



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO NUEVO
AMANECER DE LA CIUDAD DE ESTELI, MUNICIPIO DE ESTELI.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. David Josué Galeano Calderón

Br. Esnayder Miguel Gámez Muños

Tutor

Msc. Ing. Sergio Navarro Hudiel

Asesor

Ing. Leonardo Chow

Managua, Marzo 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos dado fortaleza, salud, paciencia y sabiduría durante la preparación y culminación de estudios.

A nuestros Padres, que con todo amor, cariño y esfuerzo nos han proporcionado su apoyo moral, espiritual y económico.

A nuestro Tutor Ing. Sergio Navarro Hudiel y docentes que influyeron y brindaron incondicionalmente sus conocimientos, ser práctico y objetivo en la toma de decisiones.

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la sabiduría y el entendimiento, que nos permitieron llegar a este momento tan especial en nuestra vida. Por los triunfos, por los momentos alegres y difíciles que no han enseñado a confiar cada día en el.

A nuestros padres.

Por sus continuas oraciones a nuestro Dios, con el fin de que se nos guiara por el camino del bien y de la sabiduría, por su confianza, comprensión, su apoyo y dedicación en cada paso de nuestra carrera y el transcurso de nuestras vidas.

A nuestros familiares.

Por habernos dado buenos consejos y brindado palabras de alientos que nos instaron a triunfar.

A nuestros amigos y compañeros.

Por habernos conocidos y haber formado parte de esta trayectoria, donde compartimos las dificultades, los buenos o malos momentos. Damos gracias a Dios por haberlas puesto en nuestro camino.

¡Gracias!

RESUMEN DEL TEMA

La presente tesis monográfica, se orienta al estudio y a una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Nuevo Amanecer en el municipio de Estelí, departamento de Estelí, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, a la disminución de contaminación y enfermedades generada por no contar con este servicio.

En la fase de investigación se realizó la caracterización del área de estudio. Para los aspectos técnicos se tomó como marco regulador la Guía de criterios técnicos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del INAA.

El presente trabajo está dividido en seis capítulos, los cuales a su vez se dividen en temas específicos que a continuación se detallan.

El capítulo primero incluye una visión generalizada de la importancia del Alcantarillado Sanitario en el Barrio Nuevo Amanecer de la ciudad de Estelí. Se dan a conocer las razones más sobresalientes que impulsaron la necesidad de contar con un diseño de dicho sistema, entre las cuales están la contaminación por exposición al ambiente de las aguas residuales producto de la actividad humana y la proliferación de enfermedades.

De igual manera el capítulo segundo y tercero abarca los componentes medulares del trabajo: el marco teórico y la metodología seguida para realizar el diseño. En la primera parte se plantean los fundamentos teóricos en que nos basamos, tales como conceptos, parámetros, descripción del sistema, incluido normas técnicas y en la segunda parte se plantea los procedimientos seguidos para realizar el diseño del alcantarillado.

En el capítulo cuarto describe el área en estudio, una descripción breve de las características topográficas, clima, geología, vías de comunicación, indicadores de la población beneficiada, servicios públicos existentes, infraestructura, incidencia de enfermedades, con el objetivo de conocer las condiciones socioeconómicas y forma de vida de la población que ahí habita.

El capítulo quinto presenta los resultados del trabajo realizado. Se desarrolla como una única sección, donde se describe las características del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Nuevo Amanecer, elementos que componen la red de recolección y descarga del agua residual, valores que permiten aportar un costo estimado de la obra, basándonos en la guía de costos FISE.

El capítulo sexto se anota las conclusiones más importantes obtenidas del trabajo en general, y se realizan recomendaciones que se consideran pertinentes, finalmente la bibliografía y anexos utilizados en el trabajo.

INDICE

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 OBETIVOS	7
1.4.1 General.....	7
1.4.2 Específicos	7
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Alcantarillado sanitario	8
2.1.1 Sistemas de alcantarillado.....	8
2.1.2 Elementos de alcantarillado	9
2.2 Estudios básicos para el diseño de alcantarillado sanitario.....	9
2.2.1 Estudios sanitarios	9
2.2.2 Estudio de obras existentes	9
2.2.3 Estudio topográfico.....	10
2.2.4 Estudios misceláneos.....	10
2.2.5 Población de diseño	11
2.3 Red de alcantarillado sanitario simplificado (RAS).....	12
2.4 Red de alcantarillado sanitario convencional	13
2.5 Gasto de aguas servidas.....	13
2.5.1 Caudal de infiltración (Q_i).....	13
2.5.2 Gasto medio (Q_m).....	14
2.5.3 Gasto mínimo de aguas residuales (Q_{min})	14
2.5.4 Gasto máximo de aguas residuales (Q_{max})	14
2.5.5 Gasto institucional (Q_{inst})	14
2.5.6 Gasto de diseño (Q_d)	15
2.6 Hidraulica de alcantarillado	15
2.6.1 Coeficiente de rugosidad.....	15
2.6.2 Diámetro mínimo	15
2.6.3 Pendiente longitudinal mínima y máxima	16
2.6.4 Perdida de carga adicional	16
2.6.5 Cambio de diámetro	16
2.6.6 Tirante de agua	17
2.6.7 Cobertura sobre tuberías.....	17

2.6.8 Ángulo entre tuberías	17
2.6.9 Ubicación de alcantarillas.....	17
2.6.10 Conexiones domiciliarias.....	18
2.7 Dispositivos de limpieza	18
2.7.1 Pozos de visita (PVS).....	18
2.7.2 Distancia máxima entre pozos	18
2.7.3 Características del pozo de visita	18
2.8 Costo y presupuesto.	19
CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO	20
3.1 Estudios básicos	20
3.1.1 Topografía.....	20
3.2 Calculo de caudales	21
3.3 Diseño de red de alcantarillado	22
CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	25
4.1 Localización.....	25
4.2 Topografía y clima.....	25
4.3 Vías de comunicación	26
4.4 Población.....	26
4.5 Servicios públicos existentes.....	27
4.5.1 Servicio de energía eléctrica	27
4.5.2 Servicio de agua potable	27
4.5.3 Servicio de alcantarillado sanitario	27
4.5.4 Servicio de telefonía	27
4.5.5 Salud	27
4.6 Infraestructura	28
4.7 Incidencia de enfermedades	30
CAPITULO 5. RESULTADOS DEL DISEÑO.....	31
5.1 Población futura	31
5.2 Análisis de la red propuesta	33
5.3 Comportamiento hidráulico del sistema	33
5.4 Resultado de variables para el diseño de la red de alcantarillado sanitario	34
5.5 Costo y presupuesto	34
5.5.1 Generalidades	34
5.5.2 Presupuesto de la obra	35

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
6.1 Conclusiones.....	37
6.2 Recomendaciones.....	38
Bibliografía	39
ANEXOS	40
ANEXO A. Macro y micro localización	I
ANEXO B. Situación actual del barrio	II
ANEXO C. Proyección de población	III
ANEXO D. Aforo de aguas negras	IV
ANEXO E. Cuadro de cálculo.....	VII
ANEXO F. Tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares.....	XIII
ANEXO G. Profundidad hidráulica en función de la relación de caudales para n/no variable.....	XIV
ANEXO H. Memoria de cálculo	XV
ANEXO I. Especificaciones técnicas de construcción	XX
ANEXO J. Ejemplo de diseño para alcantarillado	XLV
ANEXO K. Ejemplo para el cálculo de eficiencia de tubería a descargar.....	LII

INDICE DE TABLAS.

Tabla No. 1 Gasto institucional.....	15
Tabla No 2. Distancia máxima entre pozos.....	18
Tabla No 3. Distribución de edades en el Barrio Nuevo Amanecer.....	26
Tabla No 4. Tipo de techo de viviendas.....	28
Tabla No 5. Tipos de Pisos viviendas.	29
Tabla No 6. Tipos de paredes de viviendas.....	29
Tabla No 7. Enfermedades de tipo respiratorias.	30
Tabla No. Tabla No 8 Enfermedades de tipo diarreicas.....	30
Tabla No 9. Población del Barrio Justo Flores.	31
Tabla No 10. Tasas de crecimiento poblacional.....	31
Tabla No 11. Proyección de la población.....	32
Tabla No 12. Diámetros de tubería.	XXXIV

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En el desarrollo de las localidades urbanas, sus servicios suelen iniciar con un limitado abastecimiento de agua potable que va creciendo escalonadamente y con el tiempo para satisfacer sus necesidades. Como consecuencia, se presenta el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Se requiere entonces la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para conducir a su destino final las aguas residuales que produce la población. El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el reusó o la recarga de acuíferos, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio (Conagua, 2007).

La inexistencia del servicio de aguas residuales, preocupa de gran manera a la sociedad, ya que estas aguas se infiltran en el suelo, contaminando las aguas subterráneas o fluyendo a lo largo de la superficie de la tierra y las calles, contaminándolos y convirtiéndolos en una amenaza para la salud humana. Estas aguas residuales contienen numerosos organismos patógenos, causantes de enfermedades.

El municipio de Estelí se encuentra localizado en la zona norte del país, es un lugar muy prospero en su desarrollo, su principal economía en el municipio es la producción de tabaco de exportación que es considerado uno de los mejores del mundo. Esta ciudad carece de un sistema de alcantarillado en su totalidad y su debida planta de tratamiento. Las soluciones parciales a dicha problemática, se limitan a la utilización de letrinas en zonas de expansión; y con el agravante de que las aguas domésticas que son descargadas a las calles.

El barrio Nuevo Amanecer se creó después del huracán Mitch en el año 1998, donde se empezaron a construir por parte de la comuna viviendas de interés social a una parte de los pobladores que fueron afectados por este fenómeno

natural; el barrio tiene un estimado poblacional de 1070 habitantes según el censo del SILAIS – Estelí, 2016.

La implementación de un sistema de alcantarillado sanitario en el barrio Nuevo Amanecer, se estará contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida y evitar enfermedades epidemiológicas en la población. Se propone diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que permita el manejo y evacuación adecuada de las aguas residuales, tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y financiero considerando los criterios adecuados para recolección de datos para el estudio de población, levantamiento topográfico, los caudales producidos por la población, el diseño hidráulico de las alcantarillas y los elementos que conforman una red de alcantarillado sanitario.

Se diseñó la red de alcantarillado sanitario basándose en los valores y criterios de diseño de la norma técnica del INAA, las pendientes promedio en las tuberías 2.18% las cuales cumplieran con la tensión de arrastre en el sistema, los diámetros de las tuberías en su totalidad son 6”, las profundidades de los pozos de visitas se utilizaron las mínimas 0.8m en cada inicio de ramales en las tuberías.

1.2 Antecedentes

El municipio de Estelí, cabecera departamental de la ciudad de Estelí y está localizada en la Región Central de Nicaragua. Cuenta con una extensión territorial de 837 km² y una altitud sobre el nivel del mar promedio de 843.97msnm. Según (Esteli, 2012, pág. 3), “Estelí tiene una población de 122,924 habitantes esta información está basada en la proyección del INIDE”. La población se encuentra distribuida de la siguiente manera 101,840 pobladores están asentados en el área urbana representando un 83% y 21,084 asentados en el área rural representando un 17% de la población total.

El municipio de Estelí cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario y un sistema de tratamiento de aguas residuales formado por módulos de lagunas. En las zonas donde todavía no se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario las aguas residuales son depositadas en sumideros ubicados en sus viviendas, también son vertidas en las cunetas o canales naturales.

Según (Esteli, 2012) “el sistema de redes de alcantarillado sanitario, solamente está conectado el 45% de las conexiones activas de agua potable, representando esto un total de 8,609 conexiones de A/S, y la causa principal de no estar conectada toda la población es por restricciones técnicas de topografía, el cual será solucionado en parte con la construcción de un sistema de rebombeo al este de la ciudad (zona baja).” La ciudad presenta una topografía regular con una pendiente predominante de sur a norte. Paralela a la ciudad existen dos depresiones como son el cauce natural los Cedros al este, quebrada el zapote y el río Estelí al oeste (pág. 53).

“El municipio de Estelí geográficamente está dividido en tres distritos, el distrito I ubicado en la parte centro y sur, el distrito II ubicado en la parte este y el distrito III ubicado en la parte noroeste de la ciudad.” (Esteli, 2012, pág. 30).

El municipio se ha realizado propuestas de alcantarillado sanitario en la Urbanización Villa Navidad ubicada al suroeste de la ciudad en el año 2011 y en el Barrio Justo Flores ubicado al suroeste de la ciudad en el año 2014.

El Barrio Nuevo Amanecer está ubicado en el distrito III, sector suroeste de la Ciudad de Estelí, la fundación del barrio se dio a raíz del huracán Mitch en 1998 en donde se empezaron a construir viviendas con compromiso de pago a la comuna, equipadas con servicios básicos correspondientes a agua y energía eléctrica, el número de viviendas a construídas fue de 200 y en la actualidad se han anexado un total de 68; Según (Uriarte, 2017).

El barrio cuenta con una cancha deportiva a la cual se le dio una reparación hace 10 años, así como el seguimiento de sus vías de acceso con proyecto revestimiento de calles en el año 2012 a las cuales se les da mantenimiento periódico cada 4 años.

Otros proyectos que se han impulsado en el barrio es la apertura de dos SICOS (centros infantiles) en el año 2012, esto con el objetivo de ayudar a las madre y padre de familias que necesitan asistir a sus centros de trabajo.

Acorde a líder del barrio, (Uriarte, 2017) esta propuesta de mejoramiento el sistema de alcantarillado está en un plan de formulación por parte de la comuna ya que han sido muchas las quejas de los pobladores que necesitan con emergencia este servicio, para el mes de septiembre del año 2017 la alcaldesa hizo un recorrido por la zona lo que da mayor esperanza a la población de que se le resuelva esta problemática lo más antes posible.

1.3 Justificación

En el distrito III de la ciudad de Estelí, los pobladores del barrio Nuevo amanecer actualmente cuentan con servicio de agua potable, energía eléctrica, teléfono y cable pero carecen de un sistema de alcantarillado sanitario. La población en general busca de cualquier manera deshacerse de las aguas residuales generadas, ante esta situación la población ha construido letrinas en sus hogares las cuales no tienen un tratamiento adecuado, realizan zanjas para las aguas originadas por lavaderos, duchas, etc., que cruzan todas las calles del barrio para que el agua no se acumule y tratan de no tirar papeles a las letrinas.

Dada la falta del alcantarillado sanitario, según (Uriarte, 2017) los pobladores se encuentran preocupados porque sus letrinas en casi el 80% de los hogares están por llenarse y no cuentan con el espacio necesario para construir otra. Cabe recalcar que el barrio cuenta con un gran número de pobladores, según (Silais - Esteli , 2016) la cantidad de habitantes en el sector es de 1072.

Por todas estas situaciones la afectación tanto al medio ambiente y a la salud de la población se ve agravada provocando la producción de moscas, el zancudo *Aedes aegypti* que este ocasiona el dengue, diarrea, entre otras. Según (SILAIS, 2018) los tipos de enfermedades que enfrenta el barrio son de tipo respiratorias y diarreicas; entre las respiratorias Faringitis 60% de la población, catarro común 30%, Rinusinusitis 5%, Neumonía 5%; y de tipo diarreicas encontramos infecciones intestinales por bacterias 90% de la población, parasitismo 5% y infecciones por virus 5%. Por tanto si no se le muestra importancia a esta problemática de buscar alternativas a corto plazo que mejore el estilo de vida de la población de este barrio la proliferación de estas enfermedades se elevaran a un ritmo significativo.

Es por esto que la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario en este barrio sería la opción más adecuada a solucionar la problemática, mediante esta propuesta de diseño, se podrá cogestionar fondos con el apoyo de pobladores y comuna para que se pueda construir. Una vez construido se

logrará evacuar de manera eficiente las aguas servidas producidas por la población. Se reducirá directamente el impacto producido al medio ambiente y a la población así como otros beneficios esperados entre los que destacan: disminuirán los índices Aédicos (Porcentaje de casas positivas al aedes aegypti), mejorara la situación sanitaria, se dará paso a otros proyectos como las vías de acceso, ni cunetas de las vías.

1.4 OBETIVOS

1.4.1 General

- Diseñar la red de alcantarillado sanitario del barrio Nuevo Amanecer de la ciudad de Estelí, Municipio de Estelí que cumpla con normativa vigente del país.

1.4.2 Específicos

- Realizar levantamiento topográfico, planímetro y altimétrico que permita el diseño adecuado de la red en correspondencia con perfiles del terreno.
- Realizar el análisis hidráulico de la red de alcantarillado sanitario para el diseño adecuado de la red de alcantarillado en cumplimiento con los criterios establecidos en las normativas del INAA.
- Elaborar planos constructivos apoyados por el software AutoCAD, CivilCAD en correspondencia con normas y especificaciones técnicas.
- Estimar los costos y presupuesto requerido para la construcción de alcantarillado sanitario aplicando la guía de costos FISE.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Alcantarillado sanitario

Un sistema de alcantarillado sanitario según (Baltodano, 2014), consiste en una serie de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas por una población determinada. Las aguas residuales pueden tener varios orígenes, como doméstico, industriales y pluviales.

- Las aguas residuales domesticas: son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por solidos suspendidos, solidos sedimentable, nutrientes y organismos patógenos.
- Las aguas residuales industriales: Se originan de los desechos de procesos industriales manufactureros, debido a su origen pueden contener también elementos tóxicos tales como: plomo, mercurio, níquel, cobre y otros.
- Aguas Pluviales: Proviene de precipitación pluvial y debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de solidos suspendidos, metales pesado y otros elementos.

2.1.1 Sistemas de alcantarillado

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

- Alcantarillado sanitario: Esta diseñado únicamente para llevar exclusivamente aguas residuales domesticas e industriales.
- Alcantarillado pluvial: Es un sistema de evacuación de la esorrentía superficial producto a las precipitaciones.
- Alcantarillado combinado: Es un sistema que conduce simultáneamente las aguas residuales domesticas e industriales y las aguas de lluvia.

El tipo de alcantarillado que se ha de usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas de la localidad.

2.1.2 Elementos de alcantarillado

Según (Lopez, 2003) “la red del alcantarillado, además de los colectores y tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema.” (p. 347). Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- Pozos de inspección.
- Cámaras de caída.
- Aliviadero frontal o lateral.
- Sifones invertidos.
- Sumideros y rejillas.
- Conexiones domiciliarias.

2.2 Estudios básicos para el diseño de alcantarillado sanitario

Antes de realizar el diseño de alcantarillado se debe tener un conocimiento del área donde se pretende realizar el sistema de alcantarillado, por lo tanto debemos que realizar investigaciones de todas las condiciones de dicha área, por lo tanto debemos realizar estudios básicos como:

2.2.1 Estudios sanitarios

Se debe realizar un reconocimiento sanitario de la zona, incluyendo las cuencas hidrográficas, los cursos de aguas incluidos entre los preseleccionados a recibir las descargas de aguas residuales. (INAA, 2001, p. 1)

2.2.2 Estudio de obras existentes

Importante determinar si existen obras en la zona, mediante sondeos la localización, profundidad de tuberías de agua potable y si existiese de drenaje pluvial; así como instalaciones telefónicas o cualquier otro tipo de servicio, esto con el propósito de prevenir interferencias o daños causados por la instalación del alcantarillado sanitario.

