

Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua.

UNAN-Managua

Recinto Universitario Rubén Darío.

Facultad De Ciencias e Ingeniería.

Departamento de construcción.

Ingeniería civil.



Seminario de gradación para optar al título de ingeniero civil.

TEMA: “Propuesta de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Los Cedros, Municipio Villa El Carmen, Departamento de Managua, para un periodo de veinte años (2017-2037)”.

Autores:

Br. Alex Omar Puerto Calero.

Br. Sandy Oswaldo Camacho Gaitán.

Tutor:

MSc. Ing. Wilber Pérez.

Managua, Nicaragua. Enero del 2017.

Contenido	Pág.
Resumen.....	I
Introducción.....	II
Antecedentes.....	III
Justificación.....	IV
Objetivos.....	V
• Objetivo general.....	V
• Objetivos Específicos.....	V
Capítulo I: Información general del proyecto.....	2
1.1. Ubicación.....	3
1.1.1. Macro localización.....	3
1.1.2. Micro localización.....	3
1.2. Extensión territorial.....	4
1.3. Densidad poblacional.....	4
1.4. Características físicas y naturales del área.....	4
1.4.1. Clima.....	4
1.4.2. Servicios básicos.....	5
1.4.3. Estado físico de las calles.....	5
1.4.4. Obras existentes.....	6
Capitulo II: Marco teórico.....	7
2.1. Sistema de alcantarillado.....	8
2.1.1. Clasificación de los sistemas de alcantarillados.....	8
2.1.2. Estudios para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.....	8
2.1.3. Partes de un alcantarillado.....	9
2.1.4. Pozos De Visita Sanitarios.....	9
2.2. Métodos para determinar una población futura.....	11
2.3. Dotaciones.....	12
2.4. Caudal de diseño.....	13
2.5. Parametros de la red de recolección.....	15
2.5.1. Diámetro.....	15
2.5.2. Pendiente longitudinal mínima.....	15
2.5.3. Ubicación de las alcantarillas.....	16

2.6. Contaminantes del agua residual.....	16
2.7. Sistema de tratamiento.	17
2.7.1. Pretratamiento o tratamiento primario.....	18
2.7.2. Tratamiento secundario.	20
Capitulo III: Diseño Del sistema de alcantarilladoSanitario.	23
3.1. Estudio poblacional.....	24
3.1.1. Población actual.....	24
3.1.2. Población de diseño.	24
3.2. Trazado de colectores.....	24
3.3. Memoria de cálculo para la red.	25
3.3.1. Datos de tabla topográfica.	25
3.3.2. Datos de tabla de Caudales.....	28
3.3.3. Datos de tabla hidráulica.....	30
3.4. Resumen de cantidad de obras del alcantarillado sanitario.....	49
Capitulo IV: Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales.	51
4.1. Resumen de criterios técnicos adoptados.....	52
4.2. Memoria de cálculo de la planta de tratamiento.	57
4.2.1. Diseño del pretratamiento.....	57
4.2.2. Diseño del tratamiento secundario.....	60
4.3. Resumen de obras de las plantas de tratamiento.....	63
4.3.1. Laguna facultativa.....	63
4.3.2. Laguna de maduración.....	63
Capítulo V: Interpretación de resultados.....	64
5.1. Conclusión.	65
5.2. Recomendaciones.	66
Bibliografía.	67
Anexos	69
Fotografías.	70
Presupuesto del proyecto.....	73
Planos.....	76

Resumen.

El presente documento contiene el diseño de una red de alcantarillado sanitario y su respectiva planta de tratamiento para la comunidad de Los cedros, y tiene como objetivo principal mejorar las condiciones sanitarias de los pobladores mediante la recolección, conducción y tratamiento de las aguas domésticas. Se obtuvo la población de diseño a través de una proyección utilizando el método geométrico para un periodo de veinte años desde el 2017 hasta 2037 cuyo resultado fue de 11127 habitantes, posteriormente se calculó el sistema hidráulico para esta población.

En este documento se presenta la información general del área de estudio, los principales criterios utilizados para el diseño del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento.

El sistema de alcantarillado está compuesto de 13695.9 m de tubería de PVC, la tubería está conformada por diámetros de 6, 8 y 10 pulgadas, con 174 pozos de visitas sanitaria.

El sistema de tratamiento está compuesto por: el pretratamiento, una batería de dos lagunas facultativas para que una esté en operación y así poder darle limpieza a la otra y una de maduración canalizadas con mamparas para modelar el flujo tipo pistón.

El costo estimado del proyecto asciende a la suma de C\$ 17 700 339.25 moneda nacional, cuyo equivalente en dólares es de \$ 592 380.84 para una tasa de cambio de 29.88 córdobas por dólar.

Introducción.

Por muchos años los pobladores de la comunidad Los Cedros en el municipio de Villa El Carmen, venían sufriendo por el abastecimiento de agua potable que brindaba un viejo pozo de ENACAL, que venía reduciendo sus capacidades de bombeo, hasta convertirse en un verdadero dolor de cabeza para los habitantes de este lugar.

Ante esta situación, técnicos e ingenieros de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) comenzaron a trabajar en una solución definitiva y de esa manera mejorar los niveles de vida de todas estas familias. Esta comunidad actualmente posee un sistema de agua potable en óptimas condiciones, pero lamentablemente carece de sistemas de aguas residuales.

En cada una de las viviendas de la comunidad de Los Cedros hay letrinas y una que otra equipada con su respectivo sumidero, esto causa la contaminación de acuíferos por infiltración, además que en periodo de invierno se presenta el mayor problema debido a que por las lluvias las letrinas se llenan de agua y esto provoca la proliferación de enfermedades de origen hídrico como dengue, Zika, malaria, cólera, etc.

se pretende contribuir al saneamiento y desarrollo de Los Cedros, comunidad de Villa El Carmen a través del diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas por la comunidad. Ya que con esto se traería mejores condiciones ambientales al municipio, se reduciría el riesgo de enfermedades de origen hídrico, contaminación del manto acuífero por infiltración de aguas residuales, etc.

Antecedentes.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más enfocada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado sanitario.

En el año 1976 el Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillado (DENACAL) elaboró unas “Especificaciones Técnicas de Acueductos y Alcantarillado Sanitario”, las cuales en sus capítulos exponen los criterios de diseño de Alcantarillados Sanitario, pero no así incluye sobre Sistemas de Tratamiento. Dichas especificaciones han sido utilizadas por muchos Diseñadores nacionales hasta el presente.

En la actualidad el sector de alcantarillado sanitario ha crecido, según la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), ya que en 1998 el 32.8% de la población urbana total contaba con tal servicio. La disposición final de los efluentes de esos sistemas, se realiza con algún tratamiento en nueve de los casos, en el resto se vierten sin ningún control a cuerpos de aguas: ríos, lagos, lagunas y mares, ocurriendo lo mismo con los residuos industriales.

La ciudad con más alcantarillado y la primera que contó con alcantarillas en nuestro país es la ciudad de Managua. Las ciudades que poseen alcantarillado sanitario son: Boaco, Corinto, Rivas, Estelí, Chinandega, Chichigalpa, Masaya, Granada, León Jinotega, San Marcos, Somoto, Ocotal, Camoapa, entre otras, al tiempo que existen muchos proyectos por desarrollarse en varias de las ciudades que no poseen el servicio.

Justificación.

Una de las mayores necesidades urbanas es el abastecimiento de agua potable y como consecuencia de ello una disposición adecuada del agua usada y de los desperdicios sólidos, particularmente aquellos que contienen excretas humanas.

La comunidad de los cedros es una más de las tantas comunidades que no cuentan con una red de alcantarillado sanitario, la red de alcantarillado sanitario se considera un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo como Nicaragua es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera trascendentales problemas sanitarios y ambientales.

Ante la problemática que genera el déficit del Alcantarillado sanitario tales como la proliferación de enfermedades, el mal aspecto de la localidad, la contaminación del medio ambiente, y del manto acuífero.

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

Lo que se pretende obtener con la realización de un diseño de Alcantarillado Sanitario, brindar a la comunidad un proyecto que vendría a completar el sistema de saneamiento de forma adecuada, eliminando el uso de letrinas y sumideros conectando a todas las viviendas del casco urbano al sistema de Alcantarillado Sanitario, así mismo la población no incurrirán en gastos periódicos para dar mantenimiento a sumideros y letrinas.

Objetivos.

Objetivo general.

- Proponer el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Los Cedros, Municipio Villa El Carmen, Departamento de Managua, para un periodo de veinte años (2017-2037).

Objetivos Específicos.

- Calcular los parámetros de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario en la comunidad de Los Cedros.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario utilizando el software SewerCAD.
- Determinar las dimensiones de la planta de tratamiento para las aguas residuales de la comunidad.

CAPÍTULO I: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

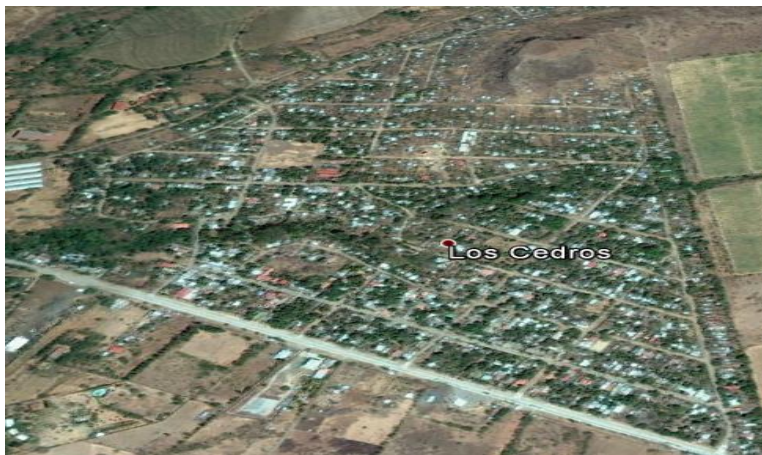
1.1. Ubicación.

1.1.1. Macro localización.



La comunidad de Los Cedros está ubicada en el Municipio de Villa el Carmen, siendo este uno de los nueve municipios del departamento de Managua.

1.1.2. Micro localización.



La comunidad de Los Cedros es una de las 52 comunidades pertenecientes al Municipio de Villa el Carmen. La comunidad de Los Cedros está ubicada en el km 28 carretera vieja a León, y 13 km del municipio Villa El Carmen al cual pertenece.

1.2. Extensión territorial.

La comunidad de Los Cedros tiene una extensión territorial de aproximadamente 1.46 kilómetros cuadrados (km²) (Alcaldía Municipal, 2016)

Los límites de la comunidad:

Norte: Comunidad Los Romeros.

Sur: Comunidad de Monte Fresco.

Este: Hacienda El Cielo.

Oeste: Comunidad Santa Rita.

1.3. Densidad poblacional.

La población para el año 2017 en la comunidad se estima que será de 5078 habitantes (comunidad Municipal, 2016), siendo la densidad poblacional de 3478 hab/km².

1.4. Características físicas y naturales del área.

1.4.1. Clima.

En el Pacífico de Nicaragua las temperaturas en temporada de invierno varían entre los 22° C y 30° C (Vianica.com, 2016), y en el verano se llega a alcanzar los 38° C. Siendo estas temperaturas para la Comunidad en estudio, ya que está ubicada en el pacífico.

1.4.2. Servicios básicos.

- **Agua potable.**

El abastecimiento de agua potable está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos Y Alcantarillados (ENACAL) y según el Sr Gustavo Barberena Martínez (jefe de filial de Los cedros) un 90% de la población tiene cobertura de agua potable y el otro 10% tiene acceso a este servicio a través de vecinos o pozos artesanales.

- **Alcantarillado Sanitario.**

Actualmente la comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que utilizan letrinas o sumideros.

- **Luz eléctrica.**

La comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica, con una cobertura del 100%, y se acaba de construir una planta de energía eléctrica en la comunidad porque el voltaje era muy bajo debido a la cantidad de energía eléctrica que se demandaba por la población.

1.4.3. Estado físico de las calles.

En la comunidad hay 9 cuadras adoquinadas, 5 con concreto asfáltico (carretera vieja a León) y resto de recubierta con material selecto, por lo tanto, las calles se encuentran en buen estado.

1.4.4. Obras existentes.

- **Centro de atención médica.**

La comunidad cuenta con un centro de salud, y en la cabecera municipal hay un hospital (Hospital de Villa El Carmen).

- **Centros de educación.**

En la comunidad se encuentra un colegio de educación pública (Colegio Público Los cedros) y con 2 escuelas privadas de educación primaria.

- **Iglesias.**

Existen aproximadamente 13 iglesias en la comunidad.

- **Parques.**

La comunidad cuenta con 3 parques de diversión y un cuadro de béisbol

- **Gasolinera.**

La comunidad cuenta con el servicio de una gasolinera.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Sistema de alcantarillado.

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, es decir por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por conductos de sección circular y enterrada bajo las vías públicas.

2.1.1. Clasificación de los sistemas de alcantarillados.

Este sistema es diseñado exclusivamente para llevar (conducir) las aguas residuales, domesticas e industriales y se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Sistema de alcantarillado convencional.
- Sistemas de alcantarillado no convencionales.
- Sistemas in situ.

2.1.2. Estudios para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.

Para llevar a cabo un diseño hidráulico de un sistema de alcantarillado sanitario se tendrá que realizar principalmente los siguientes estudios:

- Estudio poblacional.
- Estudios sanitarios.
- Topográficos.

2.1.3. Partes de un alcantarillado.

La red de alcantarillado, además de los colectores o tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA 2012). Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- Pozos De Inspección o pozos de visitas sanitarias.
- Conexiones Domiciliarias.
- Conductos o líneas de conducción.

2.1.4. Pozos De Visita Sanitarios.

Los pozos de visita sanitaria (PVS) o cámaras de inspección son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las redes sanitarias, los PVS se utilizan 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.

- **Distancia máxima entre pozos de visita sanitaria.**

El espaciamiento máximo entre PVS, está dado por la siguiente tabla que es para el método tradicional de inspección en los pozos.

Tabla 2-1. Tabla de separaciones máximas de PVS.

Diámetro (mm)	Distancia (m)
150 – 400	100
450 y mayores	120

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales (INAA).

- **Características del pozo de visita.**

- El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto.
- Para pozos con profundidades mayores de 3 m, el proyectista deberá determinar el grosor de la pared, para que resista los esfuerzos a que será sometida durante el funcionamiento del sistema.
- El diámetro interno (D) del pozo será 1.20 m, para alcantarillas con 750 mm y menores.
- Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de 2 orificios de 0.03 m de diámetros para proveer el escape de gases.
- El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.
- El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15 mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

2.2. Métodos para determinar una población futura.

Debido a que el caudal de diseño se tiene que hacer con una población futura se tiene que hacer una proyección de la población actual para así poder tener un aproximado de cuánto será la población futura, para esto se pueden utilizar los siguientes métodos:

- **Método aritmético.**

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

- **Tasa de crecimiento o método geométrico.**

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

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
- 3) Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
 - a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
 - b) Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
 - c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

La población se calcula con la siguiente expresión:

$$P_f = P_o(1 + i)^n \quad (\text{Ecu. 2-1})$$

Donde:

P_f = Poblacion futura

P_o = *Poblacion Actual*

- **Tasa de crecimiento a porcentaje decreciente.**

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

- **Método por porcentaje de saturación.**

Con este método se debe determinar la población de saturación para un lugar determinado, luego de conocer sus tasas de crecimiento para varios períodos de tiempo anteriores. Conociendo esa población de saturación, se determinan los porcentajes correspondientes de saturación, basado en las poblaciones de los censos anteriores.

2.3. Dotaciones.

Cuando se haya determinado la población se considera otro aspecto importante el cual es la dotación, en Nicaragua se considera que un 80% del abastecimiento de agua potable vuelve a la alcantarilla. En la tabla siguiente se muestran valores de dotación para determinada población.

Tabla 2-2. Dotaciones de agua.

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

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2012).
Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de
tratamiento de aguas residuales.

2.4. Caudal de diseño.

Una vez determinada la población y dotación se puede proseguir al cálculo del caudal o gasto de diseño que estará compuesto por los distintos caudales mencionados a continuación (INAA, 2012):

$$Q_d = Q_{max} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inst} \quad (\text{Ecu. 2-2})$$

Dónde:

Q_{max} = Caudal máximo, en lps.

Q_{inf} = Caudal de infiltración, en lps.

Q_{com} = Caudal comercial, en lps.

Q_{ind} = Caudal industrial, en lps.

Q_{inst} = Caudal institucional o público, en lps.

- **Caudal Máximo.**

$$Q_{max} = \left(1 + \frac{14}{4+P^{0.5}}\right) \times Q_{med} \quad (\text{Ecu. 2-3})$$

Dónde:

Q_{max} = Caudal máximo en lps.

P = Población servida en miles de habitantes.

Q_{med} = caudal medio en lps.

- **Caudal medio.**

$$Q_{med} = \frac{P * Dot * 80\%}{86400} \quad (\text{Ecu. 2-4})$$

Dónde:

Dot = Dotación en L/hab/dia.

Q_{med} = Caudal medio en lps

- **Caudal mínimo de aguas negras.**

$$Q_{min} = \frac{1}{2} Q_{med} \quad (\text{Ecu. 2-5})$$

- **Caudal de infiltración.**

El caudal de infiltración se estima como 2L/hora/100m de tubería por cada 25 mm

- **Caudal especial.**

El caudal especial está compuesto por la sumatoria de los caudales comercial, institucional e industrial cuyos valores se muestran en la tabla 2-3, y están en porcentaje del caudal medio.

