

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN BUENAVENTURA,
DEPARTAMENTO DE USulután**

PRESENTADO POR:

**JOSÉ MÁRTIR DÍAZ GUEVARA
JULIO CÉSAR GÓMEZ PÉREZ
JOSÉ ELECTERIO MARTÍNEZ CASTRO**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA DE ORIENTE, DICIEMBRE DE 2003.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA:

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL:

LCDA. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

ING. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA

SECRETARIA:

LCDA. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

JEFE DE DEPARTAMENTO:

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Trabajo de Graduación Previo a la Opción al Grado de:
INGENIERO CIVIL

Título:

“PROPUESTA DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN
BUENAVENTURA, DEPTO. DE USulután”

Presentado por:

JOSÉ MÁRTIR DÍAZ GUEVARA

JULIO CÉSAR GÓMEZ PÉREZ

JOSÉ ELECTERIO MARTÍNEZ CASTRO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Coordinador:

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

Docente - Director :

ING. DAVID ARNOLDO CHÁVEZ SARAVIA

San Miguel, Diciembre de 2003.

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador:

Ing. David Arnoldo Chávez Saravia

Docente- Director:

Ing. David Arnoldo Chávez Saravia

ÍNDICE

Capítulo I. Anteproyecto	1
1.1. Situación Problemática.....	2
1.2. Enunciado del Problema.....	4
1.3. Planteamiento del Problema.....	6
1.4. Delimitaciones.....	7
1.5. Justificación.....	8
1.6. Objetivos.....	10
Capítulo II. Marco Referencial	11
2.1. Marco Histórico.....	12
2.2. Marco Teórico.....	15
2.2.1. Fuentes de Aguas Residuales.....	15
2.2.2. Relación con el uso de Agua.....	15
2.2.3. Infiltración y Flujo de Entrada.....	16
2.2.4. Periodos de Diseño para Componentes de Sistemas de Alcantarillado.....	17
2.2.5. Características de las Aguas Residuales Domésticas.....	18
2.2.6. Alcantarillado de Aguas Residuales. Consideraciones Generales... 21	
2.2.6.1. Definiciones.....	21
2.2.6.2. Tipos de Sistemas y Métodos de Drenaje (Desagüe).....	22
2.2.7. Componentes de Construcción de un Sistema de	

Alcantarillado.....	24
2.2.7.1. Conductos.....	25
2.2.7.2. Estructuras.....	37
2.2.8. Formulación y Planeamiento de Redes de Alcantarillado	
Sanitario.....	30
2.2.8.1. Investigaciones Preliminares.....	30
2.2.8.2. Criterios Para la Selección del Sistema de Drenaje.....	31
2.2.8.3. Criterios Para la Selección del Cuerpo Receptor.....	33
2.2.8.4. Requerimientos de Diseño.....	35
2.2.9. Tratamiento de las Aguas Negras.....	37
2.2.9.1. Pretratamiento o Tratamiento Preliminar.....	38
2.2.9.2. Tratamiento Primario.....	39
2.2.9.3. Tratamiento Secundario o Biológico.....	40
2.2.9.4. Tratamiento Terciario o Avanzado.....	40
2.2.10. Efectos Perjudiciales de las Aguas Residuales en Cuerpos receptores.....	41
2.3. Marco Normativo.....	45
Capítulo III. Diagnóstico de las Condiciones de la Población.....	47
3.1. Características de la Población.....	48
3.2. Proyección de la Población.....	54
3.2.1. Proyección de la Población por el Método Aritmético.....	55

3.2.2. Proyección de la Población por el Método Geométrico.....	56
Capítulo IV. Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario.....	59
4.1. Criterios Para el Diseño de la Red.....	60
4.2. Selección del Material Para Colectores.....	62
4.2.1. Características de Conservación y Durabilidad del Material.....	62
4.2.2. Características Físicas y Mecánicas.....	62
4.2.3. Características Químicas.....	63
4.2.4. Disponibilidad de Tamaños y Accesorios.....	63
4.2.5. Transporte, Instalación y Costo.....	63
4.3. Selección de Material Para Paso Aéreo.....	63
4.4. Caudal de Diseño.....	64
4.4.1. Dotaciones de Consumo.....	64
4.4.2. Cálculo del Caudal de Contribución de Viviendas.....	65
4.4.3. Cálculo del Caudal de Contribución de Escuela.....	67
4.5. Diseño de Colectores.....	68
4.5.1. Área de Infiltración.....	68
4.5.2. Longitud del Tramo.....	68
4.5.3. Número de Viviendas por Tramo.....	69
4.5.4. Diseño del Colector Asumiendo un Flujo a Tubería Llena.....	69
4.5.5. Diseño del Colector con el Caudal Real.....	70
4.6. Diseño de Paso Aéreo.....	94

4.6.1. Separación de Columnas.....	94
4.6.2. Diseño de Columnas.....	96
4.6.3. Diseño de la Cimentación.....	99
4.7. Especificaciones Técnicas.....	104
4.7.1. Reconocimiento del Lugar.....	104
4.7.2. Trazo y Nivelación.....	104
4.7.3. Excavación de Zanja.....	105
4.7.4. Naturaleza de los Terrenos.....	107
4.7.5. Protección de las Excavaciones.....	108
4.7.6. Lecho de Colocación.....	109
4.7.7. Tipos de Relleno.....	109
4.7.8. Pozos de Visita.....	110
4.7.9. Cajas de Registro.....	111
4.7.10. Instalación de Tuberías.....	111
4.7.11. Normas y Recomendaciones Para la Instalación de Alcantarillado Sanitario.....	113
4.7.12. Especificaciones Para Paso Aéreo.....	114
4.8. Mantenimiento de Alcantarillas.....	116
4.9. Presupuesto.....	121

Capítulo V. Propuesta de Solución Para los Sectores de Dificil Acceso a la	
 Red de Alcantarillado.....	124
5.1. Presentación de Propuestas.....	125
5.2. Sistemas de Fosa Séptica.....	126
5.2.1. Elementos de una Fosa Séptica.....	126
5.2.2. Especificaciones para el Diseño de Fosas Sépticas.....	127
5.2.3. Diseño de Fosa Séptica.....	129
5.2.4. Tramite de Permiso Ambiental.....	130
5.3. Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar (LASF).....	131
5.3.1. Principios Técnicos más importantes de las LASF.....	131
5.3.2. Guía para la Construcción de las LASF.....	134
5.3.3. Recomendaciones para el Uso y Mantenimiento de las	
Letrinas Aboneras Secas.....	145
5.4. Presupuestos.....	150
5.4.1. Presupuesto Fosa Séptica.....	150
5.4.2. Presupuesto Letrina Abonera.....	151
Capítulo VI. Propuesta de Prefactibilidad de Planta de Tratamiento.....	152
6.1. Elementos que Constituyen la Propuesta.....	153
6.2. Estudio Preliminar Ambiental.....	154
6.2.1. Introducción.....	154
6.2.2. Objetivos.....	155

6.2.3. Resumen Ejecutivo.....	156
6.2.4. Descripción del Proyecto.....	157
6.2.5. Marco Legal.....	159
6.2.6. Descripción Ambiental del Área Afectada.....	160
6.2.7. Conclusión.....	175
6.2.8. Recomendaciones.....	176
6.2.9. Formulario Ambiental.....	177
6.3. Propuesta del Sitio Para Ubicación de Planta de Tratamiento.....	189
Capítulo VII. Conclusiones y Recomendaciones.....	191
7.1. Conclusiones.....	192
7.2. Recomendaciones.....	194
FUENTES DE CONSULTA.....	196
ANEXOS.....	200

CAPÍTULO I

ANTEPROYECTO

1.1. Situación Problemática

El municipio de San Buenaventura cuenta con seis cantones y la zona urbana, con una población actual de 4542 habitantes, de los cuales el 29.6% es urbana y el 70.4% es rural.[†]

Se encuentra ubicado en el Departamento de Usulután a 116 kilómetros al oriente de San Salvador, accesible desde la carretera Panamericana en el desvío de Jucuapa. Su extensión geográfica es de 27.91 kilómetros cuadrados y su altitud sobre el nivel del mar es de 400 metros. En cuanto a recursos hídricos naturales el municipio cuenta con el río San Buenaventura.

Con el transcurso del tiempo, el municipio, en la zona urbana ha venido desarrollándose a tal grado que hoy cuenta con los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica y teléfono; pero no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario. En los inicios de la población, que se remontan a principios del siglo XIX; los habitantes del lugar, cuyo número era de aproximadamente 50 personas,^{††} hacían sus necesidades fisiológicas a cielo abierto; con el paso de los años, el incremento de la población obligó a adoptar otro método para el depósito de excretas, como lo es la construcción de letrinas de hoyo seco, debido a su bajo costo y fácil proceso constructivo, es por ello que este método predomina actualmente.

Por otra parte, a través del tiempo, las aguas servidas provenientes de los

[†] Fuente: Censos realizados por Unidad de Salud del municipio.

^{††} Fuente: Revista Oficial de las Fiestas Patronales de la Villa de San Buenaventura, Año 2002.

lavaderos, baños, pilas y lavamanos de cada vivienda han sido desalojadas a las calles; y debido a que la población actualmente no cuenta con otro medio para su disposición final, continúa llevando a cabo la misma práctica.

1.2. Enunciado del Problema

Según estudios realizados en el año 2001, por la Asociación para la Salud y el Servicio Social Intercomunal en El Salvador (APSIES), en la zona Urbana del Municipio de San Buenaventura, el 69.4% de la población, se ve en la necesidad de depositar sus excretas en letrinas de hoyo seco (cuyas profundidades oscilan entre los 6 y los 10 metros),[†] y desalojar las aguas provenientes del uso doméstico en las cunetas de las calles; y el 30.6% de la población, lo hace a través de pozos resumideros (que tienen una profundidad que oscila entre los 9 y los 11 mts.).[†]

La situación expuesta contribuye a la proliferación de vectores, además de generar una evidente contaminación en los mantos acuíferos subterráneos, cuyo nivel freático se encuentra a 33.5 mts. de profundidad en las zonas más altas y a 16 mts. en las zonas más bajas del área geográfica en estudio,[†] e incrementar la contaminación en los mantos acuíferos superficiales, ya que las aguas arrojadas a las cunetas de las calles, tienen su punto de descarga final en el río San Buenaventura.

En la búsqueda de una solución urgente a éste gran problema que adolece la población surgen interrogantes como:

[†] Fuente: Mediciones de campo y entrevistas realizadas en el lugar por el Grupo de Trabajo.

¿Cuál es la alternativa más viable, para evitar que las aguas servidas provenientes de baños, lavaderos, pilas y lavamanos sean descargadas en las calles, y con ello reducir los estancamientos que generan: proliferación de vectores como el zancudo; suciedad y mal aspecto en la villa; incomodidad en los habitantes y malos olores?

¿Qué propuesta sería la más viable, para lograr que la población pueda realizar una disposición final adecuada de las excretas, reduciendo así los índices de enfermedades gastrointestinales?

1.3. Planteamiento del Problema

El problema es generado por dos causas principales las cuales son: La disposición final inadecuada de las excretas y el desalojo inapropiado de las aguas desechadas del uso doméstico.

La primera genera daños a la salud pública ya que los habitantes padecen de enfermedades gastrointestinales producidas por vectores como cucarachas y moscas, las cuales se reproducen en las letrinas; esto se refleja en las estadísticas de la Unidad de Salud del municipio en donde se registra que en el año 2002 se reportaron 88 casos de Amibiasis, 15 casos de Giardiasis y un caso de Uncinariasis; y hasta Mayo de 2003 se han reportado 25 casos de Amibiasis, 7 casos de Giardiasis y un caso de Teniasis. Además se produce una evidente contaminación en los mantos acuíferos, así como también malos olores que contribuyen a la contaminación del aire. Con la existencia de estas letrinas, el lugar adquiere un mal aspecto y se generan incomodidades para los visitantes.

La segunda causa también es fuente de proliferación de vectores ya que al estancarse el agua en las calles, sirve como criadero de vectores como el zancudo, que producen enfermedades como el dengue (en 2002 y hasta Mayo de 2003 se han reportado dos casos de dengue clásico, los cuales fueron atendidos en el Hospital Nacional de Nueva Guadalupe),[†] además de provocar un mal aspecto y contribuir a la contaminación del río San Buenaventura, que es en donde se descargan finalmente dichas aguas.

[†] Fuente: Testimonio del personal que labora en la Unidad de Salud del municipio.

1.4. Delimitaciones

- El proyecto se limitará geográficamente a la zona urbana del municipio, entendiéndose con ello la exclusión de toda su periferia.
- El diseño de la red de alcantarillado sanitario se realizará únicamente para los sectores de la zona urbana, en los que la implementación del proyecto sea factible tanto técnica como económicamente; y para los sectores en donde la implementación de la red no sea factible, se propondrán otras alternativas de solución.
- El diseño de la red de alcantarillado sanitario contará con las obras complementarias necesarias para garantizar su buen funcionamiento.
- Se propondrá una planta de tratamiento para las aguas residuales, hasta un nivel de prefactibilidad, sin llegar a una etapa de diseño definitivo.
- La evaluación de Impacto ambiental no irá más allá de lo plasmado en los objetivos, ya que para realizar una evaluación de carácter definitivo se requiere de un equipo multidisciplinario.
- No se realizará estudio de suelos ya que no es determinante para el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

1.5. Justificación

De acuerdo a la problemática expuesta anteriormente, se considera necesario que la población sea provista de un sistema de alcantarillado sanitario, ya que la disposición inadecuada de las excretas es fuente generadora de vectores transmisores de enfermedades infecciosas entéricas, tal como revelan estudios realizados por la Asociación Para la Salud y el Servicio Social Intercomunal de El Salvador (APSIES) en colaboración con la Fundación nacional para el Desarrollo (FUNDE) en octubre del año 2001, donde se muestra que el 18.6% de la población urbana del municipio, padece de enfermedades diarreicas, siendo los niños los principales afectados. Además, esta práctica seguramente contamina el manto freático, ya que las fosas de las letrinas no cuentan con ningún tipo de impermeabilización por lo cual los líquidos contaminantes podrían fácilmente percolar hacia las fuentes de aguas subterráneas, que se encuentra a una profundidad de 33.5 mts. en las zonas más altas del lugar y 16 mts. en las zonas más bajas.

Según el mismo estudio el 48.9% de las aguas procedentes de los lavaderos, baños, pilas y lavamanos, es arrojado a las cunetas de las calles, produciendo estancamientos, siendo éstos fuentes generadoras de zancudos transmisores de enfermedades como el dengue y el paludismo; generando además mal aspecto y olores desagradables en el lugar. Estas aguas tienen su punto final de descarga en el río San Buenaventura, provocando un alto grado de contaminación y polución, alterando drásticamente el hábitat de especies de la

zona (como lagartijas, garrobos, iguanas, cangrejos de río, chimbolos, sapos, ranas; aves como: palomas, cenizales, zanates; flora como: almendros de río, conacastes, amates, arbustos, etc.). El 51.1% restante es depositado en pozos resumideros, pudiendo también contaminar los mantos acuíferos del lugar.

En el anexo 2 pueden observarse algunas fotografías que evidencian la problemática antes expuesta.

1.6. Objetivos

General:

Proveer a la población de la zona urbana del municipio de San Buenaventura del diseño de la red de Alcantarillado Sanitario que contribuya a la disposición final de las aguas residuales.

Específicos:

- Contribuir a prevenir la contaminación, por descarga de aguas residuales, en el río San Buenaventura, mediante la propuesta de prefactibilidad de una planta de tratamiento.

- Disminuir los criaderos de vectores como cucarachas, moscas, ratas y zancudos para disminuir los índices de enfermedades transmitidas por estos.

- Elaborar la evaluación preliminar de Impacto Ambiental del Proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Histórico

Si bien es cierto que el desarrollo económico y social de las comunidades trae grandes beneficios para sus pobladores, no se puede negar que también genera un incremento demográfico, lo cual constituye el aumento en las necesidades de la población, obligando así a adoptar nuevos métodos que contribuyan a satisfacer tales necesidades.

Una de las necesidades principales de las poblaciones es la disposición final adecuada de las excretas. Tal problemática es la que ha afrontado a través de los años la población de San Buenaventura.

En los inicios de esta comunidad, el número de habitantes era muy reducido y por ende era muy pequeña la cantidad de viviendas existentes en el lugar; disponiendo así del espacio suficiente para poder hacer sus necesidades fisiológicas a cielo abierto, sin tener preocupaciones por la contaminación que se generaba y las enfermedades que se pudieran ocasionar.

Conforme se fue desarrollando el municipio, la concentración de la población en el área urbana aumentó debido a las inmigraciones de familias del área rural y otros sectores y el incremento de la natalidad, a tal grado que a finales de la década de 1930 se comenzó a utilizar el método de **letrina de hoyo seco** para la disposición final de excretas, método que ha sido utilizado durante años. Este método resolvía el problema de dejar al descubierto las excretas, pero traía consigo otra serie de problemas, tales como:

- Contaminación de los mantos acuíferos subterráneos.

- Proliferación de insectos como cucarachas y moscas, transmisores de enfermedades gastrointestinales.
- Generación de malos olores.

El terremoto del 6 de mayo de 1,951 (cuyo epicentro tuvo lugar en la vecina ciudad de Jucuapa, ubicado a 2 ½ Km de éste municipio)[†], causó en el lugar la destrucción de aproximadamente el 60% de las viviendas. Posterior a ello, el gobierno de la república de esa época, implementó el proyecto “Reconstrucción del Valle la Esperanza”, en el cual las viviendas destruidas por el terremoto fueron construidas nuevamente. Estas mejoras en la infraestructura contribuyeron a que la densidad poblacional aumentara aún más, consiguiéndose con ello que en el año de 1968 se introdujera el servicio de agua potable, ya que hasta esa fecha la población se abastecía de agua extraída de pozos artesanales y del río San Buenaventura.

Este nuevo servicio provocó que muchos pobladores comenzaran a sustituir el viejo **método de letrinas de hoyo seco** por un método más moderno, el cual consistía en la construcción de **pozos resumideros**, método que disminuyó el problema del mal aspecto y los malos olores, pero que contribuyó aún más a contaminar el manto freático, ya que la profundidad que se le daba a estos pozos era de aproximadamente un 60% mayor que la profundidad que tenían las letrinas de hoyo seco.^{††}

[†] Fuente: Entrevista Realizada a los Pobladores del Lugar por el Grupo de Trabajo.

^{††} Fuente: Entrevistas a Pobladores y Mediciones, Realizadas por el Grupo de Trabajo.

Aunado a éste problema, existía otro no menos importante, el cual consistía en el desalojo de las aguas de uso doméstico directamente a las calles, generando estancamientos y descargando finalmente en el río San Buenaventura, provocando la contaminación de las aguas de éste, contribuyendo a la disminución del número de individuos de muchas especies nativas del lugar (cangrejos de río, chimbolos, palomas, almendros de río, amates, etc.).

Con el surgimiento del **método de pozos resumideros**, muchas familias optaron por desalojar las aguas de uso doméstico en éstos pozos, con lo cual se disminuyó en una pequeña parte la contaminación de las aguas superficiales, pero se incrementó aún más la contaminación de las aguas subterráneas.

En la actualidad los métodos mencionados anteriormente se siguen utilizando para el depósito final de excretas, predominando entre ellos el de **letrina de hoyo seco**, ya que del total de viviendas del área en estudio el 63.82% utiliza sólo este método, el 23.35 % sólo el método de pozo resumidero y el 12.83% utiliza ambos métodos,[†] además, la disposición final que se da a las aguas de uso doméstico, muestra no ser la adecuada ya que del total de estas aguas, el 55.26% se tira a la calle, el 13.16% la deposita en pozos resumideros, el 13.26% se tira al solar y el 18.42% la desalojan directamente el Río San Buenaventura,[†] lo que significa que el problema aún continúa y requiere de una respuesta inmediata.

[†] Fuente: Encuesta Realizada en la Zona Urbana por el Grupo de Trabajo.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Fuentes de aguas residuales

Las aguas residuales consisten en los residuos líquidos producidos en residencias, establecimientos comerciales e instituciones; residuos líquidos descargados por industrias, y cualquier agua subterránea, superficial o de lluvia que entre a las alcantarillas. La primera de éstas es comúnmente llamada *agua residual sanitaria o doméstica*; la segunda *residuo industrial*, mientras que la tercera comprende *flujo de entrada y aguas lluvias residuales*.

Las alcantarillas a menudo son clasificadas de acuerdo con su uso. De esta manera las *alcantarillas sanitarias* conducen residuos domésticos, residuos industriales y cualquier agua subterránea, superficial o de lluvia que entra a través de uniones, tapas de pozos de inspección o de defectos en el sistema.

2.2.2. Relación con el uso de agua

El agua que fluye por las alcantarillas proviene principalmente del abastecimiento de agua, esto se debe a que de toda el agua abastecida a una comunidad, solo un pequeño porcentaje es verdaderamente consumido por la población, el resto es utilizado para realizar otras actividades de tipo doméstico, comercial e industrial, después de lo cual se convierte en agua residual para ser desalojado a las alcantarillas. Debido a ello, no puede hacerse una estimación del flujo de aguas en alcantarillas, sin antes haber realizado un estudio del consumo de agua, tanto para la fecha actual como para el período que se desee proyectar el diseño de una red de alcantarillado.

En nuestro país, estudios realizados por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.) revelan que del total de agua abastecida a la población, un 20% es utilizado netamente para el consumo y un 80% es el porcentaje que entra a las alcantarillas.[†]

2.2.3. Infiltración y flujo de entrada

El agua que penetra en las alcantarillas a través de uniones defectuosas, tubos rotos y las paredes de los pozos de inspección se denomina infiltración. El flujo de entrada penetra a través de tapas de pozos de inspección perforadas, de desagües tanto de techos conectados a las alcantarillas como de sótanos inundados. Dicho flujo es asociado a eventos de escorrentía (caída de lluvia), mientras que la infiltración se da en el suelo y puede ocurrir inclusive en tiempo seco.

La cantidad de infiltración depende del cuidado con que sea construido el sistema de alcantarillas, la altura del nivel freático y la naturaleza del suelo. Un suelo expandible tenderá a separar las uniones y a permitir más escapes, mientras que los suelos granulares permiten con facilidad el flujo del agua hacia las alcantarillas donde puede penetrar a través de uniones o rupturas. Puesto que las condiciones de construcción y las características de suelo varían mucho, la infiltración es difícil de predecir sin medidas de flujo reales. A.N.D.A. recomienda utilizar en los diseños una tasa de infiltración en función del área que

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A. Capítulo II, Sección 4.

puede influir en cada colector, ésta tiene un valor de 0.20 L/s/ha, para tuberías de cemento y 0.10 l/s/ha para tuberías de PVC.[†]

2.2.4. Periodos de diseño para componentes de sistemas de alcantarillado

Al igual que en diseños de sistemas de agua, el ingeniero debe seleccionar períodos apropiados de diseño y determinar la tasa de flujo que se va a usar para los diferentes componentes del sistema de alcantarillado.

Las alcantarillas al igual que los sistemas de distribución de aguas tienen larga duración y es costoso reemplazarlas, Por tal razón, son diseñadas para proveer el máximo desarrollo de la comunidad que sirven, lo cual requiere una estimación tanto de la población como del desarrollo de industria máximos en las diferentes áreas de la comunidad; “A.N.D.A recomienda un periodo mínimo de diseño de 20 años”.^{††} El diseño está basado en el flujo máximo anticipado con las alcantarillas fluyendo parcialmente llenas.

El *bombeo de aguas residuales* puede ser requerido en la planta de tratamiento y en los lugares intermedios dentro del sistema de recolección. Las instalaciones de bombeo son razonablemente fáciles de expandir y tienen, en términos relativos corta vida, generalmente 10 años.^{†††} Las tasas de flujo requeridas son la promedio, la máxima, y la mínima esperadas durante el período

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A. Capitulo II, Sección 4

^{††} Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A, Capitulo II, Sección 1.

^{†††} Fuente: Ingeniería Ambiental. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado.

de diseño. En cuanto a las instalaciones de *tratamiento de aguas residuales* son en general diseñadas para ser adecuadas durante un período de 15 a 20 años.[†]

2.2.5. Características de las Aguas Residuales Domésticas

Variabilidad y Análisis

Las características físicas químicas y microbiológicas del agua residual, varían con respecto al lugar de donde provienen. Esto, aunado a los errores a que están sujetas las pruebas para su muestreo produce una considerable incertidumbre con respecto a las características reales del agua que se está analizando, por lo cual deben realizarse programas extensivos de pruebas para poder conseguir valores que se acerquen más a los verdaderos parámetros que caracterizan dicha agua. Los valores típicos que se presentan más adelante son valores promedio que no deben ser supuestos para representar el agua de una comunidad particular. Para la comunidad en estudio, un sistema de tratamiento no puede utilizar en su diseño los parámetros antes mencionados, y éstos solo pueden servir como un índice de comparación.

Características Típicas

Estos valores son de mucha utilidad para el tratamiento de aguas residuales, ya que aunque no pueden ser directamente utilizados, permiten conocer los posibles valores a esperarse al realizar las correspondientes pruebas a dichas aguas.

[†] Fuente: Ingeniería Ambiental. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado.

En las tablas 2.1 a 2.3 se resumen los valores de las diferentes características típicas: físicas, químicas y microbiológicas de las aguas residuales domésticas.

Los valores mostrados son concentraciones medias sobre un extenso período de tiempo, los valores instantáneos pueden oscilar ampliamente con respecto a estas cifras.

Tabla 2.1. Carga Diaria Promedio por Persona*.

MATERIAL	TOTAL (g/p.d)	ORGÁNICO (g/p.d)	INORGÁNICO (g/p.d)
Total de Desechos	190	110	80
Sustancias Disueltas	100	50	50
En Suspensión	90	60	30
Sedimentable	60	40	20
No Sedimentable	30	20	10

*Según el Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación Técnica República Federal de Alemania.

Tabla 2.2 Concentraciones de Desechos en Aguas Residuales Domésticas*.

MATERIAL	TOTAL (mg/L)	ORGÁNICO (mg/L)	INORGÁNICO (mg/)
Total de Desechos	1260	730	530
Sustancias Disueltas	660	330	330
En Suspensión	600	400	200
Sedimentable	400	270	130
No Sedimentable	200	130	70

* (Según el Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación Técnica República Federal de Alemania)

Tabla 2.3 Análisis de las Características Típicas de las Aguas Residuales Domésticas*

CONSTITUYENTES (mg/L)	CONCENTRACIÓN		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Sólidos Totales	1000	500	200
-Volátiles	700	350	120
-Fijos	300	150	80
1-Totales en Suspensión	500	300	100
-Volátiles	400	250	70
-Fijos	200	100	50
2-Totales Disueltos	500	200	100
-Volátiles	300	100	50
-Fijos	200	100	50
3-Sedimentables	12	8	4
DBO ₅	300	200	100
Consumo de Oxígeno	150	75	30
Oxígeno Disuelto	0	0	0
Nitrógeno Total	85	50	25
-Orgánico	35	20	10
-Amoniacal	30	30	15
-Nitrito	0.1	0.05	0
-Nitrato	0.4	0.20	0.1
Cloruros	175	100	15
Alcalinidad (CaCO ₃)	200	100	50
Grasas y Aceites	40	20	0

*Según el Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación T. República Federal de Alemania.

2.2.6. Alcantarillado de Aguas Residuales. Consideraciones Generales

2.2.6.1. Definiciones

El término *alcantarillado* hace referencia a la recolección y tratamiento de residuos líquidos. Las *obras de alcantarillado* u *obras de aguas residuales* incluyen todas las estructuras físicas requeridas para la recolección, tratamiento y disposición.

La *alcantarilla* es una tubería o conducto, en general cerrada, que normalmente fluye a medio llenar, transportando aguas residuales. La *alcantarilla común* sirve a todas las propiedades colindantes. La *alcantarilla sanitaria* transporta aguas residuales sanitarias y es diseñada para excluir aguas lluvias, infiltración y flujo de entrada. También pueden ser transportados en este tipo de alcantarillas residuos industriales, dependiendo de sus características.

La *alcantarilla doméstica* es una tubería que transporta aguas residuales desde una estructura individual hasta una alcantarilla común u otro punto de disposición. La *alcantarilla lateral* es una alcantarilla común sin flujos tributarios excepto de alcantarillas domésticas. La *alcantarilla secundaria* recoge el flujo de una o más laterales, así como también de alcantarillas domésticas. La *alcantarilla principal* o *alcantarillas principales forzadas* son alcantarillas presurizadas que transportan aguas residuales de una estación de bombeo a otra principal o aun punto de tratamiento o disposición. La *alcantarilla interceptora* se cruza con otras alcantarillas para separar el flujo de tiempo seco del flujo de aguas lluvias que ellas puedan transportar. La *alcantarilla de alivio* es una alcantarilla que ha

sido construida para llevar una porción del flujo en un sistema con capacidad inadecuada. La *alcantarilla colectora final* es una alcantarilla que transporta el residuo recogido a un punto de tratamiento o disposición.

El *tratamiento del agua residual* incluye cualquier proceso que pueda ser usado para modificar favorablemente las características del agua residual. La *disposición del agua residual* hace referencia a la descarga de residuos líquidos al ambiente. Por lo general, aunque no siempre, la disposición implica algún grado de tratamiento previo a la descarga.

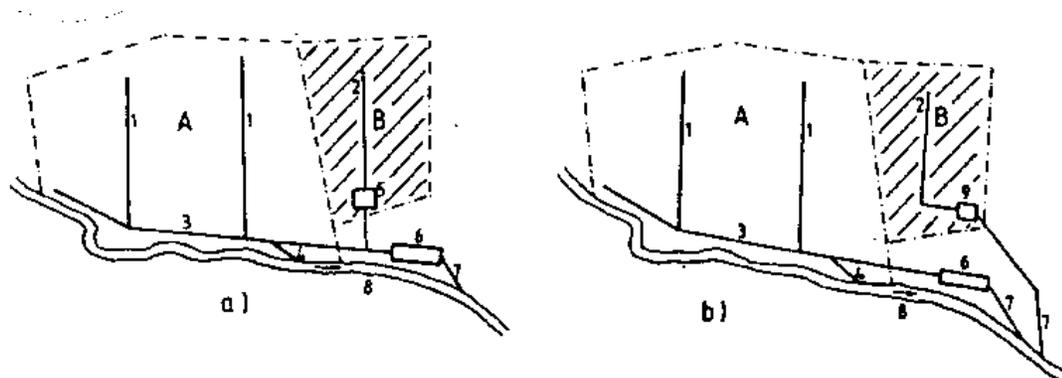
2.2.6.2. Tipos de sistemas y Métodos de Drenaje (Desagüe)

Sistemas de Drenaje o de Evacuación de las Aguas Residuales

Un sistema de evacuación de las aguas residuales consiste en el conjunto de las estructuras necesarias para un método particular de recolección y evacuación de aguas residuales. Un sistema se compone, entonces, de las estructuras del alcantarillado, de la planta de tratamiento y de las instalaciones de descarga.

Para una ciudad, puede existir un solo sistema de drenaje o varios sistemas separados. La construcción, la operación y el costo de todas las instalaciones de drenaje dependerán, en gran medida, de la solución que se decida.

En la figura 2.1 se muestran las instalaciones de drenaje para una ciudad empleando un sistema único (Fig. 2.1a) y dos sistemas independientes (Fig. 2.1b).



(Según el Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación T., República Federal de Alemania)

Figura 2.1. Sistemas de drenaje (Tomadas de la obra Manual de disposición de Aguas Residuales)

Alcantarillas combinadas y separadas

Las alcantarillas combinadas son aquellas que además de transportar aguas residuales, también transportan aguas lluvias, los sistemas de alcantarilla modernos son por lo común separados. Las excepciones a esta regla general se encuentran en algunas ciudades grandes y antiguas donde las alcantarillas combinadas fueron construidas 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 que la necesidad de alcantarillas sanitarias fuera en general aceptada. A comienzos de los años 1800, la descarga de residuos domésticos dentro del sistema de alcantarillado fue en realidad prohibida en algunas ciudades, pero las alcantarillas domésticas fueron conectadas más tarde a las alcantarillas de aguas lluvias, convirtiéndolas en alcantarillas combinadas. Las adiciones subsecuentes fueron

así diseñadas como alcantarillas combinadas, a menudo contemplando disposiciones para separación de flujos de tiempo seco de flujos de aguas lluvias.

2.2.7. Componentes de construcción de un sistema de alcantarillado

Todo el sistema de alcantarillado consiste principalmente en:

- a. Una red de conductos (abiertos y cerrados) y
- b. Estructuras complementarias.

