



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CON TECNOLOGIA DE BAJO COSTO” EN LA LOCALIDAD DE BELLO AMANECER, CIUDAD SANDINO.

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Yessica Marisol Salinas Mendieta

Br. Wilda Leonor Zavala Carrillo

Tutor

Ing. Guillermo Acevedo Ampié

Managua, Diciembre 2017

Managua, 04 de diciembre de 2017.

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano
Facultad de Tecnología de la Construcción
UNI

Estimado Dr. Gutiérrez:

Por este medio le comunico que las Brs. Yessica Marisol Salinas Mendieta y Wilda Leonor Zavala Carrillo han desarrollado el tema monográfico titulado *“Estudio a nivel de perfil del proyecto Construcción del sistema de alcantarillado sanitario con tecnología de bajo costo en la localidad de Bello amanecer, Ciudad Sandino”*, el cual he revisado y recomiendo para su presentación ante el tribunal examinador que Ud. designe.

Este trabajo cumple los requisitos para su presentación y defensa por parte de las sustentantes, se desarrolla adecuadamente conforme los objetivos planteados, tiene coherencia metodológica y establece conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

Sin más a que referirme y deseándole éxitos en su gestión, le saludo.

*Ing. Guillermo Acevedo Ampié.
Docente FTC*

Cc/ archivo

Índice general.

Capitulo I.- Generalidades .	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
Capitulo II. Marco teórico	5
2.1. Aguas residuales	5
2.2. Sistemas de alcantarillado sanitario	6
2.3. Sistemas de alcantarillado condominial	6
2.4. Componentes del sistema de alcantarillado	9
2.5. Estudio de demanda del proyecto	16
2.5. Estudio técnico del proyecto	17
2.7. Análisis financiero del proyecto	22
2.8. Análisis económico del proyecto	24
Capitulo III. Diseño metodológico	25
3.1. Metodología para el estudio de demanda	25
3.2. Metodología para el estudio técnico	27
3.3. Metodología para el estudio financiero	47
3.4. Metodología para el estudio económico	49
3.5. Indicadores de evaluación	51
Capitulo IV. Cálculos y análisis de resultados	53
4.1. Estudio de la demanda	53
4.1.1. Perfil económico	53
4.1.2. Proyección de la población	65

4.2. Estudio técnico del proyecto.	66
4.2.1. Localización del proyecto	66
4.2.2. Ingeniería del proyecto	68
4.2.3. Tamaño del proyecto	88
4.2.4. Estudio del proceso	90
4.3. Estudio económico del proyecto.	97
4.3.1. Inversión en el proyecto a precios financieros	97
4.3.2. Ingresos del proyecto a precios financieros	99
4.3.3. Costos de operación del proyecto a precios financieros	99
4.3.4. Impuestos	101
4.3.5. Flujo de caja financiero	101
4.3.6. Ajustes de la valoración financiera a la económica.	102
4.3.7. Inversión a precios económicos.	102
4.3.8. Beneficios del proyecto.	104
4.3.9. Costos del proyecto a precios económicos.	106
4.3.10. Flujo de caja a precios económicos.	107
4.3.11. Evaluación financiera y económica del proyecto.	107
Conclusiones y recomendaciones.	109
Conclusiones.	109
Recomendaciones.	110
Bibliografía.	111

Índice de cuadros.

Cuadro N° 1. Dimensiones de caja de registro.	9
Cuadro N° 2. Distribución de la población	53
Cuadro N° 3. Distribución de la población por edades	54
Cuadro N° 4. Estado de la vivienda	57
Cuadro N° 5. Nivel académico del jefe de familia	58
Cuadro N° 6. Procedencia del Ingreso	59
Cuadro N° 7. Apoyo al proyecto de alcantarillado sanitario	60
Cuadro N° 8. Forma de Apoyo	61
Cuadro N° 9. Formas de saneamiento utilizado	63
Cuadro N° 10. Forma de organización comunitaria	64
Cuadro N° 11. Calculo de distribución de caudales (T-1-2 a T-17-10)	70
Cuadro N° 12. Calculo de distribución de caudales (T-17-11 a T-1-15)	71
Cuadro N° 13. Calculo de distribución de caudales (T-1-16 a T-C)	72
Cuadro N° 14. Calculo de distribución de caudales (T-B a T-3-2)	73
Cuadro N° 15. Calculo de distribución de caudales (T-3-3 a T-1-29)	74
Cuadro N° 16. Calculo de distribución de caudales (T-1-30 a T-1-44)	75
Cuadro N ^a 17. Calculo de caudales (T-1-2 a T-17-10)	76
Cuadro N ^a 18. Calculo de caudales (T-1-2 a T-17-10) continuación.	77
Cuadro N ^a 19. Cálculos hidráulicos (T-17-11 a T-1-15)	78
Cuadro N ^a 20. Cálculos hidráulicos (T-17-11 a T-1-15) continuación	79
Cuadro N ^a 21. Cálculos hidráulicos (T-1-16 a T-D)	80
Cuadro N ^a 22. Cálculos hidráulicos (T-1-16 a T-D) continuación	81
Cuadro N ^a 23. Cálculos hidráulicos (T-C a T-4-15)	82
Cuadro N ^a 24. Cálculos hidráulicos (T-C a T-4-15) continuación	83
Cuadro N ^a 25. Cálculos hidráulicos (T-3-1 a T-1-25)	84
Cuadro N ^a 26. Cálculos hidráulicos (T-9-1 a T-1-25) continuación	85
Cuadro N ^a 27. Cálculos hidráulicos (T-1-26 a T-1-44)	86

Cuadro N ^a 28. Cálculos hidráulicos (T-1-26 a T-1-44) continuación	87
Cuadro N ^a 29. Cantidad de obra del alcantarillado condominial del barrio Bello Amanecer	88
Cuadro N ^o 30. Inversión infraestructura	98
Cuadro N ^o 31. Activos diferidos	98
Cuadro N ^o 32. Inversión total	98
Cuadro N ^o 33. Presupuesto de ingresos	99
Cuadro N ^o 34. Gasto en mantenimiento	100
Cuadro N ^a 35. Gasto en reparaciones	100
Cuadro N ^o 36. Flujo de costos de operación.	100
Cuadro N ^a 37. Flujo de caja a precios financieros	101
Cuadro N ^o 38. Factores de conversión	102
Cuadro N ^o 39. Inversión infraestructura. Valoración a precios económicos.	103
Cuadro N ^o 40. Activos diferidos	103
Cuadro N ^o 41. Inversión total	103
Cuadro N ^o 42. Ahorro en gasto de atención médica (año 0)	104
Cuadro N ^o 43. Ahorro en ingresos perdidos por enfermedad (año 0)	104
Cuadro N ^o 44. Aumento de plusvalía	105
Cuadro N ^o 45. Flujo de beneficios del proyecto	105
Cuadro N ^o 46. Gasto en mantenimiento	106
Cuadro N ^a 47. Gasto en reparaciones	106
Cuadro N ^o 48. Flujo de costos de operación a precios económicos.	106
Cuadro N ^a 49. Flujo de caja a precios económicos.	107

Índice de gráficos.

Gráfico N° 1. Personas por sexo en vivienda	54
Gráfico N° 2. Rango de edades.	55
Gráfico N° 3. Composición de jefes de familia.	56
Gráfico N° 4. Situación legal de la vivienda.	57
Grafica N° 5. Estado de la vivienda	58
Gráfico N° 6. Nivel académico del jefe de familia.	59
Grafica N° 7. Origen de los ingresos.	60
Grafica N° 8. Forma de apoyo al proyecto.	61
Gráfico N° 9. Instrumentos de desechos residuales	63
Grafica N° 10. Formas de organización comunitaria	65

Índice de fotos.

Foto N° 1. Dispositivo CI-30	43
Foto Nª 2. Dispositivo CI-30 (otra vista)	43
Foto Nª 3. Dispositivo CI-60	44

Índice de figuras.

Figura N° 1 Esquema n° 1 del sistema condominial.	7
Figura N° 2 Esquema n° 2 del sistema condominial.	8
Figura N° 3. Esquema del sistema.	10
Figura N° 4. Esquema de caja de inspección convencional.	14
Figura N° 5 Esquema de pozo de inspección convencional.	15
Figura N° 6. Esquema comparativo de sistemas de alcantarillado sanitario.	18
Figura Nª 7. Diagrama de una red básica	45
Figura N° 8. Ubicación de Ciudad Sandino en el departamento de Managua	66
Figura N° 9: Localidad de Bello Amanecer en Ciudad Sandino.	67
Figura N°10. Dimensión del proyecto.	89

Resumen Ejecutivo.

El desarrollo de este estudio a nivel de perfil del proyecto “Construcción del sistema de alcantarillado sanitario con tecnología de bajo costo” en la localidad de Bello amanecer en ciudad Sandino consta de cinco partes principales.

La primera parte corresponde a las generalidades del trabajo en el cual se plantean los antecedentes y la necesidad de realizar el proyecto, así como los objetivos del estudio.

La segunda parte corresponde al marco teórico en el cual se abordan los conceptos necesarios para el desarrollo del tema. Estos son los referidos al sistema de alcantarillado y a la formulación del proyecto.

La tercer parte corresponde al diseño metodológico en el cual se abordan los métodos de cálculo para el desarrollo del trabajo, desde el punto de vista del mercado demandante, el estudio técnico del proyecto y el estudio económico del mismo.

La cuarta parte corresponde a los resultados obtenidos del desarrollo del estudio, esto incluye cálculos y propuestas del sistema de alcantarillado sanitario, la cuantificación de la demanda de la población para el proyecto y el desarrollo del estudio económico que justifica la inversión de la sociedad en este proyecto.

Finalmente en la quinta parte se entregan las conclusiones y las recomendaciones que se derivan del estudio.

Todo el estudio se desarrolló de forma metódica y siguiendo los criterios técnicos establecidos para este tipo de estudio.

PLANOS.

**DOCUMENTOS
ACADEMICOS.**

Capítulo I.- Generalidades.

1.1.- Introducción.

Muchos son los problemas que afronta Nicaragua en lo relacionado al abastecimiento de agua potable y a la recolección, tratamiento y disposición final de desagües. Estos problemas afectan directamente las condiciones de salud y bienestar de la población, y los más perjudicados por la deficiencia de los servicios básicos siempre son los más necesitados. Su mitigación resulta una importante contribución para la superación de la pobreza.

Managua siendo la capital del país cuenta con un déficit de cobertura de alcantarillado sanitario, dentro de los sectores que no cuentan con este servicio se encuentra la localidad de Bello Amanecer la cual pertenece al municipio de Ciudad Sandino.

Bello amanecer es la localidad con mayor índice de hacinamiento y extensión territorial del municipio de Ciudad Sandino con una población de 11,389 de habitantes con un total de 2,109 viviendas, sin embargo posee una gran problemática que radica en el descargue de las aguas grises y sanitarias utilizadas en el sector, los habitantes no gozan de capacidad económica para enfrentar esta problemática por lo tanto en este marco se realiza el estudio a nivel de perfil del alcantarillado sanitario con tecnología de bajo costo con objetivo de dar respuesta a la situación que enfrenta la localidad aplicando una solución más económica que garantice una pronta ejecución del proyecto.

1.2.- Antecedentes.

La comunidad de Bello Amanecer fue fundada en 1965, a partir de la decisión de lotificar que tomaron los propietarios de una antigua finca para poner en venta dichos lotes. El anexo de Bello Amanecer surge en 1986 como respuesta del Gobierno Revolucionario a la demanda de vivienda de trabajadores de las instituciones del estado, se asignaron esos terrenos a trabajadores de la empresa lechera La Completa, COMADECO, PROSAN, del Ejército, Sacos Masen. Para 1990 ya todo estaba poblado.

A pesar del rápido crecimiento poblacional por las características económicamente bajas de sus habitantes desde su inicio no posee un sistema de alcantarillado sanitario, por tanto los habitantes han venido dando soluciones artesanales a esta necesidad como la construcción de fosas sépticas.

1.3.- Justificación.

Basados en la problemática a la que se enfrenta la localidad de estudio se plantea dar solución a través de la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario condominial el cual corresponde a ser una tecnología de bajo costo por las características propias de construcción y funcionamiento de este.

La construcción de un sistema de alcantarillado en la localidad de Bello Amanecer tiene como fin obtener la correcta deposición de excretas, descargue de aguas grises y sanitarias para eliminar los focos contaminación ambiental que estas producen al aire libre y también evitar las enfermedades generadas por el déficit de saneamiento que existe en el municipio. La construcción del sistema en mención permitirá mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El sistema condominial que se quiere implementar en comparación al sistema tradicional es una alternativa de menor costo y mayores facilidades de ejecución e indiscutible calidad, en su concepción física, él concentra la recolección de cada cuadra o conjunto de viviendas, vista como un condominio y descentraliza el procesamiento final dentro de criterios que reduce los costos de inversión, de operación y mantenimiento del sistema por tanto de mayor rentabilidad social.

Dado que este proyecto es de carácter social se pretende optimizar recursos para la ejecución del mismo, por tanto planteamos la construcción del sistema de alcantarillado bajo costo para garantizar que se lleve a cabo la implementación del sistema y por ende el beneficio directo a los habitantes de Bello Amanecer.

Este modelo se basa en la adopción de un procedimiento de participación de la comunidad con el uso de tecnología apropiada para producir soluciones adecuadas de alcantarillado ya que el problema principal son las escorrentías de aguas residuales en las calles , proliferando enfermedades a los habitantes y daños ambientales

1.4.- Objetivos.

Objetivo General:

Realizar el estudio a nivel de perfil del proyecto “Construcción del sistema de alcantarillado sanitario con tecnología de bajo costo en la localidad de Bello Amanecer-Ciudad Sandino”

Objetivos Específicos:

Realizar un estudio de demanda del proyecto de alcantarillado sanitario que determine, el problema, alternativas de solución, beneficios y población beneficiada.

Determinar los aspectos técnicos del proyecto que determine, tamaño, proceso e ingeniería.

Realizar una evaluación socio económica del proyecto que determine la relación costo beneficio en la implementación del proyecto.

Capítulo II.- Marco Teórico.

2.1. Aguas residuales.

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

Para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, se requiere de una serie de criterios que sirvan de guía al diseñador, para obtener como resultado un proyecto sin complejidades, a un costo razonable y de fácil operación y mantenimiento. El sistema de alcantarillado sanitario de bajo costo (condominial) es el que está destinado a recolectar y transportar aguas residuales provenientes de condominios que no son más que la conexión de uno o varios grupos de vivienda a un mismo punto siendo estos puntos condominial como unidad básica de conexión.

Donde el sistema condominial es un sistema de drenaje sanitario con la facilidad de atender viviendas ubicadas en condiciones topográficas difíciles, además de plantear un ahorro cerca del 25 % al 50 % de presupuesto en comparación con el sistema convencional, dentro de sus innovaciones se encuentran el uso de tuberías de diámetro mínimo de 4" o 100 mm para los ramales de conexión de una cuadra manzana.

2.2. Sistemas de Alcantarillado Sanitario.

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población.

Alcantarillado sanitario Es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.

Según las estructuras de registro, tipo de conexión domiciliar, diámetros, coberturas y ubicación de tuberías, En los sistemas de redes sanitarios en Nicaragua se conocen cuatro tipos:

Redes de alcantarillado convencional.

Redes de alcantarillado simplificado.

Sistema de alcantarillado condominial.

Siendo el objeto de este este trabajo abordar la tecnología de bajo costo, entonces las definiciones del alcantarillado condominial como sistema tecnológico de bajo costo, son las siguientes:

2.3. Sistema de Alcantarillado Condominial.

Conceptualización del Sistema Condominial: Desde el punto de vista de ingeniería, el modelo condominial introduce cambios en el trazado de redes, especialmente en relación a su diámetro y profundidad, resultando en ahorros considerables en inversión.

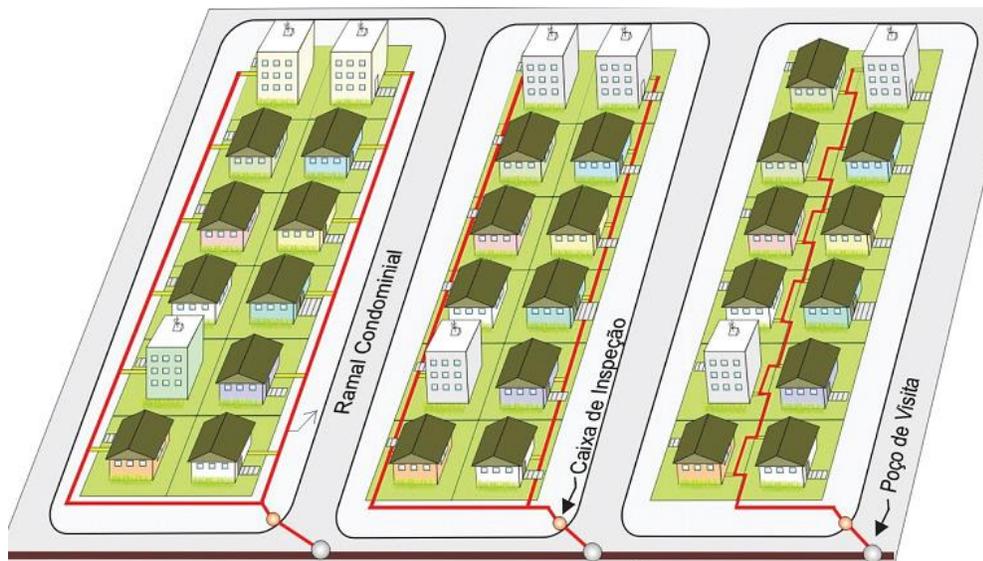
Por otro lado, el sistema condominial incluye un componente social en su implementación, haciendo a los usuarios partícipes desde la concepción de la infraestructura hasta su construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento, siendo el nivel de participación definido por el mismo poblador. El sistema condominial, por sus menores costos, mayores facilidades de ejecución e indiscutible calidad es, hoy,

el más potente instrumento puesto a la disposición de las ciudades, en sus variados segmentos, para enfrentar su gravísima problemática de saneamiento.

En su concepción física, él concentra la recolección de cada cuadra urbana, vista como un condominio, y descentraliza el procesamiento final dentro de criterios que busquen mayor rentabilidad social. Este sistema procura ser el más adecuado a las condiciones locales - topográficas, urbanísticas, habitacionales y también socio-económicas (sobre todo las relacionadas con el poder adquisitivo e ingresos de su población).

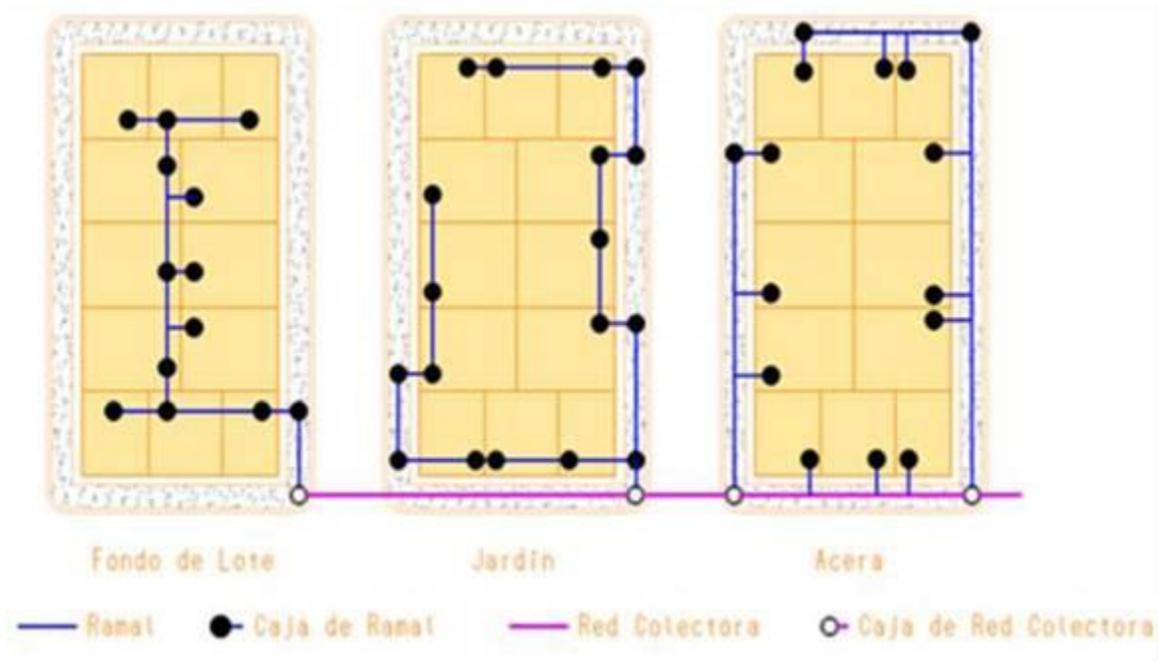
Se constituye en los llamados Ramales Condominiales, Estos son tuberías paralelas a las calles y colocadas en posición adecuada a la recolección del conjunto de las casas, asociada a la voluntad y a la decisión de los usuarios. En las urbanizaciones bien definidas, esos ramales pueden ocupar una de las posiciones indicadas en la figura 1, y que fueron llamados, por sus posiciones, respectivamente “ramal de acera”, “ramal de frente” o “ramal de fondo de lote”.

Figura Nº 1 Esquema nº 1 del sistema condominial.



Fuente: Meko Carlos, Alcantarillado Condominial

Figura N° 2 Esquema n° 2 del sistema condominial.



Fuente: Melo Carlos

Los ramales de acera: son los preferibles en las urbanizaciones más regulares, aunque demandan mayores inversiones y mayores costos operacionales para el prestador de servicio, por su integral responsabilidad por la manutención de componentes localizados en área pública. Podrían ser considerados los más formalmente establecidos, de la urbanización más avanzada y obligatorios donde haya demandas especiales por su volumen o características (edificios, restaurantes, industrias, etc.)

Los ramales de frente de lote y los de fondo de lote: más adecuados las urbanizaciones especiales en su topografía y en su urbanización, tienden a significar menores inversiones y también puede reducir el costo operacional si un acuerdo entre las partes consigue definir alguna responsabilidad de los usuarios en la futura manutención.

Esos ramales internos pueden constituir alternativas prácticamente únicas en determinadas situaciones urbanas, tales como en las asentamientos de altas densidades, o donde las instalaciones sanitarias estén debajo del nivel de las calles, o cuando las casas están conjugadas y desaconsejan la rotura de pavimentos para la

transposición de cañerías, etc.; o francamente sugestivos evidentes, cuando se trata de inmuebles con grandes áreas verdes internas a los lotes. De ellos se debe considerar también que, cuando aplicados (correctamente) en situaciones urbanas transitorias (áreas pobres, poco desarrolladas), podrán venir a exigir, en el futuro, con la transformación natural de la urbanización, su adecuación a la nueva condición.

Este riesgo o inconveniente no debe, aun así, descartar la hipótesis del ramal interno, ya que en muchas urbanizaciones - por lo menos en determinada fase de su desarrollo una alternativa tal puede presentarse como la única capaz de viabilizar una solución.

En cualquiera de estas posiciones, los ramales condominiales, en el nuevo sistema, equivalen a los ramales prediales del sistema tradicional (realizan el mismo papel de conexión a la red colectora pública), de eso, según la tradición, deben tener sus costos bajo la responsabilidad de los usuarios - salvo política en contrario aplicada por los prestadores de servicio.

2.4. Componentes del Sistema de Alcantarillado.

2.4.1 Conexión domiciliar.

La conexión domiciliaria deberá tener los siguientes componentes:

El elemento de reunión constituido por una caja de registro cuyas dimensiones son especificadas en el cuadro N° 1.

Cuadro N° 1. Dimensiones de caja de registro.