Tabla 2-3. Valor de Gastos de consumo comercial, industrial e institucional.

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Publico o Institucional	7
Industrial	2

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2012). Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

2.5. Parámetros de la red de recolección.

2.5.1. Diámetro.

El diámetro mínimo en las tuberías del alcantarillado deberá ser de 6 pulgadas, y en las conexiones domiciliarias se podrá usar diámetros de 4 pulgadas. 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 (INAA, 2012).

2.5.2. Pendiente longitudinal mínima.

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

$$\tau = W * R * S \quad (\text{Ecu. 2-6})$$

Dónde:

τ = Tensión de arrastre en (Pa)

W = Peso específico del líquido (N/m^3)

R = Radio hidráulico a gasto mínimo (m)

S = Pendiente mínima (m/m)

Se recomienda un valor mínimo de $\tau = 1$ Pa

2.5.3. 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.

2.6. Contaminantes del agua residual.

- **Sólidos en suspensión.**

Los sólidos en suspensión pueden originar depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar en un entorno acuático.

- **Materia orgánica biodegradable.**

La materia orgánica biodegradable está compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas animales y si las aguas residuales se descargan sin tratar al entorno, su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de oxígeno a los recursos naturales y al desarrollo de condiciones sépticas.

2.7. Sistema de tratamiento.

El tratamiento para el agua residual recolectada en la comunidad de Los Cedros se hará a través de lagunas de estabilización ya que es el método más adecuado (tanto en la remoción como en lo económico) para países en desarrollo.

Según (Oakley, 2005, pp. 17-23). Las lagunas de estabilización son las utilizadas en países en desarrollo ya que lagunas pueden tratar aguas residuales a un alto nivel (tanto en la remoción de patógenos como en la de compuestos orgánicos) requiriendo mínimos recursos para su diseño, construcción, operación, y mantenimiento.

Las lagunas de estabilización poseen las siguientes características:

- **Remoción de Patógenos y Parámetros Convencionales.**

La remoción de patógenos, la remoción de DBO₅ y SS (Sólidos Suspendidos) puede ser tan alta como en cualquier otro proceso si la laguna está diseñada y operada adecuadamente.

- **Simplicidad.**

Las lagunas son más sencillas de diseñar, construir, operar y mantener que cualquier otro proceso de tratamiento. La construcción de obras civiles es mínima: solamente estructuras de ingresos, interconexiones, salidas, y el revestimiento de los taludes interiores.

- **Bajo Costo.**

Las lagunas cuestan mucho menos que los otros procesos de tratamiento. El equipo requerido se puede obtener localmente; las plantas de lodos activados, por ejemplo, requieren de la importación de equipo mecanizado y piezas de repuesto costosas.

- **Mínimo Manejo de Lodos.**

Una ventaja fundamental en el uso de lagunas es el hecho que se producen menos lodos que cualquier otro proceso porque los lodos quedan en la laguna primaria por años en vez de horas o días como en los otros procesos, se consolidan con tiempo y ocupan menos volumen poco a poco.

- **Requisitos del Terreno.**

La principal desventaja de las lagunas de estabilización es el área requerida, ya que son de mayor dimensionamiento que otros tratamientos

2.7.1. Pretratamiento o tratamiento primario.

Los sólidos flotantes y gruesos pueden causar problemas nocivos en la operación de las lagunas, ellos ayudan a la formación de nata que puede producir malos olores, sirven como un foco para la reproducción de insectos, y producen condiciones desagradables a la vista, por eso tienen que ser removidos.

Las lagunas de estabilización deben de tener pretratamiento, este pretratamiento para las lagunas de estabilización debe incluir:

❖ Canal de aproximación.

El canal de aproximación está ubicado antes de la rejilla y deben tener un tiempo de retención hidráulica mínimo de 3 segundos y un largo mínimo de 1.35 metros para asegurar una velocidad uniforme a través de las barras. El canal de aproximación debe tener un canal de desvío en el caso de una emergencia.

❖ Rejillas.

La inclinación con la vertical de la rejilla varía entre 45 a 60° para que se remueva el material retenido fácilmente con un rastro. El material de construcción de las barras y la plataforma de drenaje debe ser resistente a la corrosión; se puede utilizar acero inoxidable, acero galvanizado, y aluminio para la construcción las barras y la plataforma de drenaje. En la tabla 2-1 muestran las normas de diseño recomendadas para rejillas en sistemas de lagunas.

La rejilla debe tener barras rectangulares con anchos de 5 a 15 mm y espesores de 25 a 40 mm, también debe tener una plataforma de drenaje para poder drenar los sólidos gruesos retenidos (que tienen una humedad de aproximadamente 80%) antes de disponerlos en una manera sanitaria.

Se recomienda una abertura entre las barras de 50 mm para que la mayoría de las heces humanas pasen por la rejilla sin ser retenidas, de esta manera el operador no tendrá que manejarlas con los riesgos altos de exposición a las enfermedades relacionadas a las excretas.

❖ **Desarenador.**

El desarenador tiene por objeto separar el agua cruda y la arena con el fin de evitar que se produzcan depósitos en las obras de conducción, y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento.

❖ **Disposición Final de los Sólidos Gruesos.**

El diseño de la instalación de pretratamiento debe incluir un área reservado cerca donde el operador puede enterrar los sólidos arenosos y gruesos tan pronto como los saque con el mínimo de manejo. Es necesario enterrar los sólidos gruesos diariamente, mientras los sólidos arenosos requieren enterramiento solamente cuando se limpia la cámara del desarenador

❖ **Canaleta Parshall.**

Una canaleta Parshall es una forma especial de sección para medir el flujo en canales abiertos, la cual se instala dren lateral o zanja para medir el caudal de agua.

2.7.2. Tratamiento secundario.

Luego de pasar del pretratamiento el agua residual pasará a un tratamiento secundario, este será por medio de lagunas de estabilización. La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales se puede realizar en forma aeróbica o anaeróbica según haya o no la presencia de oxígeno disuelto en el agua.

- **Lagunas Anaeróbicas.**

El propósito de una laguna anaeróbica es remover un porcentaje de la carga orgánica (DBO) y la mayoría de los sólidos suspendidos bajo condiciones anaeróbicas por la acción de bacterias anaeróbicas, y por lo tanto disminuir el área requerida para el sistema total de lagunas. Como consecuencia de la elevada carga orgánica, la profundidad de la laguna con mínima área, y el corto período de retención hidráulica, se mantiene el sistema ausente de oxígeno disuelto bajo condiciones anaeróbicas.

Las lagunas anaeróbicas son estanques de profundidad de 3.0 a 5.0 metros con un período de retención hidráulica de 1.0 a 5.0 días. Las lagunas anaeróbicas disminuyen el área total del sistema, pero requieren mucho mantenimiento y generalmente no se recomienda su uso en las municipalidades.

- **Lagunas Facultativas.**

El propósito de las lagunas facultativas es remover la DBO bajo condiciones aeróbicas, aprovechando principalmente la simbiosis entre las algas y la bacteria; la laguna también contribuye a la remoción de patógenos a través del largo período de retención hidráulica típico en el diseño, que permite la sedimentación de huevos de helmintos, y la mortalidad de bacteria causado por el tiempo de retención hidráulica, por los rayos ultravioletas de la energía solar, y el aumento en pH por las actividades de las algas.

Se recomienda una profundidad de 1.8 a 2.0 metros en las lagunas facultativas para mantener condiciones aeróbicas en el primer metro de profundidad y tener espacio por abajo para la acumulación de lodos. La profundidad más utilizada es 1.8 metros. Se recomienda una relación de largo a ancho en lagunas facultativas de por los menos 2/1 y preferiblemente 3/1 para modelar flujo de tipo pistón.

La acumulación de lodos al fondo de una laguna facultativa puede afectar su funcionamiento, disminuyendo el volumen y por lo tanto el tiempo de retención hidráulica. Se debe calcular la acumulación en el diseño, y se debe medir la acumulación en la operación y mantenimiento de una laguna facultativa para poder preparar para la remoción de lodos. Siempre se debe diseñar, por lo menos, dos lagunas facultativas en paralelo para poder secar y remover los lodos de una mientras se mantiene la otra en operación.

El diseño debe recomendar la frecuencia de limpieza de lodos y el método más apropiado para hacerla. Se debe remover los lodos de lagunas facultativas cuando el volumen de lodos acumulados aproxima no más de 25% del volumen de la laguna.

- **Lagunas de Maduración.**

Las lagunas de maduración se caracterizan como lagunas aeróbicas, donde se mantiene un ambiente aeróbico en todo su estrato. El propósito principal de las lagunas de maduración es proveer un período de retención hidráulica adicional para la remoción de los patógenos; también el de mejorar la calidad del efluente en términos de DBO.

El tiempo de retención hidráulica nominal es de 3 a 7 días. Las lagunas de maduración con mamparas tienen una remoción más que las otras lagunas y como resultado se recomienda el uso de mamparas con una relación de largo/ancho de 20/1 como mínimo en lagunas de maduración para modelar flujo de tipo pistón.

CAPITULO III:
DISEÑO DEL SISTEMA
DE ALCANTARILLADO
SANITARIO.

3.1. Estudio poblacional.

3.1.1. Población actual.

La población de la comunidad en estudio se estima que es de 5078 habitantes para el presente año 2017.

3.1.2. Población de diseño.

La población de diseño o población futura se calculó por medio del método de proyección geométrica, ya que este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija. El periodo de diseño de un alcantarillado es de 20 años.

Utilizando Ecu. 2-1.

Con $i = 4$

$$P_n = 11127 \text{ hab.}$$

3.2. Trazado de colectores.

Del plano general de la comunidad con curvas de nivel se ubicaron las tuberías de con lo establecido en las normas de diseño, que dando ubicadas de la siguiente manera:

En las vías de circulación este-oeste las tuberías se trazaron al norte, y en las vas con circulación Norte-Sur las tuberías se trazaron al Oeste. En ambos casos con una distancia máxima de 100 m cada PVS.

3.3. Memoria de cálculo para la red.

En la memoria de cálculo se detalla de cómo se obtuvieron los valores para la red de alcantarillado sanitario.

3.3.1. Datos de tabla topográfica.

A continuación, se presenta el significado de cada una de las columnas de la tabla topográfica, así como la forma en que se obtiene, esto se realizara solo para el primer tramo ya que el resto está en la tabla correspondiente.

Columna 1: Tramos.

Los tramos van de pozo a pozo siguiendo la pendiente topográfica de la tubería.

Columna 2: PVS (De)

Es el pozo donde comienza el tramo de la tubería.

Columna 3: PVS (A)

Es donde termina el tramo de la tubería.

Columna 4: Longitud.

Es la distancia que hay entre un pozo con el siguiente, comenzando en DE y terminando en A, medida en metro.

Columna 5: Elevación de terreno (A. Arriba).

Es la elevación de terreno aguas arribas, medidas en msnm (metros sobre el nivel del mar)

Columna 6: Elevación de terreno (A. Abajo).

Es la elevación natural del terreno aguas abajo (A. Abajo) medidas en msnm.

Columna 7: Elevación invert (PVS arriba).

Es la elevación de fondo de los pozos iniciales de cada tramo de tubería.

$$\text{Invert (PVS arriba)} = (\text{cota de terreno A Arriba}) - (\text{Altura del pozo})$$

$$\text{Invert (PVS arriba)} = (161.01 - 1.35) = \mathbf{159.66m}$$

Columna 8: Elevación invert (PVS abajo).

Es la elevación de fondo de los pozos finales de cada tramo de tubería.

$$\text{Invert (PVS abajo)} = (\text{cota de terreno A Abajo}) - (\text{Altura del pozo})$$

$$\text{Invert (PVS abajo)} = (159.94 - 1.35) = \mathbf{158.59m}$$

Columna 9: pendiente de tubería %

Es la pendiente de diseño que tiene la tubería.

$$S = ((E. \text{ invert arriba} - E. \text{ invert abajo}) / (\text{longitud})) * 100$$

$$S = \frac{159.66 - 158.59}{100} * 100 = \mathbf{1.07\%}$$

Columna 10: pvs

Es la enumeración de los pozos de visita sanitaria.

$$\text{PVS} = 1$$

Columna 11: Hpozo

Es la altura de cada pozo de visita utilizada para el movimiento de tierra.

$$\text{Hpozo} = 1.35m.$$

Columna 12: Ø

Es el diámetro de excavación de cada pozo de visita.

$$\text{Tramo 1} = \text{Ø} = 1.2 \text{ m}$$

Columna 13: V (m³)

Es el volumen de excavación en metro cúbico por cada pozo de visita.

$$V = (A \text{ pvs}) (H_{\text{pozo}})$$

$$V = \frac{3.1416}{4} * 1.2^2 * 1.35 = \mathbf{1.53 \text{ m}^3}$$

Columna 14: Tramo

Es la enumeración de los tramos de tubería para el movimiento de tierra en zanjas.

Columna 15 = Longitud

Es la longitud de cada tramo de tubería para el movimiento de tierra en zanjas.

Columna 16: H

Es la altura promedio de las zanjas para el movimiento de tierra.

Columna 17: Ancho

Es el ancho de la zanja de tubería.

Columna 18: V (m³)

Es el volumen de excavación en la zanja para la tubería.

$$V = \text{Longitud} * \text{Ancho} * H$$

$$V = 100 * 1.35 * 0.6 = \mathbf{81 \text{ m}^3}$$

3.3.2. Datos de tabla de Caudales.

A continuación, se presenta el significado de cada una de las columnas de la tabla de caudales, así como la forma en que se obtiene, esto se realizara solo para el primer tramo ya que el resto está en la tabla correspondiente.

Las primeras cuatro columnas (columna 1 a Columna 4) de la tabla de Caudales son iguales a las primeras cuatro columnas de la tabla topográfica.

Columna 5: viviendas.

Es el número de viviendas obtenido de los estudios poblacionales de campo.

Columna 6: población.

Es la cantidad de habitantes en cada vivienda de la comunidad en estudio.

Habitantes por tramo: (# de viviendas) (6) = 24 habitantes.

Columna 7: Q_{med}.

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

$$Q_{med} = ((población) \cdot (dotación) \cdot 0.8) / 86400$$

$$Q_{med} = \frac{(24)(110)(0.8)}{86400} = 0.024 \text{ lps.}$$

Columna 8: Q_{max}.

Es el caudal máximo calculado a través de la población total calculada.

$$Q_{max} = Q_{med} \cdot \left(1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt[2]{\frac{24}{poblacion/1000}}} \right) \right)$$

$$Q_{max} = 0.024 \cdot \left(1 + \left(\frac{14}{4 + \sqrt[2]{\frac{24}{1000}}} \right) \right) = 0.10681 \text{ lps}$$

Columna 9: Q_{inf}

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.

$$Q_{inf} = (2/3600) * (100/100) * (150/25) = 0.0033 \text{ lps}$$

Columna 10: Q_{esp}

Caudal especial, está conformado por el caudal institucional, comercial y público, los cuales suman un 9.58% de Q_{med}

$$Q_{esp} = (0.0958) (Q_{med})$$

$$Q_{esp} = (0.0958) (0.024) = 0.00234178 \text{ lps}$$

Columna 11: Q_{dis} (tramo)

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

$$Q_{dis} = Q_{med} + Q_{inf} + Q_{esp}$$

$$Q_{dis} = 0.024 + 0.0033 + 0.00234178 = 0.1125 \text{ lps}$$

Columna 12: Q_{dis} (acumulado)

El caudal de diseño (acumulado), es la suma de del tramo anterior con el siguiente en cada tramo.

$$Q_{dis} = 0.112 \text{ lps (en el primer tramo es el mismo porque no hay un caudal anterior).}$$

Columna 13: $Q_{ajustado}$

Caudal 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.

3.3.3. Datos de tabla hidráulica.

A continuación, se presenta el significado de cada una de las columnas de la tabla topográfica, así como la forma en que se obtiene, esto se realizara solo para el primer tramo ya que el resto está en la tabla correspondiente.

Las primeras cuatro columnas (columna 1 a Columna 4) de la tabla hidráulica son iguales a las primeras cuatro columnas de las tablas anteriores.

Las columnas 5 y 6 son iguales a las columnas 7 y 8 de la tabla topográfica.

Columna 7: S

La pendiente está dada por la relación:

$$S = \frac{\text{Elevación invert arriba} - \text{elevación invert abajo}}{\text{Longitud}}$$

$$S = \frac{159.66 \text{ m} - 158.59 \text{ m}}{100 \text{ m}} * 100 = 1.07 \%$$

Columna 8: Φ (m)

El diámetro (m), se propone un diámetro, en este caso propusimos un diámetro de 0.15 m que es diámetro mínimo.

Columna 9: Φ (m)

Es el diámetro calculado para cada tramo de tubería, este debe ser menor que el propuesto de lo contrario se debe aumentar el diámetro propuesto a uno mayor.

