

*Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Recinto Universitario Rubén Darío
Facultad de ciencias e ingenierías*



SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Tesis para optar al título de Ingeniero Civil:

*Diseño de alcantarillado Sanitario en la segunda etapa del barrio Solingalpa, del
municipio de Matagalpa, para un periodo de diseño del 2010 - 2030*

Autores:

*Br. Jessica Jaskira García Hernández.
Br. José Javier Otero Manzanares.*

Tutor:

Ing. Ernesto Cuadra.

Managua, Julio del 2009.



INDICE

Contenido	Página.
Agradecimientos.....	i
Dedicatorias.....	ii
Resumen	1
Capítulo I: Aspectos generales	
1.1 Introducción.....	4
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.4 Información general del barrio.....	8
1.4.1 Ubicación.....	8
1.4.2 Clima.....	8
1.4.3 Población.....	9
1.4.3.1 Composición por edad y sexo	
1.4.4 Situación socio- económica.....	11
1.4.5 Servicios públicos existentes.....	13
1.4.5.1 Agua potable.....	13
1.4.5.2 Alcantarillado sanitario.....	13
1.4.5.3 Energía eléctrica.....	14
1.4.5.4 Telecomunicaciones.....	14
1.4.5.5 Recolección de basura.....	14
1.4.6 Disponibilidad económica de los habitantes.....	15
Capítulo II: Marco teórico	
2.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	17
2.2 Clasificación de las Tuberías.....	18
2.3 Tipos de red de alcantarillado Sanitario.....	19
2.4 Diferencia entre el sistema de alcantarillado sanitario Simplificado con el sistema convencional.....	20



2.5 Coeficiente de Retorno.....	22
2.6 Factor de Harmon.....	22

Capitulo III: Criterios de diseño para Alcantarillado Sanitario.

3.1 Periodo de diseño.....	24
3.2 Proyección de población.....	24
3.2.1 Fuentes de información.....	24
3.2.2 Métodos de cálculos de población futura.....	25
3.2.3 Cantidades de aguas residuales.....	27
3.3 Caudales.....	28
3.3.1 Consumo doméstico.....	28
3.3.2 Gasto de infiltración (Qinf).....	29
3.3.3 Gasto medio (Qm.).....	29
3.3.4 Gasto mínimo de aguas residuales (Qmin).....	29
3.3.5 Gasto máximo de aguas residuales (Qmax).....	29
3.3.6 Gasto de diseño (Qd).....	30
3.4 Hidráulica de las alcantarillas.....	30
3.4.1 Fórmula y coeficiente de rugosidad.....	30
3.4.2 Cálculos Hidráulicos a tubo lleno.....	31
3.4.2.1 Caudal a tubo lleno.....	31
3.4.2.2 Velocidad.....	32
3.4.3 Cálculos a tubo parcialmente lleno.....	33
3.4.3.1 Angulo central.....	34
3.4.3.2 Radio Hidráulico.....	34
3.4.4 Diámetro mínimo.....	35
3.4.5 Pendiente longitudinal mínima.....	35
3.4.6 Pérdida de carga adicional.....	36
3.4.7 Cambio de diámetro.....	36
3.4.8 Ángulos entre tuberías.....	37
3.4.9 Cobertura sobre tuberías.....	37
3.4.10 Ubicación de las alcantarillas.....	37
3.4.11 Secciones especiales de alcantarillas.....	38



3.4.12 Conexiones domiciliarias.....	38
3.5 Pozos de visita sanitarios (p.v.s.).....	39
3.5.1 Ubicación.....	39
3.5.2 Distancia máxima entre pozos.....	39
3.5.3 Características del pozo de visita.....	40
3.5.4 Pozos de visita con caída.....	41
3.6 Dispositivos de visita cilíndricos (DVC).....	41

Capítulo IV: Sistema de alcantarillado sanitario propuesto

4.1 Estudio de población	43
4.1.2 Población actual.....	43
4.1.2.1 Población de saturación.....	43
4.1.3 Dotación de agua.....	43
4.1.4. Punto de acople.....	43
4.2 Diseño de la red propuesta.....	44

Capítulo V: Evaluación de impacto ambiental.

5.1 Estructura del Sistema de Evaluación Ambiental.	54
5.2 Descripción del proyecto.....	59
5.2.2 Situación Ambiental del área de influencia.....	60
5.3 Identificación de Impactos Negativos Durante la Construcción del proyecto.....	62
5.4 Evaluación del Impacto Ambiental (E.I.A).....	63
5.4.2 Método de los indicadores.....	64
5.4.3 Criterios para la evaluación de impacto ambiental.....	64
5.5 Medidas de mitigación.....	67
5.5.1 Plan de vigilancia y control ambiental para la etapa de construcción de obras y operación del sistema.....	67
5.5.2 Acciones sobre el medio durante la construcción.....	71
5.5.3 Medidas precautorias o mitigadoras a adoptar para la excavación de zanjas para colocación de tuberías.....	72
5.5.4 Evaluación de impacto ambiental de la obra general.....	73



Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	78
Bibliografía.....	79
Anexos.....	80
- Fotografías	
- Encuesta socioeconómica	
- Presupuesto	
- Especificaciones técnicas	
- Memoria de calculo	
- Planos	



Agradecimientos

A Dios por habernos dado la vida , sabiduría y confianza en nosotros mismos para poder culminar nuestros estudios universitarios y poder cumplir una de las metas que nos trazamos en el transcurso de la vida.

A nuestros padres por su apoyo y aporte incondicional en todo el transcurso de nuestros estudios universitarios.

A nuestro tutor Ing. Ernesto Cuadra Chevez, por su apoyo y ayuda incondicional en el transcurso de nuestra carrera y en la etapa final de esta, por ello le estaremos eternamente agradecidos.

Al Ing. Víctor Tirado Picado por su colaboración e interés en la realización y revisión de nuestra tesis, así mismo proporcionándonos su apoyo y conocimientos brindados.

Al Ing. Jairo Cruz, director de ingeniería, de ENACAL Central.

Al Msc. Cesar Otero Ortuño, por su ayuda en lo que respecta a metodología.

Jessica Jaskira García Hernández

José Javier Otero Manzanares



Dedicatoria

A Dios:

Por que es un ser supremo, quien me dio la vida, la fortaleza, la oportunidad de ingresar a la carrera, la dicha de concluir mi carrera y grandes cosas mas, entre ellas a mis padres.

A Mis Padres:

Lázaro José Hernández y Susana Zeledón Urbina por haberme brindado su apoyo incondicional y confianza; gracias por todos los valores que me enseñaron para poder conducirme en el camino de la vida y en especial por dedicarme el tiempo necesario día a día para alcanzar una de mis metas.

A Mi Esposo:

Freddy Enrique Pérez Roque quien me ha brindado su apoyo incondicional, su ayuda y comprensión para culminar mi carrera y estar a mi lado en los bueno y malos momentos y así animarme a seguir adelante.

A mis maestros:

Por todos los conocimientos que me transmitieron en el lapso de mi carrera universitaria.

Jessica Jaskira García Hernández



Dedicatoria

A Dios:

Por darme la vida, la sabiduría, fortaleza, familia y hoy poder culminar mi carrera de una manera satisfactoria.

A Mis Padres:

José Javier y María Margarita, por que gracias a sus consejos y gran ayuda, tanto económica como moral, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos que me había trazado en la vida; así mismo por que en los momentos buenos y malos, siempre me demostraron su apoyo, guiándome para seguir por el camino correcto y poder obtener así mi título profesional, por esta razón estaré eternamente agradecido

A mis Hermanos

Juan José y José Alejandro, por que espero haber sido, ser y seguir siendo un ejemplo digno de ustedes.

A mi compañera e hija:

Por el cariño y el impulso que siempre tuvo a bien brindarme, por todos aquellos momentos en que supo alentarme y conseguir el éxito del cual hoy gozo y a mi hija por ser mi fuente de inspiración y alegría de mi vida

A Mis Maestros:

Por que a través de sus conocimientos impartidos lograron que tenga las bases necesarias para ejercer mi carrera.

A Mis Compañeros:

Por compartir experiencias buenas y malas a lo largo del lapso estudiantil, por su apoyo y consejos con el fin de terminar bien mis objetivos.

José Javier Otero Manzanares



Resumen

El presente trabajo “Diseño de Alcantarillado Sanitario en la segunda etapa del Barrio Solingalpa” con materiales de PVC, tiene por objeto la realización de un diseño de alcantarillado sanitario para contribuir a mejorar las necesidades de vivienda del barrio, donde las deficientes condiciones higiénico-sanitarias que presente el mismo, provocan la proliferación de enfermedades virales.

Para llevar acabo la elaboración del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se realizó una encuesta de censo poblacional en la segunda etapa del Barrio Solingalpa, con el fin de conocer las condiciones en que se encuentra la población total y las consecuencias originadas por la ausencia de un servicio de drenaje sanitario.

El barrio está constituido por 102 viviendas, el 100% de estas fueron censadas y legalizadas; además el barrio cuenta con algunos servicios básicos como: agua potable, electricidad y telefonía, pero carecen del servicio de Alcantarillado Sanitario.

El estudio topográfico y planos fueron suministrados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL).

Posteriormente a la etapa de campo se realizó el diseño del sistema de Alcantarillado Sanitario y trazado de la red definitiva de aguas servidas con los planos de construcción.

La red de Alcantarillado Sanitario se estructuró de la siguiente manera:



- Red de recolección compuesta por 1,566.001 ml de tubería PVC SDR-41 de diámetro de 6" (150 mm), para colectoras principales y de 4" para las conexiones domiciliarias.
- Se instalarán 15 Dispositivo de Visita Cilíndrico (DVC) Y 12 Pozos de visita Sanitario (PVS)
- 102 conexiones domiciliarias con su respectiva caja de registro prefabricada.

Con el diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario se solucionará el problema referido a las excretas de residuos sólidos y líquidos, contribuyéndose de esta forma con la disminución del índice de enfermedades, causadas por las malas condiciones sanitarias en que se encuentra el Barrio.

El costo total del proyecto con la propuesta de tubería de PVC, es de aproximadamente C\$ 2,972,749.02 (dos millones novecientos setenta y dos mil, setecientos cuarenta y nueve con dos centavos córdoba), lo cual equivalen a U\$ 145,863.13 (ciento cuarenta y cinco mil, ochocientos sesenta y tres con trece centavos dólar).

Se aplicó una tasa de cambio de C\$ 20.3804 por U\$ 1.00 dólar del día 17 de Julio del 2009.





1.1 Introducción

Nicaragua es uno de los países Latinoamericanos que presenta problemas tanto de viviendas como de asentamientos humanos, esto debido a la crisis económica que presenta el país, como consecuencia de un alto crecimiento poblacional y una migración de la zona rural a la zona urbana.

Uno de los municipios afectados por esta problemática, es el de Matagalpa, en el cual la distribución de la población está relacionada a la dinámica de los pobladores que cada vez va en aumento, tanto por efectos de la migración como por el crecimiento natural; por lo tanto la superficie territorial ha sufrido constantes modificaciones.

La emigración, de la zona rural a la zona urbana de Matagalpa, se debe a muchos factores, teniendo como principal incidencia la crisis cafetalera, que se profundizó con la baja de los precios internacionales del llamado “Grano de oro”, el cual es la base de la economía de Matagalpa. Las secuelas de la guerra es otro de los factores incidentes en el desordenado crecimiento poblacional que ha incrementado las demandas de la población urbana, entre otras, las necesidades habitacionales, y los servicios básicos para cada vivienda

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), busca darle solución a las necesidades del alcantarillado sanitario y así mejorar las condiciones de vida en lo higiénico – sanitario a los pobladores del municipio de Matagalpa, ya que existen barrios y asentamientos que no están conectados a la red de alcantarillado, lo cual trae como consecuencia un riesgo en la salud y bienestar de los habitantes.



Uno de estos barrios que carece de un sistema de Alcantarillado Sanitario es “Solingalpa”. El presente proyecto tiene como finalidad realizar el “Diseño de Alcantarillado Sanitario en la segunda etapa del Barrio Solingalpa del municipio de Matagalpa”, proporcionando así mejores condiciones de salud a los habitantes del Barrio.



1.2 Justificación

La necesidad de mejorar las condiciones de vida ha provocado en el municipio de Matagalpa, la migración de pobladores de la zona rural a la zona urbana, originando así la creación de asentamientos humanos y mayor demanda de servicios básicos.

Al aumentar la población, la demanda de agua potable también aumenta, lo cual produce grandes cantidades de efluentes que tienen que evacuarse y eliminarse de forma correcta, requiriendo del servicio de alcantarillado sanitario. De otro modo, las aguas residuales se infiltran en el suelo contaminando el agua subterránea o fluyendo a lo largo de la superficie de la tierra y las calles, contaminando el suelo y calles, perjudicando la salud humana y en particular a niños y personas de la tercera edad.

Un lugar donde se presenta la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario es el barrio de Solingalpa, por que la población se ha ido incrementando considerablemente año con año, provocando desequilibrio en el ambiente y en consecuencia enfermedades.

El presente proyecto tiene como finalidad realizar un diseño de alcantarillado sanitario en la segunda etapa del barrio, mejorando así las condiciones higiénico – sanitarias, condición de vida y progreso general de la población que habita Solingalpa, así mismo contribuir a disminuir los índices de enfermedades.



1.3 Objetivos:

Objetivo General:

- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario en la segunda etapa del Barrio Solingalpa del municipio de Matagalpa, para un periodo de diseño del 2010 al 2030.

Objetivos Específicos:

- Conocer la situación socioeconómica del barrio Solingalpa del municipio de Matagalpa.
- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario del barrio Solingalpa
- Realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto.
- Estimar los costos para la realización del alcantarillado sanitario
- Realizar los planos pertinentes de los perfiles del sistema de alcantarillado sanitario.



1.4: Información general del barrio

1.4.1 Ubicación



Fotografía 1: Mapa geodésico. Ubicación del proyecto

Fuente: INETER

El Barrio Solingalpa está ubicado, a un kilómetro de la carretera a Matagalpa, este punto se ubica a 2,700 metros antes de la entrada de dicha ciudad.

Se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 681 (msnm). La densidad poblacional es de 5.49 habitantes por vivienda. Los límites del barrio son: al norte con el barrio Lucia Mantilla, al sur con el Río grande de Matagalpa, al este con el cerro las tejas y al oeste con el barrio las tejas.