Todas estas tuberías y estructuras se fabrican con materiales que deben cumplir ciertas especificaciones químicas, mecánicas y estáticas. Dichas condiciones se determinan en base a la calidad de las aguas residuales, el flujo hidráulico, el tipo de suelo y los costos (esto será estudiado con más detalle en el capítulo IV de este trabajo).

La calidad del agua residual es el factor más importante al momento de seleccionar los materiales de construcción de tuberías y estructuras. Este factor se determina a partir de los tipos de agua residual.

La agresividad química se clasifica de acuerdo a la concentración del ión hidrógeno o valor de pH, en la forma siguiente:[†]

pH de	0	a	4	=	fuertemente ácido
pH de	4	a	<7	=	ligeramente ácido
pH de	7			=	neutro
pH de	>7	a	10	=	ligeramente alcalino
pH de	10	a	14	=	fuertemente alcalino

[†] Fuente: Manual de Disposición de Aguas Residuales. Origen, Descarga, Tratamiento y Análisis.

Las condiciones hidráulicas, tales como el flujo por gravedad o presión, flujo intermitente o continuo, y la magnitud y fluctuaciones de la velocidad pueden determinar las características de las alcantarillas y otras estructuras.

El tipo de suelo influye en la selección de los materiales de construcción en lo referente a resistencia, corrosión y estabilidad.

Los costos también inciden en la selección de los métodos de construcción.

2.2.7.1. Conductos

Para la remoción de aguas residuales se construyen:

- a. conductos abiertos y
- b. conductos cerrados, en forma de tuberías a presión o gravedad.

Canales abiertos

Los canales abiertos normalmente se construyen para agua pluvial o aguas residuales clarificadas (es decir, aquéllas tratadas en una planta de aguas residuales).

Conductos cerrados

Los conductos cerrados se construyen con diversas formas de sección transversal y de diferentes materiales. La selección dependerá de la calidad del agua residual, las condiciones hidráulicas, las condiciones existentes respecto al desarrollo de construcciones y los costos.

Por lo general, los conductos se clasifican de acuerdo al material del cual fueron fabricados.

Tuberías de plástico

Las tuberías de plástico son las que actualmente más se utilizan en los sistemas de alcantarillado, los tipos de plástico utilizados para este propósito son:

- a. Cloruro de polivinilo rígido (PVC rígido),
- b. Polietileno rígido (Pe rígido),
- c. Plásticos reforzados con vidrio (GRP) y otros.

En nuestro medio el que más se utiliza es el PVC rígido, se utiliza para alcantarillas pluviales, conexiones domiciliarias y también para alcantarillas de aguas residuales. Es un material que no se inflame fácilmente y puede unirse con pegamento. Disminuye su resistencia al aumentar la temperatura y se resquebraja cuando ésta disminuye.

Tuberías de hierro fundido

El hierro fundido es resistente a muchos tipos de residuos químicos y puede soportar cargas externas pesadas. Generalmente, las tuberías tienen un revestimiento bituminoso que se adhiere a la superficie. Las tuberías de hierro fundido se utilizan para redes de alcantarillado sujetas a cargas extremas, al igual que para drenar terrenos normales o agresivos. Son las más adecuadas para la construcción de estructuras, como por ejemplo pasos aéreos, que en algunas ocasiones deben diseñarse en las redes de alcantarillado.

Tuberías de acero

Las tuberías de acero se utilizan en los sistemas de alcantarillado como tuberías centrales a presión y como tuberías sujetas a una tensión excepcional (es decir, cuando no es posible cubrir las tuberías con un relleno adecuado). Asimismo, son especialmente adecuadas para los conductos a desnivel (sifones) y para transportar las aguas residuales tratadas, hacía las desembocaduras en el mar.

2.2.7.2. Estructuras

Los sistemas de alcantarillado requieren de una variedad de estructuras para que su funcionamiento sea eficiente. Se deberán diseñar y construir con el cuidado necesario, observando las normas comunes de la ingeniería de las aguas residuales.

Las estructuras necesarias para los sistemas de alcantarillado son:

- a. conexiones domiciliarias,
- b. pozos de acceso o buzones de inspección,
- c. pozos de caída o buzones con caídas,
- d. intersecciones de alcantarillas,
- e. empalmes,
- f. estaciones de bombeo, etc.

Conexiones Domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son estructuras que transportan el agua residual doméstica y el agua pluvial, desde las viviendas hasta la alcantarilla principal.

Una conexión domiciliar consiste en una caja de registro, una tubería de servicio y una conexión con la alcantarilla principal.

La caja de registro (dentro o fuera de los edificios) deberá ser hermética y garantizar un buen drenaje de todas las aguas residuales.

Buzones o Pozos de Inspección

Los buzones de inspección deberán ubicarse a distancias regulares, en los tramos rectos cuando exista un cambio de dirección, de tamaño o gradiente de la tubería, o cuando se produzca un empalme.

“La separación de los pozos de inspección no deberá sobrepasar los 100 metros en tramos rectos”.[†]

Un buzón de inspección (Figura 2.2) consiste en: una base, paredes, canaleta, cámara de trabajo, sección ahusada y cubierta. Estos buzones se pueden construir con ladrillos de barro, concreto o partes prefabricadas. En nuestro medio se acostumbra construirlos de ladrillo de barro.

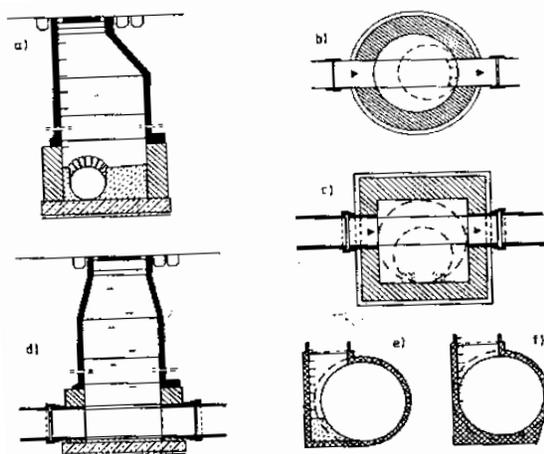


Figura 2.2. Buzones de inspección*

- a) Sección transversal
- b) Rectangular, vista superior.
- c) conexión con los tubos
- e,f) construido directamente en el colector.

(Según Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación T., República Federal de Alemania).

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A., Capítulo II, Sección 14.

Buzón con Caída

Los buzones con caída controlan la velocidad del flujo en las intersecciones y pueden también utilizarse para superar diferencias considerables de altura en distancias cortas (Figura 2.3).

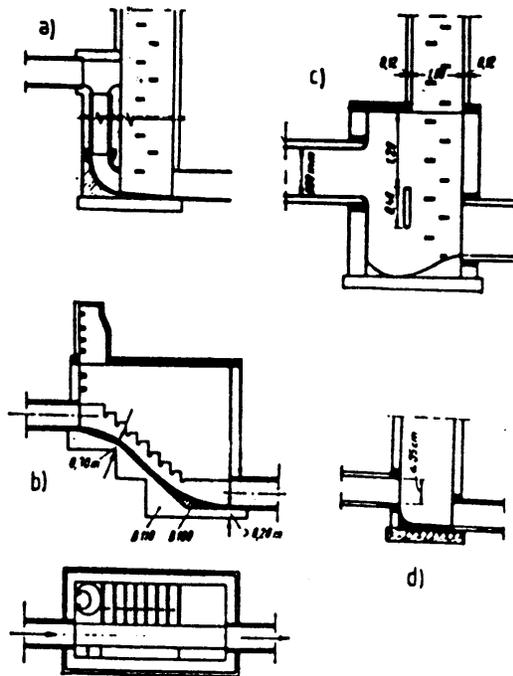


Figura 2.3. Buzones con caída*

- a) con tubería vertical
- b) con cascada y canal
- c, d) caída directa

*(Según el Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación T. República Federal de Alemania)

Estaciones de Bombeo

Las estaciones de bombeo deberán seguir siendo la excepción y no la regla en los sistemas de alcantarillado, dado que dificultan la operación y la vuelven más costosa. Sin embargo, son necesarias para cubrir los tramos cuesta arriba o asistir al flujo en terrenos planos. la necesidad de contar con una estación de bombeo, al igual que su tamaño y ubicación, deberán determinarse en base a las

condiciones generales técnicas y económicas. Habrá que recordar que los contaminantes sólidos también deben ser bombeados conjuntamente con el agua residual.

2.2.8. Formulación y Planeamiento de Redes de Alcantarillado Sanitario

El diseño básico de los sistemas de evacuación de las aguas residuales en las ciudades o zonas industriales, por lo general, está a cargo de las autoridades públicas. Estas pautas aseguran que el planteamiento de la administración del agua en las zonas en desarrollo esté de acuerdo con los planes que se ejecuten a nivel regional y nacional. En nuestro país, la institución que se encarga de la administración de los sistemas de alcantarillado sanitario es A.N.D.A.

Un sistema de alcantarillado deberá ser diseñado y administrado siguiendo iguales consideraciones a las aplicadas en el caso de un sistema de abastecimiento de agua.

El diseño de un sistema de alcantarillado requiere un alto grado de conocimiento y experiencia, por lo tanto, sólo deberá estar a cargo de especialistas en la materia.

2.2.8.1. Investigaciones Preliminares

Las investigaciones preliminares suministran una base para la estimación de costos que son usados para evaluar la factibilidad de un proyecto.

En nuestro país la mayoría de ciudades no cuentan con mapas oficiales para poder auxiliarse y realizar una estimación preliminar. Si los mapas no están disponibles, habrá que recurrir a levantamientos topográficos para la recolección

de los datos requeridos. También existe la alternativa de las fotografías aéreas que en nuestro medio no es lo más utilizado por la falta de tecnología necesaria , pero algunas ciudades que han sido mapeadas por este método, estos mapas servirían para auxiliarse y realizar los diseños preliminares.

Los diseños preliminares están basados en los flujos estimados, las curvas de nivel aproximadas del suelo, la situación de las calles o servidumbres de alcantarillas y el sitio o los sitios donde el agua residual va a ser llevada. Estos diseños preliminares permitirán la estimación de la cantidad de tubería de distintos tamaños, la cantidad de excavación, la cantidad de reparación de pavimento y los diferentes accesorios que serán requeridos.

Los presupuestos de costos se hacen para alternativas que se han identificado como físicamente practicables y ambientalmente aceptables.

2.2.8.2. Criterios para la Selección del Sistema de Drenaje

El tipo de sistema de drenaje seleccionado, dependerá de varios principios técnicos y económicos. Estos criterios deberán interrelacionarse, deberá evaluarse cada alternativa desde el punto de vista económico (dinero, materiales, mano de obra). Las soluciones de menor costo deberán ser examinadas con mayor profundidad.

Los aspectos más importantes a ser considerados son:

- Si las aguas residuales de una ciudad y de las zonas industriales circundantes se drenaran en forma conjunta o separada.

- Método de drenaje: sistemas de alcantarillado combinados, separados o mixtos.
- Diversos alineamientos posibles de los colectores principales.
- Diversos cursos receptores, de los cuales se seleccionará los más cercanos y económicos. Para el caso en estudio, el único cuerpo receptor disponible es el río San Buenaventura.
- Diferentes lugares de ubicación de la planta de tratamiento.
- Descargas en el curso receptor.
- Disposición de lodos (descarga en terrenos) o utilización en la agricultura.

Los cálculos económicos y técnicos deberían realizarse para cada alternativa, incluyendo los siguientes elementos:

- Desembolso total de capital.
- Posible desembolso gradual de capital.
- Desembolso mínimo para mantenimiento de los sistemas.
- Costos (de capital y de operación) de la recolección y tratamiento de las aguas residuales y la disposición de lodos.

Para definir las alternativas, se necesitan los datos siguientes:

- Volumen de las aguas residuales.
- Calidad de las aguas residuales.
- Parámetros del proceso de tratamiento de las aguas residuales.
- Utilización existente del agua.

- Estudios Topográficos.
- Estudios geológicos e hidrológicos en caso que éstos sean requeridos.
- Calidad del curso receptor.

Todos estos estudios deben llevarse a cabo considerando las normas y regulaciones públicas establecidas por las instituciones competentes como lo son A.N.D.A., el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, y las Ordenanzas Municipales principalmente.

En el diseño del nuevo sistema, se deberá considerar las instalaciones de drenaje ya existentes. En tales casos, la mejor solución podría ser la creación de un sistema paralelo o de un sistema de alcantarillado interceptor (Figura 2.4).

De manera que un sistema de alcantarillado deberá ser diseñado de forma tal que las expansiones futuras de la ciudad, no causen ningún problema

En resumen, el diseño óptimo de un sistema de alcantarillado deberá decidirse en base a un análisis de los criterios anteriores. A partir de estos, quedará claro si, resulta o no más factible, construir uno o más sistemas.

Los aspectos sociales, técnicos y económicos de las diferentes posibilidades, también deberán tomarse en cuenta al momento de escoger la mejor solución.

2.2.8.3. Criterios para la Selección del Cuerpo Receptor

La selección de los cuerpos receptores dependerá de las condiciones naturales, es decir, de los cuerpos de agua allí presentes y de las normas relativas a la descarga de aguas residuales.

El volumen máximo a ser descargado, se determinará por la capacidad asimilativa del curso receptor. Por lo general, será necesario obtener el permiso

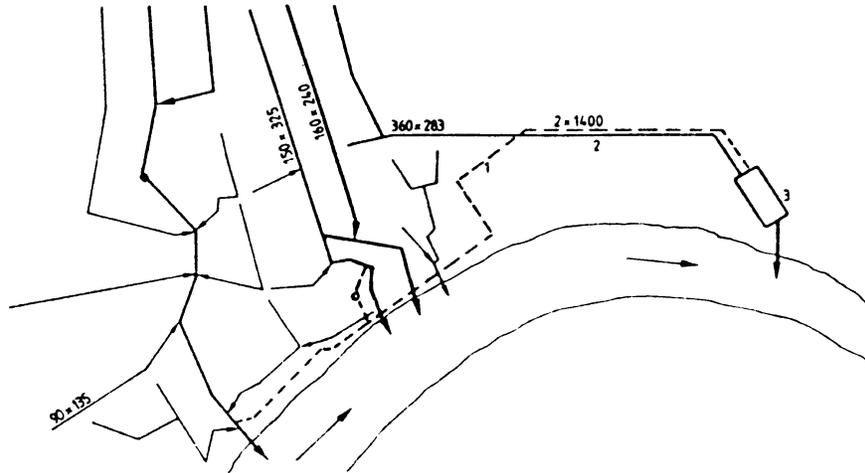


Figura 2.4. Plan para expandir la capacidad de un sistema de alcantarillado mediante una alcantarilla interceptora.*

1. Colector interceptor proyectado
2. Colector existente.
3. Planta de tratamiento de aguas residuales

*(Según el Manual de disposición de aguas residuales, Cooperación T., República Federal de Alemania)

respectivo antes de descargar el agua residual. La ubicación de la descarga se determinará contando con la aprobación de las autoridades encargadas de la administración del recurso. La evacuación deberá hacerse en algún punto, río abajo de la ciudad.

Se deberán considerar los siguientes criterios al momento de seleccionar el cuerpo receptor:

- El cuerpo receptor y la desembocadura deberán hallarse lo más cercanos posible de la ciudad o la zona industrial donde se utiliza el sistema de

alcantarillado, teniéndose en cuenta la cantidad de estructuras necesarias para transportar las aguas residuales hasta dicho receptor. Esto afecta el desembolso de capital y los costos de operación del proceso de descarga.

- Los costos adicionales que significaría una variación en el curso del agua (ampliación, desviación, excavación, etc.) influirán, también, en la selección del lugar apropiado.

Los cursos receptores constituyen un factor decisivo en el diseño de sistemas de alcantarillado. Es algo que deberá considerarse en los planos que incluyan todos los cursos existentes en el área de drenaje y en el área correspondiente al agua pluvial. Deberá considerarse además que el área de planeamiento en cuestión podría estar contaminada. Otro aspecto importante a ser investigado, es el uso del agua que se encuentra aguas abajo del área de drenaje, que podría estar siendo utilizada para agua potable, piscinas públicas, etc. Si se prevén problemas relacionados con la descarga de aguas residuales en el receptor, el proyecto deberá incluir recomendaciones para los cambios constructivos necesarios de los cursos de agua, tales como ensanchamiento, desviación, profundización, etc.

2.2.8.4. Requerimientos de Diseño

Antes que los conductos finales y las pendientes sean establecidos para un sistema de alcantarillado, se debe llevar a cabo una *inspección subterránea* para establecer las situaciones de alcantarillas existentes; conductos de agua y de gas; cables eléctricos, telefónicos y de televisión; túneles; fundaciones; y oras

construcciones que pueden presentar obstáculos al diseño propuesto. Muchos departamentos de ingeniería municipales mantienen mapas que muestran todas las estructuras subterráneas. Cuando tales mapas urbanos no están disponibles, el diseñador debe recopilar la información a partir de las varias compañías de servicios públicos.

La presencia de rocas o de otras condiciones subsuperficiales difíciles en el área de construcción tendrá un efecto importante en los costos, por tanto, las perforaciones del suelo o sondeos deben hacerse si el proyecto lo requiere.

La preparación de planos de construcción requiere conocimiento de los tipos de pavimento de las calles; de la ubicación de todas las estructuras subterráneas y de los niveles de los sótanos de todos los edificios (usualmente estimados para residencias) y de los perfiles de todas las calles en que las alcantarillas se van a colocar. Durante la inspección deben establecerse puntos de marca permanentes para su uso durante la construcción. Se debe preparar un mapa detallado en donde se señale la información listada anteriormente, junto con las curvas de nivel del terreno, los niveles de las intersecciones de las calles y cualquier cambio abrupto en la pendiente de la calle. “Las escalas límites de los planos a graficarse son de 1:2000 como máximo para la planimetría y un rango de 1:200 a 1:2000 para los perfiles”.[†] El intervalo de curvas de nivel más común es de 1 m.

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A. Capítulo III, ITEMS.

Se hace esquema tentativo del sistema propuesto mediante la localización de conductos a lo largo de las calles o servidumbres de los servicios públicos con flechas que muestren la dirección del flujo, por lo general, en la dirección de la pendiente del terreno. El resultado será una alcantarilla principal saliendo del área en su punto más bajo con secundarias y laterales radiando hacia áreas exteriores y siguiendo la pendiente natural del terreno hasta donde sea posible. Las colinas dentro del área servida pueden requerir la construcción de sistemas con descargas separadas o bombeo a través del área alta. En terreno plano, todas las alcantarillas pueden estar inclinadas hacia un punto común desde el cual el caudal recolectado es bombeado.

2.2.9. Tratamiento de las Aguas Negras

El tratamiento de las aguas negras consiste en la remoción de los componentes indeseables que contiene el agua residual, esto se logra a través de mecanismos de tipo físico, químico y biológico. Los métodos se clasifican por lo general en operaciones físicas unitarias, procesos biológicos unitarios y procesos químicos unitarios. En los sistemas de tratamiento se realizan combinaciones de estas operaciones y procesos:

- Operaciones físicas unitarias: Son aquellos métodos en los que predomina la aplicación de fuerzas físicas. Ejemplo: floculación, sedimentación, flotación, filtración, tamizado, mezcla y transferencia de gases.
- Procesos biológicos unitarios: con estos métodos la remoción de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica ya sea de

forma aerobia o anaerobia. Ejemplo: filtros percoladores, procesos de lodos activados, biodiscos, lagunas de estabilización, digestores anaerobios, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio, lagunas anaerobias, etc.

- Procesos químicos unitarios: en estos métodos la remoción o transformación de contaminantes se produce por adición de insumos químicos o por reacciones químicas. Ejemplo: proceso de precipitación, adsorción y desinfección.

En el diseño se debe seleccionar la combinación más apropiada de procesos a fin de transformar las características iniciales del agua residual a niveles aceptables para cumplir con las normas de vertido y reutilización del agua residual tratada.

La aplicación de estos procesos se lleva a cabo dando seguimiento a los pasos o etapas siguientes:

2.2.9.1. Pretratamiento o Tratamiento Preliminar

El tratamiento preliminar ocurre a través de una secuencia de unidades de tratamiento encargadas de modificar la distribución del tamaño de las partículas presentes en el agua residual.

Los objetivos del tratamiento preliminar o pre-tratamiento son:

- Acondicionar el agua residual para ser tratada en las siguientes etapas del proceso de tratamiento.
- Remover materiales que pueden interferir con los equipos y procesos de

tratamientos aguas abajo.

- Reducir la acumulación de materiales en los procesos ubicados aguas abajo del tratamiento preliminar.

Las unidades de tratamiento preliminar o pre-tratamiento más importantes son.

- Tamices.
- Desmenuzadores.
- Desengrasadores.
- Tanque de Compensación.
- Desarenadores.

2.2.9.2. Tratamiento Primario

Consiste en la remoción de los sólidos orgánicos sedimentables que transporta el agua. El objetivo del tratamiento primario, es disminuir la carga orgánica del agua a través de procesos físicos acondicionándola para el tratamiento secundario. Dentro de los tipos de tratamiento primario tenemos los tanques imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación. En promedio, se tiene una remoción del 30%[†] de la carga orgánica que transporta el agua.

Sedimentación

Sedimentación es la remoción por acción de la fuerza de gravedad de partículas suspendidas en el agua. La sedimentación es una operación unitaria muy usada en el tratamiento de aguas y aguas residuales, y en la naturaleza es muy importante en la autopurificación de aguas.

[†] Fuente: Pequeños sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Ing. Max Lotear Hess.

La sedimentación tiene el propósito de separar sólidos suspendidos del agua de manera que se entregue un efluente con un contenido mínimo de sólidos.

2.2.9.3. Tratamiento Secundario o Biológico

Consiste en la remoción de la carga orgánica, a través de la acción de bacterias, las cuales se alimentan de la materia orgánica que contiene el agua. El objetivo del tratamiento secundario, es reducir el contenido orgánico del agua.

Dentro de los diferentes tipos de tratamiento secundario se tienen los filtros percoladores, proceso de lodos activados y sus variantes, lagunas de estabilización, reactor anaerobio de flujo ascendente y biodiscos. Con el tratamiento secundario, se logra remover hasta un 80%[†] de la carga orgánica del agua.

El tratamiento de las aguas residuales utiliza procesos biológicos y operaciones físicas cuyo fundamento es la oxidación de la materia, orgánica la cual puede ser realizada por muchos tipos de microorganismos aerobios o anaerobios.

2.2.9.4. Tratamiento Terciario o Avanzado

Consiste en procesos físico-químicos o biológicos, con los que se persigue el refinamiento de la calidad del agua que será descargada al cuerpo receptor acondicionándola para su reúso. Se instalan unidades de tratamiento terciario para lograr alguno o más de los siguientes objetivos:

[†] Fuente: Tesis Diseño de una Planta de Tratamiento. Menéndez Castro Ricardo Lorenzo.

- Remoción de sólidos en suspensión, a través de micro cribado, clarificación química, filtración, etc.
- Remoción de complejos orgánicos disueltos, a través de adsorción, oxidación química, etc.
- Remoción de compuestos inorgánicos disueltos, a través de destilación, osmosis inversa, electrodiálisis, intercambio iónico, precipitación química, etc.
- Remoción de nutrientes, a través de procesos de nitrificación-desnitrificación, gasificación del amoníaco, desfosfatación, asimilación biológica, etc.

Por lo general el tratamiento terciario es aplicado en los procesos de tratamiento de aguas industriales o en los países desarrollados para el tratamiento de aguas residuales.

2.2.10. Efectos Perjudiciales de las Aguas Residuales en Cuerpos Receptores

Se considera que las aguas residuales son dañinas, cuando impiden o perjudican el uso normal del agua natural o cuando acarrear hasta ésta "productos residuales" considerados como nocivos. Pueden producirse daños directos, por ejemplo, cuando:

- El agua es utilizada para el cultivo de peces.
- Las playas son utilizadas por los turistas.
- Los mares, lagos o ríos son utilizados para el abastecimiento de agua potable o constituyen áreas recreativas.

Existe una vida animal y vegetal muy variada en los cuerpos de agua que no han sido contaminados por las aguas residuales como también a su alrededor, desde bacterias acuáticas, microbios, crustáceos y mariscos, hasta peces, reptiles, mamíferos y aves. La flora abarca desde formas menores de algas, plantas acuáticas y de pantano, hasta árboles que suelen crecer en las cercanías de las aguas, como por ejemplo amates y almendros de río. Al descargar las aguas residuales en el cuerpo receptor, la función ecológica de cada forma de vida y sus interdependencias juegan un papel importante en la purificación biológica del mismo, aunque para ello se tenga que sufrir la alteración del hábitat de muchas especies en un largo trayecto aguas abajo del punto de descarga; por ejemplo para un efluente proveniente de una población de 40,000 habitantes, descargando en un cause superficial con un caudal de 10,200 m³/h se necesitaría una longitud, aguas abajo del punto de descarga, de 160 km para que las aguas sean depuradas por el proceso natural del río[†]. Las aguas residuales podrían destruir completamente un sistema ecológico y, de esa manera, eliminar una fuente de recursos naturales y de producción de alimentos. También pueden ocasionar pérdidas en la actividad turística.

Adicionalmente, se producen igualmente pérdidas económicas al desechar en las aguas residuales valiosas sustancias utilizadas en los procesos de producción, en vez de recuperarlas mediante el reciclaje.

[†] Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales. R. S. Ramalho.

Las aguas residuales que presentan efectos excepcionalmente tóxicos sobre seres humanos y animales son aquellas que contienen los siguientes componentes:

- Solventes orgánicos.
- Compuestos orgánicos halogenados.
- Compuestos orgánicos fosforados.
- Sustancias con efectos cancerígenos demostrados.
- Sulfuro de hidrógeno.
- Cianuro.
- Fluoruro.
- Metales pesados, especialmente mercurio y cadmio, y compuestos de estos metales.
- Organismos patógenos y/o huevos de parásitos vivos.

Las aguas residuales invariablemente contienen microorganismos, especialmente bacterias que originan enfermedades intestinales, como tifoidea, paratifoidea, enteritis, y disentería entre otras. Además, las aguas residuales domésticas, y algunas comerciales, contienen huevos de parásitos de origen humano y animal. La Tabla 2.4 muestra algunas de las enfermedades contagiosas donde las aguas residuales sirven como fuente contaminante. La pureza del agua se ve afectada por la contaminación natural y artificial (técnica). En general, esta última es más fuerte y más permanente que la contaminación natural.

El mayor contaminante de las aguas naturales es la descarga de aguas residuales provenientes de las ciudades y de las industrias. El resultado de esta contaminación se refleja en una considerable modificación de las propiedades del agua natural.

Tabla 2.4. Algunas enfermedades contagiosas del hombre, en las cuales las Aguas residuales pueden servir como hábitat de los agentes patógenos o como fuente infecciosa*.

Enfermedad	Difusión	Organismo infeccioso y hábitat	Forma de transmisión
Amebiasis: enfermedad intestinal	Difundida en todo el mundo: con frecuencia en un 50% o más de la población de lugares sin instalaciones sanitarias, especialmente en regiones tropicales.	Estamoeba histolítica, Organismo monocelular, eliminado en las heces humanas.	Agua, Transmisión de heces frescas de mano o boca, verduras en estado de descomposición; moscas; manipulación de alimentos con las manos sucias.
Ascariasis: enfermedad intestinal.	Difundida en todo el mundo; alta incidencia en las regiones tropicales húmedas, donde ataca a más del 50% de población	Áscaris Lumbricoides, Lombriz redonda, eliminada en las heces humanas.	Transmisión directa o indirecta de las larvas de la mano a la boca, también transmisión a través del polvo.
Fiebre tifoidea: enfermedad intestinal.	Muy difundida en todo el mundo: enfermedad usual en el Lejano Oriente, el Cercano Oriente, Centroamérica, Sudamérica y África.	Salmonella typhi: bacilo expulsado en las heces y la orina de personas infectadas.	La vía de transmisión, más importante está conformada por el agua y los alimentos contaminados; las verduras cultivadas en suelos infectados constituyen un factor importante así como las moscas.
Cólera: Infección general aguda	Original de la India y Bangladesh, en donde a veces se expande en forma epidémica. En América central también se ha extendido en forma epidémica.	Vibrio Cólera: bacterias eliminadas en las heces y los vómitos de las personas infectadas.	Transmisión especialmente a través del agua, pero también a través de alimentos contaminados, moscas, suelo.

*(Según el Manual de disposición de aguas residuales, Corporación Técnica, República Federal de Alemania).

2.3. Marco Normativo

2.3.1. Normas Técnicas de A.N.D.A.

El capítulo II de esta norma, proporciona los criterios técnicos y el procedimiento a seguir para el diseño de una red de alcantarillado sanitario.

2.3.2. Normas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Establece los parámetros para el control de vertidos de aguas residuales en cuerpos receptores.

2.3.3. Normas Para la Clasificación de los Recursos Hídricos del Perú

En estas normas se establecen los parámetros físicos, químicos y biológicos que deben cumplir las aguas superficiales para ser consideradas como de buena calidad. Es evidente que el vertido de aguas residuales no tratadas, afectará drásticamente la calidad del cuerpo receptor.

2.3.4. Ley del Medio Ambiente, del 4 de Mayo de 1998, República de El Salvador.

La cual establece la inclusión de la variable ambiental en toda clase de proyectos, cuyas actividades generan impactos al medio ambiente.

2.3.5. Código de Salud

Clasifica como acción grave contra la salud la descarga de desechos sólidos o líquidos, de origen doméstico o industrial en los cauces naturales de los ríos, lagos y otros similares.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE LA POBLACIÓN

3.1. Características de la Población

Tal como se mencionaba en el capítulo II, en la sección 2.2.2, para poder realizar un diseño de alcantarillado sanitario, es necesario identificar una serie de características que permitan conocer el comportamiento de la población respecto al uso que se le da al agua y al método de disposición final de excretas.

Para poder conocer dichas características de la población en estudio, el grupo de trabajo tuvo que auxiliarse de métodos tales como: censos, entrevistas a pobladores, mediciones directas y una prueba de la calidad del agua subterránea:

Censos

Se realizó un censo en la población con el objetivo de conocer el número total de personas que habitan el lugar, para así poder llevar a cabo la proyección de la misma en el período deseado. Los resultados se presentan en la tabla 3.7.

Un segundo objetivo de realizar dicho estudio fue el conocer qué porcentaje de la población total del lugar cuenta con el servicio de agua potable, lo cual constituye un factor determinante para la introducción del sistema de alcantarillado sanitario. Estos resultados se presentan en la tabla 3.1.

Un tercer objetivo radica en la necesidad de conocer las alternativas adoptadas por la población para la disposición final de excretas y evacuación de las aguas provenientes del uso doméstico; y de esta forma, poder identificar las fuentes principales de contaminación de los mantos acuíferos subterráneos y superficiales. Los resultados se reflejan en las tablas 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1. Cobertura del Servicio de Abastecimiento de Agua en la Villa de San Buenaventura.

Descripción	N° de viviendas	Porcentaje
Viviendas con servicio de agua potable	289	95.05%
Viviendas sin servicio de agua potable	15	4.95%
Total	304	100%

Tabla 3.2. Caracterización de las Viviendas de Acuerdo al Método Utilizado Para Disposición Final de las Excretas en la Villa de San Buenaventura.

MÉTODO	N° DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
Letrina de hoyo seco	194	63.82%
Letrina de hoyo seco y pozo resumidero	20	6.58%
Letrina de hoyo seco y fosa séptica	19	6.25%
Pozo resumidero	26	8.55%
Fosa séptica	45	14.80%
TOTAL	304	100%

Tabla 3.3. Caracterización de las Viviendas Respecto a la Disposición Final de las Aguas de Uso Doméstico en la Villa de San Buenaventura.

DISPOSICIÓN FINAL	N° DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
Se tira a la calle	168	55.26%
Se tira al pozo resumidero	40	13.16%
Se tira al solar	40	13.16%
Se tira al río San Buenaventura	56	18.42%
TOTAL	304	100%

Entrevistas a Pobladores del Lugar

Se realizó una serie de entrevistas a una muestra representativa del 4.7% de la población; esto, sumado a las mediciones directas realizadas en las viviendas por el grupo de trabajo, ha permitido determinar la profundidad relativa de los pozos resumideros y letrinas de hoyo seco con respecto a la de los pozos de agua, lo cual permite identificar la corta distancia que existe entre las fuentes contaminantes y las fuentes de agua subterránea (tabla 3.4).

