Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMARCA LA CURVA, MUNICIPIO DE NIQUINOHOMO, DEPARTAMENTO DE MASAYA

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

BR. NELSON MOISES LÓPEZ MUÑOZ

BR. DANIEL RICARDO MÉNDEZ TÉLLEZ

BR. ADRIAN GONZALO USEDA SÁNCHEZ

Tutor:

23 MAYO
MANAGUA, NICARAGUA

CAPITULO I: Generalidades 1
1.1. Introducción 1
1.2 Antecedentes 2
1.3 Justificación 4
1.4 Objetivos 5
1. 4.1 Objetivo general 5
1.4.2 Objetivos específicos 5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 6
2.1 Estudios principales: 6
2.1.1 Estudio topográfico 6
2.1.2 Estudios sanitarios 7
2.1.3 Estudio de obras existentes 7
2.1.4 Estudio de Población 7
2.2 Sistema de Alcantarillado Sanitario (S.A.S) 9
2.2.1 Conceptos para diseño de alcantarillado sanitario 10
2.3 Aguas residuales 16
2.3.1 Clasificación de aguas residuales 17
2.3.2 Características de las aguas negras 18
2.3.3 Composición de las aguas negras 19
2.3.4 Medida del contenido orgánico 20
2.3.5 Características microbiológicas 21
2.4 Parámetros de calidad permisibles 24
2.5 Medición de caudales 26
2.6 Elementos del Diseño de Estaciones de Bombeo 27
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO 31
3.1 Trabajo de campo 31

3.1.1 Levantamiento topográfico 31
3.1.2 Encuesta socio-económica 32
3.1.3 Trazado de la red de Alcantarillado Sanitario 32
3.1.4 Punto de acople al diseño a la red existente y PTAR Niquinohomo 33
3.1.5 Estimación de costos 34
3.2 Trabajo de Gabinete 34
3.3 Diseño y Cálculos 35
3.3.1 Población de Proyecto. 35
3.3.2 Dotación 35
3.3.3 Caudal de diseño 36
3.3.4 Caudal comercial 36
3.3.5 Caudal público o institucional 37
3.3.6 Caudal industrial 37
3.3.7 Caudal de infiltración 37
3.3.8 Caudal máximo 37
3.3.9 Caudal medio (Qm) 37
3.3.10 Caudal mínimo de aguas residuales (Q_{min}) 38
3.4 Periodos de diseño 38
3.5 Trazado de la red de alcantarillado sanitario 38
3.5.1 Hidráulica de las alcantarillas 38
3.5.2 Pendiente longitudinal mínima 39
3.6 Parámetros de diseño 39
3.6.1 Fórmula y coeficiente de rugosidad 39
3.7 Calculo hidráulico de la red del sistema de alcantarillado 42
3.8 Elaboración de planos 43
CAPITULO IV: CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 44
4.1 Macro-localización del proyecto 44

4.2 Micro localización del proyecto 44
4.3 Descripción del área del proyecto 45
4.3.1 Localización geográfica, topográfica 45
4.3.2 Hidrología 45
4.3.3 Población 46
4.3.4 Clima 46
4.3.5 Localidades 46
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 47
5.1 Resultados del Levantamiento Topográfico 47
5.2 Análisis Socio Económico de la Comarca La Curva 47
5.2.1 Población y Vivienda 49
5.2.2 Actividades Económicas 51
5.2.3 Servicios Básicos 52
5.3 Obras a realizarse en el proyecto: 53
5.4 Estudio poblacional y consumo 60
5.4.1 Cálculos para diseño 62
5.5 Ecuaciones para Diseño de Las líneas de Conducción y Distribución de Aguas servidas: 65
5.6 Capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) 68
5.7 Tablas de Diseño .....
5.8 Tablas de Diseño .....
5.8 Tablas de Diseño .....
5.8 Costo del Proyecto 74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 79
CONCLUSIONES 79
RECOMENDACIONES 80
BIBLIOGRAFÍA 81
ANEXO A. IMAGENES 83

CAPITULO I: Generalidades

1.1. Introducción

Para el desarrollo de las ciudades y comarcas las distintas autoridades satisfacen las necesidades en base a obras escalonadas para el bien de la sociedad.

A nivel mundial se reconoce que el saneamiento contribuye a la salud humana, mejora el medio ambiente, genera beneficios económicos, fortalece la dignidad y desarrollo social. Dentro de la problemática del saneamiento esta la importancia del suministro de agua potable y la recolección de aguas residuales, toda población por pequeña que sea debería contar como mínimo con estos dos servicios, si es que se espera de ella un desarrollo social y económico, y, ante todo, la reducción de las altas tasas de morbilidad y mortalidad especialmente en la población infantil.

En este trabajo se plantea el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la comarca La Curva del Municipio de Niquinohomo departamento de Masaya, se requiere el diseño de esta zona para ampliar el que abarcó los municipios de Catarina-Niquinohomo puesto que no consideró la comarca La Curva.

Se describe la situación actual del lugar en el cual se propone el diseño del proyecto, así como el mal manejo de las aguas residuales en la comarca La Curva, municipio de Niquinohomo del departamento de Masaya. Así mismo se pretende contribuir a mejorar las condiciones de vida de la población mediante la búsqueda de solución a la problemática existente que es el desecho de aguas domesticas en las calles y avenidas.

Es por esta razón que se propone este anteproyecto, que plantea como objetivo de diseñar un sistema de alcantarillado sanitaria para la comarca de La Curva, municipio de Niquinohomo ciudad de Masaya. En el que además se plantea el análisis económico y conocer la capacidad de la planta de tratamiento donde descargaran las aguas de drenaje del sistema de recolección.

Se pretende conocer alternativas de drenaje para el sistema de recolección y elección de una de ellas, a partir de la alternativa económica más viable para lograr los diseños de los elementos que conformaran para un buen funcionamiento en el sector.

1.2 Antecedentes

En la actualidad se han ejecutado un sin número de proyectos para mejorar la calidad de vida de los pobladores, principalmente en agua y saneamiento que es la mayor prioridad en las ciudades y comarcas que aún no cuentan con este vital líquido y no poseen alcantarillado sanitario.

El principal antecedente es la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de las localidades de Catarina, Niquinohomo y San Juan de Oriente (Pueblos Blancos)- departamento de Masaya ejecutado desde el año 2020-2021, el cual fue construido en consorcio Catarina LLANSA Ingenieros valorado en $ 9,550,451. cuenta con más de 60 kilómetros de tuberías y serán 4,100 de conexiones domiciliares.

En este proyecto se beneficiaron más de 24 mil personas, es decir 4 mil familias de las tres ciudades, además generó empleos y dinamizó la economía de este sector principalmente porque la mano de obra empleada fue prácticamente de la zona.

El proyecto fue financiado con fondo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y fondos del Gobierno de Nicaragua**.**

La comarca La Curva está ubicada en el municipio de Niquinohomo, posee servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, vías de acceso principal adoquinadas y calles de tierra. La alcaldía de Niquinohomo dentro de su plan de inversión municipal contempla evaluar proyectos que ayuden a mejorar las condiciones de vida de esta comarca Niquinohomo-La Curva.

En la comarca La Curva fue inaugurado en el año 2020 un nuevo pozo que abastece con un servicio permanente y de calidad a familias de varias comunidades rurales, que antes se abastecían de cisternas o con un servicio de apenas un día a la semana. Este pozo tiene una capacidad de producción de 390 galones por minuto y una profundidad de 1 mil 250 pies[1].

En marzo 2023 el proyecto se apertura para uso y beneficio de la población de los pueblos blancos, contando con sus estaciones de bombeo y PTAR Niquinohomo.

[1]https://www.departamentos/516708-enacal-inaugura-proyecto-agua-potable-en-7-comunidades-de-niquinohomo/

1.3 Justificación

La Curva es una comunidad pequeña del municipio de Niquinohomo, actualmente en el año 2023 cuenta con 530 viviendas y 3,700 habitantes; no cuenta con drenaje sanitario, por lo que necesita una adecuada evacuación de aguas residuales, producidas por cada una de las actividades diarias de la población. Estas aguas son drenadas en las calles siendo focos de contaminación directa para los habitantes. Ante esta problemática la población ha construido sumideros y letrinas.

Al contar con un sistema de alcantarillado de aguas residuales, la población mejoraría las condiciones de vida y principalmente evitaría la propagación de enfermedades contagiosas, además de impulsar el turismo por ser una de zona de comercio de muebles y ornamentos; así como agricultura y ganadería.

La Curva es el centro de las 9 comunidades que pertenecen al municipio de Niquinohomo, esta zona es de alto comercio de diversos rubros lo que dinamiza la economía del municipio, brindando varias fuentes de empleo e ingresos a las arcas municipales de la Alcaldía de Niquinohomo, lo que ayuda a invertir en futuros proyectos que viene a mejorar la calidad de vida en la comunidad y el crecimiento económico en pro del desarrollo humano para erradicar la pobreza.

Adicionalmente, este trabajo monográfico contribuye al avance del país en lo que respecta al cumplimiento de las metas del Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU con fecha plazo al año 2030 (ONU, s.f.c), en particular a la meta 2, en la cual se expresa: “lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad” (ONU, s.f.b).

Desde el punto de vista académico, los resultados pueden servir como guía a otros estudiantes que pretendan desarrollar un estudio similar en el resto del país.

1.4 Objetivos

1. 4.1 Objetivo general

Diseñar el alcantarillado sanitario, y conexión de la red a la PTAR existente en la comarca La Curva, municipio de Niquinohomo, departamento de Masaya.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar levantamiento topográfico del sitio donde se propone el sistema de alcantarillado sanitario en la comarca.

2. Llevar a cabo el estudio socioeconómico de la población, por medio de una encuesta.

3. Realizar el trazado y cálculo hidráulico de la red de alcantarillado sanitario que cumpla con los parámetros de diseño del INAA, a la vez que se adapte a las condiciones topográficas del sitio.

4. Determinar si la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR tiene la capacidad de recibir las aguas residuales de futuras conexiones como el proyecto en estudio.

5. Estimar costos para la elaboración del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

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

Al iniciar un diseño de alcantarillado sanitario es necesario realizar primeramente una visita de campo para conocer el terreno de estudio, área y zonas aledañas. Así como conocer las condiciones de vida de los pobladores y recopilar información existente como censos o antecedentes del lugar.

El Sistema de Alcantarillado se define como el conjunto de conductos, estructuras, instalaciones, equipos y elementos destinados a colectar, transportar o elevar por bombeo las aguas negras u otros residuos líquidos para disponerlos adecuadamente de manera segura.

2.1 Estudios principales:

2.1.1 Estudio topográfico

Una vez reconocida el área perimetral de la población y los sitios de estaciones de bombeo, planta de tratamiento y lugar para descarga de las aguas residuales, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto. Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada.

El proyectista deberá utilizar como punto de partida de cualquier levantamiento topográfico a realizar, la Red Geodésica Nacional, tanto en el levantamiento plan métrico como altimétrico y deberá cumplir con las recomendaciones que al respecto indique el Instituto Nicaragüense De Estudios Territoriales (INETER).

El levantamiento topográfico se deberá amarrar a la Red Geodésica Nacional de por lo menos dos puntos o mojones aprobados por INETER, convenientemente referenciados y protegidos de tal manera que pueda reconstruirse a partir de ellos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en coordenadas UTM (Control Geodésico de la Red Nacional).

2.1.2 Estudios sanitarios

Debe realizarse un reconocimiento sanitario del lugar, incluyendo las cuencas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados a recibir las descargas de aguas residuales.

2.1.3 Estudio de obras existentes

Se deberá determinar mediante sondeos la localización horizontal, profundidad y diámetro de tuberías existente de agua potable y drenaje de aguas pluviales, si las hubiere; así como las instalaciones telefónicas o cualquier otro servicio existente, con el propósito de evitar interferencias o daños, causados por la instalación del alcantarillado sanitario.

En el caso de que exista alcantarillado sanitario, investigar las condiciones físicas en que se encuentran las tuberías y su capacidad hidráulica para comprobar si pueden ser utilizadas, verificar el número de conexiones de aguas pluviales de las viviendas a las recolectoras y número de conexiones domiciliares en mal estado.

2.1.4 Estudio de Población

2.1.4.1 Periodo de diseño

Es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el MINSA.

Se hará uso de los planes reguladores urbanísticos que se hayan desarrollado o se estén desarrollando por el Instituto Nicaragüense de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR) y las Alcaldías.

Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población. También se puede proyectar la población considerando el número de viviendas, lotes de saturación y número de habitantes por vivienda.

En la práctica, el periodo de diseño varía de 20, 30 hasta 50 años y depende de factores tales como economía, fondos disponibles, criterios de diseño etc. Normalmente en nuestro país se proyecta el diseño para un periodo de 20 años.

El período de diseño se estima en base a factores que inciden en la capacidad y buen funcionamiento del sistema, estos factores son:

- Vida útil de los elementos que componen el sistema
- Tasa de crecimiento de la población
- Capacidad de población del área de estudio.
- Funcionamiento del sistema en sus primeros años de vida.
- Posibilidad de financiamiento y tasas de interés.

2.1.4.2 Proyección de la población

La proyección de la población se realiza mediante cálculos estadísticos y geométricos según el método a escogerse, consiste en estimar un número de habitantes a futuro en un periodo de tiempo específico (periodo de diseño). Se simula con el fin de diseñar la cantidad de aguas residuales a eliminar y futuras extensiones del servicio.

Existen tres parámetros para determinar la población futura:

- Conocer la población actual
- Ritmo de crecimiento histórico
- Nivel socioeconómico

2.1.4.2.1 Métodos de cálculo de proyección de población

- **Tasa de crecimiento geométrico**

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2.5%.

2.2 Sistema de Alcantarillado Sanitario (S.A.S)

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

2.2.1 Conceptos para diseño de alcantarillado sanitario

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales:

El sistema convencional es aquel que está constituido por redes colectoras que se ubican en calles o avenidas y cuenta con pozos de visita en los casos de cambio de pendiente del colector, cambio de dirección, cambio de material del colector, cambio de diámetro, punto de intercepción de dos o más colectores, cada cien metros y al inicio del colector. Para el sistema convencional, el diámetro mínimo es de 150 mm (6”) y se deberá cumplir con lo relacionado al alcantarillado de las Guía Técnicas para el diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de agua residual.

Los sistemas de alcantarillado sanitario **no convencional**, son sistemas basados en consideraciones de diseño hidráulico, diámetros mínimos, profundidad de instalación, y accesorios de conexión, entre otros, que permiten disminuir los costos de construcción, operación y mantenimiento.

Los sistemas no convencionales son:

- Sistema de Alcantarillado sin arrastre de sólidos
- Sistema Simplificado de Alcantarillado
- Sistema Condominial de Alcantarillado

2.2.1.1 Altura de recubrimiento del colector o ramal

Diferencia de nivel entre la superficie del terreno y la corona de la tubería.

2.2.1.2 Área tributaria

Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

2.2.1.3 Caja de Inspección (CI)

Dispositivo destinado a conectar dos o más colectores o ramales condominiales, permite la inspección y el mantenimiento de la red. Además, tiene la finalidad de constituir el punto de conexión de las instalaciones sanitarias domiciliares en el lote. Pueden tener un diámetro de 40 cm ó 60 cm.

2.2.1.4 Caudales de aporte

Son caudales de contribución medio, máximo y mínimo (l/s). Deben ser considerados los coeficientes que intervienen en la determinación de estos caudales.

2.2.1.5 Caudal de diseño del alcantarillado

Es el caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más el caudal de infiltración y los caudales adicionales por otros usos no domésticos, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.

2.2.1.6 Caudal por infiltración (Qi)

Agua proveniente del subsuelo y otros ingresos de agua de lluvia, indeseable para el sistema separado, que puede penetrar en las alcantarillas.

2.2.1.7 Coeficiente de retorno o aporte (C)

Relación entre el volumen de agua residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida.

2.2.1.8 Colector o ramal

Es una tubería que funciona por gravedad, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto en su trayecto.

2.2.1.9 Conexión domiciliar

Es la tubería que conduce el agua residual de un lote al ramal condominial o a la red pública.

2.2.1.10 Cuenca de contribución

Conjunto de áreas contribuyentes, cuyas aguas residuales fluyen hacia un punto único de concentración.

2.2.1.11 Instalación sanitaria domiciliar

Conjunto de tuberías de alcantarillado sanitario, caja de registro domiciliar, accesorios y artefactos que se encuentran dentro de los límites de la propiedad.

Las acometidas domiciliares para alcantarillado sanitario son el conjunto de elementos interconectados que unen la red de recolección de aguas residuales con las instalaciones sanitarias de un cliente o usuario, su función es la evacuación de las aguas residuales.

En las presentes especificaciones técnicas se establecen los procedimientos a seguir para la instalación subterránea de las acometidas domiciliares tanto en colectores básicos convencionales como en colectores condominiales y los ensayos de estanqueidad en el terreno.

Tabla 1 Clasificación de acometidas domiciliares

Concepto	Descripción
Acometidas domiciliares cortas	Son aquellas comprendidas en una longitud máxima de 3.50 m. a partir del tubo matriz.
Acometidas domiciliares largas	Son aquellas comprendidas en una longitud mayor a 3.51 m y menor a 7.50 m a partir del tubo matriz.
Metro adicional de instalación de acometidas	Se considera cuando la acometida supera una longitud máxima de 7.51 m.
Acometida en colector condominial	Son aquellas que comprenden el suministro y colocación de caja de inspección con su media caña en el colector principal y la colocación de niple con tapón a presión a la entrada de la acometida intradomiciliar del usuario.

Fuente: propia

2.2.1.12 Pozo de visita sanitario (PVS)

Cámara visitable a través de una abertura existente en su parte superior, destinada a permitir la confluencia de dos o más colectores y los cambios de dirección horizontal y vertical de la tubería. Además, tiene la finalidad de permitir la inspección y el mantenimiento de las alcantarillas.

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las redes sanitarias. Se utilizan en la unión de varios tramos de tuberías, en los cambios de diámetro, de dirección y de pendiente o bien donde el diseño o diseñador lo considere necesario.

En las presentes especificaciones técnicas se establecen los procedimientos a seguir para la construcción de pozos de visita y los ensayos de presión o estanqueidad en el terreno.

Tabla 2 Clasificación de los pozos de Visita

Concepto	Descripción
Pozos de visita sencillos	Son aquellos cuya profundidad máxima es hasta 3.70 m.
Pozos de visita doble pared	Son aquellos cuya profundidad es superior a 3.71 m.

Fuente: propia

Parámetros de los pozos de Visita:

- Base o retorta

Pozos de pared sencilla: Base de concreto reforzado de 2,500 psi, de 0.20 m. de espesor y 2.00 m. de diámetro, el acero será de 1/2" y deberá de cumplir con la especificación ASTM A-305, con un límite de fluencia de 2,800 Kg / cm^2 de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, grado 40.

Pozos de pared doble: Base de concreto reforzado de 3000 psi, de 0.20 m. de espesor y 2.40 m. de diámetro, el acero será de 1/2" y deberá de cumplir con la especificación ASTM A-305, con un límite de fluencia de 2,800 Kg / cm^2 de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, grado 40.

Encima de la base de los pozos de visita se deberán construir de concreto los canales de entrada y salida en forma de U, y la superficie deberá ser acabado fino. Estos canales o media caña, deberán tener una altura igual a ¾" 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

- Cilindro o brocal del pozo

Sobre la base de hormigón que se acaba de describir se construye un cilindro o brocal del pozo de 1.20 metros de diámetro interno; este trabajo se hará colocando ladrillo

de barro en trinchera. El ladrillo usado estará limpio y completamente mojado antes de ser pegado. Las uniones entre ladrillo no deberán ser menores de un centímetro. Se dejarán peldaños de hierro dulce galvanizado en caliente de 1” de diámetro, tal como se detallan en los planos. Las paredes de ladrillo serán repelladas con mortero de 1.0 centímetro de espesor en su parte interior y exterior y un acabado fino pizarra en el interior del pozo.

Para los pozos de visita con profundidades mayores de 3.50 metros, se requerirá usar hilera doble de ladrillos tal como se indica en los planos, para dar resistencia adicional a la estructura.

- Cono del pozo

Posterior a la construcción del cilindro o brocal, se construirá un cono de ladrillo. Se repellará en igual forma que las paredes del cilindro, parte interior y exterior, así como el acabado fino pizarra en su parte interior; el cono rematará en una boca de acceso de 0.60 m. de diámetro interno.

- Tapas para los pozos de visita

En las calles y avenidas con pavimento, o donde la supervisión lo estime conveniente se instalarán tapas y aros de polietileno de alta densidad, no reciclable.

En las calles y avenidas sin revestimiento o donde la supervisión lo estime conveniente se instalarán tapas de concreto reforzado con una resistencia a compresión de 3000 psi. La tapa tendrá un diámetro de 0.70 m y la boca de registro deberá tener un acceso de al menos 0.60 m. El refuerzo de la tapa será acero número 3 (3/8”) e ira a cada 0.06 m en ambas direcciones y constará de un anillo perimetral para amarre el cual será igual al refuerzo. El refuerzo para el aro es acero número 3 (3/8”) con estribos de acero número 2 (1/4”).

Ubicación

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

Distancia máxima entre pozos

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

Tabla 3 Distancia entre Pozos de Visita

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

Nota. Fuente: INAA. (s.f., p. 27). Recuperado de Guías Técnicas para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Profundidad del colector o ramal

Diferencia de nivel entre la superficie del terreno y la solera o invert del colector.

2.3 Aguas residuales

Es un tipo de agua que está contaminada por sustancias procedentes de desechos orgánicos e inorgánicos, las cuales pueden ser de origen doméstico o industrial y que requieren sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su indebido tratamiento genera graves problemas de contaminación al entorno y de salud al ser humano.

2.3.1 Clasificación de aguas residuales

2.3.1.1 Domésticas

Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos producto de la actividad humana. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.

2.3.1.2 Industriales

Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial.

Las aguas residuales industriales son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, la industria no emite vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Éstas tienen un mayor grado de contaminación que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar. Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

2.3.1.3 Urbanas

Las aguas residuales urbanas son domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de escorrentía pluvial. Todas ellas habitualmente se recogen en un sistema colector y son enviadas mediante un emisario terrestre a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Las industrias que realicen el vertido de sus aguas residuales en esta red colectora, habrán de acondicionar previamente sus aguas.