1.4.2 Clima

El clima del barrio es moderadamente fresco y húmedo la altura de sus terrenos determina la condición de un clima agradable sobre todo en el período de invierno.



Está catalogado como clima de sabana tropical de altura con temperaturas que oscilan entre los 19° a 24°C. La precipitación oscila entre los 800 a 2,000 mm.

1.4.3 Población

Para definir la población actual de la segunda etapa del barrio “Solingalpa”, se utilizaron datos recopilados, en la encuesta que se llevó a cabo casa por casa. Se encuestaron 102 casas en las que se contabilizaron 560 habitantes (ver en anexo N° 2)

Según los resultados del conteo de viviendas y muestreo poblacional, el barrio presenta la siguiente distribución de población y vivienda.

Población beneficiada	Viviendas beneficiadas	Índice promedio (Hab. /Viv.)
560	102	5.49

Tabla N° 1: Población y número de viviendas

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

1.4.3.1 Composición por edad y sexo

Según datos recopilados de la encuesta realizada, 338 habitantes son adultos, constituyendo un 60.36% y 222 son niños, representando 39.64% de la población total.

Población Total	Adultos	Niños
560	338	222

Tabla N° 2: Composición por edad

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

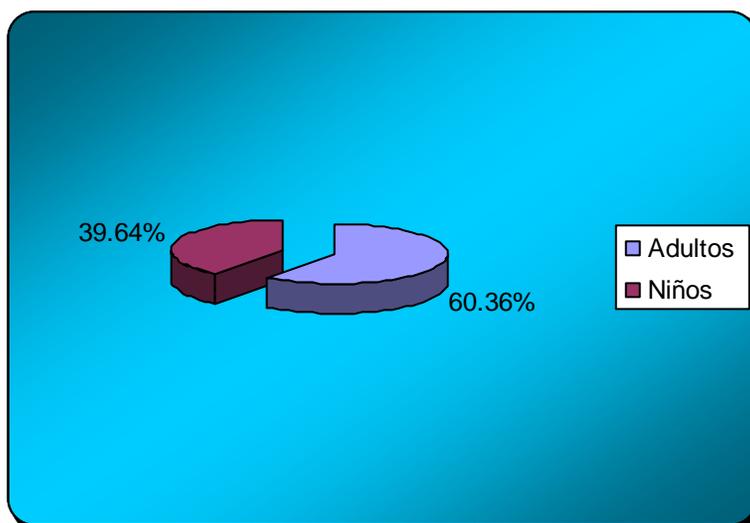


Gráfico nº 1: Composición de la población por edad

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

En lo que concierne a la composición por sexo, 264 habitantes son de sexo masculino y 296 de sexo femenino, representando esto un 47.14% y 52.86% respectivamente de la población total

Población Total	Masculino	Femenino
560	264	296

Tabla Nº 3: Composición por sexo

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

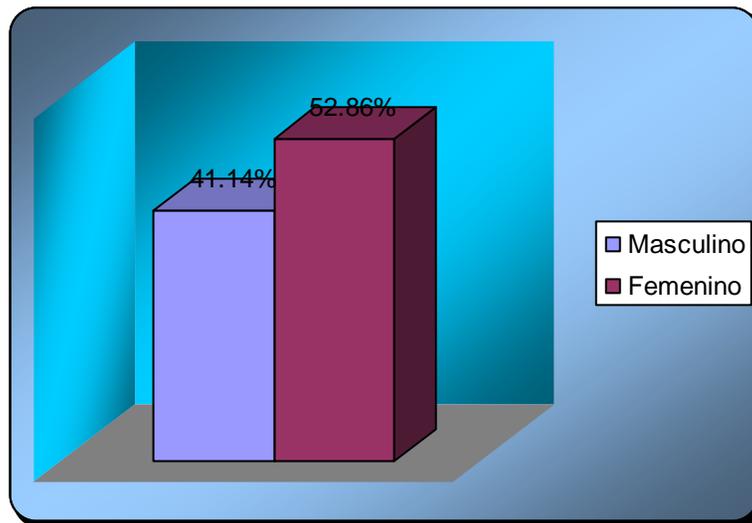


Gráfico nº 2: Composición de la población por sexo, prevaleciendo la población masculina
Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

1.4.4 Situación socio- económica

Para estudiar la situación socioeconómica de “la segunda etapa del barrio Solingalpa”, se utilizó el formato de encuesta socioeconómica de ENACAL, como instrumento de recopilación de información, el resumen de los datos recopilados se representan en **anexo 2**.

Las familias que componen el barrio son en su mayoría amas de casa, obreros, comerciantes y domésticas, pero también se pudo observar que hay muchas personas con deseo de superación y voluntad de trabajar en lo que puedan.

De la población adulta aproximadamente un 40.53% son activas, es decir que el 40.53% de la población reporta un ingreso mensual.

En relación a los materiales de los cuales están constituidas las viviendas, se averiguó lo siguiente:

- El 100% de las viviendas poseen techo de zinc.
- Las paredes:



Barrio Solingalpa	Numero de viviendas	Viviendas de madera	Viviendas de concreto	Viviendas Mixtas
Cantidad	102	3	73	26
%		2.94%	71.57%	25.49%

Tabla Nº 4: Tipos de paredes

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

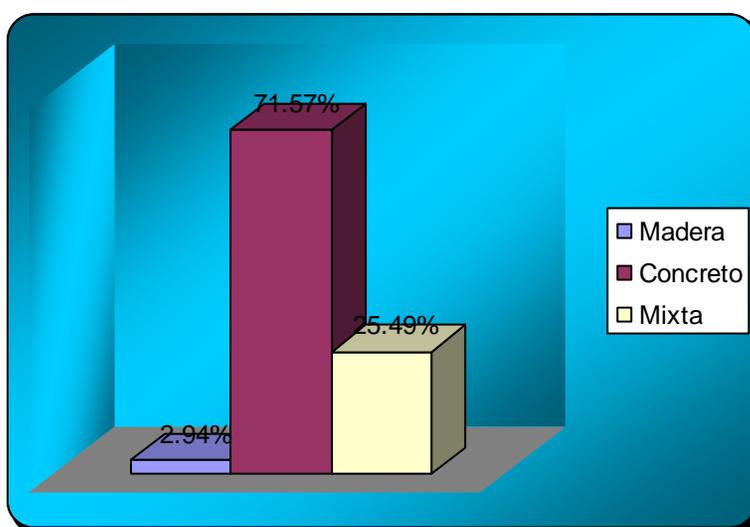


Gráfico nº 3: Tipos de paredes, de las cuales están construidas las viviendas del barrio.

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

➤ Los pisos son:

Barrio Solingalpa	Numero de viviendas	Pisos de tierra	Pisos de ladrillos	Pisos de embaldosado
Cantidad	102	22	50	30
%		21.57%	49.01%	29.42%

Tabla Nº 5: Tipos de pisos

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

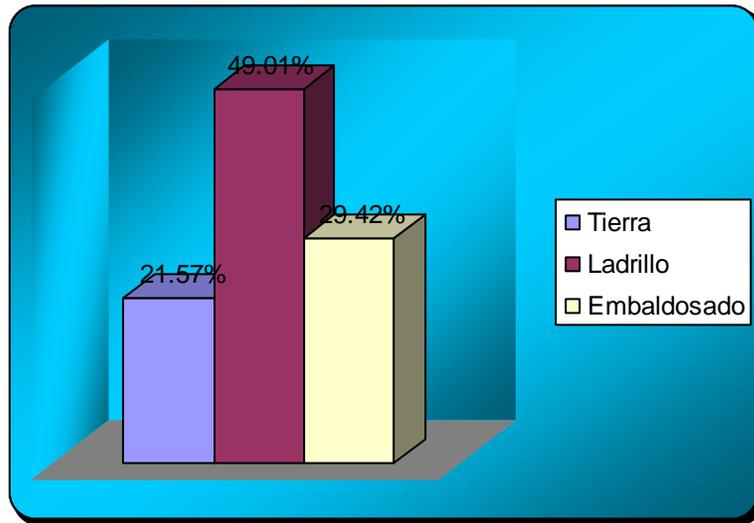


Gráfico nº 4: Tipos de pisos, de los cuales están constituidas las viviendas del barrio.

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

1.4.5 Servicios públicos existentes

1.4.5.1 Agua potable

De acuerdo a lo expresado por los encuestados el 100% de las viviendas del barrio Solingalpa, cuentan legalmente con el servicio de agua potable.

1.4.5.2 Alcantarillado sanitario

El 67.65% de la población hace uso de letrinas tradicionales mientras el 33.33% hace uso de inodoros.

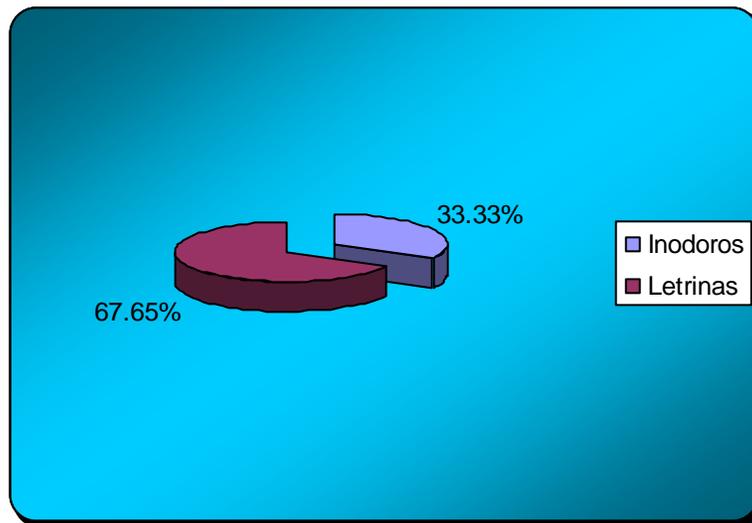


Gráfico nº 5: Situación de saneamiento del barrio

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

1.4.5.3 Energía eléctrica

El barrio cuenta con el servicio de energía eléctrica, con una cobertura del 100% de acuerdo a lo expresado por los pobladores en la encuesta.

1.4.5.4 Telecomunicaciones

Del total de las viviendas del barrio encuestadas un 3.92% poseen teléfono.

1.4.5.5 Recolección de basura

La alcaldía de Matagalpa brinda este servicio a todo el barrio de beneficiando al 100% de la población.



1.4.6 Disponibilidad económica de los habitantes para optar al servicio de alcantarillado sanitario.

La disponibilidad económica de los habitantes esta ligada a los ingresos económicos en cada vivienda del barrio:

De las 102 viviendas:

- 7 poseen pulperías
- 1 Cyber
- 3 sastrerías
- 1 bar
- 2 salas de belleza

Cabe mencionar que de la población adulta aproximadamente un 40.53% poseen trabajo reportando un ingreso mensual.

Es por ello que de forma general, se pudo confirmar que los pobladores de este barrio poseen una buena disponibilidad para la instalación del servicio, ya que necesitan mejorar, tanto el aspecto de la infraestructura del barrio como la calidad de vida.



CAPITULO II :

MARCO TEORICO



2.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario ¹

El sistema de alcantarillado sanitario consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recolectar y transportar aguas residuales o de lluvia que fluyen por gravedad, de no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas, debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas, y además causarían importantes pérdidas materiales.

Las aguas que evacuan un sistema de alcantarillado sanitario pueden tener varios orígenes entre ellos:

- **Aguas negras domésticas** (aguas residuales domésticas). Son procedentes de viviendas (inodoros, lavaderos, baños, cocinas y otros aparatos domésticos). (Habitualmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentales (principalmente materia orgánica)
- **Aguas negras industriales** (aguas residuales industriales). Se originan de los residuos de los desechos de procesos industriales o manufactureros y debido a su naturaleza, pueden contener elementos tóxicos: plomo mercurio, níquel, cobre y otros; que requieren ser destituidos en vez de ser dispersados al sistema de alcantarillado.
- **Aguas de lluvia**, surgen a causa de la precipitación pluvial y debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos. Pueden tener una gran cantidad de sólidos suspendidos.

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que conduzcan. A continuación se detallan:

¹ Guías técnicas para el diseño de Alcantarillado Sanitario y sistema de aguas residuales (INAA)



- **Alcantarillado sanitario:** sistema de recolección diseñado para conducir únicamente aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales o manufactureros.
- **Alcantarillado Pluvial:** sistema de recolección diseñado para conducir únicamente aguas producidas por la lluvia.
- **Alcantarillado combinado:** Alcantarillado que transporta paralelamente aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales o manufactureros y aguas de lluvias.

2.2 Clasificación de las Tuberías

- 1) **Laterales o Iniciales:** reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
- 2) **Secundarios:** reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- 3) **Colector Secundario:** Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.
- 4) **Colector Principal:** Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.
- 5) **Emisario Final:** Conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento, un vertimiento o un cuerpo de agua: río, lago o el mar.
- 6) **Interceptor:** Colector colocado paralelamente a un río o canal.



2.3 Tipos de red de alcantarillado Sanitario

Red de alcantarillado sanitario simplificado. Se desarrolló en Sao Pablo, Brasil al comienzo del año 1,980 como un plan piloto para pueblos pequeños. Después de cinco años de resultados experimentales positivos, el sistema fue adoptado por la norma nacional Brasileña (NB-567/1.986)

Las redes simplificadas se calculan según las mismas suposiciones de flujo en régimen permanente y uniforme que orientan a la mayoría de los diseños de las redes llamadas convencionales.

Este sistema puede ser presentado en su diseño en tres formas diferentes las cuales se detallan a continuación.

El tradicional trazo serpenteado o tipo de espina de pez. Este tipo de sistema es el que se ha usado en nuestro país y es el que se diseña en base a la red vial definida de manera que ocurran el mayor número de tramos cabeceros, con el fin de aumentar el número de tramos de mínima profundidad, disminuyendo así los volúmenes de excavación.

En este tipo de sistema los tramos cabeceros ya no son pozos de visita; son bocas de inspección o cajas de registros, disminuyendo el costo de estos dispositivos de limpieza en la construcción; también se emplea el término de tubo de inspección intermedio de limpieza lo cual se coloca en el centro de un tramo cuya longitud sea mayor a 100 metros.