En el caso que ya exista alcantarillado sanitario, investigar las condiciones físicas que se encuentran las tuberías y su capacidad hidráulica para verificar si pueden ser reutilizadas, verificar el número de conexiones domiciliarias.

Fuente: (INAA, 2001, p. 2)

2.2.3 Estudio topográfico

La topografía es indispensable para el diseño del alcantarillado sanitario. En el levantamiento se deberá conocer de forma exacta las calles y carreteras, zonas edificadas, cauces naturales, alcantarillas, vados, depresiones y todos esos aspectos que puedan tener influencia en el diseño. El proyectista deberá utilizar un punto de partida que este deberá estar referencia a la Red Geodésica Nacional.

Fuente: (INAA, 2001, p. 2)

2.2.4 Estudios misceláneos

Estos comprenden la recolección de datos complementarios a los ya obtenidos en la investigación de cada uno de los numerales antes indicados. Estos datos comprenderán esencialmente:

2.2.4.1 Climatología

Su influencia en los consumos de agua de la localidad, temperatura, humedad relativa del aire, influencia de los vientos.

2.2.4.2 Economía

Posibilidades de desarrollo por influencias no ocurridas hasta el momento de estos estudios: nuevas vías de comunicación proyectadas o en ejecución; nuevas fuentes productivas de recursos naturales; establecimientos de industrias y aún el establecimiento del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario.

2.2.4.3 Condiciones de transporte y costo de vida

Estos datos serán de gran utilidad en la elaboración de presupuestos y planes de ejecución de las obras.

2.2.5 Población de diseño

Para el diseño de la red de alcantarillado es indispensable determinar la cantidad de población que se va a servir del sistema y se deberá proyectar la población a los años de duración del sistema.

2.2.5.1 Método a utilizar

La proyección se efectuara con el método de Tasa de crecimiento geométrico, es el método más aplicado en Nicaragua, ya que es aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo. (Baltodano, 2014, pág. 19)

$$PF = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf: Población Final

Po: Población inicial.

R: Tasa de crecimiento.

n: Número de años.

2.2.5.2 Análisis de crecimiento poblacional.

Para el dimensionamiento de las obras se necesitara conocer la población proyectada a servir, por lo tanto, se realizara el análisis de crecimiento de la población durante las últimas décadas. Para seleccionar la tasa de crecimiento de la localidad, según (INAA, 2001), las normas técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario de INAA 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 proyectara en base al 4% de crecimiento anual.
 - b. Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento de 2.5%.
 - c. No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en promedio obtenido.

2.3 Red de alcantarillado sanitario simplificado (RAS)

La red de alcantarillado simplificado está formado por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de coleccionar y transportar los desagües, bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas hasta su disposición final. El RAS, se diseña bajo los mismo criterios que las redes de alcantarillado convencional, solo se diferencia en la simplificación y reducción del uso de materiales y criterios constructivos.

Las redes de alcantarillado simplificado (RAS) están conformado por un conjunto de tuberías y accesorios que tiene como finalidad de coleccionar y transportar los desagües. Estas se diseñan bajo los mismos criterios hidráulicos que las redes convencionales, solo se diferencian de ellas en la simplificación y minimización del uso de materiales y de los criterios constructivos. Las ventajas de este sistema de alcantarillado son:

- La profundidad de las excavaciones para los colectores y los dispositivos simplificados de inspección.
- El diámetro mínimo es 150mm, pero se podrían emplear colectores con 100mm.
- La excavación mínima aceptable es de 0.65m, solo si, los colectores van tendidos sobre veredas y jardines.

Fuente: (CEPIS, 2005, pág. 8)

2.4 Red de alcantarillado sanitario convencional

Es uno de los sistemas más comunes en la recolección y conducción de aguas residuales. Está constituido por redes colectoras, conexiones domiciliarias y lo más importantes son los Pozos de visita, que estos sirven para la inspección o limpieza del sistema. Este sistema algunas veces los colectores requieren grandes profundidades lo que demanda grandes excavaciones e incrementan los costos de construcción. Los colectores generalmente son de 200mm o mayor.

Fuente: (CEPIS, 2005, pág. 6)

2.5 Gasto de aguas servidas

2.5.1 Caudal de infiltración (Qi)

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

- El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:
- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

Fuente: (CEPIS, 2005, pág. 20)

Según (INAA, 2001, pág. 9):

- 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 5000L/ha/día.
- Para tuberías plásticas 2L/hora/100m de tuberías y por cada 25mm de diámetro.

2.5.2 Gasto medio (Qm)

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

Fuente: (INAA, 2001, pág. 9)

2.5.3 Gasto mínimo de aguas residuales (Qmin)

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

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

Donde:

Qm: Gasto medio m³/s

Fuente: (INAA, 2001, pág. 9)

2.5.4 Gasto máximo de aguas residuales (Qmax)

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

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

Donde:

Qmax: Gasto máximo de aguas residuales domésticas.

P: Población servida en miles de habitantes.

Qm: gasto medio de aguas residuales domésticas.

El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.0

Fuente: (INAA, 2001, pág. 9)

2.5.5 Gasto institucional (Qinst)

Para las ciudades y localidades fuera de Managua

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

Tabla No. 1 Gasto institucional

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Publico o institucional	7
Industrial	2

Fuente: (INAA, 2001, pág. 9), Tabla 3-4

2.5.6 Gasto de diseño (Qd)

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

$$Qd = Q_{\max} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{int}}$$

Donde:

Q_{max}: Gasto máximo

Q_{inf}: Gasto de infiltración

Q_{com.}: Gasto comercial

Q_{ind.}: Gasto industrial

Q_{int.}: Gasto institucional o público

Fuente: (INAA, 2001, pág. 9)

2.6 Hidraulica de alcantarillado

2.6.1 Coeficiente de rugosidad

Para el diseño de nuestra red hemos tomado para nuestros cálculos el coeficiente de rugosidad ($n = 0.009$) correspondiente a la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) basado en lo establecido por las normas técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario

2.6.2 Diámetro mínimo

Según (INAA, 2001), "El diámetro mínimo de las tuberías deberá ser de 150 mm." (p. 13)

2.6.3 Pendiente longitudinal mínima y máxima

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, suficiente para producir una velocidad media de 0.6 m/s a tubo lleno, la pendiente máxima será la suficiente para producir una velocidad no mayor de 3.0 m/s con el gasto de diseño.

$$f = W * R * S$$

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 de tensión de arrastre mínima de 1Pa.

2.6.4 Perdida de carga adicional

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se le incluirá una pérdida de carga entre la entrada y la salida del pozo de visita (PVS), no pudiendo ser en ninguno de los casos menor de 3cm.

$$V = \frac{0.25(Vm)^2}{2g} \quad \text{Fuente: (INAA, 2001, pág. 14)}$$

2.6.5 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.

Fuente: (INAA, 2001, pág. 14)

2.6.6 Tirante de agua

La lámina de agua debe ser calculada en un régimen uniforme y permanente siendo su valor máximo aquel que sea menor o igual al 0.8 de la tubería, que es la relación tirante –diámetro con la cual se alcanza las condiciones óptimas de conducción, donde D es el diámetro interno del tubo.

2.6.7 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. (INAA, 2001, pág. 14)

2.6.8 Ángulo entre tuberías

Todos los pozos de visita o cajas de registro, el Angulo 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. (INAA, 2001, p. 14)

2.6.9 Ubicación de alcantarillas

En vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se ubicaran al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.5m. (INAA, 2001, pág. 14)

2.6.10 Conexiones domiciliarias

Estas son las tuberías que conectan las descargas de agua residual, desde la caja de registro, hasta las tuberías recolectoras del alcantarillado sanitario. El diámetro mínimo deberá ser de 100 mm o 4in para viviendas unifamiliares.

Fuente: (INAA, 2001, pág. 15)

2.7 Dispositivos de limpieza

2.7.1 Pozos de visita (PVS)

Los pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección se deberán ubicar en todo cambio de alineación horizontal o vertical en todo cambio de diámetro; en las intersecciones de dos o más alcantarillas y donde se prevean ampliaciones futuras en la red. (INAA, 2001, p. 27)

2.7.2 Distancia máxima entre pozos

Diámetro (mm)	Separación máxima (m)
Con equipo técnicamente avanzado	
150 a 400	150
450 y mayores	200
Con equipo tradicional	
150 a 400	100
450 y mayores	120

Tabla No 2. Distancia máxima entre pozos

Fuente: (INAA, 2001, pág. 40)

2.7.3 Características del pozo de visita

- El Pozo de vista 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 este deberá repellarse con mortero interna y externamente.

- Para pozos con profundidades mayores de 3m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared.
- El diámetro interno del pozo será de 1.2m, para alcantarillas con diámetro de 750mm y menores; para alcantarillas con diámetros mayores a 750mm deberá ser igual a +600mm.
- Todo pozo de visita deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.6m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03m de diámetros para proveer 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.

2.8 Costo y presupuesto.

Take off: Se le denomina a todas aquellas cantidades de materiales que involucran costos de una determinada obra.

Costo: Es la suma de los recursos (materiales) y la mano de obra que se emplean en la ejecución de una obra.

Costos directos: Son los gastos que se tienen que efectuar para la construcción de la obra, estos costos se refieren a materiales, mano de obra, maquinaria y equipos.

CAPITULO 3: DISEÑO METODOLÓGICO

El proyecto fue elaborado en las etapas siguientes:

La primera fase consistió en la elaboración de todos los estudios básicos, se realizó el levantamiento topográfico, una representación gráfica del Barrio, un estudio y proyección de la población.

La segunda se basó en distribución de longitud por tramo, el cálculo de los caudales de diseño, el trazado de la red de alcantarillado sanitario con sus cálculos hidráulicos y topográficos, la elaboración de sus planos correspondientes en planta y perfil.

Por último se analizaron los costos y presupuesto de cada obra.

3.1 Estudios básicos

Los estudios básicos como: estudio topográfico, el estudio sanitario y Obras existentes, fueron elaborados con apoyo de instituciones como la Alcaldía municipal de Estelí y la Universidad Nacional de Ingeniería, de manera que sirvieron de guía en el proceso de diseño de la red de alcantarillado sanitario.

3.1.1 Topografía

Se realizó el levantamiento altimétrico y planimétrico en su totalidad con Estación Total y GPS. Se estableció un BM en las cercanías del Pre-Universitario, el cual quedó debidamente señalado, luego se fue rodeando el Barrio cuadra por cuadra hasta finalizar en el Pozo de Visita existente ubicado en el perímetro del barrio La Unión.

El levantamiento fue procesado y representado gráficamente con el programa AutoCAD y la aplicación Civil CAD, en donde se ingresaron los puntos por sistema de coordenadas.

3.1.2 Censo poblacional

Se usaron los datos proporcionados por el Ministerio de Salud (MINSA), a partir del censo realizado en Diciembre del 2016.

3.1.3 Obras sanitarias existentes

Mediante información proporcionada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), y el censo poblacional, se determinó que todas las viviendas cuentan con el servicio de agua potable, en el barrio no existe ningún tipo de sistema de recolección de aguas residuales.

3.2 Calculo de caudales

3.2.1 Consumo doméstico

El trabajo se realizó con los datos estadísticos que INAA propone en su guía para el Diseño de Alcantarillado Sanitario en el inciso 3.2.2, tabla 3-2, en donde indica que la dotación de agua para ciudades diferentes de la capital Managua y con un intervalo de poblacional de 0 a 5000 habitantes es de 100 lppd, rango en el que se encuentra la población proyectada de este diseño.

3.2.2 Consumo institucional

El consumo está dado por un porcentaje estipulado por INAA en su guía para el Diseño de Alcantarillado Sanitario en el inciso 3.3.2, tabla 3-4, equivalente a un 7% del área limitada.

3.2.3 Caudal de infiltración

Se utiliza 2L/hora/100m de tubería por cada 25 mm, recomendados por INAA en su guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario en el inciso 3.4.

3.2.4 Gasto medio

Se consideró un factor de retorno del 80% de la dotación de agua potable para la población proyectada, rango adoptado por INAA para efectos de diseño.

3.2.5 Gasto máximo de aguas residuales (Qmax)

El gasto máximo de aguas residuales se calculó utilizando una relación de Harmon dentro de los rangos 1.8 y 3.

3.2.6 Gasto de diseño

El caudal de diseño se basó en la suma de todos los caudales anteriormente mencionados.

3.3 Diseño de red de alcantarillado

Se presenta una sola alternativa de solución, a favor de la gravedad que va a descargar a un pozo de visita previamente seleccionado. El sistema es del tipo separado, es decir trabaja independiente del Alcantarillado Pluvial. El diseño se realizó con ayuda de una memoria de Cálculo.

3.3.1 Fórmula y coeficiente de rugosidad

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se hizo en base al criterio de la tensión de arrastre y a la fórmula de Manning, con un valor de $n = 0.009$ por ser tubería PVC.

3.3.2 Tirante de agua

El tirante máximo utilizado fue el 80 % y el mínimo de 20 %.

3.3.3 Velocidades mínimas y máximas

La velocidad máxima permisible fue de 3.00 m/s y de 0.30 m/s como mínimo, tal rango garantiza auto limpieza interna del sistema sin ocasionar erosión en la tubería.

3.2.7 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías será de 150 mm (6") según lo recomendado en la guía técnica para alcantarillado sanitario.

3.2.8 Pendiente longitudinal mínima

Se utilizó aquella que produjera una velocidad arriba de 0.30 m/seg.

3.2.9 Pendiente longitudinal máxima

Se usó aquella que produjera velocidades inferiores a 3.00 m/seg.

3.2.10 Pérdida de carga adicional

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluyó una pérdida de carga igual a:

$$V = \frac{0.25V^2}{2g}$$

Donde:

V: Velocidad m/s²

g: Coeficiente de gravedad

Entre la entrada y salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente y no siendo en ninguno de los casos, menor de 0.03 m.

3.2.11 Cambio de diámetro.

El diámetro de la tubería de salida de cada pozo siempre fue igual, que el diámetro de tubería de tramos aguas arriba.

3.2.12 Angulo entre tuberías

Se procuró que en todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y salida fuera como mínimo de 90 grados y máximo 270 medido en sentido de las manecillas del reloj.

3.2.13 Cobertura sobre tuberías

El diseño mantuvo una cobertura mínima sobre la corona de la tubería de 1.20 m, a excepción de zonas en donde no había exceso de tránsito vehicular y los pozos eran cabeceros se usó cobertura de 0.80 m para la red seleccionada.

3.2.14 Ubicación de las alcantarillas

Se ubicaron en costado Norte de las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste y en las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur en el costado Oeste.

3.2.15 Ubicación de los Pozos de Visita Sanitario (pvs)

Fueron ubicados por cada cambio horizontal y vertical que hubiera de tubería con una separación máxima de 100 m.

3.2.16 Conexiones domiciliarias

Todas las conexiones serán de PVC de 4" de diámetro, comenzando en la caja de registro de cada vivienda y luego acoplándose a la alcantarilla de diversos diámetros que pasará por su respectiva calle o avenida.

CAPITULO 4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

4.1 Localización

El barrio Nuevo Amanecer, se encuentra ubicado en el sector Norte-Oeste, distrito III de la ciudad de Estelí, entre las coordenadas latitud norte 13° 5'35.36"N y longitud oeste 86°22'26.69"O, con una extensión territorial de 128,090.14 m². Sus límites son:

- Norte: Barrio María Elena Cuadra
- Sur: Pre Universitario
- Este: Barrio La Unión.
- Oeste: Barrio Betel.

4.2 Topografía y clima

La topografía del barrio Nuevo amanecer es bastante regular, con una pendiente del 2% claramente definida hacia el norte, en dirección hacia el panteoncito, cuyas aguas drenan en dirección norte de la Ciudad, la elevación máxima es de 866 y la elevación mínima es de 862 msnm.

Según (Estelí, 2012): la climatología del barrio es semejante en todos los aspectos al del resto de la ciudad de Estelí, comprendido dentro de la zona climática de templado seco. Se distinguen tres sistemas fundamentales de vientos:

Alisios: soplan todo el año con dos direcciones noreste y sureste.

Vientos de montaña: se presentan en el Valle de Estelí, donde la incidencia de las brisas de montaña tiene marcada influencia.

Vientos del norte: se presupone que contribuyan también a la baja precipitación en el territorio de la cuenca del río Estelí por ser vientos secos provenientes de los departamentos de Madriz y Nueva Segovia.

4.3 Vías de comunicación

Las calles internas del barrio son todas sin revestimiento, sin embargo todas presentan ubicación cercana a la carretera (calles principales) de la ciudad de Estelí, vías con permanente acceso de vehículos particulares y transporte colectivo a través de las rutas que se dirigen a distintos barrios del resto de la ciudad.

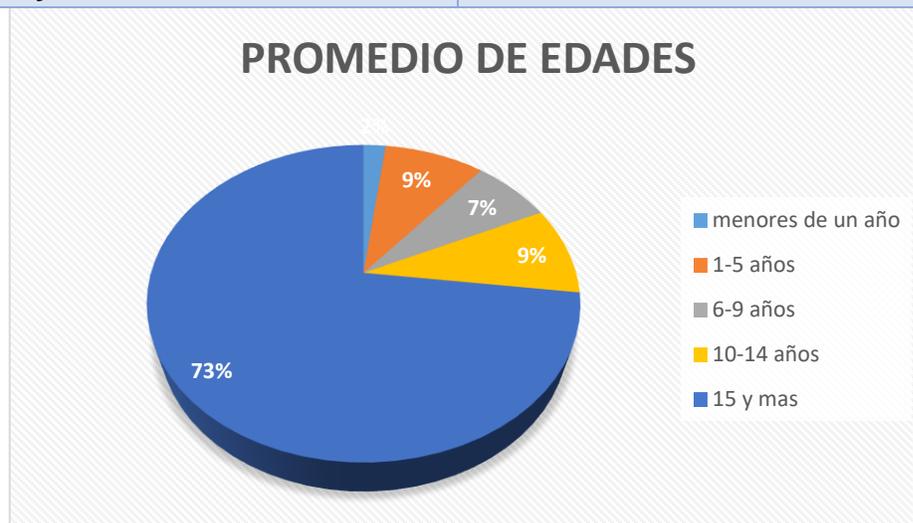
4.4 Población

El Barrio Nuevo Amanecer cuenta con una población de 1072 habitantes y cuenta con 282 viviendas, según indicadores del Ministerio de Salud en el año 2016.