2.3.1.4 Aguas pluviales

Son aguas de lluvia que no son absorbidas por el suelo, sino que escurren de edificios, calles, estacionamientos y otras superficies. Las aguas pluviales se recolectan en alcantarillas y fluyen a colectores pluviales y al sistema de drenaje pluvial de la ciudad. Del drenaje pluvial, estas aguas fluyen –sin tratamiento alguno– a afluentes o ríos tributarios y a las cuencas.

2.3.2 Características de las aguas negras

Existen características físicas como:

- Sólidos totales
- Temperatura
- Color
- Olor

Las características químicas son:

- Materia orgánica
- Medida del contenido orgánico
- Materia inorgánica
- Gases

2.3.3 Composición de las aguas negras

Las aguas negras consisten de: aguas, sólidos disueltos y sólidos suspendidos en la misma. La cantidad de sólidos generalmente es muy pequeña, casi siempre menos de 0.1 % en peso, pero es la fracción que presenta el mayor problema para su tratamiento y disposición adecuados. El agua (99.9%), provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de los sólidos.

Los sólidos de las aguas negras pueden clasificarse en dos grupos generales según su composición o su condición física. Se tiene así, sólidos orgánicos e inorgánicos, los cuales a su vez pueden estar suspendidos o disueltos.

Materia orgánica

La materia orgánica procede de todos los alimentos de origen animal, vegetal y de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de los compuestos orgánicos. Éstos están formados por una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes tales como azufre, fósforo y hierro pueden encontrarse presentes.

Los principales grupos de sustancias orgánicas halladas en el agua residual son: proteínas, carbohidratos, grasas y aceites. En pequeñas cantidades, agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas (provenientes de la agricultura).

Materia inorgánica

- pH
- Alcalinidad: presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos (calcio, sodio, potasio, amoníaco).
- Nitrógeno y fósforo: esenciales para el crecimiento de protistas y plantas.
- Gases: nitrógenos, oxígeno, anhídridos carbónicos, sulfuro de hidrógeno, amoníacos, metanos procedentes de la descomposición

de la materia orgánica.

- Oxígeno disuelto: es necesario para la respiración de los microorganismos, aerobios, así como anaerobios.

Gases disueltos

Las aguas negras contienen pequeñas y variables concentraciones de gases disueltos. Entre los gases más importantes está el oxígeno, presente en el agua original del abastecimiento y disuelto también al ponerse en contacto con el aire. Este oxígeno, que familiarmente se conoce como oxígeno disuelto, es un componente sumamente importante de las aguas negras.

Además del oxígeno disuelto, las aguas negras pueden contener otros gases, como el bióxido de carbono, que resulta de la descomposición de la materia orgánica; el nitrógeno disuelto de la atmósfera; el ácido sulfhídrico que se forma por la descomposición de los compuestos orgánicos y ciertos compuestos inorgánicos del azufre.

Líquidos volátiles

Las aguas negras pueden contener líquidos volátiles. Por lo general se trata de líquidos que hierven a menos de 100 grados centígrados, como, por ejemplo, la gasolina.

2.3.4 Medida del contenido orgánico

Los métodos de laboratorio más usados para medir la cantidad de materia orgánica de las aguas residuales son:

Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO): es el parámetro de la polución orgánica más utilizado. Se utiliza para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica.

Demanda química de Oxigeno (DQO): valora la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica e inorgánica presente en una muestra de agua a través de reacciones y determinaciones químicas.

Carbono orgánico total (COT)**:** mide también la materia orgánica presente en el agua. Valora el carbono orgánico presente**.**

Demanda total de oxígeno (DTO) Nitrógeno total (NT): La demanda de Nitrógeno, valora el oxígeno necesario para oxidar todos los nitrógenos presentes en la muestra.

2.3.5 Características microbiológicas

Muchas formas de vida microbiana pueden existir en agua en tanto se satisfagan las necesidades físicas y nutricionales apropiadas para su crecimiento. Las bacterias aerobias y los protozoarios necesitan oxígeno disuelto para crecer. El nitrógeno y el fósforo, así como la luz, son indispensables para las algas. El número y tipo de microorganismos presentes constituyen un indicio de la calidad del agua.

Estos microorganismos constituyen la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en estas aguas y su presencia es de suma importancia porque son uno de los motivos para su tratamiento. Paradójicamente son igualmente esenciales en el funcionamiento adecuado de los métodos usuales de tratamiento de aguas negras. De hecho, los organismos biológicos son los que en realidad llevan a cabo el proceso de tratamiento.

Estos organismos microscópicos vivos, como ya se dijo anteriormente, pertenecen a dos tipos generales: bacterias y otros organismos vivos más complejos.

Las bacterias son organismos vivos, de tamaño microscópico, que constan de una sola célula y su proceso vital, así como sus funciones, son similares a los de los vegetales. Algunas son móviles y otras inmóviles. Las bacterias requieren alimentos, oxígeno y agua. Sólo pueden existir cuando en medio ambiente provee a estas necesidades. Como resultado de sus procesos vitales, las bacterias dan origen, a su vez a productos de desecho.

Todas las bacterias, parásitas o saprofitas, necesitan oxígeno para su respiración, además de alimento. Se conocen las bacterias aerobias, que sólo pueden usar el oxígeno disuelto, esto se conoce como oxidación o degradación. Generalmente en este tipo de proceso no se producen olores ofensivos ni desagradables. Las bacterias anaerobias no pueden existir en presencia de oxígeno disuelto, el proceso que llevan a cabo se conoce como descomposición anaerobia o putrefacción. Estos procesos dan origen a olores ofensivos y muy desagradables. Sin embargo, existen bacterias que aprenden a vivir en ambas condiciones de oxígeno, a las cuales se les conoce como bacterias facultativas.

También existen en las aguas negras otros organismos microscópicos que son de mayor tamaño y de estructuras más complejas que las bacterias, tienden a ser sus depredadores. Asimismo, existen organismos macroscópicos muchos más grandes y más complejos que toman parte en la descomposición de la materia orgánica. En éstos se incluyen algunas variedades de gusanos e insectos en diversos estados de desarrollo.

Virus: estos son todavía más pequeños que cualquiera de los otros organismos microscópicos, y demasiado pequeños para ser observados al microscopio ordinario que se usa en los trabajos de bacteriología. No tienen un papel importante en el proceso de tratamiento de las aguas negras, su importancia estriba en que, como las bacterias patógenas, son los agentes causales de cierto número de enfermedades en el hombre, por ejemplo, como el virus de la hepatitis.

Organismos Indicadores.

La detección de agentes patógenos en el agua es difícil, económicamente costosa y poco práctica en los análisis rutinarios del agua. En su lugar, ésta se valora empleando un sustituto, que actúa como un indicador de contaminación fecal. Puesto que los organismos no patógenos también habitan en gran número en el intestino y están siempre presentes en las heces, junto con los agentes patógenos que pudiera haber, pueden servir como indicadores de contaminación fecal.

Las principales características de un buen organismo indicador son (1) su ausencia implica la inexistencia de patógenos entéricos; (2) la densidad de los organismos indicadores está relacionada con probabilidad de la presencia de patógenos; y (3) en el medio los organismos indicadores sobreviven un poco más que los patógenos. Es evidente que no existe un organismo ideal indicador de esta naturaleza. Sin embargo, la presencia de coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos fecales y clostridium perfringens, se considera como indicio de contaminación por heces, y por muchos años se ha empleado para valorar la calidad del agua.

De los organismos indicadores, las bacterias coliformes totales son las que se usan con mayor frecuencia. Este grupo incluye por definición “todas las bacterias aerobias y anaerobias, facultativas, gramnegativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón que fermentan lactosa con formación de gases antes de 48 horas a 35ºC”. El grupo de coliformes se compone de Escherichia coli, enterobacter aerogenes, citrobacter fruendii y bacterias afines.

Escherichia coli, es el tipo de coliforme más frecuente y predominante en el intestino humano. En los países tropicales, E. Coli no es la coliforme intestinal predominante, así que en este caso la prueba de coliformes totales más que la de fecales, es la medida más útil de la contaminación.

El recuento de indicadores bacterianos se lleva a cabo por medio de dos métodos

alternativos: la técnica de fermentación en tubos múltiples, también llamada procedimiento del número más probable o NMP, y el método de la membrana filtrante o método MF.

2.4 Parámetros de calidad permisibles

La calidad de las aguas negras que se descarguen al alcantarillado sanitario, así como el efluente proveniente de las mismas a los cuerpos receptores no deberá sobrepasar los valores límites que se señalan a continuación:

Tabla 4 Parámetros de calidad de las aguas negras

Parámetro	Valor Límite de descarga al Alcantarillado (mg/lt)	Valor Límite de descarga al Cuerpo receptor
Sólidos		
Totales	500	
Volátiles	350	
Fijo	150	
Suspendidos	300	30 mg/lt máx
Volátiles	250	
Fijo	50	
Disueltos	200	
Volátiles	100	
Fijo	100	
Sedimentables	8	
DBO a 5 días y 20°	200	30 mg/lt máx
Oxígeno consumido	75	
Nitrógeno		
Total	50	
Orgánico	20	
Amoníaco	30	
Nitritos ($N0_2$)	0.05	
Nitratos ($N0_3$)	0.02	
Cloruros	100	
Alcalinidad (como $CaCO_3$)	100	
Grasas	20	
Temperatura	27°C	
pH (unidades)	6.5-7.5	
Coliformes Fecales	------	200mg/100ml máx

Fuente: INAA. (s.f., p. 27). Recuperado de Guías Técnicas para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

En general, se requerirá un tratamiento correctivo a las aguas residuales previo a su descarga a la red pública de alcantarillado sanitario, cuando la calidad del flujo puede causar:

- Alteración de la capacidad hidráulica de las tuberías.
- Fuego o explosión en las tuberías o en cualquier parte de las instalaciones sanitarias
- Corrosión de las tuberías o daños a las junturas.
- Inhibición parcial o total de los procesos de tratamiento.

De conformidad a lo anterior, queda estrictamente prohibido descargar a la tubería:

- Aguas provenientes de drenajes superficiales (aguas de lluvias provenientes de techos y patios), subsuperficiales y subterráneos.

- Sólidos o substancias viscosas capaces de obstruir el flujo en las tuberías o causar cualquier interferencia a la adecuada operación del sistema, tales como: arena, cenizas, vidrios, aserrín, lodo, metales, hilazas, plumas, palos, aceites, plásticos, madera, basura, etc.

- Gasolina, benceno, aceite combustible o cualquier líquido o gas inflamable o explosivo.

Los desarrollos, comerciales y públicos, como: mataderos, hoteles, restaurantes, etc.; clínicas, dispensarios médicos y hospitales, que descarguen substancias que puedan resultar perjudiciales a las instalaciones sanitarias y al personal de servicio. Sin embargo, si ello ocurre, deberán presentar anualmente a la División de Operación y Mantenimiento, muestras químicas del efluente realizadas por un laboratorio competente, a fin de regular la calidad de las aguas servidas.

2.5 Medición de caudales

Para realizar mediciones directas en corrientes superficiales se utiliza cualquiera de los métodos citados a continuación que se ajuste a las características de la corriente:

1. Medidor Parshall
2. Vertederos
3. Velocidad superficial
4. Correntómetros
5. Estaciones de aforo
6. Trazadores químicos

Para conocer el caudal que se pasa a las Lagunas de Estabilización se hará uso de los medidores conocidos con el nombre de Canaletas Parshall.

Este dispositivo permite la medición de caudales principalmente en canales. Es un sistema muy práctico debido a su sencillez de construcción y operación, ya que se trata de un elemento de proporciones estandarizadas; con una o dos lecturas es posible obtener el caudal. Por otra parte, debido a su diseño, no es posible la acumulación de sedimentos en ningún punto del medidor que puedan obstaculizar o alterar las mediciones, lo cual lo hace ideal para el caso de aguas con mucho material sedimentable.

Existe una gran variedad de materiales de construcción del medidor Parshall, como concreto, mampostería, acrílico y materiales sintéticos. En este caso se hará de concreto. Este medidor consiste en una reducción gradual de la sección hasta llegar a la garganta, en donde se debe desarrollar un flujo crítico; posteriormente hay una ampliación gradual hasta llegar al ancho original del canal.

La selección del medidor más adecuado se hace teniendo en cuenta el caudal y el ancho del canal. Es recomendable en general tomar el ancho de la garganta como

1/3 a ½ del ancho del canal. El intervalo de medición de caudales para cada canaleta es el siguiente:

Tabla 5 Intervalo de Medición de Caudales

Ancho de la garganta		Q (lps)	
Sistema inglés	Centímetros	Mínimo	Máximo
3”	7.6	0.85	53.8
6”	15.2	1.52	110.4
9”	22.9	2.55	251.9
1’	30.5	3.11	455.6
1 ½’	45.7	4.25	696.2
2’	61.0	11.89	936.7
4’	122.0	36.79	1921.5
6’	183.0	74.40	29290

Fuente: Apuntes de Ingeniería sanitaria I, María Elena Baldizón

2.6 Elementos del Diseño de Estaciones de Bombeo[2]

Cuando por condiciones topográficas un sector determinado de la red de aguas servidas no puede ser drenado por gravedad hacia el sistema de tratamiento, es necesario utilizar una estación de Bombeo.

En el presente trabajo se contemplaron las posibles alternativas para que el sistema funcionara todo por gravedad.

Dispositivos accesorios

Las aguas residuales ordinariamente contienen materias en suspensión como papeles, vidrios, hojas, grasas, latas, trapos y en ocasiones objetos metálicos, por lo cual es muy conveniente acondicionar estos con el objeto de proteger el equipo.

Los accesorios son los siguientes:

[2] Apuntes de Ingeniería Sanitaria I, Ing. María Elena Baldizón.

- Rejillas
- Trituradores
- Desarenadores
- Válvulas supresoras del golpe de ariete
- Válvulas de retención o válvula de check.
- Equipos: Bomba y motores

En los sistemas de aguas negras se utilizan principalmente bombas centrífugas:
Bombas Sumergibles: cuando el acoplamiento entre el motor y la bomba permite la sumersión de ambos. Pueden estar sumergidas en el pozo colector (bomba de pozo húmedo), ubicadas en un pozo seco (bomba de pozo seco) o se ubican los impulsores bajo el nivel del agua y la bomba en un pozo adyacente (bomba de pozo húmedo-seco).

Bombas Verticales: tipo húmedo en los que los impulsores son accionados a través de un eje que va hasta el motor ubicado sobre el pozo húmedo.

Bombas Horizontales: albergadas en un pozo seco al lado de un pozo húmedo en el cual la boca de succión está conectada a la bomba a través de tuberías y accesorios que atraviesan la pared.

La selección del equipo de bombeo dependerá del área disponible, las facilidades del personal especializado en mantenimiento y las características del sistema en cuanto al caudal, variación del mismo, eficiencia de los equipos, disponibilidad en la zona de energía, etc.

Pozos colectores

El pozo colector puede ser del tipo húmedo o del tipo que contempla el pozo húmedo y seco.

Cualquiera que sea el tipo considerando la determinación de la capacidad depende del caudal y del período de retención recomendado, ya que este deber ser tal que las condiciones se mantengan aeróbicas en las aguas y no se permita la septización. Se recomienda un tiempo de retención menor de 30 minutos. Así mismo tomando en cuenta las variaciones de caudal y los inconvenientes que resulta de tener equipos de bombeo y arranques frecuentes.

La capacidad de la bomba debe cumplir con la condición de máximo caudal C= Qmáx. El pozo recolector debe diseñarse con cierto volumen V capaz de controlar las variaciones de caudal Q.

Debe disponerse de un abastecimiento de agua a presión de la red pública de agua potable para fines de limpieza. Cada estación de bombeo deberá precederse por una línea de rebose o alivio conectada al alcantarillado pluvial o a cauces vecinos que permita la eventual limpieza del pozo de recepción.

Desagüe:

Deben tomarse las medidas necesarias para desaguar al pozo seco de las aguas procedentes de los escapes y desagües, mediante el uso de una bomba achicadora (sump pump) con tubo de descarga encima del nivel de sobrecarga del pozo de succión. Se puede conectar esta bomba al pozo de succión para que en determinado momento funcione como bomba auxiliar.

Válvulas y ventilación:

En las líneas de succión y de descarga de cada bomba deben instalarse válvulas de compuerta. En cada línea de descarga, entre la bomba y la válvula de compuerta se deberá instalar una válvula de retención. Las estaciones de bombeo deberán tener ventilaciones adecuadas.

Abastecimiento de energía:

La energía deberá provenir por lo menos de 2 fuentes independientes y deberá instalarse equipos de emergencia (“plantas eléctricas”) para producir energía en los casos de fallas del abastecimiento general. En estaciones grandes deberán instalarse dispositivos para la medida de la descarga y del consumo de energía.

Líneas de Conducción de aguas servidas por bombeo

El diseño de una línea de conducción por bombeo es similar al diseño de una línea de conducción de agua potable, ya que ambas trabajan a presión y atienden por lo tanto consideraciones especiales, las cuales están relacionadas con las características de los equipos de bombeo, las variaciones de caudal, las características de las tuberías, sus coeficientes de fricción y velocidades de arrastre de sedimentos.

La tubería debe ser capaz de transportar el gasto máximo esperado para el período de diseño o el caudal máximo de bombeo. La velocidad de arrastre tanto en las alcantarillas como en las líneas de conducción se deben procurar para que no ocurran sedimentaciones de material sólido.

Es recomendable colocar válvulas de aire en los puntos altos de la línea de bombeo, así como los accesorios para eliminar las sobrepresiones (golpe de ariete).

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo del diseño de la red de Alcantarillado Sanitario, se basa principalmente en las guías técnicas para el diseño de alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de aguas residuales de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en los criterios de Hidráulica y en los conocimientos básicos de Ingeniería Sanitaria permitiendo el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

Se recopilo información, referente al estudio demográfico, topografía, nivel socioeconómico, salud, educación de la población, incluyendo también toda la información técnica disponible de la red de abastecimiento existente y realización de análisis, así como las proyecciones futuras de estos aspectos, para este fin se visitó a las instituciones correspondientes como son: Alcaldía Municipal de Niquinohomo y ENACAL.

3.1 Trabajo de campo

Se realizó un reconocimiento del área perimetral del sitio para el levantamiento planimétrico y altimétrico de la zona, que permitirá determinar la ubicación de tuberías, dirección del flujo, pozos de visita, adaptándose al terreno para reducir costos en una futura elaboración del proyecto.

3.1.1 Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico de altimetría y planimetría, aplicando el método de Nivelación el cual consiste en la obtención de las cotas del terreno donde, se realizará el trazo de la red colectora, así como la ubicación de los pozos de visita, también los datos necesarios para realizar el análisis hidráulico y comprobar las elevaciones y profundidades de las tuberías. En esta etapa se dibuja el plano topográfico y perfiles longitudinales en Civil 3D.

Por medio de la topografía se identificaron los sectores hacia dónde el agua por efectos de la gravedad, fluirá, y aquellos que requerirán elevar la carga de agua para su transporte. Esto permite, a su vez, elaborar el trazado de la red de alcantarillado sanitario con su dirección de flujo, para encausar las aguas hacia el punto de acople PVS 31 (véase anexo: planos) que encausa las aguas hacia la Planta de Tratamiento Aguas Residuales Niquinohomo.

3.1.2 Encuesta socio-económica

Se aplico una encuesta socio–económica en la Comarca la Curva del municipio de Niquinohomo, con el objetivo de actualizar datos de la población y conocer las alternativas que ha venido usando la población para suplir sus necesidades.

La información suministro una idea de la condición social en la que se encuentran los habitantes de la comunidad y reflejo las condiciones económicas y culturales de la zona.

Esta labor de levantado de información consistió en la aplicación casa a casa de una encuesta para conocer las necesidades que demanda la población acerca de un sistema de Alcantarillado Sanitario entre otras necesidades. (Ver Anexos C Encuesta Socioeconómica)

Se proceso la encuesta socio-económica para obtener información necesaria para el diseño y proyección de la población para 20 años.

3.1.3 Trazado de la red de Alcantarillado Sanitario

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, fue necesario el conocimiento de principios básicos de hidráulica. cumplir con parámetros regulatorios según las normas vigentes en el país[3], para asegurar su correcto funcionamiento, cumpliendo

[3] -NTON 09 007-19 Diseño de Sistemas de abastecimiento. Agua Potable, - ANA
-Guías Técnicas para el Diseño De Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales- INAA

la condición de auto limpieza limitando la sedimentación de arena y sedimentación sólidos.

Se diseño el trazado de la red del sistema de alcantarillado sanitario en base a la topografía del lugar con el fin de ubicar las colectoras, sub colectoras, y pozos de visitas sanitarios.

Se realizaron cálculos hidráulicos por medio de una hoja de cálculo dinámica del programa Microsoft Excel, donde se verifico que los diámetros, velocidades, pendientes, cumplan con los parámetros estipulados en las normas de diseño para un buen funcionamiento del sistema.

El estudio comprende todo el trabajo referido a la consulta bibliográfica que consiste en investigación, lectura, revisión y elaboración de planos y mapa del sector.

3.1.4 Punto de acople al diseño a la red existente y PTAR Niquinohomo

Se efectuó un aforo de aguas residuales en un pozo de visita ubicado a 547.22 metros, con cota de terreno 450.83 al este de la entrada a la Estación de Bombeo de Aguas Residuales de Niquinohomo (EBAR) con cota de terreno 442.30 m, que se acopla a la PTAR Niquinohomo. Ver imagen de sitio donde se realizó el aforo de aguas residuales y el acople de la red véase en Anexo B.

Teniendo el caudal de Diseño y el caudal de aforo del pozo de acople se compararon con el de Caudal de entrada a la PTAR Niquinohomo, para Determinar si la capacidad de diseño de la PTAR es suficiente para acoplar la red diseñada.

Se realizó una medición de los caudales con apoyo del canal Parshall existente, porque se tiene que tomar en cuenta que en la actualidad la planta está conectada el 26 % de la población, a lo que se tendrá prever si esta funcionara con el 100 % de conexiones.

Se llevó a cabo un aforo de 4 días en el PVS existente donde descargaran las aguas residuales evacuadas por la red diseñada, esto con el fin de determinar la eficiencia de la tubería existente, con el nuevo caudal que será incorporado a ella, para luego transportarlas hasta la planta de tratamiento de la ciudad

3.1.5 Estimación de costos

Se realizaron los costos del proyecto en base al diseño realizado, el take off de materiales y los alcances del proyecto, dándonos como resultado el costo total del proyecto con precios actuales hasta la fecha año 2023.