Dimensiones interiores (m)	Diámetro máximo (mm)	Profundidad máxima (m)
0,25 x 0,50	100	0,60
0,30 x 0,60	150	0,80
0,45 x 0,60	150	1,00
0,60 x 0,60	200	1,20

Fuente: Melo Carlos, Alcantarillado Condominial

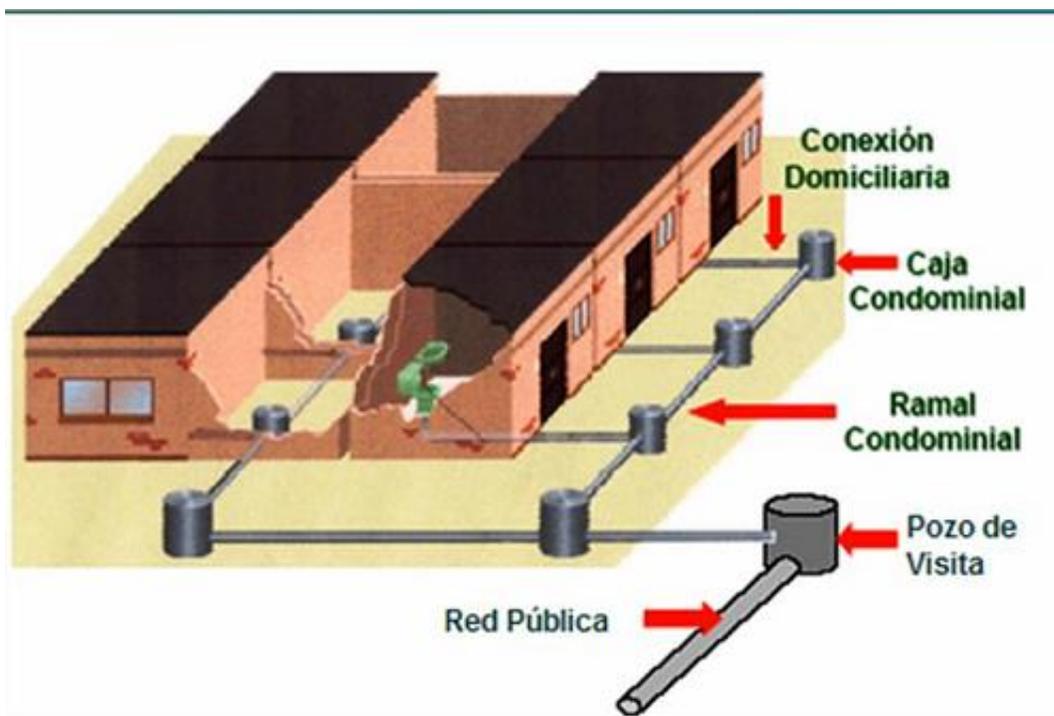
El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil (acometida)

El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.

Se deberá ubicar a una distancia entre 1,20 a 2,00 m de la línea de propiedad Izquierda o derecha.

El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

Figura N° 3. Esquema del sistema.



Fuente: Melo Carlos, Alcantarillado Condominial

Tuberías

Ubicación: Para efectuar el diseño del trazo definitivo de las tuberías, previamente se fijarán las secciones transversales de todas las calles del proyecto, con la ubicación

acotada y a escala de todos los servicios públicos de electricidad, teléfonos, agua, desagüe, canales de regadío, etc., tanto existente como proyectado. A continuación se describen los criterios más importantes para la ubicación de las tuberías:

En las calles de 20 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado de preferencia en el eje de la calle.

En las calles o avenidas de más de 20 m. de ancho, se proyectarán dos líneas de alcantarillado, una a cada lado de la vía, salvo el caso de que se justifique la instalación de una sola línea.

Si el ancho de la calle lo permite y no hay interferencia con otros servicios públicos, la tubería de alcantarillado podrá ubicarse en ella, pero la distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo, deberá ser como mínimo 2,0 m.

La distancia mínima a cables eléctricos, telefónicos u otras instalaciones, será de 1,0 m. medido entre planos verticales tangentes. En vías peatonales, se puede reducir la distancia entre tuberías y entre estas y los límites de propiedad, siempre y cuando se siga las recomendaciones explicadas en profundidad mínima.

Profundidad Mínima.

Los colectores se proyectarán a una profundidad tal, que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:

- La profundidad requerida para prever el drenaje de todas las áreas vecinas.
- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes /o proyectados, ubicados principalmente en las calles transversales a la línea del colector
- Un recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada; salvo vías peatonales en que el recubrimiento podrá ser menor.

- Asegurar el drenaje de todos los lotes que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector, considerando que por lo menos las dos terceras (2/3) partes de cada lote, en profundidad, pueda descargar por gravedad, partiendo la instalación anterior con 0,30 m. por debajo del nivel del terreno y con una pendiente mínima de quince por mil (15‰)
- En vías peatonales pueden reducirse la distancia entre las tuberías, y entre estas y los límites de propiedad, así como los recubrimientos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:
 - Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
 - Se utilicen tuberías de calidad que garantice que no se producirán filtraciones.
 - Las vías peatonales diseñadas presenten elementos (bancas, jardines, etc.), que impidan el paso de vehículos.

Profundidad Máxima.

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas, de acuerdo al tipo de suelo y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. La profundidad máxima admisible recomendada, será de 5,0 m.

Cajas de Inspección

Las cajas de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

Ubicación

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

En el inicio de todo colector.

En todos los empalmes de los colectores.

En los cambios de dirección.

En los cambios de pendiente.

En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.

En los cambios de material.

En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.

En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.

En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

Separación máxima

La separación máxima entre las cajas de inspección será:

Para tuberías de 150 mm: 80 m.

Para tuberías de 200 a 250 mm: 100 m.

Para tuberías de 300 a 600 mm: 150 m.

Para tuberías de mayores diámetros: 250 m.

Otro criterio que podría considerarse en los diseños, es el que considera la separación de las cámaras de inspección en función a la utilización de equipos y métodos de limpieza, sean estos manuales o mecanizados:

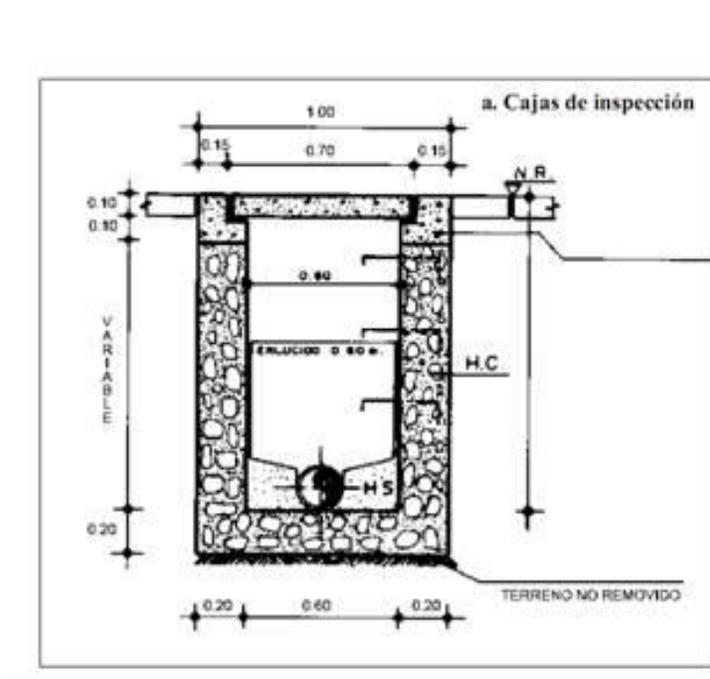
- Si se utiliza equipo manual como ser varillas flexibles y sus respectivos accesorios, la distancia entre cámaras podrá ser de 50 a 70 m.
- Si se utiliza equipo mecánico (Sewer Roder), la distancia entre cámaras puede llegar a 100 m. y avanzar aún hasta los 150 m.
- Si los diámetros de los colectores son visitables y permiten una limpieza directa por un operador, la distancia puede ampliarse a 150 ó 200 m.

Tipos.

Cajas de inspección:

Se deberán emplear solo en vías peatonales cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento menor de 1 m sobre la clave del tubo. Sus dimensiones serán determinadas de acuerdo a los diámetros y profundidad de las tuberías, tal como especifica el cuadro 1. La distancia entre caja y caja no será mayor a 15 m

Figura N° 4. Esquema de caja de inspección convencional.

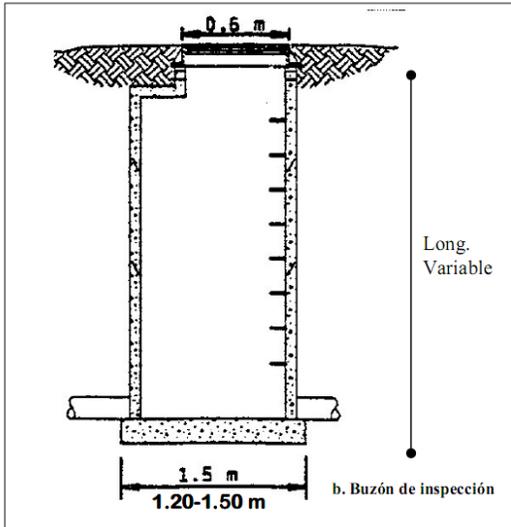


Fuente: Melo Carlos, Alcantarillado condominial

Pozo de Visita Sanitario (PVS):

Se deberán emplear cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del tubo. El diámetro interior de los buzones será 1.20 m. para tuberías de hasta de 800 mm de diámetro y de 1.50 m. para tuberías hasta de 1,200 mm de diámetro.

Figura N° 5 Esquema de pozo de inspección convencional.



Fuente: Melo Carlos, Alcantarillado Condominial.

Los pozos de visita sanitarios (PVS) podrán ser prefabricados o construidos en obra. El techo será una loza removible de concreto armado y llevara una abertura de acceso de 0.60 m de diámetro (véase figura 5)

Canaletas media caña

En el fondo de las cámaras de inspección, se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

Cámaras con caída

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberá proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída, con respecto al fondo de la cámara, sea mayor de 1 m.

Control de remanso

Para evitar la formación de remansos, el fondo de la cámara de inspección deberá tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.

2.5. Estudio de demanda del proyecto.

El estudio de demanda de un proyecto, es la compilación sistemática de los datos históricos y actuales de la necesidad del proyecto para un área determinada que permite estimar el comportamiento futuro de sus elementos básicos.

Identificación del problema y alternativas de solución

- Características: Determinar las características generales del proyecto. El estrato social al cual está dirigido.
- Usos y usuarios: Exponer los usos del proyecto o de sus productos y los usuarios del mismo.
- Determinación del problema que soluciona el proyecto: análisis adecuado de la problemática relacionada al proyecto.
- Determinación de las alternativas: Definir las distintas alternativas que se pueden analizar para resolver el problema que ataca el proyecto.
- Caracterización de los beneficios e impactos del proyecto, así como de los beneficiarios del mismo.
- Abastecimiento de insumos: El aseguramiento de insumos humanos, materiales, y financieros asegura el cumplimiento de los objetivos de la etapa operativa.
- Identificación del producto: Interesa conocer las características físicas, propiedades del mismo, reglamentaciones sobre su uso.
- Identificación de los beneficios del proyecto: determinar los beneficios generados por el proyecto una vez ejecutado el mismo.

2.6. Estudio técnico del proyecto.

Realiza una descripción de los elementos que conforman el estudio técnico para el desarrollo del drenaje pluvial en el lugar para solventar las necesidades de la población en general con la calidad que requiera según los estándares determinados.

2.6.1. Estudio de la localización.

Se refiere a seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir, aquella que frente a otras alternativas produzca el mayor nivel de beneficios para los dueños, los usuarios y para la comunidad con el menor costo social, dentro de un marco de factores determinantes o condicionantes.

Se realiza en función de factores relacionados con:

Los consumidores del servicio y la localización de los insumos o facilidades existentes como agua, luz, vías de acceso, así como la disponibilidad de recursos, restricciones de financiamiento y disponibilidad de tierras, asimismo, se deben considerar restricciones ambientales. El estudio la localización del proyecto en sí está determinada, por la problemática existente.

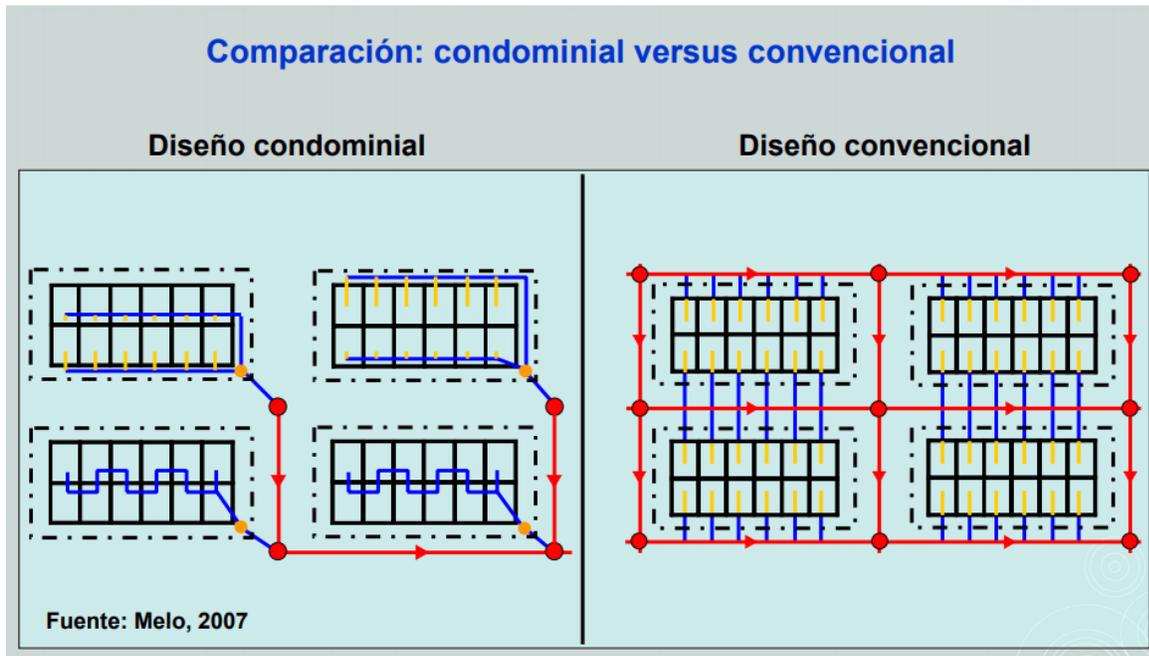
2.6.2 Estudio del tamaño.

Es el tamaño que permite alcanzar los objetivos del proyecto al costo mínimo o que maximice sus utilidades. Para la definición del tamaño es necesario tener como referencia el estudio de demanda, mediante el cual se determinó las metas del proyecto. Con la cuantificación de la demanda se definirá la capacidad total del proyecto.

Son factores determinantes los siguientes

Demanda, Tecnología, Localización, Financiamiento, Capacidad gerencial y Recursos Humanos (en la ejecución y la operación) Todo esto con el fin de verificar la factibilidad técnica del drenaje pluvial, resultado principal de esta etapa del estudio.

Figura N° 6. Esquema comparativo de sistemas de alcantarillado sanitario.



2.6.3 Estudio de la Ingeniería.

Criterios Técnicos el diseño de sistemas de aguas residuales.

Período de Diseño.

El período de diseño, es el tiempo o número de años en el cual se estima que el sistema funcionará en forma eficiente cumpliendo los parámetros, respecto a los cuales se ha diseñado. De acuerdo a las normas de Diseño del INAA, se diseña para un período de 20 - 25 años por lo que la población futura será para ese período y depende de factores como economía, fondos disponibles y criterio del diseñador.

Población de Diseño.

La cantidad de alcantarillado sanitario que se construirá en una comunidad, depende de la población existente y su proyección. Los tipos de población que normalmente se toman en cuenta son:

- Población al inicio del proyecto: Es la población existente al momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.
- Población al fin del proyecto: Es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

Es necesario mencionar que existen varios métodos de proyección de población, entre ellos; el método geométrico o crecimiento geométrico y el método de saturación.

Dotación

Los estimados de los flujos de aguas residuales provenientes de las viviendas se basan comúnmente en el consumo de agua potable por habitante según la clasificación de barrios tomados de las normas de alcantarillado sanitario del INAA¹. Por esto para diseñar el sistema de alcantarillado, habrá que definirla.

Cantidades de Aguas Residuales.

Coeficientes de retorno (C)

Mediante estudios estadísticos se estima el porcentaje de agua abastecida que llega a la red de alcantarillado. Este coeficiente se toma como 80% de la dotación de agua potable.

¹ Véase Capítulo III – Numeral 3.2.1, tabla 3-1. *Guías Técnicas de INAA*.

Coeficientes de punta (H)

Es la relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario, se obtiene mediante la ecuación de Harmon. Los valores recomendados están en el rango de 1.8 – 3² dependiendo del tamaño de la población a ser atendida.

$$\frac{Q_{m \text{ dia}}}{Q_{max \text{ hor}}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{Pob}} \quad Pob: \text{ En miles}$$

Caudal de Infiltración (Qi)

Cuando no se cuenta con sistema pluvial a corto o mediano plazo, es necesario considerar un mayor aporte de aguas pluviales adoptando un valor máximo de 2 a 4 L/m de tubería para tuberías PVC.

Caudal por conexiones erradas (Qe)

Se considera los caudales provenientes de malas conexiones, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios. Este puede ser del 5% - 10%³ del caudal máximo horario de aguas residuales o de 30 gal/hab*día para conexiones ilegales.

Cuantificación de Caudales de Aportes de aguas residuales.

Caudal medio

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

$$Q_m = \frac{C \times Pob \times Dot}{86,400}$$

² Vease Capítulo III – Numeral 3.7. Guías Técnicas de INAA.

³ Vease Capítulo 2 – Numeral 2.3.5.6. Norma Boliviana NB 688

Donde:

Q_m : Caudal medio (Lps).

C: Coeficiente de retorno (0.80)

Pob: Población

Dot: Consumo promedio de agua, en litros por persona por día

Caudal de diseño

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular como la suma de estos, expresadas en la siguiente ecuación:

$$Q_d = Q_{max} + Q_i + Q_e$$

Aporte Industrial, Comerciales y Públicas.

La contribución de estos será evaluada en forma puntual y como descarga concentrada la red, de acuerdo con los niveles de consumo según normas Técnicas del Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillado (INAA) en la sección 3.3, tabla 3-3 de dicho reglamento, (Ver Cuadro tabla 2 del anexo).

Criterios de Diseño.

Para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario es necesario el conocimiento de principios básicos de la hidráulica aplicados a líquidos en conductos cerrados o abiertos sin presión, a su vez el diseño debe cumplir con ciertos parámetros regulatorios según los códigos vigentes en el país, para asegurar su correcto funcionamiento cumpliendo la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de sólidos.

2.6.4. Estudio del proceso productivo y/o ejecución.

El proceso de ejecución es la forma en que una serie de actividades son transformadas en un sistema mediante la participación de una tecnología determinada o sea, una combinación de la definición de las actividades y de los recursos en general, de los recursos humanos requeridos, de la maquinaria necesaria, de los métodos y de los procedimientos de operación (sistema condominial).

En el proceso se deben considerar una serie de elementos como:

Los materiales, constituidos por los elementos susceptibles de ser convertidos en el sistema a construir, a través del proceso de transformación o sea, los insumos básicos del proceso de operación del proyecto.

Los equipos, constituidos por las máquinas, las herramientas, mobiliario de planta y los vehículos. Estos se especifican de acuerdo al proceso productivo elegido, la disponibilidad y el costo.

La obra física cuyas necesidades se determinan principalmente en función de la distribución de los equipos en el espacio físico.

La infraestructura de apoyo, constituida por vías o instalaciones de acceso, vías de circulación y estacionamientos, bodegas, áreas verdes, etc., se determina básicamente por el proceso y los equipos, y como complementos de la obra física.

Los recursos humanos, los que corresponden a todo el personal requerido, tanto en el nivel gerencial, como el de apoyo administrativo, del profesional especializado, del técnico calificado o del personal no calificado.

Los materiales, son los elementos que aun cuando no constituyan parte intrínseca de la obra se incorporan físicamente a este, completándolo, ya sea para su utilización o adquisición.

Los otros insumos, constituidos por los elementos que aun cuando no integran el producto, participan en el proceso, se consumen de manera proporcional a éste.

2.7. Análisis financiero del proyecto.

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación financiera. Incluye un detalle de las inversiones del proyecto, clasificación en inversiones fijas y diferidas de capital de trabajo y estimaciones en cuanto a beneficios, costos de producción, de administración, financieros y pagos de impuestos.

Además de las proyecciones financieras incluye balance, estados de pérdidas y ganancias y flujos de efectivos proyectados.

Factores a incluir en una evaluación económica financiera del proyecto.

Definir el horizonte de planificación: esto es, establecer el periodo de tiempo que abarcará el estudio.

Determinar el rendimiento del dinero: La cuantificación de los ingresos y los egresos se hace con base en las sumas de dinero que el inversionista recibe, entrega o deja de recibir, generalmente se utilizan los precios de mercado para valorar los requerimientos y productos del proyecto.

En estos el grado de incertidumbre puede ser abordado mediante la especificación del rendimiento del dinero, o sea una rentabilidad mínima aceptable.

2.8. Análisis económico del proyecto.

Al aplicar los factores de conversión al flujo de caja financiero, se obtiene el flujo de caja económico.

Estos resultados económicos negativos permiten concluir que desde el punto de vista económico-social, si el proyecto es conveniente para la sociedad y por ende debe llevarse a cabo o si no lo es.

Capítulo III. Diseño metodológico.

3.1. Metodología para el estudio de demanda.

Para el estudio de demanda se requiere una recopilación de datos y el análisis de los mismos. Para obtener datos primarios se realizaron entrevistas a pobladores de la zona de estudio, a funcionarios y técnicos de instituciones como la Alcaldía, Ministerio de Salud (MINSa), Instituto Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados (INAA), ENACAL y otras instituciones relacionadas al sector.

Se revisaron estadísticas, informes y textos especializados en el tema. Se revisaron datos de proyectos similares que han desarrollado y se investigó por medio de Internet para contactar empresas nacionales e internacionales interesadas y obtener más información.

Determinación de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra cuando los datos son cualitativos es decir para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para verificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, se recomienda la utilización de la siguiente formula:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

Siendo $n' = \frac{s^2}{\sigma^2}$ sabiendo que:

σ^2 : es la varianza de la población respecto a determinadas variables.

s^2 : es la varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad

como $s^2 = p(1 - p)$

se : es error estándar que está dado por la diferencia entre $(\mu - \bar{x})$ la media poblacional y la media muestral.

$(se)^2$: es el error estándar al cuadrado, que nos servirá para determinar σ^2 , por lo que $\sigma^2 = (se)^2$ es la varianza poblacional.

La encuesta.

Las encuestas pueden ser clasificadas en muchas maneras. Una dimensión es por tamaño y tipo de muestra. Las encuestas pueden ser usadas para estudiar poblaciones humanas o no humanas (por ejemplo, objetos animados o inanimados, animales, terrenos, viviendas). Mientras que muchos de los principios son los mismos para todas las encuestas, el foco aquí será en métodos para hacer encuestas a individuos.

Muchas encuestas estudian todas las personas que residen en un área definida, pero otras pueden enfocar en grupos particulares de la población -niños, médicos, líderes de la comunidad, los desempleados, o usuarios de un producto o servicio particular. Las encuestas también pueden ser conducidas con muestras locales, estatales o nacionales.

Proyección de los datos.

Mecánica de Proyección: Puede realizarse formulando hipótesis a base de experiencia anteriores o recurriendo a métodos matemáticos.

Método Matemático: El método más común es el método de los mínimos cuadrados.

Desarrollo del Método: El método se basa en la ecuación de la línea recta o tendencia ajustada.

$$y_e = a + bx$$

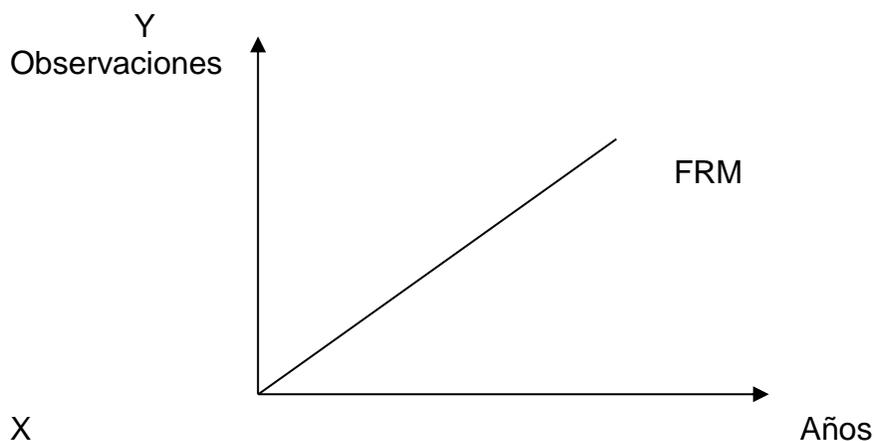
y e es la variable dependiente, es la información que obtenemos vía registros

estadísticos o producto de la investigación de campo.

a y b : son coeficientes constantes cuyo valor se debe encontrar para obtener las proyecciones.

x: es la variable independiente cuyo valor correspondiente quiere buscarse en cada uno de los años, para los que se pretende encontrar el comportamiento futuro de la variable o variables estudiadas.