Tipo condominio. En este sistema la tubería es colocada en la parte de los patios de los lotes donde se encuentre la mejor solución costos-efectividad. Su ventaja radica en el sistema diseñado que trata de optimizar el costo de recolectar todas las aguas residuales generadas dentro de un bloque o manzana de tratamiento de



aguas, conduciéndola por la mejor vía posible sin importar los límites de cada lote y minimizando las longitudes de conexión o bien reduciendo rápidamente las profundidades mínimas de excavación para las tuberías.

En este sistema se requiere un trabajo social para que se acepte el “bloque de condominio” y un trabajo permanente de monitoreo social, puesto que las tuberías están dentro de los lotes y corre el riesgo de sufrir daños en caso de ampliaciones de las viviendas.

Cruza manzana: Este es un sistema más radical y tiene como propósito optimizar el sistema total de condominio bajo cálculo, ya que trabaja de forma similar al sistema tipo condominio, con la diferencia que al salir de una manzana no se conecta a una colectora de una calle sino que cruza una manzana a otra, reduciendo así las longitudes de tubería para alcantarillas. Pero por otro lado puede llevar inconvenientes a algunos usuarios, ya que alguna gran tubería procedente de una manzana aguas arriba puede cruzar un lote.

Es necesario un trabajo arduo y muy eficaz por parte de la promoción social para lograr que la población tome conciencia sobre las ventajas que este tipo de sistema les podría traer.²

2.4 Diferencia entre el sistema de alcantarillado sanitario simplificado con el sistema convencional.

Las redes de alcantarillado sanitario simplificado (RAS), están formadas por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de coleccionar y transportar, para su disposición, los desagües sanitarios de una comunidad bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas, utilizando pocos recursos económicos.

² Normas Técnicas para el diseño y construcción de sistemas de Alcantarillado Sanitario simplificado (ENACAL)



Los alcantarillados simplificados difieren de los convencionales en la simplificación y minimización del uso de materiales en los criterios de construcción, puesto que los accesorios son los más simples y de menor tamaño. Además, se incluye el aporte de la población para su implementación y el posterior mantenimiento, a fin de que la simplificación constructiva adoptada no se convierta en un factor negativo en cuanto a operación y durabilidad del sistema.

Las principales características de los alcantarillados simplificados son:

- ✓ Se diseñan a partir de las conexiones domiciliarias.
- ✓ Su profundidad de excavación es reducida. Por este motivo, las tuberías se proyectan por zonas verdes o peatonales, para evitar zonas vehiculares que exigirían la protección de la tubería contra choques mecánicos. En algunos casos se proyectan redes dobles.
- ✓ Se controla la sedimentación en la tubería con el concepto de fuerza de arrastre, que resulta más práctico que controlar la sedimentación a través de una velocidad mínima nominal.
- ✓ Utiliza tuberías con uniones elásticas, a fin de disminuir la infiltración.
- ✓ Requiere menos pozos de registro y el costo de construcción de estas estructuras es reducido.
- ✓ Se adopta como diámetro de las tuberías un valor igual a 100 mm para las conexiones domiciliarias.
- ✓ Todas estas modificaciones o simplificaciones obedecieron a la necesidad de reducir el excesivo costo de los alcantarillados convencionales; a la



compatibilización de algunas normas de diseño de estos sistemas, con conocimientos modernos y a la aparición de mejores materiales para facilitar su construcción y mejorar su desempeño hidráulico, mejores equipos para su limpieza y mantenimiento.

2.5 Coeficiente de Retorno

Es la fracción del agua de uso domestico servida (dotación), entregada como agua negra al sistema de recolección y evaluación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo.

2.6 Factor de Harmon

El valor del factor de Harmon disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor debe ser estimada a partir de mediciones de campo.

Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las Harmon, validas para poblaciones de 1,000 a 1,000,000 de habitantes (ver criterio de diseño para este factor).



CAPITULO III :

CRITERIOS DE DISEÑO



3.1 Período de diseño

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta que punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema.

La vida útil para tuberías de PVC (cloruro de polivinilo) se encuentra entre 20 – 25 años. Por lo tanto tomando en cuenta los factores antes mencionados, se estimó un periodo máximo de diseño de 20 años para el sistema de alcantarillado sanitario del barrio Solingalpa.

3.2 Proyección de población

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad es fundamental para el proyecto de instalaciones de recolección, bombeo, tratamiento y evacuación y futuras extensiones del servicio. Por consiguiente es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño.

3.2.1 Fuentes de información.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en el Instituto Nicaragüense de Estadísticas.



A continuación se dan algunos métodos de cálculo, sin que ellos sean los únicos que se puedan aplicar. Cada Ingeniero Projectista está en libertad de seleccionar la tasa de crecimiento y el método de proyección a ser usado, sustentando sus escogencias ante el organismo que apruebe el proyecto.

3.2.2 Métodos de cálculos de población futura

a. Método aritmético.

Este método se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.

b. Tasa de crecimiento geométrico.

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
- 3) Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
 - a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
 - b) Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.



c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

c. Tasa de crecimiento a porcentaje decreciente.

Este método se aplicará a poblaciones que por las características ya conocidas se le note o constate una marcada tendencia a crecer a porcentaje decreciente.

d. Método gráfico de tendencia.

Consiste en dibujar en un sistema de coordenadas, teniendo por abscisas años y por ordenadas las poblaciones correspondientes a esos años, los datos extractados de censos pasados y prolongar la línea definida por esos puntos de poblaciones anteriores, siguiendo la tendencia general de esos crecimientos hasta el año para el cual se ha estimado necesario conocer la población futura.

f. Método gráfico comparativo.

Consiste en seleccionar varias poblaciones que hayan alcanzado en años anteriores la población actual de la localidad en estudio cuidando que ellas muestren características similares en su crecimiento. Se dibujan, a partir de la población actual, las curvas de crecimiento de esas poblaciones desde el momento en que alcanzaron esa población y luego se traza una curva promedio a la de esos crecimientos. Este método, en general, da resultados más ajustados a la realidad.

g. Método por porcentaje de saturación.

Con este método ("The Logistic Grid") se debe determinar la población de saturación para un lugar determinado, luego de conocer sus tasas de crecimiento



para varios períodos de tiempo anteriores. Conociendo esa población de saturación, se determinan los porcentajes correspondientes de saturación, basado en las poblaciones de los censos anteriores.

Se construye luego sobre un papel especial de coordenadas "Logistic Grid", que tiene por abscisas los lapsos de tiempo en años y por ordenadas los tantos por cientos de saturación de la población para esos lapsos de tiempos anteriores. Se prolonga luego esa línea hasta el año para el cual se desea conocer la nueva población, determinando por intercepción, qué porcentaje de saturación habrá adquirido la población para ese año. Se multiplica ese porcentaje, expresado en decimal, por la población de saturación y se obtiene la población futura para el número de años en el futuro acordado en el diseño.

3.2.3 Cantidades de aguas residuales

El Sistema de Alcantarillado de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales etc.

Sin embargo se puede observar que no toda el agua abastecida por el acueducto vuelve, en forma de agua usada a la cloaca, debido a que una parte es descargada fuera del sistema de recolección.

En las tablas siguientes se muestran valores guías de dotación para diferentes usos y localidades del país. El proyectista deberá revisar las estadísticas operativas del sistema de agua potable de la localidad en estudio para determinar las dotaciones, justificando su selección.



3.3 Caudales

3.3.1 Consumo doméstico.

Se deberán usar las dotaciones señaladas en la Tabla N°6

Dotación	Rango de población L/hab./día
0 – 5,000	100
5,000 - 10,000	105
10,000 - 15,000	110
15,000 - 20,000	120
20,000 - 30,000	130
30,000 - 50,000	155
50,000 - 100,000	y más 160

Tabla N° 6: Dotaciones de agua

Fuente: INAA, Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales

Para las ciudades y localidades del resto del país.

Se deberán usar los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria, ver Tabla N° 7, en casos especiales se estudiará específicamente en forma detallada.

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Tabla N° 7: Dotaciones domesticas diarias

Fuente: INAA, Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales



3.3.2 Gasto de infiltración (Qinf).

Además de las contribuciones de las viviendas, son de gran importancia las contribuciones por causa de infiltración, este es el caso que penetra la tubería a través de las uniones y las aguas que penetran en la red de alcantarillado sanitario por medio de las estructuras de los dispositivos de limpieza.

Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día. Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5000 L/ha/día. Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

3.3.3 Gasto medio (Qm.).

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

3.3.4 Gasto mínimo de aguas residuales (Qmin).

Para la verificación del gasto mínimo en las alcantarillas se deberá aplicar la siguiente relación:

$$Q_{min} = \frac{1}{5} Q_m$$

3.3.5 Gasto máximo de aguas residuales (Qmax).

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon.

$$Q_{max} = \left[1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right] Q_m$$



Q_{max} = Gasto máximo de aguas residuales domésticas.

P = Población servida en miles de habitantes.

Q_m = Gasto medio de aguas residuales domésticas.

El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00

3.3.6 Gasto de diseño (Q_d).

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular de la forma siguiente:

$$Q_d = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{int}$$

Q_{com} = Gasto comercial

Q_{ind} = Gasto industrial

Q_{int} = Gasto institucional o público

3.4 Hidráulica de las alcantarillas

3.4.1 Fórmula y coeficiente de rugosidad.

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base al criterio de la tensión de arrastre y a la fórmula de Manning se pueden usar diferentes clases de



tuberías, las cuales se seleccionarán de acuerdo a las condiciones en que funcionará el sistema y a los costos de inversión y de Operación & Mantenimiento.

Generalmente las colectoras hasta 375 mm de diámetro son diseñadas para trabajar, como máximo, a la media sección, destinándose la mitad superior de los conductos a la ventilación del sistema y a las imprevisiones y oscilaciones excepcionales.

Las colectoras mayores que reciben efluentes de redes relativamente extensas, que corresponden a mayor población tributaria, están sujetas a menores variaciones de caudal y por eso pueden ser dimensionadas para funcionar con tirantes de 0.70 a 0.80 del diámetro.

En la Tabla siguiente se indican valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning, para las tuberías de uso más corriente.

<u>Material</u>	<u>Coeficiente “n”</u>	<u>Material</u>	<u>Coeficiente “n”</u>
Concreto	0.013	Hierro galvanizado (H°G°)	0.014
Polivinilo (PVC)	0.009	Hierro Fundido (H°F°)	0.012
Polietileno (PE)	0.009	Fibra de vidrio	0.010
Asbesto-Cemento (AC)	0.010		

Tabla N° 8: Valores del coeficiente de Manning

Fuente: INAA, Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales

3.4.2 Cálculos Hidráulicos a tubo lleno

3.4.2.1 Caudal a tubo lleno

$$Q_{ll} = V_{ll} * A$$

De donde:

A: Área

VII: Velocidad a tubo lleno



3.4.2.2 Velocidad

$$Q_{ll} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

$$Q_{ll} = V_{ll} * A$$

$$V_{ll} = \left(\frac{1}{n}\right) x \left(\frac{\emptyset}{4}\right)^{2/3} x S^{1/2}$$

De donde:

Q_{ll}: Caudal a tubo lleno.

V_{ll}: Velocidad a tubo lleno.

A: Área.

n: Coeficiente de rugosidad

R: Radio hidráulico

S: Pendiente

∅: Diámetro (m)

Criterio de velocidad mínima.

La practica usual, es calcular la pendiente mínima, con el criterio de velocidad mínima y para condiciones de flujo a sección llena. Bajo este criterio, las tuberías de alcantarillado sanitario se proyectan con pendientes que aseguren una velocidad mínima de 0.6 m/s.

Sin embargo, la velocidad cerca del fondo del conducto es la más importante para efectos de la capacidad transportadora del agua. Según los autores se ha comprobado que una velocidad media de 0.3 m/s es suficiente para evitar un



depósito importante de sólidos³. Por tal motivo, se asumirá que la velocidad no debe ser menor a este valor, para condiciones de flujo parcialmente lleno.

En aquellos casos en los cuales por las condiciones topográficas presentes, no sea posible alcanzar la velocidad mínima, debe verificarse que el esfuerzo cortante sea mayor a 0.10 kg/m^2 o 1 N/m^2 .

3.4.3 Cálculos a tubo parcialmente lleno

Se debe destacar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, es a sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y contacto con el aire.

Para los cálculos hidráulicos de una tubería que está parcialmente llena, es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección lleno y parcialmente llena, es decir, que se requiere conocer el valor de la relación Q_d/Q_{II} ó V_d/V_{II} . Para ello se pueden utilizar nomogramas tablas, o la llamada curva del banano, o las siguientes formulas que de igual manera están basadas en la formula de Manning.

Para:

$$0.00 < Q_d/Q_{II} \leq 0.06$$

$$0.06 < Q_d/Q_{II} \leq 0.26$$

$$0.26 < Q_d/Q_{II} \leq 0.91$$

V_d/V_{II}:

$$V_d/V_{II} = 10^{(0.029806 + 0.29095 * \log(Q_d/Q_{II}))}$$

$$V_d/V_{II} = 10^{(0.13778 + 0.282597 * \log(Q_d/Q_{II}))}$$

$$V_d/V_{II} = 10^{(0.021763 + 0.289951 * \log(Q_d/Q_{II}))}$$

Para

$$0.00 < Q_d/Q_{II} < 0.11$$

$$0.11 < Q_d/Q_{II} < 0.21$$

$$0.21 < Q_d/Q_{II} < 0.91$$

d/D

$$d/D = 0.3827 + 0.0645 * \ln(Q_d/Q_{II})$$

$$d/D = 0.60025 + 0.1547 * \ln(Q_d/Q_{II})$$

$$d/D = 0.225 + 0.667 * \ln(Q_d/Q_{II})$$

³ Técnicas de diseño de alcantarillado sanitario y pluvial



3.4.3.1 Angulo central

$$\theta = \cos^{-1} \left(1 - \frac{d}{r} \right)$$

Donde:

d= Tirante Hidráulico

r= Radio de la Tubería

θ = Angulo Central

3.4.3.2 Radio Hidráulico

$$Rh = \frac{D}{4} * \left(1 - \frac{360 * \text{sen}2\theta}{2 * \pi * 2\theta} \right)$$

Donde:

Rh= Radio Hidráulico (m)

D= Diámetro de la tubería (m)

Θ = Angulo Central (en grados)

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado, se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentales (eses y otros productos de desechos) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

En caso de flujo de canales abiertos la condición de auto limpieza está determinada por la pendiente del conducto. Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima o el criterio de la tensión de arrastre (fuerza de arrastre)



3.4.4 Diámetro mínimo.

El diámetro mínimo recomendado en la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales del INAA es de 6”.