Columna 10: Φ (pulg)

El diámetro en pulgadas está dado por la siguiente expresión:

$$\Phi (\text{pulg}) = \frac{\Phi \text{ propuesto(m)}}{0.0254}$$

$$\Phi (\text{pulg}) = \frac{0.15}{0.0254} = \mathbf{6 \text{ pulg}}$$

Columna 11: All

El área a tuvo lleno se calcula con la siguiente ecuación:

$$All = \frac{\pi}{4}(d)^2$$

$$All = \frac{\pi}{4}(0.15m)^2 = 0.018 \text{ m}^2$$

Columna 12: Rhll

El radio hidráulico a tuvo lleno, debido a que está a tubo lleno se determina de la siguiente manera:

$$Rhll = \frac{\Phi (m)}{4}$$

$$Rhll = \frac{0.15 \text{ m}}{4} = 0.0375 \text{ m}$$

Columna 13: Vll

La velocidad a tuvo lleno se determina de la siguiente forma:

$$Vll = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

$$Vll = \frac{1}{0.009} (0.0375)^{2/3} (0.0107)^{1/2} = 1.29 \text{ m/s}$$

Columna 14: Qll

El caudal a tuvo lleno se calcula con la siguiente ecuación:

$$Qll = \frac{All}{Vll}$$

$$Qll = \frac{0.017672 \text{ m}^2}{1.287667 \text{ m/s}} = 0.0137 \text{ m}^3/\text{s}$$

Columna 15: Qd/Qll

Relación entre caudal de diseño y caudal a tuvo lleno.

$$\frac{Qd}{Qll} = \frac{0.0015 \text{ m}^3/\text{s}}{0.022755 \text{ m}^3/\text{s}} = 0.0659$$

Columna 16: $\frac{Vd}{Vll}$

Relación de velocidad de diseño y velocidad a tuvo lleno:

$$\frac{Vd}{Vll} = \mathbf{0.5658}$$

Columna 17: Vd

Velocidad de diseño, se determina a partir de la relación $\frac{Vd}{Vll}$

$$Vd = Vll * 0.5658 = 1.29 \text{ m/s} * 0.5658 = \mathbf{0.73 \text{ m/s}}$$

Columna 18: Fr

El Número de Froude:

$$Fr = \frac{Vd}{\sqrt{g * Longitud}}$$

$$Fr = \frac{0.73 \text{ m/s}}{\sqrt{9.81 \text{ m/s}^2 * 100 \text{ m}}} = 0.02$$

Columna 19: d/D

Relación de diámetros.

$$\frac{d}{D} = \mathbf{0.1739}$$

Columna 20: d

Diámetro de diseño.

$$d = D * 0.1739 = 0.15 * 0.1739 = \mathbf{0.03 \text{ m}}$$

Como el diámetro calculado es menor que el mínimo, se deja el mínimo de las normas que es de 0.15 m.

Columna 21: $\frac{Rh}{Rhll}$

Relación de radio hidráulico de diseño y radio hidráulico a tubo lleno.

$$\frac{Rh}{Rhll} = 0.4257$$

Columna 22: Rh .

Radio hidráulico de diseño.

$$Rh = Rhll * 0.4257 = 0.0375 \text{ m} * 0.4257 = 0.02 \text{ m}$$

Columna 23: T

Tensión de arrastre, esta se calcula con la siguiente expresión:

$$T = \gamma RhS = (9810)(0.02)(0.0107) = 1.68 \text{ Pa}$$

Tabla 3-1. TABLA TOPOGRAFICA.

Tramo	PVS		LONGITUD	ELEVACION TERRENO (M)		Tramo		S	movimiento de tierra pozos				Movimiento de tierra zanjas				
	DE	A	M	A. ARRIBA	DE	PVS arriba	PVS abajo	%	PSV	Hpozo	Ø	V (m3)	tramo	Longitud (m)	H	ancho zanja	Vm3
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Columna 13	Columna 14	Columna 15	Columna 16	Columna 17	Columna 18
1	1	2	100	161.01	159.94	159.66	158.59	1.07	1	1.35	1.2	1.53	1	100	1.35	0.6	81.00
2	2	3	100	159.94	157.72	158.59	156.37	2.22	2	1.35	1.2	1.53	2	100	1.35	0.6	81.00
3	3	4	100	157.72	155.86	156.37	154.51	1.86	3	1.35	1.2	1.53	3	100	1.35	0.6	81.00
4	4	5	100	155.86	154.76	154.51	153.41	1.10	4	1.35	1.2	1.53	4	100	1.35	0.6	81.00
5	5	6	100	154.76	153.42	153.41	152.07	1.34	5	1.35	1.2	1.53	5	100	1.35	0.6	81.00
6	6	7	100	153.42	152.31	152.07	150.96	1.11	6	1.35	1.2	1.53	6	100	1.35	0.6	81.00
7	7	8	100	152.31	151.24	150.96	149.89	1.07	7	1.35	1.2	1.53	7	100	1.35	0.6	81.00
8	8	9	100	151.24	149.89	149.89	148.54	1.35	8	1.35	1.2	1.53	8	100	1.35	0.6	81.00
9	9	10	60.9	149.89	148.93	148.54	147.58	1.58	9	1.35	1.2	1.53	9	60.9	1.35	0.6	49.33
10	10	11	61	148.93	148.24	147.58	146.89	1.13	10	1.35	1.2	1.53	10	61	1.35	0.6	49.41
11	20	21	40.1	160.96	161.39	159.61	159.29	0.80	20	2.1	1.2	1.95	11	40.1	1.725	0.6	41.50
12	21	22	32	161.39	160.95	159.29	159	0.91	21	1.95	1.2	2.29	12	32	2.025	0.6	38.88
13	22	23	40.7	160.95	159.82	159	158.47	1.30	22	1.35	1.2	1.87	13	40.7	1.65	0.6	40.29
14	36	35	100	163.86	162.16	162.51	160.81	1.70	36	1.35	1.2	1.53	14	100	1.35	0.6	81.00
15	35	34	68.5	162.16	160.79	160.81	159.39	2.07	35	1.4	1.2	1.56	15	68.5	1.375	0.6	56.51
16	34	23	68.4	160.79	159.52	159.39	158.12	1.86	34	1.4	1.2	1.58	16	68.4	1.4	0.6	57.46
17	23	24	100	159.52	158.23	158.12	156.78	1.34	23	1.45	1.2	1.61	17	100	1.425	0.6	85.50
18	24	25	100	158.23	157.6	156.78	156.1	0.68	24	1.5	1.2	1.67	18	100	1.475	0.6	88.50
19	25	26	100	157.77	156.76	156.1	155.26	0.84	25	1.5	1.2	1.79	19	100	1.585	0.6	95.10
20	26	27	84.5	156.76	156.35	155.26	154.65	0.72	26	1.7	1.2	1.81	20	84.5	1.6	0.6	81.12
21	19	27	87.5	156.76	156.54	155.41	154.84	0.65	19	1.7	1.2	1.72	21	87.5	1.525	0.6	80.06
22	27	28	100	156.54	155.52	154.84	154.02	0.82	27	1.5	1.2	1.81	22	100	1.6	0.6	96.00
23	28	29	100	155.52	154.58	154.02	153.23	0.79	28	1.35	1.2	1.61	23	100	1.425	0.6	85.50
24	29	30	100	154.58	153.15	153.23	151.8	1.43	29	1.35	1.2	1.53	24	100	1.35	0.6	81.00
25	30	31	69.3	153.15	153.81	151.8	151.36	0.63	30	2.45	1.2	2.15	25	69.3	1.9	0.6	79.00
26	31	32	69.1	153.91	151.76	151.36	150.41	1.37	31	1.35	1.2	2.21	26	69.1	1.95	0.6	80.85
27	37	38	100	159.34	158.32	157.99	156.97	1.02	37	1.35	1.2	1.53	27	100	1.35	0.6	81.00
28	38	39	100	158.32	157.43	156.97	156.08	0.89	38	1.35	1.2	1.53	28	100	1.35	0.6	81.00
29	39	40	95	157.43	156.16	156.08	154.81	1.34	39	1.35	1.2	1.53	29	95	1.35	0.6	76.95
30	52	40	86.7	157.95	156.16	156.6	154.81	2.06	52	1.35	1.2	1.53	30	86.7	1.35	0.6	70.23
31	40	41	69.7	156.16	154.24	154.81	152.89	2.75	40	1.35	1.2	1.53	31	69.7	1.35	0.6	56.46
32	73	72	66.4	161.64	162.03	160.29	159.88	0.62	73	2.15	1.2	1.98	32	66.4	1.75	0.6	69.72

Continuación de tabla topográfica.

33	72	71	58.2	162.03	162.12	159.88	159.42	0.79	72	2.7	1.2	2.74	33	58.2	2.425	0.6	84.68
34	71	66	58.1	162.12	158.82	159.42	157.47	3.36	71	1.35	1.2	2.29	34	58.1	2.025	0.6	70.59
35	56	57	100	159.34	158.87	157.99	157.37	0.62	56	1.5	1.2	1.61	35	100	1.425	0.6	85.50
36	57	58	100	158.87	158.63	157.37	156.78	0.59	57	1.85	1.2	1.89	36	100	1.675	0.6	100.50
37	58	66	34.3	158.63	158.72	156.78	156.57	0.61	58	2.15	1.2	2.26	37	34.3	2	0.6	41.16
38	66	67	100	158.72	157.84	156.57	155.94	0.63	66	1.9	1.2	2.29	38	100	2.025	0.6	121.50
39	67	68	59.4	157.84	156.66	155.94	155.31	1.06	67	1.35	1.2	1.84	39	59.4	1.625	0.6	57.92
40	69	70	62.2	156.14	156.23	154.79	154.38	0.66	69	1.85	1.2	1.81	40	62.2	1.6	0.6	59.71
41	70	68	62.3	156.2	156.66	154.38	153.96	0.67	70	2.7	1.2	2.56	41	62.3	2.26	0.6	84.48
42	68	62	98.2	156.66	155.26	153.96	153.31	0.66	68	1.95	1.2	2.63	42	98.2	2.325	0.6	136.99
43	59	60	100	158.87	157.63	157.52	156.28	1.24	59	1.35	1.2	1.53	43	100	1.35	0.6	81.00
44	60	61	64.6	157.63	156.76	156.28	155.41	1.35	60	1.35	1.2	1.53	44	64.6	1.35	0.6	52.33
45	61	62	64.7	156.76	155.26	155.41	153.91	2.32	61	1.35	1.2	1.53	45	64.7	1.35	0.6	52.41
46	64	65	88.2	156.81	156.97	155.46	154.87	0.67	64	2.1	1.2	1.95	46	88.2	1.725	0.6	91.29
47	65	62	100	156.97	155.26	154.87	153.26	1.61	65	2	1.2	2.32	47	100	2.05	0.6	123.00
48	62	53	94.1	155.26	155.51	153.26	152.66	0.64	62	2.85	1.2	2.74	48	94.1	2.425	0.6	136.92
49	49	50	100	160.71	158.07	159.36	156.72	2.64	49	1.35	1.2	1.53	49	100	1.35	0.6	81.00
50	50	51	100	158.07	157.22	156.72	155.87	0.85	50	1.35	1.2	1.53	50	100	1.35	0.6	81.00
51	51	53	93.7	157.22	155.51	155.87	154.16	1.82	51	1.35	1.2	1.53	51	93.7	1.35	0.6	75.90
52	54	55	92.4	155.96	155.12	154.61	153.77	0.91	54	1.35	1.2	1.53	52	92.4	1.35	0.6	74.84
53	55	53	100	155.12	155.51	153.77	153.16	0.61	55	2.35	1.2	2.09	53	100	1.85	0.6	111.00
54	53	63	51.5	155.51	154.34	153.16	152.49	1.30	53	1.85	1.2	2.37	54	51.5	2.1	0.6	64.89
55	63	41	50.4	154.34	154.24	152.49	152.14	0.69	63	2.1	1.2	2.23	55	50.4	1.975	0.6	59.72
56	41	42	100	154.24	154.42	152.14	151.52	0.62	41	2.9	1.2	2.83	56	100	2.5	0.6	150.00
57	42	43	100	154.42	153.96	151.52	150.86	0.66	42	3.1	1.2	3.39	57	100	3	0.6	180.00
58	43	44	70	153.96	152.69	150.86	150.39	0.67	43	2.3	1.2	3.05	58	70	2.7	0.6	113.40
59	44	45	74.2	152.69	151.93	150.39	149.93	0.62	44	2	1.2	2.43	59	74.2	2.15	0.6	95.72
60	45	46	47.4	151.93	151.51	149.93	149.61	0.68	45	1.9	1.2	2.21	60	47.4	1.95	0.6	55.46
61	46	48	58.2	151.51	151.24	149.61	149.24	0.64	46	2	1.2	2.21	61	58.2	1.95	0.6	68.09
62	47	48	41	151.37	151.24	150.02	149.74	0.68	47	1.5	1.2	1.61	62	41	1.425	0.6	35.05
63	48	32	31.9	151.24	151.76	149.74	149.51	0.72	48	2.25	1.2	2.12	63	31.9	1.875	0.6	35.89
64	32	33	73	151.76	149.55	149.51	148.15	1.86	32	1.4	1.2	2.06	64	73	1.825	0.6	79.94
65	33	11	102.8	149.55	147.24	148.15	145.84	2.25	33	1.4	1.2	1.58	65	102.8	1.4	0.6	86.35

Continuación de tabla topográfica.

66	11	12	100	147.24	145.3	145.84	143.9	1.94	11	1.4	1.2	1.58	66	100	1.4	0.6	84.00
67	12	13	100	145.3	144.94	143.9	143.29	0.61	12	1.65	1.2	1.72	67	100	1.525	0.6	91.50
68	13	14	100	144.94	144.22	143.29	142.67	0.62	13	1.55	1.2	1.81	68	100	1.6	0.6	96.00
69	14	15	100	144.22	143.28	142.67	141.88	0.79	14	1.4	1.2	1.67	69	100	1.475	0.6	88.50
70	15	16	100	143.28	144.42	141.88	141.22	0.66	15	3.2	1.2	2.60	70	100	2.3	0.6	138.00
71	16	17	100	144.42	142.64	141.22	140.54	0.68	16	2.1	1.2	3.00	71	100	2.65	0.6	159.00
72	17	18	100	142.64	140.87	140.54	139.47	1.07	17	1.4	1.2	1.98	72	100	1.75	0.6	105.00
73	18	164	58.9	140.87	139.92	139.47	138.52	1.61	18	1.4	1.2	1.58	73	58.9	1.4	0.6	49.48
74	74	75	99.4	148.95	148.34	147.6	146.94	0.66	74	1.4	1.2	1.56	74	99.4	1.375	0.6	82.01
75	75	76	75.8	148.34	147.73	146.94	146.33	0.80	75	1.4	1.2	1.58	75	75.8	1.4	0.6	63.67
76	76	77	50	147.73	147.09	146.33	145.69	1.28	76	1.4	1.2	1.58	76	50	1.4	0.6	42.00
77	77	78	57.4	147.09	146.49	145.69	145.09	1.05	77	1.4	1.2	1.58	77	57.4	1.4	0.6	48.22
78	166	78	106.3	147.32	146.49	145.92	145.09	0.78	166	1.4	1.2	1.58	78	106.3	1.4	0.6	89.29
79	78	79	110.7	146.49	146.31	145.09	144.41	0.61	78	1.9	1.2	1.87	79	110.7	1.65	0.6	109.59
80	79	80	43.6	146.31	146.26	144.41	144.06	0.80	79	2.2	1.2	2.32	80	43.6	2.05	0.6	53.63
81	80	81	38.8	146.26	146.65	144.06	143.8	0.67	80	2.85	1.2	2.86	81	38.8	2.525	0.6	58.78
82	81	82	19.2	146.65	146.78	143.8	143.63	0.89	81	3.15	1.2	3.39	82	19.2	3	0.6	34.56
83	82	83	60	146.78	146.97	143.63	143.22	0.68	82	3.75	1.2	3.90	83	60	3.45	0.6	124.20
84	83	95	56.6	146.97	147.13	143.22	142.83	0.69	83	4.3	1.2	4.55	84	56.6	4.025	0.6	136.69
85	130	129	39.3	160.84	159.47	159.44	158.12	3.36	130	1.35	1.2	1.56	85	39.3	1.375	0.6	32.42
86	129	114	88	158.47	155.81	158.12	154.46	4.16	129	1.35	1.2	0.96	86	88	0.85	0.6	44.88
87	116	115	70.8	161.64	158.18	160.29	156.83	4.89	116	1.35	1.2	1.53	87	70.8	1.35	0.6	57.35
88	115	114	100	158.18	155.81	156.83	154.46	2.37	115	1.35	1.2	1.53	88	100	1.35	0.6	81.00
89	114	105	95.3	155.81	154.89	154.46	153.54	0.97	114	1.35	1.2	1.53	89	95.3	1.35	0.6	77.19
90	108	107	100	160.41	157.52	159.06	156.17	2.89	108	1.35	1.2	1.53	90	100	1.35	0.6	81.00
91	107	106	100	157.52	155.28	156.17	153.93	2.24	107	1.35	1.2	1.53	91	100	1.35	0.6	81.00
92	106	105	42.8	155.28	154.89	153.93	153.54	0.91	106	1.35	1.2	1.53	92	42.8	1.35	0.6	34.67
93	105	84	100	154.89	154.2	153.54	152.85	0.69	105	1.35	1.2	1.53	93	100	1.35	0.6	81.00
94	84	85	100	154.2	153.7	152.85	152.2	0.65	84	1.5	1.2	1.61	94	100	1.425	0.6	85.50
95	97	96	100	159.15	156.3	157.8	154.95	2.85	97	1.35	1.2	1.53	95	100	1.35	0.6	81.00
96	96	85	93.3	156.3	153.7	154.95	152.35	2.79	96	1.35	1.2	1.53	96	93.3	1.35	0.6	75.57
97	85	86	45.1	153.7	153.67	152.35	152.02	0.73	85	1.65	1.2	1.70	97	45.1	1.5	0.6	40.59
98	86	87	100	153.67	153.34	152.02	151.39	0.63	86	1.95	1.2	2.04	98	100	1.8	0.6	108.00
99	87	88	41.5	153.34	153.21	151.39	151.01	0.92	87	2.2	1.2	2.35	99	41.5	2.075	0.6	51.67
100	98	88	77.1	155.52	153.21	154.17	151.86	3.00	98	1.35	1.2	1.53	100	77.1	1.35	0.6	62.45

Continuación de tabla topográfica.