La estimación de los costos está dividida en costos de la red de distribución, pozos de visita doble y sesillos, excavación de la red de alcantarillado, relleno y compactación, conexiones domiciliares.

3.2 Trabajo de Gabinete

Se proyecta la población utilizando el método geométrico, la información base se obtiene del censo poblacional realizado personalmente. Se calcula la tasa de crecimiento en base a censos oficiales de otras fuentes como alcaldía.

- En base al levantamiento topográfico, se dan las propuestas de trazado de la red de alcantarillado.

- Se diseña la red de alcantarillado sanitaria y emisor a través de hojas de cálculo.

- Se dimensiona y diseña los diferentes componentes del sistema del alcantarillado.

- Se estima los costos y presupuestos del proyecto.

3.3 Diseño y Cálculos

3.3.1 Población de Proyecto

La población de proyecto, también denominada “población futura”, es la cantidad de habitantes que se pretende tengan servicio al terminar el periodo económico de diseño del proyecto del sistema de agua y alcantarillado.

Las proyecciones de la demanda por estos servicios, son un punto clave y crucial en la elaboración del estudio de factibilidad, por lo que merecen una gran atención.

Existen varios métodos por medio de los cuales se puede calcular la población de proyecto, siendo algunos de ellos, Método Gráfico, Geométrico, de Incrementos Diferenciales, Malthus, Crecimiento por Comparación, Ajuste por Mínimos Cuadrados, éstos dos últimos son los más recomendados por la Comisión Nacional del Agua, (CNA), etc.

En el presente trabajo la fórmula para determinar la proyección de población, es mediante el **Método geométrico** cuya ecuación es la siguiente:

$$p_n = p_0(1 + r)^n$$

En donde:
Pn: Población proyectada al año “n” (hab.)
Po: Población inicial (hab.).
r: Tasa de crecimiento (notación decimal)
n: intervalo de tiempo años.

3.3.2 Dotación

Con los datos de las guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y sistemas de tratamiento de aguas residuales del INAA se estableció la dotación de

agua utilizada y los caudales de diseño de aguas residuales para la población de diseño. Según el rango poblacional entre 0-5,000 y de 5000-10,000 habitantes la dotación correspondiente es de 100 lppd, 105 lppd, misma que se utilizó en el diseño.

Tabla 6 Dotaciones de Agua

Rango de población	Dotación L/hab/día
0 - 5,000	100
5,000 - 10,000	105

Fuente: INAA. (s.f., p. 8) tabla 3-2. Recuperado de Guías Técnicas para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

3.3.3 Caudal de diseño

El caudal de diseño es la suma de los caudales máximo horario, caudal de infiltración y otros caudales.

Para la determinación de los caudales se usaron las ecuaciones y parámetros de diseño contempladas en la Guía técnica para diseño de alcantarillado sanitario de INAA.

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

Dónde:

$Qcom$ = Caudal comercial

$Qint$ = Caudal público o institucional

$Qind$ = Caudal industrial

$Qinf$ = Caudal de infiltración

$Qmax$ = Caudal máximo

3.3.4 Caudal comercial

Para la determinación del caudal comercial se calcula con el 7 % de la dotación doméstica.

3.3.5 Caudal público o institucional

Para la determinación del caudal público o institucional se calcula con el 7 % de la dotación doméstica.

3.3.6 Caudal industrial

Para la determinación del caudal industrial se calcula con el 2 % de la dotación doméstica.

3.3.7 Caudal de infiltración

Para tuberías plásticas 2 l/hora/ 100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

3.3.8 Caudal máximo

El caudal máximo de aguas residuales domésticas se determina utilizando el factor de relación de Harmon

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

$$Q_{max} = Q_{prom} + FH$$

$Qmax = Qprom + FH$

$Donde$:

$P = Es\ la\ poblacion\ y\ esta\ dada\ en\ miles$

3.3.9 Caudal medio (Qm)

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{\boldsymbol{m}} = 0.8 * Población\ x\ dotación$$

3.3.10 Caudal mínimo de aguas residuales (Q_{min})

Se calcula con la siguiente formula:

$$Q_{min} = \frac{1}{5} \times Qm$$

3.4 Periodos de diseño

El periodo de diseño económico será 20 años.

3.5 Trazado de la red de alcantarillado sanitario

Siempre se puede trazar una red de alcantarillado siguiendo cualquier modelo de configuración, pero el modelo de trazado que se deberá de escoger será el que sea más económico.

El modelo a escogerse para el trazado de la red de alcantarillado dependerá de la topografía y del sitio de vertido de las aguas negras.

Para seguir cualquier trazado se tome en cuenta las normas de Alcantarillado, para tener una base de los parámetros básicos que se tienen que seguir como: pendientes máximas y mínimas, profundidades y distancias de ubicación a otros servicios.

3.5.1 Hidráulica de las alcantarillas

Los cálculos hidráulicos de las alcantarillas se realizarán en base a la fórmula de Manning por su sencillez y resultados satisfactorios en su aplicación en alcantarillas, colectores, canales de dimensiones grandes y pequeñas.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación de continuidad

$$Q = V * A$$

Dónde:

Q: caudal a tubo lleno en m^3/s

V: velocidad de escurrimiento a tubo lleno en m/s

n: coeficiente de rugosidad del material

R: radio hidráulico

3.5.2 Pendiente longitudinal mínima

Se calcula aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre, según la siguiente ecuación obteniendo dicha información en las guías técnicas de INAA:

$$f = W * R * S$$

Dónde:

f = Tensión de arrastre en Pascales

W = Peso específico del líquido en $N/m3$

R = Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda un valor mínimo de f = 1 Pa.

3.6 Parámetros de diseño

3.6.1 Fórmula y coeficiente de rugosidad

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

Se pueden usar diferentes clases de tuberías, las cuales se seleccionarán de acuerdo a las condiciones en que funcionará el sistema y a los costos de inversión y de Operación y Mantenimiento.

La velocidad máxima de flujo deberá ser de 3 m/s.

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

Tabla 7 Coeficiente de Rugosidad de Manning

Material	Coeficiente	Material	Coeficiente n
Concreto	0.013	Hierro galvanizado(H°G°)	0.014
Polivinilo (PVC)	0.009	Hierro fundido(H°G°)	0.012
Polietileno (PE)	0.009	fibra de vidrio	0.01
Asbesto Cemento (AC)	0.01		

Fuente: INAA. (s.f., p. 13). Recuperado de Guías Técnicas para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

Pendiente longitudinal mínima

La pendiente longitudinal mínima es la que produce una velocidad de auto lavado y se determina haciendo uso de la ecuación de tensión de arrastre:

$F = W R S$

F: Tensión de arrastre en Pa

W: Peso específico del líquido en N/m^3

R: Radio hidráulico a gasto mínimo en m

S: Pendiente mínima en m/m

La fuerza tractiva o tensión de arrastre media que asegura las condiciones adecuadas para el escurrimiento en el colector. El valor mínimo de F = 1 Pascal. Para Q_{min} = 1.5 L/s, la expresión arriba retorna una pendiente mínima = 0.0045 m/m. En la práctica, siempre que es posible, se adopta un valor mínimo de 0.005 para los ramales condominiales y para los tramos de la red básica o principal.

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.

Ángulos entre tuberías.

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

Ubicación de las alcantarillas.

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía.
En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m.

Velocidad máxima

La velocidad máxima permisible será de 3.0 m/s

Velocidad crítica

La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6 \times \sqrt{g \times R_h}$$

Donde:

g: Aceleración de la gravedad (m/s^2)

RH: Radio hidráulico a sección parcial (m/s)

Cuando la velocidad de diseño ($V_{diseño}$) es superior a la velocidad crítica (V_c), se debe adoptar y/D máximo= 0.50, para asegurar la ventilación del tramo.

Pérdidas de carga adicional

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

$$h = {0.25 \times ({V_m}^2)}\Big/{2g}$$

En donde:
h es la pérdida de carga adicional (m).
V_m es la velocidad media del flujo (m/s).
g es la aceleración de la gravedad (m/s_2).

Tirantes

Se consideró un tirante máximo de agua igual al 75% del diámetro

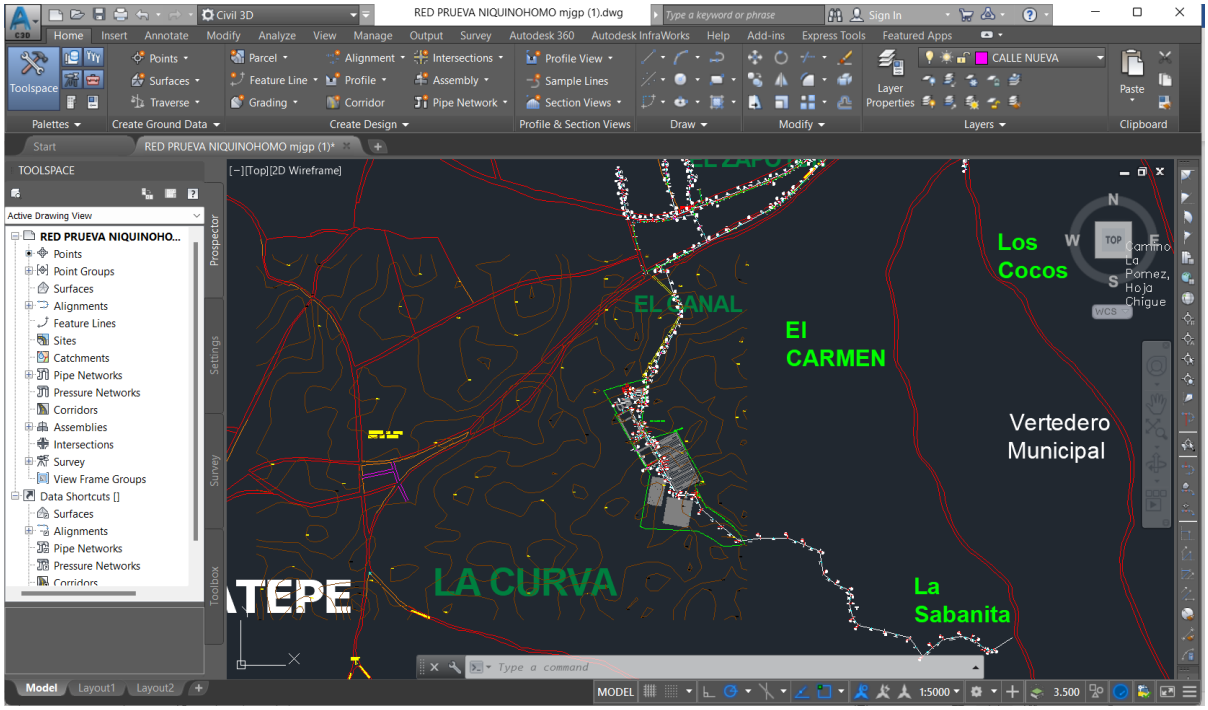
3.7 Calculo hidráulico de la red del sistema de alcantarillado

Se realiza el diseño del sistema de alcantarillado sanitario por medio del uso de hoja de cálculo del programa Microsoft Excel, donde se verifica que los diámetros, velocidades, pendientes, cumplan con los parámetros estipulados en las normas de diseño de INAA, para un buen funcionamiento del sistema.
A la vez se hará uso del software CIVIL 3D, para correr la red de diseño es una aplicación de diseño y modelado del sistema de alcantarillado sanitario fácil de usar.

3.8 Elaboración de planos

Se elaboran los planos del sistema de alcantarillado sanitario, con ayuda del software Civil 3D.

Imagen 1. Planos en Civil 3D



Fuente: Propia

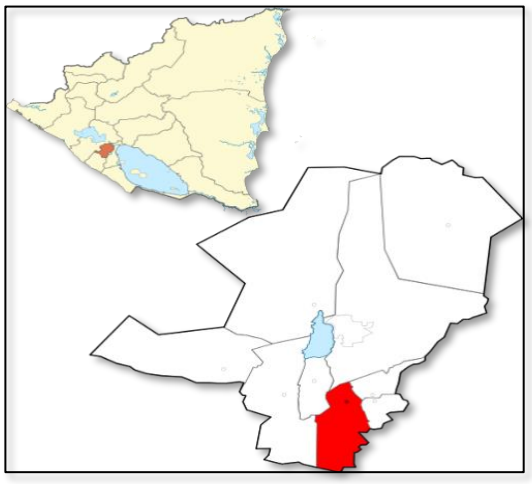
CAPITULO IV: CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 Macro-localización del proyecto

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en municipio de Niquinohomo; Departamento de Masaya en Nicaragua.

En las Figuras 1 y 2 se muestran la macro y micro localización del municipio de estudio, respectivamente.

Figura 1: Macro localización



Fuente: propia

4.2 Micro localización del proyecto

Figura 2: Micro localización

Fuente: Propia

4.3 Descripción del área del proyecto

Niquinohomo es un municipio del departamento de Masaya en la República de Nicaragua. Niquinohomo es «Patrimonio Histórico de la Nación» desde 23 de agosto de 2002. Junto a los municipios de Catarina, Masatepe, Nandasmo, San Juan de Oriente, Diría y Diriomo conforma la Ruta de la Meseta de los Pueblos. Las localidades están asentadas en terrenos relativamente altos con altura comprendidas entre los 440 a los 520 msnm.

4.3.1 Localización geográfica, topográfica

Niquinohomo ocupa el sector Sur del departamento de Masaya y está situado en la Meseta de los Pueblos a 40 kilómetros de Managua y 5 kilómetros de la ciudad de Masaya. Su posición geográfica es;

- Altitud: 468 m s. n. m.
- Superficie: 31.69 km²
- Latitud: 11° 54′ 0″ N
- Longitud: 86° 6′ 0″ O.

Sus límites geográficos son:

- Norte: Con los municipios de Masaya y Nandasmo.
- Sur: Con el municipio de La paz de Oriente y El Rosario, Carazo
- Este: Con los municipios de Catarina, San Juan de Oriente y Diría
- Oeste: Con el municipio de Masatepe.

4.3.2 Hidrología

No existe ningún accidente geográfico ni hidrológico de importancia que podamos resaltar, sin embargo, el relieve presenta terrenos ligeramente ondulados y llanos con algunas depresiones, donde se observan los cauces de las corrientes de agua que fluyen durante el invierno.

4.3.3 Población

Niquinohomo tiene una población actual de 16 635 habitantes. De la población total, el 49.6% son hombres y el 50.4% son mujeres. Casi el 51.4% de la población vive en la zona urbana.

4.3.4 Clima

La posición geográfica proporciona a Niquinohomo un clima tropical de sabana con una temperatura que oscila entre los 25 a 27 °C durante todo el año.

4.3.5 Localidades

El municipio cuenta con 11 comarcas y 4 barrios junto con el casco urbano.

El municipio se divide en 4 barrios junto con el casco urbano son: María Auxiliadora, Tierra Blanca, Las Mercedes y El Guapinol.

El municipio está conformado por 11 comarcas son: El Zapatón, El Corozo, Los Huérfanos, Las Crucitas, Santa Rita, El Portillo, Justo Romero, **La Curva**, Hoja Chigüé 1, Hoja Chigüé 2 y Los Pocitos.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Resultados del Levantamiento Topográfico

Con el levantamiento topográfico de 2,616.76 mts de trazos y nivelación , se pudo trazar la red de alcantarillado, tomando en cuenta las pendientes del terreno de tal manera que el sistema funcionara por gravedad, el sistema no cuenta con sistema de bombeo, evitando de esta manera costos de inversión adicionales, las alcantarillas están sometidas a pendientes que permitan la libre circulación de las aguas sanitarias, donde la red cuenta con dos diferentes diámetros de tubería (150 mm y 200 mm), por colectores principales y subcolectores, que drenaran en su mayoría de oeste-este. Véase anexo x. plano Topográfico.

Con el levantamiento topográfico se dibujaron los planos topográficos y de diseño utilizando el programa de automatización de dibujo AutoCAD Civil 3D. Este plano permitió efectuar un trazado de la red para su punto de acople que se conecta a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Niquinohomo.

5.2 Análisis Socio Económico de la Comarca La Curva

Para fines del cumplimiento de los objetivos del proyecto, se llevó a cabo, de manera independiente, la realización de una encuesta socio–económica en la Comarca La Curva del municipio de Niquinohomo, para actualizar datos de población y conocer las necesidades que demanda la población acerca de un sistema de Alcantarillado Sanitario entre otras necesidades.

A Continuación, se describe la información que se obtuvo del procesamiento de datos de las encuestas realizadas en un periodo de 7 días en la comarca la Curva, (Véase anexo C Encuesta Socio-económica)

En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la comarca la Curva es permanente (53.9%), seguido por los trabajadores por cuenta propia (31.3%), los

trabajadores registrados como patrones (7.6%), los no remunerados (5.5%), los trabajadores temporales (1.7%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios.

Tabla 8 Tipo de empleo

Tipo de empleo	%
Permanente	53.9
Cuenta propia	31.3
Patrones	7.6
No remunerados	5.5
Temporales	1.7

Fuente: propia

Figura n°3 Tipo de empleo en la zona

Fuente: propia

El 76.7 por ciento de las viviendas son de uso exclusivo domiciliar y el 23.3 por ciento son para ambos usos: residencial y para actividades económicas.

Tabla 9 Tipo de Vivienda

Tipo de vivienda	%
Domiciliar	76.7
Uso económico	23.3

Fuente: Propia

Figura n°4: Tipo de vivienda

Fuente: Propia

La actividad que genera mayor empleo es la fabricación de prendas de vestir, seguida por las actividades de venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco, actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas, fabricación de muebles y actividades de asociaciones empresariales y de empleadores.

5.2.1 Población y Vivienda

Las fuentes de información con respecto a la población actual en la Ciudad de Niquinohomo son diversas, y los datos coinciden en las siguientes fuentes consultadas:

Los informes del INIDE 4 relativos a Censos y Proyecciones de Población.

- La información proporcionada por el departamento de Estadísticas de ENACAL.
- Luego de analizar la información disponible y valorar la consistencia y correspondencia de los datos obtenidos, se determinó una población del municipio para el año 2020 de 16,635 habitantes según el informe de INIDE y ENACAL. Con una tasa de crecimiento poblacional del 1.2% según el INIDE.

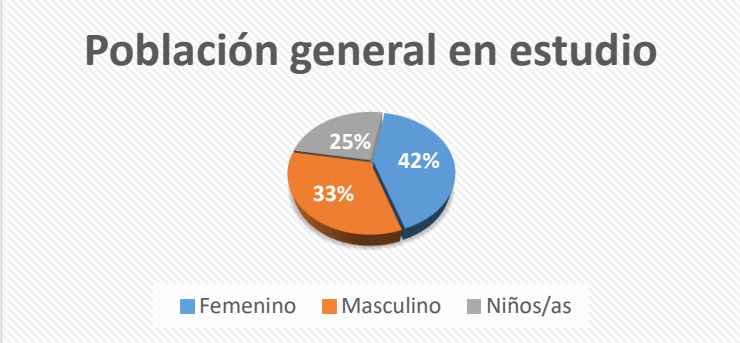
Las siguientes tablas representan a la comunidad

Tabla 10 Estudio de Población y Vivienda

	Población y viviendas						
	Niños	Adultos	Total	N° Viviendas	Hab./ Viv.	N° Familias	Hab. / Fam.
	925	2775	3700	530	7.00	650	6
Descripción			Cantidad			%	
Femeninas			1554			42%	
Masculinos			1221			33%	
Niños/as			925			25%	
Total			**3700**			100%	

Fuente: Propia

Figura n°5: Población General de Estudio.



Fuente: Propia

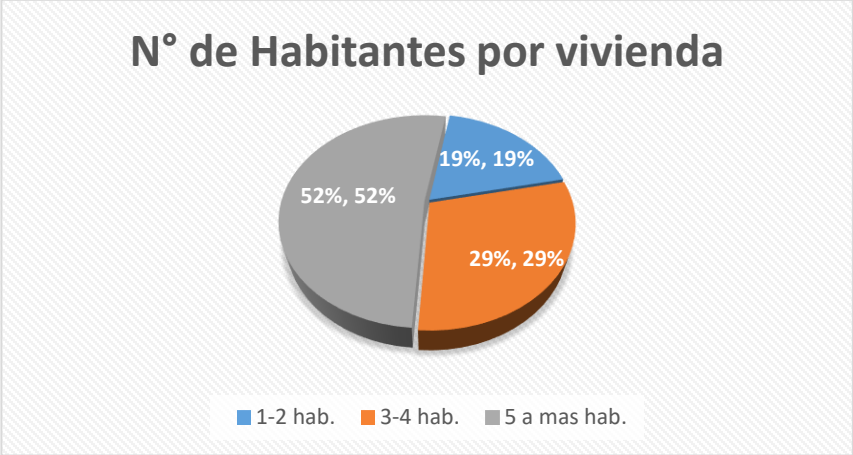
[4] Instituto Nacional de Información de Desarrollo

Tabla 11 Número de Habitantes por Vivienda.

N° de habitantes por vivienda	1-2 hab	3-4 hab	5 a más hab	Total
N° de Viviendas	100	156	274	530
%	19%	29%	52%	100%

Fuente: Propia

Figura n°6: Número de Habitantes por Vivienda



Fuente: Propia

5.2.2 Actividades Económicas

La economía de Niquinohomo está basada principalmente en el sector primario. Las actividades principales son la agricultura y la ganadería. La actividad agrícola se centra en la producción de granos básicos, café, cítricos y floricultura. Hay 19 explotaciones cooperativas.

En cuanto a la ganadería hay una cabaña de unas 1550 cabezas de ganado que se dedican a la producción de carne, leche y productos lácteos que se comercializan en la comarca.

La industria, centrada fundamentalmente en la artesanía, es la segunda actividad económica de Niquinohomo. Los pequeños talleres artesanales trabajan diferentes oficios como madera, muebles, tapicerías, cuero, alfarería y torno.