Distribución de la población por edad en el Barrio Nuevo Amanecer

Tabla No 3. Distribución de edades en el Barrio Nuevo Amanecer

RANGO DE EDADES	PERSONAS
Menores de un año	21
1-5 años	96
6-9 años	75
10-14 años	96
15 y mas	783



Fuente: (SILAIS, 2018)

4.5 Servicios públicos existentes

4.5.1 Servicio de energía eléctrica

El barrio Nuevo amanecer cuenta con servicio de energía eléctrica, la cual ha sido legalizada e instalada por medio de conexiones domiciliarias a todas las viviendas que actualmente habitan la zona, de manera que se reducen los riesgos por conexiones ilegales, por consiguiente el futuro desarrollo económico y social de las familias que ahí residan.

4.5.2 Servicio de agua potable

El cien por ciento (100%) de las viviendas construidas y que actualmente constituyen el barrio Nuevo amanecer cuentan con el servicio de agua potable, instalado por la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillado sanitarios (ENACAL), a través de redes de distribución y conexiones domiciliarias.

4.5.3 Servicio de alcantarillado sanitario

El barrio actualmente no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario.

4.5.4 Servicio de telefonía

El barrio cuenta con servicio de telefonía, internet y cable de televisión, que ofrecen las empresas públicas y privadas de la ciudad de Estelí.

4.5.5 Salud

Actualmente dentro del barrio no cuentan con un centro asistencial de salud, el centro más cercano al que asisten los pobladores se encuentra a un kilómetro (1km) en el barrio Oscar Gámez el cual ha sido destinado atender los barrios del distrito 3 de la ciudad.

4.5.6 Educación

El barrio no cuenta con un centro de estudio, el centro más cercano se encuentra a 1.5 kilómetros en el barrio Oscar Gámez.

4.5.7 Otros servicios

La recolección de desechos sólidos se realiza una vez por semana, bajo la administración de la alcaldía municipal de Estelí.

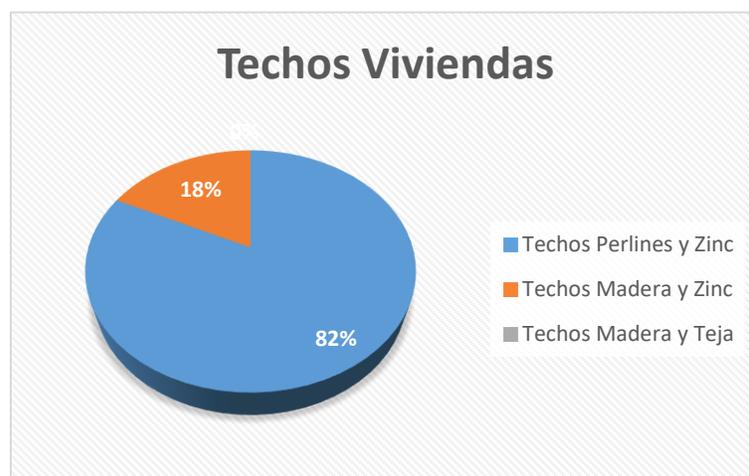
4.6 Infraestructura

La infraestructura del Barrio Nuevo Amanecer presenta las siguientes condiciones:

- **Calles y avenidas:** En su mayoría se encuentran deterioradas debido a que las aguas servidas circulan superficialmente. El cien por ciento de las calles en el barrio son revestidas con material selecto y no cuentan con cunetas.
- **Viviendas:** En el barrio actualmente cuenta 282 viviendas, las cuales presentan las siguientes características:
- **Techos de viviendas**

Tabla No 4. Tipo de techo de viviendas

Techos de Viviendas	
Techo con perlines y ZINC	232
Techo con Madera y Zinc	50
Techo con madera y Teja	0
TOTAL	282



Fuente: (Uriarte, 2017)

- **Pisos de viviendas**

Tabla No 5. Tipos de Pisos viviendas.

Pisos de viviendas	
Pisos embaldosados	200
Pisos de Tierra	82
Total	282



Fuente: (Uriarte, 2017)

- **Paredes de viviendas**

Tabla No 6. Tipos de paredes de viviendas

Paredes de viviendas	
Mampostería confinada	214
Madera	68
Total	282



Fuente: (Uriarte, 2017)

4.7 Incidencia de enfermedades

Según la información obtenida en el centro de salud más cercano se obtuvieron los siguientes datos acerca de los índices de enfermedades que enfrentan los pobladores del barrio Nuevo Amanecer.

Tabla No 7. Enfermedades de tipo respiratorias.

Enfermedades de Tipo Respiratorias	
Faringitis	60%
Catarro Común	30%
Rinusinusitis	5%
Neumonía	5%

Fuente: (SILAIS, 2018)

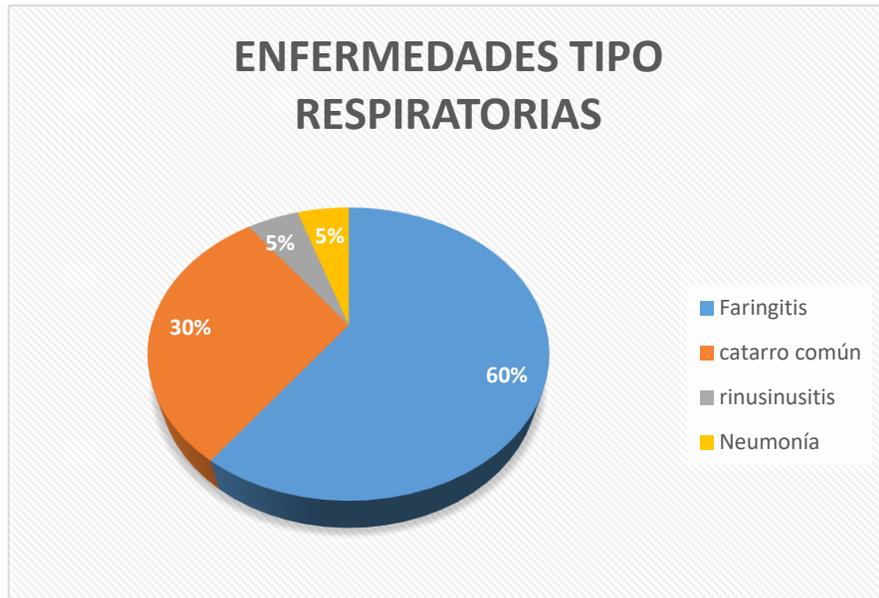


Tabla No. Tabla No 8 Enfermedades de tipo Diarreicas.

Enfermedades de Tipo Diarreicas	
Infección intestinal por bacterias	90%
Parasitismo Intestinal	5%
Infecciones por Virus	5%

Fuente: (SILAIS, 2018)



CAPITULO 5. RESULTADOS DEL DISEÑO.

5.1 Población futura

Para conocer la cantidad de habitantes del Barrio Nuevo Amanecer, se realizaron investigaciones en la Alcaldía de Estelí, MINSA y ENACAL. Además, para conocer las condiciones de vida de la población se realizó una entrevista a un miembro del CPC.

Como resultado de las actividades anteriores se muestra el dato de población obtenido del último censo realizado en Diciembre del 2016 por el ministerio de salud de Estelí, en el sector No 2 barrio "Nuevo Amanecer " del municipio de Estelí.

Tabla No 9. Población del Barrio Nuevo Amanecer

FUENTE	Número de Viviendas	Número de Habitantes
MINSA	282	1072

Fuente: (Silais - Esteli , 2016)

Para el método geométrico se utilizó la tasa de crecimiento recomendada en la Guía técnica para alcantarillado Sanitario de INAA en el Capítulo 2, inciso 2.3.2 Tasa de crecimiento geométrico, donde se establece que la tasa de crecimiento poblacional no debe ser ni menor a 2.5%, ni mayor a 4%.

Los Datos poblacionales son obtenidos de los censos realizados por el Ministerio de Salud, SILAIS – ESTELI.

Tabla No 10. Tasas de Crecimiento Poblacional

LUGAR	Año 2015	Año 2016	Tasa de Crecimiento
Barrio Nuevo Amanecer	1066 hab	1072 hab	0.56%

Fuente: (Silais - Esteli , 2016)

La tasa de crecimiento para el barrio no se encuentra en los rangos establecidos en la Guía Técnica para Alcantarillado Sanitario de INAA, por lo tanto, el valor de tasa de crecimiento que se utilizó para la proyección de la población es de 2.5%.

El periodo de diseño se fijó en 20 años, de manera que la población futura del Barrio Nuevo Amanecer por año hasta el final del período de diseño se pueden observar en la tabla No 11.

Tabla No 11. Proyección de la población

PROYECCION DE LA POBLACION		
NUMERO	AÑO	POBLACION
-	2016	1072
-	2017	1099
1	2018	1126
2	2019	1154
3	2020	1183
4	2021	1213
5	2022	1243
6	2023	1274
7	2024	1306
8	2025	1339
9	2026	1372
10	2027	1407
11	2028	1442
12	2029	1478
13	2030	1515
14	2031	1553
15	2032	1591
16	2033	1631
17	2034	1672
18	2035	1714
19	2036	1757
20	2037	1801

Fuente: Elaboración propia. Memoria de cálculo

5.2 Análisis de la red propuesta

El diseño consiste en el trazado de una red recolectora de aguas residuales domésticas, la cual conduce y descarga el agua a un pozo de visita sanitario previamente determinado, las que posteriormente se unen a la red principal de la ciudad hasta llegar a la planta de tratamiento. Las tuberías del sistema propuesto son de PVC 150 mm (6") en la extensión de la red y PVC 100mm (4") para conexiones domiciliarias.

Con el fin de comprobar si la colectora principal considerada como tubería de descarga es capaz de absorber los nuevos aportes de aguas residuales generados en el Barrio Nuevo amanecer, se realizó un aforo en el PVS 18 los días 15 y 16 de Octubre del año 2018 (Ver Anexo D. Aforos de aguas negras) obteniéndose como datos que trabaja a una capacidad del 12.46% de llenado y con el nuevo aporte de 5.36 lps ésta alcanzará un 17.34 % de lleno aproximadamente, lo cual indica se mantiene por debajo del rango máximo normado por INAA, que corresponde a una capacidad del 80 % de lleno como máximo.

La red de alcantarillado sanitario del Barrio Nuevo Amanecer estará formado por 809.35 metros lineales de tuberías de 150 mm (6") de diámetro y un Emisario de 233.97 metros lineales de tubería de 150mm (6"), para un total de 18 tramos, 17 dispositivos de registros, y 282 conexiones domiciliarias.

5.3 Comportamiento hidráulico del sistema

El análisis presentado es el resultado de una serie de cálculos que incorpora criterios básicos de diseño y como condición crítica la Fuerza Tractiva, dejando el término velocidad en un segundo plano. (Ver Anexo H. Memoria de Cálculo).

Estos resultados se encuentran dentro de los requerimientos técnicos de INAA, al establecer como velocidad mínima en la tubería de 0.6 m/s (Velocidad a tubo lleno) para el sistema convencional y como velocidad máxima de 3 m/s (velocidad de diseño), así como una Fuerza Tractiva mayor a 1Pascal.

Como conclusión se observa que el caudal máximo a recolectar es de 5.36 litros por segundo equivalente a 84.95 galones por minuto. Las velocidades se mantienen en un intervalo de 0.30 a 1.5 m/s con un promedio de pendiente para tubería del 2.18%, la tensión de arrastre o fuerza tractiva permanece en todos los tramos arriba de 2 Pascal, suficiente para generar arrastre de las partículas sólidas que generalmente se acumulan en la tubería.

Las profundidades para los dispositivos de inspección varían en su mayoría entre los 0.80 metros en tramos cabeceros, 1 a 1.6 metros en aquellos puntos donde la pendiente del terreno es poco pronunciada y no facilitan el cumplimiento de las normas y criterios de diseño.

5.4 Resultado de variables para el diseño de la red de alcantarillado sanitario

Longitud total de la red = 1043.33 m

Caudal máximo a recolectar en el Barrio= 5.36 lts/seg.

Población de diseño= 1801 habitantes.

Número de casas a beneficiar= 282 viviendas.

Tasa de crecimiento poblacional 2.5%

5.5 Costo y presupuesto

5.5.1 Generalidades

El cálculo de los costos, se realizó, basándose en costos actuales de mano de obra y materiales, y en los resultados de los volúmenes de obra calculados sobre la base de los planos constructivos adjuntos al presente informe.

El costo estimado total de la obra sanitaria asciende a C\$2, 544,624.70 (dos millones quinientos cuarenta y cuatro mil, seiscientos veinte y cuatro mil con 70/100), que equivalen a U\$ 78,829.76 (setenta y ocho mil, ochocientos veinte y nueve Dólares americanos con 76/100), aplicando la tasa de cambio oficial del

día 16 de diciembre del año 2018 de C\$ 32.28 por U\$ 1.00.

A continuación se describen los costos unitarios y totales como resultados de una serie de cálculos basados en sistemas básicos constructivos y procedimientos técnicos, como resultado de lo expuesto en los planos constructivos

5.5.2 Presupuesto de la obra

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANINARIO DEL BARRIO NUEVO AMANECER DE LA CIUDAD DE ESTELI									
ETAPA	SUBETAPA	DESCRIPCION DE LA ETAPA Y/O SUBETAPA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO DIRECTO C\$		COSTO TOTAL DIRECTO		TOTAL
					M/O Y EQUIPO	MATERIAL	M/O Y EQUIPO	MATERIAL	C\$
Proyectos de Saneamiento- Alcantarillado									
SUB ETAPA									
380		PRELIMINARES	global						64,524.14
	O1	LIMPIEZA INICIAL	M2	2608.00	17.92	0.00	46735.36	0.00	46,735.36
	O2	TRAZO Y NIVELACION	ML	1043.33	17.05	0.00	17788.78	0.00	17,788.78
390		COLECTORA PRINCIPAL	global						280,002.54
	O1	EXCAVACION PARA TUBERIA	M3	331.85					
		TUBERÍA PVC 150 mm, 0 A 1.5 m DE PROFUNDIDAD	M3	95.20	139.52	0.00	13282.28	0.00	13,282.28
		TUBERÍA PVC 150 mm, 1.5 A 2 m DE PROFUNDIDAD	M3	109.83	139.52	0.00	15323.45	0.00	15,323.45
		TUBERÍA PVC 150 mm, 2.5 a 3 m DE PROFUNDIDAD	M3	126.82	139.52	0.00	17693.89	0.00	17,693.89
	O3	INSTALACION DE TUBERIA	ML	284.36	30.00	0.00	8530.69	0.00	8,530.69
	O4	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	431.41	84.90	0.00	36624.99	0.00	36,624.99
	O5	ACARREO DE TIERRA	M3	172.56	138.95	400.00	23977.49	69024.80	93,002.29
	284	TUBERIA DE 6" DE DIÁMETRO	ML	284.36	0.00	336.00	0.00	95544.96	95,544.96
400		SISTEMA DE COLECTORAS SECUNDARIAS	global						585,567.38
	O1	EXCAVACION PARA TUBERIA	M3	580.57					
		TUBERÍA PVC 150 mm, 0 A 1.5 m DE PROFUNDIDAD	M3	580.57	139.52	0.00	81000.95	0.00	81,000.95
	O3	INSTALACION DE TUBERIA	ML	758.97	30.00	0.00	22769.19	0.00	22,769.19
	O4	RELLENO Y COMPACTACION	M3	754.74	84.90	0.00	64075.25	0.00	64,075.25
	O5	ACARREO DE TIERRA	M3	301.90	138.95	400.00	41948.50	120758.56	162,707.06
		TUBERIA DE 6" DE DIAMETRO	ML	758.97	0.00	336.00	0.00	255014.93	255,014.93

412		POZOS DE VISITA	global						239,263.59
	O1	EXCAVACIÓN	M3	86.35		0.00	0.00		
		RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	65.5	84.90	0.00	5560.95	0.00	5,560.95
	O2	POZO DE VISITA (PROFUNDIDAD =De 0.00 A 1.50m)	C/U	13.00	6730.18	6240.14	87492.34	81121.82	168,614.16
	O3	POZO DE VISITA (PROFUNDIDAD =De 1.51 A 2.00m)	C/U	4.00	7485.51	8064.11	29942.04	32256.44	62,198.48
	11	TAPA DE CONCRETO	C/U	17.00	60.00	110.00	1020.00	1870.00	2,890.00
420		CONEXIONES	global						1,080,015.59
	O4	CAJAS DE REGISTRO	C/U	282.00	425.00	1048.00	119850.00	295536.00	415,386.00
	O5	TUBERIA DE 4" DE DIAMETRO	ML	1692.00	0.00	200.46	0.00	339178.32	339,178.32
96400		CODO LISO SANITARIO DE PVC Diam.=4" , 45° SDR-41	C/U	564.00		362.27		204321.97	204,321.97
94049		REDUCTOR LISO PVC 6" X 4" S40	C/U	282.00		680.23		191824.75	191,824.75
96300		TEE SANITARIA LISA PVC DE 6" SDR-41	C/U	282.00	0.00	1154.08	0.00	325451.27	325,451.27
425		OTRAS OBRAS							10,093.14
		CUNETA TIPO V DE CONCRETO CICLOPEO	ML	4	328.264	865.616	1313.056	3462.464	4775.52
		DEMOLER Y RESTAURAR CARPETA DE ADOQUINADO	M2	13.25	97.754	303.576	1295.2405	4022.382	5317.6225
430		LIMPIEZA Y ENTREGA	global				0.00		12,519.96
	O1	LIMPIEZA FINAL	GLB	1043.33	12.00	0.00	12519.96	0.00	12,519.96
COSTO C\$									2,271,986.34
UTILIDAD (10%) C\$									227,198.63
IMPUESTO MUNICIPAL (2%) C\$									45,439.73
COSTO TOTAL DEL PROYECTO C\$									2,544,624.70
COSTO TOTAL DEL PROYECTO U\$									78,829.76

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- 1.** La red de alcantarillado sanitario se diseñó de acuerdo a la "guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario de INAA". Se diseñó para una cobertura del 100% de la población del área de estudio y se logró de acuerdo a la topografía del lugar que el sistema trabaje con respecto a la gravedad.
- 2.** Se logró realizar la descarga de las aguas a la red de alcantarillado existente, se realizó un aforo para determinar la eficiencia de la tubería logrando obtener que con el nuevo aporte de caudal del barrio nuevo amanecer la tubería trabajara a un 17.34%.
- 3.** El sistema de alcantarillado propuesto comprende: 17 dispositivos de visita, 809.35 metros lineales de tuberías de 150 mm (6") de diámetro y un Emisario de 233.97 metros lineales de tubería de 150mm (6") y 282 conexiones domiciliarias.

6.2 Recomendaciones

1. Utilizar las profundidades de tuberías mínimas establecidas por la norma vigente del país para obtener costos menores al momento de realizar la ejecución del proyecto
2. Consultar los precios de los materiales periódicamente con el fin de obtener un presupuesto más exacto.
3. Se debe respetar el periodo de diseño del proyecto ya que el proyecto está diseñado hasta el año 2038 después de este tiempo deberá realizarse una evaluación hidráulica de la red en conforme a la nueva población.
4. Brindar un conjunto de planos bien detallados que facilite una lectura adecuada de estos.