101	88	89	13.1	153.21	153.18	151.86	151.73	0.99	88	1.45	1.2	1.58	101	13.1	1.4	0.6	11.00
102	89	90	77.7	153.18	152.21	151.73	150.41	1.70	89	1.8	1.2	1.84	102	77.7	1.625	0.6	75.76
103	90	91	100	152.21	151.2	150.41	149.8	0.61	90	1.4	1.2	1.81	103	100	1.6	0.6	96.00
104	165	91	88.9	152.27	151.2	150.92	149.85	1.20	165	1.35	1.2	1.53	104	88.9	1.35	0.6	72.01
105	91	92	100	151.2	150.84	149.85	149.24	0.61	91	1.6	1.2	1.67	105	100	1.475	0.6	88.50
106	92	93	100	150.84	150.39	149.24	148.64	0.60	92	1.75	1.2	1.89	106	100	1.675	0.6	100.50
107	93	94	100	150.39	149.61	148.64	148.01	0.63	93	1.6	1.2	1.89	107	100	1.675	0.6	100.50
108	94	95	88.8	149.61	147.13	148.01	145.78	2.51	94	1.35	1.2	1.67	108	88.8	1.475	0.6	78.59
109	95	146	72	147.13	144.04	145.78	142.69	4.29	95	1.35	1.2	1.53	109	72	1.35	0.6	58.32
110	99	100	60.8	157.81	156.62	156.46	155.27	1.96	99	1.35	1.2	1.53	110	60.8	1.35	0.6	49.25
111	100	101	61.3	156.62	154.19	155.27	152.84	3.96	100	1.35	1.2	1.53	111	61.3	1.35	0.6	49.65
112	101	102	78.2	154.19	150.89	152.84	149.54	4.22	101	1.35	1.2	1.53	112	78.2	1.35	0.6	63.34
113	102	103	100.5	150.89	148.98	149.54	147.63	1.90	102	1.35	1.2	1.53	113	100.5	1.35	0.6	81.40
114	103	104	100	148.98	145.51	147.63	144.16	3.47	103	1.35	1.2	1.53	114	100	1.35	0.6	81.00
115	104	145	80.2	145.51	144.5	144.16	143.15	1.26	104	1.35	1.2	1.53	115	80.2	1.35	0.6	64.96
116	109	110	70	156.11	155.08	154.76	153.73	1.47	109	1.35	1.2	1.53	116	70	1.35	0.6	56.70
117	110	111	91.3	155.08	150.81	153.73	149.46	4.68	110	1.35	1.2	1.53	117	91.3	1.35	0.6	73.95
118	111	112	100	150.81	147.27	149.46	145.92	3.54	111	1.35	1.2	1.53	118	100	1.35	0.6	81.00
119	112	113	82.3	147.27	146.12	145.92	144.77	1.40	112	1.35	1.2	1.53	119	82.3	1.35	0.6	66.66
120	113	143	77.5	146.12	145.14	144.77	143.24	1.97	113	1.9	1.2	1.84	120	77.5	1.625	0.6	75.56
121	117	118	101.9	157.74	152.78	156.39	151.43	4.87	117	1.35	1.2	1.53	121	101.9	1.35	0.6	82.54
122	123	122	100	159.71	155.94	158.36	154.59	3.77	123	1.35	1.2	1.53	122	100	1.35	0.6	81.00
123	122	121	68.8	155.94	153.43	154.59	152.08	3.65	122	1.35	1.2	1.53	123	68.8	1.35	0.6	55.73
124	121	118	68.9	153.43	152.78	152.08	151.43	0.94	121	1.35	1.2	1.53	124	68.9	1.35	0.6	55.81
125	118	119	52.7	152.78	150.89	151.43	149.54	3.59	118	1.35	1.2	1.53	125	52.7	1.35	0.6	42.69
126	126	125	100	153.2	151.7	151.85	150.35	1.50	126	1.35	1.2	1.53	126	100	1.35	0.6	81.00
127	125	124	57.9	151.7	151.54	150.35	149.99	0.62	125	1.55	1.2	1.64	127	57.9	1.45	0.6	50.37
128	124	119	57.9	151.54	150.89	150.19	149.54	1.12	124	1.35	1.2	1.53	128	57.9	1.35	0.6	46.90
129	119	120	100	150.89	147.11	149.54	145.76	3.78	119	1.35	1.2	1.53	129	100	1.35	0.6	81.00
130	120	141	96.9	147.11	143.79	145.56	142.24	3.43	120	1.55	1.2	1.75	130	96.9	1.55	0.6	90.12
131	127	128	60.1	151.85	150.16	150.5	148.81	2.81	127	1.35	1.2	1.53	131	60.1	1.35	0.6	48.68
132	128	139	60.7	150.16	148.07	148.81	146.72	3.44	128	1.35	1.2	1.53	132	60.7	1.35	0.6	49.17
133	131	132	100	154.74	156.97	153.39	152.77	0.62	131	4.2	1.2	3.14	133	100	2.775	0.6	166.50
134	132	133	100	156.97	157.34	152.77	152.14	0.63	132	5.2	1.2	5.32	134	100	4.7	0.6	282.00
135	133	134	50	157.34	155.44	152.14	151.79	0.70	133	3.65	1.2	5.00	135	50	4.425	0.6	132.75
136	134	135	64.4	155.44	154.3	151.79	151.3	0.76	134	3	1.2	3.76	136	64.4	3.325	0.6	128.48

Continuación de tabla topográfica.

137	135	136	64.7	154.3	154.75	151.3	150.85	0.70	135	3.9	1.2	3.90	137	64.7	3.45	0.6	133.93
138	136	137	61.9	154.75	153.9	150.85	150.4	0.73	136	3.5	1.2	4.18	138	61.9	3.7	0.6	137.42
139	137	138	100	153.9	148.37	150.4	147.02	3.38	137	1.35	1.2	2.74	139	100	2.425	0.6	145.50
140	138	139	79.6	148.37	148.07	147.02	146.52	0.63	138	1.55	1.2	1.64	140	79.6	1.45	0.6	69.25
141	139	140	60.8	148.07	144.87	146.52	143.52	4.93	139	1.35	1.2	1.64	141	60.8	1.45	0.6	52.90
142	140	141	61.4	144.87	143.79	143.52	142.44	1.76	140	1.35	1.2	1.53	142	61.4	1.35	0.6	49.73
143	141	142	15.3	143.79	143.82	142.44	142.12	2.09	141	1.7	1.2	1.72	143	15.3	1.525	0.6	14.00
144	142	143	100	143.82	144.12	142.12	141.32	0.80	142	2.8	1.2	2.54	144	100	2.25	0.6	135.00
145	143	144	68.7	144.12	144.26	141.32	140.86	0.67	143	3.4	1.2	3.51	145	68.7	3.1	0.6	127.78
146	144	145	68.6	144.26	144.5	140.86	140.4	0.67	144	4.1	1.2	4.24	146	68.6	3.75	0.6	154.35
147	145	146	48.9	144.5	144.04	140.4	140.09	0.63	145	3.95	1.2	4.55	147	48.9	4.025	0.6	118.09
148	146	159	65.6	144.04	143.82	140.09	139.67	0.64	146	4.15	1.2	4.58	148	65.6	4.05	0.6	159.41
149	147	148	100	153.31	151.92	151.91	150.52	1.39	147	1.4	1.2	1.58	149	100	1.4	0.6	84.00
150	148	149	100	151.92	152.08	150.52	149.83	0.69	148	2.25	1.2	2.06	150	100	1.825	0.6	109.50
151	149	150	100	152.08	152.34	149.83	149.24	0.59	149	3.1	1.2	3.03	151	100	2.675	0.6	160.50
152	150	151	100	152.34	154.08	149.24	148.63	0.61	150	5.45	1.2	4.83	152	100	4.275	0.6	256.50
153	151	152	100	154.08	153.58	148.63	147.98	0.65	151	5.6	1.2	6.25	153	100	5.525	0.6	331.50
154	152	153	100	153.58	152.81	147.98	147.11	0.87	152	5.7	1.2	6.39	154	100	5.65	0.6	339.00
155	153	154	110.2	152.81	150.23	147.11	146.43	0.62	153	3.8	1.2	5.37	155	110.2	4.75	0.6	314.07
156	154	155	40.9	150.23	149.45	146.43	146.15	0.68	154	3.3	1.2	4.01	156	40.9	3.55	0.6	87.12
157	155	156	100	149.45	147.63	146.15	145.48	0.67	155	2.15	1.2	3.08	157	100	2.725	0.6	163.50
158	156	157	74.7	147.63	145.98	145.48	144.43	1.41	156	1.55	1.2	2.09	158	74.7	1.85	0.6	82.92
159	157	158	68.1	145.98	144.19	144.43	142.79	2.41	157	1.4	1.2	1.67	159	68.1	1.475	0.6	60.27
160	158	159	69.7	144.19	143.82	142.79	142.32	0.67	158	1.5	1.2	1.64	160	69.7	1.45	0.6	60.64
161	159	160	100	143.82	142.16	142.32	139.16	3.16	159	3	1.2	2.54	161	100	2.25	0.6	135.00
162	160	161	100	142.16	141.61	139.16	138.51	0.65	160	3.1	1.2	3.45	162	100	3.05	0.6	183.00
163	161	162	100	141.61	141.28	138.51	137.88	0.63	161	3.4	1.2	3.68	163	100	3.25	0.6	195.00
164	162	163	100	141.28	140.57	137.88	137.17	0.71	162	3.4	1.2	3.85	164	100	3.4	0.6	204.00
165	163	164	107.2	140.57	139.92	137.17	136.42	0.70	163	3.5	1.2	3.90	165	107.2	3.45	0.6	221.90
166	164	167	100	139.92	140.23	136.42	136.13	0.29	164	4.1	1.2	4.30	166	100	3.8	0.6	228.00
167	167	168	100	140.23	139.35	136.13	135.65	0.48	165	3.7	1.2	4.41	167	100	3.9	0.6	234.00
168	168	169	100	139.35	137.63	135.65	135.43	0.22	166	2.2	1.2	3.34	168	100	2.95	0.6	177.00
169	169	170	100	137.63	136.09	135.43	135.19	0.24	167	0.9	1.2	1.75	169	100	1.55	0.6	93.00
170	170	PTAR	46.3	136.09	135.23	135.19	135.08	0.24	168	0.15	1.2	0.59	170	46.3	0.525	0.6	14.58

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3-2. TABLA DE CAUDALES.

TRAMO	POZOS DE VISITA		LONGITUD (m)	VIVIENDAS	POBLACION Hab.	Qmed lps	Qmax lps	Qinf lps	Qesp lps	Qdis.		Qaju
	DE	A								tramo	acumulado	
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Columna 13
1	1	2	100	4	24	0.024	0.10681	0.0033	0.0023	0.1125	0.112	1.5
2	2	3	100	8	48	0.049	0.21111	0.0033	0.0047	0.2191	0.332	1.5
3	3	4	100	9	54	0.055	0.23693	0.0033	0.0053	0.2455	0.577	1.5
4	4	5	100	6	36	0.037	0.15919	0.0033	0.0035	0.166	0.743	1.5
5	5	6	100	3	18	0.018	0.08042	0.0033	0.0018	0.0855	0.829	1.5
6	6	7	100	8	48	0.049	0.21111	0.0033	0.0047	0.2191	1.048	1.5
7	7	8	100	5	30	0.031	0.13306	0.0033	0.0029	0.1393	1.187	1.5
8	8	9	100	6	36	0.037	0.15919	0.0033	0.0035	0.166	1.353	1.5
9	9	10	60.9	5	30	0.031	0.13306	0.002	0.0029	0.138	1.491	1.5
10	10	11	61	3	18	0.018	0.08042	0.002	0.0018	0.0842	1.575	1.575
11	20	21	40.1	4	24	0.024	0.10681	0.0013	0.0023	0.1105	0.11	1.5
12	21	22	32	4	24	0.024	0.10681	0.0011	0.0023	0.1102	0.221	1.5
13	22	23	40.7	2	12	0.012	0.05386	0.0014	0.0012	0.0564	0.277	1.5
14	36	35	100	12	72	0.073	0.31386	0.0033	0.0070	0.3242	0.324	1.5
15	35	34	68.5	7	42	0.043	0.1852	0.0023	0.0041	0.1916	0.516	1.5
16	34	23	68.4	6	36	0.037	0.15919	0.0023	0.0035	0.165	0.681	1.5
17	23	24	100	19	114	0.116	0.49087	0.0033	0.0111	0.5053	1.463	1.5
18	24	25	100	21	126	0.128	0.54089	0.0033	0.0123	0.5565	2.02	2.02
19	25	26	100	18	108	0.11	0.46577	0.0033	0.0105	0.4796	2.499	2.499
20	26	27	84.5	15	90	0.092	0.39012	0.0028	0.0088	0.4017	2.901	2.901
21	19	27	87.5	10	60	0.061	0.26266	0.0029	0.0059	0.2714	0.271	1.5
22	27	28	100	19	114	0.116	0.49087	0.0033	0.0111	0.5053	3.678	3.678
23	28	29	100	17	102	0.104	0.44061	0.0033	0.0100	0.4539	4.1317	4.132
24	29	30	100	13	78	0.079	0.33935	0.0033	0.0076	0.3503	4.482	4.482
25	30	31	69.3	14	84	0.086	0.36477	0.0023	0.0082	0.3753	4.8573	4.857
26	31	32	69.1	10	60	0.061	0.26266	0.0023	0.0059	0.2708	5.1281	5.128
27	37	38	100	18	108	0.11	0.46577	0.0033	0.0105	0.4796	0.4796	1.5
28	38	39	100	16	96	0.098	0.4154	0.0033	0.0094	0.4281	0.9077	1.5
29	39	40	95	13	78	0.079	0.33935	0.0032	0.0076	0.3501	1.2579	1.5
30	52	40	86.7	10	60	0.061	0.26266	0.0029	0.0059	0.2714	0.2714	1.5
31	40	41	69.7	12	72	0.073	0.31386	0.0023	0.0070	0.3232	1.8525	1.852
32	73	72	66.4	10	60	0.061	0.26266	0.0022	0.0059	0.2707	0.2707	1.5

Continuación de tabla de Caudales.

33	72	71	58.2	4	24	0.024	0.10681	0.0019	0.0023	0.1111	0.3818	1.5
34	71	66	58.1	6	36	0.037	0.15919	0.0019	0.0035	0.1646	0.5465	1.5
35	56	57	100	12	72	0.073	0.31386	0.0033	0.0070	0.3242	0.3242	1.5
36	57	58	100	11	66	0.067	0.2883	0.0033	0.0064	0.2981	0.6223	1.5
37	58	66	34.3	4	24	0.024	0.10681	0.0011	0.0023	0.1103	0.7326	1.5
38	66	67	100	16	96	0.098	0.4154	0.0033	0.0094	0.4281	1.7071	1.707
39	67	68	59.4	8	48	0.049	0.21111	0.002	0.0047	0.2178	1.9249	1.925
40	69	70	62.2	10	60	0.061	0.26266	0.0021	0.0059	0.2706	0.2706	1.5
41	70	68	62.3	12	72	0.073	0.31386	0.0021	0.0070	0.323	0.5936	1.5
42	68	62	98.2	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	2.5217	2.522
43	59	60	100	19	114	0.116	0.49087	0.0033	0.0111	0.5053	0.5053	1.5
44	60	61	64.6	10	60	0.061	0.26266	0.0022	0.0059	0.2707	0.776	1.5
45	61	62	64.7	9	54	0.055	0.23693	0.0022	0.0053	0.2444	1.0203	1.5
46	64	65	88.2	8	48	0.049	0.21111	0.0029	0.0047	0.2187	0.2187	1.5
47	65	62	100	12	72	0.073	0.31386	0.0033	0.0070	0.3242	0.543	1.5
48	62	53	94.1	0	0	0	0	0.0031	0.0000	0.0031	4.0882	4.088
49	49	50	100	18	108	0.11	0.46577	0.0033	0.0105	0.4796	0.4796	1.5
50	50	51	100	16	96	0.098	0.4154	0.0033	0.0094	0.4281	0.4281	1.5
51	51	53	93.7	14	84	0.086	0.36477	0.0031	0.0082	0.3761	0.3761	1.5
52	54	55	92.4	12	72	0.073	0.31386	0.0031	0.0070	0.324	0.324	1.5
53	55	53	100	16	96	0.098	0.4154	0.0033	0.0094	0.4281	0.7521	1.5
54	53	63	51.5	0	0	0	0	0.0017	0.0000	0.0017	5.2181	5.218
55	63	41	50.4	0	0	0	0	0.0017	0.0000	0.0017	5.2197	5.22
56	41	42	100	13	78	0.079	0.33935	0.0033	0.0076	0.3503	7.0722	7.072
57	42	43	100	17	102	0.104	0.44061	0.0033	0.0100	0.4539	7.5261	7.526
58	43	44	70	11	66	0.067	0.2883	0.0023	0.0064	0.2971	7.8232	7.823
59	44	45	74.2	10	60	0.061	0.26266	0.0025	0.0059	0.271	8.0942	8.094
60	45	46	47.4	5	30	0.031	0.13306	0.0016	0.0029	0.1376	8.2318	8.232
61	46	48	58.2	4	24	0.024	0.10681	0.0019	0.0023	0.1111	8.3429	8.343
62	47	48	41	6	36	0.037	0.15919	0.0014	0.0035	0.1641	0.1641	1.5
63	48	32	31.9	3	18	0.018	0.08042	0.0011	0.0018	0.0832	8.5902	8.59
64	32	33	73	13	78	0.079	0.33935	0.0024	0.0076	0.3494	14.0677	14.068
65	33	11	102.8	13	78	0.079	0.33935	0.0034	0.0076	0.3504	14.4181	14.418

Continuación de tabla de Caudales.

