



CAPITULO 2

PREPARACIÓN DEL PROYECTO



PREPARACIÓN DEL PROYECTO

2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La urbanización San Antonio en la actualidad se encuentra en proceso de consolidación tanto física como institucionalmente para lograr ser reconocida de esa manera por las autoridades municipales.

Esta urbanización se encuentra proyectada en un terreno que tiene como superficie 4.00 has, estos ya se encuentran nivelados y cuenta con planos de loteamiento con la respectiva distribución y uso del suelo.

Actualmente la urbanización San Antonio no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, siendo que ya existen familias que habitan en este lugar contando solamente con pozos ciegos familiares lo que ocasiona que no se cumpla con los requisitos mínimos de salubridad y presenten índices elevados de contaminación, el cual a su vez contamina el medio ambiente lo cual acarrea enfermedades gastrointestinales que repercuten principalmente en la población infantil.

Es a partir de estos antecedentes que procederemos a realizar el “Diseño de Sistema de Alcantarillado Sanitario”, proyecto que irá a complementar la consolidación de esta urbanización.

2.1.1. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

2.1.1.1 Descripción Física del Área del Proyecto

a. Topografía

El área de proyecto presenta topografía mixta, con una pendiente variable con dirección sur-este; existiendo pendientes del 10% al 0.5%, presenta una zona alta



que es todo el sector del camino principal que va a Erquis y la parte baja estaría lo que es la urbanización misma pronunciándose una pendiente que se dirige hacia la quebrada Oropeza que sería los puntos más bajos donde estará ubicada la planta de tratamiento.

La planilla de datos topográficos se encuentra detallada en ANEXOS.

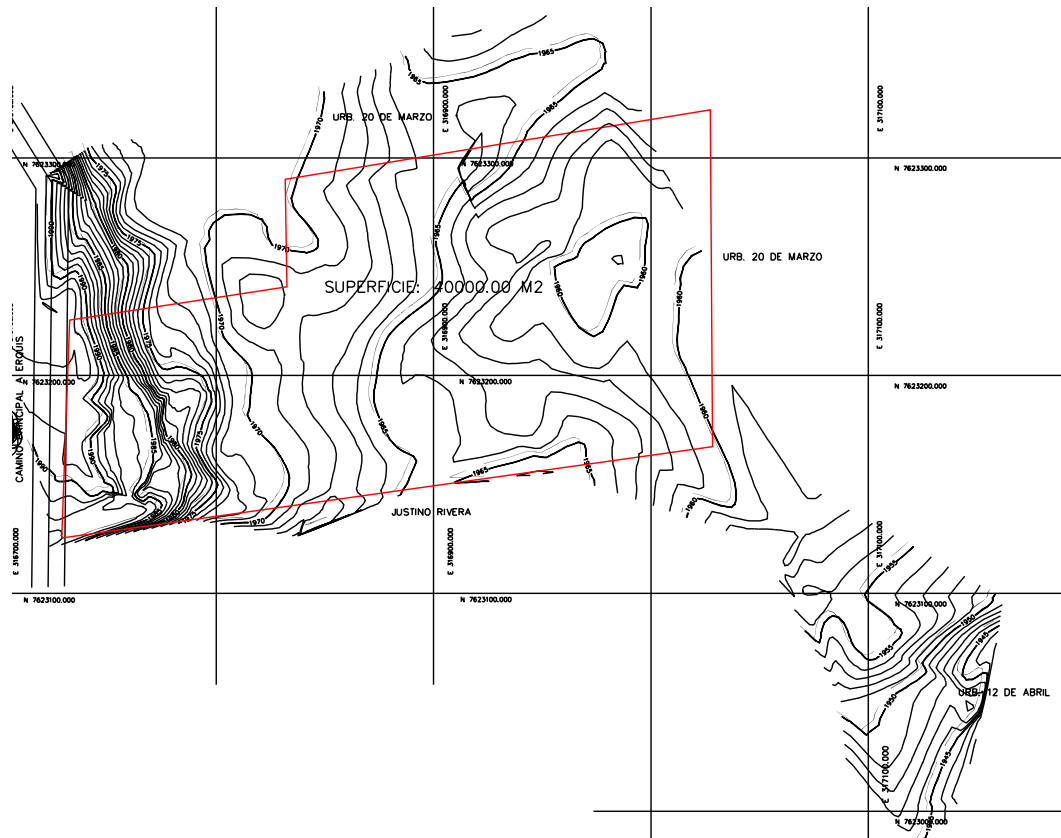
b. Geomorfología

El principal colector de las aguas superficiales de esta zona es la quebrada Oropeza la cual desemboca en el río Guadalquivir que cruza con una llanura aluvional muy amplia que alcanza en algunos puntos alrededor de 1 km de ancho.

En correspondencia de los depósitos cuaternarios (fluvio lacustre) se observa, además amplias terrazas dispuestas a cotas diferentes con pendientes bajas. Se puede evidenciar también la presencia de tramos de terrazas dispuestas a cotas más altas que representan los residuos de la antigua superficie de los depósitos de relleno de la cuenca.



Fig. 2.1.1.1 Levantamiento Topográfico urbanización San Antonio





La conexión en cambio entre las mencionadas terrazas y el área del fondo del valles viene dada mediante laderas, más o menos verticales, que alcanzan hasta 10m de altitud en virtud de un ligero grado de cementación que caracteriza los terrenos interesados.

En estas laderas se forman fenómenos de escorrentía de las aguas superficiales, con sucesivos procesos erosivos que determinan la formación de surcos profundos y estrechos con paredes casi verticales, se originan típicos paisajes de cárcavas. En el área interesada para las obras del proyecto, la estabilidad de las laderas naturales son generalmente buenas y la evolución geomorfológica está ligada a la acción erosiva de las aguas superficiales.

c. Tipo de Suelos

En base a estos conceptos detallando el tipo de suelo que caracteriza a la zona de proyecto, se realizó un **Estudio de Suelos** en dos puntos estratégicos para determinar aproximadamente sus propiedades físico-mecánicas.

Se realizó la excavación de dos pozos en ambos se realizó el ensayo SPT y a la vez se hizo la toma de muestras representativas para su análisis en laboratorio a través de diferentes ensayos y se realizó la clasificación respectiva.

Los ensayos que se realizaron son; Determinación de la Humedad Natural, Granulometrías, Límites de Atterberg y Clasificación del material por el método de ASSHTO.

Pozo N°1

El pozo N°1 se encuentra ubicado en el sector donde se construirá la cámara de inspección N°3 del colector secundario N°1 según el trazo de diseño de la red de recolección.



Pozo	Ensayo	Prof. (m)		Nº	Resist.	Descripción del perfil del suelo	
Nº	Nº	de	a	Golpes	(kg/cm2)	Literal	Clasificado
1		0.00	0.20			Ripio arcilloso de consistencia suelta	
		0.20	1.25			Suelo arcilloso color rojizo de consistencia media	
	1		1.25	8	0.87	Arcilla de compacidad media y alta plasticidad	A - 6 (11)

Límite Líquido (%)	19.45
Límite Plástico (%)	0.00
Índice Plástico (%)	19.45
% que pasa por el Tamiz Nº 10	99.96
% que pasa por el Tamiz Nº 40	99.61
% que pasa por el Tamiz Nº 200	69.86
Índice de Grupo	11

CLASIFICACIÓN POR EL MÉTODO AASHTO	
MAS del 35% pasa el Nº200	
La muestra puede ser clasificada como un A4, A5, A6, A7	
PASA TAMIZ 200 36 MIN	OK
LIMITE LIQUIDO 40 MAX	OK
ÍNDICE PLÁSTICO 11 MIN	OK
ÍNDICE DE GRUPO 16 MAX	OK
SE CLASIFICA COMO UN SUELO A - 6(11)	
Suelo arcilloso de alta plasticidad.	

Pozo N°2

El pozo N°2 se encuentra ubicado en el sector donde se construirá la cámara de inspección N° 15 del colector principal N°4 según el trazo de diseño de la red de recolección.

Pozo	Ensayo	Prof. (m)		Nº	Resist.	Descripción del perfil del suelo	
Nº	Nº	de	a	Golpes	(kg/cm2)	Literal	Clasificado
2		0.00	0.40			Ripio y suelo limoso de consist. suelta	
		0.40	2.10			Suelo limoso de consist. suelta	
	1		2.10	10	1.10	Suelo limoso de consist. suelta y baja plasticidad	A - 4 (5)



Límite Líquido (%)	19.06
Límite Plástico (%)	17.24
Índice Plástico (%)	1.82
% que pasa por el Tamiz N° 10	99.28
% que pasa por el Tamiz N° 40	97.80
% que pasa por el Tamiz N° 200	58.44
Índice de Grupo	5

CLASIFICACIÓN POR EL MÉTODO AASHTO	
MAS del 35% pasa el N°200	
La muestra puede ser clasificada como un A4, A5, A6, A7	
PASA TAMIZ 200 36 MIN	OK
LIMITE LIQUIDO 40 MAX	OK
ÍNDICE PLÁSTICO 10 MAX	OK
ÍNDICE DE GRUPO 8 MAX	OK
SE CLASIFICA COMO UN SUELO A - 4(5) Suelo limoso de baja plasticidad.	

d. Clima

En el área del proyecto predomina un clima templado semi húmeda, con una precipitación media anual de 205.30 mm/año; la humedad relativa promedio es de 60%. El 85% de las lluvias se registran en 5 meses de noviembre a marzo, los restantes 7 meses son prácticamente secos con eventuales chubascos de baja intensidad.

e. Temperatura

La temperatura media anual de la región se encuentra alrededor de los 19°C, siendo los meses más fríos de junio a agosto y los más cálidos de noviembre a marzo; la máxima extrema esta del orden de 32°C y la mínima extrema de -2°C.

f. Recursos Hídricos

En la zona existen la quebrada Oropeza y el río Erquis que corren en dirección sur este, las mismas tienen cierto caudal en la época de lluvia pero en



época de estiaje bajan en nivel de las aguas, existiendo también pequeñas quebradas que cruzan los manzanos de la urbanización.

g. Uso de Suelo y Carácter

La composición porcentual del uso del suelo de la zona a desarrollar es: 60% corresponde al sector de las viviendas, 25% al emplazamiento de las vías de acceso, 15% a áreas verdes y equipamiento.

2.1.1.2 Servicios existentes en la zona de Proyecto

a. Disponibilidad de Agua Potable

Actualmente el sistema de agua potable para esta urbanización no está ejecutado totalmente contando con algunas estructuras que limitan el abastecimiento de este líquido elemento.

La fuente de la cual la población de la urbanización se ha abastecido hasta el momento es mediante un acuífero Semi-confinado a través de un pozo perforado y un equipo de bombeo.

El pozo fue perforado por parte de UNASBVI perteneciente al Gobierno Departamental de Tarija, el diámetro del pozo es de 61/4” con una profundidad de 125.00 m, un nivel freático de 39.55 m y un caudal de 12.5 l/s, que se almacena directamente a un tanque elevado el cual satisface la demanda de toda el área de influencia de estas urbanizaciones.

Según el informe del análisis del agua realizado también por UNASBVI se establece que los valores de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se encuentran dentro de los límites permitidos según la *Norma Boliviana de Calidad del Agua para el Consumo Humano*, pero actualmente se realiza la cloración normal del agua mediante un hipoclorador ubicado en la parte superior del tanque.



La forma de aprovisionamiento de agua por parte de los pobladores de la zona se lo realiza mediante el acarreo desde tres piletas públicas hasta los hogares siendo el tiempo mayor de media hora que se tarda en realizar esta actividad.

En los hogares el almacenamiento del agua se lo realiza en recipientes de diferente tamaño destinados ya sea en aseo personal, preparación de alimentos, lavado de ropa, uso de sanitario, etc.