Tabla 3.4. Profundidades de Pozos de agua, Pozos resumideros y Letrinas de Hoyo Seco en la Villa de San Buenaventura.

vivienda	Profundidad de pozo de agua (m)	Profundidad de pozo resumidero (m)	Profundidad letrina de hoyo seco (m)
1			7.50
2	16.00		9.00
3		10.5	8.00
4			6.00
5		11.00	7.00
6	33.50		11.00
7		9.00	10.00
8			8.00
9		10.00	7.00
10			10.00
11			7.00
12		9.50	7.00
13			8.00
14		10.00	7.00

En este mismo estudio se investigó la distribución que la población hace del consumo de agua potable, lo cual es un dato de mucha importancia a la hora del diseño de colectores (tabla 3.6).

Prueba de Calidad del Agua:

Para conocer el grado de contaminación de las aguas subterráneas, se solicitó la ayuda de la sección de saneamiento ambiental de la unidad de salud del municipio, quienes tomaron una muestra del agua de un pozo del lugar y la enviaron al Laboratorio Descentralizado de Control de Calidad del Agua de la Zona Oriental del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, éste laboratorio analizó la muestra y obtuvo los resultados que se presentan en la tabla 3.5, los cuales se interpretan tal como sigue:

Tabla 3.5. Resultados del Análisis Bacteriológico del Agua Subterránea en la Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura.

Nº de Muestra	Hora de Toma de Muestra	Lugar y Dirección	Administración	Coliformes Totales en 100 ml.	Coliformes Fecales en 100 ml	Cloro Libre mg/L
792-03	09.40 a.m	Bo. El Calvario, San Buenaventura	Comunidad	> 8.0	> 8.0	0.0
Valores Normales				< 1.1	< 1.1	

Los valores obtenidos de concentraciones de coliformes totales y fecales son mayores de 8.0 colonias en cada 100 ml del líquido, y los valores máximos aceptados por el Ministerio de Salud para este tipo de bacterias son de 1.1 colonias en cada 100 ml para ambos. Esto implica que las aguas subterráneas del lugar se encuentran altamente contaminadas por materias fecales, lo cual viene a respaldar lo planteado en el capítulo I.

Nota: Ver hoja de resultados en el anexo 3.

Tabla 3.6. Distribución del Uso del Agua en la Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE AGUA										
Vivienda	Caudal suministrado (L/s)	Volumen para consumo humano (Lts/día)	Volumen para lavado de ropa (Lts/día)	Volumen para lavado de trastos (Lts/día)	Volumen para uso del baño(Lts/día)	Volumen para uso y aseo del inodoro (Lts/día)	Volumen para Lavado de automóvil (Lts/día)	Volumen para actividades varias (Lts/día)	Volumen de desperdicio (Lts/día)	Volumen de Consumo (Lts/día)
1	0.1501	22.68	114.65	114.65	343.95	229.30	30.00	68.79	30.00	954.02
2	0.1217	22.93	171.98	57.33	229.30	257.00	30.00	22.93	30.00	823.59
3	0.3039	45.86	229.30	45.86	229.30	280.00	33.00	114.65	30.00	1007.97
4	0.3857	22.93	114.65	22.93	114.65			45.86	20.00	341.02
5	0.2596	34.39	57.32	45.86	229.30	260.00	35.00	80.26	30.00	772.13
6	0.4638	22.93	114.65	22.93	114.65		30.00	45.86	30.00	381.02
7	0.1934	34.40	229.30	45.86	229.30			114.65	20.00	673.51
8	0.5060	22.93	99.00	22.93	114.65	229.30	30.00	22.93	30.00	571.74
9	0.3520	22.93	114.65	114.65	343.95	229.30	30.00	38.79	30.00	924.27
10	0.4877	11.46	114.65	22.93	114.65			34.40	20.00	318.09
11	0.2392	45.86	229.30	114.65	343.95			229.30	30.00	993.06
12	0.2270	68.79	229.30	22.93	22.93	229.30	33.00	91.72	30.00	727.97
13	0.3287	45.86	229.30	45.86	229.30	260.00	30.00	22.93	30.00	893.25
14	0.2392	22.93	99.00	22.93	229.30			22.93	20.00	417.09
TOTAL	4.2580	446.88	2147.05	722.30	2889.18	1974.20	281.00	956.00	380.00	9798.73
PROM.	0.3041	31.92	153.36	51.59	206.37	246.78	31.22	68.29	27.14	699.91
% CONS.	-	4.56	21.91	7.37	29.49	20.16	2.87	9.76	3.89	100.00

Con los resultados presentados en la tabla 3.6 se procede al cálculo del porcentaje del abastecimiento de agua que se convertirá en agua residual y será desalojado en las alcantarillas:

De la fila inferior se tiene que del total de agua del abastecimiento público, solo un 4.56% es utilizado para el consumo humano, un 2.87% es utilizado para el lavado de automóviles y un 9.76% es utilizado para actividades varias como el lavado de artículos de limpieza y el riego de jardines. La sumatoria de estos porcentajes, se considera pues, que constituye la parte del abastecimiento público que no será descargado en las alcantarillas sanitarias; por tanto, el porcentaje restante será el utilizado en el capítulo IV para el diseño de colectores:

$$\%(\text{descarga en alcantarillas}) = 100\% - \%(\text{consumo humano}) - \%(\text{lavado automóviles}) - \%(\text{actividades varias})$$

$$\%(\text{descarga en alcantarillas}) = 100\% - 4.56\% - 2.87\% - 9.76\%$$

$$\%(\text{descarga en alcantarillas}) = 82.81\%$$

El resultado obtenido es acorde con lo propuesto por A.N.D.A., quien recomienda diseñar utilizando un valor del 80% del abastecimiento de agua.[†]

3.2. Proyección de la Población

La proyección de la población se realizará por dos modelos diferentes, para tener así un margen de comparación entre ambos; y de esta manera, elegir el que más se apegue a las condiciones reales de la población en estudio. Los modelos a utilizar son:

- Modelo Aritmético.

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A. Capítulo II, Sección 4.

- Modelo Geométrico.

Tabla 3.7. Población Total en la Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura en los Últimos Cuatro Años.*

AÑO	POBLACIÓN TOTAL
1,999	1615
2,000	1627
2,001	1644
2,002	1666

*Censo Realizado por el grupo de trabajo y Datos proporcionados por el Registro Municipal de la Alcaldía de San Buenaventura.

La población se proyectará para un período de 25 años, cumpliendo los requerimientos mínimos establecidos en el Capítulo II, Sección 1 de las Normas Técnicas de A.N.D.A. y considerando la vida útil de los componentes de los sistemas de alcantarillado.

3.2.1. Proyección de la Población por el Método Aritmético

Para ello se hará uso de la ecuación de proyección lineal:

$$P_n = P_o + K_a(t_2 - t_1) \quad (\text{Ec. 3.1})$$

En donde:

P_n : Población para el período proyectado

P_o : Población actual

K_a : Tasa de crecimiento poblacional

t_2 : Tiempo final

t_1 : Tiempo inicial

Tasa de Crecimiento Poblacional (K_a)

Despejando K_a de la ecuación 3.1 se tiene:

$$K_a = (P - P_o) / (t_2 - t_1)$$

Período 1999-2000

$$K_{a1} = (1627 - 1615) / (2000 - 1999) = 12$$

Período 2000 - 2001

$$K_{a2} = (1644 - 1627) / (2001 - 2000) = 17$$

Período 2001 - 2002

$$K_{a3} = (1666 - 1644) / (2002 - 2001) = 22$$

Tasa de Crecimiento Poblacional Promedio

$$K_a = (12 + 17 + 22) / 3 = 17$$

Población Futura

Proyectando la población para el año 2027:

Tomando el valor de P_{2002} de la tabla 3.7 y sustituyendo en la ecuación 3.1 se tiene:

$$P_{2027} = P_{2002} + K_a (t_2 - t_1)$$

$$P_{2027} = 1666 + 17 (2027 - 2002) = 1666 + 17(25)$$

$P_{2027} = 2,091$ habitantes

3.2.2. Proyección de la Población por el Método Geométrico

Para realizar esta proyección se utilizará la fórmula conocida como del

interés compuesto:

$$P = P_o (1 + i)^n \quad (\text{Ec. 3.2})$$

En donde:

P: Población total proyectada

P_o: Población total actual

i: Taza de crecimiento poblacional

n: Número de años para los que se desea realizar la proyección

Taza de crecimiento poblacional:

Despejando i de la ecuación 3.2 se tiene

$$P = P_o(1 + i)^n$$

$$P/P_o = (1 + i)^n$$

$$\log (P/P_o) = n \log (1 + i)$$

$$\log (P/P_o)/n = \log (1 + i)$$

$$\text{Antilog} [\log(P/P_o)/n] = \text{Antilog} [\log (1 + i)]$$

$$i = \text{antilog} [\log(P/P_o)/n] - 1$$

Período 1999-2000

$$i_1 = \text{antilog} [\log(1627/1615)/1] - 1$$

$$i_1 = 0.00743 = 0.743\%$$

Período 2000-2001

$$i_2 = \text{antilog} [\log(1644/1627)/1] - 1$$

$$i_2 = 0.01045 = 1.045\%$$

Período 2001-2002

$$i_3 = \text{antilog} [\log(1666/1644)/1] - 1$$

$$i_3 = 0.01338 = 1.338\%$$

Tasa de Crecimiento Poblacional Promedio

$$i_{\text{prom.}} = [i_1 + i_2 + i_3]/3$$

$$i_{\text{prom.}} = [0.743\% + 1.045\% + 1.338\%]/3$$

$$i_{\text{prom.}} = 1.042\%$$

$$i = 1.042\%$$

Población Futura

Al igual que con el modelo aritmético, también se proyectará la población hasta para el año 2027:

Tomando el valor de P_{2002} de la tabla 3.6 y sustituyendo en la ecuación 3.2 se tiene:

$$P_{2027} = P_{2002} (1 + i)^{25}$$

$$P_{2027} = 1666 [1 + 0.01042]^{25}$$

$$P_{2027} = 2\,158.85 \approx 2\,159$$

$P_{2027} = 2,159$ habitantes

Se concluye que debido a que los resultados proporcionados por el modelo geométrico son los que más se apegan al crecimiento real de la población en estudio, serán éstos los utilizados en el diseño definitivo de la red de alcantarillado, en el capítulo IV de este trabajo.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1. Criterios para el Diseño de la Red

Para el diseño de la red se considerará una serie de criterios mediante los cuales se pretende dar una solución que sea viable tanto técnica como económicamente. Los criterios a considerar son los siguientes:

- El diseño de la red se realizará respetando en todo momento la normativa nacional establecida por A.N.D.A..
- Los colectores se diseñarán para que trabajen como canales abiertos transportando un flujo uniforme y de esta forma el flujo de las aguas residuales se llevará a cabo por la acción de la gravedad.
- Para el diseño de colectores no se utilizará el método de sistemas de bombeo, debido a que la topografía del terreno permite que el agua residual pueda ser evacuada por la acción de la gravedad, y es solo un mínimo porcentaje del total del área que, para incorporarse al sistema de la red, necesitaría de un método como el ya citado, lo cual no justifica los elevados costos en que se incurriría para la implementación del mismo. Es por ello que en el capítulo V de este trabajo se presentarán las alternativas de solución para estos sectores en donde no se introducirá la red de alcantarillado.
- La red de alcantarillado constará de dos sistemas individuales e independientes entre si, los cuales tendrán un punto final de descarga en común.

- El colector que evacuará las viviendas ubicadas en la 4ta. avenida norte-sur (carretera hacia Jucuapa) deberá constar de un paso aéreo en su tramo final para atravesar el río San Buenaventura y poder ser conectado al punto de descarga.
- Para el diseño de colectores se utilizará la ecuación de Chezy-Manning (Sistema Métrico), en la cual se relaciona la rugosidad del material del que está hecho el colector con la geometría de la sección transversal del mismo. La ecuación toma la siguiente forma:†

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde:

V = Velocidad media del flujo en el colector

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R_H = Radio Hidráulico: es la relación entre el área de la sección transversal del colector y el perímetro de ésta que se encuentra en contacto con el fluido

S = Pendiente del colector.

- Para el cálculo de caudales se utilizará la ecuación de continuidad:†

$$Q = A \cdot V \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

† Extraída del Libro: Manual de Hidráulica, Acevedo-Acosta.

Q = Caudal de Flujo en el colector

A = Área de la sección transversal del colector

V = Velocidad media del flujo calculada con la ecuación 4.1

- Por cuestiones de seguridad y considerando una posible expansión del área de construcción del lugar, se diseñarán los colectores para que transporten el flujo con un tirante máximo del 50% del diámetro nominal de la tubería a utilizar.

4.2. Selección del Material para Colectores

El material a utilizar para el diseño de colectores será el Cloruro de Polivinilo (PVC). Se opta por este material debido a que posee un gran número de propiedades y características, lo cual lo hace más ventajoso con respecto a otros materiales existentes en el mercado.

Entre las características principales de este material se tienen:

4.2.1. Características de conservación y Durabilidad

- Resistente a la corrosión y al intemperismo.
- No permite incrustaciones.
- Resistente a la abrasión.
- Resistente al ataque electrolítico.
- Resistente a las algas, microorganismos y bacterias.
- Larga vida de servicios.

4.2.2. Características Físicas y Mecánicas

- Muy Liviano: pesa hasta 6 veces menos que otros materiales convencionales.
- Superficies lisas: posee un coeficiente de fricción de hasta un 30% menos que el de otros materiales, su coeficiente de rugosidad de Manning tiene un valor de 0.011.[†]
- No es tóxico, por lo cual no contamina el medio ambiente.
- Dimensiones exactas y estables.

4.2.3. Características Químicas

- Químicamente inerte.
- Resistente a las sustancias químicas.

4.2.4. Disponibilidad de Tamaños y Accesorios

- Diversidad de diámetros.
- Línea completa y variada de accesorios, uniones y acoples.

4.2.5. Transporte, Instalación y Costo

- Es muy fácil de transportar, cortar, unir e instalar.
- Es de bajo costo inicial, bajo costo de transporte, bajo costo de instalación y bajo costo de mantenimiento.

4.3. Selección del Material para Paso Aéreo

[†] Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow.

El material a utilizar en el diseño del paso aéreo será el acero, debido a que posee las siguientes características:

- Resistente al intemperismo.
- Alta resistencia a las cargas externas (mucho mayor que el PVC).
- Diversidad de diámetros y accesorios en el mercado.

4.4. Caudal de Diseño

4.4.1. Dotaciones de Consumo

En el capítulo I, sección 5 de las Normas Técnicas de A.N.D.A. se presenta un listado de dotaciones de agua potable en función de la actividad económica y la estructura social de la población. Considerando las características de la población en estudio, se determina que las dotaciones que deben utilizarse en el diseño son una dotación para vivienda media y una dotación para escuela:

Según A.N.D.A. para vivienda media la dotación oscila entre los valores de 125 a 175 L/p/d y para escuela proporciona los siguientes valores: con alumnos externos 40 L/alumno/d, internados 200 L/p/d y con personas no residentes 50 L/p/d. De manera que las dotaciones que se utilizarán en el diseño son:

Para viviendas: 175 L/p/d

Para escuela con alumnos externos: 40 L/alumno/d

La dotación total será entonces la sumatoria de ambas:

Dotación total = 175 L/p/d + 40 L/p/d = 215 L/p/d

Este valor, según el mismo capítulo de la norma, deberá ser aumentado en

un 20% por desperdicios y fugas:

$$\text{Dotación total} = 215 + 215 \times 0.20 = 258 \text{ L/p/d}$$

El valor obtenido es mayor que el valor mínimo permitido por A.N.D.A. para área urbana (220 L/p/d), por lo cual la dotación de diseño a utilizar tendrá un valor de 258 L/p/d.

Para efectos de diseño se separará la dotación doméstica de la dotación para escuela:

a) $\text{Dotación Doméstica} = 175 \text{ L/p/d} + 20\%_{(\text{desperdicios y fugas})}$

$$\text{Dotación Doméstica} = 175 + 175 \times 0.20$$

$$\text{Dotación Doméstica} = 210 \text{ L/p/d}$$

b) $\text{Dotación Escuela} = 40 \text{ L/Alumno/d} + 20\%_{(\text{desperdicios y fugas})}$

$$\text{Dotación Escuela} = 40 + 40 \times 0.20$$

$$\text{Dotación Escuela} = 48 \text{ L/Alumno/d}$$

4.4.2. Cálculo del Caudal de Contribución de Viviendas

Caudal Medio Diario:

$$Q_{MD} = \frac{N^{\circ} \text{ Habitantes} \times \text{Dot. Doméstica}}{86400} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

Del Capítulo III, sección 3.2.2 se tiene la población proyectada para un período de 25 años: $P_n = 2, 159$ habitantes. Sustituyendo en la ecuación 4.3 se tiene:

$$Q_{MD} = \frac{(2159p)(210L / p / d)}{86,400s / d}$$

$$Q_{MD} = 5.247569 \text{ L/s}$$

Caudal Máximo Horario:

El diseño se realizará utilizando el Caudal Máximo Horario, el cual se calculará multiplicando el valor del Q_{MD} por un factor K_2 recomendado por A.N.D.A.:

$$K_2 = 1.8 \text{ a } 2.4^\dagger$$

Se elegirá un valor de $K_2 = 2.4$ por ser el más desfavorable.

$$Q_{máx h.} = K_2 \times Q_{MD}$$

$$Q_{máx h.} = 2.4 \times 5.247569$$

$$Q_{máx h.} = 12.594167 \text{ L/s}$$

Caudal por Vivienda:

El caudal que aportará cada vivienda del lugar se calculará dividiendo el porcentaje del caudal máximo horario abastecido a la población, que se convertirá en agua residual e ingresará a las alcantarillas, entre el número proyectado de viviendas para el período de diseño; haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$Q_{VIV.} = \frac{\%_{(DESCARGAENALCANTARILLAS)} Q_{máx h.}}{N^{\circ} \text{ viv. proyectado}} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

[†] Normas Técnicas de A.N.D.A.; capítulo I, sección 6.

Del capítulo III, sección 3.1 se conoce que el porcentaje de agua del abastecimiento público que entrará en las alcantarillas posee un valor de:

$$\%(descarga\ en\ alcantarillas) = 82.81\%$$

El número de viviendas proyectado para el período de diseño será calculado asumiendo una densidad de población de 6 habitantes/vivienda y utilizando la siguiente ecuación:

$$N^{\circ}\ viv.\ proyect. = \frac{P_n}{6\ hab/viv.} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

$$N^{\circ}\ viv.\ proyect. = 2,159/6$$

$$N^{\circ}\ viv.\ proyect. = 359.83 \approx 360\ viviendas$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación 4.4 se encuentra el valor del caudal de contribución por cada vivienda de la siguiente forma:

$$Q_{viv} = \frac{0.8281 \times 12.594167\ L/s}{360\ viviendas}$$

$$Q_{viv} = 0.0289701\ L/s/viv$$

$$Q_{viv} = 0.00002897\ m^3/s/viv$$

4.4.3. Cálculo del Caudal de Contribución de Escuela

El caudal de contribución de la escuela a la red de alcantarillado se tomará como el porcentaje del caudal máximo horario que la escuela descargaría en las alcantarillas. El cálculo de este valor se realizará en forma análoga al cálculo del “ $Q_{máxh}$ ” para viviendas:

Caudal Medio Diario:

Asumiendo una población estudiantil futura de 350 alumnos y

sustituyendo este valor, junto con la dotación para escuela de 48 L/Alumno/d (ver sección 4.4.1) en la ecuación 4.3 se calcula el valor del Q_{MD} , como sigue:

$$Q_{MD} = \frac{(350 \text{ Alumnos})(48 \text{ L/ Alumno / d})}{86,400 \text{ s / d}}$$

$$Q_{MD} = 0.194444 \text{ L/s}$$

Caudal Máximo Horario:

$$Q_{\text{máx h.}} = K_2 \times Q_{MD}$$

$$Q_{\text{máx h.}} = 2.4 \times 0.194444 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{máx h.}} = 0.466666 \text{ L/s}$$

Caudal de Escuela:

$$Q_{\text{Escuela}} = 0.8281 \times Q_{\text{máx h}}$$

$$Q_{\text{Escuela}} = 0.3864 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{Escuela}} = 0.0003864 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.5. Diseño de Colectores

Para ilustrar el procedimiento utilizado en el diseño de los colectores de la red de alcantarillado, se presenta a continuación el diseño del colector ubicado en la 6^{ta} Avenida Sur, entre los pozos P8 y P30 (ver anexo 6).

4.5.1. Área de Infiltración (A_{inf})

Es el área medida en hectáreas por la cual podrían infiltrarse las aguas lluvias y entrar en los colectores:

$$\text{Área de infiltración } (A_{inf}) = 0.15 \text{ Ha}$$

4.5.2. Longitud del Tramo

$$\text{Longitud} = 59.00 \text{ mts.}$$

4.5.3. Número de Viviendas por Tramo

Es la cantidad de viviendas que descargan sus aguas residuales en el colector:

$$N^{\circ} \text{ de viviendas} = 5$$

4.5.4. Diseño del Colector Asumiendo un Flujo a Tubería Llena

a) **Pendiente del colector (S):** Se tomará una pendiente que se apegue a la topografía de la calle y que a la vez cumpla con la pendiente mínima establecida por A.N.D.A., la cual tiene un valor de 1%[†].

$$S = 2.8\%$$

b) **Diámetro de la Tubería (ϕ):** El diámetro mínimo para redes de alcantarillado será de 8" y en pasajes peatonales se permiten valores de hasta 6" como mínimo^{††}:

$$\text{Se asumirá un diámetro: } \phi = 8'' = 0.2032 \text{ m}$$

c) **Área de la Tubería (A_{LL}):**

$$A_{LL} = \frac{\pi\phi^2}{4} = \frac{\pi(0.2032)^2}{4} = 0.0324m^2$$

d) **Radio Hidráulico (R_H):** Para tubería llena se calcula dividiendo el

[†] Normas técnicas de A.N.D.A.; capítulo II, sección 8

^{††} Normas Técnicas de A.N.D.A.; capítulo II, sección 7

diámetro de la misma por 4.

$$R_H = \frac{\phi}{4} = \frac{0.2032m}{4} = 0.0508m$$

e) Velocidad a Tubería Llena (V_{LL}): Se calculará utilizando la fórmula de Chezy-Manning (Ec. 4.1).

$$V_{LL} = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.011} (0.0508)^{2/3} (0.028)^{1/2} = 2.09m/s$$

f) Caudal a Tubería Llena (Q_{LL}): Utilizando la ecuación de continuidad (Ec. 4.2) se tiene:

$$Q_{LL} = AV_{LL} = (0.0324)(2.099) = 0.067665 m^3/s = 67.67 L/s$$

4.5.5. Diseño del Colector con el Caudal Real

a) Caudal Real (Q_D): Es la sumatoria de la descarga directa de las viviendas situadas frente al colector más el 10% del área de infiltración (para tuberías de PVC) multiplicada por un factor F que dependerá del diámetro de la tubería (ver anexo 4), sumado al caudal acumulado de los colectores aguas arriba. El cálculo se realizará haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$Q_D = F \cdot [Q_{viv}(N^o viv.t.) + 0.10 L/s/Ha (A_{inf})] + q_{(acumulado)} \quad (\text{Ec. 4.6})$$

Para el colector del ejemplo, éste no posee un caudal acumulado por ser un tramo inicial, por tanto $q_{(acumulado)} = 0$.

Sustituyendo los datos en la ecuación 4.6 se tiene:

$$Q_D = 2 \cdot [0.0289701(5) + 0.10(0.15)] + 0 = 0.3197 L/s$$

b) Relación de Caudales (Q_D/Q_{LL}):

$$\frac{Q_D}{Q_{LL}} = \frac{0.3197L/s}{67.67L/s} 100\% = 0.47\%$$

c) Velocidad Real (V_D):

Con el valor calculado de la relación de caudales y haciendo uso de la Gráfica de Elementos Hidráulicos para Secciones Circulares y Varias Profundidades de Flujo, comúnmente conocida como “Curva del Banano” (ver anexo 5) se calcula el valor de la velocidad real siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación:

- Se ubica el valor de la relación de caudales (en porcentaje) en el eje de las abscisas y se proyecta una línea verticalmente hacia arriba, hasta cortar la curva de descarga.
- A partir de dicho punto se proyecta una línea horizontal, hasta cortar la curva de velocidades.
- Desde el punto interceptado en la curva de velocidades se proyecta una línea verticalmente hacia abajo, hasta cortar nuevamente el eje de las abscisas, donde se lee el porcentaje de la velocidad para tubería llena que corresponde a la velocidad real del flujo.

$$\frac{V_D}{V_{LL}} = \frac{V_D}{2.09m/s} = 24.00\%$$

$$V_D = 0.24 \cdot (2.09) = 0.50 \text{ m/s}$$

Los parámetros límites para velocidades establecidos por A.N.D.A., tienen un valor de 0.50 m/s como mínimo y 5 m/s como máximo para tuberías

de PVC.[†]

$$V_{\min} = V < V_{\max}$$

d) Tirante Hidráulico (y):

Para determinar éste valor debe seguirse un procedimiento igual al de la velocidad real hasta el primer paso, de allí en adelante se seguirá el procedimiento que se detalla a continuación:

- A partir del punto interceptado en la curva de descarga se proyecta una línea horizontal hacia la izquierda, hasta interceptar el eje de las ordenadas, donde se lee el porcentaje del diámetro de la tubería que corresponde a la profundidad del flujo.

$$y = 6\% \phi$$

$$y = 0.06 \cdot (0.2032m) = 0.0122 m$$

$$y_{\max} = 50\% \phi$$

$$y_{\max} = 0.50 \cdot (0.2032) = 0.1016 m$$

$$y < y_{\max}$$

Como el tirante encontrado es menor que el tirante máximo y la velocidad de diseño cumple con los valores límites establecidos por A.N.D.A., se concluye que el diámetro de 8" será suficiente para evacuar el las aguas desalojadas en este tramo de la red.

Para el diseño de los colectores restantes, que conforman la red de alcantarillado sanitario, se sigue el mismo procedimiento descrito anteriormente; y el resumen de los resultados obtenidos, se presentan en las tablas que van desde la 4.2 a la 4.33.

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A.; capítulo II, sección 6.

Tabla 4.1: Parámetros Geométricos Para Condiciones de Flujo a Tubería Llena

DIAMETRO (pulg)	DIAMETRO (m)	AREA HIDRÁULICA (m²)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRAULICO (m)
6"	0.1524	0.0182	0.4788	0.0381
8"	0.2032	0.0324	0.6384	0.0508
10"	0.2540	0.0507	0.7980	0.0635

Tabla 4.2: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 4^{ta} Calle Ote-Pte.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL (mts)	PROFUND. FINAL (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	1	2	0.2032	8	35.43	19.34	1.20	1.37	0.07	2	2	0.1299
2	2	3	0.2032	8	32.70	19.05	1.47	1.20	0.07	0	2	0.014
3	3	4	0.2032	8	34.93	14.34	1.30	2.20	0.06	2	2	0.1279
4	4	5	0.2032	8	65.60	7.90	2.30	1.20	0.30	6	2	0.4076
5	5	6	0.2032	8	44.00	6.23	1.30	1.20	0.13	3	2	0.1998
6	6	7	0.2032	8	85.95	5.80	1.20	1.20	0.29	7	2	0.4636

Tabla 4.3 Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 4^{ta} Calle Ote-Pte												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	1	2	5.48	177.71	0.1299	0.1299	0.001	0.150	0.035	0.82	0.0071	0.1016
2	2	3	5.44	176.42	0.0140	0.1439	0.001	0.150	0.035	0.82	0.0071	0.1016
3	3	4	4.72	153.07	0.1279	0.2718	0.002	0.180	0.020	0.85	0.0041	0.1016
4	4	5	3.50	113.50	0.4076	1.1170	0.010	0.260	0.080	0.91	0.0162	0.1016
5	5	6	3.11	100.93	0.1998	1.3168	0.010	0.310	0.090	0.96	0.0183	0.1016
6	6	7	3.00	97.39	0.4636	0.4636	0.005	0.230	0.060	0.69	0.0122	0.1016

Tabla 4.4: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 2^{da} Calle Ote-Pte.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	8	9	0.2032	8	70.00	23.81	1.20	1.37	0.33	5	2	0.3557
2	9	10	0.2032	8	12.89	23.04	1.47	1.20	0.06	0	2	0.0120
3	10	11	0.2032	8	47.67	14.28	1.30	1.38	0.18	3	2	0.2098
4	11	12	0.2032	8	52.83	6.85	1.48	1.20	0.18	2	2	0.1519
5	12	13	0.2032	8	106.35	9.55	1.30	1.74	0.37	8	2	0.5375
6	13	14	0.2032	8	77.87	7.09	1.84	1.76	0.19	4	2	0.2698
7	14	15	0.2032	8	103.39	3.11	1.20	1.20	0.40	16	2	1.0070

Tabla 4.5: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 2^{da} Calle Ote-Pte												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	8	9	6.08	197.17	0.3557	0.3557	0.002	0.179	0.050	1.09	0.0102	0.1016
2	9	10	5.99	194.25	0.0120	0.3677	0.002	0.180	0.050	1.08	0.0102	0.1016
3	10	11	4.71	152.74	0.2098	0.8453	0.006	0.244	0.063	1.15	0.0127	0.1016
4	11	12	3.26	105.72	0.1519	0.9972	0.009	0.288	0.080	0.94	0.0162	0.1016
5	12	13	3.85	124.85	0.5375	1.9584	0.016	0.314	0.095	1.21	0.0193	0.1016
6	13	14	3.32	107.66	0.2698	3.9786	0.037	0.425	0.140	1.41	0.0284	0.1016
7	14	15	2.20	71.34	1.0070	1.0070	0.014	0.318	0.093	0.70	0.0188	0.1016

Tabla 4.6: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 1^{ra} Calle Ote-Pte.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	16	17	0.2032	8	64.49	8.34	3.95	1.40	0.10	4	2	0.2518
2	17	18	0.2032	8	109.50	2.41	1.20	1.20	0.50	14	2	0.9112

Tabla 4.7: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 1^{ra} Calle Ote-Pte												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	16	17	3.60	116.74	0.2518	0.4676	0.004	0.214	0.050	0.77	0.0102	0.1016
2	17	18	1.94	62.78	0.9112	0.9112	0.015	0.320	0.095	0.62	0.0193	0.1016

Tabla 4.8: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 3^{ra} Calle Ote-Pte.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	19	20	0.2032	8	62.74	6.55	1.20	1.20	0.07	5	2	0.3037
2	21	20	0.2032	8	98.72	3.00	1.20	4.47	0.52	6	2	0.4516

Tabla 4.9: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 3^{ra} Calle Ote-Pte												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	19	20	3.19	103.45	0.3037	0.3037	0.003	0.201	0.030	0.64	0.0061	0.1016
2	21	20	2.16	70.05	0.4516	0.4516	0.006	0.245	0.067	0.53	0.0137	0.1016

Tabla 4.10: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 5^{ta} Calle Ote-Pte.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	22	23	0.2032	8	62.24	4.82	1.30	1.20	0.11	5	2	0.3117
2	24	23	0.2032	8	69.62	1.00	1.30	2.70	0.28	5	2	0.3457

Tabla 4.11: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 5^{ta} Calle Ote-Pte												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	22	23	2.74	88.86	0.3117	1.8160	0.020	0.365	0.105	1.00	0.0213	0.1016
2	24	23	1.25	40.44	0.3457	4.5257	0.112	0.616	0.230	0.77	0.0467	0.1016

Tabla 4.12: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 6^{ta} Calle Ote-Pte.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	25	26	0.1524	6	65.00	5.48	1.20	1.20	0.14	3	2	0.2018
2	26	27	0.2032	8	6.05	2.31	3.60	3.70	0.02	0	2	0.0040
3	27	28	0.2032	8	57.79	5.88	3.80	1.20	0.16	4	2	0.2638
4	28	29	0.2032	8	62.25	2.80	3.27	1.20	0.14	3	2	0.2018

Tabla 4.13: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 6^{ta} Calle Ote-Pte												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	25	26	2.41	43.96	0.2018	0.2018	0.005	0.261	0.090	0.63	0.0137	0.0762
2	26	27	1.90	61.62	0.0040	0.7113	0.012	0.305	0.090	0.58	0.0183	0.1016
3	27	28	3.02	97.94	0.2638	2.4253	0.025	0.381	0.120	1.15	0.0244	0.1016
4	28	29	2.09	67.78	0.2018	3.0708	0.045	0.459	0.150	0.96	0.0305	0.1016