66	11	12	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	15.9968	15.997
67	12	13	100	4	24	0.024	0.10681	0.0033	0.0023	0.1125	16.1093	16.109
68	13	14	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	16.1126	16.113
69	14	15	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	16.1436	16.144
70	15	16	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	16.1746	16.175
71	16	17	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	16.178	16.178
72	17	18	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	16.1813	16.181
73	18	164	58.9	0	0	0	0	0.002	0.0000	0.002	16.1833	16.183
74	74	75	99.4	8	48	0.049	0.21111	0.0033	0.0047	0.2191	0.2191	1.5
75	75	76	75.8	9	54	0.055	0.23693	0.0025	0.0053	0.2447	0.4638	1.5
76	76	77	50	6	36	0.037	0.15919	0.0017	0.0035	0.1644	0.6282	1.5
77	77	78	57.4	7	42	0.043	0.1852	0.0019	0.0041	0.1912	0.8194	1.5
78	165	78	106.3	4	24	0.024	0.10681	0.0035	0.0023	0.1127	0.1127	1.5
79	78	79	110.7	12	72	0.073	0.31386	0.0037	0.0070	0.3246	0.9321	1.5
80	79	80	43.6	6	36	0.037	0.15919	0.0015	0.0035	0.1642	1.0963	1.5
81	80	81	38.8	3	18	0.018	0.08042	0.0013	0.0018	0.0835	1.1797	1.5
82	81	82	19.2	1	6	0.006	0.02709	0.0006	0.0006	0.0283	1.2081	1.5
83	82	83	60	8	48	0.049	0.21111	0.002	0.0047	0.2178	1.4259	1.5
84	83	95	56.6	10	60	0.061	0.26266	0.0019	0.0059	0.2704	1.6963	1.696
85	130	129	39.3	7	42	0.043	0.1852	0.0013	0.0041	0.1906	0.1906	1.5
86	129	114	88	19	114	0.116	0.49087	0.0029	0.0111	0.5049	0.6955	1.5
87	116	115	70.8	11	66	0.067	0.2883	0.0024	0.0064	0.2971	0.2971	1.5
88	115	114	100	18	108	0.11	0.46577	0.0033	0.0105	0.4796	0.7767	1.5
89	114	105	95.3	17	102	0.104	0.44061	0.0032	0.0100	0.4537	1.926	1.926
90	108	107	100	19	114	0.116	0.49087	0.0033	0.0111	0.5053	0.5053	1.5
91	107	106	100	15	90	0.092	0.39012	0.0033	0.0088	0.4022	0.9076	1.5
92	106	105	42.8	10	60	0.061	0.26266	0.0014	0.0059	0.2699	1.1775	1.5
93	105	84	100	13	78	0.079	0.33935	0.0033	0.0076	0.3503	3.4538	3.454
94	84	85	100	14	84	0.086	0.36477	0.0033	0.0082	0.3763	3.8301	3.83
95	97	96	100	15	90	0.092	0.39012	0.0033	0.0088	0.4022	0.4022	1.5
96	96	85	93.3	14	84	0.086	0.36477	0.0031	0.0082	0.3761	0.7783	1.5
97	85	86	45.1	3	18	0.018	0.08042	0.0015	0.0018	0.0837	4.6921	4.692
98	86	87	100	15	90	0.092	0.39012	0.0033	0.0088	0.4022	5.0943	5.094
99	87	88	41.5	6	36	0.037	0.15919	0.0014	0.0035	0.1641	5.2584	5.258
100	98	88	77.1	8	48	0.049	0.21111	0.0026	0.0047	0.2184	0.2184	1.5

Continuación de tabla de Caudales.

101	88	89	13.1	2	12	0.012	0.05386	0.0004	0.0012	0.0555	5.5322	5.532
102	89	90	77.7	15	90	0.092	0.39012	0.0026	0.0088	0.4015	5.9337	5.934
103	90	91	100	17	102	0.104	0.44061	0.0033	0.0100	0.4539	6.3876	6.388
104	165	91	88.9	6	36	0.037	0.15919	0.003	0.0035	0.1657	0.1657	1.5
105	91	92	100	12	72	0.073	0.31386	0.0033	0.0070	0.3242	6.8775	6.878
106	92	93	100	15	90	0.092	0.39012	0.0033	0.0088	0.4022	7.2798	7.28
107	93	94	100	21	126	0.128	0.54089	0.0033	0.0123	0.5565	7.8363	7.836
108	94	95	88.8	13	78	0.079	0.33935	0.003	0.0076	0.3499	8.1862	8.186
109	95	146	72	8	48	0.049	0.21111	0.0024	0.0047	0.2182	10.1006	10.101
110	99	100	60.8	8	48	0.049	0.21111	0.002	0.0047	0.2178	1.3069	1.5
111	100	101	61.3	7	42	0.043	0.1852	0.002	0.0041	0.1913	1.4983	1.5
112	101	102	78.2	6	36	0.037	0.15919	0.0026	0.0035	0.1653	1.6636	1.664
113	102	103	100.5	0	0	0	0	0.0034	0.0000	0.0034	1.667	1.667
114	103	104	100	16	96	0.098	0.4154	0.0033	0.0094	0.4281	2.095	2.095
115	104	145	80.2	13	78	0.079	0.33935	0.0027	0.0076	0.3496	2.4447	2.445
116	109	110	70	11	66	0.067	0.2883	0.0023	0.0064	0.2971	0.2971	1.5
117	110	111	91.3	15	90	0.092	0.39012	0.003	0.0088	0.4019	0.699	1.5
118	111	112	100	12	72	0.073	0.31386	0.0033	0.0070	0.3242	1.0232	1.5
119	112	113	82.3	5	30	0.031	0.13306	0.0027	0.0029	0.1387	1.162	1.5
120	113	143	77.5	8	48	0.049	0.21111	0.0026	0.0047	0.2184	1.3804	1.5
121	117	118	101.9	12	72	0.073	0.31386	0.0034	0.0070	0.3243	0.3243	1.5
122	123	122	100	8	48	0.049	0.21111	0.0033	0.0047	0.2191	0.2191	1.5
123	122	121	68.8	6	36	0.037	0.15919	0.0023	0.0035	0.165	0.3841	1.5
124	121	118	68.9	6	36	0.037	0.15919	0.0023	0.0035	0.165	0.5491	1.5
125	118	119	52.7	5	30	0.031	0.13306	0.0018	0.0029	0.1377	1.0112	1.5
126	126	125	100	9	54	0.055	0.23693	0.0033	0.0053	0.2455	0.2455	1.5
127	125	124	57.9	3	18	0.018	0.08042	0.0019	0.0018	0.0841	0.3296	1.5
128	124	119	57.9	8	48	0.049	0.21111	0.0019	0.0047	0.2177	0.5474	1.5
129	119	120	100	16	96	0.098	0.4154	0.0033	0.0094	0.4281	1.9866	1.987
130	120	141	96.9	15	90	0.092	0.39012	0.0032	0.0088	0.4021	2.3887	2.389
131	127	128	60.1	12	72	0.073	0.31386	0.002	0.0070	0.3229	0.3229	1.5
132	128	139	60.7	11	66	0.067	0.2883	0.002	0.0064	0.2968	0.6197	1.5
133	131	132	100	20	120	0.122	0.51591	0.0033	0.0117	0.5309	0.5309	1.5
134	132	133	100	18	108	0.11	0.46577	0.0033	0.0105	0.4796	1.0106	1.5
135	133	134	50	3	18	0.018	0.08042	0.0017	0.0018	0.0838	1.0944	1.5
136	134	135	64.4	6	36	0.037	0.15919	0.0021	0.0035	0.1648	1.2593	1.5

Continuación de tabla de Caudales.

137	135	136	64.7	5	30	0.031	0.13306	0.0022	0.0029	0.1381	1.3974	1.5
138	136	137	61.9	0	0	0	0	0.0021	0.0000	0.0021	1.3995	1.5
139	137	138	100	4	24	0.024	0.10681	0.0033	0.0023	0.1125	1.512	1.512
140	138	139	79.6	5	30	0.031	0.13306	0.0027	0.0029	0.1386	1.6506	1.651
141	139	140	60.8	3	18	0.018	0.08042	0.002	0.0018	0.0842	2.3545	2.354
142	140	141	61.4	4	24	0.024	0.10681	0.002	0.0023	0.1112	2.4657	2.466
143	141	142	15.3	0	0	0	0	0.0005	0.0000	0.0005	4.8549	4.855
144	142	143	100	9	54	0.055	0.23693	0.0033	0.0053	0.2455	5.1005	5.1
145	143	144	68.7	6	36	0.037	0.15919	0.0023	0.0035	0.165	6.6458	6.646
146	144	145	68.6	6	36	0.037	0.15919	0.0023	0.0035	0.165	6.8108	6.811
147	145	146	48.9	5	30	0.031	0.13306	0.0016	0.0029	0.1376	9.3931	9.393
148	146	159	65.6	0	0	0	0	0.0022	0.0000	0.0022	19.4959	19.496
149	147	148	100	11	66	0.067	0.2883	0.0033	0.0064	0.2981	0.2981	1.5
150	148	149	100	9	54	0.055	0.23693	0.0033	0.0053	0.2455	0.5436	1.5
151	149	150	100	7	42	0.043	0.1852	0.0033	0.0041	0.1926	0.7362	1.5
152	150	151	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	0.7396	1.5
153	151	152	100	5	30	0.031	0.13306	0.0033	0.0029	0.1393	0.8789	1.5
154	152	153	100	10	60	0.061	0.26266	0.0033	0.0059	0.2718	1.1507	1.5
155	153	154	110.2	7	42	0.043	0.1852	0.0037	0.0041	0.193	1.3437	1.5
156	154	155	40.9	1	6	0.006	0.02709	0.0014	0.0006	0.029	1.3728	1.5
157	155	156	100	10	60	0.061	0.26266	0.0033	0.0059	0.2718	1.6446	1.645
158	156	157	74.7	8	48	0.049	0.21111	0.0025	0.0047	0.2183	1.8629	1.863
159	157	158	68.1	7	42	0.043	0.1852	0.0023	0.0041	0.1916	2.0545	2.054
160	158	159	69.7	6	36	0.037	0.15919	0.0023	0.0035	0.165	2.2195	2.219
161	159	160	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	21.7464	21.746
162	160	161	100	2	12	0.012	0.05386	0.0033	0.0012	0.0584	21.8048	21.805
163	161	162	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	21.8081	21.808
164	162	163	100	0	0	0	0	0.0033	0.0000	0.0033	21.8115	21.811
165	163	164	107.2	0	0	0	0	0.0036	0.0000	0.0036	21.815	21.815
166	164	167	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	37.9983	37.998
167	167	168	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	38.0293	38.029
168	168	169	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	38.0603	38.06
169	169	170	100	1	6	0.006	0.02709	0.0033	0.0006	0.031	38.0913	38.091
170	170	PTAR	46.3	1	6	0.006	0.02709	0.0015	0.0006	0.0292	38.1206	38.121

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3-3. TABLA HIDRÁULICA.

Tramo	PVS		L (m)	invert arriba (msnm)	invert abajo (msnm)	S %	Φ (m)	Φcal (m)	Φ2 (pulg)	AII (m2)	RhII (m)	VII (m/s)	QII (m3/s)	Qd/QII	Vd/VII	Vd (m/s)	Fr	d/D	d (m)	Rh/RH	Rh (m)	T (pa)
	De	a																				
Co. 1	Co. 2	Co. 3	Co. 4	Co.5	Co. 6	Co. 7	Co. 8	Co. 9	Co. 10	Co. 11	Co. 12	Co. 13	Co. 14	Co. 15	Co. 16	Co.17	Co.18	Co. 19	Co. 20	Co. 21	Co. 22	Co.23
1	1	2	100	159.66	158.59	1.07	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.29	0.0137	0.0659	0.5658	0.73	0.02	0.1739	0.03	0.4257	0.02	1.68
2	2	3	100	158.59	156.37	2.22	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.85	0.0330	0.0461	0.508	0.94	0.03	0.1462	0.02	0.3624	0.01	2.96
3	3	4	100	156.37	154.51	1.86	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.70	0.0320	0.0472	0.513	0.87	0.03	0.1478	0.02	0.3666	0.01	2.51
4	4	5	100	154.51	153.41	1.10	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.31	0.0310	0.0486	0.517	0.67	0.02	0.15	0.02	0.372	0.01	1.51
5	5	6	100	153.41	152.07	1.34	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.44	0.0160	0.0964	0.633	0.91	0.03	0.2098	0.03	0.5034	0.02	2.48
6	6	7	100	152.07	150.96	1.11	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.31	0.0190	0.0798	0.5986	0.79	0.03	0.1911	0.03	0.4631	0.02	1.89
7	7	8	100	150.96	149.89	1.07	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.29	0.0160	0.0955	0.41	0.53	0.02	0.2088	0.03	0.5009	0.02	1.97
8	8	9	100	149.89	148.54	1.35	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.45	0.0160	0.0955	0.41	0.59	0.02	0.2088	0.03	0.5009	0.02	2.49
9	9	10	60.9	148.54	147.58	1.58	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.56	0.0350	0.0432	0.499	0.78	0.03	0.1417	0.02	0.3524	0.01	2.04
10	10	11	61	147.58	146.89	1.13	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.32	0.0440	0.036	0.466	0.62	0.03	0.1267	0.02	0.3178	0.01	1.32
11	20	21	40.1	159.61	159.29	0.80	0.15	0.01	6	0.018	0.0375	1.11	0.0160	0.0921	0.624	0.69	0.03	0.205	0.03	0.493	0.02	1.45
12	21	22	32	159.29	159.00	0.91	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.19	0.0160	0.0964	0.633	0.75	0.04	0.2098	0.03	0.5034	0.02	1.68
13	22	23	40.7	159	158.47	1.30	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.42	0.0310	0.0486	0.517	0.73	0.04	0.15	0.02	0.372	0.01	1.78
14	36	35	100	162.51	160.81	1.70	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.62	0.0310	0.0488	0.518	0.84	0.03	0.1503	0.02	0.3726	0.01	2.33
15	35	34	68.5	160.81	159.39	2.07	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.79	0.0160	0.0941	0.628	1.13	0.04	0.2072	0.03	0.4974	0.02	3.79
16	34	23	68.4	159.39	158.12	1.86	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.70	0.0370	0.0402	0.233	0.40	0.02	0.1368	0.02	0.3411	0.01	2.33
17	23	24	100	158.12	156.78	1.34	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.44	0.0250	0.0607	0.286	0.41	0.01	0.1671	0.03	0.4101	0.02	2.02
18	24	25	100	156.78	156.10	0.68	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.03	0.0160	0.1261	0.628	0.64	0.02	0.2068	0.03	0.4966	0.02	1.24
19	25	26	100	156.1	155.26	0.84	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.14	0.0210	0.1211	0.582	0.66	0.02	0.1825	0.03	0.4443	0.02	1.37
20	26	27	84.5	155.26	154.65	0.72	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.06	0.0160	0.1828	0.6293	0.67	0.02	0.2077	0.03	0.4983	0.02	1.32
21	19	27	87.5	155.41	154.84	0.65	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.00	0.0160	0.093	0.626	0.63	0.02	0.206	0.03	0.495	0.02	1.19
22	27	28	100	154.84	154.02	0.82	0.15	0.07	6	0.018	0.0375	1.13	0.0230	0.1566	0.5607	0.63	0.02	0.1713	0.03	0.4197	0.02	1.27
23	28	29	100	154.02	153.23	0.79	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.11	0.0160	0.263	0.41	0.45	0.01	0.2088	0.03	0.5009	0.02	1.46
24	29	30	100	153.23	151.80	1.43	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.49	0.0260	0.1722	0.5437	0.81	0.03	0.1629	0.02	0.4007	0.02	2.11
25	30	31	69.3	151.8	151.36	0.63	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.3064	0.6297	0.62	0.02	0.2078	0.03	0.4984	0.02	1.16
26	31	32	69.1	151.36	150.41	1.37	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.46	0.0260	0.1968	0.5437	0.79	0.03	0.1629	0.02	0.4007	0.02	2.03
27	37	38	100	157.99	156.97	1.02	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.26	0.0220	0.0675	0.57	0.72	0.02	0.176	0.03	0.43	0.02	1.61
28	38	39	100	156.97	156.08	0.89	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.17	0.0200	0.0735	0.584	0.69	0.02	0.1835	0.03	0.4468	0.02	1.46
29	39	40	95	156.08	154.81	1.34	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.44	0.0250	0.0597	0.5495	0.79	0.03	0.1657	0.02	0.4073	0.02	2.00
30	52	40	86.7	156.6	154.81	2.06	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.79	0.0320	0.0475	0.5136	0.92	0.03	0.1483	0.02	0.3678	0.01	2.79
31	40	41	69.7	154.81	152.89	2.75	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	2.07	0.0360	0.0511	0.4927	1.02	0.04	0.1388	0.02	0.3461	0.01	3.51
32	73	72	66.4	160.29	159.88	0.62	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	0.98	0.0160	0.0926	0.6251	0.61	0.02	0.2056	0.03	0.4941	0.02	1.12

Continuación de tabla Hidráulica.