3.4.5 Pendiente longitudinal mínima.

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre, según la siguiente ecuación:

$$f = W R S$$

En la cual:

f = Tensión de arrastre en Pa

W = Peso específico del líquido en N/m³

R = Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de $f = 1$ Pa

La pendiente mínima recomendada para el flujo de desagüe en la RASS (Red de Alcantarillado Sanitario Simplificado), en las cabeceras, es de 0.6% (0.006 m/m). Esa pendiente, cuando, se le adopta en las redes que reciben por lo menos cada 30 m la conexión de una casa, donde existen moradores permanentes que operan la tasa sanitaria por lo menos una vez al día, debe propiciar el flujo de las aguas de forma efectiva, impidiendo la sedimentación de los sólidos en suspensión presentes en el desagüe.



Diámetro Nominal		Pendiente Mínima M/M	
Mm	pulgadas	n=0.009	n=0.013
150	6	0.0041	0.0055
250	8	0.003	0.004
250	10	0.0025	0.0033
300	12	0.0019	0.0026
380	15	0.0014	0.0019
450	18	0.0011	0.0015
610	24	0.0009	0.0012
760	30	0.0008	0.001
910	36	0.0007	0.0009
107	43	0.0006	0.0008
112	49	0.0004	0.0006

Tabla N° 9: Pendientes mínimas

Fuente: INAA, Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales

3.4.6 Pérdida de carga adicional.

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a $0.25 (V/m) 2/2g$ entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno de los casos, menor de 3cm.

3.4.7 Cambio de diámetro.

El diámetro de cualquier tramo de tubería deberá ser igual o mayor, que el diámetro del tramo aguas arriba, por ningún motivo podrá ser menor. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro de la tubería de salida deberá ser igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.



En los cambios de diámetro, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, deberán de coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de la tubería de entrada a nivel más bajo con el de la tubería de salida.

3.4.8 Ángulos entre tuberías.

En todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida deberá tener un valor mínimo de 90° y máximo de 270° medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

3.4.9 Cobertura sobre tuberías.

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural y que facilite el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras.

Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a pequeñas profundidades, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

3.4.10 Ubicación de las alcantarillas.

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía.



En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m.

3.4.11 Secciones especiales de alcantarillas.

Cuando sea imprescindible usar alcantarillas de sección diferente que la circular, se deberán diseñar también las transiciones necesarias.

3.4.12 Conexiones domiciliarias.

Las tuberías que conectan las descargas de agua residual de las edificaciones, desde la caja de registro, hasta las tuberías recolectoras del alcantarillado sanitario, son denominadas conexiones domiciliarias. Ellas deberán instalarse por debajo de las tuberías del acueducto, inclusive de las tuberías interdomiciliares. Su diámetro mínimo deberá ser de 100 mm, para viviendas unifamiliares.

Para el caso de hoteles, hospitales, colegios, etc., su diámetro se podrá determinar considerando la cantidad de artefactos sanitarios y aplicando el método de Hunter para obtener el caudal de descarga. La pendiente mínima podrá estar entre 1 y 2% dependiendo de la profundidad de la recolectora.

Cuando la recolectora se encuentre a gran profundidad se puede utilizar una tubería vertical envuelta en concreto, llamada chimenea, que termina a una profundidad adecuada por debajo de la superficie y la domiciliar de la edificación se conectará al ramal por la parte superior de la chimenea.



3.5 Pozos de visita sanitarios (p.v.s.)

3.5.1 Ubicación.

Se deberán ubicar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales" (cleanout).

3.5.2 Distancia máxima entre pozos.

El espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, en la forma siguiente:

1. - Con equipo técnicamente avanzado.

<i>Diámetro (ϕ)</i> <i>(mm)</i>	<i>Separación máxima</i> <i>(m)</i>
150 a 400	150
450 y mayores	200

2. - Con equipo tradicional

<i>Diámetro (ϕ)</i> <i>(mm)</i>	<i>Separación máxima</i> <i>(m)</i>
150 a 400	100
450 y mayores	120



3.5.3 Características del pozo de visita.

- El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos.
- Para pozos con profundidades mayores de 3 m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared, para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.
- El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con f: 750 mm y menores; para alcantarillas con f mayores de 750 mm, D deberá ser igual a $f + 600$ mm.
- Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03 m de diámetros para proveer el escape de gases.
- Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, se usarán Dispositivos de Visita Cilíndricos (DVC) consistente en tubos de concreto precolado con diámetro interno de 760 mm.
- Para profundidades de rasante de tubos de 0.60 m a 1.00 m se usarán Cajas de Registro Sanitarias (CRS).
- Para cualquiera de las cámaras de inspección que se use el pasaje del agua a través de ella deberá efectuarse mediante canales que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y en la salida aguas abajo.



- Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.
- El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.
- El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15 mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

3.5.4 Pozos de visita con caída.

Se deberán usar pozos de visita con caída cuando la altura entre el fondo del pozo de visita y el fondo de la tubería de entrada sea mayor de 0.60 m.

3.6 Dispositivos de visita cilíndricos (DVC)

Estos dispositivos se construirán, a profundidades menores de 1.8 m., en servidumbre de pase, callejones o en vías de poco tránsito, sustituirán a los pozos de visita convencional. Se utilizarán en todo cambio de pendiente, de diámetro o alineación y deberá construirse caída cuando el fondo de la alcantarilla entrante este a más de 0.60 m por encima del pozo de visita.



CAPITULO IV:

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PROPUESTO



4.1 Estudio de población

4.1.2 Población actual

La población actual es de 560 habitantes

Población	Viviendas
560	102

Tabla Nº 10: Población y número de viviendas

Fuente: Elaboración propia, resultados de encuesta realizada en el periodo de enero 2009.

4.1.2.1 Población de saturación

Acorde a los datos levantados en campo, se calculó el índice de habitantes por vivienda obteniendo un resultado de 5.49 hab./viv. Para el cálculo de la población de saturación del barrio, se utilizó un índice de 6 hab./viv, el cual es recomendado por ENACAL, resultando una población de saturación igual a:

$Psat = 102 \text{ viviendas a ser beneficiadas} * 6 \text{ hab./viv} = 612 \text{ habitantes}$. Esta es la población de saturación del barrio por lo tanto será la población de diseño.

4.1.3 Dotación de agua

La cantidad de aguas residuales domésticas de la ciudad de Matagalpa está en dependencia del rango de población. En la segunda etapa del barrio Solingalpa de la ciudad de Matagalpa existe una población de diseño de 612 por lo tanto, según normas, la dotación del barrio será de 26.67gppd, es decir 100 lts/hab/dia.

4.1.4. Punto de acople

La red de recolección propuesta se acoplará a un ramal de una colectora, localizada en la parte noroeste del barrio.



4.2 Diseño de la red propuesta

Para la realización del diseño se utilizó un coeficiente de Manning de 0.009, que corresponde a tuberías de PVC, con un caudal de infiltración de 2 lts/h/100m y por cada 25 mm de diámetro.

El caudal de diseño se estimó considerando la población de saturación del barrio, la dotación de 160 lts/h/día, con un coeficiente de retorno del 80%.

El caudal medio a evacuar es de 0.56647 lts/seg, el caudal máximo es de 1.69940 lts/seg, el caudal de infiltración de 0.3471 lts/seg y el caudal de diseño total de 2.0465 lts/seg.

Indicadores técnicos del proyecto

➤ Caudal a descargar	2.0465 lts/seg
➤ Número de casas beneficiadas	102
➤ Promedio de personas por vivienda	6 hab/viv
➤ Población actual a beneficiar	560 hab
➤ Periodo de diseño	25 años
➤ Población de diseño	612 hab.



















CAPITULO V:

EVALUCION DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Estructura del Sistema de Evaluación Ambiental.



En la actualidad los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad que por sus características, pueden producir deterioro al ambiente o a los recursos naturales, deberán obtener, previo a su ejecución, el Permiso Ambiental otorgado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), por medio de la ley creadora del mismo 1-94, la ley 290 de la Organización del Estado, la ley general del ambiente (ley 217) y su reglamento y el decreto para la administración de Estudios de Impacto Ambiental y permisos ambientales (decreto 45-94), en coordinación con las unidades ambientales de los sectores involucrados. Cualquiera que sea el sistema de tratamiento aplicado a las aguas residuales, la descarga final deberá cumplir, con la calidad de vertidos establecida por MARENA en el decreto N° 33-95 y las Normas Ambientales vigentes.

El MARENA está impulsando como eje de acción estratégica institucional, los procesos de desconcentración y descentralización de la Gestión Ambiental en el país, lo que impulsa a reformar los actuales instrumentos de gestión ambiental, entre estos, el Sistema de Evaluación Ambiental, con el fin de diseñarlo e implementarlo bajo un enfoque desconcentrado y descentralizado en la búsqueda de prestar un servicio público más eficiente y eficaz.

El Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, el cual está compuesto por:

1. La Evaluación Ambiental Estratégica: incorpora procedimientos para considerar los impactos ambientales de planes y programas en los niveles más altos del proceso de decisión, con objeto de alcanzar un desarrollo sostenible.
2. La Evaluación Ambiental de Obras, Proyectos, Industrias y Actividades, la cual está compuesta por categorías ambientales que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes:



Categoría Ambiental I: Las obras, proyectos e industria categoría I, son considerados proyectos especiales por su trascendencia nacional, binacional y regional, por su connotación económica, social, ambiental y, porque pueden causar alto impacto ambiental potencial, están sujetos a un estudio de impacto ambiental. Será administrado por el MARENA central a través de la dirección general de calidad ambiental, en coordinación con las unidades ambientales, sectores pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los gobiernos municipales, según el caso.

Los proyectos que pertenecen a esta categoría son:

1. Proyectos de infraestructura de transporte vial de trascendencia nacional, binacional o regional o que atraviesan varias zonas ecológicas del país.
2. Proyectos de infraestructura portuaria y de atraque de embarcaciones de gran calado ya sean marítimo, fluviales o lacustre.
3. Proyectos de Canales fluviales de navegación a través de ríos y lacustre o canales interoceánicos.
4. Dragado de cursos o cuerpos de agua que conlleven a la extracción de un volumen de material igual o superior a 250,000 m³.
5. Exploración y explotación de hidrocarburos.
6. Líneas conductoras de fluidos de cualquier índole de trascendencia nacional, binacional o regional o que atraviesan varias zonas ecológicas del país.
7. Generación de energía hidroeléctrica superior a 100 MW.
8. Proyectos, obras, actividades e industrias que se desarrollen en cuencas compartidas con otros países.

Categoría ambiental II: Las obras, proyectos, industrias y actividades considerados Categoría Ambiental II que pueden causar impactos ambientales potenciales altos, están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Será administrado por el MARENA central a través de la Dirección General de Calidad



Ambiental, en coordinación con las autoridades ambientales sectoriales pertinentes, las delegaciones territoriales de MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto o actividad.

Algunos de los proyectos que pertenecen a esta categoría son:

- Construcción de presas de cola y relave mineros.
- Proyectos de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías suburbanas de nuevo trazado de alcance interdepartamental.
- Modificaciones al trazado de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías suburbanas preexistentes, medido en una longitud continua de más de diez kilómetros (10 Km).
- Nuevas construcciones de Muelles y Espigones que incorporen dragados con una superficie igual o superior a un mil metros cuadrados (1000 m²)
- Dragado de cursos o cuerpos de agua menores de doscientos cincuenta mil metros cúbicos (250,000 m³). Con excepción de los dragados de mantenimiento de las vías navegables.
- Presas que ocupen una superficie igual o mayor a cien hectáreas (100 ha)
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal superior a los 750 m³/día.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal superior a los 200 m³/día.

Categoría Ambiental III: Los proyectos considerados en la Categoría Ambiental III son proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedaran sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondientes proceso de valoración ambiental y emisión de de la autorización ambiental correspondiente. El proceso de valoración ambiental correspondiente quedará a cargo de las delegaciones territoriales del MARENA o consejos regionales en el ámbito de su territorio. Será administrado por MARENA a través



de las delegaciones territoriales, en coordinación con las unidades ambientales sectoriales y municipales pertinentes, según el tipo de obra, proyecto, industria o actividad.

Algunos de los proyectos que pertenecen a esta categoría son:

- Explotación de Bancos de material de préstamo y Proyectos de exploración y explotación de minería no metálica con un volumen de extracción inferior a cuarenta mil kilogramos por día (40,000 kilogramos/día). En el caso de minerales que poseen baja densidad la unidad de medida será cuarenta metros cúbicos (40 m³).
- Modificaciones al trazado de carreteras, autopistas, vías rápidas y vías urbanas preexistentes, medido en una longitud continua de menos de diez kilómetros (10 Km) y nuevas vías intermunicipales.
- Nuevas construcciones de Muelles y Espigones, que incorporen dragados menores de un mil metros cuadrados (1000 m²) o que no impliquen dragados.
- Reparación de muelles y espigones.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal entre 150 y 750 m³/día.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales que generen un caudal inferior a los 200 m³/día, siempre y cuando el efluente no contenga sustancias tóxicas, peligrosas y similares.
- Proyectos de captación y conducción de aguas pluviales para cuencas cuyas superficies sean entre 10 y 20 Km².
- Obra abastecimiento agua potable. Planta potabilizadora con poblaciones mayores de cien mil (100,000) habitantes y campos de pozos.

Los proyectos no considerados en las Categorías anteriores son proyectos que pueden causar Bajos Impactos Ambientales Potenciales, por lo que no están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. De conformidad con el artículo 25 de



la Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, los proponentes deberán presentar el formulario ambiental ante la autoridad municipal correspondiente para la tramitación de la solicitud de su permiso, según los procedimientos establecidos.

Según lo analizado anteriormente el proyecto de alcantarillado sanitario de la segunda etapa del Barrio Solingalpa, se encuentra en la categoría III, por lo cual se realizará una evaluación de impacto ambiental (EIA).

Se entiende como Evaluación de Impacto Ambiental, a un proceso de análisis, que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitidas, seleccionar la alternativa, que cumpliendo con los objetivos propuestos, maximice los beneficios y disminuyan los impactos no deseados.

Los proyectos de sistemas cloacales (conducción) son, por naturaleza, diseñados para proteger y eventualmente corregir la calidad del ambiente, mejorar la salud pública y contribuir al bienestar social; ello implica prevenir y/o corregir impactos ambientales actuales. Sin embargo, diseños inadecuados, escasa planificación o diagnósticos incorrectos pueden provocar impactos no deseados, e incluso irreversibles, sobre los ambientes naturales y la calidad de vida.