Representación gráfica de la línea de tendencia.



Para ajustar una “línea recta” por el método de los mínimos cuadrados, es preciso obtener y resolver dos ecuaciones normales (de primer grado), ya que hay que encontrar dos constantes o incógnitas “a” y “b”

1-
$$\sum y = Na + b \sum x$$

2-
$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2$$

Para el estudio técnico se aplican una serie de técnicas para determinar las mejores alternativas a desarrollar.

3.2. Metodología para el estudio técnico.

Referido principalmente al diseño del proyecto de drenaje sanitario, donde se tomaron los siguientes puntos:

Identificación del sitio en estudio y datos de población

Se verificó el sitio de emplazamiento del proyecto realizando visita in situ para realizar un reconocimiento visual del terreno a estudiar, evaluar a simple vista las condiciones de pendientes naturales del terreno, verificar los obstáculos grandes en el sitio tales como profundidad de terrenos de viviendas respecto a la calle, cauces cercanos, áreas colindantes de crecimiento poblacional, tipo de habitantes del sector, etc.,

Se valoró la posible conexión a la infraestructura existente para la propuesta de alternativas; a partir de esto se creó un bosquejo del sitio en estudio elaborado a mano alzada señalando solamente las pendientes de las manzanas - cuadras y posibles problemas encontrados.

Estudios Técnicos.

Se tomaron las pruebas para realizar estudio de suelo a fin de determinar la capacidad de infiltración del terreno, se estudió la influencia de la cuenca para proyectar la precipitación y escorrentía en tiempo de invierno u otros eventos, también dentro de este ítem se realizaran pruebas de calidad de materiales como por ejemplo prueba de compresión de tubería, calidad de concreto necesaria para construir los PVS (pozos de visita sanitario) y los diferentes sistemas de limpieza en la red a diseñar,

Levantamiento topográfico del sector de diseño de la red de alcantarillado.

Según el estudio de identificación del sitio, entonces se realizó el levantamiento topográfico del terreno para conocer con exactitud las pendientes del terreno natural, ubicación de obstáculos, alternativas de desvío de obstáculos; todo ello a fin de establecer el direccionamiento de la línea de alcantarillado principal y de los ramales condominiales del sistema de alcantarillado sanitario de bajo costo.

Calculo Hidráulico:

Se determinaron los parámetros de diseño según el sistema condominial, a fin de realizar los cálculos hidráulicos para establecer el tamaño y tipo de tubería, pendientes del sistema y características internas y externas, esto iniciando con el calculando poblacional, consumo doméstico, consumo comercial, consumo público y/o institucional, consumo industrial, cálculos del caudal de infiltración, caudal medio, caudal mínimo, caudal máximo proyectado y por lo tanto el caudal de diseño , todo según las guía de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario emitida por INAA.

Criterios de Diseño.

Los criterios de diseños empleados comúnmente en sistemas de alcantarillado condominial se describen a continuación:

Fórmulas para el Diseño.

Se considera para la técnica de cálculo que tanto el caudal como la velocidad promedio permanecen constantes para un determinado tramo de tubería. Para los cálculos hidráulicos se pueden emplear la fórmula de Ganguillet – Kutter pero se utilizará la formula empírica de Manning, práctica para canales abiertos y conductos cerrados, tiene la siguiente expresión:

Fórmula de Manning:

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

Donde:

V: Velocidad (m/s)

n: Coeficiente de Rugosidad (adimensional)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

Radio hidráulico $R = \frac{A_m}{P_m}$

Donde:

A_m : Área Mojada (m^2)

P_m : Perímetro Mojado (m)

1. Para tuberías con sección llena

Velocidad: $V = \frac{0.397}{n} D^{2/3} S^{1/2} \text{ (m/s)}$

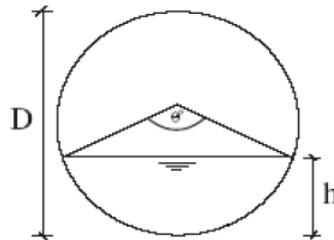
Continuidad: $Q = VA$

Caudal: $Q = \frac{0.312}{n} D^{8/3} S^{1/2} \text{ (m}^3\text{/s)}$

2. Para tuberías parcialmente llena

- El ángulo Central θ (En grados sexagesimal):

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$



- Radio Hidráulico (m):

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi\theta} \right)$$

- Velocidad (m/s):

$$V = \frac{0.397 D^{2/3}}{n} \left(1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi\theta} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

- Caudal (m³/s):

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7,257.15n(2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}} (2\pi\theta - 360 \sin \theta)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Criterio de la Tensión Tractiva

La tensión tractiva⁴, o tensión de arrastre, es el esfuerzo tangencial ejercido por el líquido sobre el colector y en consecuencia sobre el material depositado. Su aplicación permite el control de la erosión y sedimentación principalmente en zonas con topografía plana, para garantizar la condición de auto limpieza que un sistema de alcantarillado debe de cumplir evitando así problemas de obstrucción y taponamiento. Tiene la siguiente expresión:

$$\tau = \rho g R S$$

Donde:

τ = Tensión de arrastre, en pascal (Pa).

ρ = Densidad del agua (1000 Kg/m³).

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

La pendiente del colector será calculada con criterio de la tensión tractiva, según la siguiente expresión:

Pendiente para tubería con sección llena:

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4}} \quad (m/m)$$

⁴ Vease los numerales 7.6, 7.6.1 y 7.6.2 – Capítulo 7. Guías Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado (OPS).

Pendiente para tubería parcialmente llena

$$S = \frac{\tau}{\rho g D/4 \left(1 - \frac{360 \sin \theta}{2\pi\theta}\right)} \left(\frac{m}{m}\right)$$

Tensión tractiva mínima

Los sistemas de alcantarillado deberán contar como mínimo con una tensión tractiva de 1 Pa, se recomienda usar este valor en tramos iniciales de colectores en los que se presenta bajos caudales promedio tanto al inicio como al final del período de diseño y posteriormente, su verificación con caudales de aporte reales, no deberá ser menor de 0.6 Pa.

Pendiente Minima

La pendiente mínima del sistema deberá calcularse para una tensión tractiva media mínima de 1Pa y para coeficientes de Manning de 0.013, según la norma brasileña la relación aproximada que satisface esta relación, es la siguiente:

$$S_{min} = 0.0055Q_i^{-0.47}$$

Q_i = Flujo máximo de diseño l/s

Reemplazando $Q_i = q_{min} = 1.5$ l/s, para obtener la pendiente mínima en los tramos iniciales de los colectores, se obtiene un valor de 1/200 o 5 por mil. Esta pendiente es más ventajosa que la recomendada para el sistema convencional de 8 por mil, debido a que demanda menores profundidades de instalación.

Diámetro Mínimo.

El diámetro mínimo recomendado a emplear en redes condominiales según las experiencias de Brasil y Bolivia será de 100 mm (4”), con el cual no se han encontrado problemas para este diámetro.

Coefficiente de Rugosidad.

Para el diseño de alcantarillas nuevas y la comprobación de las existentes, se recomienda un coeficiente de rugosidad de Manning y Kutter-Ganguillet ($n = 0.013$), teniendo en cuenta el grado de incertidumbre del proyecto y construcción de alcantarillas, el valor del coeficiente “n” para el diseño para tuberías de PVC será de 0.009.

Velocidad Mínima y Máxima

La velocidad promedio mínima se calcula con el caudal máximo al inicio de proyecto, para evitar la disposición excesiva de materiales sólidos y al caudal máximo al final del periodo de diseño le corresponde la velocidad promedio máxima, para evitar la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las alcantarillas.

Según Azevedo - Netto (1992), la velocidad mínima no deberá ser menor que 0.45 m/s o 0.5 m/s, calculada para un tirante mínimo de 0.2 veces el diámetro del tubo. Es recomendable usar una velocidad máxima de 5 m/s y calcular la máxima pendiente para esta velocidad.

Profundidad de Instalación

La profundidad mínima de instalación de la tubería depende de los siguientes aspectos:
Recubrimiento mínimo: Usualmente, la red pública o principal se localiza al centro de la calle sometidas a esfuerzos del suelo, cargas de relleno y vehicular, tipo de material de

la tubería, etc., que en dependencia de estos factores queda definido el recubrimiento mínimo como se muestra en la tabla 35 del anexo.

Conexión de descarga domiciliaria: La profundidad mínima del colector deberá permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias a la red pública. Según la norma boliviana establece una pendiente mínima del 2% desde la cámara de inspección domiciliaria a la tubería de recolección.

Diseño Geométrico.

Red Pública

La red pública⁶ es el conjunto de tuberías que reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias. El trazado de estas redes se realiza a partir de los puntos de cota más elevado hacia el punto de cota más bajo siguiendo el drenaje natural del terreno, siendo estas tangentes a las manzanas y un conjunto de viviendas se conectan a esta mediante un único punto de conexión. Esta red puede ser diseñada bajo los criterios del sistema convencional.

En las vías de circulación dirigidas de este a oeste las tuberías se ubicaron al norte de la línea central de las vías, en las dirigidas de norte a sur se ubicaron al oeste de la línea central de la vía, de preferencia se ubicaron en zonas protegidas del tráfico vehicular reduciendo la profundidad de la tubería, utilizando siempre que sea posible las aceras, parques y jardines existentes. En los planos se presentan opciones de trazado para estas redes.

⁵Cuadro 8 - Manual de Diseño y Construcción. y Guías Para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado (OPS/CEPIS/05.169)

⁶Numeral 4.1 - Capítulo 4 – Manual de Diseño y Construcción. Programa de agua y saneamiento.

3.2.1. Parámetros de consumo y contribución

Consumo per cápita:

El consumo per cápita de agua debe ser establecido preferentemente con base en los datos de micro medición del área de la obra o, a falta de ellos, por extrapolación de consumos conocidos de barrios con características semejantes. Para proyectos en zonas populares y medias, las operadoras adoptan con frecuencia consumos per cápita de agua entre 120 y 200 litros por día.

Caudales máximos y mínimos.

Los caudales máximos y mínimos deben ser preferentemente estimados con base en hidrogramas de consumo de agua del área, que en la mayoría de los casos no son disponibles.

Coeficiente de máximo caudal horario.

$$K1 = 1,2$$

Coeficiente de máximo caudal diario.

$$K2 = 1,5$$

Coeficiente de mínimo caudal diario.

$$K3 = 0,5$$

Coeficiente de retorno.

$$C=0.8$$

Para estimar el retorno de aguas residuales en relación al agua potable consumida. La contribución media de aguas servidas domésticas puede ser calculada a partir de las estimativas de población y del consumo de agua perca pita:

$$Q_{med} = (q \cdot p \cdot c) / 86,400$$

En dónde:

Q_{med} = Contribución media de aguas servidas domésticas (l/s)

q = Consumo medio per cápita de agua (l/hab.día)

P = Población (hab)

C = Coeficiente de retorno de aguas servidas

86,400 = Constante

Caudal de infiltración.

La infiltración que considera para cálculo hidráulico de las redes colectoras es aquella resultante de la entrada de agua del subsuelo en los colectores, a través de las uniones o defectos en las tuberías y en los demás componentes enterrados del sistema.

$$I = T_i \times L$$

En dónde:

I = Contribución de infiltración (l/s)

T_i = Tasa de contribución de infiltración (l/s.km)

L = Extensión del colector (km)

Caudal final de proyecto.

Es el caudal para el día y la hora de máximo consumo

En dónde:

$$Q_f = (k_1 \times k_2 \times Q_{fmed}) + I + \sum Q_{cf}$$

Q_f = Caudal máximo de aguas servidas al final (l/s)

Q_{fmed} = Contribución media final de aguas servidas doméstica (l/s)

Q_{cf} = Contribución singular final de aguas servidas (l/s)

I = Contribución de la infiltración (l/s)

k_1 = Coeficiente de máximo caudal horario

k_2 = Coeficiente de máximo caudal diario

Caudal inicial de proyecto.

Es el caudal inicial para la hora de máximo consumo

$$Q_i = (K_2 \times Q_{imed}) + I + \sum Q_{ci}$$

En dónde:

Q_i = Caudal aguas servidas al inicio (l/s)

Q_{imed} = Contribución media inicial de aguas servidas doméstica (l/s)

Q_{ci} = Contribución singular inicial de aguas servidas (l/s)

I = Contribución de la infiltración (l/s)

k_2 = Coeficiente de máximo caudal diario

Cálculo hidráulico.

El comportamiento hidráulico de escurrimiento permanente y uniforme es expresado por la ecuación de la continuidad:

$$Q = V \times A$$

En donde:

Q = Caudal (m³/s)

V = Velocidad (m/s)

A = Área mojada (m²)

Ecuación de Manning

La ecuación de Manning puede ser utilizada para el cálculo de velocidad de escurrimiento:

$$V = 1/n (R_h^{2/3} \times S^{1/2})$$

En donde:

V = Velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad

R_h = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

El caudal mínimo corresponde a lo que sería, en teoría, la descarga de un inodoro típico. La condición de auto limpieza del colector es verificada con base en la fuerza atractiva y considerando el caudal inicial de proyecto (Q_i) y respetando el caudal mínimo.

3.2.2. Capacidad hidráulica del colector.

Lámina máxima: $y = 75\%$ del diámetro

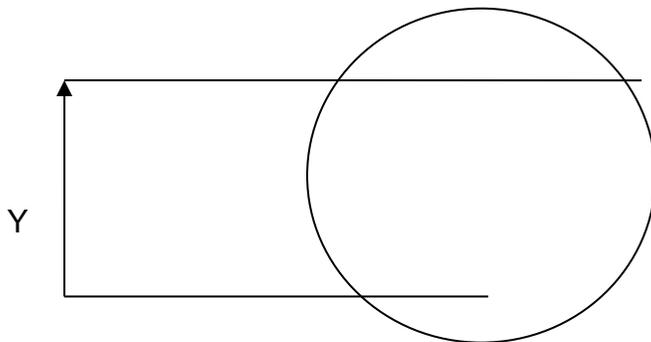
Cuando la velocidad final es mayor que la velocidad crítica (V_c), la lámina no debe exceder el 50 % del diámetro

$$V_c = (6(g.Rh)^{1/2})$$

En donde:

g = la aceleración de la gravedad = $9,8 \text{ m/s}^2$

Rh = Radio hidráulico



Criterio de la fuerza tractiva.

La fuerza tractiva media (σ), que indica la capacidad de arrastre de sólidos en el colector, no debe ser inferior a $1,0 \text{ Pa}$ para el caudal inicial de proyecto (Q_i).

$$\sigma \geq 1,0 \text{ Pa}$$

$$\sigma = \gamma \cdot Rh$$

En dónde:

σ = Fuerza tractiva media (Pa)

γ = Peso específico del agua (N/m³)

Rh = Radio hidráulico (m)

Pendientes mínimas:

La norma brasileña recomienda la adopción de pendientes que cumplan con el criterio de la fuerza tractiva media (σ).

Presenta también una expresión aproximada para su determinación, considerando $n = 0,013$ y con Q_{ien} (l/s):

$$S = 0.0055 \times Q_i^{-0.47}$$

Para $Q_{min} = 1,5$ l/s, la expresión arriba retorna una declividad $I_{min} = 0.0045$ m/m

Es común adoptar $S_{min} = 0.005$ para los tramos de la red básica con diámetros pequeños y para los ramales condominiales. En terrenos con topografía desfavorable se debe buscar pendientes más pequeñas compatibles con el criterio de la fuerza tractiva.

3.2.3. Ubicación de la red básica.

La red básica apenas bordea cada condominio, en busca de la mejor condición topográfica para la conexión de cada ramal condominial. El lanzamiento de la red básica se hace a partir de la identificación de los puntos más bajos de cada manzana, que son los puntos de reunión natural de las aguas. Esos son los puntos de paso obligatorio de la red. Ellos pueden ser determinados en una planta con informaciones topográficas y deben ser verificados en campo.

La planta para el diseño de la red básica debe ser, preferentemente, una planta detallada, con calles, manzanas y lotes definidos, en escala 1:2.000 (o mayor) y con curvas de nivel a cada metro.

A falta de información topográfica detallada, si los declives de las calles en el área de la obra son perceptibles a simple vista, es posible realizar el lanzamiento a través de la observación directa de los declives naturales del terreno, de los divisores de agua y de otros elementos relevantes de la topografía local, calle por calle, cuadra por cuadra.

Con la finalidad de economía para facilitar la ejecución, en el diseño de la red básica el proyectista debe buscar las profundidades mínimas y las menores extensiones, evitando trayectorias por pavimentos caros o con subsuelo desfavorable.

La localización de la red básica preferiblemente debe ser en las aceras o áreas verdes, donde está más protegida y puede tener menores profundidades.

Profundidades mínimas.

Se deben buscar el cumplimiento de dos condiciones fundamentales:

- 1- Las profundidades de la red deben ser suficientes para la recepción del desagüe de las manzanas, dependiendo por eso de la profundidad de llegada de los ramales condominiales.
- 2- Las profundidades deben ser suficientes para asegurar la estabilidad de las tuberías, de acuerdo a las cargas de tráfico previstas.

Recubrimientos mínimos.

Para asegurar la estabilidad de la tubería, a falta de estudio específico la norma brasileña sugiere los siguientes recubrimientos mínimos:

- 1- Red por las aceras: 0.60 m de profundidad
- 2- Red en el lecho de calles de tráfico normal: 0.90 m de profundidad

Hay situaciones donde puede ser ventajoso proteger la tubería para ponerla a pequeña profundidad y evitar excavaciones innecesarias o indeseables y caras. Después del trazado de la red básica y su verificación en campo, sus dispositivos de inspección deben ser señalados en planta, definiendo los tamos del colector.

3.2.4. Dispositivos o cajas de Inspección típicos

Foto N° 1. Dispositivo CI-30



Fuente: propia.

Dispositivo CI-30 a una profundidad 0.30 cm como CR

Foto N° 2. Dispositivo CI-30 (otra vista)



Fuente: propia.

Usados como dispositivo de limpieza y cambio de dirección profundidades de 1 m

Foto N° 3. Dispositivo CI-60



Fuente: propia.

Dispositivo CI-60 a una profundidades de 1.20 m reemplazan a los PVS en colectoras.

Los dispositivos de inspección de la red básica deben ser considerados los puntos previstos para llegada de los ramales condominiales y otros puntos obligatorios, tales como los cambios de dirección, de pendientes o de diámetro del colector, unión de colectores, etc. La distancia máxima entre cajas de inspección en la red básica debe ser de acuerdo con los equipos de mantenimiento disponibles, normalmente se adopta el máximo de 80 m a 100 m.

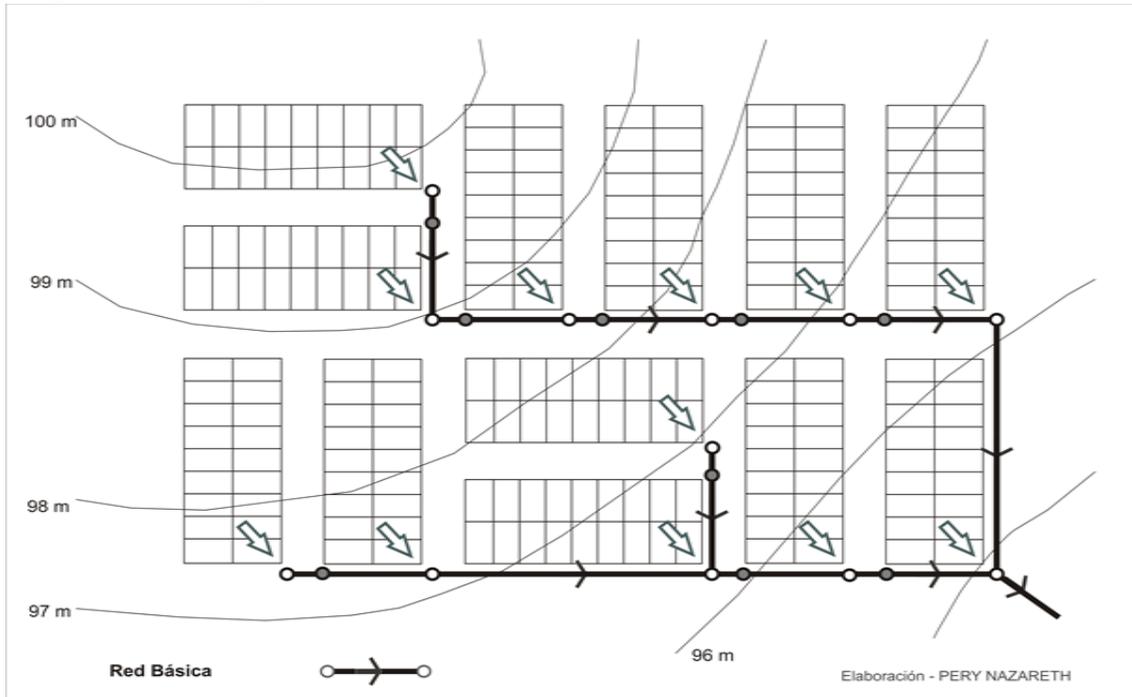
Criterios de dimensionamiento hidráulico

Son los mismos usados para los sistemas convencionales más modernos.

- Diámetros mínimo: desde 150 mm
- Sección mojada máxima: 0.75 D
- Recubrimiento mínimo : 0.60 m (áreas protegidas) 0.90 m (bajo las calles)

- Tuberías : Plástico o otros materiales adecuados (Novafor doble pared)
- Substitución de Pozos de Visita por Cajas de Inspección

Figura N^o 7. Diagrama de una red básica



Fuente: Melo Carlos, Alcantarillado condominial

Ramales Condominiales.

Los ramales condominiales⁷ recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas o lotes conectadas en un mismo punto de la red principal lo que se conoce como condominio. El trazado de estas redes deberá seguir el drenaje natural del terreno y se definirá la ubicación más factible según la topografía y criterio del diseñador para atender cada manzana, conectando todas las edificaciones a un punto de la red.

En el sistema condominial existen cuatro alternativas de trazado de los ramales, considerando la factibilidad técnica de la alternativa seleccionada en coordinación con los usuarios. Las alternativas de trazado de ramales condominiales son las siguientes:

⁷ Guía técnica diseño de sistemas condominiales inaa.

- Ramal por el fondo de lotes.
- Ramal por el frente de lotes.
- Ramal por aceras.
- Ramal mixto.

En las figuras 1 y 2 se pueden ver alternativas de trazado para los ramales condominiales.

Cámaras de Inspección.

Las cámaras de inspección son componentes de la red de alcantarillado y tienen como función facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes, evitando obstrucciones y acumulación excesiva de sólidos, por esto se deben proyectar una cantidad mínima necesaria de estas.

Ubicación

Las cámaras de inspección se proyectarán a inicio y empalmes del colector, cambios de pendiente y dirección, cambios de diámetro, en puntos de caída en los colectores y en todo lugar que sean necesarias por razones de limpieza y mantenimiento.

Tipos de Cámara de Inspección

Generalmente las cámaras de inspección se construyen en mampostería de ladrillo, mampostería de piedra, hormigón simple y armado, hormigón cicópleo y PVC, siendo estos de dos tipos

Cajas de inspección

Ubicadas en los ramales condominiales instaladas durante la construcción del ramal condominial una en cada lote o vivienda de preferencia en áreas protegidas reduciendo

así las profundidades. Usualmente para la conexión de la vivienda se realiza mediante una caja de inspección usualmente del tipo CI40 o CI PVC40 y CI60 o CI PVC.60, espaciadas a no más de 20 m y 60 m respectivamente.