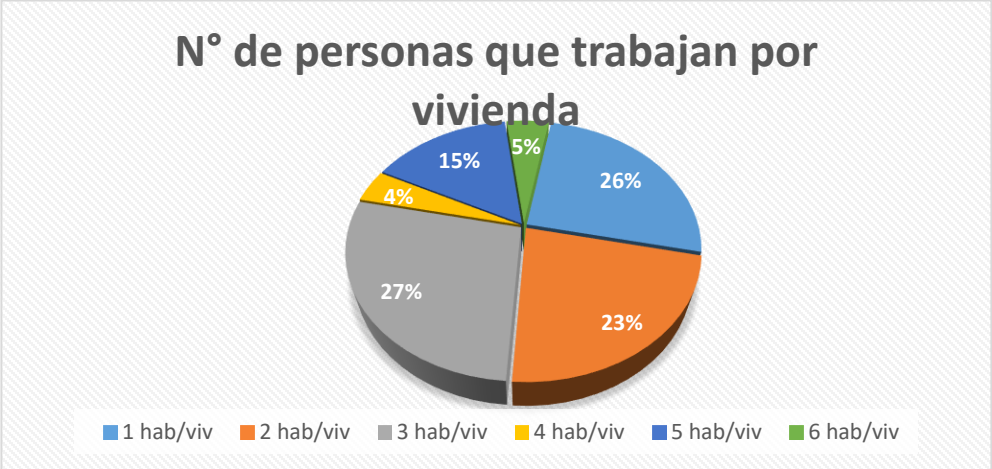
El sector de los servicios se compone del comercio (pulperías, panaderías, tabernas, sastrerías) que complementan al cercano centro de Masaya. Hay que tener en cuenta que las ciudades de Granada y Managua no quedan muy alejadas.

Tabla 12 Número de Personas que trabajan por vivienda

N° de personas que trabajan por viviendas	1	2	3	4	5	6	Total
Número de Viviendas	136	120	145	22	82	25	**530**
Porcentaje total	26%	23%	27%	4%	15%	5%	**100%**

Fuente: Propia

Figura n°7: Trabajadores por Vivienda



Fuente: Propia

5.2.3 Servicios Básicos

Los servicios públicos con que se cuentan son energía eléctrica, agua potable, telefonía convencional, televisión por cable e Internet por cable en el área central de

la zona urbana. Algunas zonas de la ciudad de Niquinohomo cuentan con alcantarillado público. Las zonas rurales en su mayoría cuentan con energía eléctrica, agua potable y telefonía celular.
Los servicios médicos están provistos por el gobierno nacional a través del Centro de Salud Municipal. Otros son regidos por el instituto de seguridad social a través de las clínicas provisionales.

Existen diversos centros de estudio distribuidos en el casco urbano atendiendo las áreas de primaria, secundaria y algunas carreras técnicas. En el área rural existe la atención para escuelas primarias.

La recolección de desechos sólidos se lleva a cabo una vez por semana en el casco urbano y por el cual la población aporta con pago de impuesto.

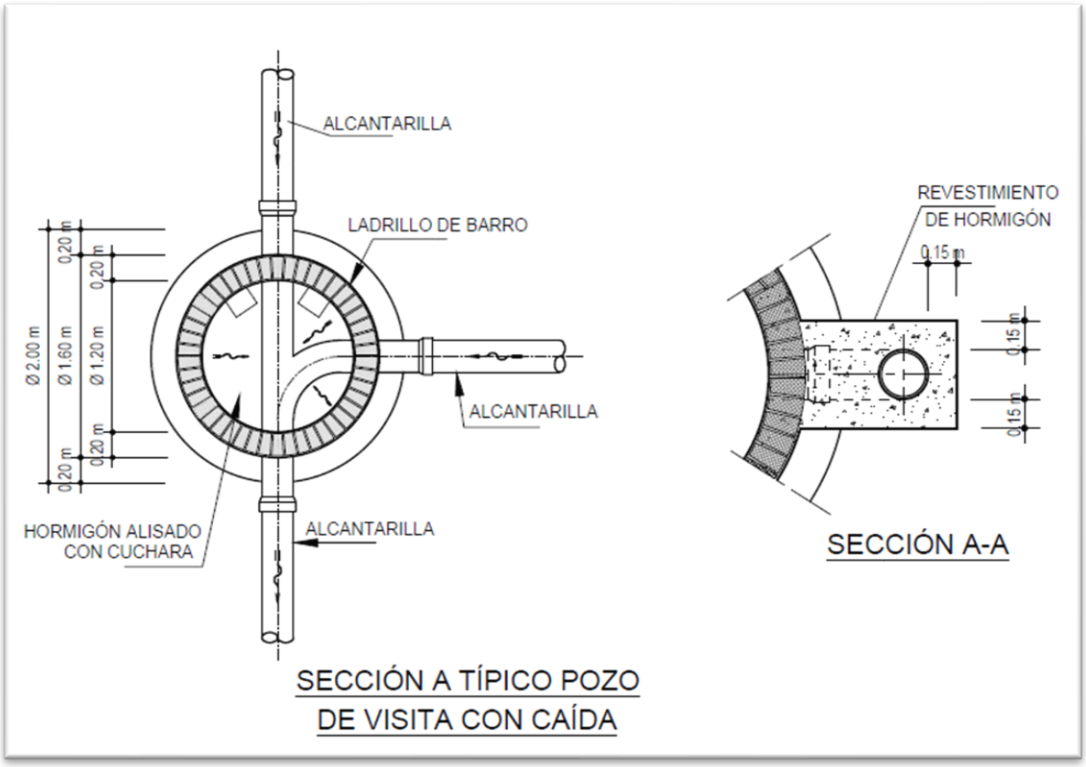
Existen algunas entidades bancarias que prestan diversos servicios financieros a la población.

5.3 Obras a realizarse en el proyecto:

Se propone la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario mixto el cual considera ramales del tipo condominal y ramales del tipo convencional que corresponden a la red básica, en ambos ramales se ha considerado utilizar tubería P.V.C corrugada, SDR 41 fabricadas bajo la norma F-949 en diámetros de 150 mm, a 200 mm.

Se pretende realizar la instalación de 2,617 metros de tubería, que contará con 47 pozos de visita que abastecerán a 530 viviendas de los cuales 5 PVS pared simple, 1 PVS cabecero pared doble, 11 PVS de pared simple, 20 PVS pared doble y con caída, 3 PVS Pared simple y caída, cada casa contara con una conexión domiciliar, este proyecto se realizó siguiendo el mismo tipo de diseño que el del proyecto de los Pueblos Blancos. Véase imagen 2.

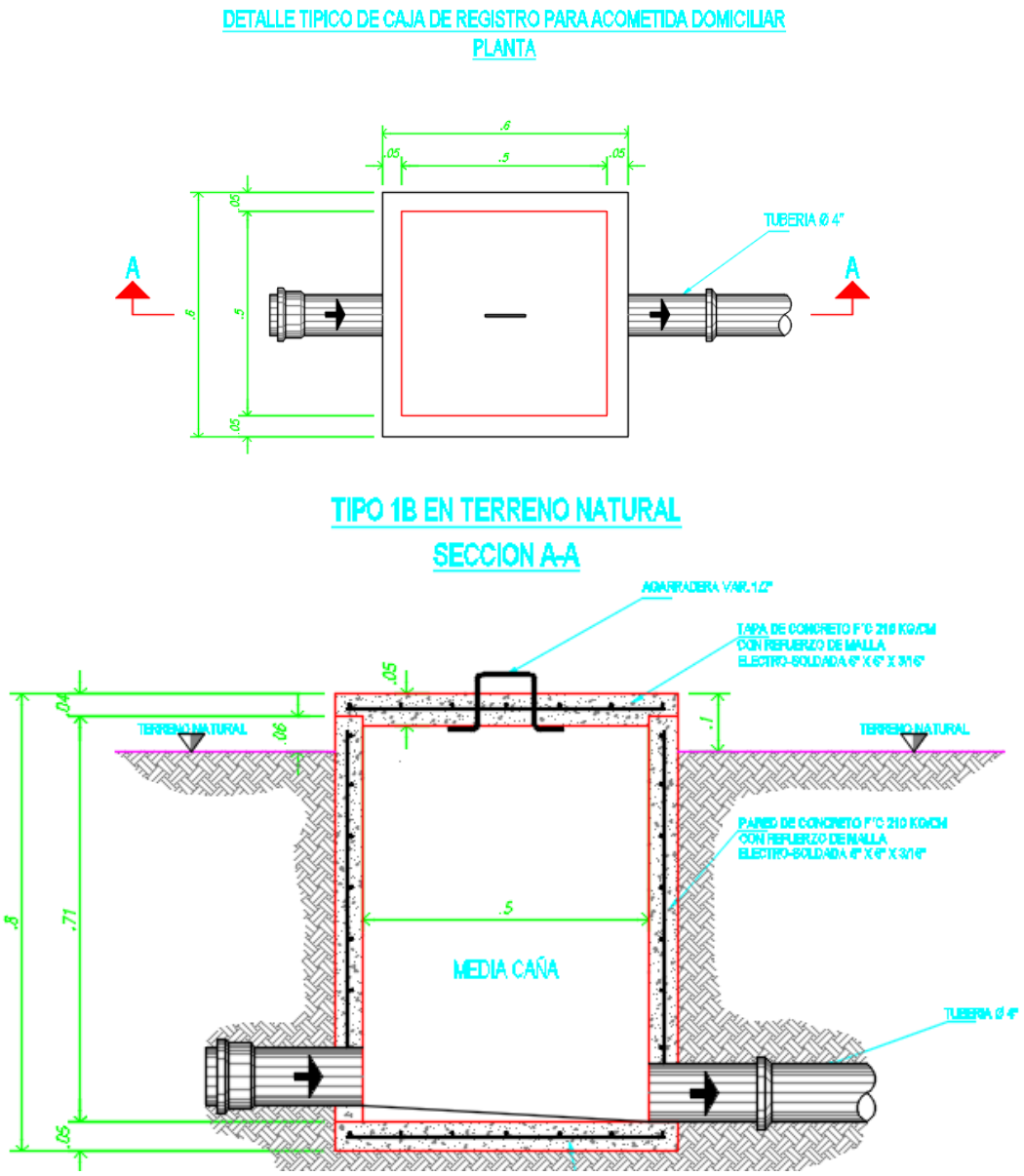
Imagen 2. Sección típica de pozo de visita con caída



Fuente: ENACAL, planos Niquinohomo.

Las acometidas domiciliares: dentro de los componentes de las acometidas domiciliares se ha considerado la construcción de una caja de inspección en cada una de ellas, esta caja de registro servirá a su vez para la operación y mantenimiento en los ramales condominales, véase imagen 3.

Imagen 3. Detalle de acometidas domiciliares



Fuente: ENACAL, Planos PTAR Niquinohomo

Este diseño será conectado a la red de alcantarillado existente, partiendo del pozo de visita de la entrada a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Niquinohomo (PTAR Niquinohomo).

De esta forma, las características altimétricas y el trazado de la red de alcantarillado sanitario facilitaron la selección del PVS de la red de alcantarillado sanitario existente

que funcionará como colector del sistema de alcantarillado propuesto para la comarca La Curva; en este PVS se efectuó un aforo de aguas residuales, cuyos resultados fueron proporcionados por ENACAL, e incluyen datos generales sobre el diámetro de la alcantarilla de salida del pozo de visita sanitario, la pendiente y la medición del tirante de aguas residuales; así como la determinación de los caudales máximo y mínimo que este transporta, y su relación de calado[5] (y/D) (véase tabla 24, página 90).

La PTAR-Niquinohomo, fue construida de forma modular, en fases que vayan satisfaciendo las necesidades de una población creciente.

El proceso de tratamiento existente cuenta con los siguientes elementos[6]:

- Pretratamiento (Vertedero, Canal de aproximación Rejillas manuales (gruesa y fina), Desarenador, medidor Parshall. Diseñado para un caudal de **95.2 l/s** que es el que corresponde al caudal de diseño de la red de alcantarillado sanitario de las localidades Catarina, Niquinohomo y San Juan de Oriente (Pueblos Blancos).
- Sistema de lagunas anaerobias (remoción principal de materia orgánica y digestión de lodos). Diseñadas para un caudal de diseño de **47.73 l/s.**
- Sistema de lagunas facultativas y de maduración (remoción de coliformes fecales). Diseñadas para un caudal de diseño de **47.73 l/s.**
- Lechos de Secado de lodos.
- Descarga.

Con ayuda del Técnico operario de PTAR-Niquinohomo y con autorización de ENACAL, se logró realizar la descarga y medir el caudal que entra actualmente a la PTAR-Niquinohomo que corresponde a un **30%**. Lo que corresponde a **34.90 LPS**

[5] Calado: dimensionamiento con llenado parcial, se establece la **relación** entre el caudal circulante llenado parcial y el caudal a sección llena.

[6] Especificaciones Técnicas - Construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de las localidades de Catarina, Niquinohomo y San Juan de Oriente (Pueblos Blancos) – Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL)

Ver imagen 4 y 5.

Imagen 4 y 5. Descarga de planta para verificar caudal.

Fuente: Propia

Imagen 6. Descarga en canal Parshall para medición de Caudal.

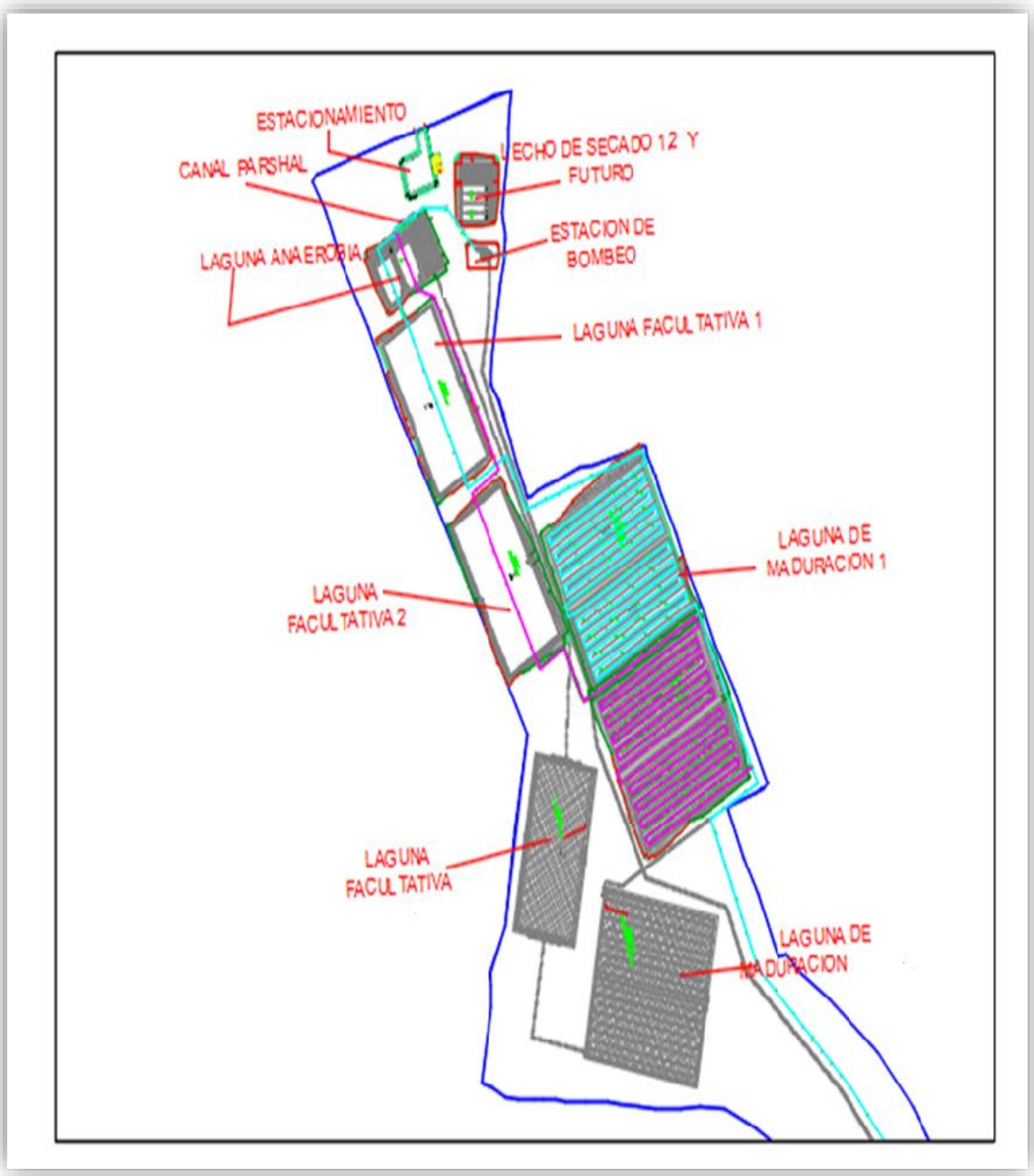
Fuente. Propia

Imagen 7. Cárcamo de Bombeo

Fuente: Propia

Figura 8 Esquema de PTAR Niquinohomo.

Fuente: Propia



5.4 Estudio poblacional y consumo

Criterios de diseño:

Población base

La población base a utilizar fue estimada por medio de una encuesta-socioeconómica aplicada casa a casa que tendrán conexión al sistema de alcantarillado en la comarca La Curva, para el año (2022-2043).

La población base utilizada fue la que se obtuvo de la encuesta-socioeconómica aplicada en la comarca La Curva, para el año (2022-2043)

La población base o inicial corresponde a la determinada a través del estudio socioeconómico en el área de estudio, durante la fase de levantamiento de información primaria.

Índice poblacional

El índice poblacional, se obtuvo como el promedio del total de población censada entre el total de lotes censados. Obteniendo un resultado de 6.98 hab/viv, para el diseño de la red se utilizará el valor de 6 hab/viv, el cual es el recomendado por ENACAL con el cual se obtendrá una mejor aproximación de la población, siendo este mayor que el índice de 5.20 hab/viv, reflejado en censo 2005[7] para la población del país.

Método de proyección geométrica

Para determinar las tasas anuales de crecimiento se analizó el historial de datos del INIDE del municipio Niquinohomo, (Ver resultados en tabla x crecimiento poblacional y tasas de crecimiento de la población urbana y rural del departamento de Niquinohomo, según datos censales (2022 y 2043.

[7] *VIII Censo de población y IV de vivienda 2005, Cuadro 8. Total, de viviendas, Viviendas ocupadas, población y promedio de personas por vivienda ocupada, según departamento / región autónoma y municipio, censo 2005. Pág. 33*

Tabla 13. Cálculo de la tasa de crecimiento

Tasa de crecimiento Niquinihomo %	
Año y periodo	
2005-2010	0.6
2010-2015	0.3
2015-2020	0.1
promedio	**0.33**

Fuente: INIDE, instituto nacional de información de desarrollo cuadro *7. proyecciones de población al 30 de junio por sexo, según, año calendario y tasa de crecimiento. periodo 2005 - 2020.* Niquinohomo en Cifras.

La tasa de crecimiento poblacional, por otro lado, fue determinada tomando como base los censos nacionales de población y respetando lo establecido en la Norma del ANA. Esta se encuentra entre los rangos de 2.5% y fue aplicada de forma constante durante el período de diseño.

Población de diseño

Con la tasa de crecimiento anual del 2.5%, la población proyectada para 20 años al año 2043 resultó de 6063 habitantes (tabla 14).

Tomando en consideración el comportamiento histórico del crecimiento urbano del municipio de Niquinohomo se optó por utilizar una tasa del **2.5 %** para todo el período de diseño. (Rango INAA, del 2.5).

Tabla 14. Proyección de población (período 2022-2043)

Proyección de población	
Año	**Proyección de población rg 2.5 %**
2022	3700
2027	4187
2032	4621
2037	5229
2040	5631
2043	6063

Fuente: cálculos realizados por autores

Estimación de la Población:

Población base = 3,700 habitantes

Total, de casas = 530

Índice Poblacional directo = 6 hab/casa según censo.

Taza de crecimiento poblacional= 2.5 %

MEMORIA DE CÁLCULOS

Determinación de la proyección de población, mediante el **Método geométrico** cuya ecuación es la siguiente:

$$p_n = p_0(1+r)^n$$

$$p_n = 3{,}700(1+0.025)^{20} = 6{,}063\ hab$$

Tabla 15 Dato de población

Población actual (habitantes)	3,700.00
Población futura (habitantes)	6,063.00
Dotación (lppd)	105

Fuente: Propia

$$\boldsymbol{CPD} = P_{futura} \times Dotacion$$

$$\boldsymbol{CPD} = 6{,}063\ hab \times 105\ lppd = \frac{636{,}615\ lppd}{86{,}400\ seg} = 7.37\ lp$$

5.4.1 Cálculos para diseño

- Caudal medio de aguas residuales

Es el caudal medio obtenido para realizar el estudio de caudales, calculado como el 80% de retorno del caudal de diseño de agua potable.

$$Q_{medio} = 0.8 \times (CPD)$$
$$Q_{medio} = 0.8 \times (7.37) = 5.89\ lps$$

- Factor de Harmon

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$
$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{6{,}063}{1000}}} = 3.16$$

- Caudal Máximo de Aguas Residuales

Es el caudal máximo calculado atreves de la población total calculada.

$$Q_{max} = FH \times Q_{medio}$$
$$Q_{max} = 3 \times 5.9 = 17.7\ lps$$

- Caudal publico

$$Q_{publico} = 7\%\ Q_{medio}$$
$$Q_{publico} = 7\%\ (5.89) = 0.41\ lps$$

- Caudal comercial

$$Q_{comercial} = 7\%\ Q_{medio}$$
$$Q_{comercial} = 7\%\ (5.89) = 0.41$$

Caudal especial, está conformado por el caudal institucional, comercial y público, los cuales son un 7 % de Qmed

- Caudal de diseño

El caudal de diseño (tramo), es la suma de caudales anteriores por tramo, es decir:

$$Q_d = Q_{máx} + Q_{Público} + Q_{Comercial} + Q_{Infiltración}$$

$$Q_d = 17.7 + 0.41 + 0.41 + 0.0145 = 18.534$$

- Caudal mínimo de aguas residuales

$$Q_{min} = \frac{1}{5} \times Q_{med} = lps$$

$$Q_{min} = \frac{1}{5} \times (7.37) = 1.47\ lps$$

En caso que el caudal mínimo sea menor a 1.5 lps, se toma 1.5 lps

- Caudal de infiltración

Caudal de infiltración, y como el diseño es de tubería de PVC se le asigna un caudal de 2L/hora/100m de tubería por cada 25 mm de diámetro.

$$Q_{inf} = \frac{5000 \times Area_{(Ha)}}{86400_{seg}} = lps$$

$$Q_{inf} = \frac{5000 \times 49.36_{(Ha)}}{86400_{seg}} = 2.85\ lps$$

- Caudal ajustado,

$Q_{ajustado}$ cuando el caudal acumulado es menor de 1.5 lps se debe ajustar el caudal, es decir se pone 1.5 lps ya que este es el caudal mínimo en tuberías para diseñar.