En nuestro país Nicaragua la responsabilidad del manejo y valoración ambiental del sector de acueductos y alcantarillado recae principalmente sobre la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) de acuerdo con el reglamento de permisos y evaluación de impacto ambiental.

Este capítulo tiene por objeto evaluar desde el punto de vista ambiental, el proyecto de construcción de la red de alcantarillado sanitario de la segunda etapa



del barrio Solingalpa del casco urbano de la ciudad de Matagalpa. En el mismo se tratarán los siguientes puntos:

- Descripción del proyecto para la construcción de la red de alcantarillado sanitario.
- Identificación de las afectaciones producidas al medio ambiente, en la etapa de construcción.
- Evaluación de impacto ambiental.

5.2 Descripción del proyecto

El proyecto de la red de Alcantarillado Sanitario de la segunda etapa del barrio Solingalpa, de la ciudad de Matagalpa, es un proyecto de gran envergadura ya que con la construcción de esta red se pretende mejorar el nivel de vida de la población.

La localidad no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, por lo tanto, evacúan los residuos líquidos domiciliarios por medio de sistemas individuales formados por cámara séptica y pozo absorbente y en la mayoría de los casos por medio de letrinas. El sistema a diseñar consta de 1,560 metros lineales de tubería, 27 pozos de visitas y 102 conexiones domiciliarias. La red de recolección propuesta se acoplará a un ramal de una colectora, localizada en la parte noroeste del barrio.

Se debe tener claro que con la construcción de la red de Alcantarillado Sanitario, traerá en gran parte beneficios positivos al medio ambiente al igual que negativos al provocar molestias y efectos a la población como son el ruido ocasionado por las máquinas que llevarán a cabo la instalación de las tuberías; así como el polvo que se esparcirá al realizar los zanjos donde se ubicarán las tuberías.



5.2.2 Situación Ambiental del área de influencia

Área influencia directa: es el área que será afectada por las obras o actividades del proyecto.

Medio Físico

Aire: Los principales problemas que se presentaran son debido a las partículas de polvo suspendidas en el aire y el ruido que se producirá por las máquinas que serán utilizadas para la excavación de zanjas.

Suelo: En el caso del suelo se verá afectado debido a las diversas actividades que se llevarán a cabo en el proyecto como son las excavaciones que se realizarán para la instalación de las tuberías.

Medio perceptivo: El paisaje se verá afectado cuando se lleve a cabo la construcción de red de alcantarillado sanitario.

Durante la etapa de Operación

Medio Físico

Agua: Los recursos hídricos superficiales no se verán afectados por el funcionamiento del sistema propuesto.

Los recursos hídricos subterráneos pueden verse afectados si se producen perdidas en las juntas de las conducciones produciendo la percolación de los efluentes cloaca los que transportan. Además, se pueden producir perdidas en las bocas de registro por fisuras del fondo o muros laterales.

Calidad del aire: En la etapa de funcionamiento propiamente dicha no habrá afectación de la calidad del aire motivado por el sistema de alcantarillado. Por lo tanto su efecto será nulo.



Olores: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirán olores.

Nivel Sonoro: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirá ruido.

Suelo: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirán alteraciones en el suelo.

Medio perceptivo

Paisaje: Durante la etapa de funcionamiento, no se producirá ningún daño al paisaje.

Economía y población

- Transito y medios de transporte: el funcionamiento del sistema no provocará un impacto sobre el transito y circulación de vehículos, por lo que este impacto se considera nulo.
- Economía local: el impacto en la economía local será positivo. Esto se debe al incremento de las actividades turísticas, el valor de la tierra y las actividades derivadas.

Generación de empleo: el funcionamiento del sistema generará demanda de personal para efectuar el mantenimiento, la operación y la vigilancia de las obras ejecutadas.

Valor Inmobiliario: La puesta en marcha del sistema traerá aparejado un incremento del valor.

Vivienda: La existencia de un sistema de alcantarillado traerá aparejado una atracción adicional para la construcción de nuevas viviendas y de barrios de zonas en expansión previstas.



5.3 Identificación de Impactos Negativos Durante la Construcción del proyecto.

Etapa del proyecto	Actividades del proyecto	Factor impactado	Efecto directo de la acción sobre el factor ambiental
Construcción	Preliminares	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	Esparcimiento de polvo, emisión de carburadores al igual del ruido que esparcen las maquinas que operan, molestias a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje debido a la presencia de las maquinas operadoras, enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo.
	Colectoras	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	Esparcimiento de polvo al realizar la excavación de zanjas para instalar las tuberías, emisión de ruido al colocar las tuberías de las zanjas, molestias a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, alteración del suelo al realizar excavaciones, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable.
	Pozos de visitas	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	Esparcimiento de polvo al realizar la excavación, molestia a la población debido a los desvíos de tránsito vehicular, distorsión del paisaje, enfermedades respiratorias a causa del polvo así como enfermedades de la piel producidas por la presencia de partículas de polvo, ruptura de la tubería de acueducto de agua potable, alteración del suelo.
	Conexiones	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	No produce ningún efecto en el ambiente.
	Limpieza y entrega	-Calidad del aire., ruidos y vibraciones, transporte, Paisaje urbano, salud	No produce ningún efecto en el ambiente.

Fuente: Elaboración propia



5.4 Evaluación del Impacto Ambiental (E.I.A)

Consiste en la comparación del comportamiento de los impactos identificados durante la etapa de predicción, con criterios de calidad ambiental o normas técnicas ambientales.

El objetivo de la evaluación es determinar la significancia de los impactos potenciales con el propósito de definir las medidas de mitigación adecuadas, que eviten, reduzcan, controlen o compensen estos impactos, así como para determinar el nivel de estas medidas. El proceso de evaluación de impactos consiste de las siguientes tareas:

- Identificación de las actividades o acciones del proyecto que puedan resultar en impactos negativos o positivos al medio ambiente.
- Predicción de cómo estas acciones afectarán los diversos componentes ambientales (físico, biótico o sociales), con base a experiencias previas y juicio profesional.
- Evaluación de la magnitud e intensidad de cada impacto.

Para identificar todos los impactos del proyecto en sus diferentes etapas, desde los más impactantes hasta los menos impactantes, se utiliza inicialmente la lista del chequeo. Como segundo paso y para la identificación de los impactos potenciales se utilizan matrices de interacción. La ponderación de los impactos identificados se realiza con el método de los indicadores, el cual se detalla a continuación.



5.3.2 Método de los indicadores

Este es el método más utilizado por su versatilidad. Consiste en evaluar a través de indicadores los efectos previamente identificados. A cada uno se le asigna un peso y se seleccionan criterios o variables de medición. El puntaje final del impacto será el resultado de ponderar estos indicadores. Cuando la información disponible no permite medir cambios cuantitativos, se pueden usar criterios de valoración cualitativos asignándole a cada uno determinada escala de puntaje.

Ocasionalmente se utiliza el término magnitud como un criterio de fusión de los indicadores: intensidad, extensión y duración. También cuando se evalúa un impacto puede identificarse el " carácter ", es decir, si el cambio será positivo o negativo.

Una de las ventajas de este método es que requiere combinar diferentes formas de evaluación para obtener la relevancia o gravedad del impacto. Otra ventaja es que permite obtener resultados razonables para evaluar diferentes impactos de un proyecto, aún cuando los niveles de información básica sean variables entre sí, permite alcanzar resultados cuantitativos de los impactos a pesar de que ellos provienen, en algunos casos, de valoraciones de carácter cualitativo.

5.2.3 Criterios para la evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental deba realizarse en forma independiente para cada acción a realizar durante el proyecto y su respectivo componente ambiental afectado. Estos criterios utilizarán parámetros semi cuantitativos, los cuales se medirán en escalas relativas. Las siguientes es un cuadro de los criterios utilizados para evaluar el impacto de esas acciones, su rango y calificación.



<p>SIGNO</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Impacto ambiental beneficioso-----(+) ◆ Impacto ambiental perjudicial-----(-) 	<p>INTENSIDAD (I) (Destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Baja----- 1 ◆ Media----- 2 ◆ Alta----- 4 ◆ Muy alta----- 8 ◆ Total----- 16
<p>EXTENSION (E) (Área de influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Puntual----- 1 ◆ Parcial----- 2 ◆ Extenso----- 4 ◆ Total----- 8 ◆ Crítico----- >8 	<p>MOMENTO (M)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Largo plazo----- 1 ◆ Medio plazo----- 2 ◆ Inmediato----- 4 ◆ Crítico----- +1, +4
<p>PERSISTENCIA (P) (Permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Fugaz----- 1 ◆ Temporal----- 2 ◆ Pertinaz----- 4 ◆ Permanente----- 8 	<p>REVERSIBILIDAD (R) (Reconstrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Corto plazo----- 1 ◆ Medio plazo----- 2 ◆ Largo plazo----- 4 ◆ Irreversible----- 8 ◆ Irrecuperable----- 20
<p>IMPORTANCIA</p> <p>$\pm (3I + 2E + M + P + R)$</p>	

Tabla Nº 12: Símbolos y valores de la importancia de los impactos

Fuente: Curso Estudio de impacto ambiental



Matriz de valoración.

	Etapa de construcción						Etapa de operación					
	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	IMPOTANCIA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	IMPOTANCIA
1- AIRE												
Contaminación por ruidos	-2	-1	-2	-2	-1	-13	-1	-2	-2	-2	-1	-12
Contaminación por partículas	-2	-2	-4	-2	-1	-17						
Contaminación por olores	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
2- SUELO												
Estructura del suelo	-1	-2	-1	-8	-4	-20	-1	-1	-1	1	-1	-6
Contaminación de suelo y subsuelo por derrames de combustibles y aceites	-1	-1	-2	-8	-4	-19						
3- AGUA												
Calidad	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
Contaminación por hidrocarburos	-1	-2	-2	-4	-4	-17						
Drenaje	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
Agua subterráneas	-1	-1	-1	-1	-1	-8						
4- CONDICIONES BIOLÓGICAS												
Fauna	-1	-1	-1	-1	-1	-8	1	2	1	1	2	11
Flora	-1	-1	-1	-1	-1	-8	1	2	1	1	2	11
5- SISTEMA DE TRANSPORTE												
Automóviles	-1	-1	-1	-1	-1	-8	2	4	4	4	4	26
Camiones	-1	-1	-1	-1	-1	-8	2	4	4	4	4	26
Movimiento	-1	-2	-2	-2	-1	-12	4	4	4	4	4	32
6- MEDIO PERCEPTUAL												
Visibilidad	-2	-2	-4	-1	-1	-16						
Estética	-2	-2	-2	-2	-2	-16	2	2	4	8	4	26
7- MEDIO SOCIOECONÓMICO												
Desarrollo urbano permanente							2	2	2	8	4	24
Estilo, calidad y condiciones de vida							8	2	4	8	4	44
Nivel cultural							1	2	2	8	4	21
Afectaciones en la salud de trabajadores y pobladores	-1	-1	-4	-2	-1	-12						
Ampliación de servicios							2	2	2	4	8	24
8- SERVICIOS												
Calidad sanitaria en el ambiente local	-1	-2	-2	-2	-1	-12	8	4	4	8	4	48
Reducción de molestias sanitarias debido a olor en los alrededores producidas por aguas							8	4	4	8	8	52
Salud de la población	-1	-2	-2	-2	-1	-12	8	4	4	8	4	48
Bienestar social	-1	-2	-2	-2	-2	-13	8	4	4	8	4	48

Fuente: Elaboración propia



5.5 Medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos durante las etapas de construcción de las obras y operación del sistema.

Evaluada las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, a continuación se presentan las correspondientes medidas de mitigación las cuales son un conjunto de medidas y obras a implementar antes del impacto de las amenazas para disminuir la vulnerabilidad de los componentes y de los sistemas que tienden a prevenir, reducir, mitigar o compensar los efectos adversos del proyecto, tanto en su etapa de construcción como en su etapa de operación.

Es importante destacar que en todos los casos la inspección de obra será la encargada de hacer cumplir aquellas medidas de mitigación que correspondan aplicar durante la etapa de construcción de las obras. La inspección de obra podrá solicitar colaboración de organismos sectoriales como la alcaldía, ENACAL, entre otros.

Durante la etapa de operación, la responsabilidad de la correcta operación y mantenimiento de las nuevas obras es obligación de la empresa de acueductos y alcantarillados (ENACAL) con la ayuda de la alcaldía municipal.

5.5.1 Plan de vigilancia y control ambiental para la etapa de construcción de obras y operación del sistema.

En relación con el medio físico.

En relación con los recursos hídricos superficiales y subterráneos

- Se prohibirá el lavado de vehículos, su mantenimiento o cambio de aceites y lubricantes en la zona de obra. Se deberá efectuar esta tarea en talleres existentes.



- Se deberán instalar baños para uso del trabajo, campamento y frentes de obra.

En relación con la calidad del aire.

- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga, con la finalidad de que la combustión sea la óptima no incompleta y por consiguiente reducir las emisiones atmosféricas.

En relación con la producción de olores.

- Con relación a los olores producidos en zona del trabajo y campamentos se deberá controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.
- La empresa de contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenado de residuos sólidos hasta que la municipalidad efectúe su traslado. Esta acción se deberá realizar por lo menos tres veces a la semana.
- La zona del trabajo y campamento se deberá mantener limpia en forma permanente.
- Se deberá mantener un estricto y permanente control del sistema de carburación de equipos y vehículos de carga con la finalidad de reducir las emisiones de gases.



En relación con la contaminación sonora.

- Optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir en movimiento de ésta, evitando horas innecesarias de circulación.
- Verificar en forma permanente la utilización de elementos de protección auditiva por parte del personal de obra.

En relación con el suelo

- Controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.
- La empresa contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenamiento de residuos sólidos hasta que la municipalidad efectúe su traslado.
- Se deberá restablecer las condiciones originales del suelo afectado por las obras de conducción de efluentes.
- Se deberá optimizar el tránsito de maquinarias con la finalidad de disminuir el movimiento de estas evitando horas innecesarias de circulación.
- En forma permanente se controlará la estabilidad de taludes y de excavaciones para evitar desmoronamiento en excavaciones. La empresa contratista deberá garantizar la estabilidad de los taludes ya sea en forma natural o mediante el empleo de sostenimientos temporarios.