Bibliografía

- Baltodano, J. (2014). *Transporte, Distribucion de agua potable y aguas residuales*. Managua: UNI.
- CEPIS. (2005). *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Lima.
- Conagua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Mexico.
- Estelí, A. d. (2012). *Caracterizacion del Municipio de Estelí*. Estelí.
- Gamez , E., & Galeano, D. (2018). *Diseño de red alcantarillado sanitario*. Esteli .
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación*. Mexico.
- INAA. (2001). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO*.
- Lopez, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Colombia: Escuela colombiana de ingenieria.
- Silais - Esteli , M. (2016). *Censos*. Esteli.
- Uriarte, T. (Noviembre de 2017). Antecedentes Nuevo Amanecer. (D. Galeano, & E. Gamez, Entrevistadores)

ANEXOS

ANEXO A. Macro y micro localización

Imagen 1. Macro Localización

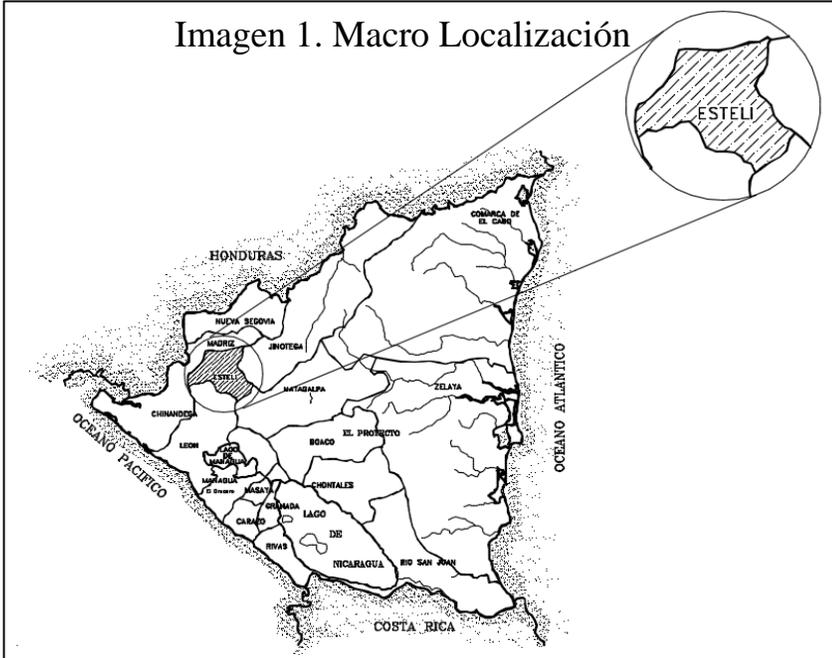
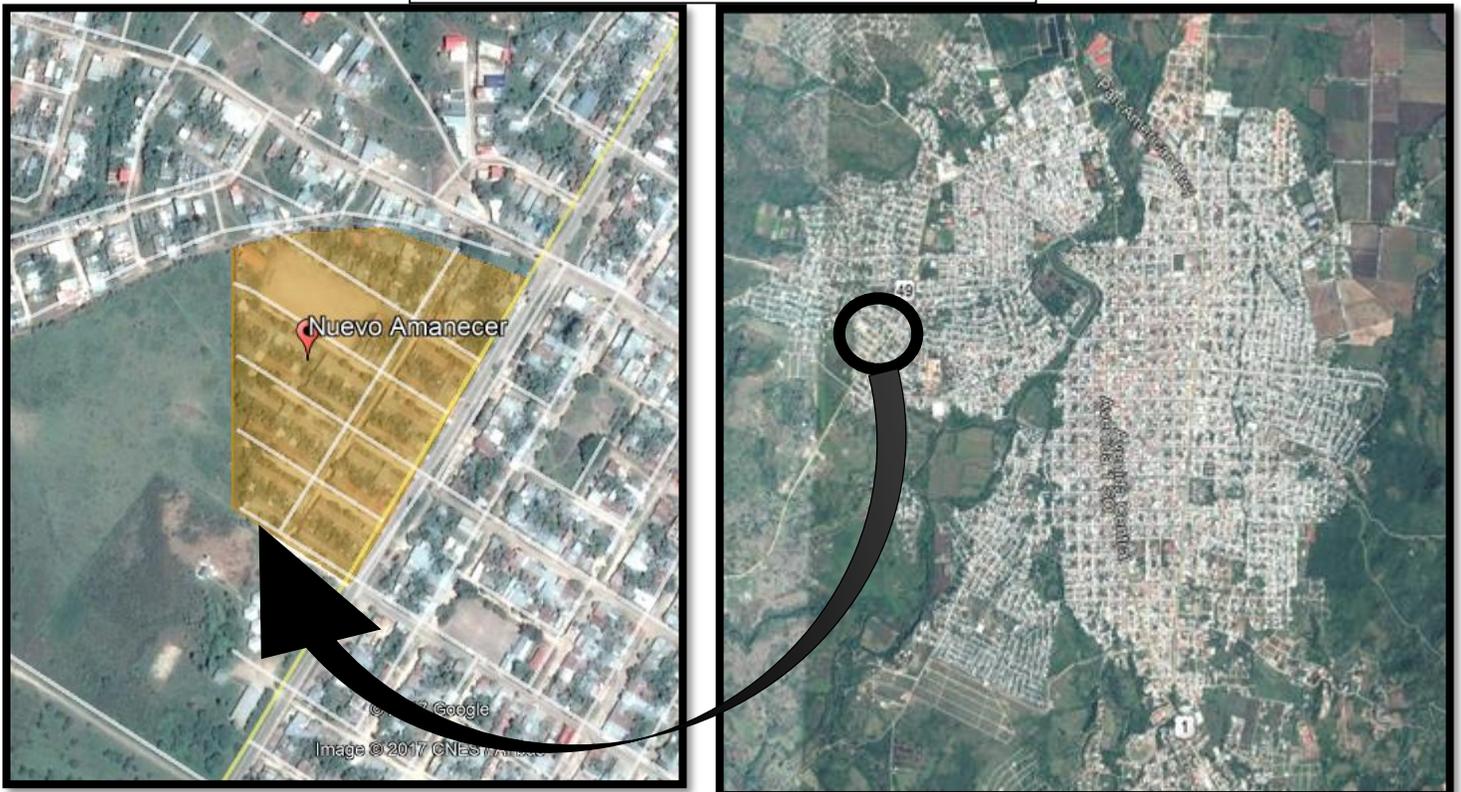


Imagen 2. Micro Localización



ANEXO B. Situación actual del barrio



Imagen 3. Drenajes en calles.



Imagen 4. Centro Comunitario.

ANEXO C. Proyección de población

PROYECCION DE POBLACION					
Departamento:	Esteli	Municipio:	Esteli	Barrio:	Nuevo Amanecer
Año Base:	2016	Poblacion base:	1072	hab	
Calculo de tasa de crecimiento					
NOTA: Los Datos poblacionales son obtenidos de los censos realizados por el Ministerio de Salud, SILAIS - ESTELI					
Año:	2015	Año:	2016		
Poblacion:	1066	Poblacion:	1072		
Viviendas:	273	Viviendas:	282		
Tasa de crecimiento (rg):	0.56%	USAR:	2.5%		
Proyeccion de Poblacion a servir					
$Pf = Pb (1 + rg)^{(tf-tb)}$		AÑO	POBLACION	AÑO	POBLACION
		2016	1072	2027	1407
		2017	1099	2028	1442
		2018	1126	2029	1478
		2019	1154	2030	1515
		2020	1183	2031	1553
		2021	1213	2032	1591
		2022	1243	2033	1631
		2023	1274	2034	1672
		2024	1306	2035	1714
		2025	1339	2036	1757
		2026	1372	2037	1801

ANEXO D. Aforo de aguas negras

AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO Bo. NUEVO AMANECER

DIRECCIÓN: Del Panteoncito 1c al sur

METODO: MANNING

FECHA: 15/09/2018

No.	INTERVALO	DIÁMETRO	LECTURA	LECTURA	COEFICIENTE	PENDIENTE	angulo θ	Area mojada	Perimetro	RH (m)	VELOCIDAD	CAUDAL	Observacion
	TIEMPO	TUBERIA (cm)	LIBRE (cm)	HUMEDA (cm)		n	TRAMO						
1	06:00am	25.4	19.4	6	0.009	0.015	2.0301	0.0091	0.2578	0.0355	1.4689	13.4309	
2	6:30	25.4	20.2	5.2	0.009	0.015	1.8781	0.0075	0.2385	0.0313	1.3508	10.0760	
3	7:00	25.4	20.3	5.1	0.009	0.015	1.8585	0.0073	0.2360	0.0307	1.3353	9.6878	
4	7:30	25.4	20.9	4.5	0.009	0.015	1.7378	0.0061	0.2207	0.0275	1.2388	7.5101	
5	8:00	25.4	20.6	4.8	0.009	0.015	1.7989	0.0067	0.2285	0.0291	1.2879	8.5663	
6	8:30	25.4	20.7	4.7	0.009	0.015	1.7787	0.0065	0.2259	0.0286	1.2717	8.2069	
7	9:00	25.4	20.7	4.7	0.009	0.015	1.7787	0.0065	0.2259	0.0286	1.2717	8.2069	
8	9:30	25.4	19.9	5.5	0.009	0.015	1.9360	0.0081	0.2459	0.0329	1.3962	11.2825	
9	10:00	25.4	19.2	6.2	0.009	0.015	2.0670	0.0096	0.2625	0.0365	1.4970	14.3371	
10	10:30	25.4	19	6.4	0.009	0.015	2.1035	0.0100	0.2671	0.0375	1.5245	15.2694	
11	11:00	25.4	19.4	6	0.009	0.015	2.0301	0.0091	0.2578	0.0355	1.4689	13.4309	
12	11:30	25.4	20.9	4.5	0.009	0.015	1.7378	0.0061	0.2207	0.0275	1.2388	7.5101	
13	12:00	25.4	21.1	4.3	0.009	0.015	1.6962	0.0057	0.2154	0.0264	1.2052	6.8428	
14	12:30	25.4	20.4	5	0.009	0.015	1.8388	0.0071	0.2335	0.0302	1.3197	9.3068	
15	13:00	25.4	19.4	6	0.009	0.015	2.0301	0.0091	0.2578	0.0355	1.4689	13.4309	
16	13:30	25.4	20.5	4.9	0.009	0.015	1.8189	0.0069	0.2310	0.0297	1.3039	8.9330	
17	14:00	25.4	20	5.4	0.009	0.015	1.9169	0.0079	0.2434	0.0323	1.3812	10.8734	
18	14:30	25.4	19.9	5.5	0.009	0.015	1.9360	0.0081	0.2459	0.0329	1.3962	11.2825	
19	15:00	25.4	22.4	3	0.009	0.015	1.4033	0.0034	0.1782	0.0189	0.9650	3.2473	
20	15:30	25.4	21.3	4.1	0.009	0.015	1.6538	0.0053	0.2100	0.0252	1.1708	6.2054	
21	16:00	25.4	19.9	5.5	0.009	0.015	1.9360	0.0081	0.2459	0.0329	1.3962	11.2825	
22	16:30	25.4	22.3	3.1	0.009	0.015	1.4275	0.0035	0.1813	0.0195	0.9850	3.4773	
23	17:00	25.4	20.9	4.5	0.009	0.015	1.7378	0.0061	0.2207	0.0275	1.2388	7.5101	
24	17:30	25.4	21.2	4.2	0.009	0.015	1.6751	0.0055	0.2127	0.0258	1.1881	6.5203	
25	18:00	25.4	21.9	3.5	0.009	0.015	1.5212	0.0042	0.1932	0.0218	1.0622	4.4757	

AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO Bo. NUEVO AMANECER

DIRECCIÓN: Del Panteoncito 1c al sur

METODO: MANNING **FECHA:** 16/09/2018

No.	INTERVALO	DIÁMETRO	LECTURA	LECTURA	COEFICIENTE	PENDIENTE	angulo θ	Area	Perimetro	RH (m)	VELOCIDAD	CAUDAL	Observacion
	TIEMPO	TUBERIA (cm)	LIBRE (cm)	HUMEDA (cm)		n	TRAMO	rad			m ²	mojado m	
1	06:00am	25.4	18.9	6.5	0.009	0.015	2.1216	0.0102	0.2694	0.0380	1.5380	15.7452	
2	6:30	25.4	17.4	8	0.009	0.015	2.3834	0.0137	0.3027	0.0452	1.7262	23.6078	
3	7:00	25.4	18.9	6.5	0.009	0.015	2.1216	0.0102	0.2694	0.0380	1.5380	15.7452	
4	7:30	25.4	19.4	6	0.009	0.015	2.0301	0.0091	0.2578	0.0355	1.4689	13.4309	
5	8:00	25.4	20.4	5	0.009	0.015	1.8388	0.0071	0.2335	0.0302	1.3197	9.3068	
6	8:30	25.4	18.9	6.5	0.009	0.015	2.1216	0.0102	0.2694	0.0380	1.5380	15.7452	
7	9:00	25.4	18.6	6.8	0.009	0.015	2.1753	0.0109	0.2763	0.0395	1.5779	17.2103	
8	9:30	25.4	18.3	7.1	0.009	0.015	2.2283	0.0116	0.2830	0.0409	1.6166	18.7309	
9	10:00	25.4	18.9	6.5	0.009	0.015	2.1216	0.0102	0.2694	0.0380	1.5380	15.7452	
10	10:30	25.4	18.2	7.2	0.009	0.015	2.2458	0.0118	0.2852	0.0414	1.6292	19.2497	
11	11:00	25.4	17.9	7.5	0.009	0.015	2.2979	0.0125	0.2918	0.0429	1.6665	20.8415	
12	11:30	25.4	17.2	8.2	0.009	0.015	2.4172	0.0141	0.3070	0.0461	1.7494	24.7523	
13	12:00	25.4	18.3	7.1	0.009	0.015	2.2283	0.0116	0.2830	0.0409	1.6166	18.7309	
14	12:30	25.4	18.9	6.5	0.009	0.015	2.1216	0.0102	0.2694	0.0380	1.5380	15.7452	
15	13:00	25.4	18.9	6.5	0.009	0.015	2.1216	0.0102	0.2694	0.0380	1.5380	15.7452	
16	13:30	25.4	17.9	7.5	0.009	0.015	2.2979	0.0125	0.2918	0.0429	1.6665	20.8415	
17	14:00	25.4	17.6	7.8	0.009	0.015	2.3494	0.0132	0.2984	0.0443	1.7027	22.4847	
18	14:30	25.4	18	7.4	0.009	0.015	2.2806	0.0123	0.2896	0.0424	1.6542	20.3051	
19	15:00	25.4	17.7	7.7	0.009	0.015	2.3323	0.0130	0.2962	0.0438	1.6907	21.9314	
20	15:30	25.4	18.1	7.3	0.009	0.015	2.2632	0.0120	0.2874	0.0419	1.6418	19.7745	
21	16:00	25.4	18.4	7	0.009	0.015	2.2107	0.0114	0.2808	0.0405	1.6038	18.2180	
22	16:30	25.4	18.6	6.8	0.009	0.015	2.1753	0.0109	0.2763	0.0395	1.5779	17.2103	
23	17:00	25.4	18.8	6.6	0.009	0.015	2.1396	0.0105	0.2717	0.0385	1.5514	16.2273	
24	17:30	25.4	18.8	6.6	0.009	0.015	2.1396	0.0105	0.2717	0.0385	1.5514	16.2273	
25	18:00	25.4	18.2	7.2	0.009	0.015	2.2458	0.0118	0.2852	0.0414	1.6292	19.2497	

Resultado de aforo de aguas negras

PROMEDIO DE CAUDALES		13.6741	lts/seg							
GASTO DE AGUAS NEGRAS										
Población Futura	1801	habitantes								
Dotación Agua Potable	100	Lts/hab/día								
Metros Lineales de Tubería	1043	mts								
Gasto doméstico=	2.08	lts/seg								
Gasto institucional=	0.35	lts/seg								
Gasto Infiltración=	0.01	lts/seg								
Gasto medio=	1.67	lts/seg								
Gasto mínimo=	0.33	lts/seg								
Factor Harmon=	3.62	adimensional								
Factor Harmon corregido=	3	adimensional								
Gasto máximo=	5.00	lts/seg								
Gasto de diseño=	Qinf+Qpub+Qmáx	lts/seg								
Gasto de diseño=	5.36	lts/seg								
Gasto de diseño + Promedio de caudales=	19.03	lts/seg								
DIÁMETRO	LECTURA	LECTURA	COEFICIENTE	PENDIENTE	angulo θ	Area mojada	Perimetro	RH (m)	VELOCIDAD	CAUDAL
TUBERIA (cm)	LIBRE (cm)	HUMEDA (cm)	n	TRAMO	rad	m²	mojado m		(m/s)	Q (lts/s)
25.4	0	25.4	0.009	0.015	6.2832	0.0507	0.7980	0.0635	2.17	109.75
Caudal a tubo lleno=	109.75	lts/seg								
Eficiencia=	87.54	%	sin A/S							
Eficiencia=	82.66	%	con A/S							

ANEXO E. Cuadro de cálculo

Cuadro de Cálculo:

A continuación se hace una descripción, columna por columna, del cuadro de cálculo indicado en la tabla del diseño de la red.

Columna 1: Representa el número de tramos que va a tener la red colectora.

Columna 2 y 3: Numeración del colector, en esta columna se indican el número de los pozos inicial y final de cada tramo.

Ejm: tramo 1: De pvs #2 a pvs #1

Columna 4: Longitud Servida: Corresponde a la longitud que se encuentra al frente a cada colector, por ejemplo en el tramo 1: L: 32.74m

Columna 5: Longitud Acumulada: Se acumula la longitud de drenaje de los colectores aguas arriba del colector en cuestión. Por ejemplo, para el colector 1-4 del tramo 3 se tiene: $L_{1-4}=L_{2-1}+L_{3-1}+L_{1-4}=32.74+55.95+50.383=139.08M$

Columna 6: Población Servida: en esta columna hay que tomar en cuenta la dotación por persona (DP) que se calcula dividiendo la población total a servir entre la longitud total de la red. En este caso es de 1.73, luego se multiplica por el valor de la columna 4, por ejemplo en el tramo 2:

$Ps=1.73 \times \text{columna 4} = 1.73 \times 55.95m = 97\text{hab.}$

Columna 7: Población Acumulada: Al igual que la longitud la población se acumula para cada colector. Por ejemplo, para el colector 1-4 se tiene:

$P_{1-4}=P_{2-1}+P_{3-1}+P_{1-4}$ entonces $P_{1-4}=57+97+87=240\text{ hab.}$

Columna 8: Factor de Harmon: El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00, se calcula mediante la siguiente formula.