Este servicio de agua potable es considerado “Regular” y solo cubre un 20% del total de la población.

b. Disponibilidad de Excretas

La urbanización no cuenta con un sistema de disposición de excretas, solo cuenta con letrinas precarias en algunos hogares, los demás realizan estas actividades al aire libre.

c. Disponibilidad de Energía Eléctrica

Existe el tendido de la red de media tensión sobre el camino principal que va a Erquis, pero falta todo lo que es el tendido de la red de baja tensión para toda la urbanización.

d. Centros de Salud

La población de toda esta zona que incluye a varias urbanizaciones que por su cercanía con la comunidad de Tomatitas asiste al nuevo centro de salud, también hay quienes se trasladan hasta el hospital de San Lorenzo y cuando se requiere atención especializada recurren al hospital San Juan de Dios en la ciudad de Tarija que también esta próxima.



e. Infraestructura Vial y Nivel de Desarrollo

La población más importante cercana a la urbanización San Antonio es la comunidad de Tomatitas le sigue en importancia San Lorenzo y después estaría la ciudad de Tarija.

La infraestructura vial está representada principalmente por un camino empedrado que está conectado a la carretera Tarija – San Lorenzo, camino que actualmente se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad cuyo ingreso se ubica al lado del nuevo centro de salud de Tomatitas, bordeando la quebrada Oropeza que va hasta la comunidad de Loma de Tomatitas y pasa por la urbanización San Antonio.

El flujo de transporte de carga es pequeño, la frecuencia del transporte público de pasajeros desde la ciudad de Tarija hasta la comunidad es diario, actualmente esta urbanización se encuentra dentro de la ruta de microbuses línea N°2 con una tarifa personal de 1.50 Bs.

f. Centros Educativos

En lo que respecta al tema educativo los niños de primaria asisten a las escuelas de la comunidad de Erquis Sud y Erquis Oropeza y los de secundaria van al colegio Técnico Humanístico que hay en la zona del bosquecillo en Tomatitas.

g. Disponibilidad de Servicios de Comunicación

La comunicación se la realiza mediante los servicios que prestan las empresas Entel, Viva, Tigo, a través de cabinas telefónicas y celulares que facilitan mucho la vida de los pobladores comunicándose con la capital, el resto del Departamento y el mundo.



2.1.1.3 Estudio Demográfico

a. Población Beneficiada

Con la ejecución del presente estudio se pretende cubrir 80 predios, que corresponden a igual número de familias con un promedio de 5 miembros por familia, haciendo un total de 400 personas.

La Tasa de Crecimiento Poblacional para esta zona es de 1.52% correspondiente a la provincia Méndez.

Cuadro 2.1.1.3.
Población Beneficiada

Zona	Hombres	Mujeres	Parcial	Nº promedio personas/familia	Nº de Familias
Manzano A	50	40	90	5	18
Manzano B	38	32	70	5	14
Manzano C	50	40	90	5	18
Manzano D	56	44	100	5	20
Manzano E	28	22	50	5	10
Total urb. San Antonio	222	178	400		80

Fuente: Encuestas hechas en la Urbanización
Elaboración: Propia

La población presenta una estructura de género donde 222 personas son del sexo masculino y 178 del sexo femenino o sea el 55.50 % son varones y el 44.50 % mujeres.

b. Vivienda

Solo un 20% de las familias cuentan con viviendas ya construidas dentro de la urbanización, debido a que justamente no cuentan con los sistemas básicos.



Los materiales predominantes en la construcción de las viviendas son ladrillo cerámico, teja colonial, calamina, cemento, arena, fierro, etc.

c. Idioma

La población beneficiaria de la zona del proyecto, casi en su totalidad habla el castellano como idioma principal. Existen habitantes de otras regiones, que hablan otro idioma como ser el quechua.

d. Costumbres y Fiestas Tradicionales

De manera general en la zona los pobladores tienen similares características y costumbres a lo que es el Valle Central de Tarija. Las costumbres que prevalecen en el Área de Influencia del Proyecto se manifiestan en las diferentes fiestas regionales y religiosas siendo las de mayor relevancia: Carnaval, Semana Santa, La Pascua, Señor de Santiago, Todos Santos, Navidad y Año Nuevo.

e. Principales Actividades Económicas

La actividad de los varones es variada, estos cumplen sus actividades fuera de su comunidad, como ser en el rubro de la construcción principalmente en la ciudad de Tarija, igualmente en otros rubros (chóferes, mecánicos y otras actividades técnicas).

Las mujeres tienen como actividad principal las labores de casa que es muy importante porque es la persona encargada de la educación, salud de sus hijos y es la más beneficiada con los servicios de agua y alcantarillado sanitario, por tener las tareas domésticas bajo su responsabilidad y como actividad secundaria la mujer es la que atiende los negocios de tiendas de abarrotes y pensiones familiares aportando de esta manera a la economía familiar.



f. Ingresos y Gastos Familiares

En general el mayor ingreso neto percibido por los pobladores de esta zona es por la actividad comercial variada que se desarrolla en la ciudad de Tarija en la zona del mercado campesino.

Se estima un ingreso neto mensual por familia de 1000 Bs.

g. Población Económicamente Activa

Los datos referidos a la estructura económica de la población se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.1.1.3.2
Población Económicamente Activa

Descripción	Parcial Población	Porcentaje
Población Económicamente Activa	257	64,25%
Población Económicamente no Activa	129	32,25%
Sin Especificar	14	3,50%
Total urb. San Antonio	400	100%

*Fuente: Encuestas hechas en la urbanización
Elaboración: Propia*

h. Disponibilidad de Mano de Obra

En la urbanización existe buena disponibilidad de mano de obra no calificada, para realizar los trabajos básicos del proyecto, como ser excavación, relleno, tendido de tubería, etc.

La disponibilidad de mano de obra se encuentra garantizada y será prestada de acuerdo al requerimiento de la misma por el propio proyecto. Además se debe resaltar el marcado interés que muestran los habitantes de la zona respecto a la ejecución del proyecto.



i. Indicadores de Salud

Las enfermedades prevalecientes durante los últimos tres años de acuerdo a las estadísticas de salud en el distrito son:

▪ IRAs Infecciones Respiratorias Agudas	17.84%
▪ EDAs Enfermedades Diarreicas Agudas	16.63%
▪ Enfermedades digestivas	9.52%

En base a estos porcentajes de enfermedades se estima un 5.80% de Mortalidad principalmente en los niños.

Las principales enfermedades que se presentan corresponden a las EDAs con infecciones gastrointestinales, deshidratación moderada o aguda que conduce muchas veces a la muerte (cólera), IRAs, parasitosis principalmente en la niñez, además se tiene la tuberculosis que afecta a las familias más pobres y finalmente la malaria.

La medicina tradicional se da a consecuencias de la carencia de centros hospitalarios, puestos sanitarios y del equipamiento necesario, unido a los bajos niveles de ingreso y educación, son factores que limitan el acceso de la población a la medicina científica, por lo que es frecuente especialmente en las comunidades más alejadas que recurran a medios caseros, curanderos, parteras, etc., para la atención de la salud.



2.1 SITUACIÓN SIN PROYECTO (BASE OPTIMIZADA)

2.1.1 Definición de la Situación Base Optimizada sin Proyecto

La situación sin proyecto (Base Optimizada) sería la utilización óptima del sistema actual existente de alcantarillado sanitario que únicamente requeriría de inversiones marginales para su mejoramiento parcial.

Pero en este caso en la comunidad no existe ningún sistema de alcantarillado sanitario, por lo que no se puede comparar con el proyecto a implementarse para determinar el beneficio neto del mismo.

2.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS CON PROYECTO

2.2.1 Descripción del Problema o Necesidad

El problema por el cual atraviesan los habitantes de esta urbanización es por la falta de los servicios básicos imprescindibles para la vida de cualquier ser humano. Dentro de estos servicios básicos se encuentra el de alcantarillado sanitario con el que esta urbanización no cuenta, aspecto que incide negativamente en la higiene, salud de los habitantes y del medio ambiente.

En la generalidad de los casos, las urbanizaciones se desarrollan sin ningún tipo de planificación, las construcciones se ejecutan en áreas simplemente loteadas, sin la seguridad de que algún día cuenten con la dotación de los servicios básicos.

El presente proyecto ofrece el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario adecuado a las características de la urbanización el cual solucionara el problema principal y que además servirá como complemento para su consolidación física e institucional dentro de la sociedad.



2.2.2 Identificación de Alternativas Técnicamente viables del proyecto

En base a la situación actual se consideraron alternativas de solución en cuanto al tipo de material de la tubería para la red de recolección como para las conexiones domiciliarias.

Estas alternativas de solución para el sistema de alcantarillado sanitario las explicamos a continuación:

Alternativa N°1: Tubería de PVC SDR-35

Esta alternativa, contempla la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario donde se utilizara tubería de PVC SDR-35 para las redes de recolección y para las conexiones domiciliarias.

Este tipo de tubería es utilizado en sistemas de saneamiento básico ya que se trata de PVC, pero el espesor de la tubería SDR-35 es mayor en relación al PVC común, siendo especialmente empleado para soportar altas presiones.

En cuanto al costo de este tipo de tubería estos son elevados existiendo gran diferencia con relación a otros materiales.

Alternativa N°2: Tubería de Hormigón Simple

En esta segunda alternativa se utilizara tubería de Hormigón Simple tanto para la red de recolección como para las conexiones domiciliarias.

Este tipo de tubería es el que comúnmente más se utiliza, ya que está fabricado con materiales conocidos y que según la experiencia ha dado buenos resultados.



Este material se caracteriza por ser de costos relativamente bajos en comparación con otros materiales.

Con la selección de cualquiera de las dos alternativas se llegará a una cobertura del 100% de la población de la urbanización logrando a la vez mejorar la calidad de vida de los pobladores, brindándoles mejores condiciones de habitabilidad.

2.2.3 Selección de la Alternativa Técnica de Mínimo Costo

Cuadro 2.3.3.1

Comparación Técnica de Mínimo Costo

Nº	Alternativas	Presupuesto Infraestructura
1	Tubería de PVC SDR-35	668.299,32 Bs.
2	Tubería de Hormigón Simple	524.827,64 Bs.
Diferencia 1-2		143.471,68 Bs.

Alternativa elegida: Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple

Según el criterio de selección en base a la comparación Técnica de Mínimo Costo, se ha elegido la alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple, puesto que tiene todas las ventajas económicas respecto a la primera.

Hay que aclarar que ambas alternativas tienen las mismas características técnicas, es decir igual número de conexiones domiciliarias, mismo número de cámaras de inspección, similar longitud de tubería lo que diferencia entre una y otra es el tipo de material de la tubería.



2.3.3.1 Análisis Técnico de Alternativas

Para realizar el análisis técnico de las alternativas se mencionaran las características más importantes de los dos materiales a ser analizados.

a. Tuberías de PVC SDR-35

Este tipo de tuberías, en función al gran desarrollo tecnológico de la industria de plásticos y la facilidad de manipulación de todos los productos fabricados con éste material, hacen que en la actualidad tengan gran aceptación para redes de alcantarillado, solamente en diámetros pequeños de 6” y 8” ya que para diámetros mayores el costo es muy alto, produciéndose por lo tanto, diferencias económicas muy significativas.

Los tubos SDR-35 se fabrican por extrusión. El PVC puro se suministra a las industrias transformadoras en forma de un polvo blanco.

Características de tuberías de PVC SDR-35

Las características de estas tuberías, similares a las restantes de material plástico, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Son ligeras.
- Inertes a las aguas agresivas y a la corrosión de las tierras.
- No existe peligro de obstrucción en los tubos como resultado de la formación de residuos y óxidos. En consecuencia, podemos decir que la sección útil de los tubos permanece prácticamente invariable.
- La superficie interior de los tubos puede considerarse como “hidráulicamente lisa”.
- Los roedores y las termitas no atacan a los tubos.



- Excelente comportamiento a las sobrepresiones momentáneas, tales como el golpe de ariete.
- Mejor comportamiento que los tubos tradicionales bajo los efectos de la helada.
- Inertes a los efectos de la corriente vagabundas y telúricas.
- No favorecen el desarrollo de algas ni hongos según ensayos de larga duración (5 años).

Juntas en tuberías de PVC SDR-35

Existen dos tipos de juntas:

- Junta soldada
- Junta elástica

El tipo de junta recomendada para absorber efectos de dilatación es naturalmente la junta elástica.

b. Tuberías de Hormigón Simple

Las tuberías de hormigón, se fabrican en moldes metálicos, empleando hormigones ricos en dosificación de cemento. Existen variados métodos para la fabricación de éstos tubos, por lo tanto a continuación se explicara el sistema más conocido para la fabricación de tubos de hormigón de diámetros pequeños.