Presupuesto:

Basados en los cálculos hidráulicos anteriores, entonces se determinaron los alcances del proyecto y por consiguiente el tipo de material a utilizar en cada elemento del sistema sanitario, cantidad y precio estimado de los mismos.

1. Materiales, Tipo y cantidad de este (longitud de tuberías, diámetros, así como accesorios, cajas de inspección, pozos de visita, etc)
2. Actividades definidas para ejecución del proyecto: Número de equipos y sus capacidades (La maquinaria para realizar las actividades necesarias para construcción del sistema).
3. Mano de Obra, Se definió la mano de obra calificada, semi calificada y no calificada para la ejecución del proyecto.

3.3. Metodología para el estudio financiero

Evaluación financiera:

En esta etapa se hace uso de los indicadores necesarios para efectuar la evaluación financiera del proyecto, los cuales son:

Tasa Mínima de Rendimiento Aceptable (TMR): para iniciar un proyecto o empresa se debe realizar una inversión inicial, esta inversión puede venir de varias fuentes, de inversionistas, de otras empresas, de bancos, o una combinación estos, como sea que haya sido, cada uno de ellos tiene un costo asociado al capital que aporte, de tal forma que la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto está dado por:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1 + i)^t$$

Donde

Bt y Ct: son ingresos y costos incluyendo las inversiones en cada año t,

I: es la tasa de descuento y

n es la vida del proyecto.

Para una empresa, la correcta tasa de descuento es el costo promedio en el cual cada fondo adicional puede ser obtenido de todas las fuentes, los costos de capital de la empresa. En el caso cuando $VPN = 0$, la tasa de descuento tiene un nombre especial, la tasa interna de retorno (TIR). Si el valor presente neto, es positivo entonces el proyecto puede cubrir todo sus costos financieros con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

Tasa interna de retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados, esta debe compararse con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado o la tasa mínima aceptable de rendimiento.

Ahora si tomamos en cuenta el análisis que nos proporciona la TIR podría ser de mucha ayuda para una toma decisión correcta, para ello se presentan a continuación tres condiciones bajo las cuales se evaluarán en este proyecto.

TIR > TMAR El proyecto se acepta

TIR = TMAR Es Indiferente realizar el proyecto

TIR < TMAR El proyecto se rechaza

3.4. Metodología para el estudio económico

Evaluación económica

La evaluación financiera y la económica presentan sus diferencias, el análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

Estos conceptos diferentes se reflejan en las diferentes partidas consideradas como costos y beneficios así como en su valoración. Así, el análisis económico incluye en el flujo de costos y beneficios el cálculo de las externidades, pero excluye los impuestos y transferencias del gobierno.

Precios de mercado y precios económicos – sociales.

En la evaluación financiera / privada se utilizan los precios de mercado; en la evaluación económica en contraste, se utilizan precios económicos (sociales), los cuales incluyen el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad.

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado.

Los precios económicos más utilizados son:

Mano de obra no calificada

Tasa social de descuento

Precio social de la divisa

Ajustes para pasar de la valoración Financiera a la Económica

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que está dividido: financiero y económico. No es conveniente comenzar con el flujo de caja económico, ya que la determinación de dichos precios se deriva de los precios de mercado. Por lo tanto, el comienzo de toda evaluación es la financiera.

Para transformar un flujo financiero en flujo económico es necesario establecer factores de conversión de precios financieros a precios económicos, para ello, es necesario subdividirlo en rubros de inversión y de operaciones. A la maquinaria, equipo y materiales importados se le deduce los impuestos de introducción y se ajusta por el precio económico de la divisa, según el porcentaje de componente importado que tiene el rubro.

Información para el análisis económico

- Debe de confirmarse el tipo de cambio oficial del país donde se efectúa el análisis económico. Seguidamente debe procederse al cálculo del tipo de cambio de cuenta.
- Todos los desembolsos en divisas, se ajustan ya sea con el precio de sombra de la divisa (tipo de cambio de cuenta) o con el factor de divisa. El ajuste se logra multiplicando el desembolso por cualquiera de ellos.
- Si se tienen valores en dólares, para trabajar en el análisis económico, se deben de multiplicar las cifras del análisis financiero por el precio de sombra y posteriormente proceder a efectuar todos los ajustes necesarios según sean bienes o servicios comercializables o no;
- En el análisis financiero se trabaja siempre con el tipo de cambio oficial; en el análisis económico se trabaja con el tipo de cambio de cuenta.
- No se incluye en los costos desde el punto de vista económico los siguientes aspectos;

- El pago del seguro social; pago de impuestos; pago de intereses; comisiones o amortizaciones cuando es una deuda en el territorio nacional, pero cuando es una deuda en el extranjero sí,
- Deben considerarse como costo: pago de aranceles; depreciación; subsidio; mano de obra que antes de trabajar en el proyecto estaba desocupada; la parte del salario que la mano de obra contrata ya devengaba antes en otra parte de la economía. Se considera únicamente el incremento en remuneración que se origina con el proyecto.
- Los artículos no comerciables se ajustan a sus precios de cuenta, multiplicando sus valores a precios de mercado por el factor standard de conversión o por FC para cada artículo que expresa su costo de oportunidad.
- En los artículos no comerciables se trata de desglosar sus componentes y los que sean no comerciables se ajustan con el factor standard de conversión y los componentes comerciables se ajustan según sean importables o exportables.
- No sólo los desembolsos en moneda extranjera se elevan a valores económicos, sino también los ingresos por exportación.

3.5. Indicadores de Evaluación.

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

La evaluación se hace en base cualquiera de los siguientes criterios:

Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

Como su nombre lo indica, se define por, el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento (i %).

Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$B = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

Análisis costo – efectividad:

En la selección de alternativas, debe de considerarse el asunto de los recursos, tomando en cuenta no solamente los costos directos, sino también evaluar el agotamiento de los recursos económicos que resultaría de la selección y puesta en práctica de varias alternativas.

Por otra parte es necesario en el proceso de selección utilizar el análisis de sensibilidad a fin de disminuir lo más posible que se pueda la incertidumbre del cálculo al incluir acciones para hacer frente a cambio posibles en el futuro.

El análisis costo – efectividad presenta una clasificación de las alternativas para apoyar al proceso de la toma de decisiones. La selección de la mejor alternativa debe efectuarse, considerando todas las implicaciones políticas, sociales y culturales.

Capítulo IV. Cálculos y análisis de resultados.

4.1. Estudio de la demanda.

4.1.1. Perfil económico.

Para la presentación de los datos a continuación se ha determinado la realización de doscientos sesenta y seis 266 entrevistas, una por vivienda, dichas entrevistas o encuestas fueron elaboradas con el apoyo de personas del departamento de gestión comunitaria de ENACAL.

Para una mayor comprensión, los resultados fueron divididos en los siguientes aspectos:

Población, Vivienda, Educación, Ingresos Familiares y Actividad Económica, Apoyo al Proyecto, Servicios Básicos, Organización Comunitaria

4.1.1.1. Población.

Distribución de la población por género

La distribución de la población en el barrio Bello Amanecer del municipio de Ciudad Sandino, se presenta a continuación:

Cuadro N° 2. Distribución de la población

Datos	Conteo	Porcentaje
Hombres	613	47%
Mujeres	693	53%
Total	1306	100%

Fuente Alcaldía Ciudad Sandino.

Gráfico N° 1. Personas por sexo en vivienda



Fuente: Alcaldía de Ciudad Sandino.

Estos resultados representan una leve limitante para la construcción del proyecto, en cuanto a la mano de obra que se requerirá, ya que únicamente el 47% son hombres con capacidad de aportar mano de obra, no omitiendo la capacidad de involucramiento, gestión y ejecución de obras con las mujeres del sector que son mayoría.

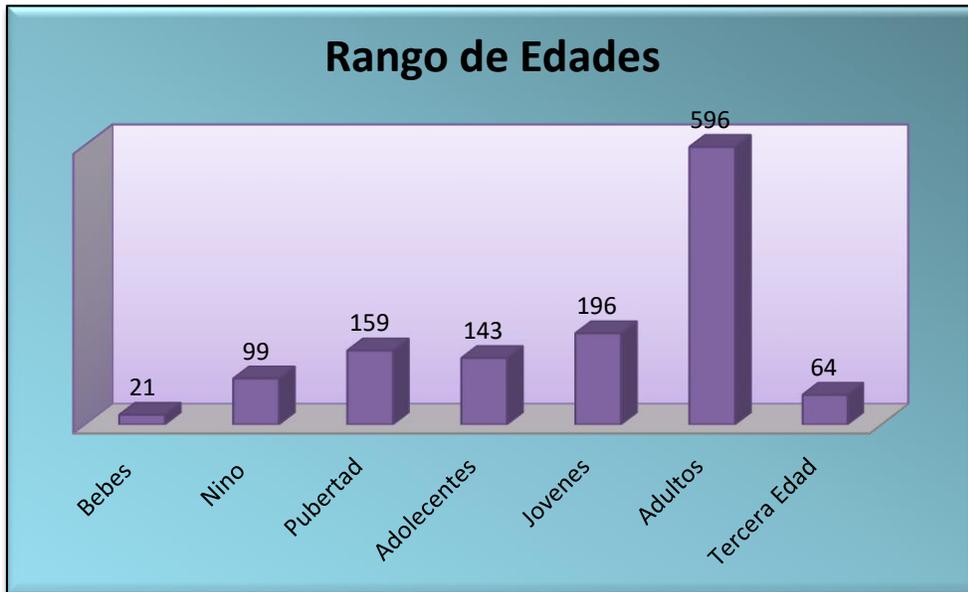
Según los datos reflejados por parte del instituto nacional de información INIDE "Ciudad Sandino en Cifras" los resultados aquí presentados son muy similares.

Cuadro N° 3. Distribución de la población por edades

Rangos de Edad	Bello Amanecer	% de población	Clasificación
Menor de 1 año	21	1.64%	Bebes
De 1 a 5 años	99	7.75%	Niños
De 6 a 12 años	159	12.44%	Pubertad
De 13 a 18 años	143	11.19%	Adolescentes
De 19 a 25 años	196	15.34%	Jóvenes
De 26 a 60 años	596	46.64%	Adultos
Más de 60 años	64	5.01%	Tercera Edad
Total	1278	100.00%	

Fuente: INIDE

Gráfico N° 2. Rango de edades.



Fuente: INIDE

La edad de los habitantes de Bello Amanecer, localidad dentro del municipio de Ciudad Sandino se encuentra concentrada en el rango de 26 a 60 años donde consideramos la adultez tanto en el sexo femenino como el masculino.

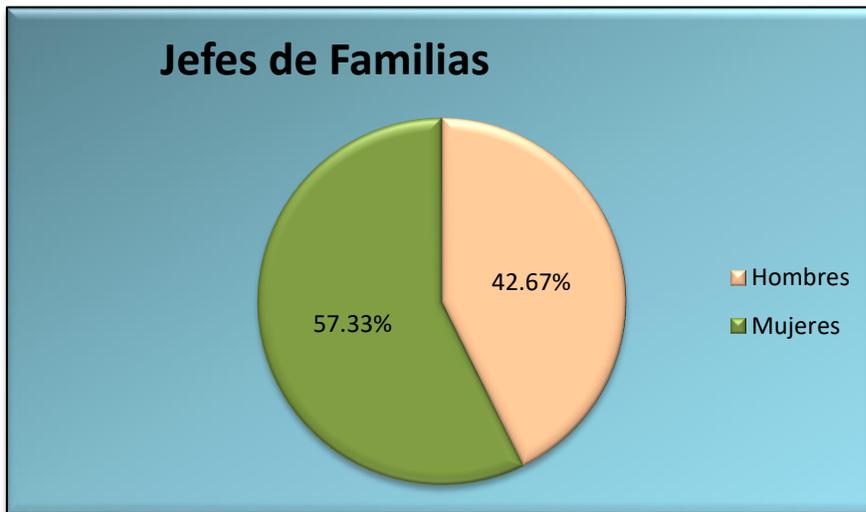
El rango que sigue al mayor, se encuentran las edades que van desde 19 a los 25 años, lo anterior podría resultar una ventaja para el desarrollo del proyecto en virtud de que las personas jóvenes y adultas ofrecerán su mano de obra en la ejecución.

Asimismo los datos sirven para referenciar el rango de población más vulnerable ante los impactos ambientales que se generaran en el proyecto, en este caso puntualizamos a las personas que se encuentran entre el rango de los menores de un año hasta los 12 años y los adultos mayores de 60 años, lo cual totaliza una población vulnerable del 26.84%.

Jefes de Familias

La jefatura de las familias presenta las siguientes características; el 57.33% (152/266) esta cargo de personas del sexo femenino, mientras que el 42.67% (114/266) está a cargo de personas del sexo masculino.

Gráfico N° 3. Composición de jefes de familia.



Fuente: Encuesta

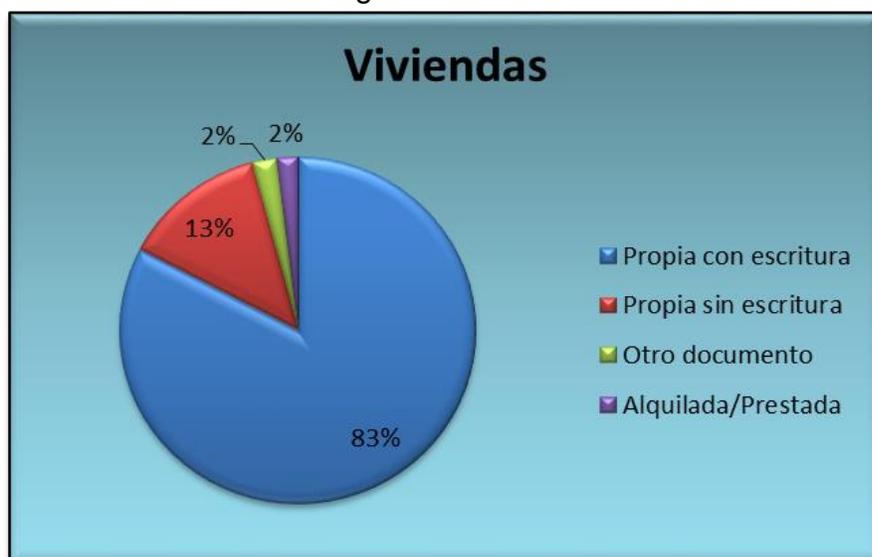
Debe tomarse en consideración que en la mayoría de los hogares la interlocución será con personas del sexo femenino ya que en el 57.33 % la jefatura está a cargo de mujeres, factor que debe ser tomado en consideración al momento de diseñarse e implementarse las estrategias y acciones del proyecto.

4.1.1.2. Vivienda.

Situación legal de la vivienda

El estudio realizado nos dice que el 83% de los encuestados cuentan con una vivienda propia, respalda por documentos legales, el 17% restante se divide entre otros documentos y alquileres.

Gráfico N° 4. Situación legal de la vivienda.



Fuente: Encuesta

Calidad de la vivienda.

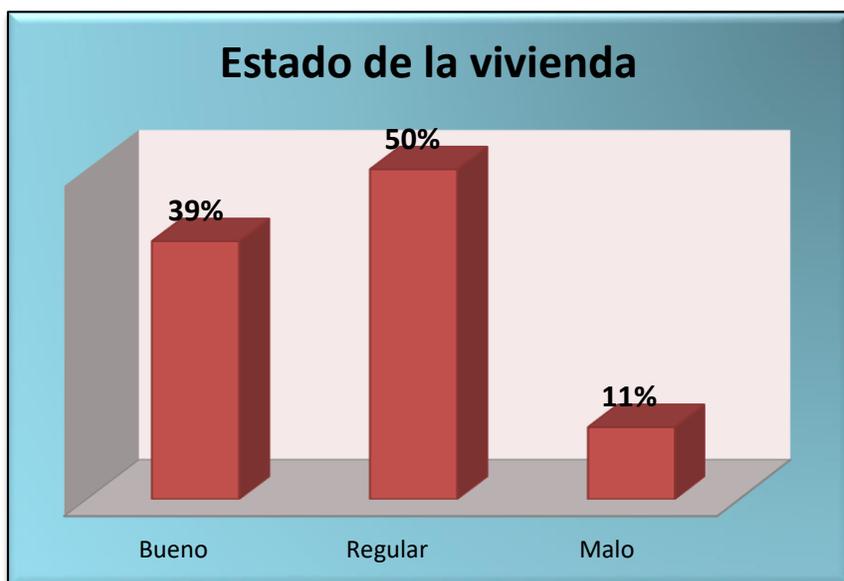
La presente información es presentada según la calidad de las paredes, techo y piso de la vivienda se estableció en tres niveles de calificación según su estado; Bueno, Regular y Malo, siguiendo el patrón de calificación establecido por el INIDE se estimó que una vivienda se encuentra en estado regular cuando dos o tres de los elementos estructurales se califican de regular en combinación con cualquiera de los otros dos niveles (Bueno, Malo), de esta forma todas las viviendas que fueron calificadas de regulares pasan a formar parte del estrato de viviendas “Inadecuadas” establecido por el INIDE.

Cuadro N° 4. Estado de la vivienda

Descripción	Conteo	Porcentaje
Bueno	104	39%
Regular	133	50%
Malo	29	11%
Total	266	100%

Fuente: Encuesta

Grafica N° 5. Estado de la vivienda



Fuente: Encuesta

En este grafico se refleja el porcentaje del estado de la vivienda en el área de impacto del proyecto y como puede mostrarse en el estrato de "bueno" 39% (104/266) también puede considerarse como adecuado según el INIDE, mientras que los estratos de "regular" 50% (133/266) y "malo" 11% (29/266) pueden considerarse como inadecuadas según los parámetros de INIDE.

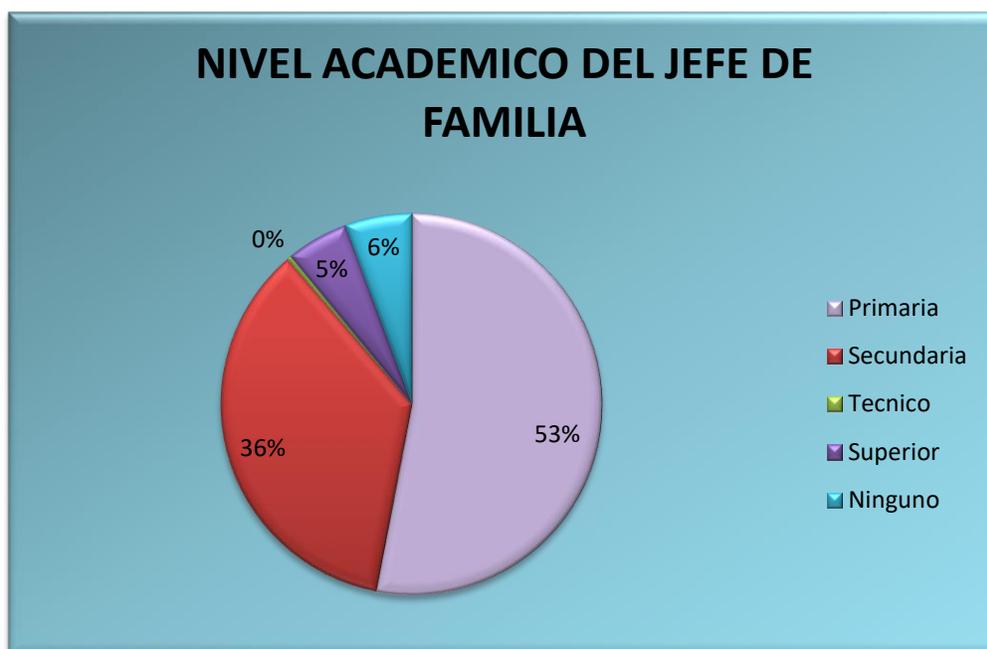
4.1.1.3. Educación

Cuadro N° 5. Nivel académico del jefe de familia

Datos	Conteo	Porcentaje
Primaria	141	53.0%
Secundaria	95	35.7%
Técnico	1	0.4%
Superior	14	5.3%
Ninguno	15	5.6%
Total	266	100%

Fuente: Encuesta

Gráfico N° 6. Nivel académico del jefe de familia.



Fuente: Encuesta

Un 53 % de los jefes de familia tiene un nivel académico de primaria que permitirá que la labor de promotoría social o labor de concientización de cara al proyecto sea mayor.

4.1.1.4. Ingresos Familiares y Actividad Económica

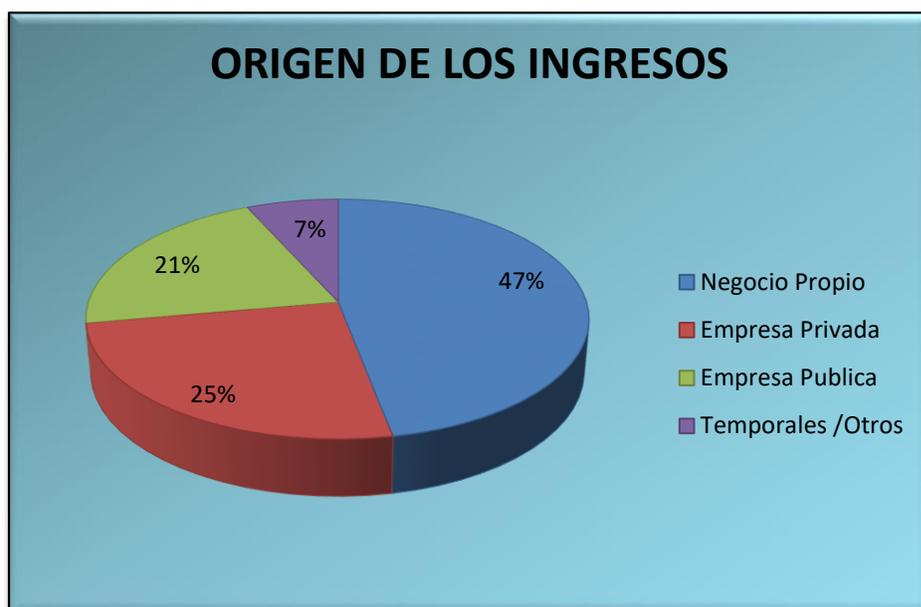
Población Económicamente Activa

Cuadro N° 6. Procedencia del Ingreso

Datos	Conteo	Porcentaje
Negocio Propio	125	47.0%
Empresa Privada	67	25.2%
Empresa Publica	56	21.1%
Temporales /Otros	18	6.8%
Total	266	100%

Fuente: Encuesta

Grafica N° 7. Origen de los ingresos.



Fuente: Encuesta

El 32% de la población encuestada que será beneficiada con el proyecto perciben un ingreso fijo por concepto de salario, sin embargo, El 68% de la población percibe ingresos por negocios propios y otro tipo de actividades, lo cual no es indicador de ingresos fijos, por lo tanto estos ingresos familiares se consideran inestables y bajos lo que dificulta que las personas puedan pagar una cuota lata por el derecho a la conexión del servicio.

4.1.1.5. Apoyo de la comunidad hacia el proyecto

Cuadro N° 7. Apoyo al proyecto de alcantarillado sanitario

Datos	Conteo	Porcentaje
Si	266	100%
No	0	0%
Total	266	100%

Fuente: Encuesta

El apoyo de parte de la comunidad hacia el proyecto de alcantarillado sanitario tipo condominial es de un 100% lo que demuestra la aceptación del proyecto y la disposición de sus habitantes de colaborar con aportación económica o con mano de obra, si esta fuese necesaria.

Tipo de aportación para el proyecto

Dada la composición de la población y las condiciones económicas de la misma, la aportación se ve ligeramente favorecida a través de mano de obra.

Cuadro N° 8. Forma de Apoyo

Datos	Conteo	Porcentaje
Mano de Obra	193	73%
Aportación Monetaria	54	20%
Otros	19	7%
Total	266	100%

Fuente: Encuesta

Grafica N° 8. Forma de apoyo al proyecto.



Fuente: Encuesta

Dadas las características del proyecto y la implementación de alcantarillado sanitario condominial, se tendría más del 73% de mano de obra dispuesto a colaborar, porque se tiene que recordar que para el desarrollo de este proyecto es de vital importancia contar con el apoyo comunitario.