Ejemplo tramo 2:

$$FH = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right] \quad FH = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{97}{1000}}} \right] = 4.25$$

Para el cálculo de la columna 8, se sustituirá el valor P por la columna 7 para cada tramo.

Columna 9: Factor Harmon: Esta columna corresponde al valor del factor de Harmon que se utilizara para el diseño. Si el valor de la columna 8 da menor de 1.80 se deja 1.80 y si el resultado da mayor de 3 se deja el valor límite máximo permisible que es 3.00

Ejemplo tramo 2: $FH=4.25>3.00=3.00$

Columna 10: Caudal medio.

Se calcula tomando en cuenta la población acumulada de cada tramo y la dotación de consumo doméstico de todo el barrio, utilizando la siguiente fórmula:

Columna 10: $(\text{columna } 7 * (0.8 * \text{Dotación})) / 86400$, ejemplo tramo 2: $Q_{med} = (97 * (0.8 * 100)) / 86400 = 0.0894 \text{ l/s}$

Columna 11: Caudal Máximo.

El caudal máximo es el resultado de la multiplicación de la columna 9 x columna 10, es decir el factor de Harmon por el caudal medio. Ejemplo tramo 2: $Q_{max} = 3 * 0.0894 = 0.0268 \text{ l/s}$

Columna 12: Caudal mínimo.

Es un quinto del caudal medio: $(1/5) * \text{columna } 10$; ejemplo del tramo 2

$$Q_{min} = \frac{1}{5} * 0.0894 = 0.0179 \text{ lps}$$

Columna 13: Caudal Institucional.

Primero determinamos el caudal institucional de todo el sistema: tomando el 7% del caudal máximo = $Q_{int.} = 0.35$

Para el caudal institucional por tramo realizamos lo siguiente: tomamos el 7% del $Q_{int.}$ Y lo multiplicamos por el resultado de la división de la longitud del tramo entre la longitud total de la red, es decir $(\text{columna } 5 / 1043.33 \text{m})$. En resumen,

Columna 13 = $(0.12 * 7\%) \times (\text{columna } 5 / 1043.33)$.

Ejemplo Tramo 1: $Q_{inst} = (0.35 * 7\%) * (32.74 / 1043.33) = 0.0008 \text{ l/s}$

Columna 14: Caudal Infiltración.

Primero determinamos el caudal institucional de todo el sistema:

Según las Normas Técnicas de ENACAL para el diseño de la red con tubería de PVC se le deberá asignar un gasto de 2lts/hora/100m de tubería.

Una vez calculado el caudal de infiltración de la red, procedemos a calcular el de cada tramo, de la siguiente manera:

Qinfil, de la red por la división de la longitud del tramo entre la longitud total de la red, es decir (columna 5/1043.33m). En resumen,

Columna 14= (0.005)*(columna 5/1043.33)

Columna 15: Caudal de Diseño.

El caudal de diseño es el resultado de la suma de: Qmax+Qinst+Qinfi, es decir, Columna 11+ Columna 13+Columna 14, ejemplo tramo 2: Qd= 0.2682+0.0013+0.0003=0.2699l/s

Columna 16: Pendiente del Terreno.

Para la pendiente del terreno se toma en cuenta las elevaciones del terreno, de la parte donde inicia el tramo hasta la parte donde termina, el cálculo se realizó restando la cota final a la cota de inicio y el resultado se divide entre la longitud del tramo.

(Columna 33-Columna 34)/ Columna 4

Columna 17: Pendiente de la Tubería.

La pendiente de la tubería se determinó empleando la elevación corona de la tubería. El valor en esta columna se calcula inicialmente con 1m u 0.8m de profundidad clave. Este valor puede ser alterado posteriormente de acuerdo con las condiciones hidráulicas obtenidas para el colector: relación de caudales (Q/Qn) <coeficiente de utilización y Vn>0.6m/s.

El cálculo se realizó restando la elevación más alta del tramo a la elevación más baja y el resultado se divide entre la longitud del tramo.

(Columna 35-Columna 36) / Columna 4

Columna 18: Diámetro Calculado.

El diámetro de la tubería se calcula de acuerdo a la ecuación de Manning

$$D = 1.548 \left(\frac{n \times Qd}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Dónde: n: Coeficiente de Rugosidad de Manning.

Qd: Columna 16

S: Columna 18

Columna 19: Diámetro en pulgadas.

Columna 20: Diámetro Comercial en metros.

Columna 21: Diámetro Comercial.

Se utiliza la columna 19 como guía para la selección del diámetro, teniendo en cuenta la relación máxima de Q/Qn o coeficiente de utilización. El diámetro mínimo es de 6 pulgadas.

Columna 22: Caudal a tubo lleno. Se calcula utilizando la siguiente formula

$$Q = 0.312 * \frac{Dc^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}, \text{ donde}$$

Dc= es la columna 20, S= es la columna 17

Columna 23: Relación entre caudal a tubo lleno y caudal comercial.

Se calcula dividiendo el caudal de diseño es decir la columna 15 entre el caudal a tubo lleno es decir la columna 22.

Columna 24: Velocidad a tubo lleno.

Para determinar esta velocidad se emplea la siguiente formula: $V = \frac{4 * Q_{II}}{\pi * Dc^2}$,

donde: Q_{II}: es la Columna 22, Dc: es la columna 20

Columna 25: Relación entre velocidad de diseño y la velocidad a tubo lleno encontradas en la tabla: Relaciones Hidráulicas para Conductos Circulares (ANEXO F. TABLA DE RELACIONES HIDRAULICAS PARA CONDUCTOS CIRCULARES).

Columna 26: Relación entre la lámina de agua de la tubería y el diámetro de la tubería. Estas dos columnas son relaciones Hidráulicas para tubos circulares cuyos datos se obtienen de la tabla: Profundidad hidráulica en función de la relación de caudales para n/no variable, y están en dependencia de la columna 23. (ANEXO G. PROFUNDIDAD HIDRAULICA EN FUNCION DE LA RELACION DE CAUDALES PARA N/No VARIABLE.)

Columna 27: Velocidad real en m/s.

Esta columna se calcula mediante la multiplicación entre la columna 24 y la columna 25.

Columna 28: Altura de la velocidad en metros.

Se obtiene mediante la fórmula $V^2 / 2g$ en donde:

V: es la velocidad real de la tubería es decir columna 27. , g: gravedad m/s².

Columna 29: Lámina de Agua en metros.

Se obtiene multiplicando la columna 26 por la columna 21 en m.

Columna 30: Energía específica en metros.

Es la suma de la columna 28 más la columna 29.

Columna 31: Profundidad Hidráulica en metros.

Se calcula multiplicando el diámetro comercial en mm es decir la columna 20 por el factor obtenido en la segunda columna de la tabla: Profundidad hidráulica en función de la relación de caudales para n/no variable, con forma a la relación del caudal a tubo lleno y el caudal comercial es decir la columna 23 y el resultado se divide entre 1000.

Columna 32: Número de Froude. NF: es el resultado de emplear la siguiente

formula: $NF = \frac{V}{\sqrt{gH}}$ donde:

V: es la velocidad real, columna 27, H: Profundidad Hidráulica en metros, columna 31, g: gravedad en m/s².

Columna 33: Elevación del terreno (De), o cota rasante del PVS inicial.

Este dato es obtenido del levantamiento topográfico y lo encontramos en los planos. De, es el PVS que está a mayor altura.

Columna 34: Elevación del terreno (A), o cota rasante del PVS final.

A, es el PVS que se encuentra más cercano y a menor altura para que el sistema funcione por gravedad.

Columna 35: Elevación corona o cota clave del PVS inicial.

Para los colectores iniciales se toma 0.80m de profundidad a la clave. Para los demás colectores, la cota clave inicial depende del empate por cota clave con las tuberías afluentes al pozo.

Columna 36: Elevación corona o cota clave del PVS final.

Se calcula a partir de la cota inicial menos la caída por la pendiente del colector en la longitud del mismo.

Columna 34- (columna 33-columna 35)

Columna 37: Elevación Invert o cota batea en el PVS inicial.

Corresponde a la elevación corona inicial menos el diámetro en m.

Columna 35- Columna 20

Columna 38: Elevación invert o cota batea en el PVS final.

Corresponde a la elevación corona inicial menos el diámetro en m.

Columna 36-Columna 20

Columna 39: Elevación energía o cota de energía del PVS inicial.

Corresponde a la Elevación invert o cota batea más la energía específica del colector.

Columna 37+Columna 30

Columna 40: Elevación energía o cota de energía del PVS final.

Columna 38+ Columna 30

Columna 41: Profundidad Corona en el PVS inicial.

Corresponde a la profundidad del colector medida desde la elevación del terreno o rasante hasta la elevación corona o clave del colector.

Columna 33- columna 35

Columna 42: Profundidad Corona en el PVS final.

Columna 34- Columna 36

Columna 43: Tensión de Arrastre en N/m².

Se calcula usando la siguiente formula:

$$T = 1001 * 9.81 * \frac{\text{columna } 20 / 1000}{4} * \text{columna } 17 / 100$$

Columna 44: Acho de zanja (m)

Se tomara como excavación promedio para la instalación de tubería 0.60m.

Columna 45: Volumen de excavación.

Vol.exc: Columna 44*((Col.33-Col.35+0.15)+(Col.34-Col.36+0.15)/2)*Col.4

Columna 46: Volumen de Arena.

Vol.Arena: Col.4*(cama de arena 0.15)*Col.44

Columna 47: Volumen de Relleno.

Vol.Rell: Columna 45 – Columna 46

ANEXO F. Tabla de relaciones hidráulicas para conductos circulares

TABLA DE RELACIONES HIDRAULICAS PARA CONDUCTOS CIRCULARES.											
Q/Qo	Rel.	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	V/Vo	0	0.292	0.362	0.4	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.52
	d/D	0	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.21	0.22	0.232
	R/Ro	0	0.239	0.315	0.37	0.41	0.449	0.481	0.51	0.53	0.554
0.1	V/Vo	0.54	0.553	0.57	0.58	0.59	0.6	0.613	0.624	0.634	0.645
	d/D	0.248	0.258	0.27	0.28	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
	R/Ro	0.586	0.606	0.63	0.65	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
0.2	V/Vo	0.656	0.664	0.672	0.68	0.687	0.695	0.7	0.706	0.713	0.72
	d/D	0.346	0.353	0.362	0.37	0.379	0.386	0.393	0.4	0.409	0.417
	R/Ro	0.768	0.78	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.86	0.874	0.886
0.3	V/Vo	0.729	0.732	0.74	0.75	0.755	0.76	0.768	0.776	0.781	0.787
	d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.46	0.468	0.476	0.482	0.488
	R/Ro	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.95	0.962	0.974	0.983	0.992
0.4	V/Vo	0.796	0.802	0.806	0.81	0.816	0.822	0.83	0.834	0.84	0.845
	d/D	0.498	0.504	0.51	0.516	0.523	0.53	0.536	0.542	0.55	0.557
	R/Ro	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.05	1.056	1.065	1.073
0.5	V/Vo	0.85	0.855	0.86	0.865	0.87	0.875	0.88	0.885	0.89	0.895
	d/D	0.563	0.57	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.62
	R/Ro	1.079	1.087	1.094	1.1	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
0.6	V/Vo	0.9	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	d/D	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.686
	R/Ro	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.16	1.163	1.167	1.172
0.7	V/Vo	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.98
	d/D	0.692	0.699	0.705	0.71	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.75
	R/Ro	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	1.19	1.193	1.195	1.197	1.2
0.8	V/Vo	0.984	0.987	0.99	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	d/D	0.756	0.763	0.77	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.82
	R/Ro	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
0.9	V/Vo	1.018	1.021	1.024	1.027	1.03	1.033	1.036	1.038	1.039	1.04
	d/D	0.826	0.835	0.843	0.852	0.86	0.868	0.876	0.884	0.892	0.9
	R/Ro	1.212	1.21	1.207	1.204	1.202	1.2	1.197	1.195	1.192	1.19
1	V/Vo	1.041	1.042	1.042	1.042						
	d/D	0.914	0.92	0.931	0.942						
	R/Ro	1.172	1.164	1.15	1.136						

FUENTE: DISEÑO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS; RICARDO ALFREDO LOPEZ CUALLA; 2da EDICION.

ANEXO G. Profundidad hidráulica en función de la relación de caudales para n/no variable

TABLA DE PROFUNDIDAD HIDRAULICA EN FUNCION DE LA RELACION DE CAUDALES PARA N/No VARIABLE					
Q/Q ₀	H/D	Q/Q ₀	H/D	Q/Q ₀	H/D
0.01	0.041	0.35	0.354	0.69	0.614
0.02	0.067	0.36	0.361	0.7	0.623
0.03	0.086	0.37	0.368	0.71	0.633
0.04	0.102	0.38	0.374	0.72	0.644
0.05	0.116	0.39	0.381	0.73	0.654
0.06	0.128	0.4	0.388	0.74	0.665
0.07	0.14	0.41	0.395	0.75	0.677
0.08	0.151	0.42	0.402	0.76	0.688
0.09	0.161	0.43	0.408	0.77	0.7
0.1	0.17	0.44	0.415	0.78	0.713
0.11	0.179	0.45	0.422	0.79	0.725
0.12	0.188	0.46	0.429	0.8	0.739
0.13	0.197	0.47	0.436	0.81	0.753
0.14	0.205	0.48	0.443	0.82	0.767
0.15	0.213	0.49	0.45	0.83	0.783
0.16	0.221	0.5	0.458	0.84	0.798
0.17	0.229	0.51	0.465	0.85	0.815
0.18	0.236	0.52	0.472	0.86	0.833
0.19	0.244	0.53	0.479	0.87	0.852
0.2	0.251	0.54	0.487	0.88	0.871
0.21	0.258	0.55	0.494	0.89	0.892
0.22	0.266	0.56	0.502	0.9	0.915
0.23	0.273	0.57	0.51	0.91	0.94
0.24	0.28	0.58	0.518	0.92	0.966
0.25	0.287	0.59	0.526	0.93	0.995
0.26	0.294	0.6	0.534	0.94	1.027
0.27	0.3	0.61	0.542	0.95	1.063
0.28	0.307	0.62	0.55	0.96	1.103
0.29	0.314	0.63	0.559	0.97	1.149
0.3	0.321	0.64	0.568	0.98	1.202
0.31	0.328	0.65	0.576	0.99	1.265
0.32	0.334	0.66	0.585	1	1.344
0.33	0.341	0.67	0.595	1.01	1.445
0.34	0.348	0.68	0.604	1.02	1.584

ANEXO H. Memoria de cálculo

Tramo	P\V		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor	Caudales					
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Mínimo	Institucional	Infiltración	Diseño
	No	No	M	M	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
1	2	1	32.7433	32.7433	57	57	4.30	3	0.052	0.157	0.010	0.011	0.0002	0.168
2	3	1	55.9539	55.9539	97	97	4.25	3	0.089	0.268	0.018	0.019	0.0003	0.287
3	1	4	50.3833	139.0805	87	240	4.12	3	0.222	0.667	0.044	0.047	0.0008	0.714
4	5	4	67.934	67.934	117	117	4.22	3	0.109	0.326	0.022	0.023	0.0004	0.349

Pendiente		Dcal		Dc		QII	Qd\QII	VII	Vd\VII	d\D	V	V ² \2g	d	E	H	NF
Terreno	Tubería	mm	pulg	m	pulg	(lps)		m\s			m\s	m	m	m	m	m
[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]
6.068	6.07	22.93	0.903	0.152	6.0	56.1952	0.003	3.0969	0.292	0.041	0.9043	0.0417	0.0062	0.0479	0.0062	3.6573
0.148	1.40	36.91	1.453	0.152	6.0	26.9853	0.011	1.4871	0.292	0.041	0.4342	0.0096	0.0062	0.0158	0.0062	1.7562
1.963	1.96	48.74	1.919	0.152	6.0	31.9607	0.022	1.761	0.362	0.067	0.6376	0.0207	0.0102	0.0309	0.0102	2.0172
1.051	1.79	37.92	1.493	0.152	6.0	30.4949	0.011	1.6805	0.292	0.041	0.4907	0.0123	0.0062	0.0185	0.0062	1.9847

Elevación Terreno		Elevación Corona		Elevación Invert o rasante		Elevación Energía		Profundidad Corona		Fuerza Tractiva	Volumenes de Excavacion			
De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	T	Ancho	Volumenes (m3)		
M	m	M	m	M	M	m	m	m	m	N\m ²	Zanja (m)	Excavacion	Arena	Relleno
[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]
865.936	863.949	865.14	863.15	864.98	863.00	865.03	863.04	0.80	0.80	22.62	0.60	21.65	2.95	18.70
864.032	863.949	863.23	862.45	863.08	862.30	863.10	862.31	0.80	1.50	5.22	0.60	48.75	5.04	43.71
863.949	862.960	862.40	861.41	862.25	861.26	862.28	861.29	1.55	1.55	7.32	0.60	55.99	4.53	51.45
863.674	862.960	862.87	861.66	862.72	861.51	862.74	861.53	0.80	1.30	6.66	0.60	55.11	6.11	48.99

Tabla: Memoria de Calculo

Fuente: (Diseño de red alcantarillado sanitario, 2018)

Tramo	P\V		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor	Caudales					
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Mínimo	Institucional	Infiltración	Diseño
	No	No	M	M	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
5	6	4	55.4889	55.4889	96	96	4.25	3	0.089	0.266	0.018	0.019	0.0003	0.285
6	4	7	51.2183	313.7217	88	541	3.96	3	0.501	1.504	0.100	0.105	0.0017	1.611
7	9	8	47.5828	47.5828	82	82	4.27	3	0.076	0.228	0.015	0.016	0.0003	0.244
8	8	7	54.1375	101.7203	93	176	4.17	3	0.163	0.488	0.033	0.034	0.0006	0.522

Pendiente		Dcal		Dc		QII	Qd\QII	VII	Vd\VII	d\D	V	V ² \2g	d	E	H	NF
Terreno	Tubería	mm	pulg	m	pulg	(lps)		m\s			m\s	m	m	m	m	m
[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]
0.169	1.07	38.69	1.523	0.152	6.0	23.6022	0.012	1.3007	0.292	0.041	0.3798	0.0074	0.0062	0.0136	0.0062	1.5361
4.352	3.77	58.52	2.304	0.152	6.0	44.2706	0.036	2.4397	0.4	0.086	0.9759	0.0485	0.0131	0.0616	0.0131	2.7252
3.083	3.08	29.95	1.179	0.152	6.0	40.0545	0.006	2.2074	0.292	0.041	0.6445	0.0212	0.0062	0.0274	0.0062	2.6068
0.484	0.95	49.70	1.957	0.152	6.0	22.1844	0.024	1.2226	0.362	0.067	0.4426	0.0100	0.0102	0.0202	0.0102	1.4002