5.5 Ecuaciones para Diseño de Las líneas de Conducción y Distribución de Aguas servidas:

Datos:
n= 0.009
Qd=18.53 lps= 0.00002761 m³/s

Formulas:

Radio Hidráulico a tubo llena:

$$R_H = \frac{\frac{\pi}{4} x\ D^2}{2\ x\ \pi\ x\ r} = \frac{D}{4} \qquad R_H = \frac{\frac{\pi}{4} x\ (0.20)^2}{2\ x\ \pi\ x\ r} = 0.05$$

$$R_H = \frac{\frac{\pi}{4} x\ D^2}{2\ x\ \pi\ x\ r} = \frac{D}{4} \qquad R_H = \frac{\frac{\pi}{4} x\ (0.15)^2}{2\ x\ \pi\ x\ r} = 0.0375$$

Velocidad:

$$V = \frac{1}{n} R_H{}^{\frac{2}{3}}\ S^{\frac{1}{2}} \qquad V = \frac{1}{0.009}(0.05)^{\frac{2}{3}}\ (0.0057)^{\frac{1}{2}} = 1.1385\ m/seg$$

$$V = \frac{1}{n} R_H{}^{\frac{2}{3}}\ S^{\frac{1}{2}} \qquad V = \frac{1}{0.009}(0.0375)^{\frac{2}{3}}\ (0.0079)^{\frac{1}{2}} = 1.1064\ m/seg$$

Caudal:

$$Q = V\ x\ A \qquad Q = 1.1385\ x\ 0.0314159 = 0.0358\ m^3/seg$$

$$Q = V\ x\ A \qquad Q = 1.1064\ x\ 0.017671459 = 0.0196\ m^3/seg$$

Tensión de arrastre en pascales a tubo lleno:

$$\tau = (9810\ Pa) *\ \ R_H\ \ * S \qquad \tau = (9810\ Pa) * 0.0183 * 0.0057 = 1.03$$

Ecuaciones para Diseño de Las líneas de Conducción y Distribución de Aguas servidas al 75% de du diámetro.

TIRANTE DE AGUA 75%

$\frac{Y}{D} = \frac{1}{2}(1 - cos\frac{\theta}{2})$

$\frac{Y}{D} = 0.75$

CAUDAL

Q=$\frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2} * A$

ANGULO INTERNO

$\theta = 2\cos^{-1}(1 - \frac{2Y}{D})$

$= 2\cos^{-1}(1 - 2(0.75) = \quad 4.1887rad = (\frac{4}{3}\pi)$

AREA DE LA TUBERIA PARCIALMENTE LLENA

A=$\frac{(0.2)^2}{8}(4.1887 - \sin 4.1887)$

A=0.02527m^2

A=0.01421628834 → tubo 150mm

RADIO HIDRAULICO

Rh=$\frac{A}{P}$ = Rh=$\frac{D}{4}(\frac{\theta \sin\theta}{\theta})$

PERIMETRO

P=$\frac{\theta D}{2}$

Tabla 16 Detalles de longitudes de tuberías

SECCIONES	DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS	LONGITUD DE TRAMOS (m)
COLECTORA PRINCIPAL	200 mm	1586.65
RAMAL 1	150 m	339.71
RAMAL 2	200 mm	318.74
RAMAL 3	200 mm	172.81
RAMAL 4	150 mm	111.57
RAMAL 5	150 mm	87.26
		2,616.76

Fuente: Propia

Tabla 17 Detalles de pozos de visita convencionales.

RANGO DE PROFUNDIDAD	CANTIDAD
pozos de visita sencillos	
pozos de visita rango de profundidad 0.00 a 1.50 m	0
pozos de visita rango de profundidad 1.50 a 2.50 m	3
pozos de visita rango de profundidad 2.51 a 3.50 m	19
pozos de visita Doble pared	
pozos de visita rango de profundidad 3.51 a 4.50 m	13
pozos de visita rango de profundidad 4.51 a 5.50 m	11
pozos de visita rango de profundidad 5.51 a 6.50 m	
pozos de visita rango de profundidad 6.51 a 7.50 m	
pozos de visita rango de profundidad 7.51 a 8.50 m	1
	47

Fuente: Propia

5.6 Capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

El sistema de tratamiento para las localidades de Pueblos Blancos ha sido dimensionado para procesar un caudal de diseño de 95.2 lps[8]. El sistema de tratamiento se organiza en tres procesos; pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, finalmente un tratamiento terciario.

El sistema de pretratamiento está compuesto de tamizado fino y grueso, desarenado y medición mediante canaleta Parshall. Como tratamiento primario se proponen lagunas anaerobias. El tratamiento secundario lo conforman módulos de lagunas facultativas y como tratamiento terciario lo conforman módulos de lagunas de maduración. Para la depuración de los lodos se dispuso de un lecho de secado.

Obras de pretratamiento

Caja de concreto reforzado de 3,500 PSI, acero de refuerzo #3 grado 60 @ 0.20m A/D, dimensiones hidráulicas 1.00 m x 1.00 m x 1.00 m: Esta caja recibirá las aguas residuales de la ciudad que han sido transportadas en su tramo final a través de una tubería PVC de 150 mm de diámetro y las conduce hasta el canal de principal de entrada al desarenador. Dicha caja es de concreto reforzado de 3,500 PSI, acero de refuerzo #3 grado 60 @ 0.20 m A/D, dimensiones hidráulicas 1.00mx1.00mx1.00m, espesor de paredes 0.10m, espesor de losa de fondo 0.15m, con vertedero laminar de 0.30 m x 0.40 m espesor 5 mm.

Suministro y construcción de canal principal de entrada en concreto reforzado de 0.6 x 0.6 x 5.7 ml: Este canal recibirá las aguas residuales de la ciudad que han sido transportadas en su tramo final a través de una tubería PVC de 250 mm de diámetro y las conduce hasta el desarenador incorporando a su paso el sistema de

[8] Especificaciones Técnicas - Construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de las localidades de Catarina, Niquinohomo y San Juan de Oriente (Pueblos Blancos) – Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL)

reja gruesa y la rejilla fina, así como vertederos para repartición de flujo hacia etapas de futura extensión del sistema de tratamiento.

Suministro e instalación de rejilla gruesas con bandejas de limpieza (placa para depósito de basura) todo en acero inoxidable AISI 304:

Reja para sólidos gruesos

Las rejas son de barras de acero, con un rastrillo, como mecanismo para limpiar las rejas desde aguas arriba. El material de todos los componentes será acero inoxidable, ASTM A276, Tipo 304.

Mecanismos de Limpieza

El mecanismo de limpieza es capaz de cernir los materiales gruesos del agua residual y transportarlos a un punto por encima del nivel de operación para permitir su descarga. Las rejillas cuentan con sus bisagras que permitirán su desplazamiento.

Las rejas y las bandejas son del tipo abatible mediante bisagras las que están ancladas a los muros del canal con una platina de acero de 6mm de espesor.

Suministro e instalación de rejilla fina con bandejas de limpieza (placa para depósito de basura) todo en acero inoxidable AISI 304 Reja para sólidos finos:

Las rejas son de barras de acero, con un rastrillo, como mecanismo para limpiar las rejas desde aguas arriba. El material de todos los componentes es de acero inoxidable, ASTM A276, Tipo 304.

Las rejillas cuentan con sus bisagras que permiten su desplazamiento. Las rejas y las bandejas son del tipo abatible mediante bisagras las que están ancladas a los muros del canal con una platina de acero de 6 mm de espesor.

Suministro y construcción de desarenador en concreto reforzado de 3,500 PSI L=4.5 ml

Con el fin de evitar que las arenas que trae el agua cruda en especial en época de lluvias se depositen en los componentes del sistema se construyó sobre el mismo alineamiento del Canal Principal, un desarenador.

El desarenador es de concreto reforzado de 3,500 PSI, L=4.50 m, espesor de paredes 0.10 m, dimensiones hidráulicas de canal ancho 0.50 m; alto 0.90 m.

fue construido conforme dimensiones, alineamientos y detalles indicados en planos constructivos, incluye además el curado y acabado fino con arenilla.

El desarenador cuenta con cuatro compuertas en sus extremos y dos compuertas en la cámara de limpieza de arena.

Las compuertas son del tipo deslizante con estructura soporte o marco, vástago, dispositivo de izamiento, y todos los accesorios para el montaje. Las compuertas fueron probadas en fábrica y su material deberá ser de acero inoxidable AISI 304.

Suministro e instalación de canal de concreto de 2.80 m longitud, con Medidor de Flujo Parshall de 150 mm en PRFV.

Para la medición de caudales se instaló una canaleta Parshall cuyo ancho de las gargantas son conforme dimensiones, alineamientos y detalles indicados en planos constructivos. **Véase anexo: planos ENACAL- BID**

El canal es de concreto reforzado de 3,500PSI, longitud 2.80m; incluye el medidor de flujo Parshall en PRFV ancho de garganta 150mm, L=1.80m (acero de refuerzo grado 60 #2 @0.15m A/D, juntas de construcción) y sensor ultrasónico.

Suministro y construcción de canal y caja de distribución de caudal en concreto reforzado (2.0 ml)

Este canal se incorporó posterior al Medidor Parshall y a través de una caja de repartición de caudales se distribuye este hacia las lagunas anaerobias, este canal y caja de distribución fue construido según detalle mostrado en los planos, Los canales deberán disponerse con vertederos de distribución y recolección. Este canal es de concreto reforzado de 3,500 PSI, acero de refuerzo #3 grado 60 @0.15 m A/D en las paredes y @0.20 m A/D en losa de fondo, de medidas hidráulicas 0.60 m x 0.60 m x 2.00 m, espesor de pared 0.10 m, espesor de losa de fondo 0.15 m.

Cuenta con canales en concreto reforzado de 3,500 psi para la distribución de aguas crudas y tratadas hacia las Lagunas Facultativas primaria.

Caja de concreto reforzado de 3,500 PSI, acero de refuerzo #3 grado 60 @ 0.20m A/D, sin tapa dimensiones hidráulicas 0.90 m x 1.30 m x 1.00m, espesor e= 0.10 m y losa de fondo de espesor e= 0.15 m.

Esta caja recibe las aguas residuales del pretratamiento y de esta caja de repartición de caudales se distribuye este hacia las lagunas anaerobias. Dicha caja es de concreto reforzado de 3,500 PSI, acero de refuerzo #3 grado 60 @ 0.20m A/D, dimensiones hidráulicas 0.90 m x 1.30 m x 1.00 m, espesor de paredes 0.10m, espesor de losa de fondo 0.15m, con vertedero laminar de 0.30mx0.40m espesor 5mm.

Laguna Anaerobia y Facultativa (Tratamiento Primario y Tratamiento Secundario)

- Sistema de lagunas anaerobias diseñadas para un caudal de diseño de 47.73 l/s.

- Sistema de lagunas facultativas y de maduración diseñadas para un caudal de diseño de 47.73 l/s

Laguna de Maduración (Tratamiento Terciario)

Pared deflectora, de losetas prefabricadas de 1.91 m de largo x 0.50 m de alto, con columnas prefabricadas de 2.25 m, con viga asísmica y viga corona.

Se construyo en las lagunas de maduración pared deflectora, de losetas prefabricadas de 1.91 m de largo x 0.50 m de alto, con columnas prefabricadas de 2.25m, con viga asísmica y viga corona.

Lechos de Secado de Lodos

Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm^2) para paredes y losa.
Diseñada con concreto estructural para la construcción de columnas y zapatas de concreto reforzado de 4000 psi para soporte de tubería, incluye el concreto estructural del cárcamo de bombeo.

Línea de descarga de agua tratada

Suministro e instalación de tubería PVC SDR 41 diámetro 200 mm y 250 mm descarga de agua tratada

Sistema de Recolección de gas.

Suministro e instalación de geomembrana de polietileno de alta densidad con espesor mínimo de 60 milésimas de pulgada (1.5 mm).

Para la captación del biogás en las lagunas anaeróbicas se prevé la instalación de una cubierta compuesta por una geomembrana de Polietileno de alta densidad.

Figura 9. Sistema de recolección de gas.

Fuente: propia PTAR Niquinohomo

5.8 Costo del Proyecto

Tabla 27 Presupuesto

Red de alcantarillado sanitario					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO U $	
				UNITARIO	TOTAL
1	**Red de distribución**				**$ 64,381.65**
	Suministro e Instalación de Tubería SDR-41 6" (150mm)	m	815.91	$ 21.08	$ 17,199.38
	Suministro e Instalación de Tubería SDR-41 8" (200mm)	m	1,800.85	$ 26.20	$ 47,182.27
2	**Pozos de Visita Doble y Sencillos**				**$ 104,489.02**
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 1.50m	c/u	1.00	$ 1,153.60	$ 1,153.60
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 1.51 a 2.50m	c/u	3.00	$ 1,415.60	$ 4,246.80
	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	c/u	10.00	$ 1,943.82	$ 19,438.20

	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	c/u	9.00	$ 2,491.87	$ 22,426.83
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	c/u	4.00	$ 2,769.32	$ 11,077.28
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	c/u	9.00	$ 3,382.67	$ 30,444.03
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 6.51 a 7.50m	c/u	3.00	$ 3,812.92	$ 11,438.76
	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 8.51 a 9.50m	c/u	1.00	$ 4,263.52	$ 4,263.52

Fuente: Propia

Tabla 27 Presupuesto

Red de alcantarillado sanitario					
ITEM	**CONCEPTO**	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD**	**COSTO U $**	
				UNITARIO	**TOTAL**
3	**RED DE ALCANTARILLADO EXCAVACION**				**$ 70,308.15**
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 1.51m a 2.00m	M³	712.07	$ 3.83	$ 2,727.23
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 2.51m a 3.50m	M³	543.94	$ 3.83	$ 2,083.29
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 2.51m a 4.50m	M³	145.95	$ 3.83	$ 558.99
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 4.51m a 5.50m	M³	5,167.10	$ 9.04	$ 46,710.58
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 5.51m a 6.50m	M³	1,092.15	$ 9.00	$ 9,829.35
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 6.51m a 7.50m	M³	762.19	$ 9.00	$ 6,859.71
	Excavación con equipo, rango de profundidad de 8.51m a 9.50m	M³	171.00	$ 9.00	$ 1,539.00

Fuente: Propia

Tabla 27 Presupuesto

Red de alcantarillado sanitario					
ITEM	**CONCEPTO**	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD**	**COSTO U $**	
				UNITARIO	**TOTAL**
4	**RELLENO Y COMPACTACIÓN**				**$ 325,847.83**
	Relleno y compactación con (vibro compactadora manual)	M^3	7,895.00	$ 33.34	$ 263,219.30
	Remoción y restauración de pavimento adoquinado	M^2	1,374.23	$ 25.13	$ 34,534.40
	Remoción y restauración de pavimento asfaltado	M^2	426.62	$ 61.08	$ 26,057.95
	Remoción y restauración de acera	M^2	122	$ 16.69	$ 2,036.18
5	**CONEXIONES DOMICILIARES**				**$ 224,099.90**
	Conexiones domiciliares	c/u	530	$ 226.62	$ 120,108.60
	Conexión domiciliar corta AS (longitud menor a 3.5 m), con caja de registro de concreto reforzado de 3,000 PSI de 0.50m x 0.50m	c/u	530	$ 196.21	$ 103,991.30

Fuente: Propia

Tabla 28 Costo Total del Proyecto[9]

Resumen Presupuesto Estimativo			
OBRA			**COSTO (U$$)**
1	Red de distribución		$ 64,381.65
2	Pozos de Visita Doble y Sencillos		$ 104,489.02
3	Red de alcantarillado Excavación		$ 70,389.16
4	Relleno y Compactación		$ 325,847.83
5	Conexiones Domiciliares		$ 224,099.90
TOTAL, USD			$ 789,207.57
Costos Indirectos y Administración (FACTOR SOBRECOSTO)		$ 1.30	
Costos Administración		5%	$ 39,460.38
Costos Indirectos		25%	$ 197,301.89
COSTO TOTAL			**$ 1,025,969.84**

Fuente: Propia

[9] La tasa de cambio actual a utilizar es de U$1 equivalente a C$36.6243

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El diseño de alcantarillado propuesto cumple con las especificaciones y rangos de diseño según Normas Técnicas; la velocidad de las tuberías está en el rango de 1-3 m/s; el valor mínimo aceptable de la tensión de arrastre es 1pascal, la pendiente está en rangos de 0.0045-0.006.

- El sistema de tratamiento para las localidades de Pueblos Blancos ha sido dimensionado para procesar un caudal de diseño de **95.2 lps**, actualmente solo 2931 casas están conectadas a la PTAR lo que representan el 30% dato obtenido en el aforo, por lo que se considera adecuado para conectar zonas aledañas puesto que se realizó el diseño de tal manera de tener alternativas para aumentar su capacidad.

- El diámetro seleccionado cumple con la capacidad hidráulica necesaria para transportar el caudal de diseño a una altura de flujo máximo del 75% del diámetro de la tubería.

- El costo total de inversión del proyecto asciende a U$ 1,025,969.84 (Un millón veinte cinco mil, novecientos y sesenta y nueva con 97/100, dólares americanos).

RECOMENDACIONES

La comunidad la Curva es una comunidad en progreso de crecimiento, es una amplia zona comercial, por lo que se recomienda continuar con el estudio para que toda la comunidad y futuras gocen con este del beneficio.

Se recomienda a las instituciones competente, en este caso la Alcaldía de Niquinohomo y Enacal a buscar financiamiento para la pronta construcción del proyecto, así como para asegurarse que toda la población de la curva pueda conectarse eficazmente a la red de alcantarillado sanitario, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y ambientales de la zona.

Al ser una comunidad rural considerar la opción de formar CAPS. Comités de Agua Potable y Saneamiento, para ejecutar el proyecto con mano de obra comunitaria.

Dar charlas a la población sobre la importancia de no tirar las aguas servidas en calles.

Realizar un nuevo estudio para ayudar a las otras comunidades aledañas, con el censo nacional 2024.

BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de ingeniería sanitaria I, Universidad Nacional de Ingeniería, Ing. María Elena Baldizon.

- Guías Técnicas para el diseño de alcantarillados sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales. Instituto Nicaragüense De Acueductos Y Alcantarillados (INAA)

- INETER. (1971). Catastro e inventario de recursos naturales levantamiento de suelos de la región del pacifico.

- INETER. (s.f.). Informe técnico. Actualización del mapa de falla geológicas de Managua.

- INIDE. (2005). VII Censo de población y IV de viviendas.

- Normativa Alcantarillado Sanitario Condominial, Guía de criterios Técnicos para el Diseño de Sistemas. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA)- Cooperación Suiza y América Central.

- Norma Obligatoria Nicaragüense, Diseño de sistemas de abastecimiento. Agua potable. NTON 09 007 – 19 Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio.

- Catálogo de Etapas, Sistemas de Costos y Presupuestos. Chevez Cuadra, Ernesto. Ing.

- Apuntes de Ingeniería Sanitaria II. Dr. Tirado Picado, Víctor Rogelio.

- Diseño de Redes de Alcantarillado Sanitario. ENACAL, 2006. Norma ASTM 3034 tubería PVC para alcantarillado sanitario. Tubovinil s.a.

- Apuntes de Ingeniería Sanitaria e Hidrotecnia del Agua. Primera Edición. Dr. Tirado Picado, Víctor Rogelio.

- Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales Tomo 1 y 2. Fair, Geyer y Okun. Abastecimiento de Agua y Alcantarillados. Ing. Rivas Mijares, Gustavo.

- Normas de calidad del Agua para Consumo de Humano. San José CR. 1993. CAPRE (Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de C.A., Panamá y Republica Dominicana).

WEB GRAFÍA.

www.enacal.com.ni
www.minsa.gob.ni
www.inec.gob.ni
www.inide.gob.ni
www.ineter.gob.ni
www.wikepedia.com.ni
www.enciclopedia libre.com.ni

ANEXO A. IMAGENES

- **Canal Parshall de PTAR Niquinohomo**

Válvulas de Impulsión de entrada de las aguas residuales a la PTAR Niquinohomo

Visita de Campo y Levantamiento Topográfico.

Cota de PVS de acople del diseño

ANEXO B. PLANOS

DISENO RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

Lamina	Numero
Diseños diametros de Tuberias	1
Diseno de Tuberias	2
Diseno de Tuberias tramo 1,2,3 colectora ramal 1	3
Diseno diámetro de tuberías Calle Nueva	4
Diseno diámetro de tuberías Colectora Ramal	5
Diseno diametros de tuberías Colectora Principal	6
Diseno Perfiles de Tramos 1 ,2	7
Diseno Perfiles de Tramos 3,4	8
Planta perfil estación 0+000 a estación 0+2427	9
Planta perfil estación 0+000 a estación 0+000 a estación 1+374	10
Planta perfil estación 0+000 a estación 0+259	11
Planta perfil estación 0+000 a estación 0+122	12
Planta perfil estación 0+000 a estación 0+138	13
Planta perfil estación 0+000 a estación 0+067	14
Conexión de Diseno hacia planta de tratamiento	15
Detalles de Conexiones Domiciliares	16
Detalles Pozos de Visitas	17
Planos detalles Típicos Enacal	18

Coordenadas topografías de pozos de visita

Numero de PVS	Elevacion (m)	Norte	Este	Sump Elev (m)
PVS-01	63.4	1369356.97	807598.4	61.8
PVS-02	64.01	1369403.3	807669.18	61.16
PVS-03	63.78	1369412.1	807700.61	60.92
PVS-04	63.41	1369428.35	807758.68	60.47
PVS-05	63.27	1369431.74	807788.1	60.25
PVS-06	62.94	1369429.4	807845.92	59.81
PVS-07	62.43	1369427.06	807903.75	59.38
PVS-08	62.31	1369429.74	807912.07	59.32
PVS-09	62.31	1369439.31	807919.27	59.22
PVS-10	61.75	1369423.87	807972.41	58.81
PVS-11	61.3	1369398.78	808038.02	58.28
PVS-12	60.86	1369371.95	808100.86	57.77
PVS-13	61.81	1369359.9	808146	57.42
PVS-14	61.55	1369326.01	808214.18	56.85
PVS-15	61.57	1369314.98	808239.5	56.64
PVS-16	61.43	1369310.46	808254.79	56.52
PVS-17	61.02	1369298.12	808312.84	56.08
PVS-18	60.57	1369285.78	808370.88	55.63
PVS-19	60.05	1369271.69	808438.85	55.11
PVS-20	59.44	1369257.61	808506.82	54.59
PVS-21	58.65	1369240.77	808576.09	54.06
PVS-22	57.73	1369214.64	808668.83	53.34
PVS-23	57.12	1369196.69	808732.66	52.84
PVS-24	56.45	1369178.74	808796.48	52.34
PVS-25	56.16	1369174.82	808821.89	52.15
PVS-26	55.85	1369157.45	808880.37	51.69
PVS-27	55.58	1369140.07	808938.86	51.23
PVS-28	55.51	1369129.71	808966.65	51.01
PVS-29	55.4	1369117.18	808995.16	50.78

PVS-30	55.29	1369101.99	809022.16	50.54
PVS-31	55	1369056.78	809094.67	49.9
PVS-32	62.59	1369606.68	807881.49	60.99
PVS-33	62.7	1369582.79	807895.91	60.13
PVS-34	62.92	1369545.4	807917.66	60.45
PVS-35	63.37	1369520.93	807935.03	60.23
PVS-36	63.48	1369493.06	807959.71	59.95
PVS-37	63	1369454.96	808006.61	59.5
PVS-38	62.64	1369417.09	808062.75	58.99
PVS-39	61.67	1369370.42	808127.84	58.39
PVS-40	64.27	1369439.89	807717.7	61.95
PVS-41	64.24	1369467.07	807753.5	61.61
PVS-42	63.39	1369520.05	807815.83	61
PVS-43	63.15	1369479.68	807867.55	60.51
PVS-44	63.11	1369553.37	807853.83	60.61
PVS-45	63.46	1369509.65	807896.56	60.96
PVS-46	63.45	1369465.93	807939.3	60.5
PVS-47	62.03	1369612.96	807939.01	60.39

GLOSARIO DE PALABRAS.