Tabla 4.14: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 6^{ta} Avenida Norte-Sur.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	8	30	0.2032	8	59.00	2.80	1.20	2.43	0.15	5	2	0.3197
2	30	31	0.2032	8	59.11	2.80	2.53	3.75	0.16	0	2	0.0314
3	31	32	0.2032	8	34.00	5.32	3.85	1.20	0.07	3	2	0.1878
4	32	33	0.2032	8	20.00	16.40	1.30	1.20	0.04	0	2	0.0080
5	33	34	0.2032	8	21.60	16.39	1.30	1.20	0.05	2	2	0.1259
6	34	35	0.2032	8	21.70	16.41	1.30	1.20	0.05	0	2	0.0100
7	35	36	0.2032	8	48.67	17.07	1.30	1.20	0.10	0	2	0.0200
8	36	37	0.2032	8	29.00	11.66	2.81	1.20	0.05	2	2	0.1259
9	37	38	0.2032	8	65.00	13.48	1.30	1.20	0.07	5	2	0.3037
10	38	39	0.2032	8	25.00	13.24	1.30	1.20	0.03	0	2	0.0060
11	39	27	0.2032	8	30.13	16.66	1.30	1.20	0.06	2	2	0.1279
12	40	26	0.1524	6	69.18	2.00	0.80	3.50	0.21	8	2	0.5055

Tabla 4.15: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 6^{ta} Avenida Norte-Sur												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	8	30	2.09	67.67	0.3197	0.3197	0.005	0.239	0.060	0.50	0.0122	0.1016
2	30	31	2.09	67.67	0.0314	0.3512	0.005	0.249	0.065	0.52	0.0132	0.1016
3	31	32	2.88	93.40	0.1878	0.5390	0.006	0.007	0.060	0.65	0.0122	0.1016
4	32	33	5.05	163.77	0.0080	0.5470	0.003	0.180	0.050	0.91	0.0102	0.1016
5	33	34	5.05	163.77	0.1259	0.6729	0.004	0.230	0.060	1.16	0.0122	0.1016
6	34	35	5.05	163.77	0.0100	0.6829	0.004	0.230	0.060	1.16	0.0122	0.1016
7	35	36	5.15	167.01	0.0200	0.7029	0.004	0.229	0.060	1.18	0.0122	0.1016
8	36	37	4.26	138.15	0.1259	1.0126	0.007	0.261	0.070	1.11	0.0142	0.1016
9	37	38	4.58	148.53	0.3037	1.3163	0.009	0.310	0.072	1.42	0.0147	0.1016
10	38	39	4.54	147.23	0.0060	1.3223	0.009	0.311	0.072	1.41	0.0147	0.1016
10	39	27	5.09	165.07	0.1279	1.4502	0.009	0.301	0.077	1.53	0.0157	0.1016
12	40	26	1.46	26.63	0.5055	0.5055	0.019	0.349	0.133	0.51	0.0203	0.0762

Tabla 4.16: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 5^{ta} Avenida Norte-Sur.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	48	36	0.1524	6	34.56	2.17	0.80	2.71	0.05	2	2	0.1838
2	47	46	0.2032	8	51.77	4.00	1.20	1.55	0.26	3	2	0.2258
3	46	45	0.2032	8	29.61	3.68	1.65	1.76	0.15	0	2	0.0300
4	45	44	0.2032	8	37.00	12.08	1.86	1.20	0.19	2	2	0.1539
5	44	12	0.2032	8	37.14	6.35	1.30	1.20	0.07	0	2	0.0140
6	43	12	0.2032	8	31.82	5.18	1.20	2.20	0.08	3	2	0.1898
7	42	4	0.1524	6	35.62	12.63	1.20	2.20	0.08	4	2	0.2478

Tabla 4.17: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 5^{ta} Avenida Norte-Sur												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	48	36	1.52	27.73	0.1838	0.1838	0.007	0.329	0.068	0.50	0.0103	0.0762
2	47	46	2.49	80.75	0.2258	0.2258	0.003	0.225	0.060	0.56	0.0122	0.1016
3	46	45	2.39	77.51	0.0300	0.2558	0.003	0.230	0.063	0.55	0.0127	0.1016
4	45	44	4.33	140.42	0.1539	0.4097	0.003	0.224	0.030	0.97	0.0061	0.1016
5	44	12	3.14	101.83	0.0140	0.4237	0.004	0.204	0.050	0.64	0.0102	0.1016
6	43	12	2.84	92.10	0.1898	0.1898	0.002	0.190	0.025	0.54	0.0051	0.1016
7	42	4	3.66	66.76	0.2478	0.2478	0.004	0.240	0.040	0.88	0.0061	0.0762

Tabla 4.18: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 3^{ra} Avenida Norte-Sur.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	6	13	0.2032	8	67.06	1.28	1.30	1.74	0.14	7	2	0.4336
2	49	50	0.2032	8	11.83	4.00	1.20	1.78	0.05	2	2	0.1259
3	50	16	0.2032	8	41.73	3.76	1.88	3.85	0.16	1	2	0.0899
4	16	19	0.2032	8	88.36	9.67	1.20	1.20	0.59	3	2	1.0647
5	19	22	0.2032	8	97.78	3.13	1.30	1.20	0.32	3	2	0.2378
6	51	22	0.2032	8	38.82	4.07	1.20	1.20	0.14	3	2	0.2018
7	51	28	0.2032	8	37.71	6.63	1.20	1.20	0.14	2	2	0.1439
8	52	28	0.1524	6	67.32	2.50	0.80	3.17	0.34	4	2	0.2998

Tabla 4.19: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: <i>San Buenaventura</i>												
Departamento: <i>Usulután</i>												
Ubicación: <i>3^{ra} Avenida Norte-Sur</i>												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	6	13	1.41	45.72	0.4336	1.7504	0.038	0.433	0.140	0.61	0.0284	0.1016
2	49	50	2.49	80.75	0.1259	0.1259	0.002	0.221	0.050	0.55	0.0102	0.1016
3	50	16	2.42	78.48	0.0899	0.2158	0.003	0.240	0.065	0.58	0.0132	0.1016
4	16	19	3.88	125.83	1.0647	1.0647	0.008	0.271	0.070	1.05	0.0142	0.1016
5	19	22	2.21	71.67	0.2378	1.3025	0.018	0.339	0.097	0.75	0.0198	0.1016
6	51	22	2.52	81.72	0.2018	0.2018	0.002	0.210	0.035	0.53	0.0071	0.1016
7	51	28	3.21	104.10	0.1439	0.1439	0.001	0.184	0.025	0.59	0.0051	0.1016
8	52	28	1.63	29.73	0.2998	0.2998	0.010	0.313	0.080	0.51	0.0122	0.0762

Tabla 4.20: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 1^{ra} Avenida Norte-Sur.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	7	14	0.2032	8	74.73	2.00	1.30	1.76	0.16	4	2	0.2638
2	14	17	0.2032	8	72.49	2.30	1.86	1.40	0.14	0	2	0.0280
3	17	20	0.2032	8	89.96	4.91	1.50	1.20	0.26	8	2	0.5155
4	20	23	0.2032	8	89.59	0.50	4.57	2.87	0.27	7	2	0.4596
5	23	29	0.2540	10	86.25	0.51	2.97	1.78	0.34	10	2	0.6474
6	29	53	0.2540	10	51.46	2.33	1.88	1.20	0.21	4	2	0.2738
7	53	54	0.2540	10	43.75	6.08	1.30	1.20	0.17	4	2	0.2658

Tabla 4.21: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 1^{ra} Avenida Norte-Sur												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	7	14	1.76	57.08	0.2638	0.7274	0.013	0.307	0.085	0.54	0.0173	0.1016
2	14	17	1.89	61.29	0.0280	4.7340	0.077	0.540	0.190	1.02	0.0386	0.1016
3	17	20	2.76	89.60	0.5155	5.7171	0.064	0.489	0.175	1.35	0.0356	0.1016
4	20	23	0.88	28.59	0.4596	6.9320	0.242	0.795	0.338	0.70	0.0686	0.1016
5	23	29	1.03	52.19	0.6474	13.9211	0.267	0.816	0.355	0.84	0.0902	0.1270
6	29	53	2.21	111.98	0.2738	17.2657	0.154	0.688	0.270	1.52	0.0686	0.1270
7	53	54	3.57	180.89	0.2658	17.5315	0.097	0.583	0.215	2.08	0.0546	0.1270

Tabla 4.22: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 2^{da} Avenida Norte-Sur.												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	64	15	0.2032	8	49.58	1.82	1.20	1.20	0.15	8	2	0.4935
2	15	18	0.2032	8	69.39	2.09	1.30	1.20	0.24	5	2	0.3377
3	18	65	0.2032	8	27.64	2.41	1.30	1.27	0.09	5	2	0.3077
4	65	21	0.2032	8	67.27	2.26	1.37	1.20	0.23	8	2	0.5095
5	21	66	0.2032	8	37.68	2.68	1.30	1.33	0.07	4	2	0.2458
6	66	67	0.2032	8	26.39	2.05	1.43	1.20	0.05	4	2	0.2418
7	67	24	0.2032	8	27.09	2.55	1.30	1.20	0.05	2	2	0.1259

Tabla 4.23: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: 2^{da} Avenida Norte-Sur												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _b /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	64	15	1.68	54.48	0.4935	0.4935	0.009	0.298	0.080	0.50	0.0163	0.1016
2	15	18	1.80	58.46	0.3377	1.8382	0.031	0.400	0.130	0.72	0.0264	0.1016
3	18	65	1.94	62.99	0.3077	3.0571	0.049	0.469	0.160	0.91	0.0325	0.1016
4	65	21	1.87	60.64	0.5095	3.5666	0.059	0.492	0.170	0.92	0.0345	0.1016
5	21	66	2.04	66.20	0.2458	3.8124	0.058	0.480	0.167	0.98	0.0340	0.1016
6	66	67	1.79	58.05	0.2418	4.0542	0.070	0.531	0.188	0.95	0.0381	0.1016
7	67	24	1.99	64.53	0.1259	4.1800	0.065	0.503	0.180	1.00	0.0366	0.1016

Tabla 4.28: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: Pasaje 1												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	91	92	0.2032	8	19.14	18.96	1.20	1.28	0.08	3	2	0.1898
2	92	76	0.2032	8	22.17	9.61	1.38	1.40	0.08	0	2	0.0160

Tabla 4.29: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: Pasaje 1												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	91	92	5.43	176.09	0.1898	0.1898	0.001	0.149	0.040	0.81	0.0081	0.1016
2	56	57	3.87	125.50	0.0160	0.2058	0.002	0.209	0.060	0.81	0.0122	0.1016

Tabla 4.30: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: Callejón Cementerio												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	1	41	0.2032	8	48.20	8.23	1.20	1.20	0.11	3	2	0.1958
2	41	10	0.2032	8	30.49	7.90	1.30	1.20	0.07	1	2	0.0720

Tabla 4.31: Cálculo de Velocidades y Tirantes Reales

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: Callejón Cementerio												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	1	41	3.58	116.10	0.1958	0.1958	0.002	0.215	0.050	0.77	0.0102	0.1016
2	41	10	3.51	113.83	0.0720	0.2678	0.002	0.225	0.060	0.79	0.0122	0.1016

Tabla 4.32: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: Paso Aéreo												
TRAMO	DE POZO	A POZO	DIAMETRO (mts)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD DEL TRAMO (mts)	PENDIENTE (%)	PROFUND. INICIAL EN (mts)	PROFUND. FINAL EN (mts)	AREA TRIBUTARIA (hectáreas)	Nº DE VIVIENDAS	FACTOR DE SEGURIDAD PARA PVC	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO (L/s)
1	90	T.P.*	0.2032	8	53.26	21.96	1.20	1.20	0.00	0	2	0.0000

Tabla 4.33: Cálculo de Caudales Tributarios

Diseño de Alcantarillado Sanitario												
Municipio: San Buenaventura												
Departamento: Usulután												
Ubicación: Paso Aéreo												
TRAMO	DE POZO	A POZO	VELOCIDAD A TUBO LLENO (VLL en m/s)	CAUDAL A TUBO LLENO (Q en lts/s)	CONTRIBUCIÓN DEL TRAMO	CAUDAL DE DISEÑO (QD en lts/s)	RELACIÓN DE CAUDALES (Q _D /Q _{LL})	LECTURAS EN GRÁFICO		VELOCIDAD REAL (VD en m/s)	TIRANTE HIDRAULICO (TH en mts)	TIRANTE MAXIMO (TH en mts)
								V _D /V _{LL}	y/D			
1	90	T.P.*	5.36	173.82	0.0000	3.7380	0.022	0.320	0.060	1.72	0.0122	0.1016

* Terreno para ubicación de Planta de Tratamiento.

Nota: Los planos constructivos de la red de alcantarillado pueden ser observados en el anexo 6.

4.6. Diseño de Paso Aéreo

El diseño constará de tres partes, éstas son: Cálculo de separación de columnas, Diseño de columnas y Diseño de zapatas.

4.6.1. Separación de columnas

Se analizará la tubería como una viga para determinar el claro máximo entre columnas:

Usando tubería de acero de $\phi = 8 \text{ pulg.} = 0.2032\text{m}$ (ver tabla 4.32)

Espesor de la tubería = 0.322pulg

De las tablas de las normas para diseño con acero AISC se tiene:

$$W_{\text{tub}} = 28.55 \text{ lb/ft} \times \left(\frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ lb.}} \right) \times \left(\frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) = 42.565 \text{ Kg/m}$$

$$A_{\text{tub}} = 8.40 \text{ pul}^2 \times \frac{(0.0254 \text{ m})^2}{(1 \text{ pul})^2} = 0.0054 \text{ m}^2$$

$$I = 72.5 \text{ pul}^4 \times \frac{(0.0254 \text{ m})^4}{(1 \text{ pul})^4} = 3.01768 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$r = 2.94 \text{ pul} \times \frac{0.0254 \text{ m}}{1 \text{ pul}} = 0.0747 \text{ m}$$

a) Diseño por resistencia del material

$$F_{\text{max}} = \frac{\omega_u L^2 / 2 \times C}{I} = \frac{\omega_u L^2 \times \phi / 2}{2I} = \frac{\omega_u L^2 \phi}{4I}$$

Para acero A – 36 se tiene que $F_y = 36 \text{ KSI}$; $F_{\text{max}} = 0.6F_y$

$$F_{\text{max}} = 0.6 \times 36000 \text{ lb/pulg}^2 \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ lb}} \times \frac{(1 \text{ pul})^2}{(0.0254 \text{ m})^2} = 15.21822 \times 10^6 \text{ Kg/m}^2$$

$$\frac{\omega_u L^2 \phi}{4I} = 15.21822 \times 10^6 \quad (\text{Ec. 4.7})$$

Encontrando la carga de diseño:

La carga de diseño será la sumatoria del peso del material, más el peso del agua residual asumiendo un flujo a tubería llena, más una carga viva de 70Kg/m^2 para prevenir el esfuerzo adicional que pudiese ocasionar cualquier persona que se subiere en la tubería, más una carga adicional de 10 Kg/m por cuestiones de seguridad.

$$\omega_u = W_{tub} + W_{aguas} + \omega_{viva} + \omega_{adicional} \quad (\text{Ec. 4.8})$$

$$W_{tub} = 42.565\text{Kg/m}$$

$$W_{aguas} = \gamma_{aguas} \times A_{tub} = 1.03 \times 10^3 \times \frac{\pi}{4} (0.2032\text{m})^2 = 33.402\text{Kg/m}$$

$$\omega_{viva} = 70\text{Kg/m}^2 \times \phi_{tub} = 70\text{Kg/m}^2 (0.2032\text{m}) = 14.224\text{Kg/m}$$

$$\omega_{adicional} = 10\text{Kg/m}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación 4.8 se tiene

$$\omega_u = 42.565 + 33.402 + 14.224 + 10 = 100.191\text{Kg/m}$$

Sustituyendo los valores en la Ecuación 4.7 y despejando L se encuentra el valor del claro máximo de la viga:

$$15.21822 \times 10^6 (4I) = \omega_u L^2 \phi$$

$$L = \sqrt{\frac{15.21822 \times 10^6 (4I)}{\omega_u \phi}} = \sqrt{\frac{(15.21822 \times 10^6)(4)(3.01768 \times 10^{-5})}{100.191 \times 0.2032}} = 9.50\text{m}$$

b) Revisión por pandeo:

$$\frac{K\ell}{r} \leq 240 \quad (\text{Para miembros principales})$$

Para elementos simplemente apoyados $K = 1.0$ y como $r = 0.0747m$ se tiene:

$$\ell = \frac{240r}{K} = \frac{240 \times 0.0747m}{1} = 17.93m$$

Como $\ell > L$ (Rige criterio de resistencia)

Como el diseño de resistencia rige sobre el de rigidez, se puede tomar un claro de separación de columnas igual a 9.50m, pero por cuestiones de seguridad se tomará entonces un claro de 9.20 m.

4.6.2. Diseño de Columnas

$$P = \frac{\omega_u L}{2} = \frac{100.191Kg/m \times 9.20m}{2} = 460.88Kg$$

Las columnas se diseñarán con un peralte de 40 cm.

Se diseñará únicamente la columna C1 (ver planos constructivos en anexo 7), por ser ésta la más desfavorable, ya que es la que posee mayor longitud.

$$F_{max.} = 60\%F_y = 0.6F_y$$

Para acero A – 36, $F_y = 36 \text{ KSI} = 2536.40 \text{ Kg/cm}^2$

$$F_{max.} = 0.6 \times 2536.40 = 1521.84 \text{ Kg/cm}^2$$

Encontrando el área necesaria para soportar este acero

$$A_{nec.} = \frac{P}{F_{MAX}} = \frac{460.88Kg}{1521.84Kg/cm^2} = 0.3028cm^2 = 0.0469pul^2$$

Se propone colocar 4 ángulos de 2" x 2" x 1/8"

$$A = (4)(0.484 pul^2) = 1.936 pul^2$$

$A \gg A_{nec}$, pero todavía hace falta revisarlo por pandeo.

Criterio de Rigidez (Pandeo)

Para la sección propuesta de 2" x 2" x 1/8", los parámetros geométricos, obtenidos

del AISC son:

$$I_{y'-y'} = 0.190 \text{ pul}^2$$

$$X_0 = 0.546 \text{ pul}$$

$$r_y = 0.626 \text{ pul}$$

$$A = 0.484 \text{ pul}^2$$

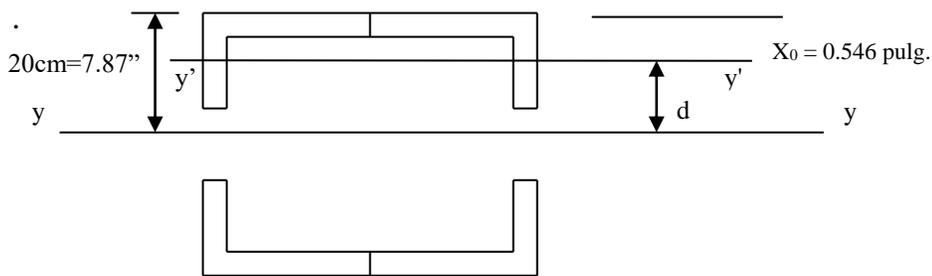
Calculando factor de longitud efectiva (K)

G_A : Factor de nudo superior (sin traslación y extremo lejano de viga articulado)

G_B : Factor de nudo inferior.

$$G_A = \frac{\Sigma(I/L)_{col}}{\Sigma(I/L)_{viga}}; \quad I_{viga} = 72.5 \text{ pulg}^4; \quad L_{viga} = 9.20 \text{ m} = 362.2 \text{ pulg.}$$

$L_{col} = 5.90\text{m} = 232.28 \text{ pul.}$, ya que la diferencia de niveles entre el piso y la tubería es de 7.40m pero la columna se empotrará en un pedestal que sobresaldrá por encima del nivel del terreno una altura de 1.50m para proteger el acero de la humedad.



$$I = 4[0.190 + 0.484 (7.87 - 0.546)^2] = 104.6089 \text{ pul}^4$$

$$A = 4 (0.484) = 1.936 \text{ pul}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{104.6089}{1.936}} = 7.36 \text{ pul}$$

$$G_A = \frac{104.6089/232.28}{1.5 \times 2(72.5/362.2)} = 0.75$$

G_B : Las columnas se empotrarán en las zapatas, por lo tanto del AISC.

$$G_B = 1.00$$

De los nomogramas del AISC, $K = 0.76$.

Encontrando el factor de rigidez

$$\frac{K\ell}{r} = \frac{0.76 \times 5.90m}{7.36pul \times 0.0254m/pul} = 23.99 \cong 24.00$$

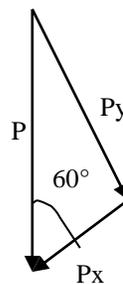
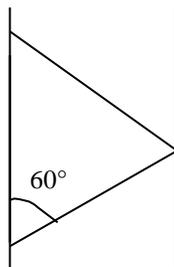
Del AISC se tiene que para este factor de esbeltez la resistencia es:

$$F_a = 20.35 \times 10^3 lb/pul^2 \times \frac{1Kg}{2.2lb} \times \frac{1pul^2}{(2.54cm)^2} = 1433.75 Kg/cm^2 < F_{max} \text{ (cumple)!!}$$

Por tanto para los miembros verticales de las columnas se utilizarán 4 ángulos de 2" x 2" x 1/8".

Cálculo de la Celosía

La celosía se colocará a un ángulo de 60°



La carga axial de la celosía será:

$$P_x = P \cos 60^\circ = 460.88 \cos 60^\circ = 230.44 \text{ Kg.}$$

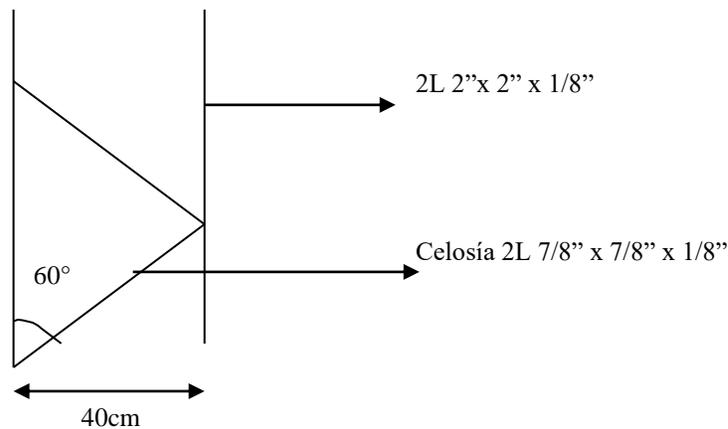
$$A_{nec.} = \frac{Px}{F_{max}} = \frac{Px}{0.6Fy} = \frac{230.44}{0.6 \times 2536.40} = 0.1514 \text{cm}^2$$

Si se proponen 2 ángulos de $\frac{7}{8}$ " x $\frac{7}{8}$ " x $\frac{1}{8}$ " se tiene:

$$A_{propuesta} = 2 (1.32 \text{cm}^2) = 2.64 \text{cm}^2$$

Aprop. > Anec. Entonces cumple.

Por lo tanto se usarán 2 ángulos de $\frac{7}{8}$ " x $\frac{7}{8}$ " x $\frac{1}{8}$ " para la celosía.



4.6.3. Diseño de la Cimentación

La cimentación consistirá en una zapata de concreto reforzado, con una profundidad de desplante de 1.5 metros y un pedestal de 50x30 cm para dar un recubrimiento al acero de la columna y protegerlo de la humedad. Este pedestal tendrá una altura por encima del nivel del terreno de 1.5 metros.

Carga muerta de servicio:

$$P_O = P + W_{columna} \quad (\text{Ec. 4.9})$$

$$P = 460.88 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{columna}} = \omega_1 \ell_1 + \omega_2 \ell_2; \text{ Donde:}$$

ω_1 = Peso por unidad de longitud de los perfiles de 2" x 2" x 1/8".

ℓ_1 = Longitud total de las barras verticales

ω_2 = Peso por unidad de longitud de los perfiles de 7/8" x 7/8" x 1/8"

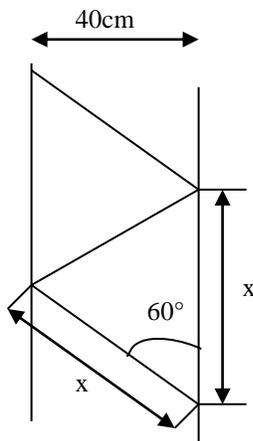
ℓ_2 = Longitud total de la celosía.

De las tablas del AISC se tiene:

$$\omega_1 = 1.65 \text{ lb/ft} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ lb}} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 2.46 \text{ Kg/m}$$

$$\omega_2 = 0.7219 \text{ lb/ft} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ lb}} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 1.076 \text{ Kg/m}$$

$$\ell_1 = 4 \times (5.90 \text{ m} + 1.50 \text{ m}) = 29.60 \text{ m}$$



$$x = \frac{40 \text{ cm}}{\text{sen} 60^\circ} = 46.19 \text{ cm}$$

$$\ell_2 = \frac{(5.90 \text{ m} + 1.50 \text{ m})}{0.4619 \text{ m}} \times 2(0.4619) = 14.80 \text{ m}$$

$$W_{\text{columna}} = 2.46 \times 29.60 + 1.076 \times 14.80 = 88.74 \text{ Kg}$$

Sustituyendo los valores de P y W_{columna} en la Ecuación 4.9 se tiene:

$$P_D = 460.88 + 88.74 = 549.62 \text{ Kg}$$

Sobrecarga de servicio: Se agregará para mayor seguridad una sobrecarga de servicio de 500 Kg/m^2 .

Peso promedio del suelo, el concreto y el acero encima de la zapata $W_{\text{S+C+A}} = 2000 \text{ Kg/m}^3$.

Resistencia del suelo: Para la resistencia del suelo se tomará un valor promedio para suelos semiduros de 20 Ton/m^2 .

$$q_{\text{adm}} = 20 \text{ Ton/m}^2 \times \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ Ton}} = 20000 \text{ Kg/m}^2$$

Área de la Zapata

Peso Total de la sobrecarga (S.C.)

$$\text{S.C.} = W_{\text{S+C+A}} (h_{\text{desplante}}) + 500 \text{ Kg/m}^2 = 2000 \times 1.5 + 500 = 3500 \text{ Kg/m}^2$$

Capacidad de carga neta del suelo:

$$q_{\text{neto}} = q_{\text{adm}} - \text{S.C} = 20000 - 3500 = 16500 \text{ Kg/m}^2$$

Área de la base:

$$A_f = \frac{P_D}{q_{\text{neto}}} = \frac{549.62 \text{ Kg}}{16500 \text{ Kg/m}^2} = 0.0333 \text{ m}^2$$

$$\text{Lado} = \sqrt{0.0333 \text{ m}^2} = 0.18 \text{ m}$$

Como el lado más largo de la columna es de 0.40 m y el del pedestal es de 0.50 m , se le dará entonces a la zapata unas dimensiones de $0.60 \times 0.60 \text{ m}$ para la

resistencia por cortante que se revisará posteriormente.

Entonces: $A_{\text{real}} = 0.60 \times 0.60 = 0.36\text{m}^2$

Peralte de la Zapata

Carga factorizada y reacción del terreno debido a ésta

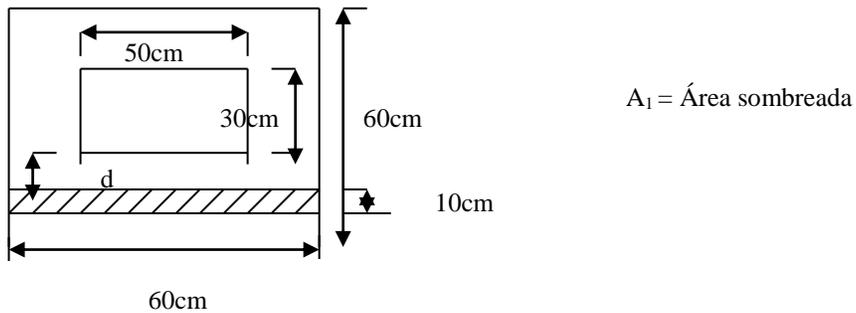
$$P_U = 1.4P_D = 1.4 \times 549.62 = 769.47 \text{ Kg}$$

$$q_s = \frac{P_U}{A_{\text{Real}}} = \frac{769.47 \text{ Kg}}{0.36 \text{ m}^2} = 2137.42 \text{ Kg/m}^2$$

Utilizando concreto $f'_C = 210 \text{ Kg/cm}^2$ se tendrá:

Considerando un espesor de 10 cm; $d \approx 5 \text{ cm}$

Acción de viga de la zapata:



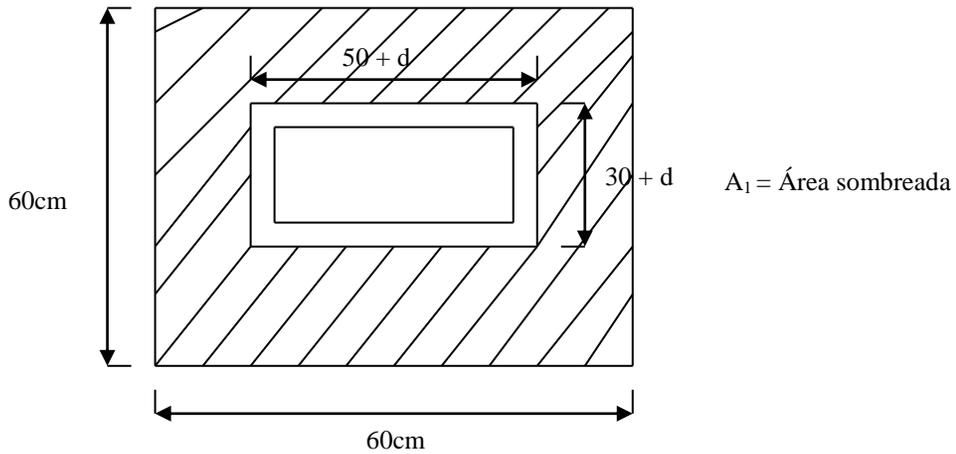
$$V_U \leq \phi V_n \Rightarrow V_U \leq \phi(0.53\sqrt{f'_C} b_w d)$$

$$V_U = q_s A_1 = 2137.42 \times 0.60 \times 0.10 = 128.25 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{max}} = \phi(0.53\sqrt{f'_C} b_w d) = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 60 \times 5 = 1958.51 \text{ Kg}$$

128.25 Kg < 1958.51 Kg O.K.

Acción de dos direcciones de la Zapata:



$$50 + d = 50 + 5 = 55 \text{ cm}$$

$$15 + d = 30 + 5 = 35 \text{ cm}$$

$$V_U \leq \phi V_n$$

$$V_U \leq \phi(0.27)(2 + \frac{4}{\beta_c})\sqrt{f'_c}b_o d, \text{ pero no mayor que } 1.1\sqrt{f'_c}b_o d$$

$$V_U = q_s A_1 = 2137.42 \times (0.6 \times 0.6 - 0.55 \times 0.35) = 358.02 \text{ Kg} \quad b_o = 2(55) + 2(35) = 180 \text{ cm}$$

$$\beta_c = 50/30 = 1.67$$

$$V_{Max1} = \phi(0.27)(2 + 4/\beta_c)\sqrt{f'_c}b_o d = 0.85 \times 0.27 \times (2 + 4/1.67)\sqrt{210} \times 180 \times 5$$

$$V_{Max1} = 13155.71 \text{ Kg}$$

$$V_{Max2} = 1.1\sqrt{f'_c}b_o d = 1.1\sqrt{210} \times 180 \times 5 = 14346.46 \text{ Kg}$$

$$V_{Max2} > V_{Max1} \Rightarrow V_{Max} = V_{Max1} = 13155.71 \text{ Kg.}$$

Entonces $V_u < V_{max}$; 358.02 Kg < 13155.71 Kg Ok. Cumple!!

Por lo tanto el peralte de la zapata será de 10 cm.

Nota: Ver detalles en los planos constructivos en el anexo 7.

4.7. Especificaciones Técnicas

4.7.1. Reconocimiento del Lugar

La realización de la zanja y su relleno depende de los siguientes parámetros:

- Entorno o medio ambiente.
- Características de la tubería (Tipo de junta y diámetro).
- Naturaleza del terreno (con o sin agua).
- Profundidad de colocación.

Las recomendaciones de colocación sugeridas a continuación son las que se suelen sugerir para la canalización con tubería.