Fabricación por vibro compresión

Este sistema de fabricación, es normalmente utilizado en pequeñas fábricas de tubos. La vibración se produce colocando y fijando los moldes, verticalmente sobre una mesa vibradora, que determina su compactación.



El grado de compactación de la mezcla es bastante aceptable, sin embargo, el proceso de fabricación es lento.

Haciendo referencia a lo explicado anteriormente los valores mínimos requeridos para tuberías sin armadura de acuerdo a la Norma ASTM C-14, Clase II, son indicados en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.3.3.1.1

Requerimiento para Tuberías de Hormigón sin Armadura

Diámetro		Espesor Mínimo	Resistencia Mínima
mm	pulg	Mm	kg/m
150	6	19,00	2.980,00
200	8	22,00	2.980,00
250	10	25,00	2.980,00
300	12	35,00	2.350,00
375	15	41,00	3.870,00
450	18	50,00	4.460,00
525	21	57,00	4.910,00
600	24	75,00	5.360,00

Juntas para Tubería de Hormigón

Las juntas de cemento son las más comunes en nuestro medio, de uso muy extendido y satisfactorio (el mortero deberá estar compuesto de una parte de cemento por dos o tres de arena fina).

Ventajas del uso de tubos de Hormigón

Las principales ventajas son:

- Bajo coeficiente de rugosidad
- Pueden ser fabricados para una amplia gama de resistencias, variando únicamente el espesor de las paredes.



- Tienen la posibilidad de ser fabricados en el mismo lugar de las obras.

Materiales para la fabricación de tubos de hormigón

El tipo de cemento, los agregados y las dimensiones de las tuberías, dependen de las especificaciones que se adopten. Cada norma determina las dimensiones y los valores de resistencia obtenidos de las condiciones más desfavorables.

A continuación se hará un resumen de las características técnicas de cada alternativa.



Alternativa N°1: Tubería de PVC SDR-35

Tipo de Sistema:	Por Gravedad
Población beneficiada:	400 hab.
Población futura de diseño:	541 hab.
Dotación actual:	166.00 lt/hab/día
Dotación futura de diseño:	247.00 lt/hab/día
Caudal máximo de diseño:	4.64 lt/s
Coef. de rugosidad tubería de PVC SDR-35:	0.009
Long. Tubería SDR-35 Ø6" colectores secundarios:	610.57 m
Long. Tubería SDR-35 Ø8" colectores principales:	390.50 m
N° de cámaras de inspección h=1.20 m:	13 pzas
N° de cámaras de inspección h=1.60 m:	4 pzas
N° de cámaras de inspección h=2.10 m:	2 pzas
Material de las cámaras de inspección:	H°C°
Material de las tapas de cámaras de inspección:	H°A°
Long. Tubería SDR-35 Ø4" conexiones domiciliarias:	960.00 m
N° de conexiones domiciliarias:	80 conex.
N° de cámaras domiciliarias:	80 pzas
Material de las cámaras domiciliarias:	H°C°
Material de las tapas de cámaras domiciliarias:	H°A°



Alternativa N°2: Tubería de Hormigón Simple

Tipo de Sistema:	Por Gravedad
Población beneficiada:	400 hab.
Población futura de diseño:	541 hab.
Dotación actual:	166.00 lt/hab/dia
Dotación futura de diseño:	247.00 lt/hab/dia
Caudal máximo de diseño:	5.29 lt/s
Coef. de rugosidad tubería Hormigón Simple:	0.013
Long. Tubería de H° Ø6” colectores secundarios:	610.57 m
Long. Tubería de H° Ø8” colectores principales:	390.50 m
N° de cámaras de inspección h=1.20 m:	13 pzas
N° de cámaras de inspección h=1.60 m:	4 pzas
N° de cámaras de inspección h=2.10 m:	2 pzas
Material de las cámaras de inspección:	H°C°
Material de las tapas de cámaras de inspección:	H°A°
Long. Tubería de H° Ø4” conexiones domiciliarias:	960.00 m
N° de conexiones domiciliarias:	80 conex.
N° de cámaras domiciliarias:	80 pzas
Material de las cámaras domiciliarias:	H°C°
Material de las tapas de cámaras domiciliarias:	H°A°

Como se puede observar entre las dos alternativas planteadas no existe mucha diferencia en cuanto a sus características técnicas variando solamente en algunos parámetros como ser el caudal y coeficiente de rugosidad.

En cuanto a la verificación de velocidades y tirantes ambas alternativas cumplen las condiciones en todos los tramos.

De esta manera se tendrá que seleccionar la mejor alternativa tomando en cuenta el aspecto económico.



2.3.3.2 Análisis Económico de Alternativas

Cuadro 2.3.3.2.1

Análisis Económico de Alternativas

Nº	Descripción Tipo de Alternativa	Presupuesto Alternativa Bs.	Nº de Conexiones - Familia	Costo por Conexión - Familia Bs.
1	Tubería de PVC SDR-35	668.299,32	80	8.353,74
2	Tubería de Hormigón Simple	524.827,64	80	6.560,35

Observando el cuadro fácilmente se puede establecer que la alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple es la que tiene menor costo por conexión y por familia, quedando claramente establecido que esta alternativa es la más conveniente para construir.

2.4 ESTUDIO DETALLADO DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

2.4.1 Estudio de Mercado

Se realizara un estudio de mercado en base a la demanda del servicio sin proyecto y la oferta del servicio con proyecto, y analizar si la oferta cubre la demanda requerida por los beneficiarios.

2.4.1.1 Análisis de Demanda

En este tipo de proyecto solo se considera la demanda de tipo domestico el cual representa los 80 predios que corresponde a igual número de familias.

Por consiguiente la cobertura actual del alcantarillado sanitario es del 0.00%, ya que no existe este servicio.



2.4.1.2 Análisis de Oferta

La oferta del servicio pretende beneficiar al total de los habitantes de esta urbanización, es decir se implementara un adecuado sistema de alcantarillado sanitario a través de redes de colectores y conexiones domiciliarias que mejoraran la calidad de vida. Actualmente la población total beneficiaria se encuentra agrupada en 80 familias siendo la cobertura de la oferta del 100%.

2.4.2 Tamaño y Localización del Proyecto

2.4.2.1 Estudio de Tamaño del Proyecto

La determinación del Tamaño del proyecto, en sistemas de alcantarillado sanitario está en función directa del número de la población total, del número de familias que requieren el servicio, y de la dotación por habitante. Para nuestro caso en particular, el número de familias que demandan la implementación del proyecto son 80 conexiones - viviendas. Las cuales hacen un total de 400 habitantes.

Para cubrir la demanda total del proyecto, es necesario la implementación de un adecuado sistema de alcantarillado sanitario.

2.4.2.2 Estudio de Localización del Proyecto

La urbanización San Antonio como beneficiaria del proyecto pertenece al Distrito 2 Cantón de Tomatitas del Municipio de San Lorenzo que corresponde a la Primera Sección de la Provincia Méndez del Departamento de Tarija, dentro de la cuenca hidrográfica del río Guadalquivir.

Esta referenciada por las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur: 21° 9'



Longitud Oeste: 65° 19'

Y una altitud que varían entre los 1930.00 y 2000.00 m.s.n.m.

Sus límites con las demás comunidades son:

Al norte con la Quebrada Oropeza y la comunidad de Rancho Sud.

Al sur con el río Erquis y la comunidad de Tomatitas.

Al oeste con el río Erquis y la comunidad de Erquis Sud.

Al este con el río Guadalquivir y la comunidad de San Mateo.

La principal vía de acceso es un camino empedrado que está conectado a la carretera Tarija–San Lorenzo, camino que actualmente se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad y se encuentra al lado del nuevo centro de salud de Tomatitas, bordeando la quebrada Oropeza que va hasta la comunidad de Loma de Tomatitas y pasa por la urbanización San Antonio.



Fig. 2.4.2.2.1 Ubicación Geográfica

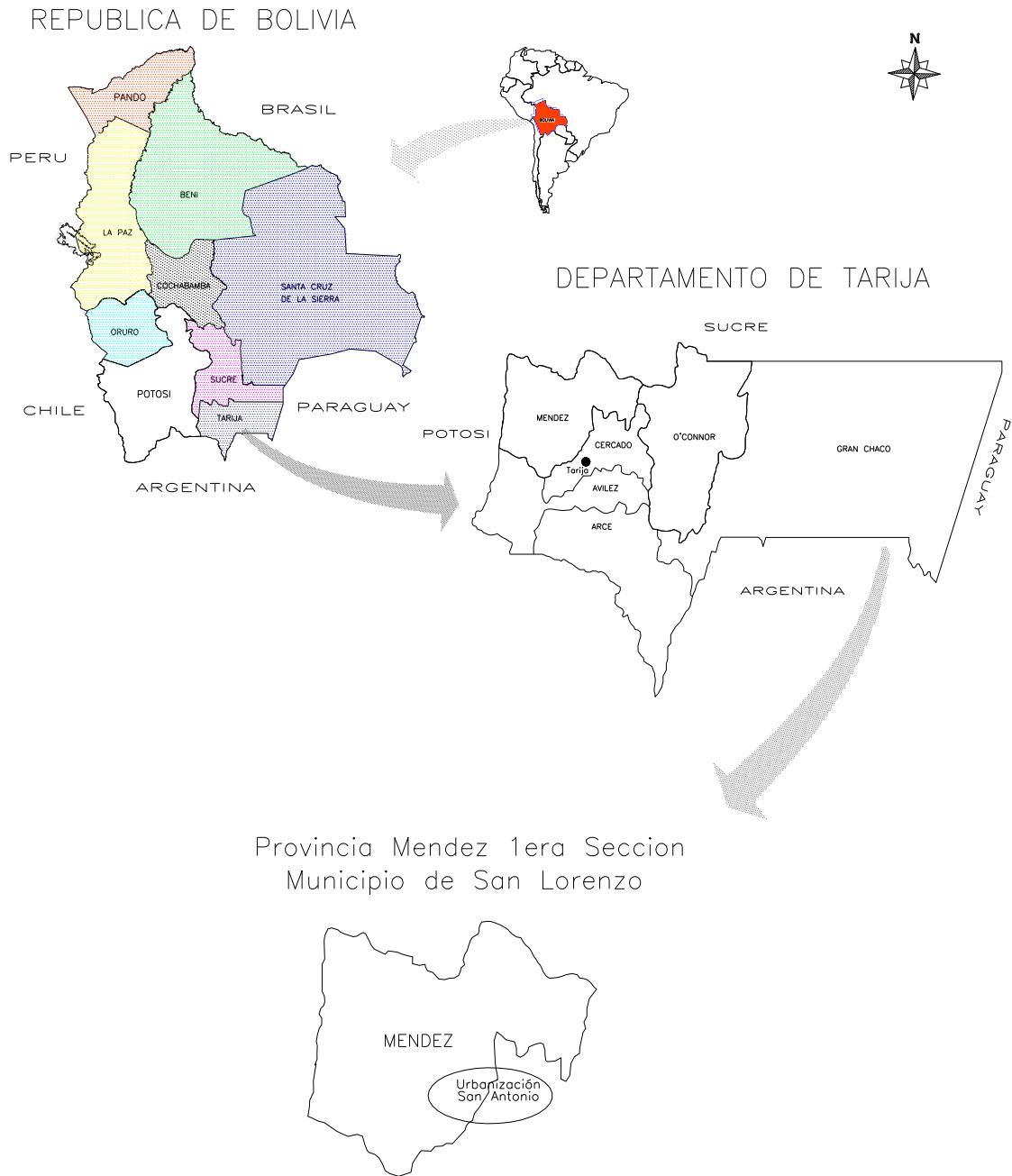
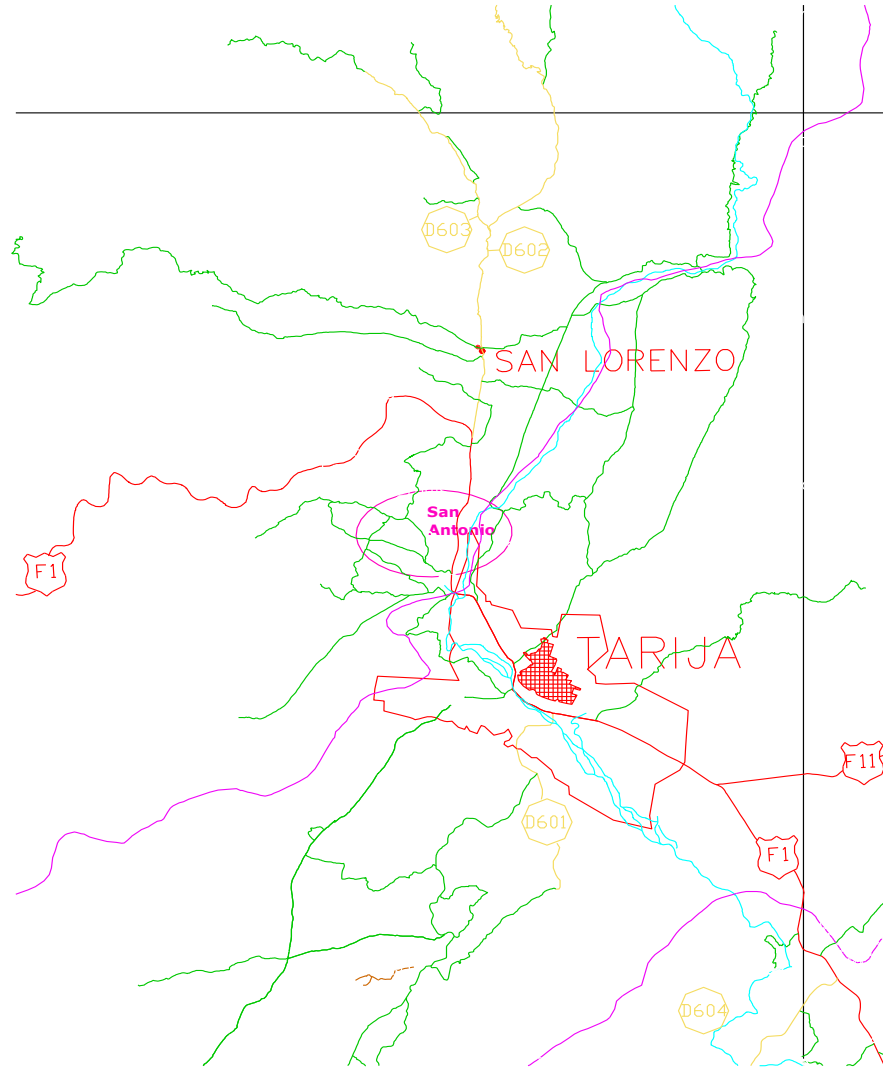