33	72	71	58.2	159.88	159.42	0.79	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.11	0.0170	0.0867	0.613	0.68	0.03	0.199	0.03	0.48	0.02	1.40
34	71	66	58.1	159.42	157.47	3.36	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.28	0.0410	0.0364	0.3667	0.84	0.04	0.1305	0.02	0.3263	0.01	4.03
35	56	57	100	157.99	157.37	0.62	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	0.98	0.0160	0.0946	0.6297	0.62	0.02	0.2078	0.03	0.4984	0.02	1.14
36	57	58	100	157.37	156.78	0.59	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	0.96	0.0160	0.0955	0.6312	0.60	0.02	0.2088	0.03	0.5009	0.02	1.09
37	58	66	34.3	156.78	156.57	0.61	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	0.97	0.0160	0.0941	0.6284	0.61	0.03	0.2072	0.03	0.4974	0.02	1.12
38	66	67	100	156.57	155.94	0.63	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.1046	0.622	0.61	0.02	0.204	0.03	0.491	0.02	1.14
39	67	68	59.4	155.94	155.31	1.06	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.28	0.0260	0.0754	0.5471	0.70	0.03	0.1665	0.02	0.4043	0.02	1.58
40	69	70	62.2	154.79	154.38	0.66	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.01	0.0160	0.0966	0.633	0.64	0.03	0.21	0.03	0.504	0.02	1.22
41	70	68	62.3	154.38	153.96	0.67	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.02	0.0160	0.0923	0.6244	0.64	0.03	0.2052	0.03	0.4934	0.02	1.22
42	68	62	98.2	153.96	153.31	0.66	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.01	0.0170	0.1443	0.611	0.62	0.02	0.198	0.03	0.478	0.02	1.16
43	59	60	100	157.52	156.28	1.24	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.39	0.0240	0.0612	0.5535	0.77	0.02	0.1677	0.03	0.4115	0.02	1.88
44	60	61	64.6	156.28	155.41	1.35	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.44	0.0250	0.0598	0.5497	0.79	0.03	0.1659	0.02	0.4077	0.02	2.02
45	61	62	64.7	155.41	153.91	2.32	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.90	0.0330	0.0452	0.5055	0.96	0.04	0.1448	0.02	0.3595	0.01	3.07
46	64	65	88.2	155.46	154.87	0.67	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.02	0.0160	0.0915	0.6227	0.63	0.02	0.2043	0.03	0.4917	0.02	1.21
47	65	62	100	154.87	153.26	1.61	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.58	0.0290	0.0526	0.5287	0.84	0.03	0.1559	0.02	0.3847	0.01	2.28
48	62	53	94.1	153.26	152.66	0.64	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.255	0.6271	0.62	0.02	0.2066	0.03	0.4961	0.02	1.16
49	49	50	100	159.36	156.72	2.64	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.02	0.0360	0.042	0.4947	1.00	0.03	0.1398	0.02	0.3486	0.01	3.39
50	50	51	100	156.72	155.87	0.85	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.15	0.0200	0.0753	0.5883	0.68	0.02	0.1856	0.03	0.4513	0.02	1.41
51	51	53	93.7	155.87	154.16	1.82	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.68	0.0290	0.0509	0.5238	0.88	0.03	0.1534	0.02	0.3795	0.01	2.55
52	54	55	92.4	154.61	153.77	0.91	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.19	0.0210	0.0715	0.579	0.69	0.02	0.181	0.03	0.441	0.02	1.47
53	55	53	100	153.77	153.16	0.61	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	0.97	0.0160	0.0937	0.6276	0.61	0.02	0.2068	0.03	0.4966	0.02	1.11
54	53	63	51.5	153.16	152.49	1.30	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.42	0.0160	0.3276	0.6287	0.89	0.04	0.2073	0.03	0.4977	0.02	2.38
55	63	41	50.4	152.49	152.14	0.69	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.04	0.0180	0.2978	0.6106	0.63	0.03	0.1978	0.03	0.4776	0.02	1.22
56	41	42	100	152.14	151.52	0.62	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	0.98	0.0160	0.4375	0.6256	0.61	0.02	0.2058	0.03	0.4946	0.02	1.13
57	42	43	100	151.52	150.86	0.66	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	1.01	0.0160	0.4699	0.6276	0.63	0.02	0.2068	0.03	0.4966	0.02	1.21
58	43	44	70	150.86	150.39	0.67	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	1.02	0.0160	0.4764	0.6224	0.63	0.02	0.2042	0.03	0.4914	0.02	1.21
59	44	45	74.2	150.39	149.93	0.62	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	0.98	0.0160	0.5142	0.6308	0.62	0.02	0.2086	0.03	0.5004	0.02	1.14
60	45	46	47.4	149.93	149.61	0.68	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	1.02	0.0160	0.5259	0.6317	0.65	0.03	0.2091	0.03	0.5018	0.02	1.25
61	46	48	58.2	149.61	149.24	0.64	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.5373	0.633	0.63	0.03	0.21	0.03	0.504	0.02	1.18
62	47	48	41	150.02	149.74	0.68	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.03	0.0180	0.0825	0.6044	0.62	0.03	0.1942	0.03	0.4696	0.02	1.18
63	48	32	31.9	149.74	149.51	0.72	0.15	0.11	6	0.018	0.0375	1.06	0.0170	0.5198	0.6333	0.67	0.04	0.2116	0.03	0.5061	0.02	1.34
64	32	33	73	149.51	148.15	1.86	0.2	0.13	8	0.031	0.05	2.06	0.0610	0.2288	0.2329	0.48	0.02	0.1078	0.02	0.2726	0.01	2.49
65	33	11	102.8	148.15	145.84	2.25	0.2	0.13	8	0.031	0.05	2.26	0.0710	0.2044	0.4032	0.91	0.03	0.1009	0.02	0.2562	0.01	2.82

Continuación de tabla Hidráulica.

66	11	12	100	145.84	143.90	1.94	0.2	0.14	8	0.031	0.05	2.10	0.0650	0.2443	0.4121	0.87	0.03	0.1044	0.02	0.2651	0.01	2.52
67	12	13	100	143.9	143.29	0.61	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.18	0.0340	0.4761	0.5028	0.59	0.02	0.1434	0.03	0.385	0.02	1.15
68	13	14	100	143.29	142.67	0.62	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.19	0.0340	0.4762	0.5028	0.60	0.02	0.1434	0.03	0.372	0.02	1.13
69	14	15	100	142.67	141.88	0.79	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.34	0.0450	0.3572	0.4611	0.62	0.02	0.1248	0.02	0.3131	0.02	1.21
70	15	16	100	141.88	141.22	0.66	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.23	0.0340	0.469	0.5003	0.61	0.02	0.1422	0.03	0.3534	0.02	1.14
71	16	17	100	141.22	140.54	0.68	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.24	0.0380	0.4236	0.4847	0.60	0.02	0.1353	0.03	0.3377	0.02	1.13
72	17	18	100	140.54	139.47	1.07	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.56	0.0510	0.3199	0.4459	0.70	0.02	0.1184	0.02	0.2979	0.01	1.56
73	18	164	58.9	139.47	138.52	1.61	0.2	0.14	8	0.031	0.05	1.92	0.0590	0.2733	0.425	0.81	0.03	0.1096	0.02	0.277	0.01	2.19
74	74	75	99.4	147.6	146.94	0.66	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.01	0.0180	0.0839	0.6076	0.62	0.02	0.1958	0.03	0.4734	0.02	1.16
75	75	76	75.8	146.94	146.33	0.80	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.12	0.0190	0.078	0.5949	0.66	0.02	0.1889	0.03	0.4584	0.02	1.36
76	76	77	50	146.33	145.69	1.28	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.41	0.0240	0.0617	0.5548	0.78	0.04	0.1684	0.03	0.413	0.02	1.94
77	77	78	57.4	145.69	145.09	1.05	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.27	0.0220	0.0673	0.5695	0.72	0.03	0.1757	0.03	0.4295	0.02	1.65
78	165	78	106.3	145.92	145.09	0.78	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.10	0.0200	0.0741	0.5855	0.64	0.02	0.1842	0.03	0.4485	0.02	1.29
79	78	79	110.7	145.09	144.41	0.61	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	0.98	0.0160	0.0964	0.633	0.62	0.02	0.21	0.03	0.504	0.02	1.14
80	79	80	43.6	144.41	144.06	0.80	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.12	0.0280	0.0538	0.5329	0.59	0.03	0.1576	0.02	0.3889	0.01	1.15
81	80	81	38.8	144.06	143.80	0.67	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.02	0.0170	0.0886	0.6172	0.63	0.03	0.2011	0.03	0.4831	0.02	1.19
82	81	82	19.2	143.8	143.63	0.89	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.17	0.0190	0.0799	0.5988	0.70	0.05	0.1912	0.03	0.4634	0.02	1.51
83	82	83	60	143.63	143.22	0.68	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.03	0.0160	0.0919	0.6236	0.64	0.03	0.2048	0.03	0.4926	0.02	1.24
84	83	95	56.6	143.22	142.83	0.69	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.03	0.0160	0.1042	0.624	0.64	0.03	0.205	0.03	0.493	0.02	1.25
85	130	129	39.3	159.49	158.12	3.36	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.28	0.0480	0.0313	0.4532	1.03	0.05	0.1213	0.02	0.3052	0.01	3.77
86	129	114	88	158.12	154.46	4.16	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.54	0.0380	0.0394	0.485	1.23	0.04	0.1355	0.02	0.338	0.01	5.17
87	116	115	70.8	160.24	156.83	4.89	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.75	0.0410	0.0362	0.4734	1.30	0.05	0.1302	0.02	0.3254	0.01	5.85
88	115	114	100	156.83	154.46	2.37	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.92	0.0340	0.0446	0.5037	0.97	0.03	0.1438	0.02	0.3576	0.01	3.12
89	114	105	95.3	154.46	153.54	0.97	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.22	0.0210	0.0906	0.5768	0.71	0.02	0.1799	0.03	0.4387	0.02	1.56
90	108	107	100	159.06	156.17	2.89	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.12	0.0370	0.0401	0.4877	1.03	0.03	0.1367	0.02	0.3407	0.01	3.62
91	107	106	100	156.17	153.93	2.24	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.86	0.0330	0.0459	0.5077	0.95	0.03	0.1458	0.02	0.3617	0.01	2.98
92	106	105	42.8	153.93	153.54	0.91	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.19	0.0200	0.0743	0.5859	0.70	0.03	0.1845	0.03	0.4489	0.02	1.50
93	105	84	100	153.54	152.85	0.69	0.15	0.07	6	0.018	0.0375	1.03	0.0180	0.1933	0.6076	0.63	0.02	0.1958	0.03	0.4734	0.02	1.20
94	84	85	100	152.85	152.20	0.65	0.15	0.07	6	0.018	0.0375	1.00	0.0170	0.2306	0.6205	0.62	0.02	0.203	0.03	0.489	0.02	1.17
95	97	96	100	157.8	154.95	2.85	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.10	0.0370	0.0404	0.4889	1.03	0.03	0.1372	0.02	0.3419	0.01	3.58
96	96	85	93.3	154.95	152.35	2.79	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	2.08	0.0370	0.0411	0.4917	1.02	0.03	0.1383	0.02	0.3448	0.01	3.53
97	85	86	45.1	152.35	152.02	0.73	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.06	0.0160	0.2987	0.6312	0.67	0.03	0.2088	0.03	0.5009	0.02	1.35
98	86	87	100	152.02	151.39	0.63	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.3275	0.6327	0.63	0.02	0.2098	0.03	0.5034	0.02	1.17
99	87	88	41.5	151.39	151.01	0.92	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.19	0.0170	0.308	0.6157	0.73	0.04	0.2003	0.03	0.4828	0.02	1.63
100	98	88	77.1	154.17	151.86	3.00	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.16	0.0490	0.0309	0.4514	0.97	0.04	0.1205	0.02	0.3034	0.01	3.35

Continuación de tabla Hidráulica.

101	88	89	13.1	151.86	151.73	0.99	0.15	0.09	6	0.018	0.0375	1.24	0.0220	0.2525	0.5723	0.71	0.06	0.1771	0.03	0.4323	0.02	1.58
102	89	90	77.7	151.73	150.41	1.70	0.15	0.09	6	0.018	0.0375	1.62	0.0200	0.2972	0.5878	0.95	0.03	0.1854	0.03	0.4508	0.02	2.82
103	90	91	100	150.41	149.80	0.61	0.15	0.09	6	0.018	0.0375	0.97	0.0160	0.3989	0.6276	0.61	0.02	0.2068	0.03	0.4966	0.02	1.11
104	165	91	88.9	150.92	149.85	1.20	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.37	0.0240	0.0622	0.5561	0.76	0.03	0.1691	0.03	0.4147	0.02	1.84
105	91	92	100	149.85	149.24	0.61	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	0.97	0.0160	0.4294	0.6276	0.61	0.02	0.2068	0.03	0.4966	0.02	1.11
106	92	93	100	149.24	148.64	0.60	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	0.96	0.0160	0.4589	0.6296	0.61	0.02	0.2078	0.03	0.4986	0.02	1.10
107	93	94	100	148.64	148.01	0.63	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.5038	0.6327	0.63	0.02	0.2098	0.03	0.5034	0.02	1.17
108	94	95	88.8	148.01	145.78	2.51	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	1.97	0.0360	0.2264	0.493	0.97	0.03	0.139	0.02	0.3465	0.01	3.20
109	95	146	72	145.78	142.69	4.29	0.15	0.11	6	0.018	0.0375	2.58	0.0170	0.5874	0.6141	1.58	0.06	0.1996	0.03	0.4811	0.02	7.60
110	99	100	60.8	156.46	155.27	1.96	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.74	0.0490	0.0305	0.468	0.82	0.03	0.128	0.02	0.321	0.01	2.31
111	100	101	61.3	155.27	152.84	3.96	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	2.48	0.0440	0.0345	0.4662	1.16	0.05	0.1271	0.02	0.3187	0.01	4.65
112	101	102	78.2	152.84	149.54	4.22	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	2.56	0.0280	0.0593	0.5319	1.36	0.05	0.1571	0.02	0.3879	0.01	6.02
113	102	103	100.5	149.54	147.63	1.90	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.72	0.0300	0.0554	0.5207	0.89	0.03	0.1519	0.02	0.3757	0.01	2.63
114	103	104	100	147.63	144.16	3.47	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	2.32	0.0410	0.0513	0.4759	1.10	0.04	0.1312	0.02	0.3279	0.01	4.19
115	104	145	80.2	144.16	143.15	1.26	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.40	0.0240	0.1005	0.5548	0.78	0.03	0.1684	0.03	0.413	0.02	1.91
116	109	110	70	154.76	153.73	4.68	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.69	0.0490	0.0306	0.45	1.21	0.05	0.12	0.02	0.302	0.01	5.20
117	110	111	91.3	153.73	149.46	4.68	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.69	0.0470	0.0316	0.4545	1.22	0.04	0.1218	0.02	0.3065	0.01	5.27
118	111	112	100	149.46	145.92	3.54	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	2.34	0.0410	0.0364	0.4743	1.11	0.04	0.1305	0.02	0.3263	0.01	4.25
119	112	113	82.3	145.92	144.77	1.40	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.47	0.0260	0.0585	0.5463	0.80	0.03	0.1641	0.02	0.4033	0.02	2.07
120	113	143	77.5	144.77	143.24	1.97	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.75	0.0310	0.049	0.5181	0.91	0.03	0.1506	0.02	0.3731	0.01	2.71
121	117	118	101.9	156.39	151.43	4.87	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.75	0.0480	0.0311	0.4523	1.24	0.04	0.1209	0.02	0.3043	0.01	5.45
122	123	122	100	158.36	154.59	3.77	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.42	0.0430	0.0351	0.4685	1.13	0.04	0.1282	0.02	0.3214	0.01	4.46
123	122	121	68.8	154.59	152.08	3.65	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.38	0.0420	0.0359	0.4721	1.12	0.04	0.1296	0.02	0.3243	0.01	4.35
124	121	118	68.9	152.08	151.43	0.94	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.21	0.0210	0.0719	0.58	0.70	0.03	0.1815	0.03	0.442	0.02	1.53
125	118	119	52.7	151.43	149.54	3.59	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	2.36	0.0410	0.0363	0.4738	1.12	0.05	0.1303	0.02	0.3258	0.01	4.30
126	126	125	100	151.85	150.35	1.50	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.52	0.0270	0.0557	0.5385	0.82	0.03	0.1603	0.02	0.3947	0.01	2.18
127	125	124	57.9	150.35	149.99	0.62	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	0.98	0.0170	0.0903	0.6205	0.61	0.03	0.203	0.03	0.489	0.02	1.12
128	124	119	57.9	150.19	149.54	1.12	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.32	0.0190	0.0801	0.5991	0.79	0.03	0.1914	0.03	0.4638	0.02	1.92
129	119	120	100	149.54	145.76	3.78	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	2.42	0.0430	0.0466	0.4689	1.13	0.04	0.1284	0.02	0.3217	0.01	4.47
130	120	141	96.9	145.56	142.24	3.43	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	2.30	0.0420	0.0572	0.4721	1.09	0.04	0.1296	0.02	0.3243	0.01	4.09
131	127	128	60.1	150.5	148.81	2.81	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	2.09	0.0370	0.0407	0.4902	1.02	0.04	0.1377	0.02	0.3432	0.01	3.55
132	128	139	60.7	148.81	146.72	3.44	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	2.31	0.0410	0.037	0.4768	1.10	0.05	0.1315	0.02	0.3288	0.01	4.16
133	131	132	100	153.39	152.77	0.62	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	0.98	0.0160	0.0946	0.6296	0.62	0.02	0.2078	0.03	0.4986	0.02	1.14
134	132	133	100	152.77	152.14	0.63	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.0964	0.6327	0.63	0.02	0.2098	0.03	0.5034	0.02	1.17
135	133	134	50	152.14	151.79	0.70	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.04	0.0160	0.0928	0.6256	0.65	0.03	0.2058	0.03	0.4946	0.02	1.27
136	134	135	64.4	151.79	151.30	0.76	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.09	0.0180	0.0855	0.6105	0.66	0.03	0.1976	0.03	0.4773	0.02	1.34

Continuación de tabla Hidráulica.