4.7.2. Trazo y Nivelación

Después del estudio completo del entorno, el contratista deberá materializar en el terreno el trazado para las excavaciones, que mejor se apegue a la topografía del lugar y de acuerdo a lo descrito en los planos constructivos siguiendo los pasos que se detallan a continuación.

- El trazado se iniciará colocando estacas de localización desde la línea central de la tubería propuesta.

- Se deberá marcar el ancho de adoquinado y/o pavimento a remover, teniendo en cuenta que éste será mayor que el ancho de la zanja, para permitir la colocación de niveletas. La remoción del adoquinado se realizará en forma manual, teniendo cuidado de no estropear los adoquines para que estos puedan ser reutilizados en el proyecto.

4.7.3. Excavación de Zanjas

El contratista debe prever la demolición de la vía de circulación, con recorte previo de los bordes de la zanja para evitar la degradación de las partes colindantes. La excavación será mecánica, utilizando retroexcavadora. Una vez iniciada la excavación, se procederá a la colocación de tableros provisionales o niveletas en los tramos donde la zanja ya halla sido excavada, esto servirá para ajustar el nivel exacto del fondo de la zanja, lo cual se deberá realizar en forma manual. Las niveletas se colocarán a una distancia máxima de 20 metros, en ángulos rectos con respecto a la línea central proyectada de la tubería, a una altura sobre el nivel del suelo entre 1 y 1.50 metros. Los postes deberán ser fijados al suelo de manera que queden estables y firmes; y los travesaños deberán ser bien cepillados para lograr una mayor precisión en la nivelación. La excavación en los puntos cercanos a la red de abastecimiento público (por ejemplo los cruceros de las calles) de agua deberá realizarse en forma manual para prevenir posibles

daños en las tuberías de ésta.

Anchura de la Zanja

La anchura de la zanja es función del diámetro nominal de la tubería, de la naturaleza del terreno, de la profundidad de colocación y del método de blindaje y compactación.

Durante la ejecución, se tendrá cuidado para:

- Estabilizar las paredes, mediante taludes, o bien por blindaje.
- Realizar los correspondientes cortes a los taludes para evitar que caigan bloques de tierra o roca.
- Colocar las tierras movidas a una distancia de por lo menos 0.40 mts. del borde de la zanja para evitar que caiga dentro de ella.

Profundidad de la Zanja

La profundidad de las zanjas en cada punto serán las indicadas por los perfiles longitudinales en los planos constructivos. Salvo estipulación diferente del pliego de bases técnicas, la profundidad normal de las zanjas es tal que el espesor del relleno no sea inferior a 1 m por encima de la corona de la tubería.

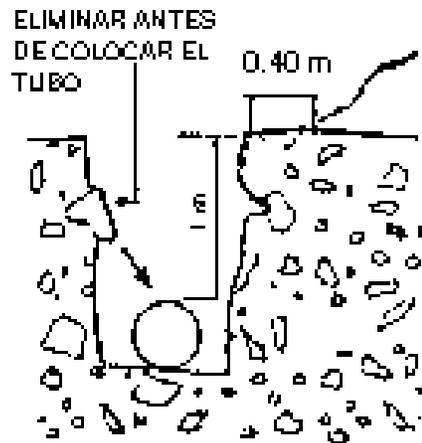


Fig. 4.1. Parámetros Mínimos Para Colocación de Tuberías y de Material Excavado de Zanja

4.7.4. Naturaleza de los Terrenos

Los terrenos pueden clasificarse en tres categorías en función de su cohesión:

Terrenos Rocosos

Poseen una cohesión muy grande, que complica el trabajo de excavación pero que no excluye la posibilidad de desprendimientos. A veces presentan fisuras que pueden provocar la caída de bloques enteros.



Fig. 4.2. Posibilidad de Desprendimientos de Tierras, Aún en Terrenos Rocosos.

Terrenos Blandos

Son los más numerosos. Presentan cierta cohesión que durante las obras de excavación, les permite mantenerse algún tiempo. Esta cohesión puede variar muy rápidamente bajo el efecto de los factores como la llegada del agua y el paso de maquinaria. Son posibles los desprendimientos.



Fig. 4.3. Posibilidad de derrumbamientos en Terrenos Blandos.

Terrenos Suelos

Son los terrenos los desprovistos de cohesión, como arena seca, lodos o rellenos recientemente depositados. Se caen prácticamente en el acto.

Cualquier obra en estos terrenos requiere procedimientos especiales. Es imperativo por lo tanto protegerse contra cualquier riesgo de desprendimiento: ya se haciendo taludes o entibando las paredes de la zanja.

La realización de las precauciones referentes a las paredes de la zanja también depende del entorno (urbano rural) y de la profundidad de colocación.

4.7.5. Protección de las Excavaciones

El contratista deberá proteger las excavaciones de posibles derrumbes que pudieran ocasionar daños al personal que labora en el proyecto, así como a la

misma excavación. La protección consistirá en tablestacados de madera. La colocación de éste blindaje dependerá de la profundidad de la zanja y del tipo de material a excavar.

4.7.6. Lecho de Colocación

El fondo de la excavación constituye la zona de asiento del tubo. Si el suelo existente es arenoso y relativamente homogéneo, es posible colocar el tubo en el fondo de la zanja.

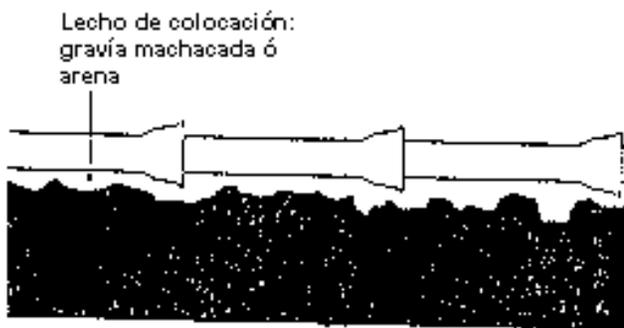


Fig. 4.4.
Detalle de Lecho para Colocación de
Tubería

Es preciso comprobar que el tubo tiene un asiento suficiente, en especial para los grandes diámetros. Cuando un fondo de zanja no se presta a la colocación directa, conviene aportar un lecho de colocación de gravilla machucada o de arena cuyo espesor es del orden de 10 cms.

4.7.7. Tipos de relleno

Los diferentes tipos de relleno están en función de:

- El entorno (cargas de las tierras, cargas rodantes, calidad del material de relleno).
- El diámetro de la canalización.

- La naturaleza de los terrenos encontrados.

En la zona de relleno alrededor del tubo se distinguen:

- El relleno de sujeción (resistencia a la ovalización en el caso de los grandes diámetros), realizado en materiales de aporte y compactado hasta el tercio inferior.
- El relleno de protección (en caso de terrenos con granulometría muy heterogénea), efectuado con arena: este relleno puede actuar como protección y sujeción.



Fig. 4.5. Detalle de las Zonas de Relleno para Tuberías

En la zona del relleno superior:

- Por lo general se va llenando con la tierra secada sin compactar o con materiales de aporte compactados (por debajo de la calzada).

4.7.8. Pozos de visita

- Se construyen con ladrillo de barro, tanto el cilindro como el cono, repellido y pulido hasta un metro desde su fundación para la prueba hidrostática. La parte cónica es excéntrica con respecto a su eje. La

fundación debe tener un espesor de 0.40 mts. y está hecha de piedra zulaqueada con un mortero arena-cemento de relación 1:5 (ver detalle en anexo 6).

- Se colocaran estribos de hierro de 5/8" de diámetro en forma de escalera para habilitar el acceso en caso de cualquier inspección.
- Las tapaderas pueden ser de hierro fundido para accesos vehiculares y de concreto armado en pasajes peatonales.

4.7.9. Cajas de Registro

Estas se construyen del mismo material que los pozos y tienen la misma función de ellos, sin embargo su utilización está sujeta a lo siguiente: En pasajes peatonales que tienen tuberías de aguas negras profundas y que por su ancho no puede hacerse el pozo. Las dimensiones que corresponden a este elemento son de 1 metro por lado.

4.7.10. Instalación de Tuberías

- Antes de que la tubería sea bajada dentro de la zanja, la pendiente del material de cimentación deberá ser verificada con los niveles. La tubería deberá colocarse respetando la pendiente establecida en los planos

constructivos, permitiéndose una desviación máxima de 10 mm verticales por cada 6mts de tubería

- Antes de su instalación, la tubería deberá ser inspeccionada para asegurarse que está en buenas condiciones y que los extremos no estén dañados.
- La técnica utilizada para recoger y bajar la tubería debe ser seleccionada para asegurar que ésta no resulte dañada. Para el caso de zanjas profundas (mayores de 2 metros), se recomienda bajar la tubería utilizando lazos en sus extremos.
- En el proceso de cementado de tuberías, deberá colocarse el pegamento en ambas superficies a unir, pero no sin antes asegurarse que dichas superficies se encuentren libres de polvo, resinas u otras impurezas.
- La colocación de secciones adicionales, deberá ser demorada hasta que la última junta haya sido instalada.
- Los secciones en Tee y curvas para los pozos de visita con caída hidráulica (ver detalle de pozo en anexo 6), deberán ser protegidos por una caja de paredes de ladrillo de barro rellena de concreto.
- Tan pronto como las tuberías sean colocadas y la instalación inspeccionada, las zanjas deberán ser rellenas para evitar que cargas externas puedan causar daños en éstas.

4.7.11. Normas y Recomendaciones para la Instalación de Alcantarillado Sanitario[†]

En lo relativo a construcción de alcantarillados sanitarios se deberán observar las siguientes recomendaciones generales:

- En las vías de orientación Norte-Sur (avenidas), las tuberías deberán instalarse al costado Poniente, mientras que en las vías de orientación Oriente-Poniente (calles), se ubicarán al costado Sur. En cualquier caso dentro del rodaje de la vía y a 1.50 metros del cordón.
- En condiciones normales, la profundidad de la zanja deberá permitir una altura de relleno sobre la tubería de 1.20 mts. como mínimo. Cuando por circunstancias especiales la tubería tenga una altura de relleno inferior a 1.00 mts. se deberán construir obras para su protección (losetas prefabricadas de concreto armado, apoyadas sobre muros laterales de mampostería).
- Se deberá evitar que las tuberías queden en contacto directo con piedras, terrones, ripio, etc., debiéndose usar como relleno un material suave a todo el rededor de la tubería y hasta la altura de por lo menos 30 cms. por encima de ella.
- Se deberá tener especial cuidado que la red de alcantarillado sanitario quede a un nivel inferior que el del acueducto.

[†] Fuente: Normas Técnicas de A.N.D.A.

- En un plano horizontal, la separación mínima entre un colector de aguas negras y cañería de distribución deberá ser de 1.50 mts.
- En las intersecciones de tuberías de aguas negras con cañerías de agua potable, deberá existir una distancia libre entre ellas de por lo menos 20 cms.

4.7.12. Paso Aéreo

Para la construcción del Paso Aéreo, la tubería de acero deberá estar sostenida sobre columnas de acero de alma abierta con bases de concreto reforzado.

a) Acero Laminar

El acero deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Calidad del Acero

- El acero laminar deberá cumplir con los requisitos de diseño establecidos por las normas internacionales AISC.
- Deberá cumplir con los límites establecidos respecto a Elasticidad, Fatiga, Ductibilidad, Fluencia, Tenacidad, Resistencia a la tensión y compresión.
- Deberá estar libre de defectos de manufactura y su calidad deberá garantizarse por el fabricante y justificada por el constructor.

Colocación

El constructor cortará, soldará y colocará todo el acero, de acuerdo con lo que indiquen los planos constructivos o como ordene la supervisión.

Limpieza y Protección

El acero laminar deberá estar limpio de oxidación, aceites, tierra o cualquier elemento extraño que pudiera reducir la durabilidad del material. En caso contrario, el acero deberá limpiarse con un cepillo de alambre o con algún disolvente cuando se trate de materias grasosas, después de limpiarlo deberá protegerse con pintura anticorrosivo para prevenir la oxidación a causa del intemperismo.

b) Fundaciones

Las bases de las columnas estarán hechas de concreto reforzado sobresaliendo un pedestal por encima de la superficie del suelo para prevenir la corrosión del acero de las columnas.

Los materiales deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

Concreto Simple

El concreto a utilizar deberá tener una resistencia de 210 Kg/cm^2 , para ello deberá dársele una proporción de cemento-grava-arena de 1:2:2, mezclado a máquina y se deberá colocar en un tiempo no mayor de 30 minutos después de haberse agregado el agua

Cemento Pórtland

El cemento Pórtland deberá ser del tipo I y deberá ser almacenado de manera que no entre en contacto con el suelo y la humedad.

Agregado Fino

La arena para el concreto deberá ser limpia, libre de materia orgánica u

otra impureza.

Agregado Grueso

La grava deberá ser limpia, libre de impurezas y resistente al desgaste.

4.8. Mantenimiento de alcantarillas

El mantenimiento de sistemas de alcantarillas depende no sólo del diseño y la construcción adecuados y de la disponibilidad de una mano de obra competente, sino también de la protección del sistema contra materiales dañinos que pueden ser descargados por la población.

En primer lugar, la alcaldía debe crear ordenanzas municipales en las cuales se restrinja la descarga de ciertas sustancias en las alcantarillas que aceleran el deterioro de éstas y acortan su vida útil. Tales ordenanzas pueden también exigir que las acometidas domiciliarias sean realizadas por equipos municipales o sean inspeccionadas por el municipio a fin de asegurar que el trabajo sea adecuado. Entre los materiales que se excluyen están el vapor; los líquidos corrosivos, inflamables y explosivos; las basuras; y los animales muertos.

El mantenimiento de alcantarillas exige cierto equipo especializado para conductos completa o parcialmente obstruidos. Las alcantarillas domésticas pueden ser tapadas por raíces que entran a través de pequeñas grietas o por depósitos de grasa.

Las raíces son removidas en alcantarillas hasta de 15 pulg. de diámetro por

barras flexibles que manejan una sonda cortadora (Figura 4.6). La sonda puede ser rotada manualmente o por medio de una máquina que avanza dentro de la alcantarilla. En alcantarillas más grandes, una draga cortante es halada a través de ellas mediante un cable y una manivela. El problema con las raíces puede ser prevenido eliminando las fugas, ya que las primeras siguen al agua dentro de la alcantarilla.

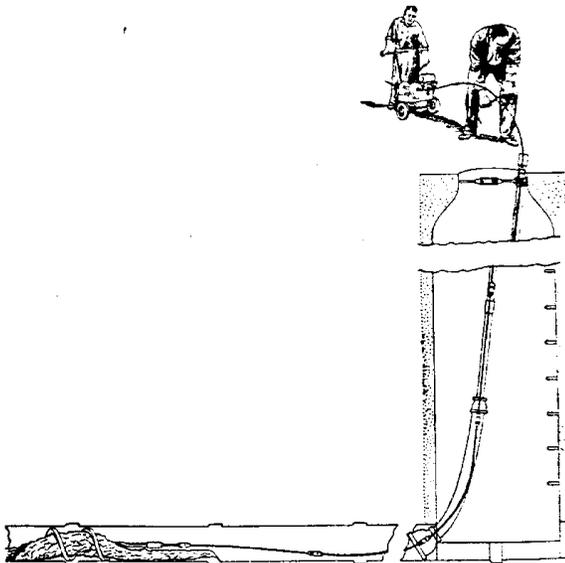


Figura 4.6.
Limpieza de alcantarillas
(Tomada del Libro Ingeniería Ambiental,
Therense J. McGee).

La grasa es la causa más común de bloqueo en las alcantarillas domésticas y la capacidad de las alcantarillas más grandes puede ser en gran medida reducida por los depósitos de grasa en las paredes. En las casas, las alcantarillas pueden ser limpiadas con herramientas rotativas montadas al final de una cinta flexible que es manejada manualmente o por un pequeño motor eléctrico. Los depósitos de

grasa de los colectores son limpiados con herramientas cortantes similares a la mostrada en la Figura 4.6, en general seguido por cepillado con cepillo metálico.

Arena y cascajo: pueden ser removidos por paletas o cucharas haladas a través de un cable y una manivela. Se recomienda el lavado con agua a abundante para depósitos de arenas y cascajo, pero cuando se trata de remover depósitos de grasas o raíces, este procedimiento no es el más indicado. El lavado debe ser hecho con cuidado de no aplicar un caudal demasiado fuerte ya que podría sobrecargar la alcantarilla y hacer que el agua regrese hacia los artefactos de plomería domésticos.

Una bola de caucho suave inflada a un tamaño escasamente menor que el diámetro de la alcantarilla ayuda en la remoción de depósitos de cascajo y grasa. La bola se ajusta por sí misma a las irregularidades de la tubería mientras el agua retenida detrás escapa alrededor de sus bordes a alta velocidad, lavando los depósitos. Las raíces hasta de 6 mm pueden ser rotas por la bola.

El material desalojado en operaciones de limpieza de alcantarillas debe ser removido en el siguiente pozo de inspección para prevenir la formación de otro bloqueo en la línea aguas abajo. El residuo puede ser removido en un pozo de inspección mediante la inserción de una especie de pala en forma de L con su salida en el extremo final vuelta hacia arriba. El pozo de inspección en si mismo servirá como una trampa y retendrá los sólidos.

Las inspecciones de rutina de alcantarillas son supremamente beneficiosas para evitar bloqueos severos. Se recomienda que las alcantarillas con pendientes

planas pueden ser examinadas por lo menos dos veces al año, mientras que aquellas con pendientes mayores sean verificadas por lo menos una vez al año. Las inspecciones son hechas visualmente, de pozo a pozo de inspección: la luz brillante es colocada en el pozo de inspección hacia el que el inspector está mirando. Un espejo en una vara bajada dentro del pozo permitirá a menudo que el examen sea hecho desde el nivel de la calle.

Reparaciones y conexiones de alcantarilla.

Los daños a las alcantarillas causados por corrosión, cargas superficiales o sedimentación deben ser reparados sin demora. Orificios en las alcantarillas pueden permitir a la tierra entrar a la tubería y, por ende, socavar carreteras o edificaciones. Las secciones dañadas deben ser localizadas tan cerca como sea posible por la inspección y el recorrido de los pozos de inspección. La excavación puede ser entonces razonablemente mínima.

Gases en alcantarillas

Las explosiones en alcantarillas no son poco comunes y algunos trabajadores han muerto por inhalación de gases tóxicos producidos por actividad biológica o descargas industriales.

La causa más común de explosiones en alcantarillas es gasolina que ha escapado de tanques de almacenamiento sub-superficiales corroídos o que han sido descargados deliberadamente por estaciones de servicio. Otra fuente adicional de gases explosivos es el metano producido biológicamente.

La actividad biológica en las alcantarillas puede reducir el contenido de

oxígeno de la atmósfera, lo cual, por sí mismo puede matar a trabajadores desprotegidos. El contenido de gas de los pozos de inspección debe ser examinado antes de que los equipos de trabajo entren a ellos. También se recomienda que al menos una persona permanezca sobre el terreno para ayudar a quienes están debajo, en caso de presentarse dificultades. Algunas veces es posible hacer salir concentraciones tóxicas de gas de las alcantarillas por ventilación forzada con ventiladores portátiles.

Proyecto: Propuesta de Diseño de Alcantarillado Sanitario

Propietario: Alcaldía Municipal

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Ubicación: Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura, Departamento de Usulután

Presentan: Estudiantes de la U. E. S.

Fecha:

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO U.\$	COSTO T.\$
A. MATERIALES					
1	Trazo y Nivelación				
	Costanera de Pino	Vr	738.00	0.63	464.94
	Regla Pacha	Vr	462.00	0.51	235.62
	Clavos de 2 1/2"	lb	7.00	0.35	2.45
	Manguera Transparente de 1/2"	yda	15.00	0.40	6.00
	Nylon	rollo	20.00	1.37	27.40
					736.41
2	Excavación				
	Excavación en Zanja	M3	0.00		0.00
3	Relleno Compactado				
	Relleno Compactado en Zanja	M3	0.00		0.00
4	Instalación de Tuberías				
	Tubería de PVC Φ 6 Pulg.	c/u	35.00	32.22	1127.70
	Tubería de PVC Φ 8 Pulg.	c/u	707.00	51.37	36318.59
	Tubería de PVC Φ 10 Pulg.	c/u	113.00	90.04	10174.52
	Pegamento Para PVC	Gal.	10.00	36.42	364.20
					47985.01
5	Blindaje Para Zanjas				
	Tabla de Pino	Vr.	2456.00	1.14	2799.84
	Cuartón de Pino	Vr.	323.00	0.80	258.40
	Costanera de Pino	Vr.	43.00	0.63	27.09
	Clavos de 3"	lb.	245.50	0.35	85.93
					3171.26
6	Pozos de Visita				
	Regla Pacha	Vr.	462.00	0.51	235.62
	Costanera de Pino	Vr.	738.00	0.63	464.94
	Clavos de 2 1/2"	lb	7.00	0.35	2.45
	Nylon	rollo	5.00	1.37	6.85
	Ladrillos de Obra	c/u	76453.00	0.17	12997.01
	Cemento	bolsa	1107.00	4.80	5313.60
	Arena	M3	151.00	6.86	1035.86
	Grava	M3	15.50	18.29	283.50
	Agua	barril	157.00	1.14	178.98
	Hierro Φ de 3/8"	quint	8.50	20.25	172.13
	Hierro Φ de 5/8"	quint	22.00	19.75	434.50
	Hierro Φ de 1/4"	quint.	3.50	18.40	64.40
	Piedra Cuarta	M3	134.00	6.86	919.24
	Tapaderas Para Pozos de Hierro Fundido	c/u	92.00	137.14	12616.88
					34725.95
	SUB TOTAL				86618.63

Proyecto: Propuesta de Diseño de Alcantarillado Sanitario

Propietario: Alcaldía Municipal

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Ubicación: Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura

Presentan: Estudiantes de la U.E.S.

Fecha:

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO U.\$	COSTO T.\$
	Alambre de Amarre	lb	115.50	0.32	36.96
7	Reparación de Calles				36.96
	Adoquines	c/u	6395.00	0.35	2238.25
	Cemento	bolsa	527.00	4.80	2529.60
	Arena	M3	226.00	6.86	1550.36
	Agua	barril	110.00	1.14	125.40
	Reparación de Pavimento Asfáltico	M2	1119.89	11.43	12800.34
					19243.95
8	Paso Aéreo				
	Cemento	bolsa	25.00	4.80	120.00
	Arena	M3	1.50	6.86	10.29
	Grava	M3	1.50	18.29	27.44
	Agua	barril	3.00	1.14	3.42
	Hierro N° 3	quint.	0.50	20.25	10.13
	Hierro N° 4	quint.	1.50	19.83	29.75
	Alambre de Amarre # 16	lb	12.00	0.32	3.84
	Ángulos de 2"x2"x1/8"	c/u	17.00	7.49	127.33
	Ángulos de 7/8"x7/8"x1/8"	c/u	17.00	3.23	54.91
	Tuberías de Hierro Φ 8"	c/u	9.00	293.80	2644.20
	Conexiones Para Tuberías Φ 8"	c/u	8.00	29.38	235.04
	Abrazaderas Para Tuberías Φ 8"	c/u	5.00	20.57	102.85
	Pernos de 1/4"	c/u	20.00	0.05	1.00
	Electródos	lb	3.00	1.00	3.00
	Pintura Anticorrosiva	Gal.	1.00	8.57	8.57
					3381.76
	TOTAL DE MATERIALES				109281.29
	B. RÓTULO IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO				
	Rótulo	S.G.	1.00	90.00	90.00
					90.00
	C. TRANSPORTE				
	Transporte de Material a Desalojar con Camiones de 6 m3	viaje	25.00	5.71	142.75
					142.75
	D. HERRAMIENTAS				
	Herramientas (2% de los Materiales)	%	2.00	1092.81	2185.63
					2185.63
	E. MAQUINARIA Y EQUIPO				
	Retroexcavadora JCB	Hora	416.00	45.20	18803.20
	Plancha Vibratoria Wocker	día	7.50	35.14	263.55
	Concretera de 1 Bolsa	día	24.00	29.00	696.00
					19762.75
	SUB TOTAL				131462.42

Proyecto: Propuesta de Diseño de Alcantarillado Sanitario

Propietario: Alcaldía Municipal

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Ubicación: Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura

Presentan: Estudiantes de la U.E.S.

Fecha:

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO U.\$	COSTO T.\$
	F. MANO DE OBRA				
	Maestro de Obra	día	180.00	11.43	2057.40
	Obreros	día	618.00	9.60	5932.80
	Auxiliares	día	8099.00	7.82	63334.18
					71324.38
	TOTAL COSTO DIRECTO				202786.80
	COSTO INDIRECTO (35% del Costo Directo)	%	35.00	202786.80	70975.38
					70975.38
	TOTAL PARCIAL				273762.18
	G. IMPREVISTOS				
	Imprevistos (3% del Monto Total)	%	3.00	273762.18	8212.87
					8212.87
	TOTAL				281975.04

CAPÍTULO V

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN PARA LOS SECTORES DE
DIFÍCIL ACCESO A LA RED DE ALCANTARILLADO**

5.1. Presentación de Propuestas

Como se puede apreciar en la sección 4.5 del capítulo anterior, existen ciertos sectores de la población que no han sido incluidos en el diseño de la red, esto se debe a lo siguiente:

En los perfiles de los planos constructivos (ver anexo 6) se puede observar que la topografía del lugar hace imposible el flujo por gravedad en los sectores que se describen en la tabla 5.1; debido a esto, si se construyeran colectores en dichos tramos, el flujo no podría ser transportado hasta el punto final de descarga propuesto. Para dar solución a este problema existen algunas alternativas entre las cuales se tiene la adopción de otros puntos en los que puedan descargar estos tramos; ésta es una propuesta que técnicamente resulta factible, pero presenta la desventaja de necesitar efectuarle a éstas aguas un tratamiento por separado, lo cual incrementaría considerablemente el costo del proyecto.

Tabla 5.1. Sectores que Presentan Dificultad para la Introducción de la Red de Alcantarillado.

Sector	Ubicación	Nº de Viviendas
Pasaje 3	Entre 5ª Av. Sur y 3ª Av. Sur	5
Pasaje 2	Entre quebrada y 4ª Avenida Sur	14
4ª Calle Pte.	Entre 1ª Av. Sur y 2ª Av. Sur	12
2ª Av. Sur	Entre 4ª Av. Sur y 4ª Calle Pte.	6
3ª Av. Sur	Entre pasaje 3 y 4ª Calle Oriente	7
Total de Viviendas		44

También existe la alternativa de evacuar esta agua por el método del bombeo; pero, por las razones expuestas en la sección 4.1 del capítulo anterior, este método tampoco resulta el más conveniente.

Existen dos alternativas, las cuales resultan viables desde los puntos de vista técnico, económico y ambiental, éstas son:

- La implementación en cada vivienda del sistema de Fosa Séptica (Caja Séptica-Pozo de Absorción), aprobado por el Departamento de Evacuación de A.N.D.A.; y
- La implementación, también en cada vivienda, del sistema de Letrina Abonera Seca Familiar.

Ambos sistemas son los que el grupo de trabajo propone para darle solución a este problema.

5.2. Sistemas de Fosa Séptica

Uno de los requisitos que se debe cumplir para la implementación de este sistema es la suficiente provisión de agua, requisito que se cumple en las viviendas en estudio, ya que el 100% de ellas cuentan con el servicio de abastecimiento de agua.

5.2.1. Elementos de una Fosa Séptica

Caja Séptica

Es un depósito impermeable generalmente subterráneo, cuyo diseño se realiza atendiendo ciertas especificaciones establecidas por A.N.D.A. (ver sección 5.2.2). En este dispositivo el agua queda en reposo, efectuándose un proceso de

sedimentación y formación de nata. Los sedimentos y las natas tienden a desaparecer con el tiempo y el agua intermedia entre la nata y los sedimentos se va convirtiendo en un líquido clarificado. Esto se debe a que la ausencia del aire y la luz crea las condiciones propicias para la vida de seres anaeróbios. Estos seres toman los elementos necesarios de la materia orgánica para su existencia, convirtiéndolos en líquidos y gases, reduciéndose así las formas peligrosas de dicha materia orgánica a productos minerales inofensivos. A la putrefacción de las materias contenidas en las aguas negras por la acción de los seres anaeróbios se le conoce con el nombre de proceso séptico. Con el cambio sufrido, las aguas toman una condición tal que, se ponen en contacto con el aire y rápidamente se oxidan y se transforman en inofensivas. En este cambio donde existe la presencia del oxígeno intervienen las bacterias aeróbias.

Pozo de absorción

El medio más recomendable para la oxidación de las aguas provenientes de la caja séptica es el pozo de absorción, en donde las aguas se infiltran al subsuelo a través de paredes y piso permeables, contruidos respetando las dimensiones y parámetros establecidos por A.N.D.A. (ver sección 5.2.2).

5.2.2. Especificaciones para el Diseño de Fosas Sépticas[†]

- Se deberá construir un sistema por cada vivienda.
- El dimensionamiento de la caja séptica depende del número de personas que habitan la vivienda, respetando los parámetros presentados en la tabla 5.2.

[†] Fuente: Normas para el Diseño de Fosas Sépticas, Departamento de Evacuación de A.N.D.A.

- La tubería que conecta el inodoro con la caja deberá tener un diámetro nominal de 6" y una pendiente de 2 a 4%.

Tabla 5.2 Dimensionamiento de Caja Séptica

Dimensiones de la Caja (Medidas Interiores)			
Nº de Personas	Largo (L)	Ancho	Profundidad (H)
6	2.00	1.00	1.60
10	2.40	1.10	1.70
16	3.20	1.20	1.80

*Tomada de las Normas para Dimensionamiento de Fosas Sépticas del Departamento de Evacuación de A.N.D.A.

- El fondo de la excavación para el pozo de absorción deberá realizarse hasta encontrar material permeable, pero deberá estar por lo menos 3 mts. por encima del nivel freático, preferiblemente a 5m o más.
- En el fondo del pozo se deberá colocar una capa de por lo menos 30 cm. de grava, y encima de ésta una capa de por lo menos 30 cm. de piedra suelta.
- La tubería que conecta la caja con el pozo de absorción deberá tener un diámetro mínimo de 6" y una pendiente mínima de 1%.
- En la parte superior del pozo se deberá construir un ademe de ladrillo de barro puesto de lazo para prevenir posibles derrumbes e infiltraciones de aguas lluvias. La altura de esta estructura variará entre 1.00 y 2.00 metros, dependiendo del tipo de suelo y medidos hacia abajo a partir de una losa de concreto reforzado de 10 cm. de espesor.

- La tapadera del pozo deberá estar ubicada, por lo menos, a 30 cm. por debajo de la superficie del terreno.
- La limpieza de los sólidos en las cajas sépticas deberá realizarse en un período máximo de dos años para evitar posibles derrames, dejando un residuo del 10%.
- El pozo de absorción no deberá estar a menos de 30 mts. de distancia horizontal de un pozo de agua potable, ni a menos de 3 mts. de una construcción o del lindero del terreno.
- El diámetro interior del pozo deberá tener un valor de 1m.

5.2.3. Diseño de la Fosa Séptica

Tubería Inodoro-Caja:

$\varnothing = 6''$; Pendiente = 2 a 4%

Caja Séptica:

Por cuestiones de seguridad se asumirá una población por vivienda de 10 personas.

De la tabla 4.2 se tiene que las dimensiones interiores libres de la caja serán:

Largo = 2.40 mts.; Ancho = 1.10 mts.; Profundidad = 1.70 mts.

Tubería Caja-Pozo:

$\varnothing = 6''$; Pendiente = 1% como mínimo

Pozo de Absorción:

El ademe superior de ladrillo de barro tendrá una profundidad de 1.00 m. por ser terrenos arcillo-arenosos.

La profundidad total del pozo, a partir de la superficie del terreno, tendrá un valor de 10 mts. Esta es la profundidad promedio que poseen la mayoría de los pozos existentes en el lugar, debido a que a ella se encuentran los estratos permeables, además de cumplir con la distancia mínima respecto al nivel freático, el cual se encuentra a 16 mts. por debajo del nivel del terreno (ver capítulo III, tabla 3.4).

En el fondo del pozo se colocará una capa de grava de 50 cm. de altura y sobre ella una capa de piedra suelta del mismo espesor que servirán como filtro aeróbico.

El diámetro interior del pozo será igual a 1 m., tal como lo especifica la norma.

Los planos constructivos de la fosa séptica se pueden observar en el anexo 9.