4.1.1.6. Servicios Básicos.

Acceso a servicios básicos por parte de los hogares y población objetivo

Alumbrado Domiciliar: El nivel de acceso a este servicio es bastante satisfactorio ya que el 99% de los hogares encuestados cuentan con energía eléctrica.

Alumbrado Público: El acceso a este tipo de servicio está muy vinculado al tema de seguridad ciudadana y es una de las reivindicaciones más sentidas de la población del país en general, así mismo es uno de los temas más controversiales debido a que la población en general señala pagar al proveedor por un servicio que no se recibe o si se recibe es muy deficiente, sin embargo en 143 viviendas (53.7% de los encuestados) señala no disponer de este servicio.

Agua Potable: Según la información recopilada un 94.50% de la población dispone del servicio de agua potable y solo el 5.5% expresa tener dificultades para acceder a este insumo básico y vital para las personas.

Telefonía Convencional: aproximadamente 202 (76%) hogares bajo estudio no disponen de este servicio.

Vialidad Publica: Para la mayoría de los hogares existe acceso a la vialidad publica, lo cual se puede describir como calles principales, calles secundarias, callejones etc, también formando parte de esto se tiene la circulación del transporte, donde se encuentre buses de transporte colectivo, taxis, moto taxis y transporte particular

Recolección de Basura: La recolección de basura está muy vinculada al nivel o calidad de vida de los grupos humanos ya que cuando existe acumulación de desechos sólidos se crean condiciones para la proliferación de insectos y por lo tanto un sinnúmero de enfermedades; En este punto se puede decir que aproximadamente un 84% de la población de impacto del proyecto cuenta con el acceso al servicio público de recolección de basura y el restante 16% se encuentra sin el mismo, por lo tanto se define a este grupo en situación vulnerable ante la propagación de enfermedades.

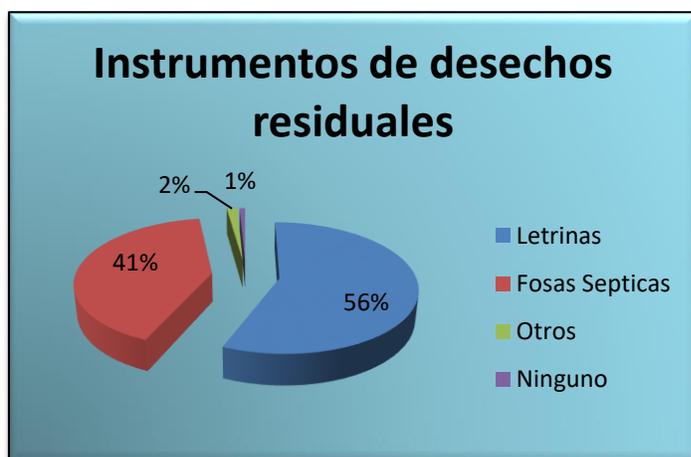
Alcantarillado Sanitario: El 100% de los habitantes carece del servicio de alcantarillado sanitario, lo que justifica el proyecto a efecto de darle una pronta solución a esta necesidad.

Cuadro N° 9. Formas de saneamiento utilizado

Concepto	Cantidad	Porcentaje
Letrinas	150	56.4%
Fosas Sépticas	110	41.4%
Otros	4	1.5%
Ninguno	2	0.8%
Total	266	100.0%

Fuente: Encuesta

Gráfico N° 9. Instrumentos de desechos residuales



Fuente: Encuesta

Tomando en cuenta el gráfico anterior se debe realizar el proyecto con el fin de evitar el desarrollo y propagación de enfermedades gastro intestinales y parasitarias recordando que se tiene más de un cuarto de la población vulnerable a esto (niños y tercera edad), además de incidir directamente en mejorar las condiciones higiénicas sanitarias de las viviendas y protección del medio ambiente dado que el sistema más utilizado para deposición de excretas son las letrinas y fosas sépticas lo cual crea infiltración de aguas residuales en el terreno.

Incidencia de enfermedades

Las enfermedades padecidas por los habitantes, pueden ser provocadas en gran medida por la inexistencia de una red de alcantarillado sanitario.

4.1.1.7. Organización Comunitaria.

Del 60% de las viviendas evaluadas encontramos una fortaleza muy visible y a ser tomada en consideración es que existe un buen nivel de presencia de Organizaciones Comunitarias en los sectores que conforman el área de impacto del proyecto, situación que es favorable para la fase de implementación, ya que esta red puede posibilitar la comunicación entre la empresa implementadora y la comunidad, es decir existe un interlocutor no solo interesado, sino que además organizado y con buen grado de representatividad.

Cuadro N° 10. Forma de organización comunitaria

Organización	Conteo	Porcentaje
Movimiento Comunal	14	9%
Consejos del CPC	138	86%
Comité de Agua	1	1%
Parroquia o Iglesia	5	3%
otros	2	1%
Total	160	100%

Fuente: Encuesta

Grafica N° 10. Formas de organización comunitaria



Fuente: Encuesta

Un elemento a tener en cuenta es que la organización que goza de mayor representatividad y presencia en el área de impacto del proyecto son los Consejos de Poder Ciudadano (CPC).

4.1.2. Proyección de la población.

La población en la zona de influencia del proyecto se determina como una población saturada, por lo que el cálculo de la proyección de la población se realiza por el *método de saturación*:

Población total = número de viviendas x el índice habitacional.

Población total = 2,109 x 5.4

Población total = 11,388.6 habitantes

Población total Ξ 11,389 habitantes

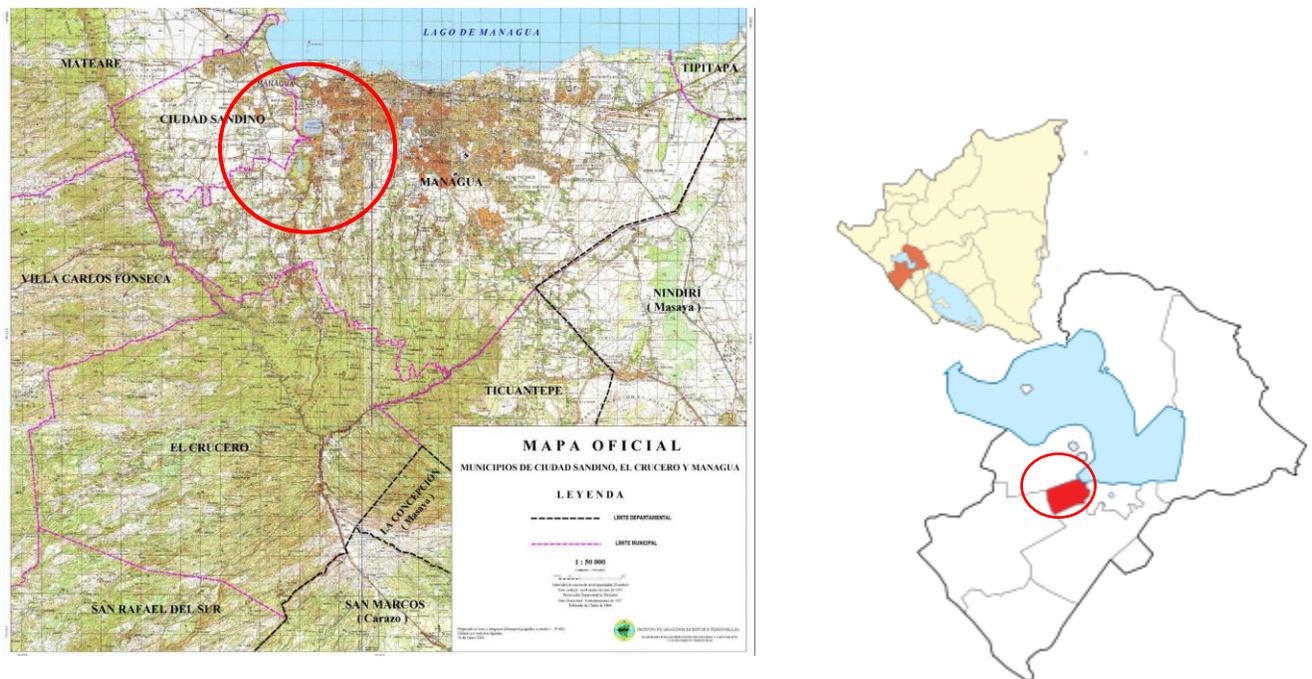
4.2. Estudio Técnico.

4.2.1. Localización del Proyecto.

4.2.1.1. Macro localización.

El proyecto estará ubicado en Ciudad Sandino la cual es una municipalidad en el departamento de Managua en Nicaragua, fundado en 1969.

Figura N° 8. Ubicación de Ciudad Sandino en el departamento de Managua



Fuente: INETER

Características de Ciudad Sandino.

Ciudad Sandino ubicada a 12.5 km al oeste de la ciudad de Managua, capital de la República de Nicaragua. Se estima su población en 131,316 personas, y 127,167 viviendo en zonas urbanas.

Extensión Territorial:

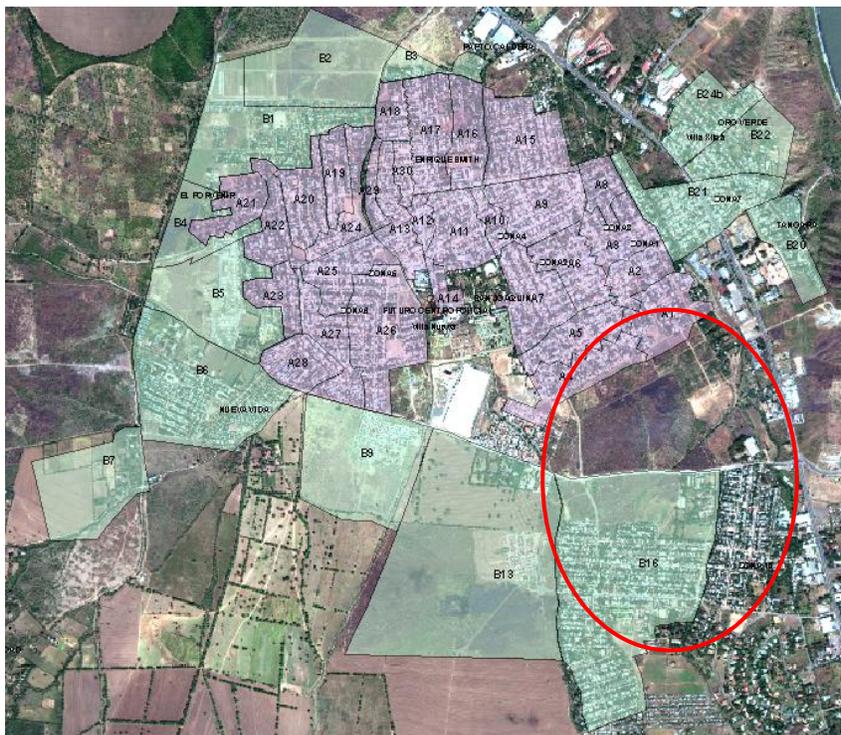
El municipio de Ciudad Sandino cuenta con una extensión territorial de 45 kilómetros cuadrados, área que está ubicada en la parte centro - oeste del Municipio referido y cuyos límites y linderos son los siguientes:

Al Norte con el Municipio de Mateare, al Sur con el Municipio de Managua, al Este: con el Lago Xolotlán o Lago de Managua y el Municipio de Managua, y al Oeste con el Municipio de Mateare y Villa Carlos Fonseca.

4.2.1.2. Micro localización.

El municipio de Ciudad Sandino está conformado por 14 zonas urbanas y 4 comarcas, siendo una de sus zonas urbanas la seleccionada para este proyecto que corresponde a la zona: Bello Amanecer.

Figura N° 9: Localidad de Bello Amanecer en Ciudad Sandino.



Fuente: INETER

4.2.2. Ingeniería del proyecto.

Basados en la problemática a la que se enfrenta la localidad de estudio se plantea dar solución a través de la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario condominial el cual corresponde a una tecnología de bajo costo por las características propias de construcción y funcionamiento de este.

Población del proyecto.

En este proyecto se utilizó el método de saturación el cual trata de establecer la población de saturación para un lugar determinado, para aplicar este método se hace necesario contar con suficiente información del sitio que permite tener el número de viviendas y el índice habitacional, el método se basa en determinar la cantidad máxima de habitantes que pueden alcanzar en el área del proyecto y con ella diseñar el sistema de alcantarillado.

Población total= número de viviendas x el índice habitacional

Población total = 2,109 x 5.4

Población total = 11,389 hab

Cálculos de ingeniería

Proyección de población y del Volumen Generado de Agua Residual

Diseño de redes de alcantarillado sanitario

Datos:

Viviendas =	2109
Índice de hacinamiento =	5.4
Área (m ²) =	300.00
Área (Ha) =	0.03
Material de tubería=	PVC
	n= 0.009

Cálculo de población:

Población actual (habitantes) =	11388.6
Población futura (habitantes) =	11389
Dotación (lppd) =	140

Cálculo de caudales:

Caudal medio	14.76 lps	Consumo comercial	0%
Caudal mínimo	2.95 lps	Consumo institucional	0%
Factor de Harmon calculad	2.90	Consumo industrial	0%
Factor de Harmon seleccion	3.00		
Caudal máximo	44.29 lps	Caudal comercial	0 lps
Caudal de infiltración	0.06 lps	Caudal institucional	0 lps
Caudal de diseño	44.35 lps	Caudal industrial	0 lps
			0

Fórmulas:

$$Q_m = \text{Población} * \text{Dotación} * Fr \quad Q_{m\max} = H * Q_m$$

$$Q_{\min} = \frac{1}{5} Q_m \quad Q_{inf} = \frac{5000 \text{ lt}}{Ha * \text{día}}$$

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}$$

$$1.8 < H < 3$$

Distribución de Caudales.

Cuadro N° 11. Calculo de distribución de caudales (T-1-2 a T-17-10)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Viviendas	Población Hab	Qm lps	Qmáx Lps	Qinf lps	Qesp Lps	Qd (lps)		
	De	A								Tramo	Acumulado	Ajustado
T 1-2	1	3	71.12	24	144	0.168	0.504	0.001	0.000	0.505	0.505	1.5
T 12-2	2	3	37.92	10	60	0.070	0.210	0.000	0.000	0.210	0.715	1.5
T 1-3	3	4	52.67	8	48	0.056	0.168	0.000	0.000	0.168	0.168	1.5
T 1-4	4	5	49.81	12	72	0.084	0.252	0.000	0.000	0.252	1.136	1.5
T 9-2	5	5	48.39	18	108	0.126	0.378	0.001	0.000	0.379	0.379	1.5
T 1-5	6	8	64.93	25	150	0.175	0.525	0.001	0.000	0.526	2.040	2.04
T 14-2	7	8	70.61	11	66	0.077	0.231	0.000	0.000	0.231	2.271	2.27
T 1-6	8	10	63.96	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.271	2.27
T 303	CI 303	CI 302	60.00	45	270	0.315	0.945	0.001	0.000	0.946	3.218	3.2
T 302	CI 302	CI 301	50.00	6	36	0.042	0.126	0.000	0.000	0.126	3.344	3.3
T 301	CI 301	10ª	48.00	5	30	0.035	0.105	0.000	0.000	0.105	3.449	3.4
T 300	10A	10	20.00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.449	3.4
T 1-7	10	12	74.64	42	252	0.294	0.882	0.001	0.000	0.883	4.332	4.3
T 1-8	12	14	64.49	26	156	0.182	0.546	0.001	0.000	0.547	4.879	4.9
T 1-9	14	16	64.71	33	198	0.231	0.693	0.001	0.000	0.694	5.573	5.6
T 17-3	CI 1012	CI 1011	57.00	17	102	0.119	0.357	0.001	0.000	0.358	5.931	5.9
T 17-4	CI 1011	CI 1010	19.98	14	84	0.098	0.294	0.000	0.000	0.294	6.225	6.2
T 17-5	CI 1010	CI 1009	53.35	24	144	0.168	0.504	0.001	0.000	0.505	6.730	6.7
T 17-6	CI 1009	CI 1008	11.48	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.730	6.7
T 17-7	CI 1008	CI 1007	61.19	2	12	0.014	0.042	0.000	0.000	0.042	6.772	6.8
T 17-8	CI 1007	CI 1006	52.20	53	318	0.371	1.113	0.002	0.000	1.115	7.886	7.9
T 17-9	CI 1006	CI 1005	23.15	6	36	0.042	0.126	0.000	0.000	0.126	8.013	8.0
T 17-10	CI 1005	CI 1004	30.70	30	180	0.210	0.630	0.001	0.000	0.631	8.643	8.6

Cuadro N° 12. Calculo de distribución de caudales (T-17-11 a T-1-15)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Viviendas	Población Hab	Qm lps	Qmáx Lps	Qinf lps	Qesp Lps	Qd (lps)		
	De	A								Tramo	Acumulado	Ajustado
T 17-11	CI 1004	CI 1003	7.65	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.643	8.6
T 17-12	CI 1003	CI 1002	46.03	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.643	8.6
T 17-13	CI 1002	CI 1001	14.30	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.643	8.6
T 17-14	CI 1001	CI 1001A	16.40	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.643	8.6
T 17-15	CI 1001A	CI 1000	20.00	14	84	0.098	0.294	0.000	0.000	0.294	8.938	8.9
T 17-16	CI 1000	Z	20.00	36	216	0.252	0.756	0.001	0.000	0.757	9.695	9.7
T 17-1	Z	15	95.61	11	66	0.077	0.231	0.000	0.000	0.231	9.926	9.9
T 17-2	15	16	66.21	2	12	0.014	0.042	0.000	0.000	0.042	9.968	10.0
T 1-10	16	17	64.14	16	96	0.112	0.336	0.000	0.000	0.336	10.305	10.3
T 1-11	17	18	40.74	1	6	0.007	0.021	0.000	0.000	0.021	10.326	10.3
T 1-12	18	19	34.47	17	102	0.119	0.357	0.001	0.000	0.358	10.683	10.7
T 1-13	19	21	64.82	5	30	0.035	0.105	0.000	0.000	0.105	10.788	10.8
T 2-1	CI 14	CI 15	61.30	24	144	0.168	0.504	0.001	0.000	0.505	11.293	11.3
T 2-2	CI 15	CI 16	6.68	14	84	0.098	0.294	0.000	0.000	0.294	11.588	11.6
T 2-3	CI 16	CI 17	64.51	12	72	0.084	0.252	0.000	0.000	0.252	11.840	11.8
T 2-4	CI 17	CI 18	65.20	9	54	0.063	0.189	0.000	0.000	0.189	12.029	12.0
T 2-5	CI 18	CI 19	64.44	21	126	0.147	0.441	0.001	0.000	0.442	12.471	12.5
T 2-6	CI 19	20	99.58	2	12	0.014	0.042	0.000	0.000	0.042	12.513	12.5
T 2-7	20	21	73.50	12	72	0.084	0.252	0.000	0.000	0.252	12.765	12.8
T 1-14	21	22	64.36	85	510	0.595	1.785	0.003	0.000	1.788	14.553	14.6
T 1-15	22	23	66.42	33	198	0.231	0.693	0.001	0.000	0.694	15.247	15.2

Cuadro N° 13. Calculo de distribución de caudales (T-1-16 a T-C)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Viviendas	Población Hab	Qm lps	Qmáx Lps	Qinf lps	Qesp Lps	Qd (lps)		
	De	A								Tramo	Acumulado	Ajustado
T 1-16	23	24	62.60	16	96	0.112	0.336	0.000	0.000	0.336	15.583	15.6
T 1-17	24	25	65.79	15	90	0.105	0.315	0.000	0.000	0.315	15.899	15.9
T 1-18	25	26	60.41	18	108	0.126	0.378	0.001	0.000	0.379	16.277	16.3
T 1-19	26	27	62.98	28	168	0.196	0.588	0.001	0.000	0.589	16.866	16.9
T 1-20	27	28	60.29	23	138	0.161	0.483	0.001	0.000	0.484	17.350	17.3
T 1-21	28	29	62.39	21	126	0.147	0.441	0.001	0.000	0.442	17.792	17.8
T 1-22	29	30	60.38	27	162	0.189	0.567	0.001	0.000	0.568	18.359	18.4
T 1-23	30	34	61.43	12	72	0.084	0.252	0.000	0.000	0.252	18.612	18.6
T 5-3	CI 37	CI 38	49.36	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.612	18.6
T 5-4	CI 38	CI 39	70.45	21	126	0.147	0.441	0.001	0.000	0.442	19.053	19.1
T 5-5	CI 39	CI 44	52.75	23	138	0.161	0.483	0.001	0.000	0.484	19.537	19.5
T 5-5A	CI 44	Y	19.61	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.537	19.5
T 6-1	CI 40	CI 41	73.91	10	60	0.070	0.210	0.000	0.000	0.210	19.747	19.7
T 6-2	CI 41	CI 42	53.41	10	60	0.070	0.210	0.000	0.000	0.210	19.958	20.0
T 6-3	CI 42	CI 43	54.81	9	54	0.063	0.189	0.000	0.000	0.189	20.147	20.1
T 6-4	CI 43	CI 44A	61.20	4	24	0.028	0.084	0.000	0.000	0.084	20.231	20.2
T 6-5	CI 44A	Y	8.99	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.231	20.2
T 5-6	Y	45	67.69	62	372	0.434	1.302	0.002	0.000	1.304	21.535	21.5
T 5-7	45	46	60.53	53	318	0.371	1.113	0.002	0.000	1.115	22.650	22.6
T 5-8	46	47	63.20	67	402	0.469	1.407	0.002	0.000	1.409	24.059	24.1
T 5-9	47	48	60.00	101	606	0.707	2.121	0.003	0.000	2.124	26.183	26.2
T 5-10	48	49	62.26	71	426	0.497	1.491	0.002	0.000	1.493	27.676	27.7
T D	CI D	CI C	80.79	69	414	0.483	1.449	0.002	0.000	1.451	29.127	29.1
T C	CI C	CI B	73.81	7	42	0.049	0.147	0.000	0.000	0.147	29.274	29.3

Cuadro N° 14. Calculo de distribución de caudales (T-B a T-3-2)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Viviendas	Población Hab	Qm lps	Qmáx Lps	Qinf lps	Qesp Lps	Qd (lps)		
	De	A								Tramo	Acumulado	Ajustado
T B	CI B	CI A	73.81	7	42	0.049	0.147	0.000	0.000	0.147	29.421	29.4
T A	CI A	CI 49A	64.91	5	30	0.035	0.105	0.000	0.000	0.105	29.526	29.5
T A1	CI 49A	CI 49	8.90	24	144	0.168	0.504	0.001	0.000	0.505	30.031	30.0
T 5-11	CI 49	CI 50	53.47	1	6	0.007	0.021	0.000	0.000	0.021	30.052	30.1
T 5-12	CI 50	CI 51	67.48	13	78	0.091	0.273	0.000	0.000	0.273	30.326	30.3
T 5-13	CI 51	31	66.80	16	96	0.112	0.336	0.000	0.000	0.336	30.662	30.7
T 11-1	CI 52	31	50.95	40	240	0.280	0.840	0.001	0.000	0.841	31.503	31.5
T 5-14	31	32	52.18	15	90	0.105	0.315	0.000	0.000	0.315	31.819	31.8
T 5-15	32	33	60.65	16	96	0.112	0.336	0.000	0.000	0.336	32.155	32.2
T 4-6	CI 26	CI 27	85.11	12	72	0.084	0.252	0.000	0.000	0.252	32.408	32.4
T 4-7	CI 27	CI 28	71.38	8	48	0.056	0.168	0.000	0.000	0.168	32.576	32.6
T 4-8	CI 28	CI 29	57.87	5	30	0.035	0.105	0.000	0.000	0.105	32.681	32.7
T 4-8A	CI 29	X	12.80	3	18	0.021	0.063	0.000	0.000	0.063	32.744	32.7
T 4-9	X	CI 30	61.98	37	222	0.259	0.777	0.001	0.000	0.778	33.522	33.5
T 4-10	CI 30	CI 31	60.62	5	30	0.035	0.105	0.000	0.000	0.105	33.627	33.6
T 4-11	CI 31	CI 32	61.69	26	156	0.182	0.546	0.001	0.000	0.547	34.174	34.2
T 4-12	CI 32	33	61.66	45	270	0.315	0.945	0.001	0.000	0.946	35.120	35.1
T 4-13	33	CI 33A	59.37	30	180	0.210	0.630	0.001	0.000	0.631	35.751	35.8
T 4-14	CI 33A	33	64.70	19	114	0.133	0.399	0.001	0.000	0.400	36.151	36.2
T 4-15	33	34	96.31	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	36.151	36.2
T 1-24	34	37	56.38	9	54	0.063	0.189	0.000	0.000	0.189	36.340	36.3
T 3-1	CI 53	CI 54	26.00	32	192	0.224	0.672	0.001	0.000	0.673	37.013	37.0
T 3-2	CI 54	CI 55	38.04	4	24	0.028	0.084	0.000	0.000	0.084	37.097	37.1