137	135	136	64.7	151.3	150.85	0.70	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.04	0.0170	0.0902	0.6203	0.64	0.03	0.2029	0.03	0.4888	0.02	1.25
138	136	137	61.9	150.85	150.40	0.73	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.06	0.0170	0.0882	0.6163	0.65	0.03	0.2007	0.03	0.4837	0.02	1.29
139	137	138	100	150.4	147.02	3.38	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	2.29	0.0430	0.0355	0.4689	1.07	0.03	0.1284	0.02	0.3217	0.01	4.00
140	138	139	79.6	147.02	146.52	0.63	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	0.99	0.0160	0.1033	0.628	0.62	0.02	0.207	0.03	0.497	0.02	1.15
141	139	140	60.8	146.52	143.52	4.93	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	2.77	0.0490	0.048	0.45	1.24	0.05	0.12	0.02	0.302	0.01	5.48
142	140	141	61.4	143.52	142.44	1.76	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.65	0.0290	0.0857	0.5273	0.87	0.04	0.1551	0.02	0.3833	0.01	2.48
143	141	142	15.3	142.44	142.12	2.09	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.80	0.0190	0.2492	0.5925	1.07	0.09	0.1878	0.03	0.4555	0.02	3.50
144	142	143	100	142.12	141.32	0.80	0.15	0.08	6	0.018	0.0375	1.11	0.0190	0.2642	0.5942	0.66	0.02	0.1886	0.03	0.4575	0.02	1.35
145	143	144	68.7	141.32	140.86	0.67	0.15	0.09	6	0.018	0.0375	1.02	0.0170	0.3819	0.6119	0.62	0.02	0.1984	0.03	0.4789	0.02	1.18
146	144	145	68.6	140.86	140.40	0.67	0.15	0.10	6	0.018	0.0375	1.02	0.0170	0.3911	0.6117	0.62	0.02	0.1983	0.03	0.4787	0.02	1.18
147	145	146	48.9	140.4	140.09	0.63	0.15	0.11	6	0.018	0.0375	0.99	0.0170	0.5643	0.6202	0.61	0.03	0.2028	0.03	0.4886	0.02	1.14
148	146	159	65.6	140.09	139.67	0.64	0.2	0.15	8	0.031	0.05	1.21	0.0340	0.572	0.504	0.61	0.02	0.144	0.03	0.358	0.02	1.12
149	147	148	100	151.91	150.52	1.39	0.15	0.02	6	0.018	0.0375	1.47	0.0260	0.0578	0.5443	0.80	0.03	0.1631	0.02	0.4013	0.02	2.05
150	148	149	100	150.52	149.83	0.69	0.15	0.03	6	0.018	0.0375	1.03	0.0160	0.0911	0.6218	0.64	0.02	0.2039	0.03	0.4908	0.02	1.25
151	149	150	100	149.83	149.24	0.59	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	0.96	0.0160	0.0955	0.6312	0.60	0.02	0.2088	0.03	0.5009	0.02	1.09
152	150	151	100	149.24	148.63	0.61	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	0.97	0.0160	0.0937	0.6276	0.61	0.02	0.2068	0.03	0.4966	0.02	1.11
153	151	152	100	148.63	147.98	0.65	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.00	0.0170	0.0903	0.6205	0.62	0.02	0.203	0.03	0.489	0.02	1.17
154	152	153	100	147.98	147.11	0.87	0.15	0.04	6	0.018	0.0375	1.16	0.0160	0.0928	0.6256	0.73	0.02	0.2058	0.03	0.4946	0.02	1.58
155	153	154	110.2	147.11	146.43	0.62	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	0.98	0.0170	0.0888	0.6177	0.60	0.02	0.2013	0.03	0.4853	0.02	1.10
156	154	155	40.9	146.43	146.15	0.68	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.03	0.0170	0.0872	0.6141	0.63	0.03	0.1996	0.03	0.4811	0.02	1.21
157	155	156	100	146.15	145.48	0.67	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.02	0.0180	0.09	0.6035	0.61	0.02	0.1938	0.03	0.4685	0.02	1.15
158	156	157	74.7	145.48	144.43	1.41	0.15	0.05	6	0.018	0.0375	1.48	0.0300	0.0625	0.5222	0.77	0.03	0.1526	0.02	0.3775	0.01	1.95
159	157	158	68.1	144.43	142.79	2.41	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.93	0.0350	0.0581	0.4962	0.96	0.04	0.1405	0.02	0.3499	0.01	3.10
160	158	159	69.7	142.79	142.32	0.67	0.15	0.06	6	0.018	0.0375	1.02	0.0160	0.1349	0.622	0.64	0.02	0.204	0.03	0.491	0.02	1.22
161	159	160	100	142.32	139.16	3.16	0.2	0.16	8	0.031	0.05	2.68	0.0350	0.6134	0.4958	1.33	0.04	0.1403	0.03	0.3496	0.02	5.42
162	160	161	100	139.16	138.51	0.65	0.2	0.16	8	0.031	0.05	1.22	0.0340	0.6383	0.5015	0.61	0.02	0.1428	0.03	0.3549	0.02	1.13
163	161	162	100	138.51	137.88	0.63	0.2	0.16	8	0.031	0.05	1.20	0.0330	0.651	0.5043	0.60	0.02	0.1442	0.03	0.381	0.02	1.18
164	162	163	100	137.88	137.17	0.71	0.2	0.16	8	0.031	0.05	1.27	0.0360	0.6045	0.4933	0.63	0.02	0.1392	0.03	0.3469	0.02	1.21
165	163	164	107.2	137.17	136.42	0.70	0.2	0.16	8	0.031	0.05	1.26	0.0360	0.6055	0.4933	0.62	0.02	0.1392	0.03	0.3469	0.02	1.19
166	164	167	100	136.42	136.13	0.29	0.25	0.21	10	0.049	0.0625	0.94	0.0120	3.2744	0.894	0.84	0.03	0.393	0.10	0.846	0.05	1.50
167	167	168	100	136.13	135.65	0.48	0.25	0.21	10	0.049	0.0625	1.21	0.0350	1.0824	0.654	0.79	0.03	0.222	0.06	0.529	0.03	1.56
168	168	169	100	135.65	135.43	0.22	0.25	0.21	10	0.049	0.0625	0.82	0.0360	1.0459	1.134	0.93	0.03	0.87	0.22	1.207	0.08	1.63
169	169	170	100	135.43	135.19	0.24	0.25	0.21	10	0.049	0.0625	0.86	0.0370	1.0295	1.137	0.97	0.03	0.85	0.21	1.213	0.061	1.44
170	170	PTAR	46.3	135.19	135.08	0.24	0.25	0.21	10	0.049	0.0625	0.85	0.0370	1.0347	1.137	0.97	0.05	0.854	0.17	1.212	0.061	1.42

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Resumen de cantidad de obras del alcantarillado sanitario.

Los siguientes valores son un resumen de las tablas 3-1, 3-2, 3-3 ocupadas para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

- Longitud total de tubería.

$$L = 13695.9 \text{ m}$$

- Diámetros de tubería.

- ❖ Diámetro de 6"

$$L = 11842.1 \text{ m}$$

- ❖ Diámetro de 8"

$$L = 1507.5 \text{ m}$$

- ❖ Diámetro de 10"

$$L = 346.3 \text{ m}$$

- Pendientes de la tubería.

- ❖ Pendiente mínima.

$$S_{\min} = 0.59\%$$

- ❖ Pendiente máxima.

$$S_{\max} = 4.93\%$$

-
- Velocidades en la tubería.

- ❖ Velocidad mínima.

$$V_{\min} = 0.4 \text{ m/s}$$

- ❖ Velocidad máxima.

$$V_{\max} = 1.58 \text{ m/s}$$

- Volumen de excavación para el sistema de alcantarillado.

- ❖ Volumen de excavación de tubería.

$$V_{\text{exc-tub}} = 15839.75 \text{ m}^3$$

- ❖ Volumen de excavación para los pozos de visitas.

$$V_{\text{exc-p}} = 370.58 \text{ m}^3$$

CAPITULO IV:

DISEÑO DE PLANTA

DE TRATAMIENTO DE

AGUAS RESIDUALES.

4.1. Resumen de criterios técnicos adoptados.

Como una norma general para las municipalidades, se recomienda diseñar un sistema de lagunas facultativas seguidas por lagunas de maduración. Las lagunas facultativas deben ser diseñadas en baterías en paralelo para poder sacar una fuera de servicio durante la remoción de lodos y la otra queda en operación.

Dependiendo sobre el objetivo final de tratamiento, se puede tener una o dos lagunas de maduración en serie después las lagunas facultativas en paralelo. Por las dificultades en operación y en la remoción de lodos, no se recomienda el uso de lagunas anaeróbicas para tratamiento de aguas residuales en las municipalidades (Oakley, 2005).

Tabla 4-1. Normas de diseño de pretratamiento.

Parámetro	Norma Recomendada
Forma de barra	Rectangular No debe de usar barras de refuerza
Ancho de la barra	5 - 15 mm
Espesor de la barra	25 - 40 mm
Espaciamiento (abertura) entre barras	25 - 50 50 mm recomendado para que las heces humanas pasen por las barras.
Inclinación con la vertical	45 - 60°
Plataforma de drenaje	Suficiente para el almacenamiento temporal del material retenido en condiciones sanitarias.
Canaleta de desvío	Suficiente para desviar el caudal máximo durante una emergencia
Material de construcción de barras y plataforma de drenaje.	Acero inoxidable o galvanizado, aluminio.
Velocidad de aproximación	0.45 m/s
Tiempo de retención en canal de aproximación	≥ 3 s
Largo de canal de aproximación	≥ 1.35 m
Velocidad a través de las barras	≤ 0.6 m/s para caudal promedio ≤ 0.9 m/s para caudal máximo
Perdida de carga máxima	0.15 m
Cantidades de material retenido	0.008 - 0.038 m ³ /1000 m ³
Disposición final de residuos	Solución técnica utilizando métodos sanitarios.

Fuente: Adaptado de Reynolds y Richards, 1996; por Rolim, 2000; citado por (Oakley, 2005)

Tabla 4-2: Normas de diseño recomendadas para desarenadores horizontales.

Parámetro	Norma Recomendada
Velocidad horizontal	$V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}$ $V_{\min} \geq 0.80 V_{\max}$
Velocidad de sedimentación	0.02 m/s (partículas de 0.2mm)
Forma de la sección transversal	Rectangular (Con un resalto entre la cota del desarenador y la de la canaleta Parshall)
Tiempo de retención hidráulica	$\leq 60\text{s}$ para V_{\min} $\geq 45\text{s}$ para V_{\max} $V_{\max} = 0.3 \text{ m/s}$ $V_{\min} = 0.3C_v$
Largo de canal	$45 V_{\max} \leq L \leq 60 V_{\min}$ $13.5 \text{ m} \leq L \leq 18 C_v$
Sección de control de velocidad	Canaleta Parshall prefabricada con flujo libre
Carga en el canal aguas abajo la canaleta Parshall para asegurar flujo libre	$\leq 60\%$ de la carga en el desarenador
Número de canales	Dos en paralelo, cada uno con drenaje (Uno en operación y otro para limpieza)

Fuente: Lagunas de estabilización en Honduras (Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y sostenibilidad) (Oakley, 2005).

Tabla 4-3. Normas de Diseño del Proceso Recomendadas para Tratamiento de Aguas Residuales con Lagunas de Estabilización.

Parámetro	Norma recomendada
1. Diseño global del sistema	Baterías de lagunas facultativas en paralelo seguidos por una o dos lagunas de maduración en serie.
2. Caudal de diseño.	No se debe asumir caudales per cápita. Para evitar el problema de las sobrecargas hidráulicas encontradas en el Proyecto de Monitoreo, se debe monitorear los caudales en el alcantarillado y tomar un catastro de conexiones existentes y proyectadas.
3. DBO ₅ del afluente	No se debe asumir un aporte per cápita ni una concentración promedio. Para evitar el problema de las sobrecargas orgánicas encontradas en el Proyecto de Monitoreo, se debe monitorear la DBO ₅ en el alcantarillado con muestras compuestas. Por lo general es de 200 mg/L
4. Rejillas	Se debe diseñar rejillas para todos los sistemas de lagunas.
5. Desarenadores	Se debe diseñar desarenadores para todos los sistemas de lagunas.
6. Producción de sólidos arenosos	De los valores estimados del Proyecto de Monitoreo, se utiliza un valor de 0.085m ³ /1,000m ³ .
7. Carga superficial máxima de DBO ₅ en lagunas facultativas	$CS_M = (1.937E-06) \cdot RS$ RS es la radiación solar diaria expresada como el promedio del mes. Para los climas de Honduras CSM varía entre 275—350 kg DBO ₅ /ha-día.
8. Tiempo de retención hidráulica nominal	Lagunas Facultativas: $TRH_F \geq 10$ días con entradas/salidas múltiples Lagunas de Maduración: $TRH_M \geq 7$ días, canalizadas con $L/A \geq 50/1$
9. Acumulación de lodos y frecuencia estimada de remoción	Para el diseño se utiliza: $V_{L-a} = 0.00156 \cdot Q_{med} \cdot SS$ Se debe recomendar remoción de lodos cuando el volumen de lodos acumulados alcance a 25% del volumen total de la

	<p>laguna. Se estima la frecuencia de limpieza con la siguiente ecuación:</p> $t_L = 0.25 * \frac{V_F}{V_{L-a}}$ <p>Después de estar en operación, se mide anualmente la producción de lodos en lagunas facultativas.</p>
10. Dimensiones de lagunas	<p>Una relación de largo/ancho de 3/1 mínima en facultativas, y de 50/1 mínima en lagunas de maduración con el uso de mamparas desviadoras. Taludes interiores de horizontal/vertical de 3/1. Profundidades de lagunas facultativas: 1.8—2.0m; de maduración: 1.5— 1.8m</p>
11. Remoción de huevos de helmintos	<p>Se debe obtener 100% con una batería de facultativas en paralelo seguida en serie por una de maduración.</p>
12. Remoción de coliformes fecales	<p>Se debe obtener 3—y preferible 4—ciclos \log_{10} de remoción con una batería de facultativas en paralelo seguida en serie por una de maduración.</p>
13. Remoción de DBO5	<p>Efluente final promedia de DBO₅ filtrada ≤ 50 mg/L</p>
14. Remoción de SS	<p>Efluente final promedia de SS ≤ 75 mg/L</p>

Fuente: Lagunas de estabilización en Honduras (Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y sostenibilidad) (Oakley, 2005).