5.2.4. Trámite del Permiso Ambiental

En la normativa vigente del Ministerio del Medio Ambiente no se establecen restricciones para la implementación de sistemas de fosas sépticas; pero, para poder realizar este tipo de obras se debe contar con un permiso ambiental otorgado por dicha entidad. En cumplimiento al artículo 22 de la Ley del Medio Ambiente, el titular o propietario de la obra deberá de presentar al

Ministerio el formulario ambiental; el cual deberá ser respondido por un profesional entendido en la materia, siguiendo el modelo presentado en el anexo 8.

5.3. Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar

Una alternativa más económica que la de fosa séptica es un tipo de letrina; la cual, a diferencia de la letrina de hoyo seco, ofrece gran seguridad sanitaria en la disposición de las heces, minimiza la posibilidad de contaminación de las fuentes de agua y reduce las condiciones para la producción de olores desagradables y criaderos de insectos dañinos. Las características de esta letrina también permiten su construcción en terrenos húmedos y poco firmes, como los suelos arenosos. Este tipo de letrinas se conoce con el nombre de Letrina Abonera Seca Familiar o sencillamente por sus siglas LASF.

5.3.1. Principios Técnicos más Importantes de las LASF:

Principio 1. Dos Cámaras o Depósitos de Almacenamiento

La LASF provee dos depósitos o cámaras colocados uno junto al otro, los cuales permiten la recolección de las heces. Cuando una cámara está llena no es necesario trasladar a otro lugar toda la letrina, como sucede en las de foso; sencillamente se cambia de una taza a otra, dejando sellada y temporalmente sin uso la taza empleada al principio.

Principio 2. Urinarios para Garantizar el Proceso Seco

Es una letrina que funciona con la condición de mantenerse seca, no está diseñada para recibir líquidos tales como orina o agua. Precisamente por ello, los

asientos o tazas utilizados en ella tienen un elemento particular que los hace diferentes a los de otros tipos de letrinas; las tazas cuentan con una prolongación delantera que impide la penetración de orina en la cámara. Esta prolongación o urinario recibe la orina, y la traslada hasta un foso sumidero por medio de un tubo o poliducto. A la letrina también se le ha adaptado un colector de orina de diseño especial que ha de ser utilizado exclusivamente por varones.

El tamaño de las tazas, permite que éstas sean utilizadas por personas de todos los grupos de edad. Adaptándole un asiento más reducido, la taza se adecua para que la usen los niños de corta edad.

Principio 3. Mantenimiento Mejorado

El mantenimiento de las LASF es sumamente sencillo; ésta posee dos cámaras, cada una de estas cámaras se llena, en condiciones normales, en unos seis meses. Una vez llena, se sella y suspende su uso durante los próximos seis meses. Este será el tiempo necesario para que el excremento humano se descomponga y seque; en su nuevo estado el material será removido más fácilmente y no ofrecerá peligros para la salud. La cámara llena podrá ser vaciada después de pasados seis meses de haber sido sellada, mientras tanto, la otra estará en uso por un período igual de tiempo.

Principio 4. El Material de Desecho Puede Ser Aprovechado

Además de las ventajas de higiene y mantenimiento, este tipo de letrina ofrece la ventaja de producir abono orgánico. En la LAFS, el excremento humano experimenta un proceso de transformación, que lo convierte en materia

aprovechable para el enriquecimiento de la tierra de cultivo. Para el logro de este propósito, el uso de la letrina abonera seca, exige que las heces depositadas en la cámara sean cubiertas con cantidades regulares de ceniza, o en su defecto, una mezcla de tierra seca con cal. Las heces así tratadas, sufren un cambio en su composición; son secadas y se descomponen, reduciendo su contenido de gérmenes y produciendo un tipo de abono perfectamente aprovechable.

Principio 5. Las Familias de la Comunidad Pueden Encargarse de la Construcción de sus Letrinas

La construcción de la LASF es relativamente sencilla y se presenta para que las familias de la comunidad se organicen y se apoyen mutuamente en las actividades necesarias para su construcción.

La comunidad puede intercambiar herramientas de trabajo, ayudar en la consecución de materiales a las familias que tengan más dificultades para obtenerlos y apoyarse mutuamente en los distintos pasos para la construcción de las letrinas.

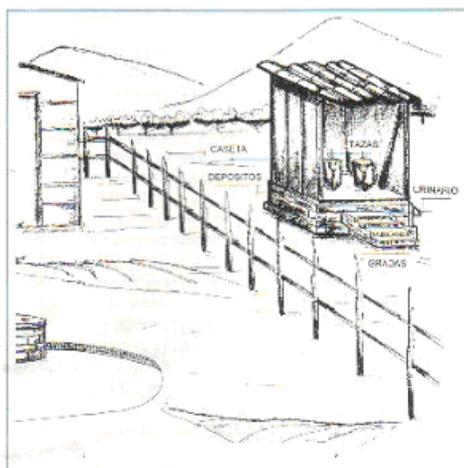


Fig. 5.1. Componentes de las LASF.

5.3.2. Guía para la Construcción de las LASF

El proceso de construcción es sencillo, consta de 7 pasos, los cuales se describen a continuación:

Paso 1. Selección y preparación del terreno

En primer lugar, la letrina debe construirse próxima a la vivienda, de tal manera que se tenga fácil acceso a ella.

El terreno seleccionado debe medir 1.80 m de frente y 1.30 m de ancho. Ya que la LASF minimiza los riesgos de contaminación de las fuentes de agua subterránea, esta puede construirse aún cerca de los pozos, a diferencia de los pozos de absorción; sin embargo, a pesar de las bondades de esta letrina no es aconsejable construirla en los siguientes tipos de terreno:

- a) En terrenos de relleno o demasiado flojos; en caso inevitable deben compactarse.

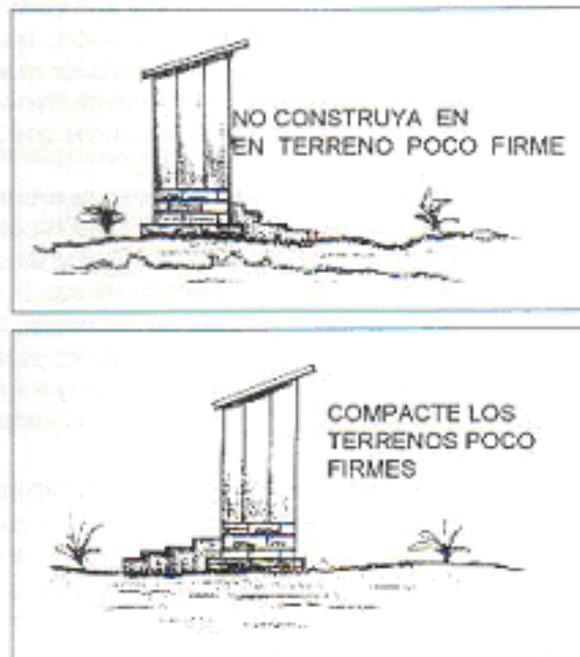


Fig. 5.2. Construcción de LASF en terreno flojo.

- b) Próximas a barrancos o sobre zonas bajas o inundables en el invierno. Para la

construcción es preferible buscar las zonas más altas del terreno.

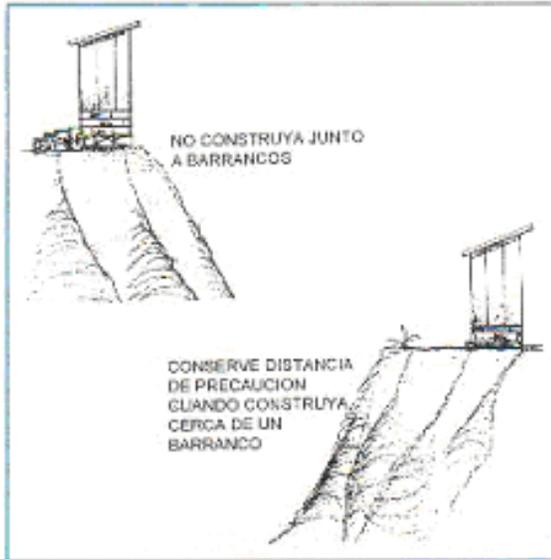


Fig. 5.3. Construcción de LASF en lugares cercanos a barrancas

c) En laderas con pendientes muy pronunciadas. En caso necesario, hacer terrazas debidamente compactadas y complementadas con los muros de contención necesarios.



Fig. 5.4. Construcción de LASF en terrenos laderosos.

Paso 2. Construcción del arranque de piedra

El segundo paso es la construcción del arranque, éste mide 1.80 m de largo

x 1.30 m de ancho; su altura o espesor debe ser como mínimo de 0.10 m (ver figura 5.5).

Esta estructura, además de sostener la construcción de la letrina sirve para impedir que las excretas se filtren al subsuelo.

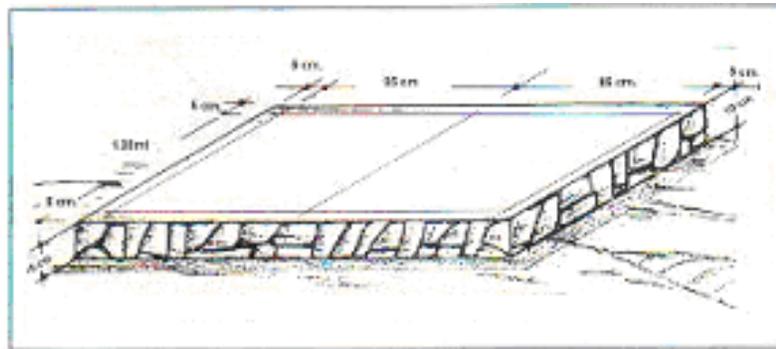


Fig. 5.5. Trazado de líneas guías en arranque

El procedimiento para la construcción de esta cimentación es el siguiente:

- Limpiar el terreno, retirando los desechos vegetales, basura y vidrios.
- Aplanar y compactar el terreno.
- Colocar sobre el terreno un marco de madera y reforzarlo con estacas, el cual servirá como molde.
- Excavar hasta una profundidad de 0.10 m (como mínimo) en el área del marco.
- Nivelar y poner a escuadra el marco.
- Empedrar el área del marco, cuidando que el empedrado quede unos 3 cm debajo del nivel del marco.

- Preparar la mezcla en proporción 1:4 (una medida de cemento por cuatro de arena).
- Vaciar la mezcla en el empedrado y esparcirla, asegurándose de que no queden huecos.
- Emparejar la superficie y permitir el fraguado. Regarla 2 o 3 veces al día.

Paso 3. Construcción de las cámaras

Las cámaras son dos depósitos colocados uno junto al otro que se utilizan para la disposición de las heces. Cada una de las cámaras presenta una abertura utilizada como compuerta para la extracción posterior del abono. Las medidas interiores de las cámaras son: 0.70 m de largo por 1.00 m de ancho y 0.80 m de ancho.

Procedimiento de construcción:

Trazo de las líneas de distribución de las cámaras

- Primero, se trazan en la superficie del arranque líneas marginales a los bordes. Estas líneas se marcan a 0.05 m de cada lado del arranque.
- Se forman escuadras y luego se traza una línea central a 0.85 m desde la línea paralela a lo ancho (ver figura 5.5)

Construcción de las paredes

- Preparar la mezcla de cemento-arena en proporción 1:4.
- Pegar los bloques guías según se muestra en la figura 5.6, orientándose por las líneas de trazo. Avanzar el levantamiento de las paredes.

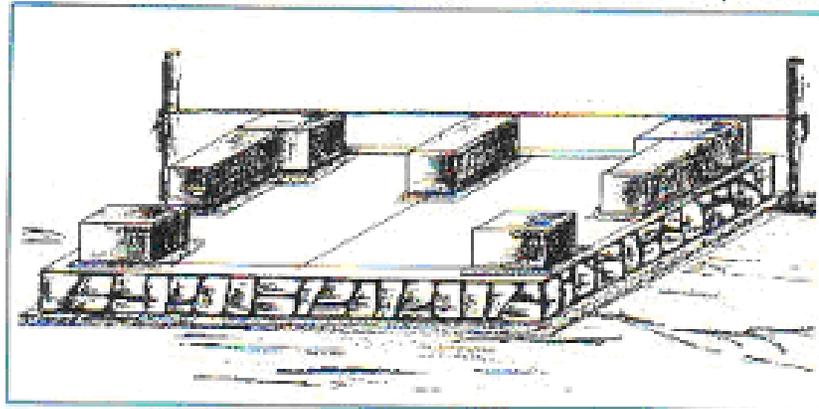


Fig. 5.6. Colocación de Bloques guías.

- Las compuertas se construyen en la parte trasera de la letrina. Cada compuerta mide 0.40 m de base por 0.40m de altura (ver figura 5.7).

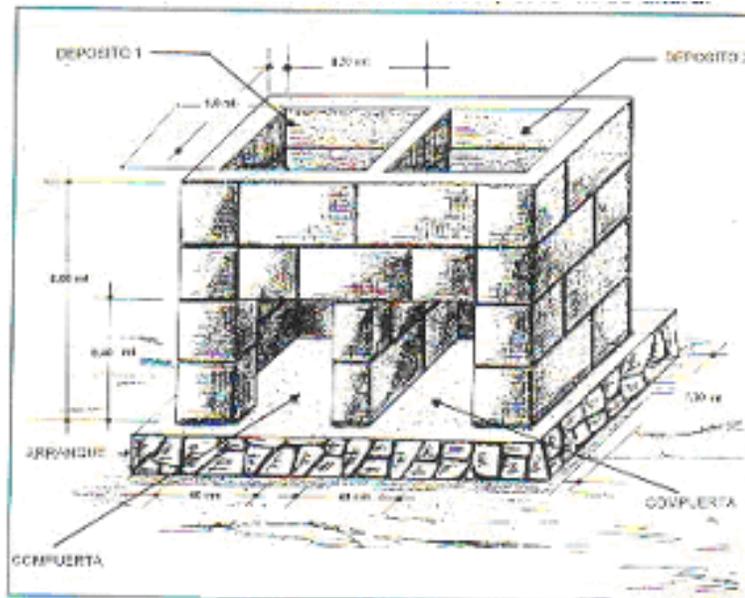


Fig. 5.7. Vista de las compuertas de los depósitos de las LAFS.

Paso 4. Construcción de las gradas

Las gradas son componentes de las LASF que pueden ser construidas con

materiales y técnicas variadas. Las gradas facilitan el acceso a la taza de la letrina, éstas deberán presentar cuatro niveles, cada grada mide 0.60 m de ancho, y éstas se erigen sobre una rampa de 1.25 m de largo. Cada nivel o escalón tiene 0.30 m de huella (ver figura 5.8).

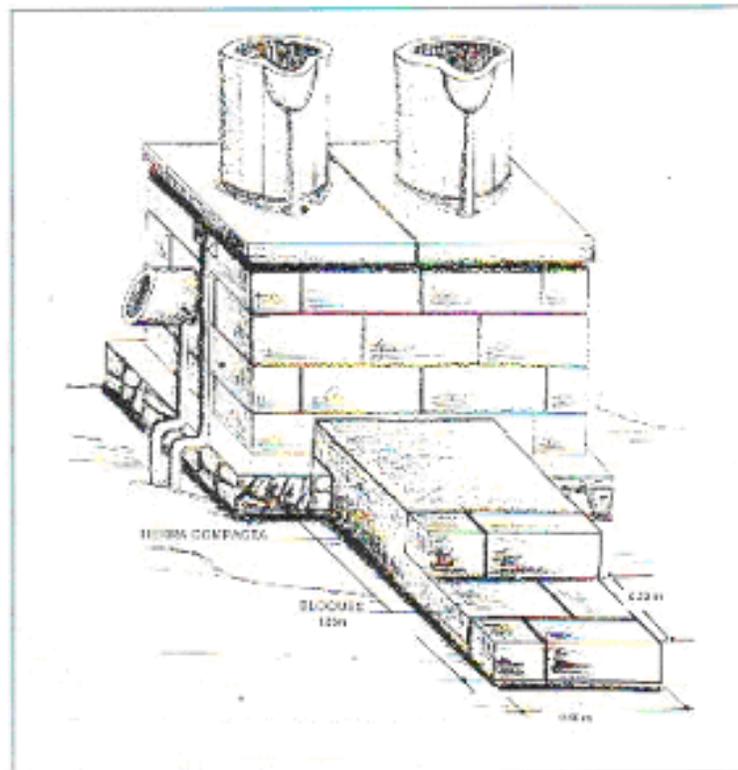


Fig. 5.8. Dimensiones de las gradas.

Procedimiento de Construcción:

Primero, nivelar y apisonar el área donde se construirán las gradas de la letrina, esto es, frente a las recámaras (0.60m de ancho y 1.25 m de largo).

- Trazar dos líneas de distribución de las gradas, cada una paralela a 0.30 mts de la línea central que divide a las cámaras.
- Preparar mezcla de cemento-arena en proporción 1:4.
- Pegar los bloques según se muestra en la figura 5.9 y rellenar las ranuras con mezcla.

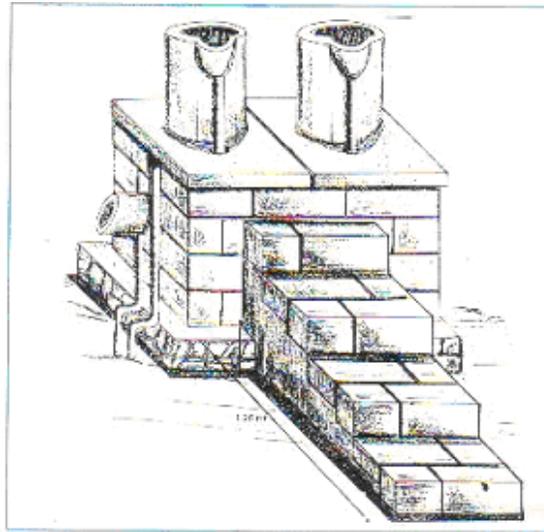


Fig. 5.9. Acabado de las gradas.

Paso 5. Adaptación de las planchas, tazas y urinario.

Una vez construidas la cámara y las gradas se procederá a adaptar las planchas y demás componentes.

Procedimiento de Adaptación:

a) Perforación de ranuras y agujero

- Perforar una ranura en el canto de cada una de las paredes laterales de las cámaras. Estas servirán para empotrar el poliducto que va de las tazas al foso sumidero.

- Perforar un agujero en la pared lateral de una de las cámaras. En este agujero, a 0.65 m ó 0.70 m del arranque, atravesar un clavo de 0.15 m que servirá para sostener el urinario.

b) Adaptación de las planchas

- Preparar mezcla de cemento-arena en proporción 1:3.
- Ajustar y pegar las planchas sobre el canto de las paredes de las recámaras, estas planchas se ajustarán a partir de la pared central. El pegado se realiza sobre una capa de mezcla de 1 ó 2 cm de espesor.

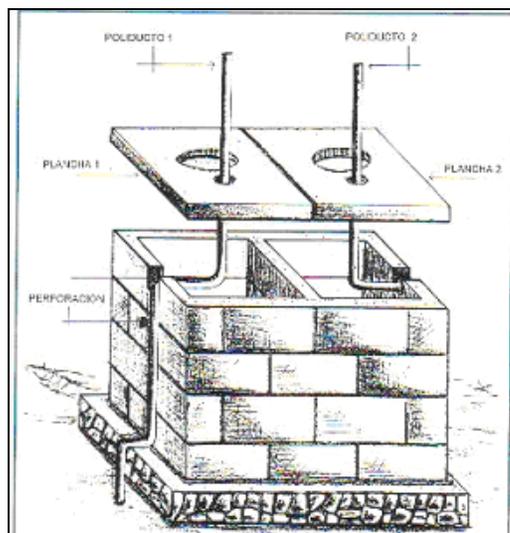


Fig. 5.10. Colocación de planchas y poliductos.

c) Adaptación de las tazas

- Ajustar y pegar las tazas sobre cada una de las planchas, exactamente sobre el agujero mayor, y luego pegar cada taza sobre una capa de mezcla de 1 ó 2 cm de espesor.

- Atravesar el poliducto por el agujero pequeño de la plancha, luego hacerlo pasar por la ranura y finalmente adaptarlo al foso sumidero o recipiente (en caso de usar el abono líquido). Proceder igual para la otra taza.
- Introducir el trozo de poliducto que sale de las planchas, en el respectivo agujero del urinario de las tazas. Sellar los espacios con las mezclas, cuidando de no taponar el interior del tubo.

d) Adaptación del Urinario

- Adaptar el urinario, sujetándolo al clavo o varilla, colocado anteriormente en la pared lateral de una de las cámaras. Pegar con mezcla, cuidando de no taponar el interior del tubo.
- Empotrar el respectivo agujero del urinario, un tubo de poliducto de 1". Este tubo se conectará al foso sumidero, o a un recipiente en caso de usar el abono líquido (ver figura 5.11).

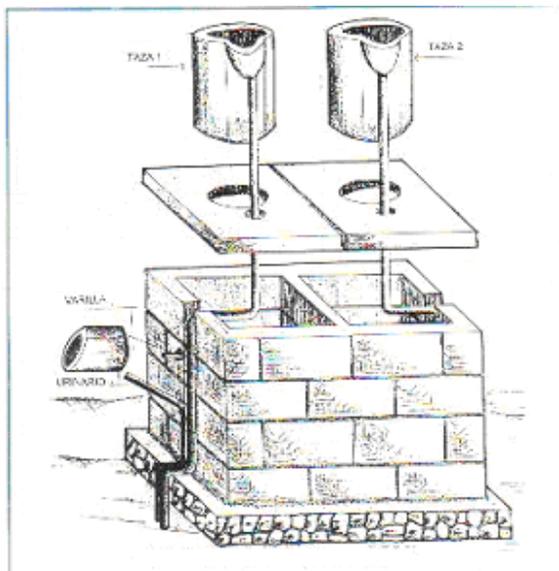


Fig. 5.11. Colocación de tazas y urinario.

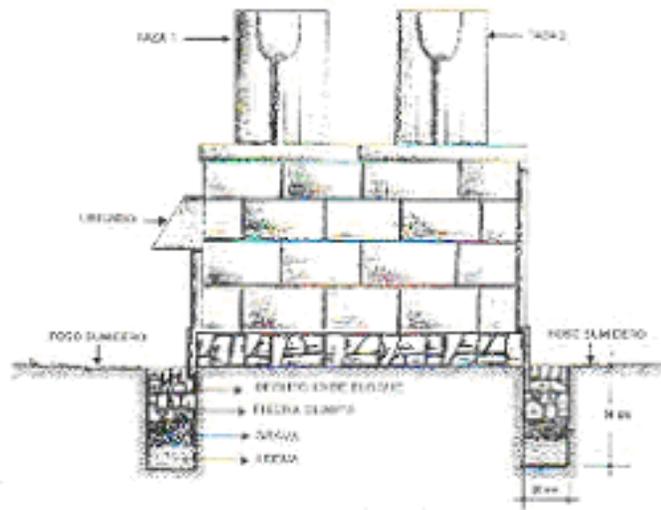
Paso 6. Construcción del foso sumidero

La LASF incluye dos fosos sumideros que reciben la orina que proviene tanto de las tazas como del urinario. Estos fosos pueden tener profundidad variable y se forman con un relleno de material diverso: piedra quebrada, grava y arena. El foso sumidero se excava junto a las paredes de los lados de las cámaras, en un área de 0.20x0.20 m. La profundidad puede ser de 0.50 m (ver figura 5.12).

Procedimiento de construcción

- Excavar junto a las paredes laterales de las cámaras un agujero según las medidas dadas.
- Rellenar el foso por capas; primero una capa de arena, una capa de grava y seguidamente una de piedra cuarta.
- Conectar los tubos de poliductos que vienen de las tazas y urinario al foso sumidero y complementar el llenado con fosos de bloques o tejas.
- Se debe tener cuidado de que el poliducto pueda sacarse con facilidad en caso de que se desee utilizar la orina como abono.

Fig. 5.12. Componentes del foso sumidero.



Paso 7. Construcción de la caseta

El último paso es la construcción de la caseta. Esta puede construirse con materiales alternativos accesibles a la población, tales como: ladrillos, adobes, varas, palma, cartón, madera, teja, etc.

Procedimiento de construcción:

- Primero se construye la estructura interna de la caseta, utilizando los materiales disponibles.
- Luego se construye el techo.
- De manera complementaria se procede a cubrir las paredes de la caseta (ver figura 5.13).

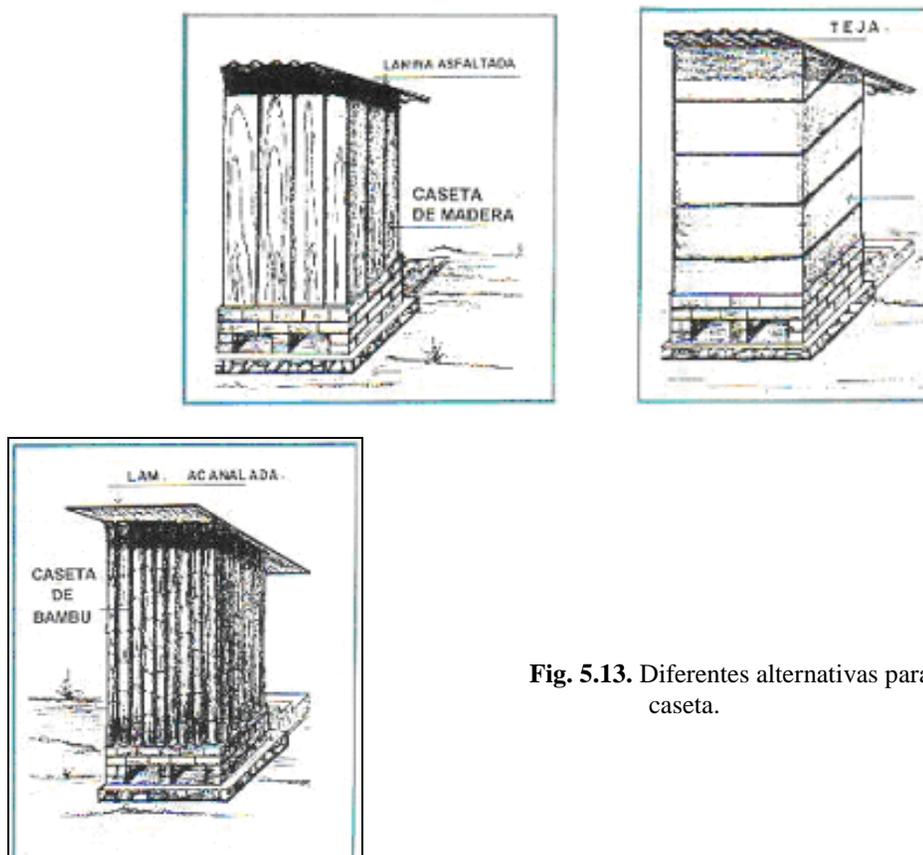


Fig. 5.13. Diferentes alternativas para construcción de la caseta.

Los planos constructivos de las LASF pueden ser observados en el anexo 10.

5.3.3. Recomendaciones Para el Uso y Mantenimiento de las Letrinas Aboneras Secas

a) Recomendaciones antes de iniciar el uso de las LASF

Para garantizar la correcta utilización de la LASF, es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- En primer lugar, se debe dejar en uso solamente una de las tazas, para ello hay que sellar temporalmente la otra, asegurándola con un plástico resistente y una tapadera que ejerza presión sobre éste, tal como se observa en la figura 5.14.

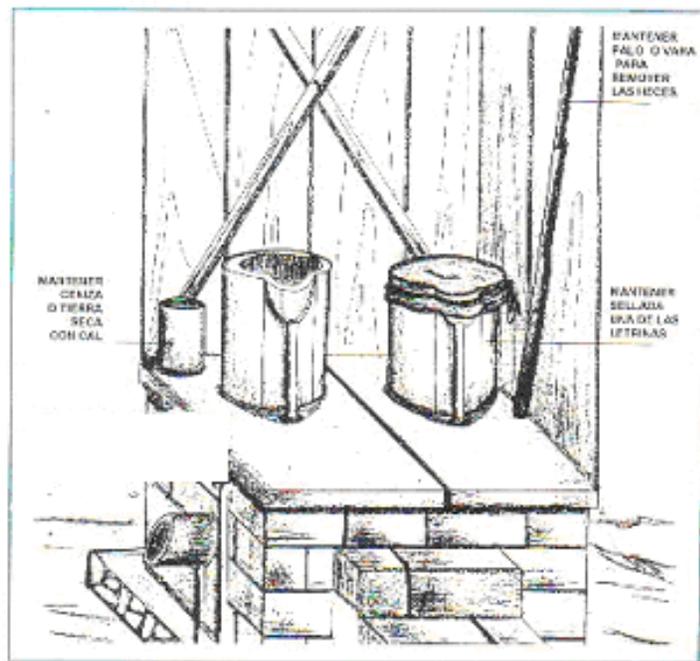


Fig. 5.14. Cuando una de las letrinas se encuentra en uso, la otra se debe mantener sellada.

- Antes de iniciar el uso de la cámara que se utiliza, se colocará en ella una delgada capa de estiércol seco de caballo, ceniza o una mezcla de tierra seca con cal. Previamente deberán cerrarse las compuertas.
- Preparar un recipiente con ceniza o tierra seca con cal (material secante), en proporción 1:5, esta mezcla deberá permanecer cerca de la taza.
- Complementariamente, preparar un palo o vara de unos 2 m de largo, el cual servirá para mover el excremento contenido en la cámara.

b) Recomendaciones cuando esté en uso la LASF

- Para utilizar la letrina, todos los miembros de la familia se sentarán en la taza al momento de defecar.
- Se asegurarán de que el material que utilizaron para limpiarse sea depositado dentro de la cámara.
- Después de defecar, cubrirán los excrementos con material secante, cuidando de no tapar los orificios por donde desagua la orina.
- La taza en uso deberá permanecer tapada.
- La letrina cuenta con un urinario para varones.
- Es preciso lavarse las manos con agua y jabón, inmediatamente después de haber defecado, de haber manipulado las heces de los lactantes y niños pequeño, o de haber utilizado los implementos usados en la letrina.

c) Recomendaciones para el mantenimiento de la LASF

En cuanto al mantenimiento de las LASF se recomienda lo siguiente:

- Limpiar la letrina periódicamente: barriendo todos los días el interior de la caseta y sus alrededores, lavando los urinarios cada semana con agua y jabón, y aplicándoles una porción de lejía de cal o ceniza.
- Cuidar de que la masa de la cámara se mantenga seca. Si se nota liquidez, deberá agregarse material secante.
- De manera periódica se debe mover el contenido de las cámaras (una o dos veces por semana), utilizando para ello el palo o vara (ver figura 5.15).



Fig. 5.15. El proceso de movido del contenido de las LAFS se debe realizar por lo menos una vez a la semana.

- Las tazas de las LASF se usarán alternadamente, mientras se utiliza una, la otra permanece sellada.

- Cada cámara se llenará en seis u ocho meses. Cuando falten unos 10 cm para el llenado completo, se suspenderá el uso y se concluirá el llenado con material secante. Luego se debe sellar la taza y habilitar la otra.
- Después de 5 meses, se comprueba la contextura del contenido de la cámara sellada. Si ésta presenta una apariencia completamente seca, ya puede utilizarse como abono. Si la apariencia es pastosa y húmeda deberá conservarse uno o dos meses más hasta su secado.
- Cuando se extraiga el contenido seco de la primera cámara convertido en abono, debe limpiarse y prepararse para volver a usarla, y así sucesivamente.

d) Precauciones que deben guardarse con la LASF

En general, se deben de tener en cuenta las siguientes precauciones en el uso de la LASF:

- Ante todo evitar la entrada de cualquier tipo de líquido en la cámara. Cuando se note humedad excesiva, deberá agregarse suficiente material secante. La acumulación de líquidos en la cámara propicia la proliferación de gérmenes e insectos dañinos.
- No usar ambas recámaras a la vez, pues no funcionaría paralelamente el proceso de transformación del material de desecho en abono orgánico con el uso de la letrina.
- No quemar los papeles depositados en el interior de la letrina, porque podría quemarse el poliducto.

- No tirar basura en el interior de la taza. Los objetos tales como plásticos, vidrios o animales muertos, pueden dañar el proceso de transformación del material de desecho.

No guardar objetos dentro de la caseta, ni introducir animales en ésta; así se evitarán los criaderos de insectos

Obra: Construcción de Fosa Séptica

Propietario:

PRESUPUESTO DE FOSA SÉPTICA

Ubicación: Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura, Departamento de Usulután

Presentan: Estudiantes de la U. E. S.