Cuadro N° 15. Calculo de distribución de caudales (T-3-3 a T-1-29)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Viviendas	Población Hab	Qm lps	Qmáx Lps	Qinf lps	Qesp Lps	Qd (lps)		
	De	A								Tramo	Acumulado	Ajustado
T 3-3	CI 55	CI 56	69.51	27	162	0.189	0.567	0.001	0.000	0.568	37.665	37.7
T 3-4	CI 56	CI 57	51.20	19	114	0.133	0.399	0.001	0.000	0.400	38.065	38.1
T 3-5	CI 57	CI 58	11.84	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	38.065	38.1
T 3-6	CI 58	CI 59	31.50	11	66	0.077	0.231	0.000	0.000	0.231	38.296	38.3
T 3-7	CI 59	CI 60	27.36	4	24	0.028	0.084	0.000	0.000	0.084	38.380	38.4
T 3-8	CI 60	CI 61	15.93	24	144	0.168	0.504	0.001	0.000	0.505	38.885	38.9
T 3-9	CI 61	CI 62	51.20	3	18	0.021	0.063	0.000	0.000	0.063	38.948	38.9
T 3-10	CI 62	CI 63	24.21	33	198	0.231	0.693	0.001	0.000	0.694	39.642	39.6
T 3-11	CI 63	CI 64	35.22	3	18	0.021	0.063	0.000	0.000	0.063	39.705	39.7
T 3-12	56	55	74.25	34	204	0.238	0.714	0.001	0.000	0.715	40.420	40.4
T 3-13	55	54	36.58	24	144	0.168	0.504	0.001	0.000	0.505	40.925	40.9
T 3-14	54	53	27.82	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	40.925	40.9
T 3-15	53	52	55.66	31	186	0.217	0.651	0.001	0.000	0.652	41.577	41.6
T 3-16	52	51	49.85	15	90	0.105	0.315	0.000	0.000	0.315	41.892	41.9
T 3-17	51	35	56.34	16	96	0.112	0.336	0.000	0.000	0.336	42.229	42.2
T 3-18	35	36	56.04	7	42	0.049	0.147	0.000	0.000	0.147	42.376	42.4
T 8-1	CI 70	36	52.13	37	222	0.259	0.777	0.001	0.000	0.778	43.154	43.2
T 3-19	36	37	91.10	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.154	43.2
T 1-25	37	38	71.11	10	60	0.070	0.210	0.000	0.000	0.210	43.364	43.4
T 1-26	38	39	31.70	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-27	39	40	83.81	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-28	40	41	54.75	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-29	41	42	57.26	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4

Cuadro N° 16. Calculo de distribución de caudales (T-1-30 a T-1-44)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Viviendas	Población Hab	Qm lps	Qmáx Lps	Qinf lps	Qesp Lps	Qd (lps)		
	De	A								Tramo	Acumulado	Ajustado
T 1-30	42	43	28.10	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-31	43	44	61.69	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-32	44	45	67.82	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-33	45	46	61.43	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-34	46	47	47.95	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-35	47	48 ^a	35.53	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-36	48A	48	10.51	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-36A	48	49	33.35	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-37	49	50	69.63	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-38	50	CS 01	89.98	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.364	43.4
T 1-39	CS 01	CS 02	96.26	9	54	0.063	0.189	0.000	0.000	0.189	43.554	43.6
T 1-40	CS 02	CS 03	95.41	8	48	0.056	0.168	0.000	0.000	0.168	43.722	43.7
T 1-41	CS 03	CS 04	99.34	8	48	0.056	0.168	0.000	0.000	0.168	43.890	43.9
T 1-42	CS 04	CS 05	98.97	6	36	0.042	0.126	0.000	0.000	0.126	44.016	44.0
T 1-43	CS 05	CS 06	99.35	10	60	0.070	0.210	0.000	0.000	0.210	44.227	44.2
T 1-44	CS 06	EXIST.	90.00	6	36	0.042	0.126	0.000	0.000	0.126	44.353	44.4
				2109		14.764	44.291	0.062	0.000	44.353	87.717	87.7
				2109	11389	14.76	44.29	0.06	0.00	44.353		

Cálculos hidráulicos.

Cuadro N° 17. Calculo de caudales (T-1-2 a T-17-10)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		S tubería (%)	Qd (lps)		Diámetro	
	De	A		A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo		Acumulado	Ajustado	(in)	(metros)
T 1-2	1	3	71.12	139.92	139.72	138.46	137.65	1.15	0.50	1.50	6	0.1524
T 12-2	2	3	37.92	139.49	139.72	137.85	137.65	0.55	0.72	1.50	6	0.1524
T 1-3	3	4	52.67	139.72	139.42	137.65	137.38	0.55	0.17	1.50	6	0.1524
T 1-4	4	5	49.81	139.42	138.41	137.78	136.43	2.71	1.14	1.50	10	0.254
T 9-2	5	5	48.39	138.98	138.41	137.61	136.43	2.44	0.38	1.50	10	0.254
T 1-5	6	8	64.93	138.41	137.18	136.43	134.26	3.34	2.04	2.04	10	0.254
T 14-2	7	8	70.61	136.90	137.18	134.68	134.262	0.59	2.27	2.27	6	0.1524
T 1-6	8	10	63.96	137.18	136.28	134.26	133.60	1.03	2.27	2.27	10	0.254
T 303	CI 303	CI 302	60.00	136.77	137.14	136.03	135.70	0.55	3.22	3.22	6	0.1524
T 302	CI 302	CI 301	50.00	137.14	136.81	135.65	135.42	0.50	3.34	3.34	6	0.1524
T 301	CI 301	10 ^a	48.00	136.81	136.54	135.42	135.15	0.56	3.45	3.45	6	0.1524
T 300	10A	10	20.00	136.59	136.28	135.15	133.80	6.72	3.45	3.45	6	0.1524
T 1-7	10	12	74.64	136.28	135.15	133.80	131.77	2.73	4.33	4.33	10	0.254
T 1-8	12	14	64.49	135.15	133.46	131.77	130.93	1.30	4.88	4.88	10	0.254
T 1-9	14	16	64.71	133.46	132.12	130.93	129.55	2.13	5.57	5.57	12	0.3048
T 17-3	CI 1012	CI 1011	57.00	137.77	136.32	136.59	135.22	2.40	5.93	5.93	6	0.1524
T 17-4	CI 1011	CI 1010	19.98	136.32	136.31	135.22	135.03	0.92	6.22	6.22	6	0.1524
T 17-5	CI 1010	CI 1009	53.35	136.31	135.48	135.04	134.29	1.41	6.73	6.73	6	0.1524
T 17-6	CI 1009	CI 1008	11.48	135.48	135.44	134.29	134.23	0.51	6.73	6.73	6	0.1524
T 17-7	CI 1008	CI 1007	61.19	135.44	134.14	134.23	132.93	2.13	6.77	6.77	6	0.1524
T 17-8	CI 1007	CI 1006	52.20	134.14	133.25	132.93	131.78	2.20	7.89	7.89	6	0.1524
T 17-9	CI 1006	CI 1005	23.15	133.25	132.60	131.78	131.40	1.66	8.01	8.01	6	0.1524
T 17-10	CI 1005	CI 1004	30.70	132.60	132.64	131.40	131.15	0.81	8.64	8.64	6	0.1524

Cuadro N° 18. Calculo de caudales (T-1-2 a T-17-10) continuación.

RhLL	ALL	VLL	QLL	Qd/QLL	Vd/VLL	Vd	d/D	d	rh/RHLL	rh	τ
(m)	(m ²)	(m/s)	lps	Ajustado		(m/s)		(m)		(m)	(Pa)
0.04	0.02	1.35	24.60	0.0610	0.550	0.74	0.166	0.025	0.408	0.016	1.75
0.04	0.02	0.93	17.02	0.0881	0.621	0.58	0.203	0.031	0.489	0.019	1.01
0.04	0.02	0.93	17.02	0.0881	0.623	0.58	0.2045	0.031	0.492	0.019	1.01
0.06	0.05	2.91	147.42	0.0102	0.319	0.93	0.07	0.018	0.181	0.011	3.05
0.06	0.05	2.77	140.11	0.0107	0.325	0.90	0.072	0.018	0.185	0.012	2.82
0.06	0.05	3.23	163.75	0.0125	0.314	1.01	0.068	0.017	0.176	0.011	3.66
0.04	0.02	0.97	17.61	0.1289	0.608	0.59	0.196	0.030	0.474	0.018	1.04
0.06	0.05	1.80	90.96	0.0250	0.37	0.66	0.088	0.022	0.225	0.014	1.44
0.04	0.02	0.93	17.02	0.1891	0.64	0.60	0.214	0.033	0.512	0.020	1.05
0.04	0.02	0.89	16.23	0.2061	0.664	0.59	0.228	0.035	0.542	0.021	1.01
0.04	0.02	0.94	17.21	0.2004	0.651	0.61	0.22	0.034	0.525	0.020	1.10
0.04	0.02	3.26	59.49	0.0580	0.45	1.47	0.12	0.018	0.302	0.012	7.59
0.06	0.05	2.92	147.97	0.0293	0.364	1.06	0.086	0.022	0.220	0.014	3.74
0.06	0.05	2.02	102.33	0.0477	0.426	0.86	0.11	0.028	0.278	0.018	2.26
0.08	0.07	2.91	212.57	0.0262	0.354	1.03	0.082	0.025	0.210	0.016	3.34
0.04	0.02	1.95	35.57	0.1667	0.619	1.21	0.202	0.031	0.487	0.019	4.37
0.04	0.02	1.20	21.96	0.2834	0.72	0.87	0.262	0.040	0.610	0.023	2.09
0.04	0.02	1.49	27.21	0.2473	0.694	1.04	0.246	0.037	0.578	0.022	3.04
0.04	0.02	0.89	16.31	0.4126	0.801	0.72	0.318	0.048	0.717	0.027	1.35
0.04	0.02	1.84	33.49	0.2022	0.654	1.20	0.222	0.034	0.529	0.020	4.21
0.04	0.02	1.86	34.02	0.2318	0.681	1.27	0.238	0.036	0.562	0.021	4.62
0.04	0.02	1.62	29.56	0.2711	0.71	1.15	0.256	0.039	0.599	0.023	3.71
0.04	0.02	1.13	20.63	0.4190	0.807	0.91	0.322	0.049	0.724	0.028	2.19

Cuadro N^o 19. Cálculos hidráulicos (T-17-11 a T-1-15)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		S tubería (%)	Qd (lps)		Diámetro	
	De	A		A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo		Acumulado	Ajustado	(in)	(metros)
T 17-11	CI 1004	CI 1003	7.65	132.64	132.51	131.15	131.08	0.93	8.64	8.64	6	0.1524
T 17-12	CI 1003	CI 1002	46.03	132.51	131.61	131.08	130.79	0.62	8.64	8.64	6	0.1524
T 17-13	CI 1002	CI 1001	14.30	131.61	131.41	130.79	130.69	0.71	8.64	8.64	6	0.1524
T 17-14	CI 1001	CI 1001A	16.40	131.41	131.35	130.69	130.58	0.68	8.64	8.64	6	0.1524
T 17-15	CI 1001A	CI 1000	20.00	131.35	131.63	130.58	130.46	0.60	8.94	8.94	6	0.1524
T 17-16	CI 1000	Z	20.00	131.63	131.61	130.46	130.10	1.81	9.69	9.69	6	0.1524
T 17-1	Z	15	95.61	131.61	132.38	130.08	129.78	0.31	9.93	9.93	6	0.1524
T 17-2	15	16	66.21	130.10	132.12	129.78	129.56	0.34	9.97	9.97	12	0.3048
T 1-10	16	17	64.14	132.12	130.97	129.56	129.27	0.45	10.30	10.30	12	0.3048
T 1-11	17	18	40.74	130.97	130.12	129.27	128.59	1.67	10.33	10.33	12	0.3048
T 1-12	18	19	34.47	130.12	129.40	128.59	127.87	2.07	10.68	10.68	12	0.3048
T 1-13	19	21	64.82	129.40	128.21	127.87	126.68	1.85	10.79	10.79	12	0.3048
T 2-1	CI 14	CI 15	61.30	132.51	131.97	131.44	130.89	0.91	11.29	11.29	6	0.1524
T 2-2	CI 15	CI 16	6.68	131.97	131.89	130.89	130.81	1.18	11.59	11.59	6	0.1524
T 2-3	CI 16	CI 17	64.51	131.89	130.73	130.81	129.65	1.80	11.84	11.84	6	0.1524
T 2-4	CI 17	CI 18	65.20	130.73	129.65	129.65	128.66	1.52	12.03	12.03	6	0.1524
T 2-5	CI 18	CI 19	64.44	129.65	128.78	128.57	127.86	1.09	12.47	12.47	6	0.1524
T 2-6	CI 19	20	99.58	128.80	129.35	127.86	127.38	0.48	12.51	12.51	6	0.1524
T 2-7	20	21	73.50	129.36	128.21	127.38	126.68	0.96	12.77	12.77	12	0.3048
T 1-14	21	22	64.36	128.21	127.06	126.68	125.15	2.36	14.55	14.55	12	0.3048
T 1-15	22	23	66.42	127.06	125.82	125.15	124.29	1.30	15.25	15.25	12	0.3048

Cuadro N° 20. Cálculos hidráulicos (T-17-11 a T-1-15) continuación

RhLL	ALL	VLL	QLL	Qd/QLL Ajustado	Vd/VLL	Vd	d/D	d	rh/RHLL	rh	τ
(m)	(m ²)	(m/s)	lps			(m/s)		(m)		(m)	(m)
0.04	0.02	1.21	22.11	0.3909	0.79	0.96	0.31	0.047	0.702	0.027	2.44
0.04	0.02	0.99	18.03	0.4795	0.835	0.83	0.344	0.052	0.764	0.029	1.76
0.04	0.02	1.06	19.38	0.4459	0.82	0.87	0.332	0.051	0.742	0.028	1.98
0.04	0.02	1.04	18.88	0.4578	0.825	0.85	0.336	0.051	0.749	0.029	1.89
0.04	0.02	0.97	17.78	0.5028	0.848	0.83	0.354	0.054	0.781	0.030	1.75
0.04	0.02	1.69	30.83	0.3144	0.741	1.25	0.276	0.042	0.638	0.024	4.30
0.04	0.02	0.70	12.77	0.7774	0.954	0.67	0.452	0.069	0.935	0.036	1.08
0.08	0.07	1.17	85.51	0.1166	0.554	0.65	0.168	0.051	0.412	0.031	1.06
0.08	0.07	1.33	97.30	0.1059	0.538	0.72	0.16	0.049	0.394	0.030	1.31
0.08	0.07	2.58	188.40	0.0548	0.441	1.14	0.116	0.035	0.292	0.022	3.65
0.08	0.07	2.87	209.72	0.0509	0.431	1.24	0.112	0.034	0.283	0.022	4.38
0.08	0.07	2.72	198.18	0.0544	0.441	1.20	0.116	0.035	0.292	0.022	4.04
0.04	0.02	1.20	21.86	0.5167	0.853	1.02	0.358	0.055	0.788	0.030	2.67
0.04	0.02	1.37	24.96	0.4643	0.83	1.14	0.34	0.052	0.757	0.029	3.35
0.04	0.02	1.69	30.76	0.3849	0.787	1.33	0.308	0.047	0.699	0.027	4.69
0.04	0.02	1.55	28.32	0.4247	0.809	1.26	0.324	0.049	0.728	0.028	4.14
0.04	0.02	1.31	23.97	0.5203	0.855	1.12	0.36	0.055	0.791	0.030	3.23
0.04	0.02	0.87	15.90	0.7870	0.956	0.83	0.452	0.069	0.935	0.036	1.68
0.08	0.07	1.96	143.12	0.0892	0.513	1.01	0.148	0.045	0.367	0.028	2.65
0.08	0.07	3.07	224.09	0.0649	0.464	1.42	0.126	0.038	0.316	0.024	5.59
0.08	0.07	2.28	166.10	0.0918	0.517	1.18	0.15	0.046	0.372	0.028	3.61

Cuadro N° 21. Cálculos hidráulicos (T-1-16 a T-D)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		S tubería (%)	Qd (lps)		Diámetro	
	De	A		A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo		Acumulado	Ajustado	(in)	(metros)
T 1-16	23	24	62.60	125.82	124.96	124.24	123.43	1.29	15.58	15.58	12	0.3048
T 1-17	24	25	65.79	124.46	123.94	123.43	122.41	1.55	15.90	15.90	12	0.3048
T 1-18	25	26	60.41	123.44	122.41	122.41	120.88	2.54	16.28	16.28	12	0.3048
T 1-19	26	27	62.98	122.41	121.64	126.88	120.12	10.73	16.87	16.87	12	0.3048
T 1-20	27	28	60.29	121.65	121.05	120.12	119.52	1.00	17.35	17.35	12	0.3048
T 1-21	28	29	62.39	121.05	119.01	119.52	118.28	1.98	17.79	17.79	12	0.3048
T 1-22	29	30	60.38	119.81	118.93	118.28	117.40	1.46	18.36	18.36	12	0.3048
T 1-23	30	34	61.43	118.93	117.38	117.40	113.11	6.99	18.61	18.61	12	0.3048
T 5-3	CI 37	CI 38	49.36	128.06	126.99	126.98	125.91	2.18	18.61	18.61	6	0.1524
T 5-4	CI 38	CI 39	70.45	126.99	125.63	125.91	124.47	2.04	19.05	19.05	6	0.1524
T 5-5	CI 39	CI 44	52.75	125.63	125.03	124.46	123.23	2.33	19.54	19.54	6	0.1524
T 5-5A	CI 44	Y	19.61	125.03	124.68	123.23	122.75	2.49	19.54	19.54	6	0.1524
T 6-1	CI 40	CI 41	73.91	126.91	126.11	125.86	125.03	1.13	19.75	19.75	6	0.1524
T 6-2	CI 41	CI 42	53.41	126.11	125.45	125.03	124.37	1.23	19.96	19.96	6	0.1524
T 6-3	CI 42	CI 43	54.81	125.45	125.06	124.37	123.98	0.72	20.15	20.15	6	0.1524
T 6-4	CI 43	CI 44A	61.20	125.06	124.74	123.98	123.65	0.53	20.23	20.23	6	0.1524
T 6-5	CI 44A	Y	8.99	124.74	124.68	123.65	122.75	10.09	20.23	20.23	6	0.1524
T 5-6	Y	45	67.69	124.68	123.15	122.75	122.07	0.99	21.53	21.53	6	0.1524
T 5-7	45	46	60.53	123.15	121.92	122.07	120.79	2.12	22.65	22.65	6	0.1524
T 5-8	46	47	63.20	121.92	120.81	120.79	119.68	1.76	24.06	24.06	8	0.2032
T 5-9	47	48	60.00	120.81	119.93	119.68	118.50	1.96	26.18	26.18	8	0.2032
T 5-10	48	49	62.26	119.93	118.09	118.50	116.87	2.61	27.68	27.68	8	0.2032
T D	CI D	CI C	80.79	119.72	119.68	118.72	118.48	0.30	29.13	29.13	6	0.1524

Cuadro N^o 22. Cálculos hidráulicos (T-1-16 a T-D) continuación

RhLL	ALL	VLL	QLL	Qd/QLL Ajustado	Vd/VLL	Vd	d/D	d	rh/RHLL	rh	τ
(m)	(m ²)	(m/s)	lps			(m/s)		(m)		(m)	(Pa)
0.08	0.07	2.27	165.45	0.0942	0.501	1.14	0.152	0.046	0.376	0.029	3.62
0.08	0.07	2.49	181.44	0.0876	0.508	1.26	0.146	0.045	0.362	0.028	4.20
0.08	0.07	3.18	232.28	0.0701	0.478	1.52	0.132	0.040	0.330	0.025	6.27
0.08	0.07	6.54	477.37	0.0353	0.386	2.53	0.094	0.029	0.240	0.018	19.25
0.08	0.07	1.99	145.49	0.1193	0.558	1.11	0.17	0.052	0.417	0.032	3.11
0.08	0.07	2.81	204.93	0.0868	0.508	1.43	0.146	0.045	0.362	0.028	5.35
0.08	0.07	2.41	176.02	0.1043	0.501	1.21	0.152	0.046	0.376	0.029	4.10
0.08	0.07	5.28	385.22	0.0483	0.426	2.25	0.11	0.034	0.278	0.021	14.52
0.04	0.02	1.86	33.88	0.5493	0.868	1.61	0.37	0.056	0.808	0.031	6.58
0.04	0.02	1.80	32.79	0.5811	0.875	1.57	0.376	0.057	0.818	0.031	6.24
0.04	0.02	1.92	35.02	0.5580	0.872	1.67	0.374	0.057	0.815	0.031	7.09
0.04	0.02	1.98	36.20	0.5397	0.865	1.72	0.366	0.056	0.801	0.031	7.45
0.04	0.02	1.34	24.36	0.8105	0.964	1.29	0.46	0.070	0.947	0.036	3.99
0.04	0.02	1.39	25.41	0.7853	0.946	1.32	0.452	0.069	0.935	0.036	4.29
0.04	0.02	1.07	19.48	1.0341	1.026	1.10	0.532	0.081	1.039	0.040	2.80
0.04	0.02	0.92	16.75	1.2079	1.064	0.98	0.586	0.089	1.097	0.042	2.18
0.04	0.02	4.00	72.89	0.2775	0.717	2.87	0.26	0.040	0.607	0.023	22.89
0.04	0.02	1.25	22.85	0.9425	1.002	1.26	0.502	0.077	1.003	0.038	3.72
0.04	0.02	1.83	33.42	0.6776	0.92	1.69	0.416	0.063	0.882	0.034	6.99
0.05	0.03	2.02	65.53	0.3671	0.776	1.57	0.3	0.061	0.684	0.035	5.99
0.05	0.03	2.14	69.25	0.3781	0.782	1.67	0.304	0.062	0.691	0.035	6.76
0.05	0.03	2.46	79.92	0.3463	0.762	1.88	0.29	0.059	0.665	0.034	8.67
0.04	0.02	0.69	12.56	2.3190	1.097	0.76	0.934	0.142	1.164	0.044	1.30