Acometida domiciliar. Conexión a cada vivienda o establecimiento y comprenden desde la caja de registro localizada en la acera hasta la unión con la tubería colectora secundaria.

Afluente. Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un depósito (reservorio), planta de tratamiento o proceso de tratamiento.

Aguas residuales. El agua luego de ser usada por una comunidad o industria, que contiene material disuelto y en suspensión.

Aguas residuales Domésticas. Agua residual de origen doméstico, comercial o institucional, que contiene desechos orgánicos e inorgánicos y agentes patógenos.

Anaeróbico. Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre. Bacteria. Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos y carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento incluyendo: oxidación biológica, digestión, nitrificación y desmitificación.

Pozos de visita sanitarios (PVS). Constituyen una cámara de inspección y se construyen en todo cambio de alineación horizontal o vertical en todo cambio de diámetros, en la intersección de dos o más alcantarillas y el extremo de una línea, cuando se prevén futuras ampliaciones agua arribas de estas.

Coeficiente de retorno. La relación agua residual / agua, se denomina coeficiente de retorno “C”. Este coeficiente indica la relación entre el volumen de las aguas residuales recibido a la red de alcantarillado y el volumen de agua efectivamente proporcionado a la población. De modo general, el coeficiente de retorno está en el rango de 0.5 a 0.9, dependiendo de las condiciones locales. El valor comúnmente utilizado en los diseños es de 80%.

TABLAS DEL DISEÑO HIDRAULICO

CAUDALES

Año	poblacion	Dotación	Demanda Humana (DH)	Caudal de Aguas Residuales (0.8DH)		Producción de Aguas Residuales			Demanda Institucional		
					Factor de Harmon	Qmin (1/5 Qm)	Qmax(FH * Qm)	Q inf	comercial (7%)	Publico (7%)	Caudal de Diseño
		lppd	lps	lps		lps	lps	lps	lps	lps	lps
2022	3700	100	4.28	3.43	3.00	0.69	10.28	0.02	0.24	0.24	10.77
2023	3793	100	4.39	3.51	3.00	0.70	10.53	0.02	0.25	0.25	11.04
2024	3887	100	4.50	3.60	3.00	0.72	10.80	0.02	0.25	0.25	11.32
2025	3985	100	4.61	3.69	3.00	0.74	11.07	0.02	0.26	0.26	11.60
2026	4084	100	4.73	3.78	3.00	0.76	11.35	0.02	0.26	0.26	11.89
2027	4187	100	4.85	3.88	3.00	0.78	11.63	0.02	0.27	0.27	12.19
2028	4291	100	4.97	3.97	3.00	0.79	11.92	0.02	0.28	0.28	12.49
2029	4399	100	5.09	4.07	3.00	0.81	12.22	0.02	0.29	0.29	12.80
2030	4399	100	5.09	4.07	3.00	0.81	12.22	0.02	0.29	0.29	12.80
2031	4509	105	5.48	4.38	3.00	0.88	13.15	0.02	0.31	0.31	13.78
2032	4621	105	5.62	4.49	3.00	0.90	13.48	0.02	0.31	0.31	14.12
2033	4737	105	5.76	4.61	3.00	0.92	13.82	0.02	0.32	0.32	14.48
2034	4855	105	5.90	4.72	3.00	0.94	14.16	0.02	0.33	0.33	14.84
2035	4977	105	6.05	4.84	3.00	0.97	14.52	0.02	0.34	0.34	15.21
2036	5101	105	6.20	4.96	3.00	0.99	14.88	0.02	0.35	0.35	15.59
2037	5229	105	6.35	5.08	3.00	1.02	15.25	0.02	0.36	0.36	15.98
2038	5360	105	6.51	5.21	3.00	1.04	15.63	0.02	0.36	0.36	16.38
2039	5494	105	6.68	5.34	3.00	1.07	16.02	0.02	0.37	0.37	16.79
2040	5631	105	6.84	5.47	3.00	1.09	16.42	0.02	0.38	0.38	17.21
2041	5772	105	7.01	5.61	3.00	1.12	16.83	0.02	0.39	0.39	17.64
2042	5916	105	7.19	5.75	3.00	1.15	17.26	0.02	0.40	0.40	18.08
2043	6064	105	7.37	5.90	3.00	1.18	17.69	0.02	0.41	0.41	**18.53**

Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Cálculo de caudales

Tramo	Pozo de visita		Longitud del tramo	Viviendas	Poblacion contribuy-ente	Caudal medio doméstico (L/S)	Caudal comercial (L/S)	Caudal público(7%) (L/S)	Caudal máximo doméstico (L/S)	Caudal infiltración (L/S)	Cuadal de Diseño por tramo	Cuadal de diseño Acumulado	$Q_{ajustado}$	Diámetro
	Desde	Hasta	(m)											(mm)
LINEA COLECTORA PRINCIPAL	PVS-01	PVS-02	84.59	30	300	0.2917	0.0204	0.0204	0.8750	0.00047	0.91630	0.91630	1.5000	200
	PVS-02	PVS-03	32.64	8	96	0.0933	0.0065	0.0065	0.2800	0.00018	0.29325	1.20955	1.5000	200
	PVS-03	PVS-04	60.30	12	144	0.1400	0.0098	0.0098	0.4200	0.00034	0.43994	1.64949	1.6495	200
	PVS-04	PVS-05	29.61	6	72	0.0700	0.0049	0.0049	0.2100	0.00016	0.21996	1.86945	1.8695	200
	PVS-05	PVS-06	57.87	16	192	0.1867	0.0131	0.0131	0.5600	0.00032	0.58645	2.45591	2.4559	200
	PVS-06	PVS-07	57.88	17	204	0.1983	0.0139	0.0139	0.5950	0.00032	0.62309	3.07899	3.0790	200
	PVS-07	PVS-08	8.74	6	72	0.0700	0.0049	0.0049	0.2100	0.00005	0.21985	3.29884	3.2988	200
	PVS-08	PVS-09	11.98	14	168	0.1633	0.0114	0.0114	0.4900	6.65E-05	0.51293	3.81178	3.8118	200
	PVS-09	PVS-10	55.34	12	144	0.1400	0.0098	0.0098	0.4200	0.00031	0.43991	4.25168	4.2517	200
	PVS-10	PVS-11	70.24	10	120	0.1167	0.0082	0.0082	0.3500	0.00039	0.36672	4.61841	4.6184	200
	PVS-11	PVS-12	68.33	10	120	0.1167	0.0082	0.0082	0.3500	0.00038	0.36671	4.98512	4.9851	200
	PVS-12	PVS-13	46.72	17	204	0.1983	0.0139	0.0139	0.5950	0.00026	0.62303	5.60815	5.6081	200
	PVS-13	PVS-14	76.14	50	600	0.5833	0.0408	0.0408	1.7500	0.00042	1.83209	7.44024	7.4402	200
	PVS-14	PVS-15	27.62	6	72	0.0700	0.0049	0.0049	0.2100	0.00015	0.21995	7.66019	7.6602	200
	PVS-15	PVS-16	15.94	7	84	0.0817	0.0057	0.0057	0.2450	0.00009	0.25652	7.91671	7.9167	200
	PVS-16	PVS-17	59.35	8	96	0.0933	0.0065	0.0065	0.2800	0.00033	0.29340	8.21011	8.21011	200
	PVS-17	PVS-18	59.34	7	84	0.0817	0.0057	0.0057	0.2450	0.00033	0.25676	8.46687	8.4669	200
	PVS-18	PVS-19	69.42	6	72	0.0700	0.0049	0.0049	0.2100	0.00039	0.22019	8.68706	8.6871	200
	PVS-19	PVS-20	69.41	11	132	0.1283	0.0090	0.0090	0.3850	0.00039	0.40335	9.09041	9.0904	200
	PVS-20	PVS-21	71.29	14	168	0.1633	0.0114	0.0114	0.4900	0.00040	0.51326	9.60367	9.6037	200
	PVS-21	PVS-22	96.35	10	120	0.1167	0.0082	0.0082	0.3500	0.00054	0.36687	9.97054	9.9705	200
	PVS-22	PVS-23	66.31	12	144	0.1400	0.0098	0.0098	0.4200	0.00037	0.43997	10.41051	10.4105	200
	PVS-23	PVS-24	66.30	10	120	0.1167	0.0082	0.0082	0.3500	0.00037	0.36670	10.77721	10.7772	200
	PVS-24	PVS-25	25.71	9	90	0.0875	0.0061	0.0061	0.2625	0.00014	0.27489	11.05210	11.0521	200
	PVS-25	PVS-26	61.01	7	70	0.0681	0.0048	0.0048	0.2042	0.00034	0.21403	11.26614	11.2661	200
	PVS-26	PVS-27	61.02	9	99	0.0963	0.0067	0.0067	0.2888	0.00034	0.30256	11.56870	11.5687	200
	PVS-27	PVS-28	29.66	4	44	0.0428	0.0030	0.0030	0.1283	0.00016	0.13449	11.70319	11.7032	200
	PVS-28	PVS-29	31.14	8	88	0.0856	0.0060	0.0060	0.2567	0.00017	0.26882	11.97200	11.9720	200
	PVS-29	PVS-30	30.98	7	77	0.0749	0.0052	0.0052	0.2246	0.00017	0.23524	12.20724	12.2072	200
	PVS-30	PVS-31	85.45	20	220	0.2139	0.0150	0.0150	0.6417	0.00047	0.67209	12.87933	12.8793	200
	PVS-31													

Tramo	Pozo de visita		Longitud del tramo	Viviendas	Poblacion contribuy-ente	Caudal medio doméstico (L/S)	Caudal comercial (L/S)	Caudal público(7%) (L/S)	Caudal maxímo doméstico (L/S)	Caudal infiltración (L/S)	Cuadal de Diseño por tramo	Cuadal de diseño Acumulado	$Q_{ajustado}$	Diámetro
	Desde	Hasta	(m)											(mm)
RAMAL 1	PVS-33	PVS-34	43.26	6	66	0.06417	0.00449	0.00449	0.19250	0.00024	0.20172	0.20172	1.50000	150
	PVS-34	PVS-35	30.01	8	88	0.08556	0.00599	0.00599	0.25667	0.00017	0.26881	0.47053	1.50000	150
	PVS-35	PVS-36	37.23	4	44	0.04278	0.00299	0.00299	0.12833	0.00021	0.13453	0.60506	1.50000	150
	PVS-36	PVS-37	60.43	10	110	0.10694	0.00749	0.00749	0.32083	0.00034	0.33614	0.94120	1.50000	150
	PVS-37	PVS-38	67.72	8	88	0.08556	0.00599	0.00599	0.25667	0.00038	0.26902	1.21022	1.52776	150
	PVS-38	PVS-39	80.09	7	77	0.07486	0.00524	0.00524	0.22458	0.00044	0.23551	1.44573	1.52776	150
	PVS-39	PVS-13	20.99	4	44	0.04278	0.00299	0.00299	0.12833	0.00012	0.13444	1.58017	1.58017	150

Tramo	Pozo de visita		Longitud del tramo	Viviendas	Poblacion contribuy-ente	Caudal medio doméstico (L/S)	Caudal comercial (L/S)	Caudal público(7%) (L/S)	Caudal máximo doméstico (L/S)	Caudal infiltración (L/S)	Cuadal de Diseño por tramo	Cuadal de diseño Acumulado	$Q_{ajustado}$	Diámetro
	Desde	Hasta	(m)											(mm)
RAMAL 2	PVS-02	PVS-40	60.77	12	120	0.11667	0.00817	0.00817	0.35000	0.00034	0.36667	0.36667	1.5000	200
	PVS-40	PVS-41	44.95	10	100	0.09722	0.00681	0.00681	0.29167	0.00025	0.30553	0.67220	1.5000	200
	PVS-41	PVS-42	81.80	11	110	0.10694	0.00749	0.00749	0.32083	0.00045	0.33626	1.00846	1.5000	200
	PVS-42	PVS-43	65.61	12	120	0.11667	0.00817	0.00817	0.35000	0.00036	0.36670	1.37516	1.5000	200
	PVS-43	PVS-09	65.61	7	70	0.06806	0.00476	0.00476	0.20417	0.00036	0.21406	1.58921	1.5892	200
	PVS-09			9	90	0.08750	0.00613	0.00613	0.26250	0.00000	0.27475	1.86396	1.8640	200

Tramo	Pozo de visita		Longitud del tramo	Viviendas	Poblacion contribuy-ente	Caudal medio doméstico (L/S)	Caudal comercial (L/S)	Caudal público(7%) (L/S)	Caudal máximo doméstico (L/S)	Caudal infiltración (L/S)	Cuadal de Diseño por tramo	Cuadal de diseño Acumulado	$Q_{ajustado}$	Diámetro
	Desde	Hasta	(m)											(mm)
Ramal 3	PVS-42	PVS-44	50.54	7	70	0.06806	0.00476	0.00476	0.20417	0.00028	0.21398	0.21398	1.50000	150
	PVS-44	PVS-45	61.13	**6**	60	0.05833	0.00408	0.00408	0.17500	0.00034	0.18351	0.39749	1.50000	
	PVS-45	PVS-46	61.14	12	120	0.11667	0.00817	0.00817	0.35000	0.00034	0.36667	0.76416	1.50000	
	PVS-46		0.00											

Tramo	Pozo de visita		Longitud del tramo	Viviendas	Poblacion contribuy-ente	Caudal medio doméstico (L/S)	Caudal comercial (L/S)	Caudal público(7%) (L/S)	Caudal máximo doméstico (L/S)	Caudal infiltración (L/S)	Cuadal de Diseño por tramo	Cuadal de diseño Acumulado	Qajustado	Diámetro
	Desde	Hasta	(m)											(mm)
RAMAL 4	PVS-47	PVS-33	52.61	9	120	0.11667	0.00817	0.00817	0.35000	0.00029	0.36663	0.36663	1.50000	150
	PVS-33	PVS-44	58.96	8	80	0.07778	0.00544	0.00544	0.23333	0.00033	0.24455	0.61118	1.50000	150
	PVS-44	0												

Tramo	Pozo de visita		Longitud del tramo	Viviendas	Poblacion contribuy-ente	Caudal medio doméstico (L/S)	Caudal comercial (L/S)	Caudal público(7%) (L/S)	Caudal máximo doméstico (L/S)	Caudal infiltración (L/S)	Cuadal de Diseño por tramo	Cuadal de diseño Acumulado	Qajustado	Diámetro
n° 6	Desde	Hasta	(m)											(mm)
RAMAL 5	PVS-36	PVS-46	43.95	8	150	0.14583	0.01021	0.01021	0.43750	0.00083	0.4588	0.4588	1.5000	150
	PVS-46	PVS-09	43.31	9	121	0.11764	0.00823	0.00823	0.35292	0.00067	0.3701	0.8289	1.5000	150
	PVS-09		0.00											

CALCULOS TOPOGRAFICOS

	Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		vdiseño	Caída del tramo	Pendiente			Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
										Terreno	Tuberia				Calculada	Diseño				
	De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	(S %)	M	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
COLECTORA PRINCIPAL	PVS-01	PVS-02	84.6	200	0.20	63.4	64.01	1.63	0.63	-0.72	0.075	0.001	61.998	61.369	0.034	0.03	61.798	61.169	1.602	2.84
	PVS-02	PVS-03	32.64	200	0.20	64.01	63.78	1.52	0.24	0.70	0.075	0.001	61.369	61.128	0.030	0.03	61.169	60.928	2.84	2.85
	PVS-03	PVS-04	60.30	200	0.20	63.78	63.41	1.65	0.47	0.61	0.075	0.001	61.128	60.660	0.035	0.03	60.928	60.460	2.85	2.95
	PVS-04	PVS-05	29.61	200	0.20	63.41	63.27	1.73	0.21	0.47	0.075	0.001	60.660	60.450	0.038	0.03	60.460	60.250	2.95	3.02
	PVS-05	PVS-06	57.87	200	0.20	63.27	62.94	1.88	0.44	0.57	0.075	0.001	60.450	60.011	0.045	0.03	60.250	59.811	3.02	3.13
	PVS-06	PVS-07	57.88	200	0.20	62.94	62.43	2.02	0.43	0.88	0.075	0.001	60.011	59.583	0.052	0.03	59.811	59.383	3.13	3.05
	PVS-07	PVS-08	8.74	200	0.20	62.43	62.31	2.04	0.06	1.37	0.075	0.001	59.583	59.520	0.053	0.03	59.383	59.320	3.05	2.99
	PVS-08	PVS-09	11.98	200	0.20	62.31	62.31	2.15	0.10	0.00	0.075	0.001	59.520	59.415	0.059	0.03	59.320	59.215	2.99	3.10
	PVS-09	PVS-10	55.34	200	0.20	62.31	61.75	2.21	0.40	1.01	0.075	0.001	59.415	59.020	0.062	0.03	59.215	58.820	3.10	2.93
	PVS-10	PVS-11	70.24	200	0.20	61.75	61.3	2.26	0.54	0.64	0.075	0.001	59.020	58.481	0.065	0.03	58.820	58.281	2.93	3.02
	PVS-11	PVS-12	68.33	200	0.20	61.3	60.86	2.32	0.51	0.64	0.075	0.001	58.481	57.970	0.068	0.03	58.281	57.770	3.02	3.09
	PVS-12	PVS-13	46.72	200	0.20	60.86	61.81	2.40	0.35	-2.03	0.075	0.001	57.970	57.621	0.073	0.03	57.770	57.421	3.09	4.39
	PVS-13	PVS-14	76.14	200	0.20	61.81	61.55	2.61	0.56	0.34	0.075	0.001	57.621	57.060	0.087	0.03	57.421	56.860	4.39	4.69
	PVS-14	PVS-15	27.62	200	0.20	61.55	61.57	2.63	0.22	-0.07	0.075	0.001	57.060	56.840	0.088	0.03	56.860	56.640	4.69	4.93
	PVS-15	PVS-16	15.94	200	0.20	61.57	61.43	2.67	0.11	0.88	0.075	0.001	56.840	56.730	0.091	0.03	56.640	56.530	4.93	4.90
	PVS-16	PVS-17	59.35	200	0.20	61.43	61.02	2.68	0.45	0.69	0.075	0.001	56.730	56.280	0.092	0.03	56.530	56.080	4.90	4.94
	PVS-17	PVS-18	59.34	200	0.20	61.02	60.57	2.72	0.44	0.76	0.075	0.001	56.280	55.840	0.094	0.03	56.080	55.640	4.94	4.93
	PVS-18	PVS-19	69.42	200	0.20	60.57	60.05	2.74	0.53	0.75	0.075	0.001	55.840	55.310	0.096	0.03	55.640	55.110	4.93	4.94
	PVS-19	PVS-20	69.41	200	0.20	60.05	59.44	2.77	0.52	0.88	0.075	0.001	55.310	54.790	0.098	0.03	55.110	54.590	4.94	4.85
	PVS-20	PVS-21	71.29	200	0.20	59.44	58.65	2.81	0.53	1.11	0.075	0.001	54.790	54.260	0.101	0.03	54.590	54.060	4.85	4.59
	PVS-21	PVS-22	96.35	200	0.20	58.65	57.73	2.84	0.72	0.95	0.075	0.001	54.260	53.540	0.103	0.03	54.060	53.340	4.59	4.39
	PVS-22	PVS-23	66.31	200	0.20	57.73	57.12	2.81	0.49	0.92	0.075	0.001	53.540	53.050	0.101	0.03	53.340	52.850	4.39	4.27
	PVS-23	PVS-24	66.30	200	0.20	57.12	56.450	2.91	0.51	1.01	0.075	0.001	53.050	52.540	0.108	0.03	52.850	52.340	4.27	4.11
	PVS-24	PVS-25	25.71	200	0.20	56.45	56.160	2.93	0.19	1.13	0.075	0.001	52.540	52.350	0.109	0.03	52.340	52.150	4.11	4.01
	PVS-25	PVS-26	61.01	200	0.20	56.16	55.850	2.95	0.45	0.51	0.075	0.001	52.350	51.900	0.111	0.03	52.150	51.700	4.01	4.15
	PVS-26	PVS-27	61.02	200	0.20	55.85	55.580	2.98	0.47	0.44	0.075	0.001	51.900	51.430	0.113	0.03	51.700	51.230	4.15	4.35
	PVS-27	PVS-28	29.66	200	0.20	55.58	55.510	2.98	0.21	0.24	0.075	0.001	51.430	51.220	0.113	0.03	51.230	51.020	4.35	4.49
	PVS-28	PVS-29	31.14	200	0.20	55.51	55.400	3.01	0.23	0.35	0.075	0.001	51.220	50.990	0.116	0.03	51.020	50.790	4.49	4.61
	PVS-29	PVS-30	30.98	200	0.20	55.4	55.290	3.03	0.24	0.36	0.075	0.001	50.990	50.750	0.117	0.03	50.790	50.550	4.61	4.74
	PVS-30	PVS-31	85.45	200	0.20	55.29	55.000	3.06	0.64	0.34	0.075	0.001	50.750	50.110	0.119	0.03	50.550	49.910	4.74	7.68
	PVS-31																			

	Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		vdiseño	Caída del tramo	Pendiente			Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
										Terreno	Tuberia				Calculada	Diseño				
	De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	(S %)	M	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
RAMAL UNO	PVS-32	PVS-33	27.91	150	0.15	62.59	62.70	1.68	0.86	-0.39	0.08	0.001	61.140	60.278	0.036	0.03	60.990	60.128	1.600	2.57
	PVS-33	PVS-34	43.26	150	0.15	62.70	62.92	1.68	-0.32	-0.51	0.08	0.001	60.280	60.605	0.036	0.03	60.130	60.455	2.570	2.47
	PVS-34	PVS-35	30.01	150	0.15	62.92	63.37	1.68	0.23	-1.50	0.08	0.001	60.605	60.373	0.036	0.03	60.455	60.223	2.47	3.15
	PVS-35	PVS-36	37.23	150	0.15	63.37	63.48	1.68	0.27	-0.30	0.08	0.001	60.373	60.099	0.036	0.03	60.223	59.949	3.15	3.53
	PVS-36	PVS-37	60.43	150	0.15	63.48	63.00	1.68	0.45	0.79	0.08	0.001	60.099	59.647	0.036	0.03	59.949	59.497	3.53	3.50
	PVS-37	PVS-38	67.72	150	0.15	63.00	62.64	1.68	0.51	0.53	0.08	0.001	59.647	59.136	0.036	0.03	59.497	58.986	3.50	3.65
	PVS-38	PVS-39	80.09	150	0.15	62.64	61.67	1.72	0.61	1.21	0.08	0.001	59.140	58.533	0.038	0.03	58.990	58.383	3.65	3.29
	PVS-39	PVS-13	20.99	150	0.15	61.67	61.81	1.72	0.96	-0.67	0.08	0.001	58.533	57.571	0.038	0.03	58.383	57.421	3.29	4.39
	PVS-13																			

	Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		vdiseño	Caída del tramo	Pendiente			Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
										Terreno	Tuberia				Calculada	Diseño				
	De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	(S %)	M	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
RAMAL DOS	PVS-02	PVS-40	60.77	200	0.20	64.01	64.27	1.63	-0.78	-0.43	0.08	0.001	61.369	62.150	0.034	0.03	61.169	61.950	2.841	2.32
	PVS-40	PVS-41	44.95	200	0.20	64.27	64.24	1.63	0.33	0.07	0.08	0.001	62.150	61.816	0.034	0.03	61.950	61.616	2.320	2.62
	PVS-41	PVS-42	81.80	200	0.20	64.24	63.39	1.63	0.62	1.04	0.08	0.001	61.816	61.195	0.034	0.03	61.616	60.995	2.62	2.40
	PVS-42	PVS-43	65.61	200	0.20	63.39	63.15	1.63	0.49	0.37	0.08	0.001	61.195	60.708	0.034	0.03	60.995	60.508	2.40	2.64
	PVS-43	PVS-09	65.61	200	0.20	63.15	62.31	3.26	1.29	1.28	0.08	0.001	60.708	59.415	0.136	0.03	60.508	59.215	2.64	3.10
	PVS-09																			

	Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		vdiseño	Caída del tramo	Pendiente			Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
										Terreno	Tuberia				Calculada	Diseño				
	De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	(S %)	M	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
RAMAL TRES	PVS-42	PVS-44	50.54	200	0.20	63.39	63.11	1.60	0.99	0.55	0.08	0.001	61.195	60.202	0.033	0.03	60.995	60.002	2.395	3.11
	PVS-44	PVS-45	61.13	200	0.20	63.11	63.46	1.63	0.46	-0.57	0.08	0.001	60.202	59.746	0.034	0.03	60.002	59.546	3.11	3.91
	PVS-45	PVS-46	61.14	200	0.20	63.46	63.45	1.60	0.47	0.02	0.08	0.001	59.750	59.278	0.033	0.03	59.550	59.078	3.91	4.37
	PVS-46																			

	Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		vdiseño	Caída del tramo	Pendiente			Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
										Terreno	Tuberia				Calculada	Diseño				
RAMAL CUATRO	De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	(S %)	M	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
	PVS-47	PVS-33	52.61	150	0.15	62.03	62.7	1.68	0.26	-1.27	0.05	0.001	60.539	60.278	0.036	0.03	60.389	60.128	1.641	2.57
	PVS-33	PVS-44	51.35	150	0.15	62.7	63.11	1.67	0.13	-0.80	0.04	0.000	60.278	60.152	0.035	0.03	60.128	60.002	2.57	3.11
	PVS-44																			

	Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		vdiseño	Caída del tramo	Pendiente			Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
										Terreno	Tubería				Calculada	Diseño				
RAMAL QUINTO	De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	(S %)	M	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
	PVS-36	PVS-46	43.95	150	0.15	63.48	63.45	1.62	0.87	0.07	0.01	0.000	60.099	59.228	0.034	0.03	59.949	59.078	3.531	4.37
	PVS-46	PVS-09	43.31	150	0.15	63.45	62.31	0.72	-0.13	2.63	0.01	0.000	59.230	59.365	0.007	0.03	59.080	59.215	4.37	3.10
	PVS-09																			

CAUDALES DE DISEÑO CON 75% DEL DIAMETRO

tramo	pozo de visita		Cota de terreno		longitud del tramo	Caudal de diseño	diámetro	diámetro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		VSLL	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (QSLL)	Qd/QSLL	Vd/VSLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
n°	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)	(L/s)	(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S %	Terreno S %	(m/s)	m	cm	m/s²	(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
COLECTORA PRINCIPAL	PVS-01	PVS-02	63.4	64.01	84.6	1.500	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	-0.72	4.6811	0.0338	3.3815	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.348	1.63	0.0800	0.02	0.205	0.0124	9.11
	PVS-02	PVS-03	64.01	63.78	32.64	1.210	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.70	4.6811	0.0295	2.9538	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0102	0.325	1.52	0.0720	0.01	0.185	0.0112	8.23
	PVS-03	PVS-04	63.78	63.41	60.30	1.649	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.61	4.6811	0.0349	3.4901	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0139	0.354	1.65	0.0820	0.02	0.210	0.0127	9.33
	PVS-04	PVS-05	63.41	63.27	29.61	1.869	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.47	4.6811	0.0382	3.8195	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0158	0.370	1.73	0.0880	0.02	0.225	0.0136	9.99
	PVS-05	PVS-06	63.27	62.94	57.87	2.456	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.57	4.6811	0.0449	4.4932	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0208	0.401	1.88	0.1000	0.02	0.254	0.0153	11.28
	PVS-06	PVS-07	62.94	62.43	57.88	3.079	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.88	4.6811	0.0518	5.1842	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0260	0.431	2.02	0.1120	0.02	0.283	0.0171	12.56
	PVS-07	PVS-08	62.43	62.31	8.74	3.299	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	1.37	4.6811	0.0530	5.3009	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0279	0.436	2.04	0.1140	0.02	0.288	0.0174	12.77
	PVS-08	PVS-09	62.31	62.31	11.98	3.812	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.00	4.6811	0.0589	5.8897	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0322	0.459	2.15	0.1240	0.02	0.311	0.0188	13.82
	PVS-09	PVS-10	62.31	61.75	55.34	4.252	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	1.01	4.6811	0.0625	6.2471	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0359	0.47301	2.21	0.1300	0.03	0.325	0.0196	14.44
	PVS-10	PVS-11	61.75	61.3	70.24	4.618	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.64	4.6811	0.0649	6.4869	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0390	0.482	2.26	0.1340	0.03	0.335	0.0202	14.86
	PVS-11	PVS-12	61.3	60.86	68.33	4.985	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.64	4.6811	0.0685	6.8487	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0421	0.495	2.32	0.1400	0.03	0.349	0.0210	15.47
	PVS-12	PVS-13	60.86	61.81	46.72	5.608	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	-2.03	4.6811	0.0733	7.3348	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0474	0.513	2.40	0.1480	0.03	0.367	0.0221	16.29
	PVS-13	PVS-14	61.81	61.55	76.14	7.440	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.34	4.6811	0.0869	8.6887	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0629	0.558	2.61	0.1700	0.03	0.417	0.0251	18.50
	PVS-14	PVS-15	61.55	61.57	27.62	7.660	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	-0.07	4.6811	0.0881	8.8129	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0647	0.562	2.63	0.1720	0.03	0.421	0.0254	18.69
	PVS-15	PVS-16	61.57	61.43	15.94	7.917	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.88	4.6811	0.0906	9.0615	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0669	0.570	2.67	0.1760	0.04	0.176	0.0106	7.81
	PVS-16	PVS-17	61.43	61.02	59.35	8.210	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.69	4.6811	0.0919	9.1860	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0694	0.574	2.68	0.1780	0.04	0.178	0.0107	7.90
	PVS-17	PVS-18	61.02	60.57	59.34	8.467	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.76	4.6811	0.0944	9.4354	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0716	0.581	2.72	0.1820	0.04	0.443	0.0267	19.68
	PVS-18	PVS-19	60.57	60.05	69.42	8.687	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.75	4.6811	0.0956	9.5603	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0734	0.585	2.74	0.1840	0.04	0.448	0.0270	19.87
	PVS-19	PVS-20	60.05	59.44	69.41	9.090	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.88	4.6811	0.0981	9.8103	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0768	0.593	2.77	0.1880	0.04	0.456	0.0275	20.26
	PVS-20	PVS-21	59.44	58.65	71.29	9.604	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	1.11	4.6811	0.1006	10.0607	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0812	0.600	2.81	0.1920	0.04	0.465	0.0281	20.65
	PVS-21	PVS-22	58.65	57.73	96.35	9.971	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.95	4.6811	0.1031	10.3114	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0843	0.608	2.84	0.1960	0.04	0.474	0.0286	21.03
	PVS-22	PVS-23	57.73	57.12	66.31	10.411	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.92	4.6811	0.1006	10.0607	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0880	0.600	2.81	0.1960	0.04	0.465	0.0281	20.65
	PVS-23	PVS-24	57.12	56.450	66.30	10.777	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	1.01	4.6811	0.1081	10.8137	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0911	0.622	2.91	0.2040	0.04	0.491	0.0296	21.79

tramo	pozo de visita		Cota de terreno		longitud del tramo	Caudal de diseño	Diametro	Diametro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		VSLL	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (QSLL)	Qd/QSLL	Vd/VSLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
n°	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)	(L/s)	(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S %	Terreno S %	(m/s)	m	cm	m/s²	(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
COLECTORA PRINCIPAL	PVS-24	PVS-25	56.45	56.160	25.71	11.052	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	1.13	4.6811	0.1094	10.9394	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0934	0.626	2.93	0.2060	0.04	0.495	0.0299	21.98
	PVS-25	PVS-26	56.16	55.850	61.01	11.266	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.51	4.6811	0.1107	11.0651	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0952	0.630	2.95	0.2080	0.04	0.499	0.0301	22.17
	PVS-26	PVS-27	55.85	55.580	61.02	11.569	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.44	4.6811	0.1132	11.3168	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0978	0.637	2.98	0.2120	0.04	0.508	0.0306	22.55
	PVS-27	PVS-28	55.58	55.510	29.66	11.703	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.24	4.6811	0.1132	11.3168	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0989	0.637	2.98	0.2120	0.04	0.508	0.0306	22.55
	PVS-28	PVS-29	55.51	55.400	31.14	11.972	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.35	4.6811	0.1157	11.5685	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.1012	0.644	3.01	0.2160	0.04	0.516	0.0312	22.93
	PVS-29	PVS-30	55.4	55.290	30.98	12.207	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.36	4.6811	0.1169	11.6944	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.1032	0.647	3.03	0.2180	0.04	0.521	0.0314	23.11
	PVS-30	PVS-31	55.29	55.000	85.45	12.879	200	0.2	4.1887000	0.0252734	0.4188700	0.060337097	0.0750	0.34	4.6811	0.1195	11.9462	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.1089	0.654	3.06	0.2220	0.04	0.529	0.0319	23.48
	PVS-31																												

Tramo	Pozo de visita		Cota de terreno		longitud del tramo	Caudal de diseño	Diametro	Diametro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		VSLL	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (QSLL)	Qd/QSLL	Vd/VSLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
n°	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)		(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S %	Terreno S %	(m/s)	m	cm		(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
RAMAL UNO	PVS-32	PVS-33	62.59	62.70	27.91	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-0.39	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-33	PVS-34	62.70	62.92	43.26	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-0.51	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-34	PVS-35	62.92	63.37	30.01	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-1.50	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-35	PVS-36	63.37	63.48	37.23	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-0.30	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-36	PVS-37	63.48	63.00	60.43	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	0.79	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-37	PVS-38	63.00	62.64	67.72	1.5100	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	0.53	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0275	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-38	PVS-39	62.64	61.67	80.09	1.5802	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	1.21	3.8641	0.0377	3.7718	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0288	0.445	1.72	0.1180	0.02	0.297	0.0134	9.89
	PVS-39	PVS-13	61.67	61.81	20.99	1.5802	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-0.67	3.8641	0.0377	3.7718	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0288	0.445	1.72	0.1180	0.02	0.297	0.0134	9.89
	PVS-13																												

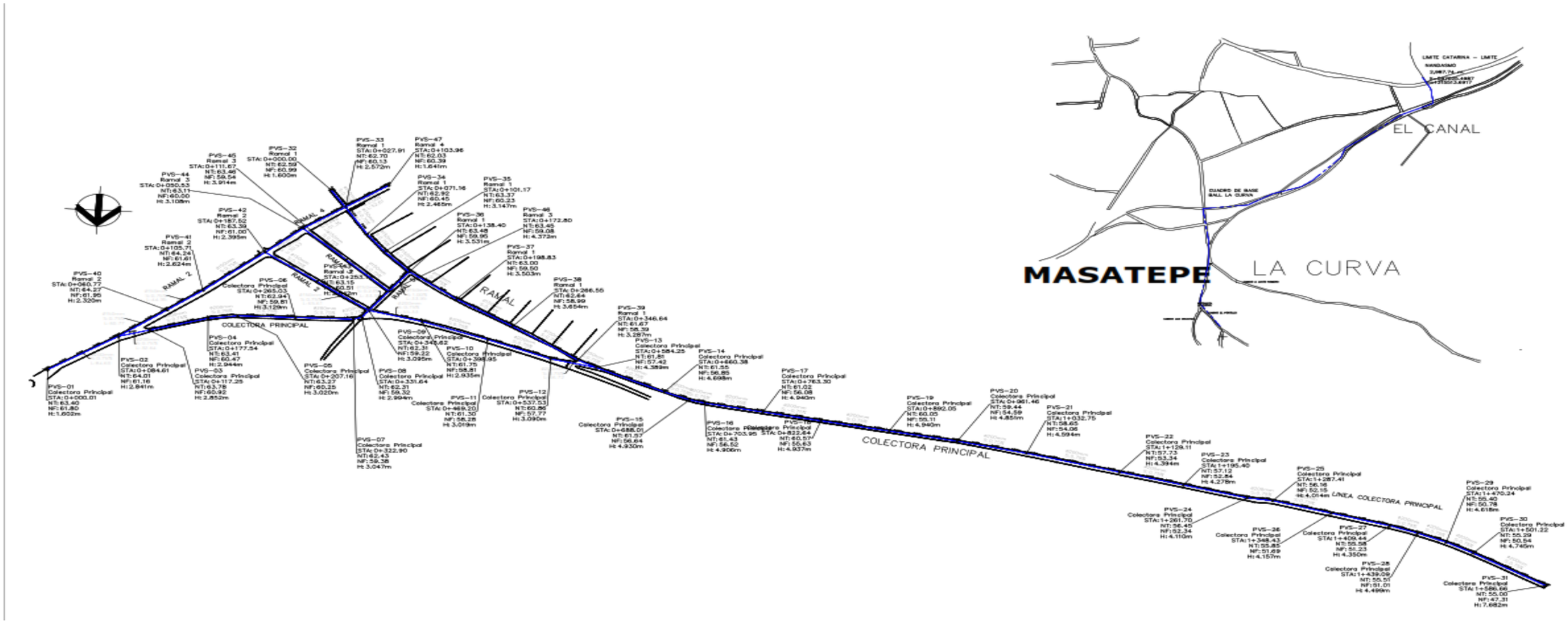
Tramo	Pozo de visita		Cota de terreno		Longitud del tramo	Caudal de diseño	diámetro	Diametro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		V	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (QSLL)	Qd/QLL	Vd/VLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)		(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S mt	Terreno S %	(m/s)	m	cm		(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
RAMAL DOS	PVS-02	PVS-40	64.01	64.27	60.77	1.500	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.0750	-0.43	4.6811	0.0338	3.3815	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.348	1.63	0.0800	0.02	0.205	0.0124	9.11
	PVS-40	PVS-41	64.27	64.24	44.95	1.500	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.0750	0.07	4.6811	0.0338	3.3815	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.348	1.63	0.0800	0.02	0.205	0.0124	9.11
	PVS-41	PVS-42	64.24	63.39	81.80	1.500	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.0750	1.04	4.6811	0.0338	3.3815	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.348	1.63	0.0800	0.02	0.205	0.0124	9.11
	PVS-42	PVS-43	63.39	63.15	65.61	1.500	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.0750	0.37	4.6811	0.0338	3.3815	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.348	1.63	0.0800	0.02	0.205	0.0124	9.11
	PVS-43	PVS-09	63.15	62.31	65.61	1.589	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.0750	1.28	4.6811	0.1358	13.5819	9.8100	4.6161	0.1183	11.83	0.1343	0.697	3.26	0.2480	0.05	0.582	0.0351	25.86
	PVS-09																												

Tramo	Pozo de visita		Cota de terreno		Longitud del tramo	Caudal de diseño Acumulado	diámetro	diámetro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		V	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (QSLL)	Qd/QLL	Vd/VLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
n°	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)		(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S mt	Terreno S %	(m/s)	m	cm		(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
RAMAL TRES	PVS-42	PVS-44	63.39	63.11	50.54	1.5000	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.075	0.55	4.6811	0.0327	3.2735	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.342	1.60	0.0780	0.02	0.200	0.0121	8.89
	PVS-44	PVS-45	63.11	63.46	61.13	1.5000	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.075	-0.57	4.6811	0.0338	3.3815	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.348	1.63	0.0780	0.02	0.200	0.0121	8.89
	PVS-45	PVS-46	63.46	63.45	61.14	1.5000	200	0.2	4.1887	0.0252734	0.41887	0.060337097	0.075	0.02	4.6811	0.0327	3.2735	9.8100	4.6161	0.1183	118.31	0.0127	0.342	1.60	0.0780	0.02	0.200	0.0121	8.89
	PVS-46																												

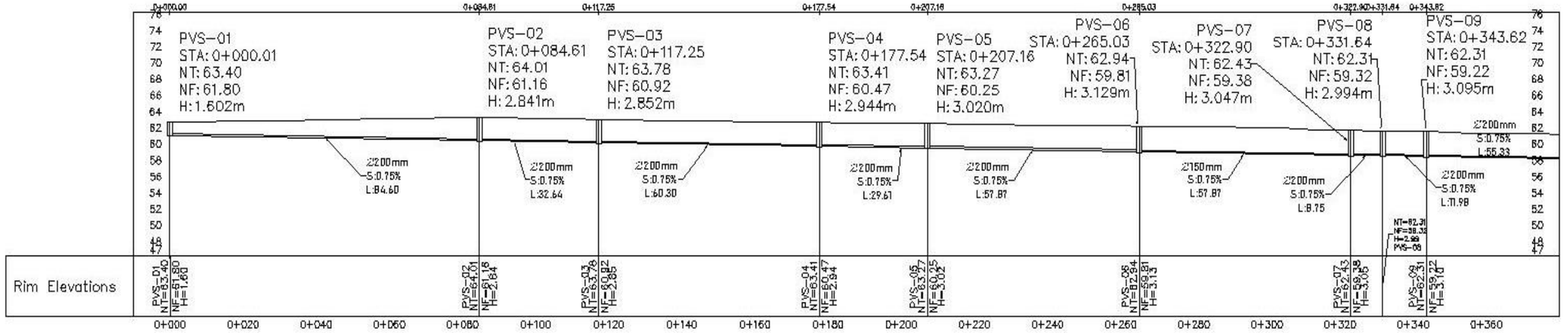
Tramo	Pozo de visita		Cota de terreno		Longitud del tramo	Caudal de diseño Acumulado	Diametro	Diametro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		V	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (Q)	Qd/QLL	Vd/VLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
n°	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)		(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S mt	Terreno S %	(m/s)	m	cm		(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
RAMAL CUATRO	PVS-47	PVS-33	62.03	62.7	52.61	1.50000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-1.27	3.8641	0.0361	3.6121	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.436	1.68	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-33	PVS-44	62.7	63.11	51.35	1.50000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.075	-0.80	3.8641	0.0353	3.5326	9.8100	3.9977	0.0549	54.93	0.0273	0.431	1.67	0.1140	0.02	0.288	0.0130	9.58
	PVS-44																												

Tramo	Pozo de visita		Cota de terreno		Longitud del tramo	Caudal de diseño Acumulado	Diametro	Diametro	θ (RAD)	AREA TUBERIA SEMILLENA	PERIMETRO TUBERIA SEMILLENA	RH TUBERIA SEMILLENA	Pendiente		V	h	h	g	Vc	Caudal (QSLL)	Caudal (Q)	Qd/QLL	Vd/VLL	Vd	y/D	Y	rh/RH	rh	τ
n°	Desde	Hasta	Inicial	Final	(m)		(mm)	(m)	para un Y/D=0.75	m3	m		Tuberia S mt	Terreno S %	(m/s)	m	cm		(m/s)	m3/s	l/s			m/s		m			Pa
RAMAL QUINTO	PVS-36	PVS-46	62.03	62.7	43.95	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.07	-1.52	3.6864	0.0336	3.3600	9.8100	3.9977	0.0524	52.41	0.0286	0.441	1.62	0.1160	0.02	0.292	0.0132	8.86
	PVS-46	PVS-09	62.7	63.11	43.31	1.5000	150	0.15	4.1887	0.0142162	0.3141525	0.045252545	0.01	-0.95	1.4110	0.0066	0.6553	9.8100	3.9977	0.0201	20.06	0.0748	0.508	0.72	0.1460	0.02	0.362	0.0164	1.61
	PVS-09																												

PLANOS DE DISEÑO.