Fecha:

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO U.\$	COSTO T.\$
MATERIALES					
	Costanera de Pino	Vr	6.00	0.63	3.78
	Regla Pacha	Vr	8.00	0.51	4.08
	Clavos de 2 1/2"	lb	0.50	0.35	0.18
	Manguera Transparente de 1/2"	yda	15.00	0.40	6.00
	Nylon	rollo	1.00	1.37	1.37
	Excavación en Zanja	M3	0.00	0.00	0.00
	Relleno Compactado en Zanja	M3	0.00	0.00	0.00
	Tubería de PVC Φ 6 Pulg.	c/u	2.00	32.22	64.44
	Pegamento Para PVC (1/2 de galón)	c/u	1.00	20.00	20.00
	Cemento	bolsa	32.00	4.80	153.60
	Arena	M3	3.00	6.86	20.58
	Grava	M3	2.00	18.29	36.58
	Agua	barril	6.00	1.14	6.84
	Hierro Φ de 3/8"	quint	3.00	20.25	60.75
	Hierro Φ de 1/4"	quint.	1.00	18.40	18.40
	Piedra Cuarta	M3	1.00	6.86	6.86
	Alambre de amarre	M3	21.00	0.32	6.72
	Losetas prefabricadas	c/u	7.00	10.50	73.50
	Ladrillos de Obra	c/u	847.00	0.17	143.99
	TOTAL DE MATERIALES				627.67
MANO DE OBRA					
	Obreros	día	33.00	9.60	316.80
	Auxiliares	día	33.00	7.82	258.06
	TOTAL MANO DE OBRA				574.86
	COSTO TOTAL				1202.53

Obra: Construcción de Letrina Abonera

Propietario:

PRESUPUESTO DE LETRINA ABONERA

Ubicación: Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura

Presentan: Estudiantes de la U.E.S.

Fecha:

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	COSTO U.\$	COSTO T.\$
A	MATERIALES				
	LETRINA ABONERA				
	Cemento	bolsa	5.00	4.80	24.00
	Arena	M3	1.60	6.86	10.98
	Hierro Φ de 1/4"	varilla	2.00	0.62	1.24
	Piedra cuarta	M3	0.25	6.86	1.72
	Poliducto	yda.	6.00	0.35	2.10
	Regla pacha	Vr	8.00	0.51	4.08
	Costanera de pino	Vr	7.50	0.63	4.73
	Urinario de cemento para letrina abonera	c/u	1.00	9.14	9.14
	Plancha de cemento	c/u	1.00	12.57	12.57
	Taza para letrina abonera	c/u	1.00	9.14	9.14
	TOTAL LETRINA ABONERA				79.69
B	CASETA				
	Costanera de pino	Vr	35.50	0.63	22.37
	Lámina acanalada galvanizada de 3 ydas.	c/u	5.00	6.72	33.60
	Lámina acanalada galvanizada de 2 ydas.	c/u	1.00	4.97	4.97
	Clavos de 2 1/2"	lb	1.00	0.35	0.35
	TOTAL CASETA				61.29
	COSTO TOTAL				140.97

CAPÍTULO VI

**PROPUESTA DE PREFACTIBILIDAD DE PLANTA DE
TRATAMIENTO**

6.1. Elementos que Constituyen la Propuesta

La propuesta de prefactibilidad de planta de tratamiento planteada en este capítulo, básicamente está constituida por dos elementos los cuales son:

- Estudio preliminar ambiental; mediante el cual se determinan los diferentes componentes del medio ambiente que resultarían afectados de no darles un tratamiento a las aguas residuales antes de ser descargadas en el río.
- Selección del sitio para ubicación de planta de tratamiento; con el cual se pretende establecer el terreno más adecuado, para la instalación de dicha obra.

6.2. Estudio Preliminar Ambiental

6.2.1. Introducción

En la búsqueda de soluciones a las necesidades de la población actual, el hombre da respuestas que no van en armonía con el medio ambiente, poniendo en peligro la existencia de muchas especies animales y vegetales, incluyendo la de sí mismo.

Las redes de alcantarillado sanitario son obras que suplen una de las necesidades más importantes de la población como lo es la evacuación de excretas y aguas de uso doméstico; sin embargo su vertido provoca alteraciones drásticas en los ecosistemas existentes en el cuerpo receptor y su entorno, es por ello que previo a la ejecución de un proyecto de este tipo, es necesario realizar un estudio que permita determinar todos los impactos ambientales y sociales relevantes que resultarían del mismo.

El presente documento contiene la evaluación preliminar de Impacto Ambiental del proyecto “Propuesta de Diseño de Alcantarillado Sanitario Para la Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura, Departamento de Usulután”, en el cual se aborda la identificación, priorización y descripción de los impactos de las distintas actividades referentes a las etapas de preconstrucción, construcción, operación, mantenimiento y cierre de ésta red.

6.2.2. Objetivos

General

- Realizar la evaluación preliminar ambiental del proyecto: “Propuesta de Diseño de Alcantarillado Sanitario Para la Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura, Departamento de Usulután”.

Específicos

- Caracterizar la zona de influencia del proyecto para determinar los factores ambientales que resultarán potencialmente afectados por éste.
- Identificar y priorizar los impactos potenciales que afectarán al medio biótico, abiótico y socioeconómico del área en estudio.

6.2.3. Resumen Ejecutivo

El contenido de éste trabajo, detalla primeramente, la caracterización de las actividades de las etapas del proyecto, seleccionando las que sobresalen por ser potencialmente significativas en relación al impacto en el medio y la salud . Posteriormente se caracteriza el área de influencia del proyecto, con el fin de determinar los factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que resultarán más afectados por las actividades del mismo; y por último, haciendo uso de una lista de chequeo y una matriz de interacción factor ambiental versus actividades del proyecto, se han identificado impactos ambientales potenciales que se generan por la puesta en marcha del proyecto.

6.2.4. Descripción del Proyecto

Breve Descripción

El proyecto consiste en la introducción de una red de alcantarillado sanitario en la zona urbana del municipio de San Buenaventura, Depto. de Usulután. Esta red incluye los colectores primarios y secundarios, los cuales servirán para la evacuación de las de las aguas residuales, así como también sus respectivos pozos de inspección. El arroyo que pretende ser utilizado como cuerpo receptor es el río San Buenaventura.

Ubicación del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la zona urbana del municipio de San Buenaventura, a 116 Km. al Oriente de la ciudad capital; y a unos 20 Km. al Poniente de la Ciudad de San Miguel.

Los linderos específicos son: al norte con el kilómetro 113 de la carretera Panamericana y el caserío San Cristóbal, municipio de San Buenaventura; al sur con la ciudad de Jucuapa; al Oriente con el cantón San Luis, municipio de Nueva Guadalupe y al Poniente con el cantón el Semillero Sur, municipio de San Buenaventura.

Área del Proyecto

El área del proyecto comprende desde el punto inicial o más alto de la red, ubicado en sector sur-oriente de la Villa, hasta su punto final de descarga ubicado

a unos 500m al Norte de la zona urbana. Su extensión geográfica tiene un valor aproximado de 46 y media manzanas.

Equipo a Utilizar

Los equipos que se considera se deberán utilizar en la ejecución del proyecto son:

- Para la etapa de excavaciones se hará uso de maquinaria pesada como retroexcavadoras mecánicas.
- Para la etapa de compactación se utilizará plancha vibratoria.
- Para la elaboración de concretos se utilizarán concreteras de 1 bolsa de capacidad.
- Para el desalojo de tierras y transporte de materiales se utilizarán camiones de volteo de 5 Ton de capacidad.

Fases del Proyecto

A continuación se describen las diferentes actividades en que se divide el desarrollo del proyecto, éstas son:

Preparación del Sitio

- Levantamiento topográfico.
- Limpieza y chapeo.

Construcción

- Trazo y nivelación.
- Remoción de adoquinado y pavimento asfáltico en las calles de la zona urbana en donde se instalarán las tuberías .

- Excavación.
- Instalación de tuberías.
- Compactación.
- Construcción de Pozos de Visita.
- Reparación de Adoquinado y pavimento asfáltico.
- Construcción de paso aéreo para tubería.

Funcionamiento

- Flujo de aguas residuales a través de colectores.
- Descarga de aguas negras crudas al río San Buenaventura.
- Mantenimiento: Limpieza de tuberías, limpieza de pozos, reparaciones en tuberías y pozos en caso de averías.

Abandono

Se considera que en caso de abandono no se realizarán actividades que causen impactos significativos en el medio.

6.2.5. Marco Legal

Código de Salud

Art. 284. Clasifica como acción grave contra la salud la descarga de desechos sólidos o líquidos, de origen doméstico o industrial en los cauces naturales de los ríos, lagos y otros similares.

Ley del Medio Ambiente

Art. 22. El titular de toda actividad obra o proyecto que requiera de permiso ambiental, deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que esta requiere con la información que se solicita.

6.2.6. Descripción Ambiental del Área Afectada

Área de Influencia del Proyecto

El área que resultará afectada por el proyecto comprende el total del área de ubicación de la red más el entorno del río San Buenaventura, aguas abajo del punto de descarga propuesto, esto incluye principalmente a las comunidades de Los Espinos y las Charcas de éste municipio; y también a las de El Jícara y Concepción del municipio de Lolotique.

Ambiente Físico

Topografía:

En el área de ubicación de la red, la topografía del terreno presenta pendientes pronunciadas de hasta un 24%, esto ocurre principalmente en el sector sur-oriente; no así en el sector norte, donde las pendientes se suavizan alcanzando valores de hasta un 2%. Por otra parte, en los sectores aguas abajo del punto de descarga propuesto, los terrenos presentan relieves en forma de lomas.

Suelos

Los tipos de suelos predominantes en la zona de ubicación de la red son los arcillo-arenosos; y en la zona aguas abajo predominan los suelos arcillo-

arenosos con contenido orgánico.

Clima

El clima predominante en la zona es el cálido, ya que las temperaturas se mantienen durante todo el año en valores que oscilan alrededor de los 27°C, excepto en los meses de Noviembre a Enero donde éstas bajan hasta los 19°C †

Geomorfología del río

El río tiene orientación norte, su lecho está conformado por sedimentos fluviales, de tamaño heterogéneo, su mayor carga la tiene en la época de lluvias. El río está conformando una unidad geomorfológica muy representativa en el lugar, con pequeñas terrazas de sedimentos fluviales (arenas y guijarros)

Ambiente Biológico

Flora:

En la zona de ubicación de la red predominan las especies de árboles frutales como: mango, jocote, marañón, cocotero, almendro y guayabo. También existen otras especies como el maquilishuat y el amate.

En la zona de aguas abajo del punto de descarga, en las riveras del río San Buenaventura, a una distancia de aproximadamente 15 mts. de las orillas del mismo existen alrededor de 23 especies como lo son: madre cacao, bambú, amate, almendro de río, mongo llano, conacaste, jiole, tiguilote, cablote, carreto, pito, mango, guarumo, chaperno blanco, jocote jobo, pepeto, caoba, copinol,

† Fuente: Mediciones realizadas por el grupo de trabajo.

chilamate, ceibo, goascanal, aceituno y anono silvestre. Entre estas especies las más predominantes son: el amate, almendro de río, chilamate, mongollano, jiote, conacaste, madre cacao, copinol y bambú. La densidad poblacional aproximada de estos es de 20 árboles en un área de 15x15 mts.

En las lomas del entorno de aguas abajo del punto de descarga, la existencia de árboles es muy escasa debido a que estos suelos son utilizados para cultivos. Entre las especies existentes en esta zona se tienen: guayabo, anono silvestre, copinol, arbustos y matorrales.

Fauna:

Entre las especies predominantes en zona se tienen:

- **Especies acuáticas:** chimbolo, cangrejo de río, rana y sapo.
- **Reptiles:** tortuga, garrobo, iguana, cherenqueca; culebras masacuata, guarda-caminos y zumbadora.
- **Mamíferos:** ganado vacuno, mapache, tacuazín, ardilla, gato de monte, hurones y zorrillos.
- **Aves:** paloma, chiltota, cenzone, gorrión, colibrí, zopilote, clarinero, zingo, torogoz, güís, cocosica, urraca y pájaro carpintero.
- **Insectos:** mariposas, libélulas, termitas, arañas, hormigas y zompopos.
- **Especies en peligro de extinción:** garrobo, iguana, torogoz y mapache.

Agua:

Las aguas subterráneas se encuentran contaminadas por heces fecales provenientes de letrinas y aguas de pozos resumideros sin tratamiento previo.[†] Esto se debe a que la profundidad mínima del nivel freático es de 16 metros y la profundidad promedio de las fuentes contaminantes citadas es de 10 metros;^{††} lo cual implica que la separación entre ambas, no es lo suficiente como para purificar el agua por un proceso de filtración natural.

Por otra parte, las aguas del río San Buenaventura también se encuentran contaminadas a causa de las prácticas ilegales realizadas por la población como lo son:

- Utilizarlo como botadero de basura, la cual en su mayoría consiste en plástico, caucho de neumáticos, aluminio y tela.
- Utilizarlo como cuerpo receptor de las aguas negras municipales sin tratamiento de la ciudad de Jucuapa.

Aire:

Debido a la poca circulación de vehículos automotores y a la no existencia de plantas industriales en la zona, se considera que el aire no presenta graves alteraciones, por lo que se puede decir que la calidad del aire no se ve afectada en forma significativa.

[†] Fuente: Prueba de laboratorio realizada por el Ministerio de Salud.

^{††} Fuente: Mediciones de campo realizadas por el grupo de trabajo

Ambiente Socioeconómico

- **Población:** La población de la zona urbana asciende a un valor de 1,666 habitantes.

- **Uso del Suelo:**

Dentro de los límites del área urbana, el uso del suelo es del tipo habitacional, y un área de aproximadamente una manzana donde se ubica el parque municipal por lo que el uso de este suelo es para esparcimiento.

Fuera del área urbana, el suelo se utiliza para el cultivo de cereales como: maíz, frijol, arroz, maicillo y ajonjolí.

- **Uso del Agua:**

Dentro del radio urbano, la población se abastece por medio del servicio público de A.N.D.A.

En el río San Buenaventura, el agua es utilizada para ciertas actividades como: utilización por unas 15 familias para el lavado de ropa y actividades domésticas, consumo para ganado vacuno.

Un dato muy importante que se debe mencionar es que a una distancia de aproximadamente 1 Km. aguas abajo del punto de descarga propuesto se encuentra ubicada una estación de bombeo de agua potable con su respectiva fuente, la cual abastece a las comunidades de Los espinos y Las Charcas. También existe otra estación, con su respectiva fuente, ubicada a aproximadamente 2 Km. aguas abajo del mismo punto. Ambas estaciones son administradas por las comunidades a que abastecen.

- **Salud Pública:**

El lugar cuenta con una unidad de salud en la que labora un personal de 6 trabajadores.

- **Educación:**

Existen 2 centros educativos: La Escuela Parvularia Nacional y el Centro Escolar de San Buenaventura, el cual cuenta con niveles de educación desde primaria hasta básica.



Fotografía 6.1: La fotografía muestra la contaminación por desechos sólidos en el río, así como también la cantidad de flora en las riveras de éste.



Fotografía 6.2: El conacaste es una de las especies predominantes en el río.



Fotografía 6.3: El círculo señala un nido de chiltota, especie que forma parte del ecosistema del río.



Fotografía 6.4: En las lomas del entorno del río, se cultivan cereales como maíz, frijol, maicillo y ajonjolí.



Fotografía 6.5: La fotografía muestra una de las estaciones de bombeo de agua potable, ubicada aguas abajo del punto de descarga propuesto.

Tabla 6.1. Lista de Chequeo Para Identificación de Impactos Significativos.

ACTIVIDAD	EFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Terracería - Excavación - Compactación - Operación de Maquinaria	- Generación de polvo - Ruido - Emisión de humo - Remoción y vibraciones del suelo	Aire	Directo Temporal Reversible	<p>Polvo: La cantidad de polvo producida afectará el aire alterando sus características físicas.</p> <p>Ruido: En esta etapa se generará ruido a causa de la maquinaria que se ha de utilizar.</p> <p>Humo: La maquinaria emitirá partículas de humo que alterará las características físicas y químicas del aire, pero en cantidades que se consideran tolerables.</p>
		Fauna	Temporal Reversible Indirecto	<p>Ruido: En la zona existe una fauna típica de un ecosistema urbano tropical. Las emisiones de polvo y humo afectarán principalmente a las aves del área de ubicación del proyecto, provocando su emigración desde la zona hasta sitios más aptos para su supervivencia.</p>
		Salud de Población y Trabajadores	Indirecto Temporal Reversible	<p>Las emisiones de humo y polvo podrían causar enfermedades respiratorias a los habitantes del lugar y trabajadores del proyecto.</p> <p>El ruido causará ansiedad en los pobladores del lugar.</p>
		Suelo	Directo Permanente Reversible	<p>A causa de la remoción del suelo se afectarán sus características físicas y mecánicas.</p>

Flujo de aguas negras en colectores	Posibles fugas de aguas negras de los colectores y pozos de inspección	Suelo	Directo Permanente Irreversible	El suelo se contaminaría con el derrame de las aguas residuales.
		Agua	Directo Temporal Irreversible	La infiltración de las aguas residuales hasta el nivel freático causaría contaminación en las aguas subterráneas.
		Flora	Indirectos Temporal Irreversible	Las plantas cercanas a los posibles derrames absorberían, por medio de sus raíces las, aguas contaminadas, contaminando su estructura interna.
		Salud	Indirecto Temporal Reversible	La población puede sufrir daños en su salud por el consumo de aguas subterráneas contaminadas por derrames de aguas residuales o por el consumo de frutos de plantas contaminadas por la misma causa.
Vertido	Descarga de las aguas negras crudas en el río San Buenaventura.	Aire	Directo Temporal Reversible	El aire se estaría contaminando a causa de los malos olores producidos.
		Agua superficial	Directo Permanente Irreversible	Las aguas del río San Buenaventura, la cual actualmente se encuentra contaminada por la descarga de las aguas residuales municipales crudas de la ciudad de Jucuapa y por la cantidad de desechos sólidos que son arrojados a ellas, se estarían contaminando aún más si se descargara en ellas las aguas residuales de la red propuesta sin ningún tratamiento previo.

		Agua Subterránea	Directo Permanente Irreversible	Las aguas subterráneas, cercanas al río San buenaventura y debajo del mismo, agravarían su grado de contaminación por causa de la infiltración a través del subsuelo de las aguas residuales de la red propuesta.
		Fauna	Indirecto Permanente Irreversible	La fauna del río se vería obligada a emigrar de la zona hacia lugares que presenten condiciones más aptas para su existencia.
		Flora	Indirecto Permanente Irreversible	La flora existente en las riveras del río, absorbería el agua contaminada, contaminando así su propia estructura y poniendo en riesgo su existencia.
		Salud	Indirecto Permanente Reversible	La salud de los habitantes se vería gravemente afectada, ya que las fuentes, ubicadas a orillas del río, que abastecen de agua a las comunidades de El Jícaro, Concepción, Los Espinos y Las Charcas se contaminarían por las aguas negras vertidas. El consumo de animales o frutos contaminados existentes en el lugar, también causaría daños en la salud de las personas.
		Uso del Agua y Actividad Económica	Indirecto Permanente Reversible	Los propietarios de ganado vacuno que utilizan el río como fuente de consumo para estos animales se verían obligados a optar por otros medios para satisfacer esta necesidad lo cual afectaría su economía. Las familias de escasos recursos, que utilizan las aguas del río para lavado de ropa y maíz para el aseo personal, se verían obligadas a adoptar por otros métodos, lo cual también afectará su economía familiar.

		Medio Visual	Directo Permanente Irreversible	El paisaje del río se vería afectado aún más de lo que actualmente se encuentra.
Mantenimiento de la red	<ul style="list-style-type: none"> - Reparaciones de fallas. - Limpieza de la Red. 	Salud de los Trabajadores	Directo Temporal Reversible	La posible producción de gases en las alcantarillas, principalmente el metano, podrían atentar contra la vida de los trabajadores si estos no guardan las medidas de seguridad necesarias.

Tabla 6.2. Matriz de Interacción FACTOR AMBIENTAL Vrs. IMPACTO.

		PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL EQUIPO			FUNCIONAMIENTO		
		Levantamiento Topográfico	Limpieza y Chapeo	Excavación	Compactación	Operación de Maquinaria	Derrame de A.N. de colectores	Vertido de A.N. en río	Mantenimiento de red
FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	ACTIVIDAD							
AIRE	Alteración de las características físicas del aire			X	X	X			
	Alteración de las características químicas del aire					X			
	Contaminación del aire por ruido					X			
	Contaminación del aire por malos Olores							X	
FAUNA	Emigración de fauna			X	X	X		X	
FLORA	Contaminación de la flora						X	X	
SUELO	Alteración de las características físicas y mecánicas del suelo			X	X				
	Contaminación del suelo						X		

6.2.7. Conclusión

Con el análisis de este estudio, se concluye que al vertir las aguas residuales en el cuerpo receptor sin darles un previo tratamiento, se ocasionarán daños severos en el medio ambiente, ya que se destruirán muchos ecosistemas que tienen su hábitat en el área de influencia del proyecto; principalmente en el río San Buenaventura y su entorno. Por lo tanto el grupo de trabajo propone la implementación de una planta de tratamiento, con la cual se mitiguen los impactos identificados anteriormente y de esta forma el proyecto pueda ser compatible con la naturaleza y tenga viabilidad desde el punto de vista ambiental.

6.2.8. Recomendaciones

Para el mejor desarrollo del proyecto se recomienda lo siguiente:

- Qué la Alcaldía Municipal junto con Instituciones protectoras del medio ambiente, realicen gestiones para que la municipalidad de Jucuapa no siga vertiendo las aguas residuales al río San Buenaventura sin un previo tratamiento.

- Que la Alcaldía Municipal cree una ordenanza, en la que se prohíba estrictamente el depósito de cualquier desecho al río San Buenaventura.

- Qué las estaciones de bombeo ubicada aguas abajo del punto de descarga, no abastezcan a sus respectivas poblaciones sin antes haberle realizado al agua un proceso de potabilización.

- Para prevenir riesgos en la salud de los trabajadores en la etapa de mantenimiento de la red se recomienda, tomar las medidas necesarias de protección contra los gases de las alcantarillas.

6.2.9. Formulario Ambiental

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL

FORMULARIO AMBIENTAL PARA INICIAR EL PROCESO DE PERMISO AMBIENTAL DE
PROYECTOS URBANISTICOS, CONSTRUCCIONES, LOTIFICACIONES U OBRAS QUE PUEDAN
CAUSAR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO

A. INFORMACIÓN GENERAL

Información del titular que propone la actividad, obra o proyecto, ya sea natural o jurídica, pública o privada (anexar para personas jurídicas, fotocopia de la personería de la empresa y del representante legal)

I. DEL TITULAR

1. NOMBRE DEL TITULAR: Alcaldía Municipal de San Buenaventura
2. DOMICILIO PRINCIPAL. Calle/Avenida: 1° Calle Poniente y 1° Av. Sur Número: _____
Barrio o Colonia: Barrio El Centro Mpio/Depto: San Buenaventura, Usulután
Tel.: 665-2908 Fax: 665-3067 Correo Electrónico: _____
3. DIRECCIÓN PARA NOTIFICACIÓN Y/O CITACIÓN: 1ª Calle Poniente y 1° Av. Sur
4. REPRESENTANTE LEGAL: _____

II. DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. NOMBRE DEL PROYECTO: Introducción de Red de Alcantarillado Sanitario en la Zona Urbana del Municipio de San Buenaventura, Depto. de Usulután

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: El proyecto consiste en la implementación de una red de alcantarillado sanitario, la cual estará compuesta por colectores primarios y secundarios, a base de tuberías de PVC rígido, mediante los cuales se transportarán las aguas residuales hasta un punto final de descarga. Además contendrá los respectivos pozos de inspección para su limpieza y mantenimiento. El arrollo que pretende ser utilizado como cuerpo receptor es el río San Buenaventura.
3. FORMA PARTE DE UN: (solo aplica para el sector público)
[X] Plan [] Programa [] Proyecto aislado
Nombre del Plan/Programa: Plan de acción Municipal de San Buenaventura
Realizó evaluación ambiental estratégica: [] Si [X] No
4. AMBITO DE ACCIÓN: [X] Urbano [] Rural [] Costero Marino
5. NATURALEZA: [X] Nuevo [] Ampliación [] Rehabilitación [] Reconversión [] Otro _____
6. TENENCIA DEL INMUEBLE: [] Propiedad [] Con opción de compra
[] Arrendamiento con promesa de venta [] Arrendamiento: plazo del contrato _____ años
7. FASE DEL PROYECTO: [] Prefactibilidad [] Factibilidad [X] Diseño Final
8. TIPO DE PROYECTO: [] Lotificación [] Urbanización
[] Otro tipo: Construcción de Alcantarillado Sanitario
9. USO DEL SUELO: Actual: habitacional y esparcimiento Potencial: Habitacional

10. UBICACIÓN FÍSICA: Se deberá anexar plano, señalando claramente la ubicación del área donde se pretende desarrollar la actividad, obra o proyecto.

Calle/Avenida: _____ Cantón: _____

Municipio: San Buenaventura Departamento: Usulután

Latitud: _____ Longitud: _____ Elevación: 400 msnm

Código Catastral del predio: _____ N° Reg. Catastral: _____

11. COLINDANTES DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN:

Al Norte: Caserío San Cristóbal Actividad: Habitacional, cultivos de cereales como maíz, frijoles, Y el Km 113, Carretera Panamericana maicillo y ajonjolí; y crianza de animales

Al Sur: Municipio de Jucuapa Actividad: Habitacional, comercial, cultivos de café y cereales

Al Este: Cantón San Luis, Nueva Guadalupe Actividad: Habitacional, cultivo de cereales y caña de azúcar; y crianza de animales

Al Oeste: Cantón el Semillero Sur Actividad: Habitacional, cultivo de cereales y crianza de animales.

12. ÁREA: Total del Terreno: 113,221.80 m² Ocupada por el proyecto: 113,281.80 m²

13. NÚMERO DE LOTES: (viviendas locales o habitaciones): 304 viviendas

14. ÁREAS Y PORCENTAJES DEL PROYECTO:

Área útil estimada (área total lotes): _____ m² _____ %

Área Verde estimada: _____ m² _____ %

Área equipamiento social estimada: _____ m² _____ %

Área de Protección: _____ m² _____ %

Área de circulación estimada: _____ m² _____ %

Área promedio por lote estimada: _____ m² _____ %

Área techada por lote estimada: _____ m² _____ %

15. NÚMERO DE ETAPAS DEL PROYECTO Y TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN:

I Etapa: Preparación del sitio, 15 días II Etapa: Construcción, 6 meses III Etapa: Funcionamiento, 25 años

IV Etapa: Cierre V Etapa _____

16. FASES DE EJECUCIÓN: Lotificación Construcción Funcionamiento Cierre

17. NECESIDAD DE REUBICAR PERSONAS: Si No Permanente Transitoria

<50 Personas

50 a 100 personas

>100 Personas

18. ACCESO AL PROYECTO. Distancia en kilómetros desde la carretera más cercana

Requiere apertura de camino Permanente Temporal _____ kms

Por camino de tierra _____ kms. Por carretera asfaltada _____ 0.00 _____ kms

Por agua _____ kms Otros. especifique: _____ kms

En calle adoquinada

19. RECURSOS DEL ÁREA QUE SERÁN UTILIZADOS. Describir los recursos a ser utilizados en cada una de las etapas que comprende la ejecución del proyecto. Incluir recurso humano permanente y no permanente, calificado y no calificado, también deberá indicar los recursos naturales renovables y no renovables a ser utilizados.

FASES	RECURSO	FUENTE ABASTECIMIENTO	VOLUMEN/ CANTIDAD	USO
Construcción (Incluye preparación del sitio)	<i>Humano</i>	<i>La Población</i>	<i>30 auxiliares</i>	<i>Mano de Obra</i>
	<i>Agua</i>	<i>Red pública de A.N.D.A.</i>	<i>22m³ de agua</i>	<i>Construcción de estructuras de la red</i>
Funcionamiento	<i>Agua</i>	<i>Red Pública de A.N.D.A.</i>	<i>1607796.20m³</i>	<i>Proceso de funcionamiento</i>
	<i>Humano</i>	<i>La Población</i>	<i>3 auxiliares</i>	<i>Mantenimiento de la red</i>

20. OTROS SERVICIOS A SER REQUERIDOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO:

- () Alumbrado Público (m. Lineales)_____ () Recolección desechos sólidos (Kg/día)_____
- () Alcantarillado pluvial (m. Lineales)_____ () Alcantarillado Sanitario (m. Lineales) _____
- () Otros. Especifique: _____

21. EMISIONES GENERADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. Utilizar formato en hojas adicionales

FASES	DESECHOS SÓLIDOS			DESECHOS LÍQUIDOS			GASEOSAS			RUIDO			
	Descripción	Fuente	Disposición Final	Descripción	Fuente	Medio Receptor/ Tratamiento	Fuente	Sustancia Emitida	Cantidad	Fuente	Emisión de Ruido	Nivel (Db) lindero más cercano	Condición respecto a la normativa
Construcción (Incluye preparación del sitio)							Maquinaria	Humo		Maquinaria	Moderado		En el municipio no existe normativa al respecto
							Excavación y compactación	Polvo					
Funcionamiento				Aguas residuales	Inodoro, Baño Lavaderos, Lavamanos, etc.	Río San Buenaventura	Aguas residuales descargadas en el Río San Buenaventura	Malos olores	176.2 m ³ /d				
							Aguas residuales dentro de alcantarillas	metano					

(Si su proyecto tiene fase de cierre, describirlo en hoja anexa, usando el mismo formato)

22. ALTERNATIVAS Y TECNOLOGÍAS

Se consideró o están consideradas alternativas de localización? Sí () No (X)

Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porque fueron desestimadas las otras alternativas

Se consideró el uso de tecnologías y procesos alternativos? Sí () No (X)

Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porqué fueron desestimadas las otras alternativas:

III. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO. Definir las características ambientales básicas del área a ser ocupada por el proyecto y de su área de influencia.

III.A. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

1. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE Y PENDIENTES DEL TERRENO:

() Plano a ligeramente inclinado (0 – 2%) (X) Ondulado a suave (3 – 4%) (X) Ondulado (5 – 12%)
(X) Alomado (13 – 25%) () Quebrado (26 – 35%) () Accidentado (36 – 70%) () Muy Accidentado (<70%)

2 CLASES DE TIERRAS () I () II () III () IV (X) V () VI () VII () VIII

3. GRAN GRUPO DE SUELOS: () Latosoles Arcillo Rojizos () Andosoles () Litosoles
() Halomórficos () Aluviales () Latosoles Arcilloso Ácidos (X) Grumosoles () Regosoles

4. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA. Estación meteorológica más cercana al proyecto: _____
Precipitación anual prom. (mm) _____ Temperatura máx. prom. Anual (°C) _____
Temperatura prom. Anual (°C) _____ Temperatura min. Prom. Anual (°C) _____
Humedad relativa prom. Anual (%) _____

5. COBERTURA VEGETAL

Cobertura vegetal menor () Pasto () Matorral (X) Arbustivo () Cultivo: _____
Cobertura vegetal mayor (densidad): (X) Bosque muy ralo (<30%) () Bosque Ralo (30 – 50%)
() Bosque Semidenso (50 – 70%) () Bosque denso (>70%) () Bosque Hidrohalófito
Especies Predominantes: Maquilishuat, Almendro, Mango y Marañón

6. FAUNA PREDOMINANTE DEL SITIO: Palomas, Urracas, Zanates y Animales domésticos.

Especies amenazadas o en peligro de extinción local _____

7. EN EL AREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRAN: (X) Ríos () Manantial (X) Escuelas
() Industrias () Áreas Protegidas () Lugares Turísticos (X) Zonas de recreo () Sitios valor actual
Nombrar las que han sido marcadas: Río San Buenaventura, Centro Escolar de San Buenaventura, Parque,
Cancha de football

8. Subcuenca / Microcuenca / Zona costera donde se localiza el proyecto: Microcuenca del río San Buenaventura
Calidad del agua: (X) Superficial: Contaminada por aguas negras crudas de la Ciudad de Jucuapa y por desechos
sólidos arrojados por la población. (X) Subterránea: Contaminada por heces fecales provenientes de letrinas de hoyo
seco y por aguas residuales de pozos resumideros sin previo tratamiento.

Profundidad del nivel freático: De 16 a 33.5 Mts

III.B- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA: Como límite del área de influencia se establece 500 metros
alrededor de los linderos del área del proyecto.

9. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE Y PENDIENTES:

() Plano a ligeramente inclinado (0 – 2%) (X) Ondulado a suave (3 – 4%) (X) Ondulado (5 – 12%)
(X) Alomado (13 – 25%) () Quebrado (26 – 35%) (X) Accidentado
(36 – 70%) () Muy Accidentado (<70%)

10. COBERTURA VEGETAL PREDOMINANTE:

() Pasto () Matorral (X) Arbustivo (X) Cultivo: Maíz, Frijoles, Maicillo y Ajonjolí.

Bosque: (X) Ralo () Semidenso () Denso Bosque Hidrohalófilo: () Ralo () Semidenso () Denso

Especies Predominantes: Mongoyano, Amate, Chileamete y conacaste

11. EN EL ÁREA DE INFLUENCIA SE ENCUENTRAN: (X) Ríos () Lagos (Mar)

() Manantial () Manglar () Estero () Áreas Protegidas

() Lugares turísticos (X) Zonas de recreo () Centros Comerciales () Escuelas

() Núcleos Residenciales () Puertos (X) Hospital/ Unidad Salud (X)

) Tierras de cultivo

() Industrias () Cooperativas () Sitios valor cultural

Especificar el nombre de las que han sido marcadas: Río: San Buenaventura; Zonas de Recreo: Parque Municipal,
Cancha de Fútbol; Escuela: Centro Escolar de San Buenaventura; Unidad de Salud: Unidad de Salud de San
Buenaventura; Tierra de cultivos: Cerro la Efigania.

12. EL ÁREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA SUSCEPTIBLE A:

(X) Sismos () Inundaciones () Erosión () Hundimiento () Deslizamientos () Sedimentaciones

() Marejadas () Derrame de Sustancias Contaminación: () Aire () Suelo (X) Agua () Sónica

Ampliar: Sismos: Por las altitudes de actividad sísmica en el lugar (Terremoto de Jucuapa en 1951 y Terremoto de Enero y Febrero de 2001), el área es susceptible a los mismos.

13. EXISTE HISTORIAL EPIDÉMICO Y ENDÉMICO DE ENFERMEDADES EN EL ÁREA DEL PROYECTO:

14. Sí ()

14. EXISTEN ESPECIES ANIMALES, VEGETALES (terrestres o acuáticos) EN PELIGRO O AMENAZA DE EXTINCIÓN O ENDÉMICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO () No (X) Sí, Descríbalas:

Animal: Cangrejos de río, Torogoz, Garrobos e Iguanas

IV. POSIBLES ACCIDENTES Y/O CONTINGENCIAS

<i>Derrame de aguas negras de colectores</i>
<i>Intoxicación de trabajadores por gases producidos en alcantarillas</i>

V. MARCO LEGAL APLICABLE (A nivel Nacional, Sectorial y Municipal)

<i>Art. 22 De la ley del medio Ambiente el cual dicta: El titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de</i>
<i>Permiso ambiental, deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que ésta requiera con la información</i>
<i>que se solicite.</i>

VI. ANÁLISIS AMBIENTAL

48. Indicar los impactos potenciales previstos a ser generados por las actividades de cada etapa. Así como las medidas ambientales propuestas para prevenirlos, atenuarlos, corregirlos o compensarlos. Considerar impactos negativos y/o positivos; acumulativos; a corto, mediano y largo plazo; temporales y permanentes; directos e indirectos.

FASES	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN / MÉTODO	IMPACTOS POTENCIALES (Positivos y Negativos)	MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS
Construcción (Incluye preparación del sitio)	Excavación y Compactación	La excavación se hará en forma mecánica y la compactación en parte manual y en parte mecánica.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de las características físicas del aire. - Alteración de propiedades físicas y mecánicas del suelo. - Emigración de fauna - Daños a la salud de la población y los trabajadores 	S e proporcionará a los trabajadores, accesorios para protección contra el polvo y ruido
	Operación de Maquinaria	La maquinaria pesada a utilizar consistirá en retroexcavadoras mecánicas y camiones, los cuales efectuarán emisiones de humo al aire	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de las características físicas y químicas del aire - Contaminación por ruido - Daños a la salud de la población y trabajadores 	Los trabajos con maquinaria pesada, no se harán durante la noche para permitir el descanso a los pobladores del lugar.
	Flujo de aguas negras en colectores	En esta actividad puede darse accidentalmente el derrame de las aguas negras	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación de la flora - Contaminación del suelo - Contaminación de las aguas subterráneas 	Reparación inmediata del colector o pozo dañado
	Construcción de la red de alcantarillado	Para ello deberá utilizarse mano de obra, la cual en su mayoría será del lugar	Generación de empleo	
Funcionamiento	Vertido de aguas negras en río San Buenaventura	El vertido de aguas negras crudas en el río, generará graves impactos en el medio biótico, abiótico y socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del aire por malos olores - Contaminación de las aguas del río San Buenaventura - Contaminación de fuentes de aguas subterráneas - Emigración de fauna - Contaminación de flora - Daños a la salud de la población - Afectación a la economía de propietarios de ganado vacuno - Afectación a la economía de familias que utilizan el río como fuente de abastecimiento para sus actividades domésticas - Alteración del paisaje del río 	Implementación de un sistema de planta de tratamiento para las aguas residuales

	Mantenimiento de la red	A la hora de dar mantenimiento se pueden dar accidentes a causa de los gases producidos en las alcantarillas	Daños a la salud de los trabajadores	Proporcionar a los trabajadores, accesorios como mascarillas y advertirles que no deben introducirse a las alcantarillas sin antes haber verificado la no existencia de gases dentro de las mismas
	Uso de la red de alcantarillado	Esto generará diversos impactos positivos para la población	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento del medio visual en las calles por la eliminación del flujo de aguas desechadas del uso doméstico - Reducción de fuentes de proliferación de vectores - Reducción en la contaminación de las aguas subterráneas del área de ubicación de la red - Reducción de los índices de enfermedades gastrointestinales en el área urbana - Reducción de malos olores en viviendas 	

VII. DECLARACIÓN JURADA

El suscrito _____ en calidad de titular del proyecto, doy fe de la veracidad de la información detallada en el presente documento, cumpliendo con los requisitos de la ley exigidos, razón por la cual asumo la responsabilidad consecuente derivada de esta declaración, que tiene calidad de declaración jurada.

Lugar y fecha _____

Nombre del Titular

Firma del Titular

Nota: Si se requiere mayor espacio en alguno de los puntos, anexar hoja de acuerdo a formato. La presente no tiene validez sin nombres y firmas.

6.3. Propuesta del Sitio para Ubicación de Planta de Tratamiento

Después de una inspección realizada en la zona por el grupo de trabajo, con el objetivo de determinar el sitio más adecuado para la ubicación de una planta para el tratamiento de las aguas transportadas por la red de alcantarillado, se identificó un terreno, cuyas características lo hacen el sitio más idóneo para albergar dicha estructura, por esta razón se convierte en la alternativa propuesta para la realización de tal actividad. Dichas características son las que se describen a continuación:

- El terreno se encuentra ubicado en la parte más baja de la red, esto permite evitar la elevación del agua residual, por el método del bombeo, hasta la planta.
- Está ubicado a orillas del río San Buenaventura, arroyo que será utilizado como cuerpo receptor; esto facilitará la descarga de las aguas ya tratadas.
- Su distancia respecto a las viviendas más cercanas es de 135 mts.; por lo que se considera que si el sistema de tratamiento, por el cual se opte, funciona en una forma eficientemente, no se generará incomodidad por malos olores en las viviendas de la zona.
- Presenta una topografía plana con pendiente suave; esto permitirá la disminución de los costos en los rubros de terracería en la etapa de construcción de la planta.
- El terreno está ubicado en una zona que no es propensa a derrumbes, por lo que no existe riesgo de aterramientos o derrumbamientos.

- Es de fácil acceso en cualquier tipo de vehículo.
- Tiene un fácil acceso a los servicios de energía eléctrica y agua potable.

La ubicación del inmueble puede ser observada en el anexo 6, y su plano topográfico con sus respectivas curvas de nivel se presentan en el anexo 11.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- De acuerdo a los análisis realizados por la unidad de salud del municipio, se ha podido comprobar que las aguas subterráneas del lugar se encuentran contaminadas por heces fecales; por lo que este líquido, no se recomienda que sea utilizado para el consumo humano. La red de alcantarillado sanitario constituye un factor determinante para evitar que dichas aguas sigan siendo contaminadas por los métodos de disposición final de excretas que actualmente posee la población.
- Debido a que las pendientes del terreno en estudio son fuertes, esto constituye una ventaja para la construcción de la red, ya que no se necesitará de grandes profundidades de excavación para conseguir que los colectores sean posicionados con las pendientes requeridas para conseguir las velocidades de diseño, minimizándose así los costos en las partidas de terracería.
- Debido a la distribución del nivel socioeconómico en las familias que habitan los sectores, donde la introducción de la red de alcantarillado sanitario no es factible, es acertada la doble propuesta de los sistemas de fosa séptica y letrina abonera; ya que de esta forma, queda a criterio de las personas, optar por cualquier método según su capacidad económica.

- Los resultados arrojados por el estudio preliminar ambiental determinan que al vertir las aguas residuales en el cuerpo receptor sin darles un previo tratamiento, se ocasionarán daños severos en el medio ambiente, ya que se destruirán muchos ecosistemas que tienen su hábitat en el área de influencia del proyecto; principalmente en el río San Buenaventura y su entorno. Por lo tanto, es necesaria la implementación de una planta de tratamiento, con la cual se mitiguen los impactos identificados en dicho estudio y de esta forma el proyecto pueda ser compatible con la naturaleza y tenga viabilidad desde el punto de vista ambiental.

- El estudio de prefactibilidad de planta de tratamiento, constituye un elemento esencial; ya que la entidad que se encargue del diseño definitivo de tal estructura, podrá tomarlo como base para la realización de dicha actividad.

7.2. Recomendaciones

- La alcaldía municipal deberá crear ordenanzas, en las que se prohíba estrictamente el depósito de cualquier tipo de desecho en el río San Buenaventura, y en las que se exija que las viviendas que tengan acceso a la red de alcantarillado sanitario, se integren a ésta; y que aquellas viviendas que no tengan dicho acceso, utilicen los sistemas alternativos de fosa séptica o letrina abonera seca familiar, propuestas en este trabajo.

- La alcaldía municipal junto con instituciones protectoras del medio ambiente, deben realizar gestiones, para que la municipalidad de Jucuapa no siga descargando las aguas residuales al río San Buenaventura sin un previo tratamiento.

- Para un funcionamiento eficiente de la red de alcantarillado sanitario, es indispensable que tanto la obra mencionada como la red de abastecimiento de agua potable, reciban un mantenimiento adecuado.

- La limpieza de la fosa séptica debe ser realizada por personal calificado, para garantizar el buen funcionamiento y durabilidad de la misma y reducir los riesgos de accidentes, en personas inexpertas, por el desconocimiento de las medidas preventivas correspondientes.

- La alcaldía municipal debe vigilar que las viviendas no conecten su sistema de drenaje de aguas lluvias a la red de alcantarillado para evitar que ésta se sature y se provoquen daños en la misma.

FUENTES DE CONSULTA

- Plan de Acción Para el Municipio de San Buenaventura.

- Guía para el desarrollo de un anteproyecto de investigación.
Recopilada por: Ing. Guillermo Moya Turcios.

- Cooperación Técnica, República Federal de Alemania.
Manual de Disposición de Aguas Residuales.
Origen, Descarga, Tratamiento y Análisis. Tomo I.
Impreso por CEPIS, 1991.

- Therence J. Mc Ghee.
Ingeniería Ambiental. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado.
Sexta Edición.
Mc Graw Hill, 1999.

- Normas Técnicas de A.N.D.A, 1997.

- J. M. De Acevedo Neto y Guillermo Acosta Álvarez.
Manual de Hidráulica.
Editorial Harla S. A. de C. V.
Impreso en México, 1976.

➤ R. S. Ramalho.

Tratamiento de Aguas Residuales. Edición Revisada.

Editorial Reverté, S. A., 1996.

➤ Menéndez Castro, Ricardo Lorenzo.

Tesis: “Diseño de una Planta de Tratamiento Para las Aguas Residuales de la Ciudad de Atiquizaya, Departamento de Ahuachapán”.

Universidad de El Salvador, Año 2000.

➤ Enciclopedia Encarta. Microsoft 2003.

➤ Ing. Max Lothar Hess.

Pequeños sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Serie: Ambiente y recursos naturales renovables, AR-12.CETESB

Sao Paulo, Brasil.

➤ Registro Civil de la Alcaldía Municipal de San Buenaventura

➤ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Laboratorio Descentralizado de Control de Calidad del Agua de la Zona Oriental.

Prueba de la Calidad del Agua realizada en el Lugar.

- Ven Te Chow.
Hidráulica de Canales Abiertos.
Mc Graw Hill, 1994.

- Hernández Colocho, Luis Eduardo.
Tesis: Mejoramientos de la Red de Alcantarillado de Aguas Negras en el Sector Nor-Oriente del Municipio de Cuzcatancingo, Depto. de San Salvador.
Universidad de El Salvador, 1998.

- Reglamento Internacional Para Construcción con Estructuras de Acero, AISC.

- Departamento de Evacuación, A.N.D.A..
Especificaciones para el diseño de Fosas Sépticas.

- Consulta a Internet sobre Dimensionamiento de Fosa Séptica.
www.itp-depuración.com/procesosynormas

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Manual para la Construcción de Letrina Abonera Seca Familiar.
Año 2,000.

- Consulta a Internet sobre sistemas de letrina abonera seca familiar
[www. Bibosi.org/lasf.htm](http://www.Bibosi.org/lasf.htm)

- Ministerio de Energía y Minas,
República del Perú.
Guía Para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.

- Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiental (SEMA).
Guía de Procedimientos Transitorios en Evaluación de Impacto Ambiental.
San Salvador, Marzo de 1996.

- Consulta a Internet sobre ubicación de plantas de tratamiento.
www.dba.gba.es/medioambiente/purines/estudio8.htm

- Revista Oficial de las Fiestas Patronales de la Villa de San Buenaventura.
Año 2002.

ANEXOS

ANEXO 1

MAPA DEL MUNICIPIO Y CROQUIS DE LA ZONA URBANA

ANEXO 2

**FOTOGRAFÍAS QUE EVIDENCIAN LA PROBLEMÁTICA
QUE EXISTE EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO
DE SAN BUENAVENTURA.**



Fotografía 2.1: En la fotografía se puede observar como las aguas desechadas del uso doméstico son arrojadas directamente a las calles, generándose estancamientos.



Fotografía 2.2: En la imagen se muestra uno de los puntos del río San Buenaventura, en donde se descargan las aguas provenientes del uso doméstico, ubicado en el sector norponiente de la villa



Fotografía 2.3: Otro de los puntos de descarga se ubica en el sector nor- poniente de la villa.



Fotografía 2.4: En la imagen se observa, como las aguas al fluir por las cunetas, atraviesan la sección transversal de algunas calles, generando mal aspecto en el lugar.

ANEXO 3

**HOJA DE RESULTADOS DE PRUEBA DE CALIDAD DEL
AGUA SUBTERRÁNEZ EN LA ZONA URBANA DEL
MUNICIPIO DE SAN BUENAVENTURA.**

ANEXO 4

TABLA DE FACTORES DE SEGURIDAD EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

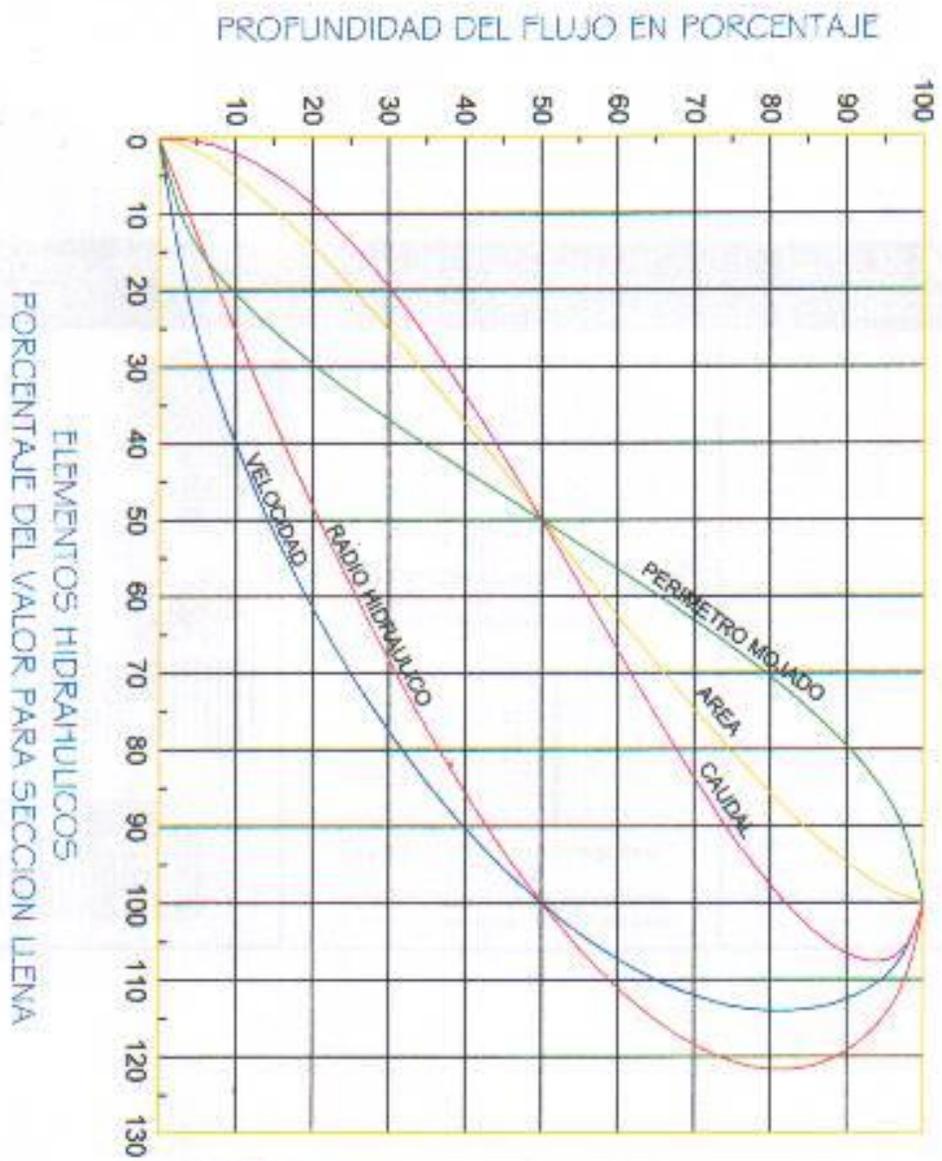
Tabla de Factores de Seguridad en Función del Diámetro de la Tubería*

Ø COLECTOR	FACTOR SEGURIDAD	Ø COLECTOR	FACTOR SEGURIDAD
8" ≤ Ø ≤ 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptores o Emisarios	1.20
30"	1.45		

*Tomada de las Normas Técnicas de A.N.D.A.

ANEXO 5

**GRÁFICO DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS PARA
SECCIONES CIRCULARES Y VARIAS
PROFUNDIDADES DE FLUJO.**



ANEXO 8

**FORMULARIO PARA SOLICITUD DE PERMISO
AMBIENTAL DE FOSA SÉPTICA.**

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DIRECCIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL
FORMULARIO AMBIENTAL PARA INICIAR EL PROCESO DE PERMISO AMBIENTAL DE
PROYECTOS URBANISTICOS, CONSTRUCCIONES, LOTIFICACIONES U OBRAS QUE PUEDAN
CAUSAR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO

A. INFORMACIÓN GENERAL

Información del titular que propone la actividad, obra o proyecto, ya sea natural o jurídica, pública o privada (anexar para personas jurídicas, fotocopia de la personería de la empresa y del representante legal)

I. DEL TITULAR

1. NOMBRE DEL TITULAR: María Ernestina Pérez

2. DOMICILIO PRINCIPAL. Calle/Avenida: 4ª Calle Poniente Número: _____
Barrio o Colonia: Barrio La Parroquia Mpio/Depto: San Buenaventura, Usulután
Tel.: 665-2917 Fax: _____ Correo Electrónico: _____

3. DIRECCIÓN PARA NOTIFICACIÓN Y/O CITACIÓN: 4ª Calle Poniente, Barrio La Parroquia, San Buenaventura

4. REPRESENTANTE LEGAL: _____

II. DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. NOMBRE DEL PROYECTO: Construcción de Sistema de Fosa Séptica

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: El proyecto consiste en la implementación de un sistema de Fosa Séptica el cual se constituye por una caja séptica y un pozo de absorción, su construcción se debe a que en el sector es demasiado difícil el acceso a una red de alcantarillado sanitario a causa de la topografía del terreno

3. FORMA PARTE DE UN: (solo aplica para el sector público)
 Plan Programa Proyecto aislado
Nombre del Plan/Programa: _____
Realizó evaluación ambiental estratégica: Si No

4. AMBITO DE ACCIÓN: Urbano Rural Costero Marino

5. NATURALEZA: Nuevo Ampliación Rehabilitación Reconversión Otro _____

6. TENENCIA DEL INMUEBLE: Propiedad Con opción de compra
 Arrendamiento con promesa de venta Arrendamiento: plazo del contrato _____ años

7. FASE DEL PROYECTO: Prefactibilidad Factibilidad Diseño Final

8. TIPO DE PROYECTO: Lotificación Urbanización
 Otro tipo: Construcción de Fosa Séptica

9. USO DEL SUELO: Actual: habitacional Potencial: Habitacional

10. UBICACIÓN FÍSICA: Se deberá anexar plano, señalando claramente la ubicación del área donde se pretende desarrollar la actividad, obra o proyecto.

Calle/Avenida: 4ª Calle Poniente Cantón: _____

Municipio: San Buenaventura Departamento: Usulután

Latitud: _____ Longitud: _____ Elevación: _____

Código Catastral del predio: _____ N° Reg. Catastral: _____

11. COLINDANTES DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN:

Al Norte: Manuel Cárdenas (Calle de por medio) Actividad: Habitacional

Al Sur: Quebrada San Buenaventura Actividad: Drenaje Pluvial

Al Este: Leonidas Cortés Actividad: Habitacional

Al Oeste: Galileo Pérez Actividad: Habitacional

12. ÁREA: Total del Terreno: 700.00 m² Ocupada por el proyecto: 30.00 m²

13. NÚMERO DE LOTES: (viviendas locales o habitaciones): 1 vivienda

14. ÁREAS Y PORCENTAJES DEL PROYECTO:

Área útil estimada (área total lotes): _____ m² _____ %

Área Verde estimada: _____ m² _____ %

Área equipamiento social estimada: _____ m² _____ %

Área de Protección: _____ m² _____ %

Área de circulación estimada: _____ m² _____ %

Área promedio por lote estimada: _____ m² _____ %

Área techada por lote estimada: _____ m² _____ %

15. NÚMERO DE ETAPAS DEL PROYECTO Y TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN:

I Etapa: Preparación del sitio, 1 día II Etapa: Construcción, 1 mes III Etapa: Funcionamiento, 20 años

IV Etapa _____ V Etapa _____

16. FASES DE EJECUCIÓN: Lotificación Construcción Funcionamiento Cierre

17. NECESIDAD DE REUBICAR PERSONAS: Si No Permanente Transitoria

<50 Personas

50 a 100 personas

>100 Personas

18. ACCESO AL PROYECTO. Distancia en kilómetros desde la carretera más cercana

- () Requiere apertura de camino () Permanente () Temporal _____ kms
 () Por camino de tierra _____ kms. () Por carretera asfaltada _____ kms
 () Por agua _____ kms () Otros. especifique: 0.20 kms
En calle adoquinada

19. RECURSOS DEL ÁREA QUE SERÁN UTILIZADOS. Describir los recursos a ser utilizados en cada una de las etapas que comprende la ejecución del proyecto. Incluir recurso humano permanente y no permanente, calificado y no calificado, también deberá indicar los recursos naturales renovables y no renovables a ser utilizados.

FASES	RECURSO	FUENTE ABASTECIMIENTO	VOLUMEN/ CANTIDAD	USO
Construcción (Incluye preparación del sitio)	Humano	La comunidad	1 Obrero 2 Auxiliares	Mano de Obra
	Agua	Red pública de A.N.D.A.	4 m ³	Construcción
Funcionamiento	Agua	Red Pública de A.N.D.A.	1800 m ³	Descarga

20. OTROS SERVICIOS A SER REQUERIDOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO:

- () Alumbrado Público (m. Lineales) _____ () Recolección desechos sólidos (Kg/día) _____
 () Alcantarillado pluvial (m. Lineales) _____ () Alcantarillado Sanitario (m. Lineales) _____
 () Otros. Especifique: _____

21. EMISIONES GENERADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO. Utilizar formato en hojas adicionales

FASES	DESECHOS SÓLIDOS			DESECHOS LÍQUIDOS			GASEOSAS			RUIDO			
	Descripción	Fuente	Disposición Final	Descripción	Fuente	Medio Receptor/ Tratamiento	Fuente	Sustancia Emitida	Cantidad	Fuente	Emisión de Ruido	Nivel (Db) lindero más cercano	Condición respecto a la normativa
Construcción (Incluye preparación del sitio)													
Funcionamiento	Materia Orgánica	Heces	La materia resultante de la descomposición de las heces, será reutilizada como abono orgánico para el suelo del lugar.	Agua clarificada	Caja Séptica	Las aguas después de pasar por un tratamiento séptico anaeróbico en la caja, serán descargadas a un pozo de absorción, el cual en su fondo contendrá un lecho aeróbico de grava y piedra triturada							

(Si su proyecto tiene fase de cierre, describirlo en hoja anexa, usando el mismo formato)

22. ALTERNATIVAS Y TECNOLOGÍAS

Se consideró o están consideradas alternativas de localización? Sí () No (X)

Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porque fueron desestimadas las otras alternativas

Se consideró el uso de tecnologías y procesos alternativos? Sí () No (X)

Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porqué fueron desestimadas las otras alternativas:

III. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO. Definir las características ambientales básicas del área a ser ocupada por el proyecto y de su área de influencia.

III.A. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

2. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE Y PENDIENTES DEL TERRENO:

- Plano a ligeramente inclinado (0 – 2%) Ondulado a suave (3 – 4%) Ondulado (5 – 12%)
 Alomado (13 – 25%) Quebrado (26 – 35%) Accidentado (36 – 70%) Muy Accidentado (<70%)

2 CLASES DE TIERRAS I II III IV V VI VII VIII

3. GRAN GRUPO DE SUELOS: Latosoles Arcillo Rojizos Andosoles Litosoles

- Halomórficos Aluviales Latosoles Arcilloso Ácidos Grumosoles Regosoles

7. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA. Estación meteorológica más cercana al proyecto: _____

Precipitación anual prom. (mm) _____ Temperatura máx. prom. Anual (°C) _____

Temperatura prom. Anual (°C) _____ Temperatura min. Prom. Anual (°C) _____

Humedad relativa prom. Anual (%) _____

8. COBERTURA VEGETAL

Cobertura vegetal menor Pasto Matorral Arbustivo Cultivo: _____

Cobertura vegetal mayor (densidad): Bosque muy ralo (<30%) Bosque Ralo (30 – 50%)

Bosque Semidenso (50 – 70%) Bosque denso (>70%) Bosque Hidrohalófito

Especies Predominantes: _____

9. FAUNA PREDOMINANTE DEL SITIO: Animales domésticos

Especies amenazadas o en peligro de extinción local _____

7. EN EL AREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRAN: Ríos Manantial Escuelas

Industrias Áreas Protegidas Lugares Turísticos Zonas de recreo Sitios valor actual

Nombrar las que han sido marcadas: _____

8. Subcuenca / Microcuenca / Zona costera donde se localiza el proyecto: Microcuenca del río San Buenaventura
Calidad del agua: () Superficial _____ () Subterránea _____
Profundidad del nivel freático: _____

III.B- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA: Como límite del área de influencia se establece 500 metros alrededor de los linderos del área del proyecto.

11. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE Y PENDIENTES:

() Plano a ligeramente inclinado (0 – 2%) (X) Ondulado a suave (3 – 4%) () Ondulado (5 – 12%)

() Alomado (13 – 25%) () Quebrado (26 – 35%) () Accidentado (36 – 70%) () Muy Accidentado (<70%)

12. COBERTURA VEGETAL PREDOMINANTE:

() Pasto () Matorral () Arbustivo () Cultivo: _____

Bosque: () Ralo () Semidenso () Denso Bosque Hidrohalófilo: () Ralo () Semidenso () Denso

Especies Predominantes: Árboles frutales como: mango, jocote, marañón, almendro y coco

11. EN EL ÁREA DE INFLUENCIA SE ENCUENTRAN: () Ríos () Lagos () Mar () Manantial

() Manglar () Estero () Áreas Protegidas

() Lugares turísticos () Zonas de recreo () Centros Comerciales

() Escuelas

() Núcleos Residenciales () Puertos () Hospital/ Unidad Salud

() Tierras de cultivo

() Industrias () Cooperativas () Sitios valor cultural

Especificar el nombre de las que han sido marcadas: _____

15. EL ÁREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA SUSCEPTIBLE A:

() Sismos () Inundaciones () Erosión () Hundimiento () Deslizamientos () Sedimentaciones

() Marejadas () Derrame de Sustancias Contaminación: () Aire () Suelo () Agua () Sónica

Ampliar: Sismos: Por las altitudes de actividad sísmica en el lugar (Terremoto de Jucuapa en 1951 y Terremoto de Enero y Febrero de 2001), el área es susceptible a los mismos.

16. EXISTE HISTORIAL EPIDÉMICO Y ENDÉMICO DE ENFERMEDADES EN EL ÁREA DEL PROYECTO: Sí ()

14. EXISTEN ESPECIES ANIMALES, VEGETALES (terrestres o acuáticos) EN PELIGRO O AMENAZA DE EXTINCIÓN O ENDÉMICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO (X) No () Sí, Descríbalas:

IV. POSIBLES ACCIDENTES Y/O CONTINGENCIAS

<i>Fuga de la caja séptica a causa de los movimientos sísmicos</i>

V. MARCO LEGAL APLICABLE (A nivel Nacional, Sectorial y Municipal)

<i>Art. 22 De la ley del medio Ambiente el cual dice: El titular de toda actividad, obra o proyecto que requiera de</i>
<i>Permiso ambiental, deberá presentar al Ministerio el formulario ambiental que esta requiera con la información</i>
<i>que se solicite</i>

VI. ANÁLISIS AMBIENTAL

48. Indicar los impactos potenciales previstos a ser generados por las actividades de cada etapa. Así como las medidas ambientales propuestas para prevenirlos, atenuarlos, corregirlos o compensarlos. Considerar impactos negativos y/o positivos; acumulativos; a corto, mediano y largo plazo; temporales y permanentes; directos e indirectos.

FASES	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN / MÉTODO	IMPACTOS POTENCIALES (Positivos y Negativos)	MEDIDAS AMBIENTALES PROPUESTAS
CONSTRUCCIÓN	(Incluye preparación del sitio)			
Funcionamiento		<i>Posible derrame por agrietamiento de caja séptica, causado por movimientos sísmicos.</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación del suelo -Contaminación de las aguas subterráneas -Alteración de las especies del subsuelo en contacto con las aguas subterráneas 	<i>Limpieza inmediata de la caja séptica y reparación de la misma.</i>
		Uso del sistema	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción en contaminación de aguas subterráneas -Reducción de fuentes proliferadoras de vectores. 	

VII. DECLARACIÓN JURADA

El suscrito _____ en calidad de titular del proyecto, doy fe de la veracidad de la información detallada en el presente documento, cumpliendo con los requisitos de la ley exigidos, razón por la cual asumo la responsabilidad consecuente derivada de esta declaración, que tiene calidad de declaración jurada.

Lugar y fecha _____

Nombre del Titular

Firma del Titular

Nota: Si se requiere mayor espacio en alguno de los puntos, anexar hoja de acuerdo a formato. La presente no tiene validez sin nombres y firmas.

**ANEXOS QUE PARA SER OBSERVADOS REQUIEREN
DEL PROGRAMA AUTOCAD 2000 U OTRA
VERSIÓN MÁS AVANZADA.**

[ANEXO 1.2](#)

[ANEXO 6.1](#)

[ANEXO 6.2](#)

[ANEXO 7](#)

[ANEXO 9](#)

[ANEXO 10](#)

[ANEXO 11](#)