Cuadro N° 23. Cálculos hidráulicos (T-C a T-4-15)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		S tubería (%)	Qd (lps)		Diámetro	
	De	A		A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo		Acumulado	Ajustado	(in)	(metros)
T C	CI C	CI B	73.81	119.68	119.30	118.48	118.10	0.51	29.27	29.27	6	0.1524
T B	CI B	CI A	73.81	118.48	118.96	118.10	117.76	0.46	29.42	29.42	6	0.1524
T A	CI A	CI 49A	64.91	118.90	118.37	117.76	117.10	1.01	29.53	29.53	6	0.1524
T A1	CI 49A	CI 49	8.90	118.37	118.07	117.15	116.87	3.13	30.03	30.03	6	0.1524
T 5-11	CI 49	CI 50	53.47	118.07	117.87	116.87	116.67	0.38	30.05	30.05	8	0.2032
T 5-12	CI 50	CI 51	67.48	117.87	117.25	116.67	116.05	0.92	30.33	30.33	8	0.2032
T 5-13	CI 51	31	66.80	117.25	116.73	116.05	114.43	2.42	30.66	30.66	8	0.2032
T 11-1	CI 52	31	50.95	115.86	116.73	114.77	114.43	0.67	31.50	31.50	6	0.1524
T 5-14	31	32	52.18	116.73	117.34	114.43	114.19	0.46	31.82	31.82	10	0.254
T 5-15	32	33	60.65	117.34	117.31	114.19	113.49	1.16	32.16	32.16	10	0.254
T 4-6	CI 26	CI 27	85.11	126.35	125.92	125.27	124.87	0.48	32.41	32.41	6	0.1524
T 4-7	CI 27	CI 28	71.38	125.42	125.44	124.87	124.32	0.76	32.58	32.58	6	0.1524
T 4-8	CI 28	CI 29	57.87	125.44	124.44	124.37	122.95	2.46	32.68	32.68	6	0.1524
T 4-8A	CI 29	X	12.80	124.44	124.26	122.95	122.55	3.10	32.74	32.74	6	0.1524
T 4-9	X	CI 30	61.98	124.20	122.83	122.55	121.75	1.30	33.52	33.52	6	0.1524
T 4-10	CI 30	CI 31	60.62	122.83	121.66	121.75	120.58	1.94	33.63	33.63	6	0.1524
T 4-11	CI 31	CI 32	61.69	121.66	120.63	120.58	119.55	1.66	34.17	34.17	6	0.1524
T 4-12	CI 32	33	61.66	120.63	119.57	119.55	118.49	1.72	35.12	35.12	6	0.1524
T 4-13	33	CI 33A	59.37	119.57	118.80	118.47	117.30	1.97	35.75	35.75	6	0.1524
T 4-14	CI 33A	33	64.70	118.47	117.31	117.30	113.49	5.89	36.15	36.15	6	0.1524
T 4-15	33	34	96.31	117.31	117.38	113.49	113.11	0.39	36.15	36.15	10	0.254

Cuadro N^o 24. Cálculos hidráulicos (T-C a T-4-15) continuación

RhLL	ALL	VLL	QLL	Qd/QLL Ajustado	Vd/VLL	Vd	d/D	d	rh/RHLL	rh	τ
(m)	(m ²)	(m/s)	lps			(m/s)		(m)		(m)	(Pa)
0.04	0.02	0.90	16.42	1.7825	1.138	1.02	0.782	0.119	1.215	0.046	2.33
0.04	0.02	0.86	15.64	1.8806	1.14	0.98	0.826	0.126	1.217	0.046	2.11
0.04	0.02	1.27	23.11	1.2779	1.076	1.36	0.606	0.092	1.116	0.043	4.23
0.04	0.02	2.23	40.63	0.7391	0.94	2.09	0.436	0.066	0.912	0.035	10.69
0.05	0.03	0.93	30.30	0.9917	1.015	0.95	0.516	0.105	1.020	0.052	1.91
0.05	0.03	1.47	47.53	0.6381	0.904	1.32	0.402	0.082	0.860	0.044	3.96
0.05	0.03	2.37	76.94	0.3985	0.793	1.88	0.312	0.063	0.706	0.036	8.53
0.04	0.02	1.03	18.72	1.6829	1.132	1.16	0.742	0.113	1.204	0.046	2.99
0.06	0.05	1.20	60.90	0.5225	0.858	1.03	0.362	0.092	0.795	0.050	2.29
0.06	0.05	1.90	96.34	0.3338	0.756	1.44	0.286	0.073	0.657	0.042	4.73
0.04	0.02	0.87	15.87	2.0421	1.097	0.95	0.934	0.142	1.164	0.044	2.08
0.04	0.02	1.10	20.05	1.6245	1.121	1.23	0.722	0.110	1.196	0.046	3.41
0.04	0.02	1.97	35.97	0.9085	0.993	1.96	0.492	0.075	0.990	0.038	9.09
0.04	0.02	2.22	40.42	0.8102	0.964	2.14	0.46	0.070	0.947	0.036	10.98
0.04	0.02	1.43	26.12	1.2833	1.077	1.54	0.608	0.093	1.118	0.043	5.41
0.04	0.02	1.75	31.95	1.0525	1.029	1.80	0.536	0.082	1.044	0.040	7.56
0.04	0.02	1.62	29.58	1.1552	1.052	1.71	0.568	0.087	1.079	0.041	6.70
0.04	0.02	1.65	30.12	1.1661	1.055	1.74	0.572	0.087	1.083	0.041	6.97
0.04	0.02	1.76	32.19	1.1107	1.042	1.84	0.554	0.084	1.064	0.041	7.82
0.04	0.02	3.05	55.71	0.6489	0.915	2.79	0.412	0.063	0.876	0.033	19.30
0.06	0.05	1.11	56.07	0.6448	0.907	1.00	0.404	0.103	0.863	0.055	2.10
0.10	0.11	1.58	179.76	0.2022	0.654	1.03	0.222	0.085	0.529	0.050	2.29

Cuadro N^o 25. Cálculos hidráulicos (T-3-1 a T-1-25)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		S tubería (%)	Qd (lps)		Diámetro	
	De	A		A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo		Acumulado	Ajustado	(in)	(metros)
T 3-1	CI 53	CI 54	26.00	127.42	126.92	126.37	125.84	2.02	37.01	37.01	6	0.1524
T 3-2	CI 54	CI 55	38.04	126.92	126.37	125.84	125.29	1.44	37.10	37.10	6	0.1524
T 3-3	CI 55	CI 56	69.51	126.37	125.27	125.29	124.19	1.59	37.67	37.67	6	0.1524
T 3-4	CI 56	CI 57	51.20	125.27	124.32	124.19	123.24	1.86	38.06	38.06	6	0.1524
T 3-5	CI 57	CI 58	11.84	124.32	124.11	123.24	122.85	3.34	38.06	38.06	6	0.1524
T 3-6	CI 58	CI 59	31.50	124.11	123.53	122.85	122.34	1.62	38.30	38.30	6	0.1524
T 3-7	CI 59	CI 60	27.36	123.53	122.99	122.34	121.91	1.57	38.38	38.38	6	0.1524
T 3-8	CI 60	CI 61	15.93	122.99	121.97	121.91	120.89	6.38	38.88	38.88	6	0.1524
T 3-9	CI 61	CI 62	51.20	121.97	121.46	120.89	120.38	0.99	38.95	38.95	6	0.1524
T 3-10	CI 62	CI 63	24.21	121.46	121.21	120.38	120.01	1.55	39.64	39.64	6	0.1524
T 3-11	CI 63	CI 64	35.22	121.21	120.31	120.01	118.81	3.41	39.71	39.71	6	0.1524
T 3-12	56	55	74.25	120.31	119.28	118.81	117.78	1.39	40.42	40.42	8	0.2032
T 3-13	55	54	36.58	119.28	118.81	117.78	117.31	1.28	40.92	40.92	8	0.2032
T 3-14	54	53	27.82	118.81	118.51	117.31	117.01	1.09	40.92	40.92	8	0.2032
T 3-15	53	52	55.66	118.51	117.20	117.01	115.70	2.34	41.58	41.58	8	0.2032
T 3-16	52	51	49.85	117.20	116.60	115.70	115.45	0.51	41.89	41.89	8	0.2032
T 3-17	51	35	56.34	116.60	116.82	115.45	115.29	0.28	42.23	42.23	8	0.2032
T 3-18	35	36	56.04	116.82	116.92	115.29	114.96	0.58	42.38	42.38	8	0.2032
T 8-1	CI 70	36	52.13	117.64	116.92	116.59	114.96	3.11	43.15	43.15	6	0.1524
T 3-19	36	37	91.10	116.92	116.33	114.96	112.85	2.32	43.15	43.15	8	0.2032
T 1-25	37	38	71.11	116.33	115.18	112.85	112.62	0.32	43.36	43.36	15	0.381

Cuadro N° 26. Cálculos hidráulicos (T-9-1 a T-1-25) continuación

RhLL	ALL	VLL	QLL	Qd/QLL Ajustado	Vd/VLL	Vd	d/D	d	rh/RHLL	rh	τ
(m)	(m ²)	(m/s)	lps			(m/s)		(m)		(m)	(Pa)
0.04	0.02	1.79	32.58	1.1361	1.048	1.87	0.562	0.086	1.073	0.041	8.08
0.04	0.02	1.51	27.57	1.3456	1.088	1.64	0.628	0.096	1.135	0.043	6.12
0.04	0.02	1.58	28.90	1.3035	1.081	1.71	0.614	0.094	1.123	0.043	6.65
0.04	0.02	1.71	31.26	1.2177	1.065	1.83	0.588	0.090	1.099	0.042	7.62
0.04	0.02	2.30	41.97	0.9069	0.993	2.28	0.492	0.075	0.990	0.038	12.38
0.04	0.02	1.60	29.23	1.3102	1.083	1.74	0.618	0.094	1.127	0.043	6.83
0.04	0.02	1.58	28.77	1.3340	1.086	1.71	0.624	0.095	1.132	0.043	6.65
0.04	0.02	3.18	57.96	0.6709	0.917	2.91	0.414	0.063	0.879	0.033	20.95
0.04	0.02	1.25	22.81	1.7072	1.134	1.42	0.752	0.115	1.207	0.046	4.46
0.04	0.02	1.57	28.56	1.3879	1.095	1.71	0.642	0.098	1.146	0.044	6.63
0.04	0.02	2.32	42.38	0.9369	1	2.32	0.5	0.076	1.000	0.038	12.75
0.05	0.03	1.80	58.21	0.6944	0.926	1.66	0.422	0.086	0.891	0.045	6.16
0.05	0.03	1.72	55.84	0.7328	0.932	1.60	0.428	0.087	0.900	0.046	5.73
0.05	0.03	1.59	51.66	0.7921	0.958	1.53	0.454	0.092	0.938	0.048	5.11
0.05	0.03	2.33	75.68	0.5494	0.87	2.03	0.372	0.076	0.811	0.041	9.48
0.05	0.03	1.09	35.28	1.1874	1.059	1.15	0.578	0.117	1.089	0.055	2.77
0.05	0.03	0.81	26.26	1.6083	1.125	0.91	0.718	0.146	1.194	0.061	1.68
0.05	0.03	1.16	37.70	1.1241	1.046	1.22	0.56	0.114	1.070	0.054	3.10
0.04	0.02	2.22	40.49	1.0657	1.032	2.29	0.54	0.082	1.048	0.040	12.20
0.05	0.03	2.32	75.27	0.5733	0.879	2.04	0.38	0.077	0.825	0.042	9.54
0.10	0.11	1.31	149.60	0.2899	0.726	0.95	0.266	0.101	0.618	0.059	1.85

Cuadro N° 27. Cálculos hidráulicos (T-1-26 a T-1-44)

Tramo	PVS		Longitud (m)	Elevación terreno (m)		Elevación Invert (m)		S tubería (%)	Qd (lps)		Diámetro	
	De	A		A. Arriba	A. Abajo	PVS Arriba	PVS Abajo		Acumulado	Ajustado	(in)	(metros)
T 1-26	38	39	31.70	115.18	114.62	112.62	112.47	0.47	43.36	43.36	15	0.381
T 1-27	39	40	83.81	114.62	113.44	112.47	111.83	0.77	43.36	43.36	15	0.381
T 1-28	40	41	54.75	113.44	112.60	111.83	110.97	1.57	43.36	43.36	15	0.381
T 1-29	41	42	57.26	112.60	112.17	110.97	110.52	0.80	43.36	43.36	15	0.381
T 1-30	42	43	28.10	112.17	110.93	110.52	109.32	4.26	43.36	43.36	15	0.381
T 1-31	43	44	61.69	110.93	109.81	109.32	108.20	1.81	43.36	43.36	15	0.381
T 1-32	44	45	67.82	109.81	108.60	108.20	106.99	1.80	43.36	43.36	15	0.381
T 1-33	45	46	61.43	108.60	107.53	106.99	105.92	1.73	43.36	43.36	15	0.381
T 1-34	46	47	47.95	107.53	106.67	105.92	105.06	1.80	43.36	43.36	15	0.381
T 1-35	47	48A	35.53	106.67	105.74	105.06	104.07	2.79	43.36	43.36	15	0.381
T 1-36	48A	48	10.51	105.74	105.56	104.07	103.91	1.50	43.36	43.36	15	0.381
T 1-36A	48	49	33.35	105.56	105.06	103.91	103.45	1.39	43.36	43.36	15	0.381
T 1-37	49	50	69.63	105.06	103.86	103.45	102.47	1.41	43.36	43.36	15	0.381
T 1-38	50	CS 01	89.98	103.86	102.87	102.47	101.97	0.55	43.36	43.36	15	0.381
T 1-39	CS 01	CS 02	96.26	102.87	102.64	101.97	101.46	0.53	43.55	43.55	15	0.381
T 1-40	CS 02	CS 03	95.41	102.64	101.82	101.46	100.67	0.82	43.72	43.72	15	0.381
T 1-41	CS 03	CS 04	99.34	101.82	100.49	100.67	99.34	1.35	43.89	43.89	15	0.381
T 1-42	CS 04	CS 05	98.97	100.49	99.49	99.34	98.34	1.01	44.02	44.02	15	0.381
T 1-43	CS 05	CS 06	99.35	99.49	97.62	98.34	96.44	1.91	44.23	44.23	15	0.381
T 1-44	CS 06	EXIST.	90.00						44.35	44.35	15	0.381

Cuadro N^o 28. Cálculos hidráulicos (T-1-26 a T-1-44) continuación

RhLL	ALL	VLL	QLL	Qd/QLL Ajustado	Vd/VLL	Vd	d/D	d	rh/RHLL	rh	τ
(m)	(m ²)	(m/s)	lps			(m/s)		(m)		(m)	(Pa)
0.10	0.11	1.59	181.74	0.2386	0.684	1.09	0.24	0.091	0.566	0.054	2.50
0.10	0.11	2.03	231.24	0.1875	0.64	1.30	0.214	0.082	0.512	0.049	3.66
0.10	0.11	2.90	330.55	0.1312	0.574	1.66	0.178	0.068	0.434	0.041	6.35
0.10	0.11	2.07	235.77	0.1839	0.637	1.32	0.212	0.081	0.508	0.048	3.78
0.10	0.11	4.78	545.07	0.0796	0.495	2.37	0.14	0.053	0.349	0.033	13.88
0.10	0.11	3.12	355.36	0.1220	0.562	1.75	0.172	0.066	0.421	0.040	7.12
0.10	0.11	3.11	354.21	0.1224	0.562	1.75	0.172	0.066	0.421	0.040	7.07
0.10	0.11	3.05	347.55	0.1248	0.566	1.73	0.174	0.066	0.426	0.041	6.89
0.10	0.11	3.11	354.65	0.1223	0.562	1.75	0.172	0.066	0.421	0.040	7.09
0.10	0.11	3.87	441.02	0.0983	0.529	2.05	0.156	0.059	0.385	0.037	10.02
0.10	0.11	2.84	323.94	0.1339	0.577	1.64	0.18	0.069	0.439	0.042	6.17
0.10	0.11	2.73	311.30	0.1393	0.585	1.60	0.184	0.070	0.448	0.043	5.81
0.10	0.11	2.75	313.28	0.1384	0.585	1.61	0.184	0.070	0.448	0.043	5.89
0.10	0.11	1.72	196.55	0.2206	0.671	1.16	0.232	0.088	0.550	0.052	2.84
0.10	0.11	1.69	192.69	0.2260	0.674	1.14	0.234	0.089	0.554	0.053	2.75
0.10	0.11	2.10	239.50	0.1826	0.633	1.33	0.21	0.080	0.504	0.048	3.87
0.10	0.11	2.69	306.62	0.1431	0.589	1.58	0.186	0.071	0.452	0.043	5.69
0.10	0.11	2.32	265.04	0.1661	0.618	1.44	0.2015	0.077	0.486	0.046	4.57
0.10	0.11	3.21	365.56	0.1210	0.562	1.80	0.172	0.066	0.421	0.040	7.53
0.10	0.11	0.00	0.00								

4.2.3. Tamaño del proyecto

Dimensionamiento de las obras a realizar.

A través de los datos proporcionados de la tabla de proyección de demanda se tiene que al final del periodo existe una descarga aproximada de 16.46 lps⁸ y 27.43 lps⁹ de aguas residuales como el volumen generado según el consumo de agua potable de la población objetivo por lo cual se propone la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para este sector y como obras requeridas en este estudio se tienen las siguientes.

Cuadro N^o 29. Cantidad de obra del alcantarillado condominial del barrio Bello Amanecer.

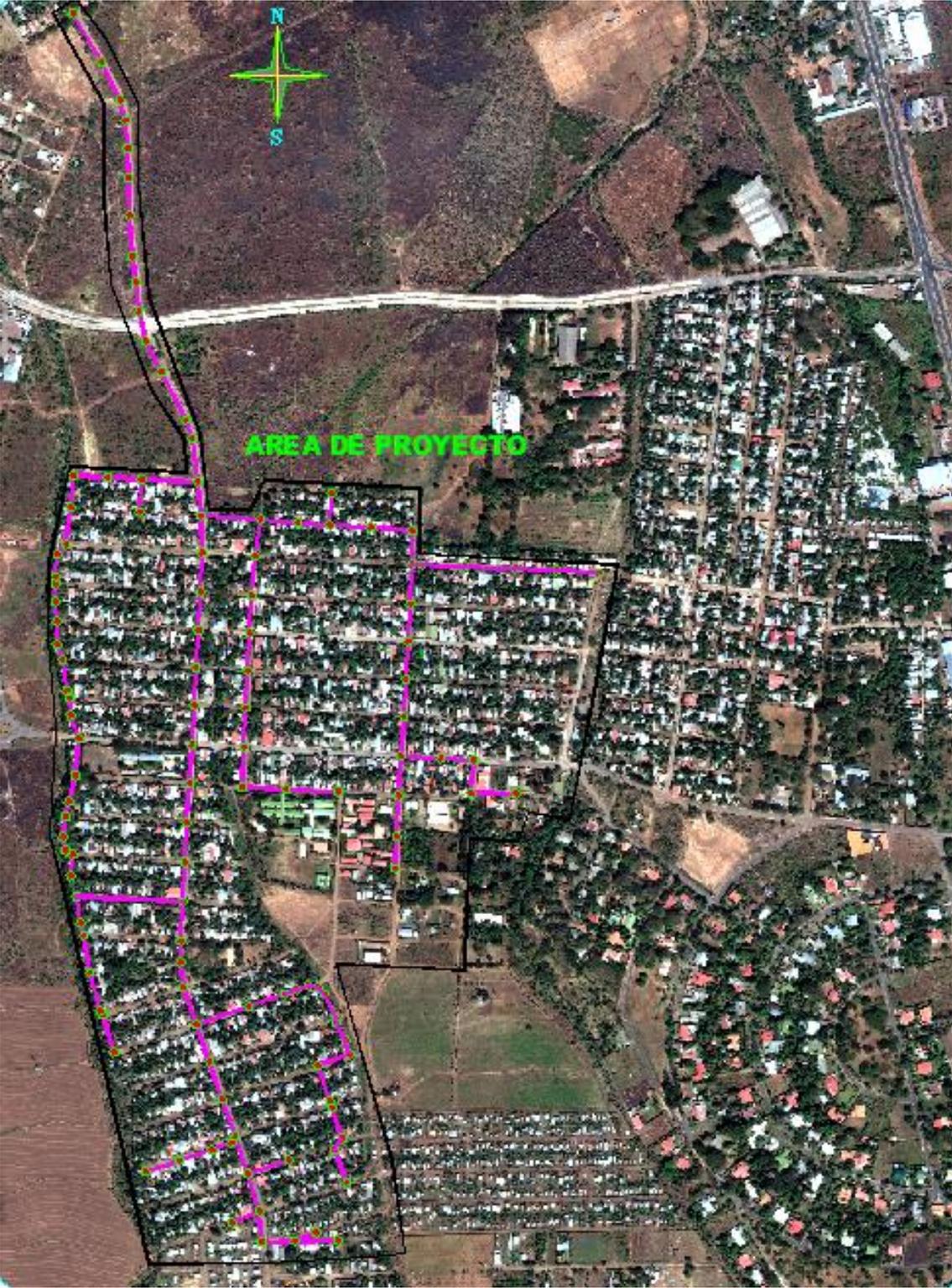
Item	Actividad	U.M.	Cantidad
380 - 00	Preliminares	m	23,280
390 - 00	Colectoras (excavación, relleno y compactación)	m ³	28,558
400 - 00	Suministros e instalación de tuberías	m	46,560
410 - 00	Instalación de conexiones domiciliarias	c/u	2,109
420 - 00	Pozos de visita	c/u	120
425 - 00	Otras Obras (quitar y reponer obras viales)	m ²	2,560
430 - 00	Medidas de mitigación y prevención de accidentes	glb	1
435 - 00	Limpieza y entrega	m	23,280

Construcción de 2,109 conexiones domiciliarias de aguas residuales.

La construcción de la línea de aguas residuales contempla la descarga final del sistema en la planta de tratamiento existente de Ciudad Sandino con una capacidad proyectada de entrada de 180 lps.

Antes de proceder a la descripción del proceso constructivo y del estudio económico es necesario mencionar que se procederá con el Sistema Condominial por ser este un sistema de bajo costo, según un rápido comparativo de presupuesto con los mismos alcances o menores, lo cual arroja un ahorro de hasta el 65 % sobre los costos directos.

Figura N°10. Dimensión del proyecto.



4.2.4. Estudio del Proceso.

4.2.4.1. Método constructivo del sistema condominial de alcantarillado.

Requisitos previos de ejecución

Antes del inicio de los trabajos deberán cumplirse, bajo la responsabilidad del Residente de obra, los siguientes requisitos:

Verificar que se disponga de los planos constructivos y del detalle, aprobados por ENACAL.

Contar con la aprobación del trazo y nivelación por donde irán a pasar las líneas, así como verificar los niveles y la pendiente del terreno.

Verificar la naturaleza del terreno antes de la colocación de la tubería, en algunos casos será necesario el reemplazo del material encontrado si es que fuera orgánico.

Se solicitará al proveedor certificado de calidad de las tuberías y accesorios, se verificará que éstas estén en perfectas condiciones y que cumpla con las especificaciones tanto en diámetros como en clase o serie según los planos previo a su instalación.

La cuadrilla deberá contar con los elementos de seguridad respectivos y con el equipo necesario para cada etapa de ejecución del ramal condominial.

Etapas y complementos del proceso constructivo del ramal condominial

Luego de cumplir con los requisitos antes descritos, se puede proceder a ejecutar la instalación del ramal condominial; a continuación se detallan en orden las etapas que comprenden la ejecución:

Trazo y Nivelación

En esta etapa la cuadrilla de topografía, plasmará lo indicado en los planos en el terreno, trazando en él, el eje de los tramos, la ubicación de las cajas condominiales, entre conexiones y cajas de inspección del sistema, así como las cotas que indican los niveles de profundidad requeridos para la excavación.

Excavación

Una vez que la cuadrilla de topografía haya indicado las cotas y la dirección del trazo se procederá a la excavación de las zanjas hasta los niveles especificados en el proyecto y para ello se empleará una retroexcavadora y volquetes.

De acuerdo a la disponibilidad del espacio, el material excedente procedente de la excavación se podrá colocar a un costado de la zona de excavación, delimitando en todo momento la zona de trabajo, o transportarlo al lugar de almacenamiento a través de los volquetes si el espacio fuese reducido. Si el material encontrado no es relleno orgánico, rocoso ni desmonte, servirá como material de préstamo para las capas finales de relleno.

En los casos de encontrar nivel freático; en el punto más bajo se excavará un foso con la suficiente profundidad para alojar mangueras de succión de las motobombas (achicadoras) a instalar; como la excavación en todo momento será desde la parte más baja hacia la más alta el agua siempre estará escurriendo y a la vez se estará bombeando a depósitos para ser derivados a otro lugar.

Perfilado y cama de apoyo para la tubería

Una vez terminado el trabajo de excavación, las zanjas deberán estar refinadas y niveladas; el refine consiste en el perfilado o conformación tanto de las paredes como del fondo, de la zanja, teniendo especial cuidado que no quede protuberancias rocosas que hagan contacto con el cuerpo del tubo.

Luego se colocará una cama de apoyo de arena gruesa para la tubería (o material selecto como sustituto) ésta tendrá un espesor de 0.10 m, (0.15 m para terreno rocoso), y se extenderá hasta la pared de la zanja en un mínimo de 0.25 m esto para fondo de zanja en terreno normal, terreno semirocoso o rocoso y no saturada; en el caso de terreno saturado debe ser utilizado grava de 1 1/4"- 1 1/2".

