTO "SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA COMUNIDAD DEL DEXTHI EDO. DE HIDALGO"		
	OBRA: SISTEMA DE ALCANTARILLADO LUGAR: DEXTHÍ EDO DE HIDALGO ESPECIALIDAD: DISEÑO	FECHA: ANALISTA:
ACTIVIDAD	DEPENDE DE	
<b>A</b>	TRAZO Y NIVELACIÓN MANUAL, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA, P.U.O.T.	NADA
<b>B</b>	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESYERBE DE TERRENO, INCLUYE: QUEMAR YERBA Y ACOPIO DE BASURA INCLUYE: DESMONTE DE TERRENO, CARGA Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE DESMONTE, MO, EQ Y HERR.	TRAZO Y NIVELACIÓN MANUAL, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA, P.U.O.T.
<b>C</b>	EXCAVACION EN TERRENO PARA POZOS DE VISITA Y RED DE ALCANTARILLADO, EN FORMA MANUAL, EN SECO, MEDIDO EN BANCO EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN A	TRAZO Y NIVELACIÓN MANUAL, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA, P.U.O.T.
<b>D</b>	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRAFICA PARA OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA, P.U.O.T.	EXCAVACION EN TERRENO PARA POZOS DE VISITA Y RED DE ALCANTARILLADO, EN FORMA MANUAL, EN SECO, MEDIDO EN BANCO, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN
<b>E</b>	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA A BASE DE ARENA DE DE 10CM DE ESPESOR PARA INSTALACION DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE EN ZANJA COMPACTADA, CON PISÓN DE MANO Y AGUA, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIE	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRAFICA PARA OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA, P.U.O.T.
<b>F</b>	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE DE 20CM DE DIAM, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVA MENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ACARREOS EN LA OBRA, MANIOBRA PARA BAJAR TUBERÍA, ALINEARLA, NIVELETAS A BASE DE P	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLANTILLA A BASE DE ARENA DE DE 10CM DE ESPESOR PARA INSTALACION DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE EN ZANJA COMPACTADA, CON PISÓN DE MANO Y AGUA, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVAMENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIE
<b>G</b>	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POZO DE VISITA A BASE DE MURO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 28 CM DE ESPESOR COLOCADO A TIZÓN DESPLANTADO SOBRE PLANTILLA DE MAMPOSTERIA DE 20 CM DE PIEDRA CON MORTERO PROPORCIÓN 1:5, JUNTEADO Y APLANADO INTERIOR CON MORTERO PROPO	TRAZO Y NIVELACIÓN TOPOGRAFICA PARA OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS, CON EQUIPOS TOPOGRAFÍA, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL INCLUYE MATERIALES PARA SEÑALAMIENTOS EN CRUCES, CAMBIOS DE DIRECCION Y EN CADA POZO DE VISITA, P.U.O.T.
<b>H</b>	RELLENO CON MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN, COMPACTADO CON BALARINA AL 90 Y 95% PROCTOR, ADICIONANDO AGUA PRECIO UNITARIO INCLUYE ENUNCIATIVAS MAS NO LIMITATIVAS, MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE DE 20CM DE DIAM, EL P.U. INCLUYE ENUNCIATIVA MAS NO LIMITATIVA MENTE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ACARREOS EN LA OBRA, MANIOBRA PARA BAJAR TUBERÍA, ALINEARLA, NIVELETAS A BASE DE P

**DIAGRAMA DE FLECHAS**

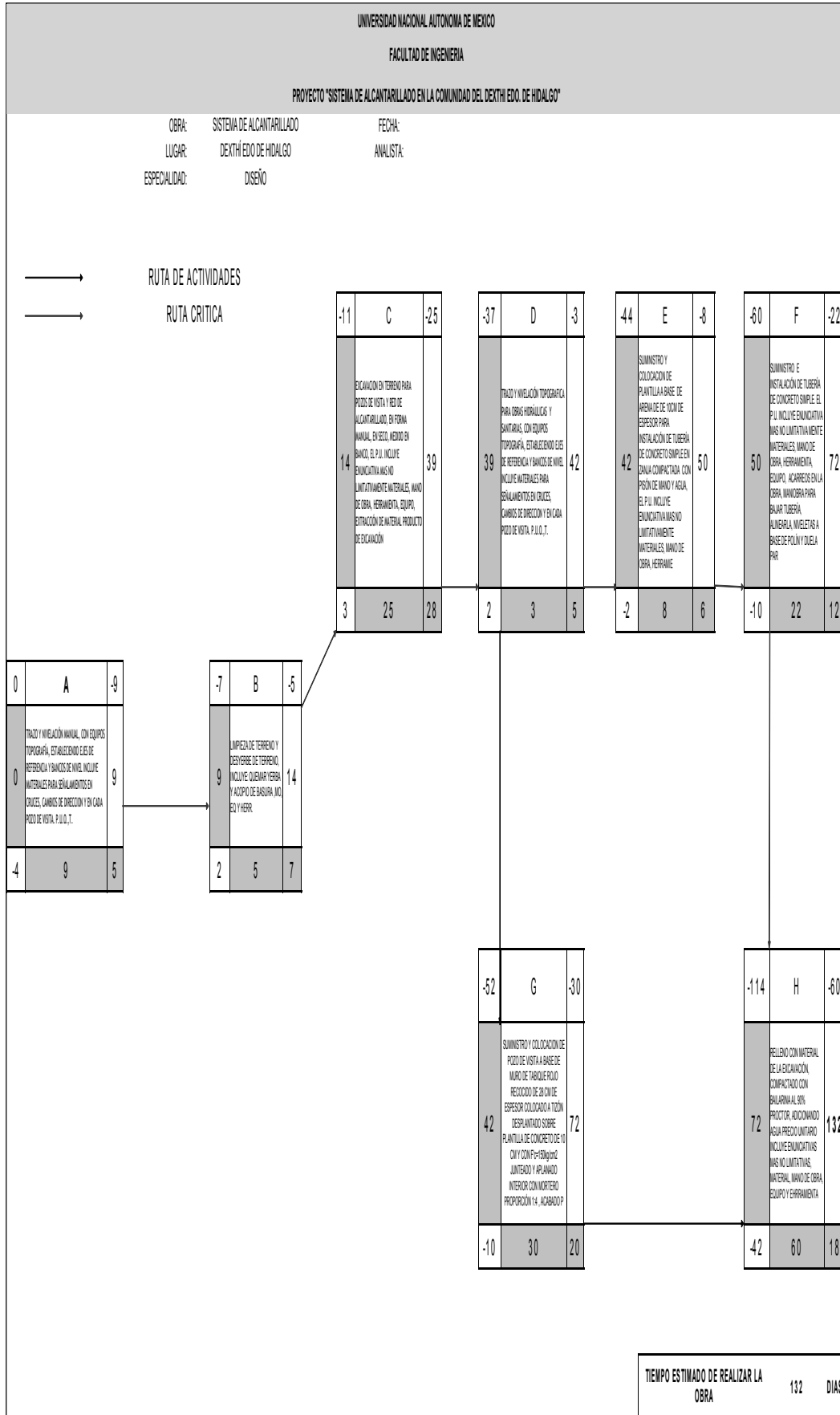


LOS DIAGRAMAS DE FLECHAS DEBEN INICIAR EN UN SÓLO EVENTO Y TÉRMINAR TAMBIÉN EN UN EVENTO UNICO

CUADRO 24: PROGRAMA DE OBRA







CUADRO 25: RUTA CRÍTICA