Fig. 2.4.2.2.3 Ubicación de la urbanización respecto a la ciudad de Tarija



Referencias

- | | | | |
|--|-----------------------------------------------|--|-------------------|
| | Límite Provincial | | Red Fundamental |
| | Límite Departamental | | Red Departamental |
| | Límite Internacional | | Red Municipal |
| | Ríos | | |
| | Comunidad o centro poblado | | |
| | Capital de Municipio | | |
| | Capital de Departamento, ciudades importantes | | |



2.4.3 Descripción del Proyecto, Objetivos, Metas, Marco Lógico

2.4.3.1 Descripción del proyecto

El proyecto comprende la ejecución de los siguientes componentes:

a. Infraestructura

El componente de **Infraestructura** está formado por los siguientes módulos:

M01-Obras Preliminares

Dentro de este módulo están contempladas la ejecución de las actividades preliminares a la construcción del proyecto.

M02-Red de Recolección

El sistema de alcantarillado sanitario es por gravedad, mediante la construcción de una red de colectores (principales, secundarios) que se conectara a la red del sistema de la urbanización 20 de Marzo y 12 de Abril quienes ya cuentan dentro de su diseño con una planta de tratamiento (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente) el cual garantizara la descarga del afluente al curso de la quebrada.

Se contempla la ejecución de 1001.07 m lineales de red colectora, compuesta de la siguiente forma:

- 390.50 m lineales de red principal (colectores principales) de Tubería de Hormigón Simple Ø8”.
- 610.57 m lineales de red secundaria (colectores secundarios) de Tubería de Hormigón Simple Ø6”.



Además, se cuenta con 19 cámaras de inspección de H°C° para la limpieza del sistema, las dimensiones de las mismas son de 1.00 m de ancho y 1.00 m de largo y la altura que varía de 1.20 m a 2.10 m. Cada cámara cuenta con tapas losas de H°A°. La excavación para las zanjas y los rellenos respectivos serán ejecutados con maquinaria.

M03-Conexiones Domiciliarias

Se ejecutaran 80 conexiones domiciliarias, que se conectarán al sistema. Cada conexión contempla una cámara domiciliaria de H°C° de 0.60 m x 0.60 m x 0.60 m y 12 m de tubería de Hormigón Simple Ø4”.

M04-Limpieza General

Este último módulo comprende el ítem de acabado y presentación de la obra.

b. Capacitación

El componente de **Capacitación** está compuesto por los siguientes módulos:

Administración, Operación, Mantenimiento y Educación Sanitaria.

c. Supervisión

El componente de **Supervisión** que consta de un presupuesto para la ejecución del mismo.

2.4.3.2 Objetivo General

El Objetivo General del proyecto es mejorar la calidad de vida de los habitantes de la urbanización San Antonio, mediante la ejecución de la



infraestructura que compone el servicio básico de alcantarillado sanitario, éste tendrá un impacto positivo en el medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.

2.4.3.3 Objetivos Específicos

- Lograr una cobertura total con la implementación del servicio básico de alcantarillado sanitario.
- Preservar el medio ambiente, evitando la contaminación del aire, del agua y de las plantas.
- Contribuir a la disminución de enfermedades infecciosas gastrointestinales.

2.4.3.4 Metas

- Implementar y concretar el proyecto en la fase de inversión.
- Beneficiar al 100% de los pobladores de la comunidad.
- Resguardar la salud pública de la región.

2.4.3.5 Marco Lógico

La implementación del proyecto Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Urbanización San Antonio necesita de una matriz de planificación que permita guiar y hacer un seguimiento a los objetivos del proyecto, por tanto se muestra a continuación dicha matriz.



Marco Lógico

Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario urbanización San Antonio

Resumen de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente		Medios de Verificación	Supuestos Importantes
	Sin Proyecto	Con Proyecto		
<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>El Objetivo General del proyecto es mejorar la calidad de vida de los habitantes de la urbanización de San Antonio, mediante la ejecución de la infraestructura que compone el servicio básico de alcantarillado sanitario, éste tendrá un impacto positivo en el medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.</p>	<p>80 familias en la urbanización no cuentan con sistema de Alcantarillado Sanitario.</p>	<p>80 familias en la urbanización San Antonio dispondrán de sistemas de Alcantarillado Sanitario y así mejorar las condiciones de salud de la población y condiciones de vida.</p>	<p>Fichas de evaluación de impactos Informe de evaluación ex – post Censos a nivel regional y nacional Informe evaluación operativa al finalizar la ejecución.</p>	<p>Se mejora las condiciones de salud de la población. Se opera y mantiene adecuadamente el nuevo Sistema. La autogestión de los usuarios del sistema se ha consolidado. Los cambios institucionales u organizacionales del operador no influyen en la sostenibilidad del proyecto.</p>
<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lograr una cobertura total con la implementación del servicio básico de Alcantarillado Sanitario. ▪ Preservar el medio ambiente, evitando la contaminación del aire, del agua y de las plantas. ▪ Contribuir a la disminución de enfermedades infecciosas gastrointestinales. 	<p>Tasa de mortalidad Infantil: 5.80 % 17,84 % casos de IRAs atendidos por año en niños menores de 5 años de la comunidad de San Antonio. 16.63 % casos de enfermedades diarreicas atendidas por año, en niños menores de 5 años en la comunidad de San Antonio.</p>	<p>En un periodo de 5 años a partir del funcionamiento del proyecto, la tasa de mortalidad infantil de la Población de San Antonio se ha reducido en un 1.12 % En un periodo de 5 años se ha reducido en 2.45 % el N° de casos de IRAs atendidos por año en niños menores de 5 años En un periodo de 5 años se ha reducido en 1.85 % el N° de casos de enfermedades dérmicas atendidos por año en niños menores de 5 años, en la población de San Antonio.</p>	<p>Datos censales del INE Datos estadísticos proporcionados por los SEDES. Encuestas e informes del Sistema Nacional de Información de Salud (SNIS). Entrevistas en Hogares</p>	<p>Existen cambios climáticos según la temporada del año que son normales. Los beneficiarios mantienen en condiciones adecuadas las instalaciones domiciliarias. Los beneficiarios cumplen con el pago de las tarifas de Saneamiento Básico</p>



Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Urbanización San Antonio

Resumen de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente		Medios de Verificación	Supuestos Importantes																								
	Sin Proyecto	Con Proyecto																										
<p>METAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementar y concretar el proyecto en la fase de inversión ▪ Beneficiar al 100% de los pobladores de la comunidad ▪ Resguardar la salud pública de la región. 	<p>Al no existir sistema alguno, los habitantes de la urbanización se ven limitados para vivir y establecerse en esta zona.</p>	<p>Se dotara de sistemas de alcantarillado sanitario a toda la población. Con este sistema que se implementara se beneficiara a la totalidad de las familias de la urbanización.</p>	<p>Entrega y puesta en marcha de las obras del sistema. Fichas de seguimiento de supervisión Visitas de campo Acta de recepción final de la Obra. Informe del cierre del proyecto Informes del comité de Saneamiento Básicos Informes de la fiscalización de obras Planilla de avance de obras Libro de ordenes</p>	<p>Se han cumplido con las especificaciones técnicas y administrativas de las obras proyectadas. Se han ejecutado los trabajos de operación y mantenimiento del sistema. El supervisor de obra hará cumplir el pliego de especificaciones durante la ejecución del proyecto. La empresa constructora acabara la obra en el tiempo estipulado en el proyecto. La comunidad beneficiaria cambiara sus hábitos Sanitarios</p>																								
<p>ACTIVIDADES</p> <p>El componente de Infraestructura está formado por los siguientes módulos: M01-Obras Preliminares Dentro de este módulo están contempladas la ejecución de las actividades preliminares a la construcción del proyecto. M02-Red de Recolección El sistema de alcantarillado sanitario es por gravedad, mediante la construcción de una red de colectores (principales, secundarios) que se conectara a la red del sistema de la urbanización 20 de Marzo y 12 de Abril quienes ya cuentan dentro de su diseño con una planta de tratamiento (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente) el cual garantizara la descarga del afluente al curso de la quebrada. Se contempla la ejecución de 1001.07 m lineales de red colectora, compuesta de la siguiente forma: 390.50 m lineales de red principal (colectores principales) de Tubería de H° Ø8” 610.57 m lineales de red secundaria (colectores secundarios) de Tubería de H° Ø6” Además, se cuenta con 19 cámaras de inspección de H°C° para la limpieza del sistema, las dimensiones de las mismas son de 1.00 m de ancho y 1.00 m de largo y la altura que varía de 1.20 m a 2.10 m. Cada cámara cuenta con tapas losas de H°A°. La excavación para las zanjas y los rellenos respectivos serán ejecutados con maquinaria. M03-Conexiones domiciliarias Se ejecutaran 80 conexiones domiciliarias, que se conectarán al sistema. Cada conexión contempla una cámara domiciliaria de H°C° de 0.60 m x 0.60 m x 0.60 m y 12 m de tubería de H° Ø4”. M04-Limpieza general Este último módulo comprende el ítem de acabado y presentación de la obra.</p>			<table border="0"> <tr> <td>Obras Preliminares</td> <td align="right">5.510,32 Bs.</td> </tr> <tr> <td>Red de Recolección</td> <td align="right">295.961,78 Bs.</td> </tr> <tr> <td>Conexiones Domiciliarias</td> <td align="right">219.304,51 Bs.</td> </tr> <tr> <td>Limpieza General</td> <td align="right">4.051,03 Bs.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>Presupuesto Infraestructura</td> <td align="right">524.827,64 Bs.</td> </tr> <tr> <td>Presupuesto Supervisión</td> <td align="right">26.241,66 Bs.</td> </tr> <tr> <td>Presupuesto Capacitación Técnica</td> <td align="right">31.489,66 Bs.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td align="center" colspan="2">Presupuesto Total del Proyecto 582.558,68 Bs.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Son: Quinientos ochenta y dos mil quinientos cincuenta y ocho, 68/100 bolivianos.</td> </tr> </table>		Obras Preliminares	5.510,32 Bs.	Red de Recolección	295.961,78 Bs.	Conexiones Domiciliarias	219.304,51 Bs.	Limpieza General	4.051,03 Bs.			Presupuesto Infraestructura	524.827,64 Bs.	Presupuesto Supervisión	26.241,66 Bs.	Presupuesto Capacitación Técnica	31.489,66 Bs.			Presupuesto Total del Proyecto 582.558,68 Bs.				Son: Quinientos ochenta y dos mil quinientos cincuenta y ocho, 68/100 bolivianos.	
Obras Preliminares	5.510,32 Bs.																											
Red de Recolección	295.961,78 Bs.																											
Conexiones Domiciliarias	219.304,51 Bs.																											
Limpieza General	4.051,03 Bs.																											
Presupuesto Infraestructura	524.827,64 Bs.																											
Presupuesto Supervisión	26.241,66 Bs.																											
Presupuesto Capacitación Técnica	31.489,66 Bs.																											
Presupuesto Total del Proyecto 582.558,68 Bs.																												
Son: Quinientos ochenta y dos mil quinientos cincuenta y ocho, 68/100 bolivianos.																												