Elevación Terreno		Elevación Corona		Elevación Invert o rasante		Elevación Energía		Profundidad Corona		Fuerza Tractiva	Volumenes de Excavacion			
De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	T	Ancho	Volumenes (m3)		
M	m	M	m	M	M	m	m	m	m	N\m ²	Zanja (m)	Excavacion	Arena	Relleno
[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]
863.054	862.960	862.25	861.66	862.10	861.51	862.12	861.52	0.80	1.30	3.99	0.60	45.01	4.99	40.02
862.960	860.731	861.36	859.43	861.21	859.28	861.27	859.34	1.60	1.30	14.04	0.60	53.84	4.61	49.23
862.460	860.993	861.66	860.19	861.51	860.04	861.54	860.07	0.80	0.80	11.49	0.60	31.46	4.28	27.18
860.993	860.731	860.14	859.63	859.99	859.48	860.01	859.50	0.85	1.10	3.53	0.60	41.48	4.87	36.61

Tabla: Memoria de Calculo
Fuente: (Diseño de red alcantarillado sanitario, 2018)

Tramo	P\V		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor	Caudales					
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Mínimo	Institucional	Infiltración	Diseño
No	No	No	M	M	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
9	10	7	55.4125	55.4125	96	96	4.25	3	0.089	0.266	0.018	0.019	0.0003	0.285
10	7	11	52.1608	523.0153	90	903	3.83	3	0.836	2.507	0.167	0.176	0.0029	2.686
11	13	12	85.709	85.709	148	148	4.19	3	0.137	0.411	0.027	0.029	0.0005	0.440
12	8	12	51.7438	51.7438	89	89	4.26	3	0.083	0.248	0.017	0.017	0.0003	0.266

Pendiente		Dcal		Dc		QII	Qd\QII	VII	Vd\VII	d\D	V	V ² \2g	d	E	H	NF
Terreno	Tubería	mm	pulg	m	pulg	(lps)		m\s			m\s	m	m	m	m	m
[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]
0.484	1.03	38.99	1.535	0.152	6.0	23.0957	0.012	1.2728	0.292	0.041	0.3717	0.0070	0.0062	0.0133	0.0062	1.5031
3.451	3.45	72.05	2.837	0.152	6.0	42.3766	0.063	2.3353	0.473	0.128	1.1046	0.0622	0.0195	0.0816	0.0195	2.5284
1.530	1.65	42.01	1.654	0.152	6.0	29.2693	0.015	1.6130	0.292	0.041	0.4710	0.0113	0.0062	0.0175	0.0062	1.9049
2.901	2.90	31.26	1.231	0.152	6.0	38.8528	0.007	2.1411	0.292	0.041	0.6252	0.0199	0.0062	0.0262	0.0062	2.5286

Elevación Terreno		Elevación Corona		Elevación Invert o rasante		Elevación Energía		Profundidad Corona		Fuerza Tractiva	Volumenes de Excavacion			
De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	T	Ancho	Volumenes (m3)		
M	m	M	m	M	M	m	m	m	m	N\m ²	Zanja (m)	Excavacion	Arena	Relleno
[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]
860.999	860.731	860.20	859.63	860.05	859.48	860.06	859.49	0.80	1.10	3.82	0.60	41.63	4.99	36.64
860.731	858.931	859.38	857.58	859.23	857.43	859.31	857.51	1.35	1.35	12.86	0.60	51.70	4.69	47.01
860.803	859.492	860.00	858.59	859.85	858.44	859.87	858.46	0.80	0.90	6.14	0.60	59.24	7.71	51.53
860.993	859.492	860.19	858.69	860.04	858.54	860.07	858.57	0.80	0.80	10.81	0.60	34.21	4.66	29.56

Tabla: Memoria de Calculo

Fuente: (Diseño de red alcantarillado sanitario, 2018)

Tramo	P\V		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor	Caudales					
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Mínimo	Institucional	Infiltración	Diseño
	No	No	M	M	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
13	12	11	53.2822	190.735	92	329	4.06	3	0.305	0.914	0.061	0.064	0.0011	0.979
14	14	11	56.1179	56.1179	97	97	4.25	3	0.090	0.269	0.018	0.019	0.0003	0.288
15	11	15	42.5958	812.464	74	1,402	3.70	3	1.298	3.895	0.260	0.273	0.0045	4.172
16	17	16	101.7657	101.7657	176	176	4.17	3	0.163	0.488	0.033	0.034	0.0006	0.523

Pendiente		Dcal		Dc		QII	Qd\QII	VII	Vd\VII	d\D	V	V ² \2g	d	E	H	NF
Terreno	Tubería	mm	pulg	m	pulg	(lps)		m\s			m\s	m	m	m	m	m
%	%	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]
[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]
1.053	1.05	61.66	2.428	0.152	6.0	23.4073	0.042	1.2900	0.427	0.102	0.5508	0.0155	0.0155	0.0310	0.0155	1.4124
0.355	0.98	39.51	1.556	0.152	6.0	22.5630	0.013	1.2434	0.292	0.041	0.3631	0.0067	0.0062	0.0130	0.0062	1.4684
4.714	4.71	80.16	3.156	0.152	6.0	49.5291	0.084	2.7295	0.505	0.151	1.3784	0.0968	0.0230	0.1198	0.0230	2.9049
0.402	0.79	51.36	2.022	0.152	6.0	20.3393	0.026	1.1209	0.362	0.067	0.4058	0.0084	0.0102	0.0186	0.0102	1.2837

Elevación Terreno		Elevación Corona		Elevación Invert o rasante		Elevación Energia		Profundidad Corona		Fuerza Tractiva	Volumenes de Excavacion			
De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	T	Ancho	Volumenes (m3)		
M	m	M	m	M	M	m	m	m	m	N\m ²	Zanja (m)	Excavacion	Arena	Relleno
[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]
859.492	858.931	858.54	857.98	858.39	857.83	858.42	857.86	0.95	0.95	3.92	0.60	40.03	4.80	35.23
859.130	858.931	858.33	857.78	858.18	857.63	858.19	857.64	0.80	1.15	3.65	0.60	43.00	5.05	37.95
858.931	856.923	857.53	855.52	857.38	855.37	857.50	855.49	1.40	1.40	17.57	0.60	43.50	3.83	39.67
858.042	857.633	857.24	856.43	857.09	856.28	857.11	856.30	0.80	1.20	2.96	0.60	79.50	9.16	70.34

Tabla: Memoria de Calculo

Fuente: (Diseño de red alcantarillado sanitario, 2018)

Tramo	P\V		Longitud		Población		Factor de Harmon	Factor	Caudales					
	De	A	Servida	Acumulada	Servida	Acumulada			Medio	Máximo	Mínimo	Institucional	Infiltración	Diseño
	No	No	M	M	hab.	hab.			(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)	(lps)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
17	16	15	41.1015	142.8672	71	247	4.11	3	0.228	0.685	0.046	0.048	0.0008	0.734
18	15	18	87.9981	1043.3293	152	1,801	3.62	3	1.667	5.001	0.333	0.350	0.0058	5.357

Pendiente		Dcal		Dc		QII	Qd\QII	VII	Vd\VII	d\D	V	V ² \2g	d	E	H	NF
Terreno	Tubería	mm	pulg	m	pulg	(lps)		m\s			m\s	m	m	m	m	m
[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]
1.727	1.97	49.19	1.937	0.152	6.0	32.0240	0.023	1.7648	0.362	0.067	0.6389	0.0208	0.0102	0.0310	0.0102	2.0212
0.810	0.67	127.04	5.002	0.152	6.0	18.6313	0.288	1.0268	0.706	0.3	0.7249	0.0268	0.0456	0.0724	0.0456	1.0838

Elevación Terreno		Elevación Corona		Elevación Invert o rasante		Elevación Energía		Profundidad Corona		Fuerza Tractiva	Volumenes de Excavacion			
De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	T	Ancho	Volumenes (m3)		
M	m	M	m	M	M	m	m	m	m	N\m ²	Zanja (m)	Excavacion	Arena	Relleno
[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]	[45]	[46]	[47]
857.633	856.923	856.38	855.57	856.23	855.42	856.26	855.45	1.25	1.35	7.35	0.60	39.51	3.70	35.81
856.923	857.636	855.47	854.886	855.32	854.73	855.39	854.81	1.45	2.75	2.49	0.60	126.82	7.92	118.90

Tabla: Memoria de Calculo

Fuente: (Diseño de red alcantarillado sanitario, 2018)

ANEXO I. Especificaciones técnicas de construcción

ALCANCE GENERAL DE LAS OBRAS Y REQUISITOS GENERALES.

Alcance de la Obra.

Estas especificaciones abarcan los aspectos más importantes sobre los requerimientos mínimos que deben de cumplir los materiales de construcción, la mano de obra, herramientas, equipo y procedimientos constructivos, para ser incorporados en el proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de la **Red de Alcantarillado Sanitario del Barrio Nuevo Amanecer de la Ciudad de Estelí**. El proyecto, en forma breve, consta de las siguientes partes:

a) Red de recolección: La red de recolección de aguas residuales está compuesta por tuberías PVC SDR-41, de 150 mm (6") de diámetro y PVC SDR-41, de 100mm (4").

b) Dispositivos de Inspección y Limpieza: Estos dispositivos ayudan a la interconexión del sistema de alcantarillas de la red de recolección, y son cajas de registro y pozos de visita.

c) Conexiones Domiciliares: Las conexiones domiciliarias se extenderán desde el tubo o alcantarilla en la red de recolección, hasta la caja de registro domiciliar.

Requisitos Generales

El Contratista deberá considerar para la ejecución de la obra, los siguientes requisitos obligatorios:

- **El Contratista** programará la obra a ejecutar con la aprobación de **El Ingeniero** y la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados **ENACAL-Estelí**.

- Si por algún motivo, durante las obras en ejecución, es rota una tubería de agua potable de la red existente o alguna conexión domiciliar, **El Contratista** será responsable por su inmediata reparación, sea cual fuere el diámetro de la tubería dañada, dando aviso inmediato también al área técnica de **ENACAL-Estelí**.

- **El Contratista** obligatoriamente deberá utilizar señales con leyendas aprobadas por **El Ingeniero**, para prevenir accidentes que puedan causar daños, tanto materiales como humanos. Por las noches, las señales tendrán que ser luminosas y de ser necesario, asignar un vigilante en el sitio.

- **El Contratista** deberá cubrir la tubería y accesorios instalados, previa aceptación de **El Ingeniero**, una vez verificada su correcta instalación y efectuada todas las pruebas de la misma. No se permitirá a **El Contratista** mantener en cada frente más de 100.00 metros de zanja abierta sin tubería instalada.

- Los cambios de alineamiento o niveles de la tubería, cuando se considere necesario, deberán ser autorizados por **El Ingeniero**.

- Cuando durante la ejecución del trabajo se cause daños a tuberías de líneas telefónicas o eléctricas o a alguna estructura especial perteneciente a los servicios antes mencionados, **El Contratista** deberá dar aviso inmediato a las Instituciones responsables de estos servicios (ENITEL y ENATREL), para su reparación, y el costo será asumido por **El Contratista**.

- **El Contratista** deberá instalar o colocar las facilidades necesarias, para no bloquear la entrada de personas y vehículos a las viviendas o empresas.

- **El Contratista** deberá asegurar que el material de la excavación no bloquee el acceso a medidores de agua, hidrantes, cajas de teléfono o de electricidad, etc.

- **El Contratista**, al finalizar la instalación de cada 100.00 metros de tubería, deberá limpiar el sitio de la obra, de manera que quede libre de residuos,

basura, material sobrante, etc., lo mismo deberá realizar sólo que de manera global, a todo el sitio del proyecto, al ser éste terminado.

- **El Contratista**, deberá tomar las medidas necesarias para ocasionar la menor molestia posible al público, ocasionada por polvo, ruido, obstrucciones, etc.

ACTIVIDADES PRELIMINARES.

Trazo y Nivelación

El Contratista verificará y utilizará con los datos de las libretas de topografía de diseño que serán facilitadas por ENACAL-Estelí, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos de nivel o P-I. Antes de proceder con las actividades de instalación de tubería, El Ingeniero examinará y aprobará el replanteamiento topográfico.

Calicatas, Sondeos y Descubrimientos.

Debido a que **ENACAL-Estelí**, específicamente para este proyecto, no suministra los detalles de las infraestructuras existentes de otros servicios enterrados (ductos eléctricos, telefónicos, etc.), será de su responsabilidad encargar y sufragar los sondeos y otras pruebas que se consideren necesarias, a fin de determinar trayectorias alternas de las instalaciones a realizar, en los casos que existieran interrupciones.

Localización de Infraestructura Existente

Antes de iniciar la excavación de las zanjas **El Contratista** deberá localizar y señalar, las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado sanitario si las hubiere, también deberá localizar y señalar tuberías de instalaciones eléctricas y/o telefónicas subterráneas y cualquier otra estructura que esté o no indicada en los planos y que pudieran estar interceptando en los alineamientos y niveles de las tuberías a instalar.

Cuando las estructuras existentes antes señaladas, se encuentren interceptando las tuberías proyectadas, **El Contratista** deberá avisar y

suministrar la información requerida a **El Ingeniero**, para que este revise y dictamine sobre los cambios de alineación, pendientes, y niveles propuestos por **El Contratista**. Todo aviso y notificación al respecto debe hacerse por escrito y anotada en la bitácora del proyecto.

EXCAVACIÓN

Este artículo cubre toda las excavaciones normales, adicionales, ya sean en tierra normal o especial, que sean necesarias para efectuar la construcción de la Red de Alcantarillado Sanitario del Barrio Nuevo Amanecer de Estelí, incluye también los sondeos, calicatas y todo tipo de excavación que **El Ingeniero** crea necesarias.

Dimensiones de la Excavación

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos o por **El Ingeniero**.

El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.60m para todos los casos de tuberías a instalar en el proyecto. Los costados de las zanjas deberán ser verticales. No se reconocerá a **El Contratista** en la forma de pago, la ampliación de las zanjas hechas sin autorización de **El Ingeniero**.

En general, la profundidad de la tubería estará de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos, siguiendo con precisión las pendientes de los tubos a instalar. En ningún caso las tuberías deberán estar ubicadas a menos de 1.20m a nivel de corona, de lo contrario se protegerán con concreto.

El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin protuberancias que afecten a la tubería a instalar, de manera que el tubo descanse sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas. En general deberá quedar

un espacio libre de 50 cm entre las paredes de los tubos a instalar y cualquier otra tubería o estructura existente.

En caso de que en la excavación, se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el zonzocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique **El Ingeniero**, pero no más de 0.30m debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular que será apisonado en capas que no excedan los 10cm hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para las juntas.

En un caso extraordinario, en que la excavación sea en cascajo, piedra cantera o roca, se removerá la misma, hasta una profundidad de **0.15m** bajo la rasante propuesta del tubo, rellenándose posteriormente con material granular y actuando conforme al procedimiento descrito en el párrafo anterior.

La excavación de zanjas no se debe adelantar substancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no debiendo exceder de 100.00 m o el equivalente a una cuadra en cada frente de trabajo.

Restricción y Calidad del Trabajo

No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería, y las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por **El Ingeniero**.

Los materiales de excavación de la zanja deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito vehicular (al lado de la acera), y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación (al lado de la calle).

Se reservará una orilla despejada de 50cm de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería, supervisores, visitas, etc.

Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del Sitio de la Obra de una manera aprobada por **El Ingeniero**.

Aun suponiendo que el relleno de la tubería instalada, en su tiempo se efectuó correctamente, se eliminará de la tierra extraída, toda piedra gruesa y todo material que, utilizado como relleno de la zanja, podría ocasionar daños en la tubería.

Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos, debido al descuido de **El Contratista** de ademar o desaguar la zanja, o si la excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá de **El Contratista** y a su cuenta, remover el material inestable y rellenar la zanja de la manera descrita en el acápite Relleno y Compactación.

El Contratista eliminará toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación de los tubos.

En ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la fundación o por la tubería sin el permiso de **El Ingeniero**. El agua encontrada será eliminada por **El Contratista** de una manera satisfactoria para **El Ingeniero**.

Las conexiones domiciliarias de agua potable y aguas negras y cualesquiera otras que sean rotas o averiadas durante la construcción, serán reemplazadas por una nueva y a cuenta de **El Contratista**.

Se deberá proteger los árboles y otras plantas, césped, cercados, paredes divisorias, postes, alambres, aceras, bordillos, bancos de nivel y otras características de la superficie ubicada dentro del derecho de vía o

propiedades colindantes, mientras se lleva a cabo el trabajo, y deberán repararse los daños que resulten de éste.

INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS

Requisitos Generales

La rasante de los tubos y accesorios deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de “Media Caña” a fin de que una cuarta parte ($\frac{1}{4}$) de la 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 de los tubos.

Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendientes indicadas en los planos o por **El Ingeniero** y con la campana pendiente arriba. Las secciones de los tubos serán instaladas y unidas de tal manera que la tubería tenga una pendiente uniforme.

Previo a la instalación de la tubería y accesorios, **El Contratista** deberá verificar que las dimensiones de la media caña practicada en el fondo de la excavación sean adecuadas para alojar a la tubería y sus accesorios. En caso contrario procederá a efectuar los ajustes correspondientes.

Antes de la instalación, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja, y si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la obra.

Los tubos a utilizar serán de PVC, en dependencia de su diámetro y de la profundidad de ubicación de la tubería.

Los tubos deberán limpiarse adecuadamente antes y justo antes de la instalación, para permitir un buen acople entre la espiga y campana.

Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria.

El almacenamiento de la tubería, debe ser hecho sobre terreno llano, exento de piedras, y de preferencia, bajo cubierta y a la sombra.

Durante la instalación de los tubos, no se permitirá por ninguna circunstancia, la presencia de una mínima cantidad de agua en la zanja, dado que ésta, puede cambiar la pendiente de la tubería, socavar el fondo de la zanja, e impedir una adecuada y rápida instalación. El modo de bajar los tubos a la zanja deberá ser a mano, no dejarlos caer sino depositarlos

No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocados, hasta que hayan sido cubiertos con material de relleno hasta 0.30m de espesor sobre la corona del tubo.

Los extremos de los tubos que hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por **El Ingeniero**, para evitar que tierra u otras suciedades penetren en los tubos.

Al finalizar la instalación de la tubería, ésta se limpiará completamente con agua, y se deberá extraer toda basura, tierra y otras suciedades que hayan quedado dentro de las tuberías.

En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar la tubería que se va instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones. La tubería deberán ser del tipo campana y espiga para junta rápida.

Calidad de tubos y accesorios

Todos los tubos serán de cloruro de polivinilo (PVC) de cédula SDR-41 y deberán ajustarse a las especificaciones ASTM D-3034-77C. Estos tubos deberán tener un extremo de espiga y otro de campana.