En relación con el medio perceptivo.

En relación con el paisaje.

- El sitio de ubicación del trabajador y campamento, en lo posible, no deberá interferir con el paisaje de la zona
- Las áreas utilizadas para el asentamiento de trabajadores y campamentos deberán recuperarse una vez finalizada la obra de tal forma de asemejarse lo más posible al estado previo. Para ello se recomienda el tomado de fotografías al momento de comenzar la obra con la finalidad de restituir todo a su estado inicial. Se deberán retirar todos los cierres e instalaciones implantadas restaurando el predio a las condiciones precedentes.

En relación con el tránsito y los medios de transporte.

- Colocar una adecuada y completa señalización de las obras con carteles indicativos de velocidades máximas, desvíos y todo otro aspecto necesario para asegurar una clara indicación de la forma de circulación durante las obras y evitar la ocurrencia de accidentes. Además, se colocarán vallados de seguridad en excavaciones y proveer iluminación y señalización nocturna.
- En aquellas propiedades frentistas afectadas por la excavación de zanjas, se deberá asegurar el ingreso vehicular y peatonal por medio de pasarelas y puentes de ingreso provisorio.
- Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas, de forma de evitar riesgos de accidentes o problemas por contingencias climáticas.



En relación con el turismo y el comercio

- Tal como se indicó anteriormente el impacto que produce sobre la circulación vehicular es menor, se puede subsanar en forma sencilla y en ningún momento es necesario cortar el ingreso a propiedades para realizar las obras. El ancho de las zanjas para colocar las tuberías de las conducciones es inferior a 0.80m, no siendo inconveniente para ser traspasada mediante puentes y pasarelas.
- Así mismo se recomienda que no se ejecuten grandes tramos de excavación de zanjas dejándola abierta un tiempo excesivo, sino que se hagan tramos no mayores a 200m de zanjas sin tapar.

5.5.2 Acciones sobre el medio durante la construcción.

La empresa constructora que lleve a cabo la ejecución del proyecto, deberá de tomar en cuenta medidas mitigadoras con el objetivo de disminuir los riesgos de accidentes que puedan ocasionar en el transcurso de ejecución del proyecto en si.

Estás medidas mitigatorias son las siguientes:

1. Provisión de indumentaria adecuada a los operarios que en ella trabajen, (botas, cascos, protectores visuales, etc.)
2. Instalación de carteles de señalización indicativos de la necesidad de realizar desvíos al tránsito automotor o que impidan el acceso a las zonas de la obra, de personas ajenas a ellas, los que serán complementados con el uso de vallas.
3. También deberán colocarse pasarelas de madera para impedir accidentes de los peatones o de vecinos que circulen por las inmediaciones de la obra.



4. Colocación de un sistema de iluminación nocturna indicativo de la presencia de la obra en el entorno, el que estará ubicado sobre vallas metálicas o de madera, que impidan el acceso a la zona con vehículos o de personas.

5.5.3 Medidas precautorias o mitigadoras a adoptar para la excavación de zanjas para colocación de tuberías.

1. El material extraído de las excavaciones se mantendrá acopiado, humedecido o protegido con una cubierta superficial a fin de evitar su desparramo y permitir el tránsito peatonal.
2. Fuera de los horarios de trabajo las zanjas permanecerán tapadas con madera o planchas metálicas.
3. Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.
4. Se establece como máximo para cada frente de trabajo 200m lineales de excavación sin tubería colocada como límite de ejecución de zanjas.
5. En la apertura del camino para tuberías, bajo ninguna circunstancia los individuos arbóreos y arbustivos deberán ser suprimidos sin la debida autorización ambiental componente. Los árboles deben ser tumbados adentro de la zona de la obra. Los árboles localizados fuera de los límites de la zona de obra no deben ser cortados para obtener madera para la obra.
6. En la apertura de zanjas el suelo fértil de superficie y suelo mineral excavado deben ser almacenados separadamente. En ninguna circunstancia el suelo superficial que será utilizado para la futura



recuperación del área degradada por la apertura de la zanja deberá ser utilizado como revestimiento de fondo de zanja.

7. Cobertura de zanja – En áreas de preservación permanente o con cobertura natural no alterada anteriormente a las obras, los servicios de cobertura deben incluir el relleno compactado del suelo y el plantío de especies vegetales retiradas durante la apertura de la zona de obras, a efectos de no comprometer a la tubería.
8. Se deberán colocar defensas, barreras y barandas metálicas, en los lugares que indique la inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

5.5.4 Evaluación de impacto ambiental de la obra general.

Se tomarán medidas mitigadoras tendientes a reducir las afectaciones ambientales que puedan generar las distintas instalaciones que componen una obra de desagües cloacales.

Estas medidas se aplicarán sobre todas y cada una de ella durante la ejecución de la obra.

a) Cumplimiento de las medidas sobre control de emisiones dispuestas por la autoridad competente para minimizar las emisiones producidas por las tareas de construcción, por ejemplo:

- Reducir las emisiones de los equipos de construcción, apagando todo equipo que no esté siendo efectivamente utilizado.
- Reducir las congestiones de tránsito relacionadas con la construcción.
- Afinar y mantener adecuadamente los equipos de construcción.
- Prever lugares de estacionamiento para la construcción, a fin de minimizar interferencias con el tránsito.



- Minimizar la obstrucción de carriles para tránsito de paso.
- b) Cumplimiento de los requisitos más estrictos que dispongan las ordenanzas vigentes para prevenir la contaminación sonora
- Utilización de equipos de construcción de baja generación de ruido.
 - Programación de las actividades que producen más ruido para los períodos menos sensibles.
 - Programar las rutas del tránsito de camiones relacionado con la construcción por lugares alejados de las áreas sensibles al ruido.
 - Reducción de velocidad de vehículos afectados a lo construcción.
- c) Cumplimiento de los requisitos para la instalación y funcionamiento del trabajador.
- Se garantizará el abastecimiento de agua potable a los trabajadores.
 - Deberá estar prevista la disposición de efluentes domésticos en la red pública de alcantarillado o en fosas sépticas. No será permitido el uso de zanjas abiertas o de cajas sin tapas adecuadas.
 - El sitio de emplazamiento del trabajador será localizado en el área de influencia de la obra, quedarán prohibidas las tareas de abastecimiento de combustibles y lubricantes, la limpieza y lavado de maquinarias en el mismo, la que deberá realizarse en sitio habilitado fuera del área del proyecto.
 - Los trabajadores contendrán así mismo los equipos necesarios para la extensión de incendios y primeros auxilios.
 - Previos a la emisión del acta de recepción de obra, la empresa contratista deberá haber procedido al cierre y desmantelamiento del trabajador y remediación de los eventuales daños ambientales producidos (contaminación por volcamientos de combustibles o lubricantes, áreas de acopio de materiales, etc.)



d) Se deberán colocar defensa, barreras y barandas metálicas en lugares que indiquen la inspección a fin de minimizar los riesgos de accidentes.

e) Toda obra y su campamento dispondrá de servicios sanitarios adecuados, en cantidades suficientes y proporcionales al número de personas que trabajen en ella. Así mismo será obligación del contratista la instalación de dichos servicios en el trabajador y en cada uno de los frentes de obra. Cuando los frentes de obra no resultan fijos deben proveerse obligatoriamente, servicios sanitarios de tipo desplazable, provistos de desinfectantes adecuados.

f) El contratista deberá elaborar un código de conducta para preservar tanto la salud y las condiciones de higiene del trabajo, en cuanto a las condiciones ambientales y sanitarias en el obrador y del entorno. Se recomienda la inclusión de lo siguiente:

- Todo trabajador deberá someterse al examen de salud inicial: deberá ser respetada una conducta adecuada en el camino para el trabajo, debiendo garantizar la tranquilidad y seguridad de la comunidad vecina a la obra; los conductores de máquinas y equipamientos deberán respetar rigurosamente los itinerarios trazados.
- Se deberá prever y proveer un servicio de vigilancia las 24 horas del día incluyendo feriados, con el correspondiente equipamiento de seguridad y comunicación. Este servicio abarcará la zona de obra en ejecución, el obrador, el área de ejecución de las maquinarias y equipos.
- Iluminación de obra: Se deberá proveer tanto al trabajador como a la obra propiamente dicha iluminación artificial. Este sistema será reutilizado en los



casos también como un complemento de seguridad del predio, y reforzado si correspondiera a criterio de la inspección.



Conclusiones

- Acorde a los datos obtenidos, de la encuesta socioeconómica realizada a pobladores de la segunda etapa del barrio Solingalpa, se determinó que esta conformado por 102 viviendas, con una población total de 560 habitantes. Dado que el barrio no cuenta con espacios para expansión futura se determinó como población de diseño una población de saturación de 612 habitantes.
- Para conocer las condiciones topográficas del terreno del barrio, se realizó una revisión a planos topográficos existentes del mismo, los cuales fueron facilitados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) del municipio de Matagalpa, con el objetivo de recopilar datos que contribuyeron a la realización del diseño del sistema de alcantarillado sanitario del barrio.
- El diseño del alcantarillado sanitario se realizó de manera satisfactoria, beneficiando a los pobladores de la segunda etapa del barrio Solingalpa. Para su realización, se utilizaron los criterios de diseño plasmados en las “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales” elaborado por ENACAL.
- El sistema de alcantarillado propuesto, está compuesto por tubos PVC SDR-41, de diámetro mínimo de 6 pulgadas (150mm), para colectora principal y de 4 pulgadas (100mm), para las conexiones domiciliarias, ofreciendo mayor ventaja sobre la tubería de concreto como material constructivo, por su alta calidad, durabilidad, fácil manejo e instalación, impermeabilidad logrando disminución en los caudales de infiltración, asimismo con el uso de los Dispositivos de Visita Cilíndrico (DVC), el costo del proyecto disminuye, dado que estos resultan más económicos en



cuanto a los materiales, mano de obra y por consiguiente la ejecución del proyecto es menor.

- En lo que respecta a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se realizó una identificación de los impactos negativos durante la etapa de construcción. Para valorar los impactos, producidos a los distintos medios, se utilizó la matriz de valoración, evaluando tanto en la etapa de construcción, como en la etapa de operación. Evaluadas las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, se muestran las correspondientes medidas de mitigación a tomar, durante las dos etapas del proyecto, así como el plan de gestión ambiental que se deberá llevar a cabo una vez puesto en marcha el proyecto.

- A partir de los datos obtenidos por el diseño de alcantarillado sanitario, se realizó un presupuesto donde se incluyeron tanto los costos directos como los costos indirectos, teniendo como costo total de la obra la cantidad de C\$ 2,972,749.02 (dos millones novecientos setenta y dos mil, setecientos cuarenta y nueve con dos centavos córdoba), equivalente a \$145,863.13 (ciento cuarenta y cinco mil, ochocientos sesenta y tres con trece centavos dólar)



Recomendaciones

- Se recomienda darle mantenimiento al Sistema de Alcantarillado Sanitario a través de un monitoreo periódico por parte de ENACAL, especialmente a los tramos donde las velocidades y fuerzas tractivas son bajas para evitar estancamiento.
- Utilizar tuberías de PVC por sus ventajosas características, no solo por ser un material duradero, flexible, con menor rugosidad que el concreto, si no por ser liviano, lo cual facilita su manejabilidad, reduce costos de transporte y tiempo.
- Realizar aforos periódicos de presiones residuales al Sistema de Alcantarillado Sanitario, con la finalidad de tener un control estadístico para nuevos diseños.
- Promover talleres de concientización, para la población de la segunda etapa del barrio Solingalpa, sobre el buen uso y manejo de las redes de alcantarillado sanitario.
- Se recomienda realizar un rediseño de las pilas sépticas para que recolecte y trate las aguas residuales de todo el barrio de Solingalpa.



Bibliografía

- Apuntes de Ingeniería Sanitaria II, Diseño de redes de alcantarillado sanitario.
- Curso Estudio de impacto ambiental. Msc. Mauricio Lacayo, Marzo 2008.
- Diseño de acueductos y alcantarillados. Ricardo Alfredo López Cualla segunda edición.
- INAA. Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Ley General del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales
- Mecánica de fluidos e hidráulica, serie Shawm segunda edición.
- Normas Técnicas para el diseño y construcción de sistemas de Alcantarillado Sanitario simplificado (ENACAL)

Webgrafía:

www.enacal.gob.ni

www.marena.gob.ni

www.ingenieroambiental.com

Anexo 1

Fotografías de la segunda etapa del barrio Solingalpa



Anexo 1

Escorrentías de aguas negras en las calles provenientes de las viviendas.



Anexo 1



Anexo 1



REPUBLICA DE NICARAGUA

**EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADO
ENACAL**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES
PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

INSTALACION DE TUBERIA

Trabajo comprendido

Este artículo cubre el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesaria para instalar tuberías y accesorios de varios diámetros de acuerdo con lo que aquí se especifica o indicado con los planos correspondientes incluyendo topografía, limpieza y remoción de obstrucciones, localización y descubrimiento de tuberías existentes, excavación y relleno compactado; encofrado y arriostramiento de zanja; remoción de agua; suministro, instalación y prueba de tuberías; protección y reemplazo de estructuras adyacentes; promoción de aceras y otras estructuras; restauración de las superficies a su estado original; la disposición satisfactoria de los materiales sobrantes; conexión de las tuberías a pozos de visitas existentes, esperas para conexiones domiciliarias y todo trabajo necesario para dejar un trabajo completamente terminado.

Materiales

El contratista asume plena responsabilidad por los materiales incorporados en la obra. Se tomará toda precaución en el transporte y descarga de los materiales, a fin de prevenir daños a estos.

Excavación

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo a la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos, o por el ingeniero.

Los costados de las zanjas deberán de ser verticales. El fondo de la zanja será excavado a mano usando un azadón de forma curva de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo sobre un

Anexo 4

suelo uniforme y no interrumpido. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas. El ancho de zanja no deberá exceder el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, para tubos de 18 pulgadas y menores de 0.6 metros para tuberías de 24 pulgadas y mayores.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentran materiales inestables, basura o materiales orgánicos que en la opinión del ingeniero deberán ser removidos, se excavarán y removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el ingeniero. Cuando sean removidos los materiales inaceptables como apoyo de la tubería y antes de colocar la tubería se rellenará la zanja con material granular que será apisonado en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{4}$ del área del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos. Se deberán dejar hoyos para acomodar las campanas o juntas.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá esta a una profundidad de 15 centímetros de rasante del tubo. Después se rellenará con material granular de manera descrita en el párrafo anterior.

Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos debido al descuido del contratista de ademar o desaguar las zanjas, o si la excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá al contratista de remover el material inestable y rellenar la zanja de manera descrita anteriormente.

El contratista removerá toda agua que se colecte en la zanja, mientras los tubos estén instalados, en ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la fundación o por las tuberías sin permiso del ingeniero. El agua encontrada será eliminada por el contratista de manera que sea satisfactorio para el ingeniero.

Instalación de tubos y accesorios

La rasante de los tubos y accesorios deberán de ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de al circunferencia del tubo y en toda su longitud quede en contacto con terreno firme y además se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas. Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendiente indicada en los planos o por el ingeniero y con las campanas pendientes arriba, las secciones de los tubos serán instaladas y unidas de tal manera que la tubería tenga una pendiente uniforme.

Los tubos se mantendrán completamente limpios para que las mezclas de las juntas se adhieran.

No se permitirá la entrada de agua a la zanja durante la instalación de los tubos, ni se permitirá que el agua suba alrededor de las uniones hasta que estas se hayan solidificado. No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocarlos hasta que hayan sido cubiertos con 30 centímetros de relleno.

Los terminales de los tubos que ya hayan sido instalados serán protegido con tapones de material aprobado por el ingeniero, para evitar la tierra u otras suciedades penetrantes en los tubos.

El interior de los tubos deberá ser cuidadosamente mantenido libre de la tierra, suciedad y cemento. Al finalizar la instalación de las tuberías, estas se limpiaran completamente con agua y se deberá extraer toda basura, tierra y suciedades que hayan quedado dentro de la tubería.

Anexo 4

La instalación de la tubería PVC estará conforme al boletín D- 2321-72 de la American Society For Testing And Materials (ASTM).

Uniones

Uniones flexibles y de empaque de goma

Para usar las uniones de empaques de gomas, deberán de estar de acuerdo con los requerimientos de ASTM- D-1869.

Para unir los tubos de empaques de gomas, primero se deberá limpiar con cepillo de alambre la campana del tubo dejándolo libre de tierra, polvo y material extraño y después se lubricará toda la circunferencia de la campana. De la misma manera se deberá limpiar la espiga del otro tubo colocándose en esta el anillo de goma lubricado.

Cuando el tubo esté alineado se empujará hasta que haga contacto con el anillo de goma y quede bien alineado.

El anillo deberá quedar en su correcta posición para evitar la infiltración o exfiltración de agua.

El lubricante usado deberá ser el recomendado por el fabricante de la junta de goma.

Remoción de agua

El contratista removerá inmediatamente toda agua superficial o infiltración que provenga de alcantarillas, drenajes, zanjas u otras fuentes que puedan acomodarse en las zanjas durante la excavación y la construcción mediante la prevención de los drenajes necesarios o mediante bombeo a achicamiento. El

Anexo 4

contratista deberá tener disponible todo el tiempo, equipos suficiente en buen orden para hacer el trabajo que aquí se requiere.

Toda agua sacada de las excavaciones será dispuesta de una manera aprobada, tal que no crea condiciones insalubres ni cause perjuicios a personas o propiedad o cause daño al trabajo en proceso.

Drenajes de calles

El contratista deberá mantener todas las cunetas, drenajes y alcantarillas todo el tiempo limpio y abierto para el drenaje superficial.

No se permitirá el represamiento de aguas en cunetas o tuberías de conducción sin la aprobación del ingeniero.

Encofrado y Arriostramiento

Cuando se considere necesario, las zanjas y otras excavaciones deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar daños al pavimento, estructuras, tubos, etc. Y proteger a los trabajadores en las zanjas.

El contratista asumirá plena responsabilidad por todo encofrado o Arriostramiento y por cualquier daño que pueda ocasionar por su falla, uso o remoción.

Relleno

Si las uniones son de goma, las zanjas no se rellenaran hasta que las tuberías sean alineadas y todas las uniones inspeccionadas.

Solamente materiales seleccionados deberán usarse para el relleno a los lados y 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería; el material seleccionado

Anexo 4

podrá ser material de excavación de la zanja, arenoso y siempre que no contenga piedras como material orgánico basura, lodo o cualquier material inestable. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran en la opinión del ingeniero, apropiados para el relleno, el contratista obtendrá por su cuenta, en otro sitio, los materiales requeridos. El apisonado se hará cuidadosamente de tal manera que el tubo no se desplace de su posición original.

El relleno de zanjas en carreteras, calles y aceras desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante se hará con materiales de excavación colocado y apisonado en capas de 30 centímetros y hasta que el ingeniero lo ordene por escrito. No se permitirán piedras en relleno alrededor del tubo y piedras de 20 centímetros serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica. La compactación podrá ser hecha por el método de inundación, aprobado por el ingeniero.

Antes de la terminación y aceptación final de todo el trabajo, le será requerido al contratista recoronar todas las zanjas que se hayan undido bajo el nivel de la superficie original.

Compactaciones

Cada capa de relleno se compactará a un peso volumétrico seco no menor de 85% del peso máximo obtenido de la manera recomendada en las especificaciones ASTM D 698-58T. En las zanjas donde se requiera el reemplazo de pavimento o adoquinado, esta se compactará a un peso volumétrico seco no menor del 95% del peso volumétrico seco máximo obtenido siguiendo las especificaciones anteriores.

A solicitud del ingeniero, un laboratorio de prueba designado por el ingeniero, hará muestreos periódicos en el campo para determinar el grado de peso seco obtenido

Anexo 4

en el relleno. Se efectuará el número de prueba que sean necesarias al criterio del ingeniero supervisor. El costo de esta prueba será pagado por el contratista. Cualquier prueba que no pase el porcentaje requerido correrá por cuenta del contratista.

Relleno de zanja al interrumpir el trabajo

Si se discontinúa el trabajo por completo o ya sea por cualquier zanja quedara abierta por un periodo de tiempo no razonable antes de la construcción del alcantarillado, por razones diferentes de retrasos en la remoción de obstrucciones sobre las cuales el contratista no tiene control, este deberá rellenar tales zanjas o sus partes por su propia cuenta; dichas zanjas no serán abiertas hasta que esté listo a continuar con la construcción del alcantarillado.

Disposición de materiales excavados

Los materiales excavados que sean necesitados y de carácter satisfactorio serán amontonados a la orilla de la zanja para ser usado para el relleno cuando sean requerido. Los materiales excavados de material no satisfactorio para relleno o que estén en exceso del requerido para el relleno serán dispuestos de una manera aprobada por el ingeniero.

Los materiales excavados serán siempre manejados por tal manera que causen un mínimo de inconveniencia al tráfico del público y que permita acceso conveniente y seguro a la propiedad publica o previa adyacente a la línea de trabajo.

Prueba de tuberías

Prueba de laboratorio

Los tubos serán aprobados de acuerdo con los requerimientos de la ASTM Boletín ASTM D 3034-74 para tubo de PVC.

Anexo 4

Las pruebas de los tubos serán hechas en laboratorios designados por el ingeniero y el costo de las pruebas será pagado por el contratista.

Pruebas de alineamientos

Se usará una linterna entre pozos de visitas para comprobar el alineamiento de las tuberías y que no queden obstrucciones de los tubos. Desde el extremo de cada sección de alcantarilla deberá verse un círculo completo de luz. El contratista deberá hacer las correcciones necesarias por su cuenta hasta dejar las tuberías de acuerdo con los alineamientos y pendiente indicado en los planos. El contratista deberá informar al ingeniero la fecha de las pruebas con 24 horas de anticipación.

Conexión de tuberías a pozos existentes

El contratista deberá hacer las conexiones de las tuberías nuevas a los pozos de visitas existentes donde se muestre en los planos o lo que indique el ingeniero.

Las uniones a los pozos y sus medias cañas deberán ser hechas de acuerdo con los planos y como lo apruebe el ingeniero.

Conexiones domiciliarias

El contratista deberá construir las conexiones domiciliarias en los lugares donde indique el ingeniero y de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

Cada conexión domiciliar consistirá en una silleta de diámetro de la tubería madre con derivación de 4" un codo de 4" X 45° y los tubos de 4" de diámetro, necesario para completar la longitud requerida en la conexión domiciliar. La conexión domiciliar deberá quedar taponada con un tapón de barro.

El contratista deberá suministrar al dueño un registro exacto de la manera aprobada por el ingeniero, de la localización y dirección de las conexiones domiciliarias que queden instaladas.

Protección de obras no terminadas

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por partos debido a lluvias u otras circunstancias, se tendrá cuidado de proteger y cerrar con seguridad las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas.

Restauración de la superficie

El contratista deberá restaurar a su condición original toda la superficie removida por él, durante la prosecución de la obra.

Pozos de visitas

Trabajo comprendido

Este artículo cubre el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obras necesarias para construir los pozos de visita y pozos con caídas que se muestren en los planos o que ordene el ingeniero de acuerdo con los planos de detalles y lo aquí especificado, incluyendo excavación y relleno, encofrado y Arriostramiento, remoción de la superficie a su estado original, disposición de materiales sobrantes, mamposterías, caídas en pozos de visitas y peldaños.

Excavación y relleno

La excavación será de dimensiones anchas para permitir su fácil construcción. El relleno deberá ser compactado en capas de 15 centímetros y colocado cuidadosamente para no dañar la mampostería.

Anexo 4

Materiales

El agua usada en la mezcla de hormigón deberá ser limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier materia orgánica. La arena deberá estar libre de arcillas y de materias orgánicas.

El cemento Portland será tipo I (normal) y deberá cumplir con las especificaciones ASTM C-150. La cal deberá ser pulverizada y libre de sustancias extrañas y dañinas.

Los ladrillo de barro deberán de ser trapezoidales, sólidos bien conocidos, libres de quemaduras y rajaduras y perfectamente acabados.

Los peldaños para las escaleras deberán ser de varilla lisa de hierro dulce solido de $\frac{3}{4}$ de pulgadas de diámetros, galvanizados por baño caliente después de fabricados y de las dimensiones y las formas que indican los planos.

Construcción de pozos de visita

Los pozos de visita no deberán construirse hasta que las tuberías y estructuras que pase por las intercepciones de las calles hayan sido descubiertas por el contratista y hasta que las rasantes de los tubos que lleguen a los pozos estén definidas.

Los pozos de visitas se construirán donde indiquen los planos o el ingeniero y de acuerdo con el detalle que aparece en los planos constructivos. Se compondrá de acuerdo a elementos de construcción, así:

Anexo 4

Una plancha de hormigón de 8 pulgadas con agregado máximo de 2 pulgadas. Encima de la base se deberá construir de hormigón los canales de entradas y salidas en forma de U y la superficie deberá ser acabado fino.

Sobre la base de hormigón que se acaba de describir se construirá el brocal del pozo de 1.20 metros de diámetro interno; este trabajo se hará colocando ladrillos de barro en trinchera. El ladrillo usado estará limpio y completamente mojado antes de ser pegado. Las uniones entre ladrillo no deberá ser menores de 1 centímetro. Se dejarán peldaños de hierro dulce galvanizado de $\frac{3}{4}$ " , tal como se detallan en los planos. Las paredes de ladrillos serán repelladas con un mortero de 1 centímetro de espesor en su parte interior. A profundidades mayores de 3.70 metros, se requerirá usar hilera doble de ladrillo tal como se indican en los planos, para dar resistencia adicional a la estructura.

Se colocará un cono de ladrillo de acuerdo con las líneas mostradas en los planos. Se repellará en igual forma que las paredes, toda la parte interior de este cono.

El mortero usado para la pegada de los ladrillos y la repellada de las paredes interiores consistirá en una mezcla de cemento, arena, cal hidratada en porción 1:4 $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{2}$; el mortero, cal y arena deberán hacerse y humedecer un día antes de usarse.

Se cubrirán todos los pozos de visitas con aros y tapas de hierro fundido tal como han sido detallados en los respectivos planos.

Caída de pozos de visita

Cuando la diferencia en elevaciones de los fondos de los tubos de entradas y salidas en los pozos de visitas sean iguales o mayores de 60 centímetros, el contratista deberá construir las caídas por medio de tee y codos como se muestran en los planos. La tee y el codo para la caída deben ajustarse a las

Anexo 4

especificaciones ASTM-C-14-74. El hormigón deberá tener una resistencia de 2,500 libras por pulgadas cuadradas a los 28 días.

Acoples a los pozos de visitas existentes

En los sitios indicados en los planos, los pozos de visitas existentes deberán ser conectados a los pozos de visitas nuevos instalando alcantarillas nuevas con las pendientes y elevaciones de fondo mostradas en los planos. En algunos sitios, la media caña del fondo de los pozos de visitas existentes tendrá que ser modificada y se deberá construir una pared de ladrillos para cambiar la corriente de las aguas negras, tal como se ha indicado en los planos.

EQUIPOS Y MANTENIMIENTO

Generalidades

La operación de los sistemas de alcantarillado sanitario, no pueden funcionar sin atención, cuidados y procedimientos adecuados de mantenimiento para su conservación y rendimiento duradero y satisfactorio.

Todo sistema de alcantarillado, presenta problemas de atascamiento, ocasionado por varias causas, principalmente por el uso indebido del mismo, por lo que se debe tener en cuenta esta ocurrencia y preparar desde la misma elaboración del diseño las especificaciones que incluyen como parte del proyecto, el equipo y maquinaria requerida para el mantenimiento.

La mayoría de las obstrucciones ocurren dentro de las casas o las propiedades, en el sistema interno de intradomiciliares, así como en las conexiones domiciliarias. Estas situaciones serán solventadas por cada una de las viviendas.

Sin embargo el atascamiento en las colectoras, siempre es una constante, que se tiene que solucionar de forma inmediata. Estas reparaciones bien pueden efectuarse por cuadrillas de mantenimientos conformados por usuarios o bien por cuadrillas de operación y mantenimiento de **ENACAL**; en ambos casos siempre es necesario contar con herramientas, maquinarias y equipo especial, adecuado para la limpieza de tuberías atascadas.

Las cuadrillas de mantenimiento conformadas por usuarios, deberán poseer o ser dotadas por desatascadores con varillas de alambre; en mucho de los casos con aspiradoras de flexión o acodamiento.