2.5 ESTUDIO TÉCNICO

2.5.1 Normas y Parámetros de Diseño

El diseño hidráulico se basó en la Norma Boliviana NB 688, Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial y sus Reglamentos, Ministerio del Agua – Viceministerio de Servicios Básicos.

2.5.1.1 Periodo de Diseño

El periodo de diseño es de 20 años, donde está considerado desde el año en estudio 2013 hasta el año horizonte 2033.

Para determinar el periodo de diseño de los componentes y la eficacia de los mismos se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- La vida útil de las alcantarillas, equipo, maquinaria y estructuras que componen el sistema de alcantarillado, considerando su antigüedad, desgaste y grado de conservación.
- Posibilidades técnicas y costos de las ampliaciones, remoción y/o adición de obras.
- Crecimiento de la población con relación a cambios socioeconómicos.



Cuadro 2.5.1.1.1

Vida Útil de las Principales Estructuras de un Sistema de Alcantarillado

Tipo de estructura	Características	Vida útil en años
Alcant. lateral y secund. 25 cm - Ø10"	Pueden ser cambiadas	20 - 25
Alcant. princip 76 cm - Ø30"	Difíciles de cambiar - costos considerables	25 - 30
Emisarios circul. 76 cm - 30" o secc. ovoide o herradura	Difíciles de cambiar - costos prohibitivos	30 - 50
Estructura de bombeo	Difícil ampliar	25 - 30
Estructuras	Fácil cambiar	8 - 10
Equipos	Difícil cambiar	10 - 15
Plantas de tratamiento	Fácil ampliar	10 - 15
No mecanizadas	Difícil ampliar	15 - 20
Plantas de tratamiento	Fácil ampliar	15 - 20
Mecanizadas	Difícil ampliar	20 - 30

(Fuente: Ingeniería Sanitaria (Guido Capra J.)

2.5.1.2 Población

Se determinó la población y las densidades poblacionales de acuerdo con la zona de ocupación homogénea, siguiendo la categoría de Unifamiliar o Multifamiliar para el inicio y final del proyecto. Para el diseño se ha considerado 80 familias que corresponden a 80 predios.

2.5.1.3 Densidad de Ocupación

Se tendrá que tomar en cuenta que el número de habitantes por vivienda y la densidad de ocupación, generalmente tiene relación directa con el nivel de ingresos de la comunidad. En áreas de altos ingresos, el número medio de personas en una vivienda es menor que áreas de bajos ingresos, esto se debe a que en una sola vivienda puede estar habitada por más de una familia.



Cuadro 2.5.1.3.1

Densidad de Ocupación

Tipo de zona según nivel de ingresos	Densidad de ocupación (hab/viv)
Alto	4,00
Medio	5,00
Bajo	7,00

Para el proyecto se asumió una densidad de ocupación de 5 hab/viv.

2.5.1.4 Área de la urbanización

El 60.00% del terreno corresponde al área ocupada por los 80 lotes, es decir ocupa una superficie de 24,000.00 m², el 25.00% del terreno ocupa una superficie de 10,000.00 m² en lo que es vías y el 15.00% con una superficie de 6,000.00 m² corresponde al área verde y equipamiento de la urbanización.

2.5.1.5 Crecimiento Poblacional

La tasa de crecimiento para la provincia Méndez del Departamento de Tarija es de 1.52 %.

2.5.1.6 Cálculo de la Población Futura

El cálculo de la población de diseño está en función del número de lotes con el cual consta esta urbanización multiplicando por el número promedio de personas por familia, al cual calculamos por los diferentes métodos, para poder actualizarlo (2013), luego proyectarlo a nuestro año horizonte de diseño que es de 20 años (2033).



Se debe tener en cuenta que los diferentes métodos a utilizarse son establecidos por la (NB-688), los cuales son aplicables y tenemos que:

a. Método Aritmético:

$$Pf = Pa * (1 + (i * t/100))$$

b. Método Geométrico:

$$Pf = Pa * (1 + (i/100)) ^t$$

c. Método de Wappaus:

$$Pf = Pa * ((200 + i * t) / (200 - i * t))$$

Dónde:

- Pf = Población futura (hab)
- Pa = Población actual (hab)
- i = Índice de crecimiento (%)
- t = Periodo de diseño (años)

Calculamos nuestra población futura en función de la población proyectada, con el área de cobertura, utilizando el método de **Geométrico**, porque es el que mejor se ajusta con respecto a los otros métodos.

2.5.2 Demandas de Agua

2.5.2.1 Dotación Media Diaria

Para determinar las necesidades del agua potable en zonas habitadas, se deben considerar los siguientes factores:



- Nivel económico de la población y tamaño de lotes o propiedades.
- Clima del lugar.
- Capacidad de la fuente “Pozo perforado”

El primer factor es importante, ya que la capacidad económica condiciona las necesidades de las familias. En consecuencia, los consumos en los sectores de nivel económico elevado son mayores.

Conviene recordar, que la dotación debe cubrir las necesidades del consumo doméstico constituido por el consumo familiar de agua de bebida, lavado de ropa, baño, aseo personal, cocina, limpieza riego de jardín y el consumo público que está constituido por el agua destinada a riego de zonas verdes y áreas recreativas.

En cuanto al factor clima, su influencia se refleja en los grandes consumos registrados en poblaciones con clima cálido y seco, en relación con los templados y fríos. En muchos casos la disponibilidad de agua en la fuente limita la dotación.

Para el presente proyecto se tomara como base los valores del siguiente cuadro:

Cuadro 2.5.2.1.1
Dotación Media Referencial

Zona	Dotación media (lt/hab/día)					
	Población (hab)					
	Hasta 500	De 500 a 2,000.00	De 2,000.00 a 5,000.00	De 5,000.00 a 20,000.00	De 20,000.00 a 100,000.00	Más de 100,000.00
Altiplano	30-50	30-70	50-80	80-100	100-150	150-250
Valles	50-70	60-90	70-100	100-140	150-200	200-300
Llanos	70-90	70-110	90-120	120-180	200-250	250-350



Cuadro 2.5.2.1.2

Niveles de Ingreso y Dotación de Agua Potable

Tipo de Área a ser atendida según Nivel de Ingreso	Dotación Per cápita (lt/hab/día)
Alto	250-180
Medio	180-120
Bajo	120-80

El siguiente cuadro muestra los consumos en un día para las principales necesidades básicas de una persona.

Cuadro 2.5.2.1.3

Consumos Básicos de Agua (lt/hab/día)

Actividad	Litros por habitante	Nº de veces	Consumo p/una Vivienda de 5 habitantes	Litros por día
Consumo de Ducha por Persona	60,00	1	5	300,00
Consumo por Sanitario	20,00	4	5	400,00
Preparación Alimentos, 3 Comidas	6,00	1	5	30,00
Lavado semanal de ropa	150,00	2	0,15	45,00
Lavado diario de manos	2,00	2	5	20,00
Lavado diario de pisos	20,00	1	1	20,00
Regado semanal de jardín	100,00	1	0,15	15,00
Total				830,00
Consumo Promedio por Habitante	830.00/5 = 166.00 lt/hab./día			

Analizando los cuadros anteriores y considerando que la urbanización San Antonio es de fácil acceso y las viviendas en este sector serán residencias y considerando los aspectos señalados anteriormente, nos permite fijar el tipo de consumo actual de 166.00 lt/hab/día como Dotación Media Diaria.



2.5.3 Caudales de Diseño

La determinación de los caudales de aporte se realizaron en base a la densidad poblacional, como función de la población asentada en relación al área servida. El caudal de diseño final para el sistema colector sanitario, es el Caudal máximo (Q_{maxdis}). Sin embargo la mayor parte de los sistemas presentan caudales adicionales como ser: Caudal de malas conexiones (Q_{mc}), Caudal de infiltración (Q_{inf}), por lo cual el caudal de diseño final se expresa de la forma siguiente:

$$Q_{máxdis} = Q_{máxh} + Q_{inf} + Q_{mc}$$

Intervienen diferentes coeficientes en la determinación de los caudales finales de aporte, que concurren a las redes de alcantarillado sanitario, los que veremos a continuación.

2.5.4 Coeficientes relacionados a la determinación de Caudales

2.5.4.1 Coeficiente de Retorno Agua/Alcantarillado

Debido a que las aguas residuales de una población son el reflejo del servicio de agua potable, es válido el criterio de aceptar como aguas residuales un porcentaje de la dotación de agua potable.

Del volumen del agua dotada a la población debe reducirse, la cantidad de agua que no llega a la alcantarilla, como ser el agua utilizada en el riego de jardines, etc. A falta de valores medidos de los aportes de aguas residuales domésticas, se ha adoptado un porcentaje del consumo de agua potable de la comunidad, el coeficiente varía entre 60% y 80%, para este caso se ha adoptado un valor de 80%.



2.5.4.2 Coeficiente de Punta

La relación entre el gasto medio y el máximo se denomina Coeficiente de Punta. La experiencia brasileña que es recomendable para América Latina y adoptada por la Norma Boliviana, deduce el valor de M de la multiplicación de los coeficientes K1 máximo caudal diario y K2 de máximo caudal horario. Los valores de estos coeficientes son:

K1 = Varía entre 1.2 a 1.5; para nuestro caso se adoptó un coeficiente de 1.5.

K2 = Varía entre 1.5 a 2.2; según el número de habitantes, para poblaciones hasta 2000 habitantes K2 es igual a 2.2, valor que es asumido para nuestro diseño.

2.5.4.3 Coeficiente por Malas Conexiones

En los caudales de aporte a las redes de alcantarillado sanitario, se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, clandestinas, por lo que fijamos un coeficiente de seguridad equivalentes al 5 ó 10% del caudal máximo previsto de las aguas residuales, para el presente proyecto se toma el 10%.

2.5.4.4 Coeficiente de Infiltración

Las redes de alcantarillado permiten la infiltración de aguas subterráneas principalmente aguas vadosas y freáticas a través de fisuras en los conductos y puntos mal construidos, dependiendo de estos factores según recomendación de la Norma Boliviana.

El potencial de infiltración varía de acuerdo a los factores siguientes:

- Altura del Nivel Freático sobre el fondo del colector.



- Permeabilidad del Suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado, tipo de alcantarillas y construcción de cámaras de inspección.

Es inevitable la ocurrencia de infiltración en los sistemas de alcantarillado, que se producen en las tuberías y cámaras de inspección.

La infiltración varía con relación al nivel freático, la precipitación pluvial, el tipo de materiales usados en la fabricación de tubos y el grado tecnológico de la construcción.