Las uniones serán de plástico PVC conforme la norma ASTM D-3034-74. El material de los tubos y accesorios como los métodos de pruebas a que serán sometidos, estarán de acuerdo con lo requerido por la American Society For Testing And Materials. Las conexiones entre tuberías y tubos con accesorios deben cumplir con lo especificado en las Tablas 2-9 del Boletín ASTM D-3034-74.

Cortes y Rectificaciones de Tubería

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dichas situación se puede presentar cuando:

- Fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tubería existente.
- Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.
- Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a pozos de visita.

Cortes de Tuberías PVC

Los tubos de PVC pueden cortarse haciendo uso de sierras de mano de dientes finos y una caja de inglesa, o con máquinas especiales “corta tubos” con discos de dientes finos con una guía apropiada, accionados con motores de gasolina, a presión, o de cuchillas.

Los tubos se deberán cortar en ángulo recto con relación a su eje. Se deberá remover totalmente la rebaba por medio de un cuchillo, lima, escariador o papel abrasivo. Cualquiera que sea el método de corte utilizado, es necesario tener presente las siguientes recomendaciones:

Marcar con tiza, o con lápiz grueso, una línea que señale el corte que se va a hacer, este corte deberá ser exactamente perpendicular al tubo, el tubo debe estar sujeto firmemente para evitar que se mueva durante el corte, en caso de cortes fuera de la excavación, se deberá hacer girar el tubo a medida que se va cortando, de modo que la parte que debe cortarse, este siempre del lado superior, no debe dejarse la extremidad del tubo sin apoyo, pues es posible que ese extremo se quiebre por su propio peso antes de completar el corte.

Biselado de los extremos

El corte deja una sección o borde vivo, que debe ser preparado para recibir la junta o campana del otro tubo al que se unirá. Este biselado puede hacerse a mano, o con máquinas biseladoras especiales.

El proceso a mano se puede hacer con una escofina, procurando que los movimientos sean lo más horizontales posibles, hasta notar que ya se tiene hecho el bisel, luego, con un papel abrasivo, se eliminarán las rebabas y se le terminará de dar forma al bisel del tubo. Las ralladuras longitudinales o circunferenciales podrían comprometer la estanqueidad de la junta.

Uniones

Para este proyecto específico, todas las tuberías de PVC deberán ser con uniones flexibles, sin embargo, en caso de alguna emergencia y contando con la aprobación de **El Ingeniero** y por conocimiento general, también se explicará la unión de tubos PVC con uniones rígidas utilizando cemento solvente.

Uniones flexibles o juntas rápidas para PVC

El tubo de PVC presenta un extremo ligeramente acampanado, el otro extremo del tubo es liso y se le llama extremo espiga.

Para el montaje de este tipo de uniones se deberán seguir los siguientes pasos:

- Se limpiará cuidadosamente el interior de la campana del tubo. A continuación, se ajusta debidamente en la ranura de la campana del tubo.
- Es de suma importancia alinear correctamente los tubos que se van a unir, para evitar que el extremo espiga sea instalada formando un ángulo con la línea de la tubería. Antes de efectuar la unión se deberá verificar si el extremo espiga no posee rebabas de material u otro tipo de defectos, de ser así, se deberá limpiar y lijar el bisel del tubo, hasta corregir el defecto, de no poderse, se tendrá que cambiar el tubo por uno en buen estado.
- Conforme las indicaciones del fabricante, se deberá lubricar perfectamente la mitad de la longitud a insertar del extremo espiga del tubo.
- Teniendo alineados los tubos, se procederá a empujar el extremo espiga dentro de la campana del otro tubo, hasta su marca de penetración, pudiéndose auxiliar de una barra, colocada con tacos de madera en el otro extremo del tubo que se está introduciendo.
- Este empuje no implica la aplicación de una fuerza excesiva para lograr la penetración del tubo. Si la tubería presenta dificultades en su inserción, se recomienda sacar el extremo espiga, y repetir los pasos anteriores hasta lograr una unión correcta.

Uniones con solvente de PVC para unión con pozos de visita y emergencias.

Para cualquier acople de tubos de PVC con cualquier dispositivo de inspección y limpieza, que sea de concreto, deberá seguirse el siguiente procedimiento:

Siempre, el extremo del tubo que entre a cualquier dispositivo de inspección y limpieza, deberá ser en espiga, nunca en campana. Si es necesario, se podrá cortar el tubo, hasta obtener la longitud de acople requerida, nunca deberá quedar parte del tubo fuera de las paredes internas del dispositivo.

Con un trapo o tela, se limpia bien el extremo espiga del tubo que se va a insertar en el dispositivo de inspección y limpieza, cerciorándose que esté completamente seco.

Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño, libre de humedad. Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.

Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. El mortero consistirá en una mezcla de cemento solvente (pegamento) para PVC y arena, en una proporción 3:1 respectivamente

Usando una cuchara plana de albañilería y con las manos limpias, úntese el mortero en la parte exterior de la espiga del tubo y en el borde del orificio del dispositivo, inmediatamente después, introduzca el tubo en el orificio y rellene con el mismo mortero, cualquier espacio vacío entre el tubo y el orificio del dispositivo, de ser necesario, deberá colocar formaletas para que el mortero no resbale y para ejercer presión entre la mezcla y los elementos a unir y así lograr una buena adherencia entre los materiales.

Su aplicación será en sentido longitudinal (de izquierda a derecha), procurando que la capa de mortero sea más delgada en la embocadura y más espesa en el extremo.

Por ningún motivo será permitido usar PERMATEX, al unir material plástico con cualquier otro tipo de material derivado del petróleo, ya que estos productos son altamente nocivos para el plástico.

Dependiendo de la clase de cementos solventes a usar, según su fraguado, debe tenerse cuidado de no hacer circular agua por la tubería antes de 24 horas, para dar tiempo de que el acople haya adquirido su impermeabilidad.

Remoción de Agua en General

El Contratista removerá inmediatamente toda agua superficial o de infiltración que provenga de alcantarillas, drenajes, zanjas u otras fuentes, que puedan acumularse en la zanja durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento.

Toda agua sacada de las excavaciones, será dispuesta de una manera aprobada por **El Ingeniero**, de tal forma que no origine condiciones higiénicas sanitarias desfavorables, ni cause perjuicio a personas o a propiedades, o cause daños al trabajo en proceso.

Esperas para Conexiones Domiciliares

Conforme el avance de la instalación de la tubería en calles y avenidas, **El Contratista** deberá ir dejando instaladas las esperas o acoples para la posterior instalación de la acometida de las conexiones domiciliarias, en los sitios donde **El Ingeniero** indique y de acuerdo a lo indicado en los planos.

Cada espera consistirá en una silleta de PVC de diámetro y material de la tubería de la red, con derivación de 100mm (4") y un niple de PVC del largo especificado en los planos y 100mm (4") de diámetro.

Si no se realiza la conexión domiciliar en el momento de instalar la tubería recolectora (en la mayor parte de los casos), la espera deberá quedar taponada con un tapón de PVC, u otro método aprobado por **El Ingeniero**.

El Contratista deberá restaurar a su condición original toda superficie removida por él durante la construcción y acople de las conexiones domiciliarias.

Encofrado y Arrostramiento

Cuando las zanjas tengan más de 2.00 metros de profundidad o cuando se considere necesario, las zanjas, sondeos, calicatas, etc., deberán ser

encontradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar daño a estructuras, tubos y proteger a los trabajadores en la zanja.

Protección de Obras no Terminadas

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, **El Contratista** tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas, para evitar que tierra u otros materiales indeseables puedan penetrar en las mismas.

Pruebas de Tubería

Prueba de laboratorio: Los tubos serán probados de acuerdo con los requisitos de la ASTM D-3034-74, para tubos de PVC.

Pruebas de campo

El Contratista deberá confirmar a **El Ingeniero** la realización de las pruebas con 24 horas de anticipación.

Después de instalar los tubos en la zanja, **El Contratista** deberá hacer en presencia de **El Ingeniero**, las siguientes pruebas a la tubería:

Prueba de alineamiento

Se usará una linterna entre pozos de visita para comprobar el alineamiento de las tuberías y verificar que no queden obstrucciones, grietas u otros defectos en los tubos. Desde el extremo de cada sección de alcantarilla deberá verse un círculo completo de luz. También, esta prueba se podrá realizar con un par de espejos que proyectarán la luz solar dentro de las tuberías.

Prueba de Exfiltración

Se deberán efectuar pruebas hidrostáticas a tramos de tuberías entre pozos de visita, cuando las uniones se hayan solidificado, procediendo de la siguiente manera:

- Taponar la tubería en la salida de ésta en el pozo de visita inferior que se encuentra aguas abajo del tramo.
- Llenar con agua el tramo a probarse por un período de 4 horas.
- Rellenar con agua el pozo de visita superior aguas arriba, a una altura que produzca una carga hidrostática mínima de 1.2 metros sobre la corona del tubo, en el punto equidistante de los pozos.
- Medir después de 4 horas la cantidad de agua exfiltrada. La pérdida de agua no deberá exceder las siguientes cantidades:

Diámetros		Máxima Fuga Permisible
Plg.	mm.	(L/h/100m)
6	150	12
8	200	16
10	250	20
12	300	24

Tabla No 12. Diámetros de tubería.

Fuente. (INAA, Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado, 2001)

Cuando se produzcan cargas hidrostáticas mayores de 1.20 metros, la pérdida de agua permitida se aumentará proporcionalmente al exceso de carga producida.

Si la cantidad de agua exfiltrada en una sección determinada sobrepasa la cantidad antes estipulada y en todo caso si se encuentran filtraciones o goteras de regular cuantía, **El Contratista** deberá excavar y descubrir dichas secciones de tubería o pozos de visita y deberá reparar o reconstruir tales secciones por su cuenta.

Las reparaciones se continuarán hasta que toda la tubería y accesorios llenen los requisitos de hermeticidad indicados anteriormente.

Prueba de pendiente

Se realizará un chequeo de pendiente sobre los tramos de tubería que hayan pasado la prueba de alineamiento. El chequeo se realizará cada 5 o 10 metros, sobre el tubo y antes de retirar las niveletas.

Se considerarán satisfactorios aquellos tramos que presenten una variación vertical menor del 10%.

Protección de Tubería

El Contratista protegerá las nuevas tuberías de recolección de aguas residuales o de agua potable existentes, que por algún motivo especial sufran cambios respecto a su ubicación original.

Esta actividad se deberá ejecutar cuando las tuberías se instalen en sitios tales como cauces, cruces de carretera, puentes y/o se instalen superficialmente.

CONSTRUCCIÓN DE DISPOSITIVOS DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

Pozos de Visita

Similar a lo actuado en la instalación de tubería previo a la construcción, **El Contratista** deberá verificar los alineamientos y rasantes y confirmar la ausencia de estructuras que pudiesen interferir con su construcción. En caso contrario, informará a **El Ingeniero** la situación existente para que éste proceda a estudiar y recomendar las medidas o cambios pertinentes.

Excavación y relleno

La excavación será de amplias dimensiones para permitir su fácil construcción.

Materiales

El agua usada en la mezcla de concreto deberá ser limpia, libre de ácidos, álcalis, basura y cualquier materia orgánica, la arena deberá estar limpia de arcilla y de materiales orgánicos.

El cemento Pórtland será Tipo I (normal) y deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM, norma C-150. La cal deberá ser pulverizada y libre de sustancias extrañas y dañinas.

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

Los peldaños para las escaleras deberán ser de varilla corrugada de hierro, de 5/8" de pulgada de diámetro, galvanizados por baño caliente después de fabricados y de las dimensiones y forma que indican los planos.

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

Para pozos hasta 3.0m de profundidad, la retorta será de concreto simple, y para mayores de 3.0 m. será reforzada.

El concreto podrá ser fabricado a mano, debiendo en este caso, mezclar los materiales en seco, en bateas de madera de forma trapezoidal de 1.50 x 1.50 x 0.30 m, hasta que la mezcla presente un aspecto uniforme.

El tamaño máximo del agregado será de 2", la proporción de la mezcla del concreto será de 1:3:3 (cemento, arena, grava), siendo la arena tamizada en la malla #4 y la grava a utilizarse será de preferencia de 3/4" de pulgada, agregando a continuación el agua necesaria para obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación, no se mezcle con tierra ni impureza alguna.

El transporte y vertido del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos.

No se tolerará la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

El Contratista prestará atención al curado apropiado del concreto, debiendo realizarse ésta operación durante 7 días consecutivos.

Media Caña

Sobre la base o retorta, se deberán construir (de concreto simple y con la resistencia que se especifica en los planos), los canales de entrada y salida en forma de **U**, y la superficie deberá ser de acabado fino, tipo pizarra. Estos canales o media caña, deberán tener una altura igual a 3/4 del diámetro del tubo de mayor diámetro que se conecte al pozo de visita.

La media caña deberá tener las pendientes indicadas en los planos para facilitar el libre flujo de las aguas servidas.

Paredes del cilindro y del cono

Sobre la base de concreto, que se describió anteriormente, se construirá las paredes del cilindro y el cono del pozo de visita, con un diámetro interno de 1.20 metros.

El cilindro se hará, colocando ladrillo trapezoidal de barro en trinchera. El ladrillo usado debe tener una resistencia de 49.17 lbs/plg² (psi), y debe de ser de buena calidad, libre de fracturas y quemaduras, estar limpio y humedecido antes de su colocación.

Las paredes del cilindro serán de hilera simple o doble según la profundidad del mismo, tal a como lo indican los planos. Las uniones entre los ladrillos del cilindro y del cono, no deben ser menores de un (1) centímetro, siendo la

proporción del cemento con arena de 1:4. Sobre el cilindro se colocará un cono de ladrillo trapezoidal, de 1.20 de altura, tal a como lo indican los planos.

Peldaños de hierro.

Se colocarán en el cilindro y el cono, para efectos de facilitar el acceso al interior del pozo de visita. Los peldaños deberán dejarse perfectamente alineados horizontalmente y con el espaciamiento vertical indicado en los planos

Ladrillo de barro.

Los Ladrillos de Barro serán sólidos, bien cocidos, libres de quemaduras y rajaduras, perfectamente acabados. Su resistencia a la compresión deberá ser de 49.17 psi.

Mortero para pegado y repello de ladrillos.

El mortero utilizado para la pegada de los ladrillos deberá tener una proporción 1:4, una parte de cemento y cuatro de arena.

Para el fino de las paredes interiores del cilindro y del cono, se utilizará una mezcla de cemento, arena y cal hidratada, en proporción 1: 4½: ½; el mortero de cal y arena deberá hacerse y humedecerse un día antes de usarse, el espesor de la capa será de un (1) centímetro, tal y como se indica en los planos.

Tapa de Concreto

Terminado el cono, se construirá el collarín para el aro y tapa de concreto reforzado. El collarín consistirá en una base de concreto simple, de siete (7) centímetros de espesor en la proporción 1:2:3 (cemento, arena y grava), siendo la arena tamizada en la malla # 16. Todos los pozos de visita, serán cubiertos con aros y tapas de concreto reforzado, tal como han sido detallados en los planos respectivos.

RELLENO Y COMPACTACIÓN

Recursos y Procedimientos

En general, esta actividad utiliza como material de relleno, el mismo que fue extraído de la zanja y que esté libre de elementos inadecuados, recibe el nombre de “**relleno común**”. Por lo general, este se dará desde la superficie hasta los 30cm (0.30 m) sobre la corona del tubo.

Para la instalación de las tuberías, en su alrededor y 30 cm. sobre la corona del mismo, se deberá utilizar material selecto, solamente en aquellos casos en que el material del sitio, no reúna las características para el relleno, tales como, material pedregoso, con impurezas y mezcla de materias orgánicas degradables que puedan producir asentamientos o fracturar las tuberías durante o después de la compactación. En los otros casos se utilizará material producto de la excavación.

Requerimientos Generales

Las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería pase las pruebas establecidas para este tipo de tuberías y todas las uniones hayan sido debidamente inspeccionadas.

Tipos de Relleno

Por su profundidad:

- **Relleno Normal:** Se considerará relleno normal, cuando la profundidad de relleno no exceda los 1.50 m.
- **Relleno Adicional:** Se considerará relleno adicional, cuando la profundidad de relleno sea mayor de 1.50 m.

Por el tipo de material:

Relleno Común: Consiste en material aprobado y seleccionado, extraído de la misma excavación de la zanja, calicata, sondeo, o de otra fuente, y debe

estar libre de terrones y piedras mayores de 10 cm de diámetro, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales orgánicos degradables.

En el caso de calles rústicas de tierra, el rango de profundidad de aplicación del relleno común comprenderá desde los 30 centímetros arriba de la corona del tubo, hasta la rasante de la calle o nivel de calle existente, apisonado en capas de 15 centímetros independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

Relleno Especial: Llamaremos relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto, o en todo caso, cualquier material con propiedades superiores al proveniente de la propia excavación para el relleno del espacio entre el tubo y las paredes de la zanja y hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

Este material deberá ser como mínimo, tierra suelta libre de cualquier tipo y tamaño de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptible de descomposición.

También, este relleno especial, puede llegar a tomar el nombre de “adicional especial”, si se ha rellenado con material especial más allá del nivel de rasante de la tubería a instalar.

El relleno hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros.

Relleno de Zanjas al Interrumpir el Trabajo

Si se discontinúa el trabajo por completo, o ya sea que cualquier zanja quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la construcción del alcantarillado, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte de **El Contratista**, éste deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas en el tramo.

Compactación

Cada capa de material de relleno deberá contar con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (**falta de agua**), ni excesivamente saturada (**exceso de agua**), y será compactada adecuadamente.

La capa de relleno especial (material selecto o especial escogido de la excavación) desde el fondo de la zanja hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras mecánicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.

Para el caso de calles de tierra se deberá obtener al menos un porcentaje de compactación del 85% y 95% respectivamente, del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

Pruebas de compactación

A fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones, del grado de compactación requerido del relleno realizado de la zanja y/o pozos de exploración, etc., a solicitud de **El Ingeniero**, un laboratorio de pruebas deberá realizar dos (2) muestras periódicas en el campo, por cada 100 metros de tubería instalada, la ubicación de los sitios de muestreo será seleccionada únicamente por **El Ingeniero**.

Los tramos que no satisfagan los requerimientos de compactación, serán recompactados.

El Contratista someterá a aprobación de **ENACAL-Estelí**, y **El Ingeniero**, el laboratorio de materiales que hará las pruebas de compactación y éste será escogido de una terna de laboratorios presentados por **El Contratista**.

Disposición de Material Sobrante.

Los materiales excavados de carácter satisfactorio para la actividad de relleno, serán amontonados a la orilla de la zanja en forma adecuada y aprobada por **El Ingeniero**, mientras se realizan las operaciones de instalación de tubería y el posterior relleno y compactación.

Los materiales no utilizables originados de la excavación, en el relleno y en la compactación en exceso del requerido, serán retirados de inmediato del sitio de la obra por cuenta de **El Contratista** y dispuestos en un lugar aprobado por **El Ingeniero**.