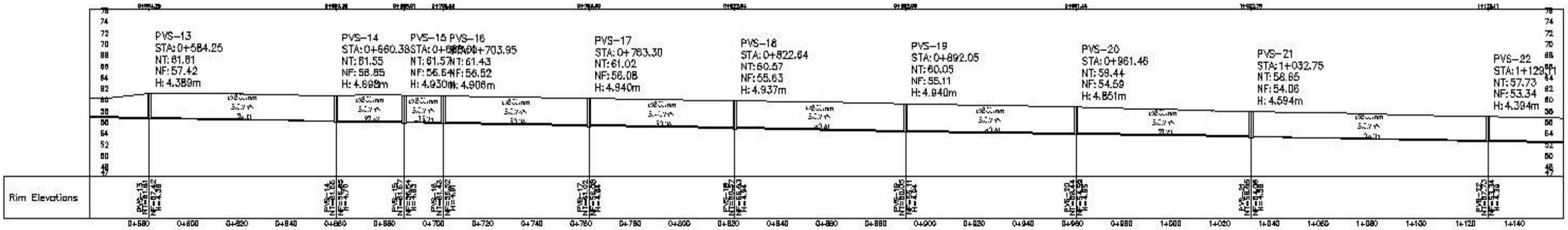


Colectora principal tramo 1, del PVS-01 al PVS-09

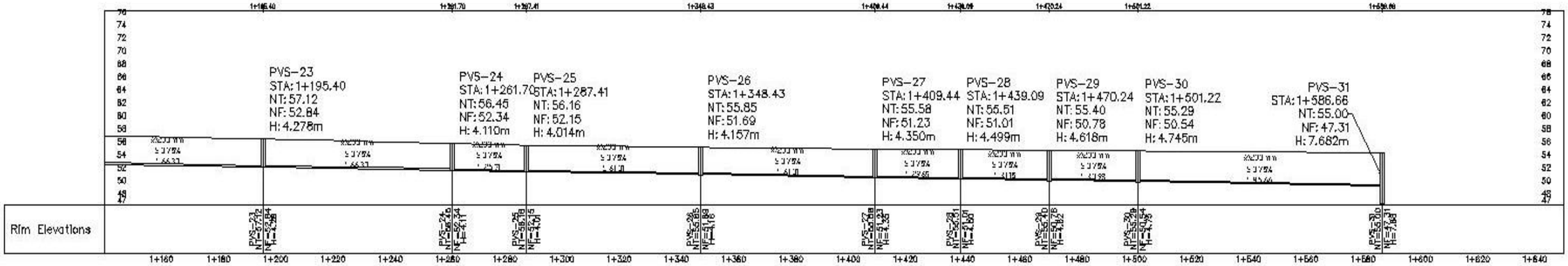


Colectora principal tramo 2, del PVS-09 al PVS-13

Colectora principal tramo 3, del PVS-13 al PVS-22

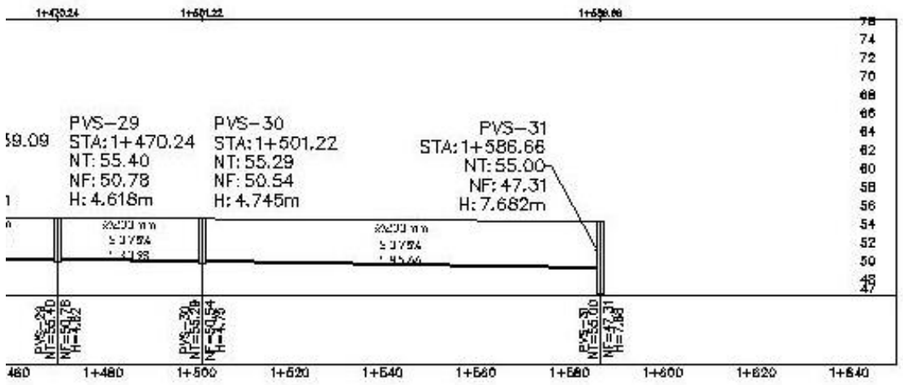


Colectora principal tramo 4, del PVS-22 AL PVS-31



CÁLCULOS DEL TRAMO DE COLECTORA

Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		Vdiseño	Caída del tramo	Pendiente Terreno	Elevación Corona (m)		Pérdidas Calculada	Pérdidas Diseño	Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
PVS-29	PVS-30	30.98	200	0.20	55.4	55.290		0.24	0.36	50.990	50.750	0.000	0.03	50.790	50.550	4.61	4.74



Datos del PVS N°29 al PVS N°30
Longitud del tramo: 30.98 m
Diámetro de tubería: 200 mm- 0.20 m
Elevación de tapa inicio: 55.4
Elevación de tapa final: 55.29
Velocidad de diseño:
Profundidad de PVS arriba: 4.61 m
Profundidad de PVS abajo: 4.74 m
Caída del tramo:
Elevación invert arriba - Elevación invert abajo
50.790 m – 50.550 m =0.24 m
Pendiente del terreno:
Elevación de tapa inicio - Elevación de tapa final
/ Longitud del tramo * 100
55.4 – 55.290/30.98*100 = 0.36

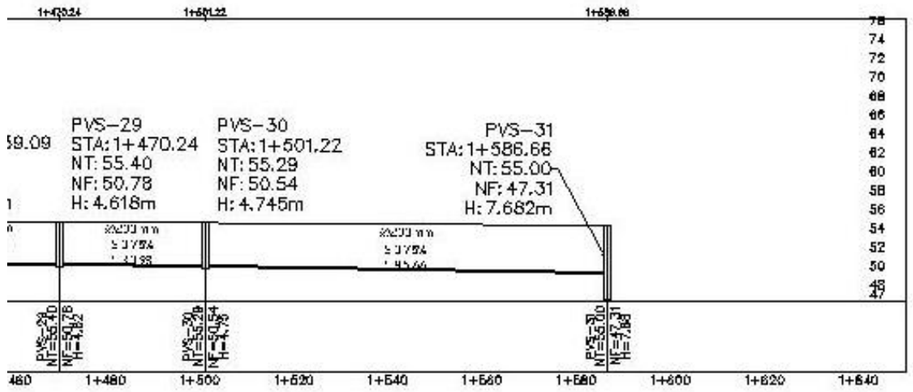
Elevación corona
Arriba: Elevación invert arriba + diámetro del tubo
50.790 + 0.20: 50.990
abajo: Elevación invert abajo + diámetro del tubo
50.550+0.20: 50.750
Elevación invert
arriba: Elevación de tapa inicio – profundidad de PVS arriba
55.4 - 4.61: 790
abajo: Elevación de tapa final – profundidad de PVS abajo
55.290 – 4.74: 50.550

CÁLCULOS DEL TRAMO DE COLECTORA PRINCIPAL – FINAL AL DE CONEXIÓN

Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		Vdiseño	Caída del tramo	Pendiente Terreno	Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
												Calculada	Diseño				
De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
PVS-30	PVS-31	85.45	200	0.20	55.29	55.000		3.23	0.34	50.750	47.520	0.000	0.03	50.550	47.320	4.74	7.68

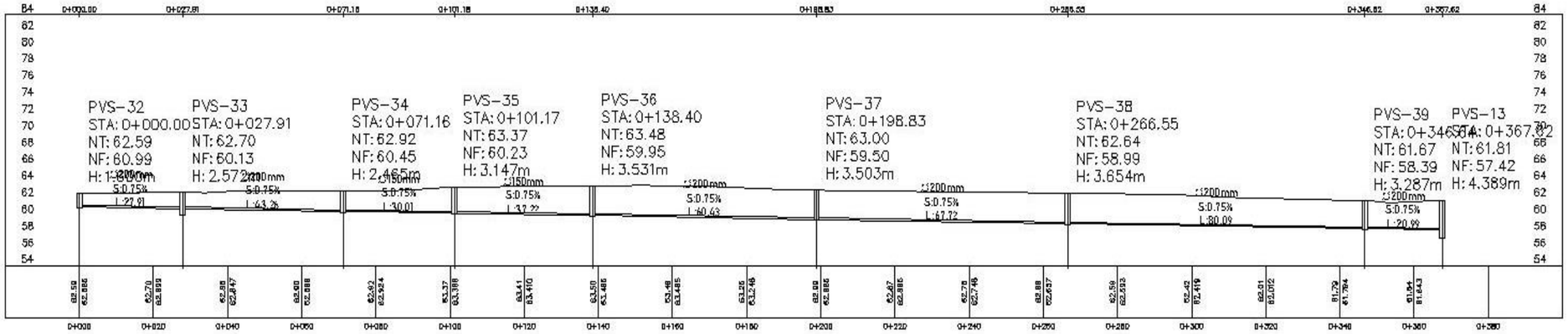
Datos del PVS N°30 al PVS N°31
Longitud del tramo: 85.45 m
Diámetro de tubería: 200 mm- 0.20 m
Elevación de tapa inicio: 55.29
Elevación de tapa final: 55.00
Velocidad de diseño:
Profundidad de PVS arriba: 4.74 m
Profundidad de PVS abajo: 7.68 m
Caída del tramo:
Elevación invert arriba - Elevación invert abajo
50.550 m – 47.320 m =3.23 m

Pendiente del terreno:
Elevación de tapa inicio - Elevación de tapa final / Longitud del tramo * 100
55.29 – 55.00/85.45*100 = 0.34

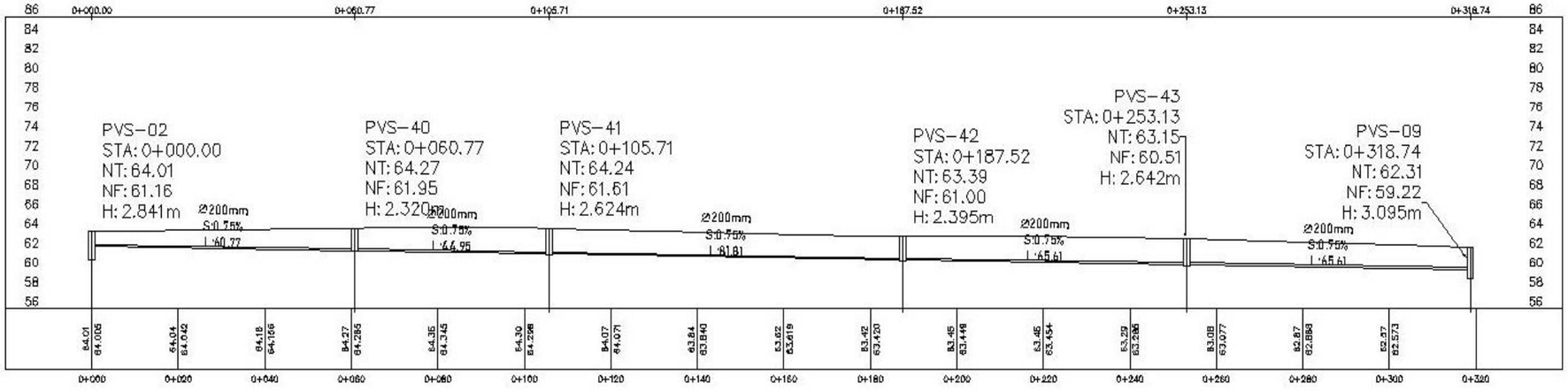


Elevación corona
Arriba: Elevación invert arriba + diámetro del tubo
50.55 + 0.20: 50.750
abajo: Elevación invert abajo + diámetro del tubo
47.320+0.20: 47.520
Elevación invert
arriba: Elevación de tapa inicio – profundidad de PVS arriba
55.29-4.74: 50.55
abajo: Elevación de tapa final – profundidad de PVS abajo
55.00-7.68: 47.320

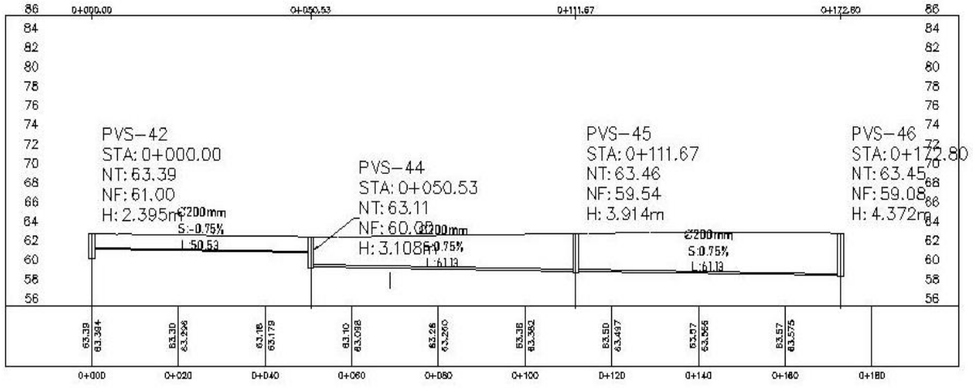
RAMAL 1, DEL PVS-32 AL PVS-13



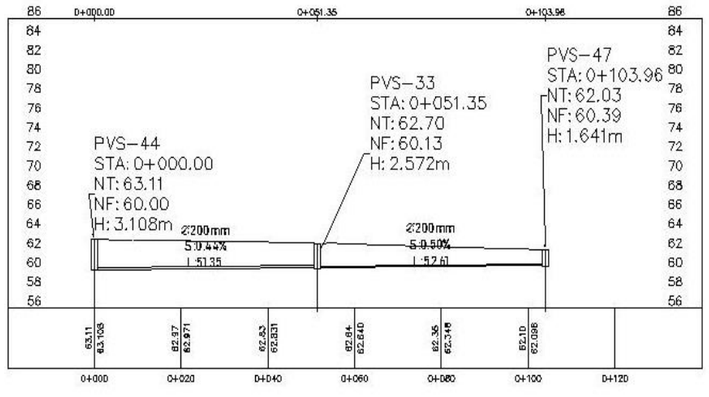
RAMAL 2, DEL PVS-02 AL PVS-09



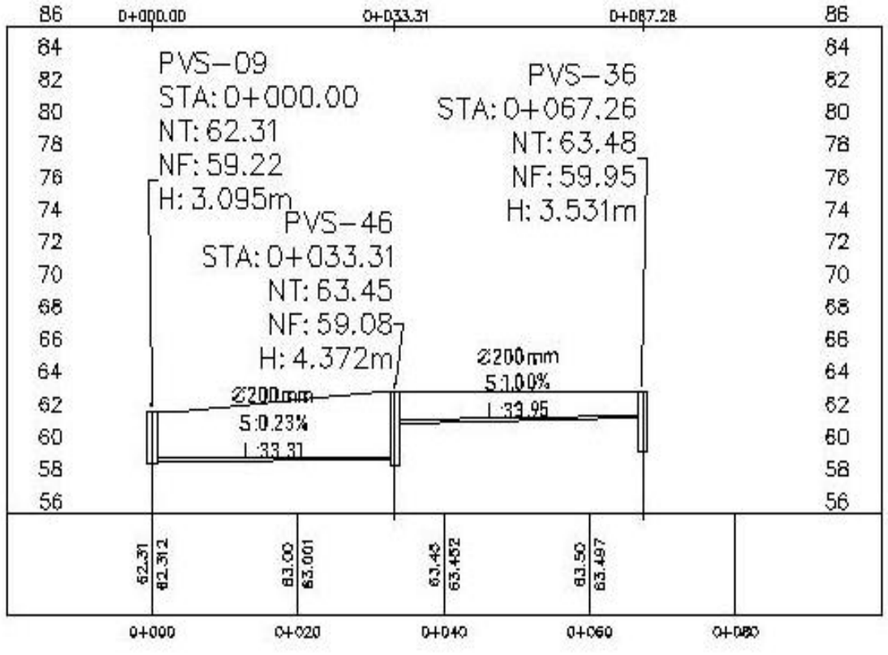
RAMAL 3, DEL PVS-42 AL PVS-46



RAMAL 4, DEL PVS-47 AL PVS-44



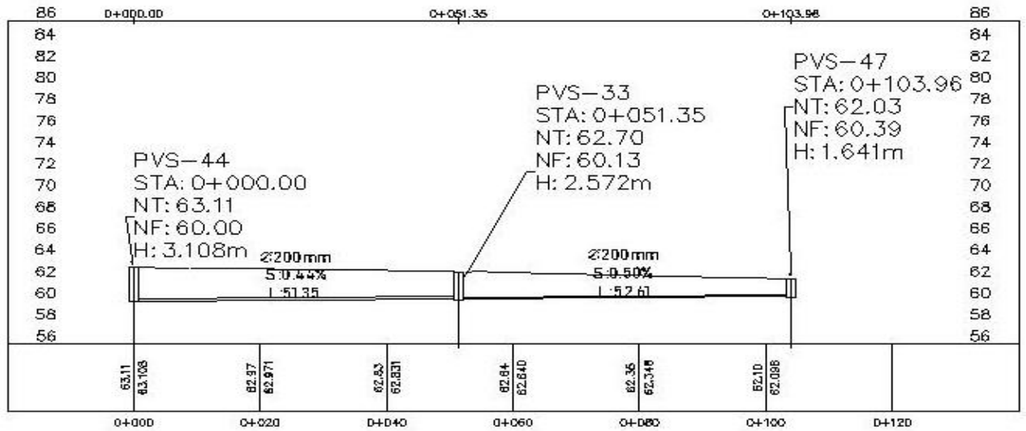
RAMAL 5, DEL PVS-36 AL PVS-09



CÁLCULOS DEL RAMAL 4

Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		Vdiseño	Caída del tramo	Pendiente Terreno	Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
												Calculada	Diseño				
De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
PVS-47	PVS-33	52.61	150	0.15	62.03	62.7		0.26	-1.27	60.539	60.278	0.000	0.03	60.389	60.128	1.641	2.57

Datos del PVS N°47 al PVS N°33
Longitud del tramo: 52.61 m
Diámetro de tubería: 200 mm- 0.15 m
Elevación de tapa inicio: 62.03
Elevación de tapa final: 62.07
Velocidad de diseño:
Profundidad de PVS arriba: 1.64 m
Profundidad de PVS abajo: 2.57 m
Caída del tramo:
Elevación invert arriba - Elevación invert abajo
60.389 m – 60.128 m = 0.26 m
Pendiente del terreno:
Elevación de tapa inicio - Elevación de tapa final / Longitud del tramo * 100
62.03 – 62.7/52.61*100 = -1.27

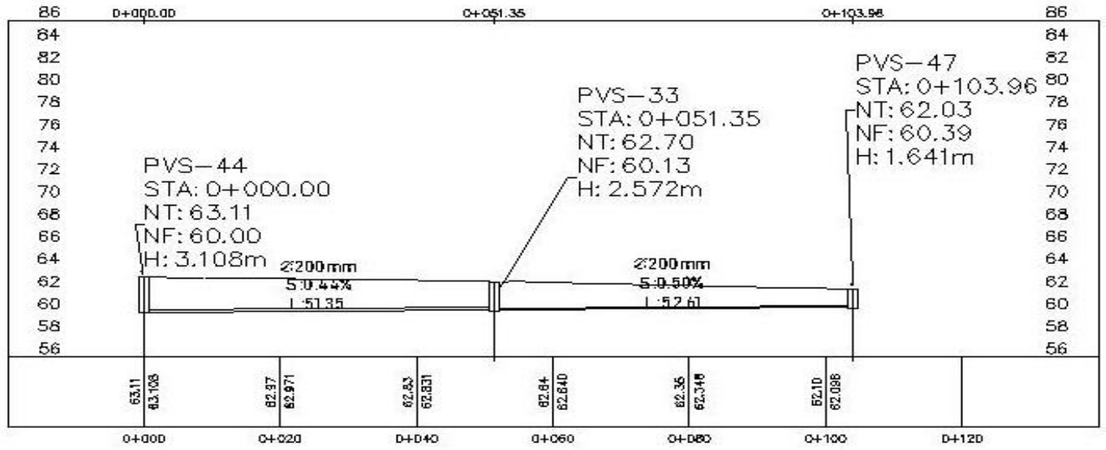


Elevación corona
Arriba: Elevación invert arriba + diámetro del tubo
60.389 + 0.15: 60.53
abajo: Elevación invert abajo + diámetro del tubo
60.128+0.15: 60.278
Elevación invert
arriba: Elevación de tapa inicio – profundidad de PVS arriba
62.03-1.64: 60.38
abajo: Elevación de tapa final – profundidad de PVS abajo
62.7-2.57: 60.128

CÁLCULOS DEL RAMAL 4

Tramo		LTramo	Diámetro		Elevación de Tapa		Vdiseño	Caída del tramo	Pendiente Terreno	Elevación Corona (m)		Pérdidas		Elevación Invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
												Calculada	Diseño				
De	A	m	(mm)	(m)	Inicio	Final	(m/s)	(m)	(S %)	Arriba	Abajo	(m)	(m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
PVS-33	PVS-44	51.35	150	0.15	62.7	63.11		0.13	-0.80	60.278	60.152	0.000	0.03	60.128	60.002	2.57	3.11

Datos del PVS N°33 al PVS N°44
Longitud del tramo: 52.35 m
Diámetro de tubería: 200 mm- 0.15 m
Elevación de tapa inicio: 62.7
Elevación de tapa final: 63.11
Velocidad de diseño:
Profundidad de PVS arriba: 2.57 m
Profundidad de PVS abajo: 3.11 m
Caída del tramo:
Elevación invert arriba - Elevación invert abajo
60.128 m – 60.002 m = 0.13 m
Pendiente del terreno:
Elevación de tapa inicio - Elevación de tapa final / Longitud del tramo * 100
62.7 – 63.11 / 51.35*100 = -0.80



Elevación corona
Arriba: Elevación invert arriba + diámetro del tubo
60.128 + 0.15: 60.278
abajo: Elevación invert abajo + diámetro del tubo
60.002+0.15: 60.152
Elevación invert
arriba: Elevación de tapa inicio – profundidad de PVS arriba
62.7-2.57: 60.128
abajo: Elevación de tapa final – profundidad de PVS abajo
63.11-3.11: 60.002