4.2. Memoria de cálculo de la planta de tratamiento.

4.2.1. Diseño del pretratamiento.

El procedimiento de diseño del sistema de pretratamiento con rejilla, desarenador horizontal, y canaleta Parshall es el siguiente:

1. Determinar el caudal máximo, mínimo, y promedio en m^3/s para el diseño.
El caudal medio es el total recolectado en todo el sistema del alcantarillado y que llega a la planta de tratamiento. El caudal medio está calculado en la tabla 3-5 (Tabla de caudales) y es igual a:

$$Q_{med} = 38.12 \text{ lps} = 0.3812 \text{ m}^3/s$$

El caudal máximo lo calculamos con la ecuación 2-3 y el caudal mínimo con la ecuación 2-4, obteniendo los siguientes valores.

$$Q_{max} = 0.11436 \text{ m}^3/s$$

$$Q_{min} = 0.01906 \text{ m}^3/s$$

2. Seleccionar el ancho de garganta de canaleta Parshall.

El ancho de la canaleta Parshall se determinó por medio de la Tabla 2-4: (tabla de Rangos de Caudales para Canaletas Parshall con Flujo Libre).

$$W = 0.152 \text{ m}$$

3. Calcular la carga máxima en el canal del desarenador con referencia a la base de canaleta Parshall, H_{max} , utilizando la Ecuación 2-15:

$$H_{max} = \left(\frac{1.1 Q_{max}}{2.27 W} \right)^{0.667} = \left(\frac{1.1 * 0.11436 \frac{m^3}{s}}{2.27 * 0.152 \text{ m}} \right)^{0.667} = 0.51 \text{ m}$$

4. Calcular R y Cr de las Ecuaciones 2-16 y 2-17:

$$R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}} = \frac{0.11436 \text{ m}^3/s}{0.01906 \text{ m}^3/s} = 6$$

$$C_r = \frac{R^{1/3} - 1}{R} = \frac{(6)^{1/3} - 1}{6} = 0.1362$$

5. Calcular el resalto, Z, de la Ecuación 2-14:

$$Z = C_r * H_{max} = 0.1362 * 0.51 \text{ m} = 0.07 \text{ m}$$

6. Calcular la profundidad máxima de agua en el canal del desarenador, Pmax, medida de la cota del canal usando la Ecuación 2-18:

$$P_{max} = H_{max} - Z = 0.51 \text{ m} - 0.07 \text{ m} = 0.44 \text{ m}$$

7. Calcular el ancho del canal de desarenador utilizando la Ecuación 2-19:

$$a_d = \frac{Q_{max}}{P_{max} * V_{max}} = \frac{0.11436 \text{ m}^3/s}{0.44 \text{ m} * 0.3 \text{ m/s}} = 0.86471 \text{ m}$$

8. Determinar el factor de Cv de la Ecuación 2-22:

$$C_v = 2.6C_r^{0.5}(1 - C_r) = 2.6(0.1362)^{0.5}(1 - 0.1362) = 0.82$$

9. Escoger el largo del canal de desarenador con la Ecuación 2-20b

$$13.5 \text{ m} \leq L \leq 18 C_v$$

$$13.5 \text{ m} \leq L \leq 18 * 0.82$$

$$13.5 \text{ m} \leq L \leq 14.76 \text{ m}$$

Se escogió una longitud de:

$$L = 14.2 \text{ m}$$

-
10. Calcular el volumen y la profundidad de sólidos arenosos acumulados con las Ecuaciones 2-23 y 2-24:

$$V_{sa} = \frac{Q_{med} * t_{op} * C_{sa}}{1000}$$

Se asume que el tiempo entre limpiezas (t_{op}), es 15 días y la carga de sólidos arenosos, C_{sa} , es 0.085 m³/1,000m³.

$$V_{sa} = \frac{(0.3812 \text{ m}^3/\text{s} * 86,400\text{s}/\text{d}) * 15 \text{ días} * 0.085 \text{ m}^3/1000\text{m}^3}{1000}$$

$$V_{sa} = 0.042 \text{ m}^3$$

$$P_{sa} = \frac{V_{sa}}{a_d * L} = \frac{0.042}{0.86471 * 14.2} = 0.0034 \text{ m}$$

11. Se diseña la cota del canal aguas abajo de la canaleta Parshall para que la carga en el canal sea ≤ 0.60 de la carga en el desarenador (H_{max}), todas medidas con referencia a la base de canaleta Parshall, para asegurar flujo libre en la canaleta Parshall.

12. Determinar el ancho y abertura, a_b y e_b , de las barras de la rejilla, usando las especificaciones de la tabla 3-1.

Ancho de barra: 10 mm

Espaciamiento entre barras: 50 mm

13. Utilizando la Ecuación 2-7 se calcula el ancho, a_{canal} , del canal de aproximación antes de la rejilla.

$$a_{canal} = \frac{Q_{max}}{V_{max} * P_{max}} \left[\frac{a_b + e_b}{e_b} \right]$$

$$a_{canal} = \frac{0.11436 \text{ m}^3/\text{s}}{(0.6 \text{ m}/\text{s})(0.44 \text{ m})} \left[\frac{10 + 50}{50} \right]$$

$$a_{canal} = 0.52$$

-
14. Calcular la velocidad en el canal de aproximación y las pérdidas de carga a través de la rejilla con las Ecuaciones 2-8 y 2-9:

$$V_a = \frac{0.6}{\left(\frac{a_b + e_b}{e_b}\right)} = \frac{0.6}{\left(\frac{10+50}{50}\right)} = 0.5 \text{ m/s}$$

$$h_f = \frac{1}{0.7} \left[\frac{V_R^2 - V_a^2}{2g} \right] = \frac{1}{0.7} \left[\frac{(0.6)^2 - (0.5)^2}{2 * 9.81} \right] = 0.008 \text{ m}$$

4.2.2. Diseño de las lagunas.

El procedimiento de diseño de las lagunas, facultativa y maduración es el siguiente:

1. El diseño global debe consistir de una batería de lagunas facultativas en paralelo seguida en serie de una o dos lagunas de maduración. El tiempo de retención hidráulica total nominal del sistema debe ser igual o mayor de 17 días, con TRHF \geq 10 días y TRHM \geq 7 días.

2. El caudal del diseño.

El caudal de diseño es el recolectado en el sistema de alcantarillado sanitario:

$$Q_{dis} = 0.3812 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. La carga orgánica superficial máxima:

La carga orgánica superficial máxima se calcula con la ecuación 2.29:

$$CS_m = (1.937E - 06) * RS$$

$$CS_m = (1.937E - 06) * 1.42E+08$$

$$CS_m = 274.0600 \text{ kg } O_2/\text{ha- dia}$$

4. Se calcula el área total de lagunas facultativas.

El área de las lagunas facultativas, se determinan con la ecuación 2-30:

$$A_F = \frac{10 * L_A * Q_{med}}{CS_m} = \frac{10(200 \frac{mg}{L})(3293.57 m^3/dia)}{274.0600 kg O_2/ha-dia}$$

$$A_F = 24035.40 m^2$$

5. Se calcula el dimensionamiento de la laguna facultativa con la ecuación 2-31a y 2-31c:

$$L = \sqrt{3 * A_F} = \sqrt{3 * 24035.4 m^2}$$

$$L = 269 m$$

$$A = \frac{L}{3} = \frac{269 m}{3} = 90 m$$

6. Volumen de la laguna facultativa.

El volumen se calcula con la ecuación 2-33:

$$V_F = \frac{P}{6} [(l * a) + (l - 2iP)(a - 2iP) + 4(l - iP)(a - iP)]$$

$$V_F = \frac{1.8}{6} [(269 * 90) + (269 - 2 * 3 * 1.8)(90 - 2 * 3 * 1.8) + 4(269 - 3 * 1.8)(90 - 3 * 1.8)]$$

$$V_F = 40158.50 m^3$$

7. Se calcula el tiempo de retención hidráulica.

El cálculo del tiempo de retención hidráulica se realiza con la ecuación 2-32:

$$TRH_F = \frac{V_F}{Q_{dis}} = \frac{40158.50 m^3}{3293.57 m^3/s} = 12.19 \text{ dias}$$

-
8. Se estima la acumulación de lodos por año en las lagunas facultativas.

Para determinar la acumulación de lodos por año se utilizó la ecuación 2-32:

$$V_L = 0.00156 * Q_{dis} * SS$$

$$V_L = 0.00156 * 3293.57 \frac{m^3}{s} * 280 \text{ mg/L}$$

$$V_L = 1438.63 \text{ m}^3/\text{año}$$

9. Se proyecta la frecuencia de remoción de lodos cuando el volumen de lodos alcance 25% del volumen de la laguna, para esto se utiliza la ecuación 2-35:

$$t_L = 0.25 \frac{V_F}{V_L} = 0.25 \frac{40158.50 \text{ m}^3}{1438.63 \text{ m}^3/\text{año}} = 7 \text{ años.}$$

10. Dimensionar la laguna de maduración.

Para dimensionar la laguna de maduración se utiliza la ecuación 2-36, y se diseñó para un $TRH_M = 7$ días, ya que este es el mínimo tiempo de retención que puede tener la laguna.

$$V_M = TRH_M * Q_{dis} = 7 \text{ dias} * 3293.57 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$V_M = 23055 \text{ m}^3$$

Utilizando una hoja electrónica (Excel) se obtienen la siguiente dimensión:

$$P = 1.8 \text{ m}$$

$$L = 280 \text{ m}$$

$$A = 50.4 \text{ m}$$

Numero de mamparas

$$\text{Núm. Mamparas} = \frac{\text{Ancho de laguna}}{\text{Ancho de mamparas}} = \frac{50.4}{5.6} = 9 \text{ mamparas}$$

4.3. Resumen de obras de la planta de tratamiento.

4.3.1. Laguna Facultativa.

- Propuesta: Una batería de dos lagunas facultativas en paralelo

Volumen = 40158.50 m^3

Longitud = 269 m

Ancho = 90 m

Profundidad = 1.8 m

Tiempo de retención Hidráulica = 12.19 días

Tiempo de limpieza = 7 años .

4.3.2. Laguna de maduración.

Propuesta: Una laguna maduración con mamparas.

Volumen = 23055 m^3

Longitud = 280 m

Ancho = 50.4 m

Profundidad = 1.8 m

Tiempo de retención Hidráulica = 7 días

Núm. Mamparas = 9 mamparas

CAPÍTULO V: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Conclusión.

En el presente trabajo se realizó una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Los Cedros para una población futura de veinte años es decir para el año 2037, siendo la población a ser servida por el sistema de 11127 habitantes. La red fue diseñada con tres dispositivos de limpieza, los cuales son: pozos de visitas, cajas de registro y cabeceros de inspección sumando un total de 175 estructuras.

Para la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario y su correspondiente planta de tratamiento para la comunidad en estudio se calcularon los parámetros de diseño llegando a cumplir con cada uno de estos. El diseño del alcantarillado fue realizado en el software SewerCAD, de este se obtuvo los valores de las pendientes en cada tramo de tubería, los diámetros de tuberías, las velocidades, etc.

Para el tratamiento al agua residual recolectada en la Comunidad se empleó lagunas de estabilización. Se utilizó una propuesta de una batería de dos lagunas facultativas en paralelo seguida por una laguna de maduración canalizada con mamparas transversales con una relación largo/ancho más de 50/1 para modelar el flujo de tipo pistón sin efectos del viento.

5.2. Recomendaciones.

La propuesta de diseño está en una etapa de anteproyecto por lo cual se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Realizar el levantamiento topográfico del área en estudio ya que puede haber errores en determinados puntos debido a que se usó programas como Google Heart y Global mapper para obtener la topografía del terreno.
- Complementar los estudios necesarios para realizar el alcantarillao sanitario, ya que solo se diseño hidráulicamente.
- Revisar el presupuesto debido a que puede haber variaciones en algunos precios.
- Evaluar las condiciones del cause natural donde se depositara el agua ya tratada.

Bibliografía.

- Barahona R. M, Pérez A, Velázquez C.H. (2010). Diseño del alcantarillado sanitario público y domiciliario en los barrios Monte Pavor y Tejas No. 1, del Municipio de Matagalpa.
- Bermúdez B, F, Ramírez, García. (2010). Diseño de sistema de alcantarillado sanitario y de planta de tratamiento del municipio de Niquinomo, Departamento de Masaya. Periodo 2007-2010. Managua.
- Blandon R. A, Mejía M. J, Barberena K. Y. (2011). Propuesta de Diseño de un sistema de Alcantarillado y Planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de San Rafael del Sur, Managua, Nicaragua.
- Cabrera Ervin. (2015). Apuntes de ingeniería sanitaria I. Managua, Nicaragua.
- INAA (2012). Guía técnica de Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistema de tratamiento de aguas residuales. Managua.
- Loaisiga H. (2010). Hidráulica de tuberías. <https://henryloaisiga.files.wordpress.com>
- Pérez Wilber. (2016). Apuntes de ingeniería sanitaria II. Managua, Nicaragua.
- Rodríguez G, Toval M.D (2012). Diseño de la red de Alcantarillado sanitario en el casco urbano del municipio de Nindiri, Departamento de Masaya. Managua, Nicaragua.
- Stewart M. Oakley (2005). Lagunas de estabilización en honduras. manual de diseño manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad.

Tirado V.R. (2014). Apuntes de hidráulica. Managua, Nicaragua.

ANEXOS

Fotografías.



Imagen 1. Se presenta una foto satelital de la comunidad de Los cedros.



Imagen 2. Pozo y Tanque de almacenamiento de agua potable.



Imagen 3. Fotos de las calles de la comunidad de Los Cedros.



Imagen 4. Foto del Colegio Publico Los Cedros.



Imagen 5. Foto de parke de Los Cedros.



Imagen 6. Foto del Cuadro de beisboll de Los Cedros.



Imagen 7. Fotos de Charcos de aguas grises en la comunidad.

Presupuesto del proyecto.

Descripción	U/M	CANT.	COSTOS UNITARIO (C\$)		COSTOS TOTALES (C\$)		Total (C\$)
			MATERIAL	M/OBRA	MATERIAL	M/OBRA	
Sistema de alcantarillado sanitario							
Preliminares							
Movilización y desmovilización	Glb	1					3000
Construcciones temporales	m2	1					105.25
Limpieza inicial	ml	13695.9		1.28		17530.752	17530.752
Trazo y nivelación	ml	13695.9		12.8		175307.52	175307.52
Colectoras y subcolectoras							
Excavación para tubería de 0.6x 1 m (Profundidad = 0.00 a 1.00 m)	m3	95.5		50.24		4797.92	4797.92
Excavación para tubería de 0.6x 1 m (Profundidad = 1.01 a 2.00 m)	m3	4081.26		80.11		326949.7386	326949.7386
Excavación para tubería de 0.6x 1 m (Profundidad = 2.01 a 3.00 m)	m3	2337.76		120.2		280998.752	280998.752
Excavación para tubería de 0.6x 1 m (Profundidad = 3.01 a 4.00 m)	m3	1118.2		165.05		184558.91	184558.91
Excavación para tubería de 0.6x 1 m (Profundidad = 4.01 a 5.00 m)	m3	404.82		210.7		85295.574	85295.574
Excavación para tubería de 0.6x 1 m (Profundidad = 5.01 a 6.00 m)	m3	180		277.61		49969.8	49969.8
Instalación de tubería de PVC SDR 41	ml	13695.9	431.11	12.1	5904439.45	165720.39	6070159.839
Relleno y compactación	m3	8217.54		29.96		246197.4984	246197.4984
Pozo de visita							
Excavación en terreno natural	m3	370.58		238.28		88301.8024	88301.8024
Relleno y compactación	m3	147.19		29.96		4409.8124	4409.8124
Acarreo de material sobrante	m3	223.39		31.9		7126.141	7126.141

PLANTA DE TRATAMIENTO							
Preliminares							
Limpieza inicial	m2						2000
Canal de entrada							
Excavación	m3	1.03		56.8		58.50	58.50
Relleno y compactación	m3	0.21		29.96		6.29	6.29
Acarreo de material sobrante	m3	0.83		31.9		26.48	26.48
Formaleta	m2	1.8	200	38.26	360	68.87	428.87
Concreto 3000 psi	m3	1.19	816	36.36	971.04	43.27	1014.31
Rejilla (según diseño)	c/u	1					400
Desarenador	c/u	1					
Excavación en terreno natural	m3	9.77		56.8		554.94	554.94
Relleno y compactación	m3	0.98		49.96		48.96	48.96
Acarreo de material sobrante	m3	8.79		12.9		113.39	113.39
Formaleta	m2	17.04	200	18.26	1200	311.15	1511.15
Concreto 3000 psi	m3	12.98	816	36.38	10591.68	472.21	11063.89
Laguna de estabilización primaria		2					
Trazo y nivelación	m2	24210		29.06		703542.6	703542.6
Descapote (0.10 m)	m2	24210		4.68		113302.8	113302.8
Excavación	m3	80317		41.87		3362872.79	3362872.79
Acarreo de material sobrante	m3	56221.9		12.9		725262.51	725262.51
Laguna de maduración	c/u	1					
Trazo y nivelación	m2	7000		29.06		203420	203420
Descapote (0.10 m)	m2	7000		4.68		32760	32760
Excavación	m3	23055		41.87		965312.85	965312.85
Acarreo de material sobrante	m3	16138.5		12.9		208186.65	208186.65
Otras obras							
Caseta de operario	c/u						18500
Cerco perimetral	ml	2400		5.71		13704	13704

Costo total directo	C\$13,908,800.29
Costos indirectos	
Administración 10% de CD	C\$1,390,880.03
Utilidades 8% de CD	C\$1,112,704.02
Supervisión 8% de CD	C\$1,112,704.02
Sub Total Indirectos	C\$3,616,288.08
Sub Total Directos + Indirectos	C\$17,525,088.36
Impuesto Municipal 1% de CD+CI	C\$175,250.88
Total estimado	C\$17,700,339.25

El costo estimado de C\$ 17 700 339.25 (diecisiete millones setecientos mil trescientos treinta y nueve córdobas con 25/100) es el costo que se estima que costara la construcción del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento para la comunidad.

PLANOS.