Los materiales excavados serán siempre manejados de tal manera que causen un mínimo de molestias al tráfico del público y que permita acceso conveniente y seguro a la propiedad pública o privada que se encuentra adyacente a la línea de trabajo.

INSTALACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARES

Trabajo Comprendido

El Contratista deberá realizar por su propia cuenta, las localizaciones y descubrimiento de tuberías existentes de agua potable, alcantarillado TELCOR, ENEL, remoción de superficies, excavación y relleno, compactación, remoción de agua, instalación de la conexión, restauración de la superficie a su estado original y todo lo necesario para dejar un trabajo completamente terminado a satisfacción del **ENACAL-Estelí**.

Materiales

La tubería y accesorios a utilizarse para las conexiones domiciliarias será de PVC de 100mm (4") de diámetro, debiendo ajustarse a las normas generales para tubería y accesorios de PVC.

El cemento solvente y la arena que se utilizarán en el mortero para las uniones de la tubería deberán cumplir las referidas especificaciones para el mortero a colocarse en la tubería matriz.

Actividades Constructivas

- **Ubicación de Conexiones**

El Ingeniero señalará al Contratista la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

- **Excavaciones**

La excavación se realizará variando la profundidad conforme al punto de conexión a la alcantarilla entre 0.5 m y 1.00 m. al final de la misma, al llegar a la caja de registro.

Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud. El ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentren materiales inestables, basura o materiales orgánicos, deberán ser removidos y reemplazados por material granular.

El Contratista removerá toda agua que se colecte en las zanjas mientras se están haciendo las conexiones. No se permitirá la entrada de agua a las tuberías.

- **Instalación de Acople y Acometida**

Para mayor efectividad en el proyecto, el acople o silleta se deberá ir instalando paralelamente a la construcción de la red de alcantarillado sanitario.

Esto consistirá en colocar una silleta de PVC, en el sitio donde **El Ingeniero**, previamente se ha localizado una conexión domiciliar, luego, se colocará un niple de PVC de 4", el cual se deberá taponar con un tapón de PVC de 4" o con cualquier método aprobado por **El Ingeniero**, con el fin de evitar la introducción de tierra y materiales nocivos a la tubería.

Cuando se proceda a la construcción de la acometida, se deberá remover el tapón dejado en el niple acoplado a la tubería de la red por medio de la silleta.

En promedio, las conexiones domiciliarias tendrán una longitud promedio de 3.00 metros para las bandas Norte y Oeste y de 6.00 metros para las bandas Sur y Este.

En el punto aguas arriba de la conexión, donde se construirá la caja de registro, deberá dejarse un tapón de PVC que servirá para proteger a la conexión de intrusiones de tierra o basura.

- **Relleno y Compactación**

Respecto a la metodología constructiva, se cumplirá con lo dispuesto anteriormente en estas mismas especificaciones.

ANEXO J. Ejemplo de diseño para alcantarillado

Cálculos para el diseño de la red de recolección propuesta.

Ejemplo 1, tramo PV1-PV4

Proyección de población futura.

Datos:

Población en el año 2015: 1066 habitante

Población en el año 2016: 1072 habitante

Periodo de diseño: 20 años

Método Geométrico

$$rg = \frac{P_f^n}{P_0} - 1$$

Ver Anexos de planos

Donde:

rg - constante de crecimiento de población geométrica

Pf - Población proyectada o del último censo.

Po- Población base o inicial

n- periodo de diseño

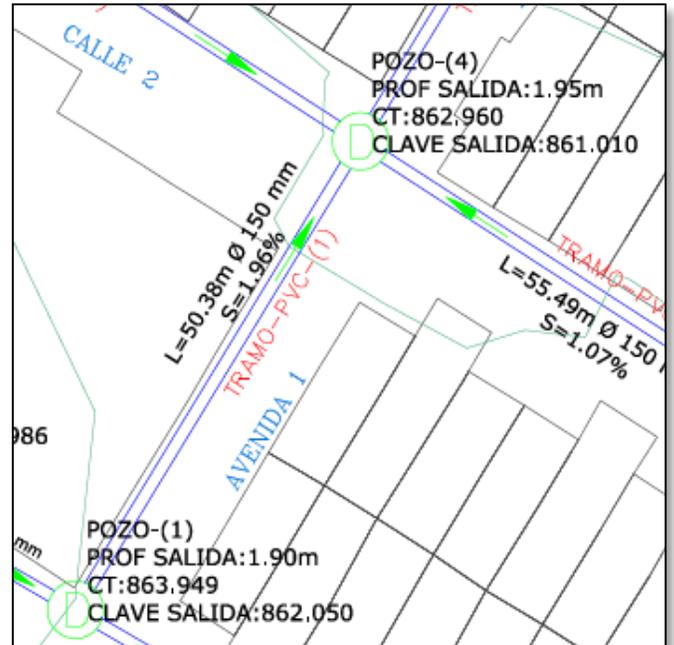
$$rg: \frac{1072^{(2016-2015)}}{1066} - 1 \quad rg = 0.56\%$$

Usar una tasa de crecimiento del 2.5 % según INAA

Población proyectada al año 2037

Población base del año 2017=1099 habitante

$$PF = P_0[1 + rg]^n$$



rg: 2.5%

$$PF = 1099[1 + 0.025]^{(2037-2017)}$$

$$PF = 1801 \text{ habitantes}$$

Cálculo de caudales

Datos:

Población total: 1801 habitantes

Longitud total de la red: 1043.33 m

Longitud del tramo: 50.3833m

Dotación: 100 lt/hab/día

Densidad poblacional (DP)

$$DP = \frac{\text{Población total}}{\text{longitud total de la red}} \quad DP = \frac{1801}{1043.33} \quad DP = 1.73 \text{ (adimencional)}$$

Población correspondiente al tramo

$$Pob = (pob T2 - 1) + (pob T3 - 1) + (pob T1 - 4)$$

$$Pob = (DP)(\text{Long del tramo})$$

$$Pob T2 - 1 = 1.73 * 32.7433 = 56.6 = 57 \text{ (habitantes)}$$

$$Pob T3 - 1 = 1.73 * 55.9539 = 96.8 = 97 \text{ (habitantes)}$$

$$Pob T1 - 4 = 1.73 * 50.3833 = 87 \text{ (habitantes)}$$

$$Población a servir = 240 \text{ habitantes}$$

Gasto medio (Qmed)

$$Q_{med} = ((0.8)(pob \ a \ servir)(dotaci3n))$$

$$Q_{med} = ((0.8)(240)(100 \text{ lt/hab/dia}))/86400$$

$$Q_{med} = 0.2222 \text{ lps}$$

Gasto m3ximo de aguas residuales (Qmax)

$$Q_{max} = FH * Q_{med}$$

$$FH = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right] = FH = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{240}{1000}}} \right] \quad FH=4.12$$

P = Poblaci3n servida en miles de habitantes.

$$1.8 < FH < 3 \quad \text{en este caso usar } FH = 3$$

$$Q_{max} = (3)(0.2222) = 0.6667 \text{ lps}$$

Gasto m3nimo

$$Q_{min} = \left(\frac{1}{5}\right)(Q_{max}) = (1.5)(0.22798) = 0.0444 \text{ lps}$$

Caudal institucional = 7%

$$Q_{inst \ total} = (7\%)(Q_{max}) = 0.350 \text{ lps}$$

$$Q_{inst} = (0.07 * 0.667)$$

$$Q_{inst} = 0.0467 \text{ lps}$$

Gasto de infiltraci3n

Para tuber3as pl3sticas 2 lt/hr por cada 100 m de tuber3a y 25 mm de di3metro

$$Q_{inf\ Total} = \left(2 \frac{lt}{h} / 3600s\right) * (long\ total / 100)$$

$$Q_{inf\ Total} = \left(2 \frac{lt}{h} / 3600\right) * (1043.33m / 100m)$$

$$Q_{inf\ Total} = 0.005796\ lt/s$$

$$Q_{inf\ T1 - T4} = Q_{inf\ Total} * \frac{Lon\ acumulada\ en\ el\ tramo}{Long\ total\ de\ la\ red}$$

$$Q_{inf\ T1 - T4} = 0.005796\ lps * \frac{139.0805m}{1043.33m}$$

$$Q_{inf\ T1 - T4} = 0.008\ lps$$

Caudal de diseño

$$Q_d = Q_{max} + Q_{inst} + Q_{inf}$$

$$Q_d = 0.6667 + 0.0467 + 0.008 = \mathbf{0.7142\ lps}$$

Cálculos Hidráulicos

Diámetro de la tubería según el caudal de diseño

$$D_{cal} = 1.548 \left[\frac{n * Q_{dis}}{S^{1/2}} \right]^{3/8} * 100 \quad S = \text{pendiente de tubería} / 100$$

$$D_{cal} = 1.548 \left[\frac{0.009 * 0.7142}{0.01963^{1/2}} \right]^{3/8} * 100 \quad n = \text{número de manning}$$

$$D_{cal} = 48.7375mm \rightarrow 1.919plg$$

Tubería comercial a utilizar 6"

$$DC = 150.2\ mm$$

Área a tubo lleno

$$All = \frac{\pi}{4} \phi^2 \quad All = \frac{\pi}{4} 0.15^2 = 0.0176 \text{m}^2$$

Caudal a tubo lleno

$$Q = 0.312 * \frac{Dc^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} * 1000 \quad Q = 0.312 * \frac{0.152 \text{m}^{\frac{8}{3}} * 0.01963^{\frac{1}{2}}}{0.009} * 1000 = 31.9607 \text{lps}$$

Velocidad a tubo lleno

$$V = \frac{4 * Q_{ll}}{\pi * Dc^2} / 1000 \quad V = \frac{4 * 31.96}{\pi * 0.152^2} / 1000 = 1.76 \text{m/s}$$

Relación entre caudal comercial y caudal a tubo lleno

$$\frac{Qd}{Qll} = \frac{0.7142 \text{lps}}{31.9607 \text{lps}} \rightarrow 0.022$$

Relación entre velocidad de diseño y la velocidad a tubo lleno encontrada en la tabla Anexo F: Relaciones Hidráulicas para Conductos Circulares

$$\frac{vd}{vll} \rightarrow 0.362$$

Relación entre la lámina de agua de la tubería y el diámetro de la tubería. Estas dos son relaciones Hidráulicas para tubos circulares cuyos datos se obtienen de la tabla Anexo G: Profundidad hidráulica en función de la relación de caudales para n/no variable

$$\text{En relación a } \frac{Qd}{Qll} = 0.067$$

Velocidad real (V)

$$V = V \text{ a tubo lleno} * \frac{V_d}{V_{II}}$$

$$V = 1.76 \frac{m}{s} * 0.362 \qquad V = 0.637 \text{ m/s}$$

Velocidad real es mayor a la velocidad mínima permisible de 0.3 m/s

Por lo tanto, la velocidad está dentro del rango establecido por el INAA

Fuerza tractiva

$$\tau = W * R * S$$

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 $f = 1 \text{ Pa}$

$$\tau = 1000 * 9.81 * \frac{0.152}{4} * 0.01963 \qquad \tau = 7.32 \frac{N}{m^2} > 1pa \text{ OK}$$

Cálculos topográficos

Datos:

Cota inicio (terreno)=863.949 msnm

Cota final (terreno)=862.96 msnm

Elevación de corona (inicio)=862.4 msnm

Elevación corona (final)=861.41 msnm

Pendiente del terreno

$$ST = \frac{\Delta V}{Long} * 100$$

$$ST = \frac{863.949 - 862.96}{50.3833} * 100 = 1.963\%$$

Pendiente de tubería.

$$S = \frac{(\text{Elevacion de corona de inicio}) - (\text{elevacion de corona final})}{\text{Long del tramo}}$$

$$S = \frac{862.4 - 861.41}{50.3833} * 100 = 1.963\%$$

Elevación invertida o rasante

$$\text{Elev inver} = \text{Elev corona} - \phi \text{ tubería}$$

$$\text{Elev inver inicio} = 862.4 - 0.152 = 862.25 \text{ msnm}$$

$$\text{Elev inver final} = 861.41 - 0.152 = 861.26 \text{ msnm}$$

Volumen de excavación en zanjas

$$\text{Prof rasante de tubería (H)} = \text{elev de terreno} - \text{elev invertida} + \text{encamado}$$

$$\text{Ancho de zanja} = 0.6\text{m}$$

$$\text{Vol Excavación} = \frac{(H1 + H2)}{2} * \text{Long tramo} * \text{Ancho de zanja}$$

$$\text{Vol Exc} = (50.3833)(0.6) \frac{(863.949 - 862.25 + 0.15)\text{m} + (862.96 - 861.26 + 0.15)}{2}$$

$$\text{Vol Exc} = 55.99 \text{ m}^3$$

Volumen de arena

$$\text{Encamado} = 0.15\text{m}$$

$$\text{Vol de arena} = (0.15)(50.3833)(0.60) = 4.53 \text{ m}^3$$

ANEXO K. Ejemplo para el cálculo de eficiencia de tubería a descargar

Aforo de aguas negras en pozo de visita N°18

Dirección: del panteoncito 1C al sur

Método de manning

Fecha del aforo 15 y 16 de septiembre del año 2018

Datos:

Coefficiente de Manning (n): 0.009

Hora de la lectura de caudal: 06.00 AM

Diámetro de la tubería (d): 25.4 cm

Lectura húmeda (y): 6 cm

Pendiente del tramo: 0.015 (1.5%)

Lectura libre = diámetro de la tubería – lectura húmeda

Lectura libre = 25.4 cm – 6 cm = 19.4 cm

Ángulo Θ (rad)

$$\text{Ángulo } \theta = 4 * \arcsen \sqrt{\frac{y}{d}} \quad \arcsen \Theta = \sqrt{\frac{4.5/100}{25.4/100}} * 4 \quad \Theta = 2.0301 \text{ rad}$$

Área mojada

$$\text{Area mojada} = \frac{1}{8} (\theta - \text{sen}\theta) d_0^2 \quad \text{Area mojada} = \frac{1}{8} (2.0301 - \text{sen}2.0301) * 0.254m^2$$

Área mojada = 0.0091 m²

Perímetro mojado

$$\text{Perímetro mojado} = \frac{1}{2} \theta d_0 \quad \text{Perímetro mojado} = \frac{1}{2} * 2.0301 * 0.254m$$

Perímetro mojado = 0.2578 m

Radio hidráulico (RH)

$$RH = \frac{\text{Area mojada}}{\text{Perímetro mojado}} \quad RH = \frac{0.009 \text{ m}^2}{0.2578m} \quad RH = 0.0355m$$

Velocidad (V)

$$V = \frac{1}{n} * RH^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0.009} * 0.0355m^{2/3} * 0.015^{1/2}$$

$$V = 1.2388 \text{ m/s}$$

Caudal (Q)

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.2488m/s * 0.0091m^2$$

$$Q = 7.5101 \text{ m}^3$$

Promedio de caudales: 9.4673 lts/s \Longrightarrow ver anexo de aforo

Calculo de caudal a tubo lleno para la tubería de espera

Diámetro de la tubería: 25.4 cm

Lectura húmeda: 25.4 cm

Lectura libre: 0 cm

Ángulo (Θ) rad

$$\arcsen\Theta = \sqrt{\frac{25.4/100}{25.4/100} * 4}$$

$$\Theta = 6.2832 \text{ rad}$$

Área mojada

$$Area \text{ mojada} = \frac{1}{8} (6.2832 - \text{sen}6.2832) * 0.254m^2$$

$$Área \text{ mojada} = 0.0507 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado

$$\text{Perímetro mojado} = \frac{1}{2} * 6.2832 * 0.254m$$

$$\text{Perímetro mojado} = 0.7989m$$

Radio hidráulico

$$RH = \frac{0.0507m^2}{0.7989m}$$

$$RH = 0.0635m$$

Velocidad a tubo lleno

$$\text{Velocidad} = \frac{1}{n} * 0.0635m^{2/3} * 0.015^{1/2}$$

$$V = 2.17 \text{ m/s}$$

Caudal a tubo lleno (Q_{ll})

$$Q_{ll} = 2.17 \text{ m/s} * 0.0507 \text{ m}^2 * 1000$$

$$Q = 109.75 \text{ lt/s}$$

Gasto de aguas negras de la red del B° Nuevo Amanecer a conectar

Población Futura	1801	habitantes
Dotación Agua Potable	100	Lts/hab/día
Long total de la red	1043.33	m

Gasto medio (Q_{med})

$$Q_{med} = ((0.8)(pob \ a \ servir)(dotación))$$

$$Q_{med} = ((0.8)(1081)(100 \text{ lt/hab/día}))/86400$$

$$Q_{med} = 1.67 \text{ lps}$$

Gasto máximo de aguas residuales (Q_{max})

$$Q_{max} = FH * Q_{med}$$

$$FH = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \right] = FH = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{1081}{1000}}} \right] \quad FH = 3.621$$

$P =$ Población servida en miles de habitantes.

$$1.8 < FH < 3 \quad \text{en este caso usar } FH = 3$$

$$Q_{max} = (3)(1.67) = 5.0 \text{ lps}$$

Caudal institucional = 7%

$$Q_{inst \ total} = (7\%)(Q_{max}) = Q_{inst} = (0.07 * 5 \text{ lps}) \quad Q_{inst} = 0.35 \text{ lps}$$

Gasto de infiltración

$$Q_{inf\ Total} = \left(2 \frac{lt}{h} / 3600s\right) * (long\ total / 100)$$

$$Q_{inf\ Total} = \left(2 \frac{lt}{h} / 3600\right) * (1043.33m / 100m)$$

$$Q_{inf\ Total} = 0.005796\ lt/s$$

Caudal de diseño

$$Q_d = Q_{max} + Q_{inst} + Q_{inf}$$

$$Q_d = 5 + 0.35 + 0.005796 = \mathbf{5.36\ lps}$$

Verificar eficiencia de la tubería de espera

Con promedio de caudales

Caudal promedio 13.67 lts/s)

$$Efic = \frac{(Q\ a\ tubo\ lleno - Q\ promedio)}{Q\ a\ tubo\ lleno} * 100$$

$$Efic = \frac{(109.75\ lts/s - 13.67\ lts/s)}{109.75\ lts/s} * 100 \quad Efic = 87.54\%$$

Con promedio de caudales y el caudal de la red del B° Nuevo Amanecer

Caudal promedio (13.67 lts/s)

Caudal del B° Nuevo Amanecer (5.36 lts/s)

Caudal Total (Qt) = (13.67 lts/s + 5.36 lts/s) = 19.03 lts/s

$$Efic = \frac{(Q\ a\ tubo\ lleno - Q\ total)}{Q\ a\ tubo\ lleno} * 100$$

$$Efic = \frac{(69.41\ lts/s - 19.03\ lts/s)}{69.41\ lts/s} * 100 \quad Efic = 82.66\%$$