Cuadro 2.5.4.4.1
Valores de Infiltración en Tubos Qinf (lt/s/m)

Tipo de Material	Tubo de Cemento		Tubo de Arcilla		Tubo de Arcilla Vitrificada		Tubo de PVC	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Pegamento	Goma
N. Freático Bajo	0,0005	0,0002	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0005
N. Freático Alto	0,0008	0,0002	0,0007	0,0001	0,0003	0,0001	0,00015	0,0005

Para nuestro estudio, según el cuadro 2.5.4.4.1 en el diseño de colectores sanitarios tenemos que el Caudal de Infiltración con un Nivel Freático Alto es de 0.0008 lt/m/s., por ser una zona húmeda por el paso de la quebrada Oropeza a lo largo de la urbanización.

2.5.5 Caudal Medio Diario, Caudal Máximo, Caudal Mínimo de Diseño

Considerando los diferentes coeficientes que intervienen en la determinación de caudales que concurren a las redes de alcantarillado sanitario, se determinan las ecuaciones que rigen los flujos que se presentan, y son:

El caudal medio diario se determina mediante la siguiente ecuación:



$$Q_m = D_f * P_f / 86400 * r$$

El caudal máximo horario se determina multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de punta M.

$$Q_{máxh} = M * Q_m$$

$$M = K_1 * K_2$$

Dónde:

- Q_m. = Caudal medio diario, (lt/s)
- P_f = Población futura, (hab)
- D_f = Dotación futura, (lt/hab/día)
- r = Coeficiente de aporte, (0.80)
- Q_{máxh} = Caudal máximo horario, (lt/s)
- M = Coeficiente de Punta
- K₁ = Coeficiente de variación diaria, (1.5)
- K₂ = Coeficiente de variación horaria, (2.2)

El caudal Mínimo de Diseño que se acepta como límite inferior del menor gasto probable para cualquier tramo de alcantarilla, tiene un valor de 2.0 lt/s, que corresponde a la descarga de un inodoro.

- Consideramos que:
- Sí Q_{máxdis} < 2.0 (se adopta el valor de 2.0 lt/s)
 - Sí Q_{máxdis} > 2,0 (se adopta el valor de Q_{máxdis})



2.5.6 Fórmulas de Cálculo Hidráulico que utilizo en la planilla

Para el cálculo y diseño hidráulico de la red de alcantarillado, se ha utilizado una planilla electrónica, la misma incluye las áreas de aporte, caudales de infiltración, por malas conexiones, longitud de los tramos, pendientes, parámetros de control de velocidad, tirante mínimo y máximo, fuerza tractiva, etc.

En general las alcantarillas se proyectan para funcionar a sección llena solamente en condiciones extremas. Por lo tanto, en la mayoría de los problemas que se presentan al proyectar las alcantarillas es necesario estimar la velocidad y el caudal cuando fluyen parcialmente llenas. Las relaciones entre los parámetros hidráulicos del flujo a sección llena y sección parcialmente llena, en alcantarillas circulares, calculadas con la fórmula de Manning, se refleja de la siguiente, manera:

$$Q = A * V$$

La velocidad viene definida por:

$$V = s^{(1/2)} * R^{(2/3)} / n$$

El radio hidráulico se define como:

$$Rh = Am / Pm$$

Para tubería a sección llena, el radio hidráulico es:

$$Rh = D / 4$$



Sustituyendo el valor de R_h , en la fórmula de Manning para tuberías a sección llena queda:

$$V = 0.397 / n * D^{(2/3)} * s^{(1/2)}$$

Reemplazando en la ecuación del caudal a sección llena:

$$Q = 0.312 / n * D^{(8/3)} * s^{(1/2)}$$

Dónde:

Q	= Caudal, (m ³ /s)
V	= Velocidad, (m/s)
Am	= Área de la sección mojada, (m ²)
Pm	= Perímetro de la sección mojada, (m)
n	= Coeficiente de rugosidad, (0.013)
Rh	= Radio hidráulico, (m)
s	= Pendiente de la línea de carga, (m/m)
D	= Diámetro de la alcantarilla, (m)

La velocidad necesaria para el transporte del material sólido depende fundamentalmente del coeficiente de rugosidad de la tubería (Tipo de material), del diámetro de la partícula y de su peso específico.

2.5.6.1 Coeficiente de Rugosidad

En las alcantarillas el coeficiente de rugosidad debe considerarse constante cualquier sea el material empleado para su fabricación, cuando el agua fluya a más de la mitad de la sección y para los diámetros pequeños. Para fines prácticos el valor del coeficiente de rugosidad para la tubería de H^o es de 0.013 (Coeficiente de Manning).



Cuadro 2.5.6.1.1
Coefficiente de Rugosidad

Tipo de Material	Coefficiente (n)
Tubería de Hormigón	0,013
Tubería de Arcilla Vitrificada	0,013
Tubería de Hierro Fundido	0,012
Tubería de PVC-SDR	0,009
Tubería de Asbesto Cemento	0,011

2.5.6.2 Velocidades

La ecuación de Manning es la más recomendable por su sencillez para el cálculo de velocidades en alcantarillas para sección llena:

$$V = s^{(1/2)} * Rh^{(2/3)} / n$$

Dónde:

- V = Velocidad de escurrimiento, (m/s)
- s = Pendiente de la tubería, (m/m)
- Rh = Radio hidráulico, (m)
- n = Coeficiente de Rugosidad, (0.013)

a. Velocidad Mínima

Se adoptará una velocidad mínima de 0.6 m/s; para velocidades menores a este valor se verificará que la velocidad de auto-limpieza sea:

$$v = 0.386 + 0.241 * (y / D - 0.06)$$



Dónde:

v = Velocidad de auto-limpieza, (m/s)

y = Tirante, (m)

D = Diámetro tubería, (m)

b. Velocidad Máxima

Comprobaciones experimentales sobre la frecuencia de desgaste a las que están sometidas las alcantarillas y duración de las mismas, donde se establece que a velocidades iguales o máximas a 5.0 m/s, donde la velocidad requerida para erosionar una alcantarilla en buenas condiciones y de cualquier material. Se previno en el dimensionamiento la altura mínima de escurrimiento igual o mayor al 15% del diámetro de la tubería y la máxima de 75% del diámetro de la tubería. Con la mínima velocidad se garantiza la condición de auto-limpieza y con la máxima velocidad un aprovechamiento con seguridad, dado que la capacidad máxima de la tubería es cuando el calado esta alrededor del 93%.

2.5.6.3 Pendientes

a. Pendientes Mínimas y Máximas

Los límites de velocidad mínima y máxima fijado para el funcionamiento óptimo de las alcantarillas, determinan pendientes mínimas y máximas, para los diferentes diámetros de las tuberías de fabricación comercial.

Las pendientes máximas serán las que produzcan velocidades máximas no erosivas.



Las pendientes mínimas serán las que permitan obtener velocidades de arrastre de las partículas y sólidos en suspensión, en función a lo expuesto se adoptarán las siguientes pendientes límites, que se detallan a continuación:

Cuadro 2.5.6.3.1
Pendientes Mínimas y Máximas para Alcantarillado Sanitario

Diámetro		Mínima $v = 0.6$ m/s Pendiente %	Caudal (l/s)	Pendiente Mínima Recomendada	Máxima $v = 5.0$ m/s Pendiente %	Caudal (l/s)	Pendiente Máxima Recomendada
mm	pulg						
150	6	0,48	10,59	0,50	33,65	88,65	33,00
200	8	0,33	18,85	0,40	22,95	157,08	22,00
250	10	0,25	28,45	0,25	17,03	245,43	17,00
300	12	0,19	42,41	0,20	13,35	345,43	13,00

Fuente: Ingeniería Sanitaria (Guido Capra J.)

2.5.6.4 Tirantes de Agua

a. Tirante Mínimo

La experiencia ha demostrado y se recomienda que el tirante mínimo sea el 15% del diámetro de la tubería, garantizando la auto limpieza.

b. Tirante Máximo

Se considera el 75% del diámetro de la tubería para el aprovechamiento con seguridad, dado que la capacidad máxima del conducto es cuando el calado de escurrimiento esta alrededor del 93%.

2.5.6.5 Tensión Crítica de Arrastre

Para que existan condiciones de auto-transporte de sólidos o condiciones de auto-limpieza es preciso, que al menos por un pequeño período durante un día, la



corriente de agua tenga una tensión tractiva capaz de arrastrar el material en suspensión.

Los tramos de la red donde la pendiente es mínima, deben ser verificados por el criterio de tensión tractiva o tensión tangencial de arrastre.

La condición de auto-limpieza de los colectores debe ser suficiente para crear una fuerza tractiva mínima.

$$\tau = 0.15 \text{ kg/m}^2$$

La fuerza tractiva debe ser suficiente para poder transportar el 90% del material granular que se estima entra al sistema de alcantarillado.

La condición de auto-limpieza (Pendiente Mínima) deberá ser calculada con el 10% a 20% del caudal promedio.

2.5.6.6 Diámetros Mínimos

Los tamaños mínimos de las alcantarillas o colectores no están dictados por los requerimientos hidráulicos sino para evitar la obstrucción y facilitar la limpieza de las mismas.

El diámetro mínimo establecido por la Norma Boliviana es de 150 mm (6") para alcantarillado sanitario.



2.5.6.7 Profundidad en la Instalación de Conductos

El costo de las redes de alcantarillado varia con la profundidad de su instalación, a mayor profundidad mayor excavación e incremento de los costos de excavación y relleno, transporte de tierra, entubamiento y de instalación.

a. Profundidad Mínima

La profundidad Mínima de instalación de una tubería para Alcantarillado Sanitario depende de los factores siguientes:

- Recubrimiento mínimo de protección contra cargas externas, profundidad de 1.00 m permite amortiguar la mayor parte de las cargas.
- Profundidad mínima para evitar congelación de las heladas rara vez penetran más de 1.20 m.
- No generar interferencia con otros servicios.
- Permitir el drenaje por gravedad de las aguas residuales provenientes de las casas.
- La profundidad mínima según la Norma Boliviana es de 1.00 m para diámetros iguales o menores a 450 mm desde la rasante definida hasta la cota clave del tubo, para diámetros mayores se recomienda realizar un cálculo del soporte estructural de la tubería.

Para el presente proyecto se toma una profundidad mínima de 1.20 m que considera en general la profundidad mínima necesaria para soportar las cargas por enterramiento y las cargas vivas, además de tener una adecuada cota con respecto a las cámaras domiciliarias instaladas en el predio.



b. Profundidad Máxima

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores, de acuerdo con la cohesión del terreno en que quedará alojado el conducto y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. La profundidad máxima admisible, será de 6.00 m.

2.5.6.8 Cámaras de Inspección

Los pozos de visita o cámaras de inspección convencionales que forman parte de este sistema de alcantarillado, sirven de acceso a las alcantarillas para realizar las operaciones de limpieza; se han ubicado en forma óptima ya que son obras relativamente caras.

Por lo tanto las ubicaciones sugeridas para las cámaras de inspección son las siguientes:

- En los arranques de la red, pudiendo servir a uno o más colectores. En algunos casos pueden ser sustituidos por tubos de limpieza.
- En los cambios de dirección, ya que se asume que todos los tramos de la red son rectos.
- En los puntos donde se diseñan caída en los colectores.
- En los puntos de concurrencia de más de dos colectores.
- En los cambios de pendiente o cambios de diámetro.
- En la intersección de colectores.

En tramos largos, de modo que la distancia entre dos cámaras no exceda lo estipulado a continuación:

- 70 m para colectores de pequeño diámetro 150 mm a 400 mm.
- 100 m para colectores visitables mayores a 700 mm de diámetro.



- 150 m para colectores visitables mayores a 1000 mm de diámetro.

Esta distancia está directamente relacionada con la utilización de equipos y métodos de limpieza, sean manuales o mecanizados, por lo tanto:

Si se hace uso de 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, la distancia entre cámaras puede llegar a 100 m y avanzar aun hasta los 150 m.

Si los diámetros de los colectores son visitables y permiten una limpieza directa por un operador, la distancia puede ampliarse de 150 a 200 m.