Anexo 4

Cuando las obstrucciones no pueden ser reparadas por las cuadrillas conformadas por usuarios, tiene que ser atendida por cuadrillas de **ENACAL**, utilizando desatascadores de colectores con varillas de alambre, desatascadora de chorro de agua instantánea.

También se puede usar maquinarias más grandes de tipo succión como **“VAC ALL”** **“VACTOR”**, y maquinarias especiales para extraer sólidos como las **“BUCKERT MACHINES”**.

Una manera sencilla de limpieza de los colectores se realiza por medio de descargar de agua en la red, las que deben realizarse de aguas arriba para aguas abajo y repetirse en cada caja de paso o dispositivo de limpieza.

EQUIPOS UTILIZADOS PARA MANTENIMIENTO

La utilización de diferentes equipos de mantenimiento dependerá de algunos factores como pueden ser: el presupuesto asignado para la actividad y el grado de dificultad para resolver el problema.

EQUIPOS DE VARILLAS Y ROTOSONDAS

La herramienta tradicional utilizada por las cuadrillas de mantenimiento de ENACAL, ha sido las varillas de acero, las cuales se utilizan para destacar las líneas de alcantarillado.

Anexo 4

Estas varillas son muy resistentes a los ácidos y son flexibles lo que permiten su fácil manipulación para introducirlos en los dispositivos de limpieza de los que se solicita un ángulo mínimo de entrada de 45°, lo que para algunos casos se usaran codos de radio largo. Yee y tee sanitarios.

Las varillas de un metro de longitud (1m) y se unen entre sí con acoples hasta de una longitud máxima de 120 metros que es lo máximo que en determinado momento podrá manipular la cuadrilla de mantenimiento; las varillas pueden tener diferentes tipos de aleaciones, también pueden variar en diámetro y longitudes.

Los máximos rendimientos con varillas, se han logrado con la ayuda del motor de rosonda reversible, el cual variará la rotación dependiendo del número de varillas que tenga que mover, los motores rosonda pueden ser de 3HP, 5HP y 7HP, enfriados por aire y arranque manual tipo resorte, montado en tres ruedas de hule sólido, la velocidad de rotación alcanzada por varillas es de 125RPM, la que puede ser graduada con una palanca de control de rotación del equipo.

Para el manejo de equipo de varillas con rosondas, se debe de contar con las medidas de se debe de contar con las medidas de seguridad mínimos como pueden ser guantes de cuero y casco para la cabeza, así también se debe tener todos los accesorios que puedan utilizarse para resolver un problema.

Los accesorios más comunes consisten en llaves, barras y manerales con las que el operador puede girar, empujar, armar, o voltear una serie de varillas, también se tiene el recuperador de varillas, que es un gancho que servirá para extraer varillas que se rompan dentro de la tubería en el proceso de trabajo.

Anexo 4

Para desbloquear o extraer tapones, se utilizan tirabuzones que pueden variar en tamaño y formas, que pueden ser de barra dobles, barra redonda, barra cuadrada, tipo navaja(o barrenado) y arenero doble.

Debe precaverse, que los accesorios que se utilizan no vayan a deteriorar las paredes de la tubería, evitando al máximo las puntas de lanzas, navajas y sierras, cuya utilización es muy riesgosa. La cuadrilla de varillas y rosondas, está compuesta por 4 operaciones, 1 conductor y un maestro de obra, con un vehículo para mover la carreta de sondas metálicas. Accesorios, motor, barril para recoger desechos y el personal asignado.

Arrastradoras/cargadores de camión (MALACATES)

Las maquinas de cuchara siguen siendo el único medio efectivo de limpiar alcantarillado de registros a registros, y proporcionan a demás una forma económica y fácil de mantenerlas tuberías libres y limpias.

Cada conjunto, formado por maquinas de arrastres y cargador de camiones, de niveles de potencia y construcción similar, está diseñado para cumplir su trabajo suave y eficazmente con un mínimo de gastos y esfuerzos. La máquina de la serie 9HP, están pensadas para necesidades de trabajo medidas en zonas donde se encuentran acumulaciones de raíces, basuras y escombros.

Los equipos para extraer todo tipo de sedimentación son las maquinas desazolvadoras accionadas con motor de gasolina o diesel, con arrancador eléctrico de 9 hasta 30 hp. Cada una de las maquinas están montadas sobre un chasis de acero, sobre dos llantas neumáticas y una tercera rueda para apoyo complementario.

Anexo 4

Cuentan también con un tambor con capacidad para enrollar 304 m, y el cable de acero preformado de 13mm con devanador automático. Además otro tambor de preparación para enrollar 152m, y el cable de acero de 6mm. Finalmente cuenta con una serie de accesorios (ganchos, destorcedores, gatos inclinados y draga o bote para extraer el azolve, etc.), para destaquear tuberías de 15,20,25,30,38,45,55 cm de diámetro, que deban seleccionarse cuidando su compatibilidad con el diámetro interior de tuberías de PVC para que no la dañen.

Bomba de humo (soplador)

Se analizan dos secciones a la misma vez, con la bomba de humo colocada en el pozo central bloqueando los posos aguas arriba y abajo. El humo baja a presión rápidamente llenando la tubería principal mas todas las conexiones domiciliarias conectadas en línea, detectando aberturas existentes en las tuberías e instalaciones ilegales.

Invariablemente la falla será encontrada en el sitio o dentro de unos pocos pies de él. Sólo se requiere una presión suficiente que sobrepase la presión atmosférica.

Las pruebas de humo son efectivas, a pesar de la superficie, tipo de suelo o profundidad. En días secos se obtienen mejores resultados ya que el agua no se está infiltrando en la tubería.

El ventolin no debe ser incendio sobre el pozo debido a la posibilidad de ignición de los pavores inflamables en la línea. El ventolin debe primero ser encendido y entonces colocados sobre el pozo. Si se está utilizando la línea caponeada, no asegurarlas hasta que el humo haya penetrado en la línea, de otra manera el aire atrapado puede impedir una penetración completa.

Anexo 4

El equipo técnico debe revisar viviendas, patios y calles que indiquen las señales de humo. Si el humo inmediatamente regresara al soplador lo cual indica que la línea está bloqueada, si esto ocurre la prueba debe ser descontinuada hasta que la línea se haya limpiado. El humo fluyendo de los patios, pavimentos, bajantes de techo, etc. muestra las fuentes de flujo. Registrarlo para futura reparación.

Camiones Hidro- Vaciadores (VACTOR)

Es el mejor equipo para la limpieza de alcantarillado sanitario con combinación de chorro/succión de alta presión y succión. Todo montado en camión. Camión Marca: Ford modelo LN8000. Con motor diesel de 210 HP (240 opcional) peso vehicular de 18,600 Kilos.

El vactor está compuesto por:

1. Tanque de desperdicio: capacidad de 9 yardas fabricado de acero corten norma ASTM. Espesor de 3/16" (4.7mm) que no permite oxidación. Cuenta con válvulas automáticas de sobrecarga e indicador del nivel de carga.
2. Motor industria: marca: John Deere. Manda bomba de alta presión de agua. 100HP dicel, 4 cilindros. Transfiere potencias por las bandas.
3. Brazo hidráulico: la manguera de succión está montada sobre un brazo operando hidráulicamente para levantar y bajar la manguera. Con un giro de 180 grados permite limpiar ambos lados del camión. Capaz de levantar 700 libras (317 kilos).

Anexo 4

4. Manguera de succión: echo de acero reforzado de 8'' de diámetro o sea 203mm. Se extiende del tanque hasta el nivel de la calle. Con extinciones de aluminio hasta profundidades de 20'' (6m) con extinciones adicionales extras. Con esnorkle se puede succionar bajo el nivel de agua hasta 5 pies (1.5m).
5. Bomba de agua. Marca: Gaso modelo: 3,364 AL de desplazamiento positivo de tres cilindros. Capacidad de 2000 PSI (135 kg/m²) a 60 GPM (243 lts/min.) capaz de funcionar seco sin dañarse.
6. Bomba de succión. Tipo centrífugo de dos etapas (tres etapas opcional) capacidad de 8,000 CFM (pies³ / min.) a 135 ''de presión negativa (190 para tres etapas) accionando con toma de fuerza del camión utilizando solamente ekl 50% de su potencia.
7. Tanque de agua: 1000 galones (3750 lts). Formado por cuatro tanques independientes ínter contadas al fondo para gastos simultáneos. Hechas de polietileno moldeado para eliminar erosión y fallas de soldadura.
8. Descarga hidráulica: descarga mediante sistema de cilindros hidráulicos tipo tijera para mayor estabilidad, ángulo de descarga de 50 grados.
9. Manguera de descarga de agua: con sistema de purga de agua se puede devolver el agua al pozo así llevando los sólidos para descargar.
10. Puerta trasera: sierre operado hidráulicamente, desde controles para la seguridad del operador
11. Manguera de alta presión: hecha de poliuretano reforzado con capas de nylon para presión de trabajo de 2500 PSI (175kg/cm²) de 1'' de diámetro y 400 pies (120mt) de largo con devanador para enrollarla en el carrete

Anexo 4

12. Pistola de lavado: pistola de chorro de lata presión con manguera de 7 metros por media pulgada de diámetro con gatillo de hombre muerto
13. Válvula de corte de vacío: utilizado para lka protección de sobrecarga de tanque de desperdicio
14. Indicador de nivel: esta flecha le da la indicación del nivel del desperdicio dentro del tanque
15. Indicador de nivel de agua. Este tuvo da la indicación del nivel de agua limpia dentro de los tanques de polietileno de 1000 galones

El empleo de este equipo resulta deficiente, económico y confiable debido a que el alcantarillado de tuberías PVC no es vulnerable a la penetración de raíces, no se le adhieren fuertemente azolves (por su lisura), ya que el equipo carece de accesorio desazolve que puedan rayar o lastimar las paredes de las tuberías.

Para desazolvar una línea, se introduce la manguera de succión, por un pozo de visita; en seguida se lanza el chorro de agua de alta presión para remover el tapón que obstruye el conducto. Dependiendo del taponeamiento y de la capacidad del equipo, las presiones pueden oscilar de 60 hasta 2500 PSI. El lodo resultante se extrae por medio del tubo de succión colocado en el mismo pozo.

Camión de fotografía

En el método topográfico, se monta una cámara automática, colocados sobre una caja sellada, en sima de un trineo. La cámara y el flash funcionan a control remoto desde la

Anexo 4

superficie. El aparato se transporta desde el poso de control de entrada hacia la sección a inspeccionar.

Desde ahí se tira por medio de un cable de tracción hasta el próximo poso de control. En periodo determinado por lo largo de la sección y la capacidad del rollo de la película, se toman fotos dentro de la tubería. Se obtienen imágenes con alta resolución, que permiten evaluar el estado de la tubería y determinar la posición aproximada del daño.

Mantenimiento del sistema de alcantarillado

Para el buen desarrollo de las actividades de mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario simplificado, se considera necesario que se debe contar con un catastro de la infraestructura a instalarse, así como los planos del sistema instalado donde deben de aparecer las líneas de cada tramo con los dispositivos con elecciones y distancias, así como los diámetros y pendientes.

ENACAL deberá conocer los puntos de descarga principal y rigen de las aportaciones, para determinar el número de cuadrilla o personal que debe atender un lugar adecuadamente así también se lograra un presupuesto más acorde con las necesidades del mantenimiento, lo que también servirá para que la comunidad pueda hacerse cargo de este mantenimiento.

Dentro de este plan de mantenimiento, y de acuerdo a que vaya surgiendo problemas en el sistema, esto deberá irse señalando con los planos, para determinar las zonas de mantenimiento continuo o menos de trabajo.

Para el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, se han establecido tres tipos de actividades los cuales son:

Anexo 4

Mantenimiento preventivo

Es una actividad que facilita la operación del sistema, previendo su obstrucción o bloques, para lo cual es necesario la inspección de los posos de visita, cajas de registros, alumbramiento de tuberías, para después proceder a desarenar y lavar tuberías con equipos hidroneumáticos, lavado de manjoles, cajas, etc.

Para evitar las obstrucciones, se debe solicitar a los usuarios de los sistemas hacer buen uso de ellos teniendo cuidado con el depósito en el sistema de basura, introducción de arena por vertimiento de aguas pluviales, depósitos de calcetines, toallas sanitarias, utensilios de cocina como cucharas, tenedores etc.

Mantenimiento correctivo

Las correcciones en el sistema están destinadas a evitar el deterioro en cualquier parte de la infraestructura para lo cual se deben de cambiar o reparar tapas de concreto o colocar nuevas tapas con cadenas para evitar hurto, así como peldaños en manjoles, otros trabajos mayores pueden ser la reparación de tuberías colgadas sobre los cause, o la reinstalación de tramos de tuberías que causan embotellamiento, lo que sucede también con manjoles y que deben elevarse.

En la instalación de un nuevo sistema de alcantarillado, no debe permitirse al máximo, la contracción de fifones invertidos, puestos que se requieren una mayor vigilancia para su operación, aumentando las labores de mantenimiento, sobre todo en el periodo de invierno.

Anexo 4

Por otra parte deben quedar instaladas la acometidas domiciliarias con su respectiva tee o yee sanitarias con conocimiento del usuario para evitar más tarde el rompimiento de la tubería

Mantenimiento de emergencia

Esta actividad está destinada principalmente a resolver problemas puntuales de obstrucción en la red pública, las que generalmente son ocasionadas por basura, cucharas, tenedores, trapos, etc. Que los usuarios depositan en las tuberías; en las colectoras de diámetro mayores, se deben a piedras, adoquines hasta palos cruzados estos obstáculos van acumulando basura hasta causar el bloqueo.

La duración de esta actividad dependerá del tipo de obstrucción y del numero de dispositivos que se tengan que limpiar para el desentascamiento, pudiendo calcularse desde 1/2 hora hasta 3 horas ya que si esto sobrepasa se debe enviar otra cuadrilla para reforzar el trabajo y garantizar la atención del usuario la programación del mantenimiento debe de estar basado en la información necesaria tal como longitudes y diámetro de las redes de cada barrio, así como del tipo y cantidad de dispositivos de limpieza, con los cuales se podrían presentar la programación en un diagrama del barrio etc.

El mantenimiento podrá ser programado de la siguiente manera:

Mantenimiento preventivo	2 veces al año
Mantenimiento correctivo	2 veces al año
Mantenimiento de emergencia	Cada vez que se presente

Anexo 4