Instalación de cajas condominiales.

Las cajas podrán ser de 40 cm y 60 cm de diámetro dependiendo de la profundidad requerida; las cajas de 60 cm son las que reciben las descargas de la cuadra o manzana y son las que entregan al colector principal, además de ser las cajas de mayor profundidad.

Para el asentado de las cajas primero deberá ir el solado para las bases, que tendrá 5 cm de espesor y $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$. Después de vaciar el solado se colocará la base de la caja, para luego montar los cuerpos intermedios (de espesores 10 cm ó 20 cm) de acuerdo a la altura requerida por el proyecto y por último irá el marco de la caja; con la ayuda de un nivel de mano se verificará el alineamiento de lo instalado. Se usará mortero 1:3 con cemento tipo V para la mezcla de asentado de los cuerpos intermedios y marco. También se podrán utilizar cajas prefabricadas con los diámetros requeridos y extensiones de las mismas según los niveles necesarios en el terreno.

Instalación de la tubería

La tubería que se usará en la presente tesis para el ámbito perteneciente a ramales condominiales corresponde a tuberías y accesorios de PVC "Policloruro de vinilo" de acuerdo a la Norma Técnica Nacional para Alcantarillado. La línea de desagüe se fabrica de acuerdo a la ASTM D949.

Antes de que las tuberías sean bajadas a la zanja para su colocación, cada unidad será inspeccionada y limpiada, eliminándose cualquier elemento defectuoso que presente

rajaduras o protuberancias. Se debe verificar los empaques de hule no presenten fisuras, rayaduras ni irregularidades. Durante el proceso de instalación, todas las líneas deberán permanecer limpias en su interior y perfectamente alineada.

Se utilizará niples de 0.60 m. como máximo a la entrada y salida de la caja condominial. El resto del tramo será instalado con tubos completos.

Prueba de nivelación del tramo instalado

La profundidad del tramo a instalar estará determinada por la pendiente de diseño o por las interferencias de los servicios existentes. En todo caso se debe cumplir que el recubrimiento del relleno será de 0.50 m como mínimo, medido desde el inver del tubo al nivel de la rasante del terreno.

La prueba se efectuará empleando instrumentos topográficos de preferencia nivel, y consiste en verificar la pendiente y la longitud del tramo.

Se colocará la mira en el fondo de las cajas condominiales y se hará lectura de las cotas, por ser tramos no mayores a 100 m de longitud y de diámetro de 100 mm se puede proceder a tomar la prueba de nivelación de esta manera.

Al finalizar la prueba de nivelación se mide la longitud inclinada del tubo y se halla la pendiente, si esta cumple con lo especificado en la norma y lo que demanda el proyecto se procede a la a la definición constructiva donde se indicará el nombre de la calle y/o avenida por donde esté pasando el ramal, la fecha, la longitud del tramo inclinado y horizontal, pendiente hallada por tramo, tipo de terreno, proveedor de la tubería, diámetro, serie y se dejará el espacio en blanco para ser llenado luego de que se pasen las pruebas hidráulicas a zanja abierta y tapada.

Unión del tramo

Aprobada la etapa de nivelación, se procede a la instalación de la tubería, e inmediatamente a la protección de la misma con una capa de 15 cm de material de relleno y compactación manual con el extremo de la espiga cubierta, se procede a unir ésta a la caja condominial mediante la aplicación de mortero.

Relleno y compactación de zanjas

El relleno está dividido en dos etapas. El primer relleno compactado comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0.30 m por encima del nivel superior del tubo, este relleno será de material selecto (similar al empleado para la cama), que sirva de amortiguador al impacto de las cargas exteriores. Luego vendrá un segundo relleno compactado, que está comprendido entre el primer relleno y la sub-base. Los rellenos se realizarán con mini cargadores y la compactación con pisones manuales y una plancha compactadora en lo que corresponde al primer relleno y rodillo vibratorio y vibro pisones para el segundo relleno, respetando los niveles y dimensiones indicados en los planos.

El grado de compactación requerido tanto para el primer relleno como para el segundo relleno no será menor al 80 % de la máxima densidad seca del Proctor Modificado ASTM D 698 o AASHTO-T 180.

Prueba de infiltración hidráulica

La prueba hidráulica se realizará en tramos comprendidos entre cajas condominiales, el agua para la prueba llenará la caja condominial y el tramo de tubería aguas abajo. Previamente se taponearán las aberturas de ingreso en las cajas condominiales consecutivas.

Se recomienda llenar el tramo hasta una altura antes (10 cm aprox.) del borde del marco de la caja condominial. El tramo permanecerá con agua 24 horas como mínimo para

poder realizar la prueba durante la prueba de la tubería, es importante comprobar la impermeabilidad de las uniones, para lo cual se deben dejar las mismas descubiertas.

4.2.4.2. Equipos y Medios.

Para la realización y puesta en marcha de todo lo indicado en este procedimiento, se requerirá del siguiente equipamiento:

Para la instalación de tubería:

- 3 retroexcavadora que será compartida por dos cuadrillas
- 3 minicargador
- 2 mezcladora 1 m³
- 2 volquetes

Relleno y cama de apoyo:

- 30 pisones de mano
- 2 plancha compactadora
- 20 vibropisones

Nivelación y pruebas hidráulicas:

- Nivel y accesorios.
- 3 Camiones cisterna.

Seguridad.

Durante la ejecución de lo indicado en este procedimiento, se deben de tener en cuenta los siguientes riesgos:

Cortes en las manos.

Golpes en la cabeza y en las extremidades.

Derrumbes

Caídas al mismo nivel.

Sobreesfuerzos.

Por lo tanto será obligatorio el uso de las siguientes protecciones:

Cascos de protección.

Gafas de protección contra impactos.

Mascarilla de respiración.

Uniforme

Zapatos de protección.

Guantes de trabajo.

Bandas de señalización.

Vallas de protección.

Señales de tráfico.

Lo descrito anteriormente está basado en el procedimiento de construcción de los sistemas de agua y saneamiento de ENACAL, tomando en cuenta el manual de Sedapal (empresa brasileña pionera en el sistema condominial) y de la guía técnica correspondiente.

4.3. Estudio económico del proyecto.

4.3.1. Inversión en el proyecto a precios financieros.

La inversión comprende la adquisición de todos los activos fijos e intangibles necesarios para que la empresa inicie operaciones.

4.3.1.1 Activos fijos.

Se entiende por activos fijos, los bienes, propiedad de la empresa tales como:

Terrenos.

Obras civiles.

Maquinaria y Equipos.

En este proyecto en particular no se hará inversión en compra de terreno, debido a que todas las obras se realizarán en la vía pública y tampoco se harán compras de maquinaria y equipos especializados.

Obras civiles.

Las obras civiles a realizarse en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, están comprendidas en seis etapas:

Etapas:

Etapas preliminares.

Colectoras.

Suministro e instalación de tuberías.

Instalación de conexiones domiciliarias.

Pozos de visita

Otras obras.

Medidas de mitigación y prevención de accidentes

Limpieza y entrega.

Cuadro N° 30. Inversión infraestructura

Descripción	Costo (C\$)
Preliminares	613.978,22
Colectoras	5.936.028,58
Suministros instalación de tuberías	7.539.529,70
Instalación de conexiones domiciliarias	6.317.304,12
Pozos de visita	3.122.008,96
Otras obras	1.546.148,00
Medidas de mitigación y prevención de accidentes	447.602,83
Limpieza final y entrega	96.308,98
Total	25.618.909,39

Fuente: propia.

4.3.1.2. Activos intangibles o diferidos.

Son todos los bienes y servicios intangibles que son indispensables para la iniciación del proyecto, pero no intervienen directamente en la producción.

Cuadro N° 31. Activos diferidos

Descripción	%	Monto (C\$)
Formulación	5%	1.280.945,47
Supervisión	5%	1.280.945,47
Total		2.561.890,94

Fuente: propia.

4.3.1.3. Inversión total.

Comprende el total de inversión en activos fijos y diferidos.

Cuadro N° 32. Inversión total

Descripción	Monto (C\$)
Infraestructura	25.618.909,39
Activos diferidos	2.561.890,94
Total	28.180.800,33

Fuente: propia.

4.3.2. Ingresos del proyecto a precios financieros.

Los ingresos en un proyecto son calculados con respecto al costo propuesto por ENACAL para el servicio de alcantarillado sanitario de 1.58 córdobas por metro cúbico y de acuerdo a la cantidad proyectada para el periodo de estudio del proyecto.

Cuadro N° 33. Presupuesto de ingresos

Año	Tarifa por m ³	Consumo total (m ³)	Ingresos (C\$)
2017	1,58	682.736	
2018	1,58	703.338	1.111.274,25
2019	1,58	724.562	1.144.808,15
2020	1,58	746.427	1.179.353,97
2021	1,58	768.951	1.214.942,25
2022	1,58	792.155	1.251.604,44
2023	1,58	816.059	1.289.372,96
2024	1,58	840.684	1.328.281,18
2025	1,58	866.053	1.368.363,50
2026	1,58	892.187	1.409.655,35
2027	1,58	919.110	1.452.193,22
2028	1,58	946.845	1.496.014,72
2029	1,58	975.417	1.541.158,58
2030	1,58	1.004.851	1.587.664,70
2031	1,58	1.035.174	1.635.574,20
2032	1,58	1.066.411	1.684.929,41
2033	1,58	1.098.591	1.735.773,98
2034	1,58	1.131.742	1.788.152,83
2035	1,58	1.165.894	1.842.112,28
2036	1,58	1.201.076	1.897.700,00
2037	1,58	1.237.320	1.954.965,15

Fuente: propia.

4.3.3. Costos de operación del proyecto a precios financieros.

Los costos de operación son aquellos que toman en cuenta los costos de mantenimiento del sistema y su reparación a través del tiempo cada tres años.

Gasto en mantenimiento.

Cuadro N° 34. Gasto en mantenimiento

Descripción	Porcentaje	Monto
Mantenimiento	1,00%	211.169,90

Fuente: propia.

Gasto en reparación.

Cuadro N° 35. Gasto en reparaciones

Descripción	Porcentaje	Monto
Reparación	3,00%	633.509,69

Fuente: propia.

Flujo de costos de operación.

Cuadro N° 36. Flujo de costos de operación.

Año	Mantenimiento	Reparación	Total
2018	211.169,90		211.169,90
2019	211.169,90		211.169,90
2020	211.169,90		211.169,90
2021	211.169,90	633.509,69	844.679,59
2022	211.169,90		211.169,90
2023	211.169,90		211.169,90
2024	211.169,90		211.169,90
2025	211.169,90	633.509,69	844.679,59
2026	211.169,90		211.169,90
2027	211.169,90		211.169,90
2028	211.169,90		211.169,90
2029	211.169,90	633.509,69	844.679,59
2030	211.169,90		211.169,90
2031	211.169,90		211.169,90
2032	211.169,90		211.169,90
2033	211.169,90	633.509,69	844.679,59
2034	211.169,90		211.169,90
2035	211.169,90		211.169,90
2036	211.169,90		211.169,90
2037	211.169,90	633.509,69	844.679,59

Fuente: propia.

4.3.4. Impuestos.

Según la ley de equidad fiscal ENACAL está exenta de todo impuesto establecido en las leyes y por deberse de un proyecto de interés social también está exenta del impuesto municipal del 1.25% sobre el costo total de la obra.

4.3.5. Flujo de caja financiero.

Con la información obtenida de los ingresos y los costos de operación del sistema se elabora el flujo de caja del proyecto.

Cuadro N^o 37. Flujo de caja a precios financieros

Año	Beneficios	Gastos	Inversión	Valor de salvamento	Flujo de caja
2017			28.180.800,33		-28.180.800,33
2018	1.111.274,25	211.169,90			900.104,35
2019	1.144.808,15	211.169,90			933.638,25
2020	1.179.353,97	211.169,90			968.184,07
2021	1.214.942,25	844.679,59			370.262,66
2022	1.251.604,44	211.169,90			1.040.434,55
2023	1.289.372,96	211.169,90			1.078.203,06
2024	1.328.281,18	211.169,90			1.117.111,28
2025	1.368.363,50	844.679,59			523.683,91
2026	1.409.655,35	211.169,90			1.198.485,45
2027	1.452.193,22	211.169,90			1.241.023,32
2028	1.496.014,72	211.169,90			1.284.844,82
2029	1.541.158,58	844.679,59			696.478,98
2030	1.587.664,70	211.169,90			1.376.494,80
2031	1.635.574,20	211.169,90			1.424.404,30
2032	1.684.929,41	211.169,90			1.473.759,52
2033	1.735.773,98	844.679,59			891.094,39
2034	1.788.152,83	211.169,90			1.576.982,94
2035	1.842.112,28	211.169,90			1.630.942,38
2036	1.897.700,00	211.169,90			1.686.530,10
2037	1.954.965,15	844.679,59		5.636.160,07	6.746.445,62

Fuente: propia.

4.3.6. Ajustes de la valoración financiera a la económica

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que se desarrolló el estudio financiero y ajustarlo mediante los factores de conversión a precios económicos.

Factores de conversión.

Los factores de conversión establecidos por el sistema nacional de inversión pública (SNIP) son los siguientes.

Cuadro N° 38. Factores de conversión

Descripción	Valor
Precio social de la divisa	1,015
Mano de obra calificada	0,82
Mano de obra no calificada	0,54
Tasa social de descuento	8%

Fuente: SNIP

4.3.7. Inversión a precios económicos.

Realizando los ajustes a los valores del presupuesto se tiene el siguiente valor de inversión.

Inversión a precios económicos.

Se ajusta la mano de obra no calificada y los valores de bienes y servicios de mercado se descuenta el impuesto.

Cuadro N° 39. Inversión infraestructura. Valoración a precios económicos.

Descripción	Costo (C\$)
Preliminares	331.548,24
Colectoras	4.241.960,70
Suministros instalación de tuberías	6.630.963,04
Instalación de conexiones domiciliare	5.493.307,93
Pozos de visita	2.601.766,57
Otras obras	1.344.476,52
Medidas de mitigación y prevención de accidentes	389.219,85
Limpieza final y entrega	83.746,94
Total	21.116.989,79

Fuente: propia.

Inversión en activos diferidos a precios económicos.

Se descuenta el impuesto de los valores de mercado de los servicios de formulación y supervisión.

Cuadro N° 40. Activos diferidos

Descripción	Monto (C\$)
Formulación	1.113.865,63
Supervisión	1.113.865,63
Total	2.227.731,25

Fuente: propia.

Inversión total

Se suman el valor de la inversión fijo con la inversión diferida.

Cuadro N° 41. Inversión total

Descripción	Monto (C\$)
Infraestructura	21.116.989,79
Activos diferidos	2.227.731,25
Total	23.344.721,04

Fuente: propia.

4.3.8. Beneficios del proyecto.

Esta sección incluye los beneficios derivados del proyecto y los ingresos a precios económicos.

Ahorro en gasto de atención médica.

Cuadro N° 42 Ahorro en gasto de atención médica (año 0)

Descripción	Cantidad	Unidad
Población	13.148	Habitantes
Tasa de afectación	250,23	por 10,000 hab
Población afectada	329,0	Habitantes
Población afectada niños	113,1	Habitantes
Población afectada adultos	215,9	Habitantes
Costo gasto medico niños	400	C\$/hab
Costo gasto medico adultos	500	C\$/hab

Fuente: propia.

Ahorro en ingresos perdidos por enfermedad.

Cuadro N° 43. Ahorro en ingresos perdidos por enfermedad (año 0)

Descripción	Cantidad	Unidad
Días perdidos por enfermedad	5	Días
Ingreso perdido por día	120	C\$/día
Porcentaje de adultos trabajan	40%	son adultos
Población afectada	216,0	Hab

Fuente: propia.

Aumento de plusvalía.

Se produce al obtener un mayor valor la vivienda por contar con un nuevo servicio.

Cuadro N° 44. Aumento de plusvalía

Descripción	Monto (C\$)
Cantidad de viviendas	1.895
Aumento de valor unitario	5.500
Aumento total de valor	10.422.500,00

Fuente: propia.

Flujo de beneficios del proyecto.

Los beneficios derivados del ahorro en los gastos que se generan por no tener el proyecto adicional al ingreso que se obtiene dan como resultado el beneficio total del proyecto.

Cuadro N° 45. Flujo de beneficios del proyecto

Año	Ingresos	Ahorro en gasto médicos	Ahorro en ingreso perdido	Plusvalía	Total
2017				10.422.500,00	10.422.500,00
2018	1.111.274,25	156.000,00	52.800,00		1.320.074,25
2019	1.144.808,15	159.700,00	54.000,00		1.358.508,15
2020	1.179.353,97	162.500,00	54.960,00		1.396.813,97
2021	1.214.942,25	165.800,00	56.160,00		1.436.902,25
2022	1.251.604,44	169.000,00	57.120,00		1.477.724,44
2023	1.289.372,96	172.300,00	58.320,00		1.519.992,96
2024	1.328.281,18	176.000,00	59.520,00		1.563.801,18
2025	1.368.363,50	179.300,00	60.720,00		1.608.383,50
2026	1.409.655,35	183.000,00	61.920,00		1.654.575,35
2027	1.452.193,22	186.700,00	63.120,00		1.702.013,22
2028	1.496.014,72	190.400,00	64.320,00		1.750.734,72
2029	1.541.158,58	194.200,00	65.760,00		1.801.118,58
2030	1.587.664,70	197.900,00	66.960,00		1.852.524,70
2031	1.635.574,20	202.100,00	68.400,00		1.906.074,20
2032	1.684.929,41	206.300,00	69.840,00		1.961.069,41
2033	1.735.773,98	210.000,00	71.040,00		2.016.813,98
2034	1.788.152,83	214.200,00	72.480,00		2.074.832,83
2035	1.842.112,28	218.400,00	73.920,00		2.134.432,28
2036	1.897.700,00	223.500,00	75.600,00		2.196.800,00
2037	1.954.965,15	227.700,00	77.040,00		2.259.705,15

Fuente: propia.

4.3.9. Costo del proyecto a precios económicos.

Se ajustan los precios de los costos financieros para considerarlos en el análisis económico del proyecto.

Cuadro N° 46. Gasto en mantenimiento

Descripción	Monto
Mantenimiento	183.626,00

Fuente: propia.

Cuadro N° 47. Gasto en reparaciones

Descripción	Monto
Reparación	550.877,99

Fuente: propia.

Cuadro N° 48. Flujo de costos de operación a precios económicos.

Año	Mantenimiento	Reparación	Total
2018	183.626,00		183.626,00
2019	183.626,00		183.626,00
2020	183.626,00		183.626,00
2021	183.626,00	550.877,99	734.503,99
2022	183.626,00		183.626,00
2023	183.626,00		183.626,00
2024	183.626,00		183.626,00
2025	183.626,00	550.877,99	734.503,99
2026	183.626,00		183.626,00
2027	183.626,00		183.626,00
2028	183.626,00		183.626,00
2029	183.626,00	550.877,99	734.503,99
2030	183.626,00		183.626,00
2031	183.626,00		183.626,00
2032	183.626,00		183.626,00
2033	183.626,00	550.877,99	734.503,99
2034	183.626,00		183.626,00
2035	183.626,00		183.626,00
2036	183.626,00		183.626,00
2037	183.626,00	550.877,99	734.503,99

Fuente: propia.

4.3.10 Flujo de caja del proyecto a precios económico.

Considera los gastos de operación, los beneficios, la inversión y el valor de rescate de la inversión.

Cuadro N° 49. Flujo de caja a precios económicos.

Año	Beneficios	Gastos	Inversión	Valores de rescate	Flujo de caja
2017	10.422.500,00	0,00	23.344.721,04		-12.922.221,04
2018	1.320.074,25	183.626,00			1.136.448,25
2019	1.358.508,15	183.626,00			1.174.882,15
2020	1.396.813,97	183.626,00			1.213.187,97
2021	1.436.902,25	734.503,99			702.398,26
2022	1.477.724,44	183.626,00			1.294.098,45
2023	1.519.992,96	183.626,00			1.336.366,96
2024	1.563.801,18	183.626,00			1.380.175,18
2025	1.608.383,50	734.503,99			873.879,51
2026	1.654.575,35	183.626,00			1.470.949,35
2027	1.702.013,22	183.626,00			1.518.387,22
2028	1.750.734,72	183.626,00			1.567.108,72
2029	1.801.118,58	734.503,99			1.066.614,58
2030	1.852.524,70	183.626,00			1.668.898,70
2031	1.906.074,20	183.626,00			1.722.448,20
2032	1.961.069,41	183.626,00			1.777.443,42
2033	2.016.813,98	734.503,99			1.282.309,99
2034	2.074.832,83	183.626,00			1.891.206,83
2035	2.134.432,28	183.626,00			1.950.806,28
2036	2.196.800,00	183.626,00			2.013.174,00
2037	2.259.705,15	734.503,99		4.668.944,21	6.194.145,37

Fuente: propia.

4.3.11. Evaluación financiera y económica del proyecto.

La evaluación del flujo de caja financiero muestra que utilizando una tasa mínima de rendimiento de 15 % el proyecto tiene un valor actual neto (VAN) de – 21,705,058.33. Al ser este un valor negativo el proyecto no es rentable desde el punto de análisis financiero.

La TIR muestra un valor de -0.01 % que es un valor menor que el 15 % que se considera como la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR).

La evaluación del flujo de caja a precios económicos muestra que utilizando la tasa social de descuento (TSD) de 8% el proyecto tiene un valor actual neto (VAN) de 1,081,255.90. Este valor es positivo por lo que el proyecto es viable desde el punto de vista económico.

La tasa interna de retorno (TIR) del flujo de caja económico del proyecto muestra un valor de 8.91 % que es mayor que el 8 % de la TSD, por lo que el proyecto puede aceptarse como beneficioso desde el punto de análisis económico.

Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones.

La población de la zona de influencia del proyecto del B^o Bello Amanecer valora de forma muy positiva el proyecto y está de acuerdo en cooperar con la ejecución del mismo, aportando su mano de obra o a cooperar en otras formas.

La incidencia de las enfermedades y sus consecuencias son los problemas más sentidos por la falta del proyecto, asimismo, la población estima que los beneficios serán principalmente en la mejora de salud y el medio ambiente para la población.

Se propone desarrollar el proyecto mediante el método condominial para lograr una reducción de costos en el proyecto y una mayor integración de la población en la solución del problema.

Se realizaron los requerimientos de mano de obra y materiales para el proyecto encontrándose que existen las condiciones para su implementación, asimismo, existe la capacidad técnica para su puesta en marcha y operación del proyecto.

Se ha descrito el proceso para desarrollar el proyecto en los tiempos adecuados para cada actividad, así como, las necesidades de equipamiento y maquinaria para el mismo.

La determinación de costos, inversión e ingresos del proyecto permitió elaborar un flujo financiero que muestra que el proyecto no es rentable desde el punto del análisis financiero.

La determinación de costos, inversión y beneficios económicos del proyectos permitió elaborar un flujo económico del proyecto que muestra que mediante la evaluación económica muestra un VANE de 1,081,255.90 que es positivo y por tanto el proyecto es rentable desde el punto de vista económico.

Recomendaciones.

Se recomienda el desarrollo de campañas de concientización antes, durante y después del proyecto para que sea bien utilizado y cuidado por parte de la población.

Incorporar a las organizaciones de base de la comunidad en el desarrollo del proyecto, como los Consejo de Poder Ciudadano (CPC), Iglesia y otras organizaciones colectivas.

Bibliografía.

Baca Urbina, (1999) Gabriel Fundamentos de Ingeniería Económica Mc Graw Hill, México, 2da Ed.

Fontaine, Ernesto (1999) Evaluación Social de Proyectos Alfa Omega Ed. 1999

Gallardo Cervantes, Juan Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Mc Graw Hill, México, 1998

José Carlos Melo (2010) Sistema Condominial; Una respuesta al desafío de la universalización del saneamiento. Brasilia

ENACAL, (2006) ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua, Managua, 2da Ed.

INAA, Normativa Alcantarillado Sanitario Condominial Guía de criterios técnicos para el diseño de sistemas

WSP, (2007) La ciudad y el saneamiento Sistemas condominiales un enfoque diferente para los desagües sanitarios urbanos. Peru