2.5.6.9 Tuberías en el Sistema de Alcantarillado Sanitario

a. Tuberías de Conexión Domiciliaria

La tubería de conexión domiciliaria es el colector de propiedad particular que conduce el agua residual de una edificación hasta la red de alcantarillado principal, el tipo de material de dichos colectores puede ser de Hormigón, Metálicos, PVC, o de cerámica, cualquiera sea el caso el diámetro debe ser inferior al colector público, buscando que en caso de producirse obstrucción por uso indebido, el efecto se produzca en el tramo de conexión o en el interior de la edificación. El diámetro mínimo interno de acuerdo a la norma es de 0.10 m y con una pendiente adecuada que permita evacuar los residuos sólidos sin obstrucción alguna.

La conexión o unión de la tubería domicilio–red, debe realizarse por medio de un accesorio o codo, efectuando la perforación en la clave del tubo, garantizando de esta manera la entrada de las aguas residuales domiciliarias por parte superior y manteniendo invariable la sección hidráulica.



b. Colectores

El colector es una tubería que funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud, las dimensiones de los colectores dentro de una red de alcantarillado pueden variar en función al volumen acumulado de aguas servidas, más la contribución del tramo en consideración.

Debido a que el conducto funciona a flujo libre, no existe presión en el interior del mismo, por lo cual, los esfuerzos a que están sometidos estos conductos desde el punto de vista estructural, provienen de cargas o agentes externos de transporte y manipuleo.

c. Localización de los Colectores

La red de alcantarillado sanitario es colocada en los costados oeste y norte de las calles a 1.0 m del cordón de acera y a la profundidad resultante del cálculo hidráulico de la red medida desde la rasante a la corona del tubo. La separación entre las tuberías de agua potable y alcantarillado será por lo menos 3.0 m, debiendo colocarse la tubería de alcantarillado a 0.30 m por debajo de la de agua potable.

2.6 INGENIERÍA DEL PROYECTO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

2.6.1 Memoria de Cálculo

2.6.1.1 Cálculo de la Población de Diseño

El cálculo de la población de diseño está en función del número de lotes con el cual consta esta urbanización multiplicando por el número promedio de personas



por familia, al cual calculamos por los diferentes métodos, para poder actualizarlo (2013), luego proyectarlo a nuestro año horizonte de diseño que es de 20 años (2033).

Calculamos nuestra población futura en función de la población proyectada, con el área de cobertura, utilizando el método de **Geométrico**, utilizamos este método por ver que es el mejor se ajusta con respecto a los otros métodos:

$$Pf = Pa * (1 + (i/100)) ^t$$

Dónde:

Pf = Población futura (hab)

Pa = Población actual (hab) = 400

i = Índice de crecimiento (%) = 1.52

t = Periodo de Diseño (años) = 20

$$Pf = 400 * (1 + (1.52/100)) ^20$$

$$Pf = 541 \text{ hab}$$



Cuadro 2.6.1.1.1
Población de Diseño (2013-2033)

Año	Índice Crec. %	Método Aritmético	Método Geométrico	Método Wappaus
2013	1,52	406	406	406
2014	1,52	412	412	412
2015	1,52	418	419	419
2016	1,52	424	425	425
2017	1,52	430	431	432
2018	1,52	436	438	438
2019	1,52	443	445	445
2020	1,52	449	451	452
2021	1,52	455	458	459
2022	1,52	461	465	466
2023	1,52	467	472	473
2024	1,52	473	479	480
2025	1,52	479	487	488
2026	1,52	485	494	495
2027	1,52	491	502	503
2028	1,52	497	509	511
2029	1,52	503	517	519
2030	1,52	509	525	527
2031	1,52	516	533	535
2032	1,52	522	541	543

2.6.1.2 Cálculo de la Densidad de diseño

Realizamos el cálculo de la densidad de diseño, la cual se va aplicar para el diseño de nuestro proyecto.

$$\mathbf{Ds = Población/Área}$$

$$Ds = 541/3.50$$

$$\mathbf{Ds = 154.57 hab/ha}$$

La población total de este nuevo sistema, está basada en la aplicación de la densidad de la población actual, a la del sistema nuevo a implementarse.



2.6.1.3 Cálculo de la Dotación Futura

$$Df = Do * (1 + (d/100)) ^n$$

Dónde:

Df = Dotación Futura, (lt/hab/día)

Do = Dotación Actual, (lt/hab/día) = 166.00

d = Incremento de la dotación, (NB-688); rango de valores de 0.5–2.0%

n = Periodo de Diseño (años) = 20

$$Df = 166.00 \text{ lt/hab/día} * (1 + (2/100)) ^ 20$$

$$Df = 246.67 \text{ lt/hab/día}$$

$$Df = 247.00 \text{ lt/hab/día}$$

2.6.1.4 Cálculo del Caudal de Aporte para la red

$$Qap = Df * Pf / 86400$$

$$Qap = 247.00 \text{ lt/ hab/día} * 541 \text{ hab} / 86400$$

$$Qap = 1.55 \text{ lt/s}$$

a. Cálculo del Caudal Medio para la red: (Qm)

Cálculo del caudal medio, tomando en cuenta el Coeficiente de Retorno o aporte (r) (Agua/Alcantarillado):

r = (60 % – 80 %), donde adoptamos el valor de 80 %.

$$Qm = Qap * r$$

$$Qm = 1.55 \text{ lt/s} * 0.80$$



$$Q_m = 1.24 \text{ lt/s}$$

b. Cálculo del Coeficiente de Punta: (M)

Los valores de estos coeficientes son:

K1 = Varía entre 1.2 a 1.5; para nuestro caso se adoptó un coeficiente de 1.5.

K2 = Varía entre 1.5 a 2.2; según el número de habitantes, para poblaciones hasta 2000 habitantes K2 es igual a 2.2, valor que es asumido para nuestro diseño.

c. Cálculo del Caudal Máximo Diario para la red: (Q_{máxd})

$$Q_{máxd} = K1 * Q_m$$

$$Q_{máxd} = 1.5 * 1.24 \text{ lt/s}$$

$$Q_{máxd} = 1.86 \text{ lt/s}$$

d. Cálculo del Caudal Máximo Horario para la red: (Q_{máxh})

$$Q_{máxh} = K2 * Q_{máxd}$$

$$Q_{máxh} = 2.2 * 1.86 \text{ lt/s}$$

$$Q_{máxh} = 4.08 \text{ lt/s}$$

e. Cálculo del Caudal de Infiltración: (Q_{inf})

En base a los parámetros que nos indica la NB-688

Nivel freático Alto: 0.0008 lt/s/m

Tipo de Tubería : Hormigón Simple

Tipo de Junta: Cemento



$$Q_{inf} = 0.0008 \text{ lt/s/m} * \text{Longitud acumulada}$$

$$Q_{inf} = 0.0008 \text{ lt/s/m} * 997.04 \text{ m}$$

$$\mathbf{Q_{inf} = 0.80 \text{ lt/s}}$$

f. Cálculo del Caudal por Malas Conexiones: (Q_{mc})

$$Q_{mc} = 10 \% * Q_{máxh}$$

$$Q_{mc} = 0.10 * 4.08 \text{ lt/s}$$

$$\mathbf{Q_{mc} = 0.408 \text{ lt/s}}$$

g. Cálculo del Caudal Máximo de Diseño para la red: (Q_{máxdis})

$$Q_{máxdis} = Q_{máxh} + Q_{inf} + Q_{mc}$$

$$Q_{máxdis} = 4.08 \text{ lt/s} + 0.80 \text{ lt/s} + 0.408 \text{ lt/s}$$

$$\mathbf{Q_{máxdis} = 5.29 \text{ lt/s}}$$

Dónde:

Q_m = Caudal Medio, (lt/s)

Q_{máxd} = Caudal Máximo Diario, (lt/s)

Q_{máxh} = Caudal Máximo Horario, (lt/s)

Q_{mc} = Caudal por Malas Conexiones, (lt/s)

Q_{inf} = Caudal de Infiltración, (lt/s)

Q_{máxdis} = Caudal Máximo de Diseño, (lt/s)

El cálculo y diseño hidráulico de la red, se ha efectuado mediante el uso de una planilla electrónica, donde se incluye las áreas de aporte, caudales de aporte, de infiltración, malas conexiones, pendientes, diámetros, parámetros básicos de diseño, parámetros de control de velocidades, verificación tirante crítico, velocidad de auto lavado, etc. La red está diseñada para los requerimientos del año horizonte



de 2033 (20 años). La Planilla de Cálculo de la Red de Alcantarillado Sanitario se encuentra en ANEXOS.

2.6.1.5 Resumen Características Técnicas del Sistema

Red de Recolección

Tipo de Sistema:	Por Gravedad
Población Beneficiada:	400 hab
Población futura de diseño:	541 hab
Dotación actual:	166.00 lt/hab/dia
Dotación futura de diseño:	247.00 lt/hab/dia
Caudal máximo de diseño:	5.29 lt/s
Coef. de Rugosidad Tubería Hormigón Simple:	0.013
Long. Tubería de H° Ø6" Colectores Secundarios:	610.57 m
Long. Tubería de H° Ø8" Colectores Principales:	390.50 m
Longitud Total de la red:	1001.07 m
N° de Cámaras de Inspección h=1.20 m:	13 pzas
N° de Cámaras de Inspección h=1.60 m:	4 pzas
N° de Cámaras de Inspección h=2.10 m:	2 pzas
Dim. Base de la Cámara de Inspección:	1.50 m x 1.50 m
Dim. Tapa de la Cámara de Inspección:	1.20 m x 1.20 m
Material de las Cámaras de Inspección:	H°C°
Material de las Tapas de Cámaras de Inspección:	H°A°

Conexiones Domiciliarias

Long. Tubería de H° D=4" Conexiones Domiciliarias:	960.00 m
N° de Conexiones Domiciliarias:	80 conex.
N° de Cámaras Domiciliarias:	80 pzas
Dim. Cámaras Domiciliarias:	0.60 m x 0.60 m
Material de las Cámaras Domiciliarias:	H°C°
Material de las Tapas de Cámaras Domiciliarias:	H°A°
Accesorios:	Yee de H°



Fig. 2.6.1.5.1 Esquema Hidráulico





2.6.2 Diseño de las Obras Auxiliares y Complementarias

2.6.2.1 Cargas sobre los conductos enterrados en zanja

La alcantarilla soporta al igual que un conducto subterráneo el peso correspondiente al material que lo cubre, el valor de esta carga (carga muerta), así como de las sobrecargas originadas sobre vehículos (carga viva dinámica) o por acumulaciones de materiales.

El diseño de la estructura de una alcantarilla o conducto subterráneo es básicamente igual a cualquier estructura de ingeniería y se requiere conocer:

- Las cargas máximas probables
- La resistencia de la tubería
- La capacidad del terreno
- El tipo de apoyo que asegure la estabilidad de la estructura
- Un factor de seguridad adecuado que se añadirá a la resistencia de la alcantarilla.

2.6.2.2 Objetivos del Estudio de las Cargas que soportan las alcantarillas

El objetivo principal del estudio de las cargas es el poder definir con claridad las sollicitaciones a las que estarán sometidas las tuberías, el tipo de asiento necesario de manera que se pueda garantizar su duración. Se establece dos tipos de cargas y son:

- Cargas Muertas Peso del material que cubre
- Cargas Vivas Dinámica (originada por vehículos)
 Estática (acumulación de materiales)



2.6.2.2.1 Cálculo de Cargas Muertas

En forma general se plantea la siguiente ecuación de Anson Marston:

$$\mathbf{Wd = Cd*w*Bd^2}$$

Dónde:

Wd = Es la carga vertical por metro lineal en kg/m

Cd = Coeficiente de carga en función de la relación prof. ancho
H/Bd y para diferentes clases de relleno

w = Peso unitario del material de relleno kg/m³

Bd = Ancho de la zanja a nivel de la parte superior del Conducto.

Conductos en zanja

Se dice que un conducto esta en condición de zanja, cuando el ancho de la excavación en la parte superior del mismo cumple con la siguiente condición:

$$\mathbf{Bd = 1.5*D+0.30}$$



Cuadro 2.6.2.2.1.1
Propiedades del Material de Relleno

Material de Relleno	Designación	Peso Unitario kg/m ²	Angulo de Fricción
Arcilla Húmeda	E	2000,00	12°
Suelos Orgánicos (Humus)	E	1700,00	12°
Arena Húmeda	E	1500,00	14°
Arcilla	D	1600,00	15°
Arena Saturada	D	1600,00	15°
Barro	D	2100,00	18°
Tierra Saturada	C	1800,00	18°
Terreno de Aluvión Húmedo	C	2000,00	20°
Barro Húmedo	C	2100,00	22°
Aluvión Roca	B	1800,00	25°
Arena Suelta	B	1700,00	31°
Grava y Arena Suelta	B	2000,00	33°
Terreno Granular Compacto	A	1900,00	37°

2.6.2.2.2 Cálculo de Cargas Vivas

La acción de las cargas vivas tiene su importancia cuando los conductos se instalen en rellenos de poca altura; el efecto de su acción disminuye con la profundidad. Para el cálculo de la transmisión de la carga se considera la fórmula de Marston.

$$W_t = 1/L * C_t * p_v * I_t$$

Dónde:

W_t = Es la carga vertical que actúa sobre el conducto en kg/m

L = Longitud de la alcantarilla sobre la que se transmite la carga (m)



Ct = Coeficiente de carga móvil, que depende de la altura de relleno (H), longitud de alcantarilla (L) ancho y longitud de distribución de la carga.

It = Factor de impacto para calles y avenidas $It = 1 + 0.30/H$

Pv = Carga máxima en la rueda del vehículo kg/m²

Cuadro 2.6.2.2.1
Carga Máxima Pv (kg/m²)

Descripción	Peso Rueda (kg/m)	Profundidad de la zanja (m)												
		0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,50	3,00	3,20	4,00
LT6	1000	5000	3000	1700	1000	800	600	500	450	400	300	200	150	100
LT12	2000	9000	6500	4500	3000	1700	1100	1000	700	600	500	400	300	200
HT26	6500	12700	8000	5800	4000	3000	2500	2000	1900	1700	1300	1100	800	700
HT45	7500	14800	8800	6000	4500	3800	3000	2500	2100	1800	1500	1100	1000	1000

2.6.2.3 Resistencia de Soporte de los Conductos

La resistencia de soporte de las alcantarillas de tuberías de Hormigón simple están condicionadas por las Normas ASTM C14 Clase II indicando en el cuadro siguiente los valores mínimos requeridos para tuberías sin armadura.

Cuadro 2.6.2.3.1
Requerimiento para Tuberías sin Armadura

Diámetro		Espesor Mínimo Mm	Resistencia Mínima kg/m
mm	pulg		
150	6	19,00	2.980,00
200	8	22,00	2.980,00
250	10	25,00	2.980,00
300	12	35,00	2.350,00
375	15	41,00	3.870,00
450	18	50,00	4.460,00
525	21	57,00	4.910,00
600	24	75,00	5.360,00



Factor de seguridad

Se recomienda factores de seguridad de 1.20 a 1.25

Factor de carga

$$\mathbf{Fc = (Rc * Fs) / Rs}$$

Dónde:

Fc = Factor de carga que depende del tipo de apoyo que requiere el Conducto

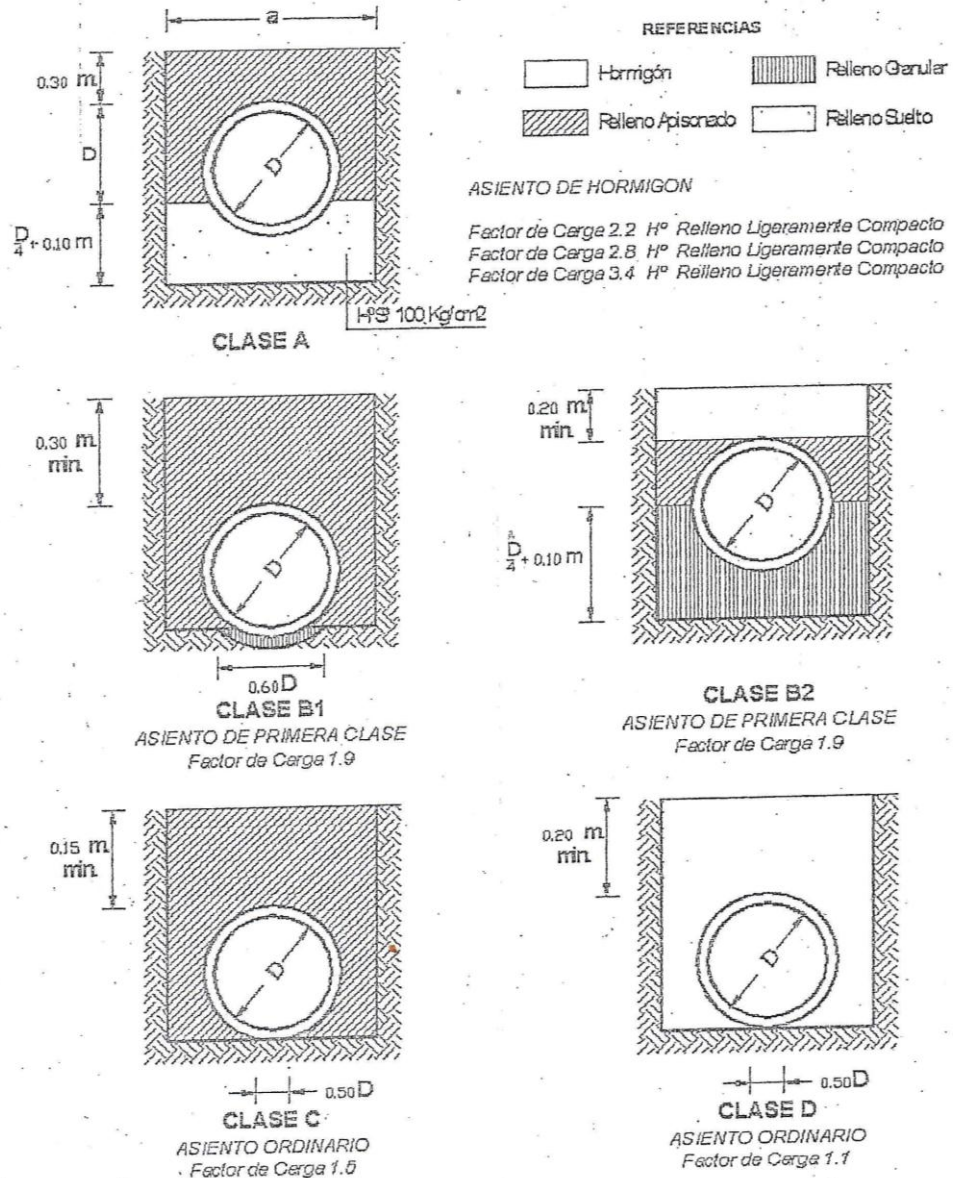
Rc = Resistencia de soporte del conducto en campo (kg/m)

Fs = Factor de seguridad

Rs = Resist. de soporte del tubo det. en el ensayo de las tres cuchillas (kg/m).



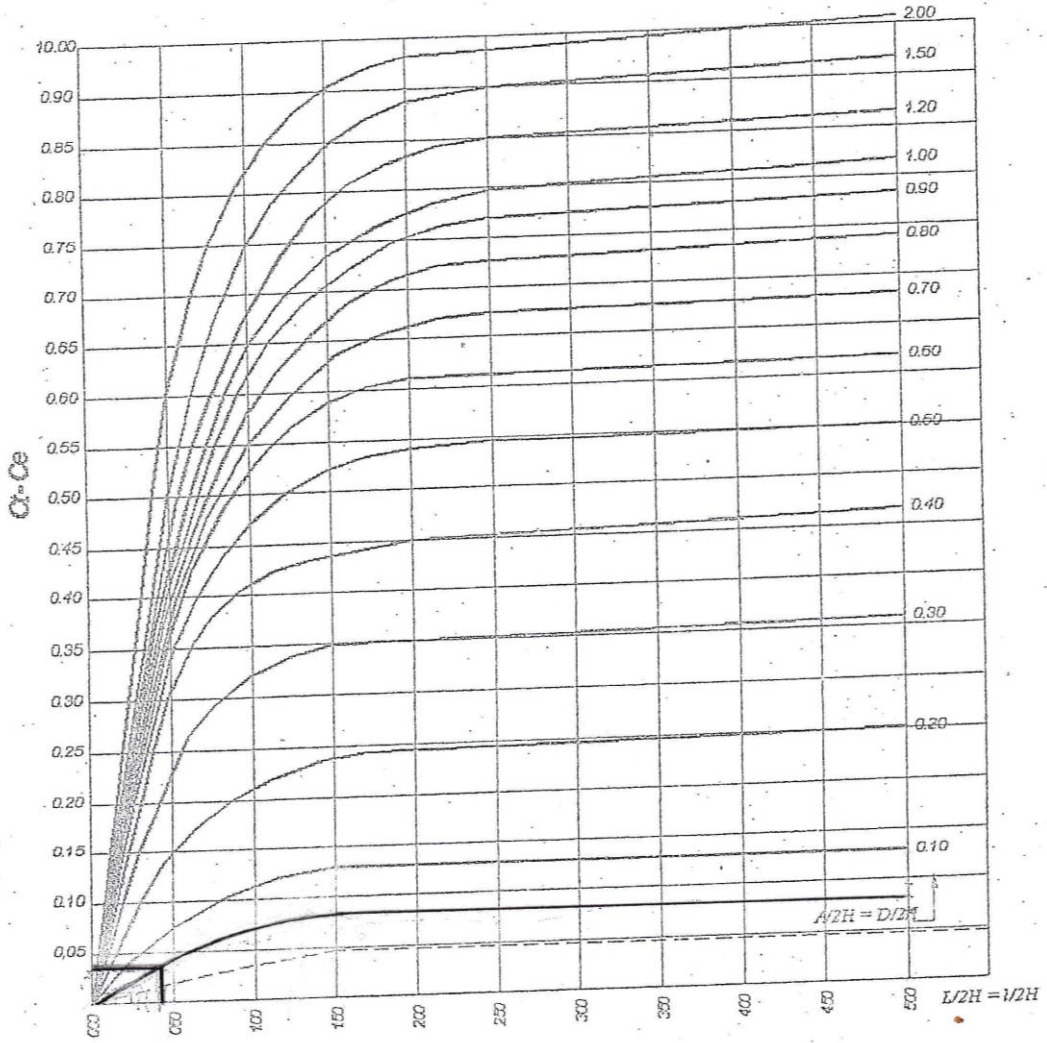
Fig. 2.6.2.3.1 Coeficiente de Carga Cd conductos en zanjas



Fuente: Ingeniería Sanitaria Césido Cayra Jem'o



Fig. 2.6.2.3.2 Coeficiente de Cargas Móviles Ct-Ce



Nota: Para Carga Concentrada
 $D/2H = L/2H$

Nota: Para Carga Distribuida
 $A/2H = 1/2H$

Fuente: Ingeniería Sanitaria Guido Cejra Jenio



2.6.2.4 Tipos de Apoyo y Selección

El factor de carga (F_c), está relacionado con el tipo de apoyo del conducto y las características del mismo, los tipos de apoyos se muestran en la figura 2.6.2.4.1.

a. Apoyo Clase A

La parte inferior del conducto descansa sobre un soporte de concreto de resistencia mayor o igual a 180 Kg. /cm², con una base inicial de $1/4D-10$ cm y un espesor de $D/4$. El relleno inicial alrededor de la tubería y hasta una altura de 30 cm como mínimo sobre su parte superior será de material libre de piedras y terrones y compactado en capas de 15 cm, sobre el relleno se colocara material ordinario producto de la excavación. Dependiendo del concreto, el factor de carga varía de 2 a 3.

b. Apoyo Clase B

Presenta dos alternativas, la primera cuando en una cimentación cuidadosamente combeada de material granular, que tenga la forma de la parte inferior de la tubería en un ancho de por lo menos 60% del diámetro exterior del mismo. La segunda cuando la tubería se apoya en un lecho de material granular de un espesor mínimo de $D/4 + 10$ cm. El relleno en ambos casos, se realiza alrededor del tubo y hasta una altura de 30 cm. como mínimo, libre su parte superior, el material será libre de piedras y terrones, compactado en capas de 15 cm. El factor de carga es de 1.9 en ambos casos.

c. Apoyo Clase C

La tubería se coloca con cuidado en el fondo de la zanja, en un ancho por lo menos equivalente al 50% del diámetro exterior. El relleno de los flancos y encima



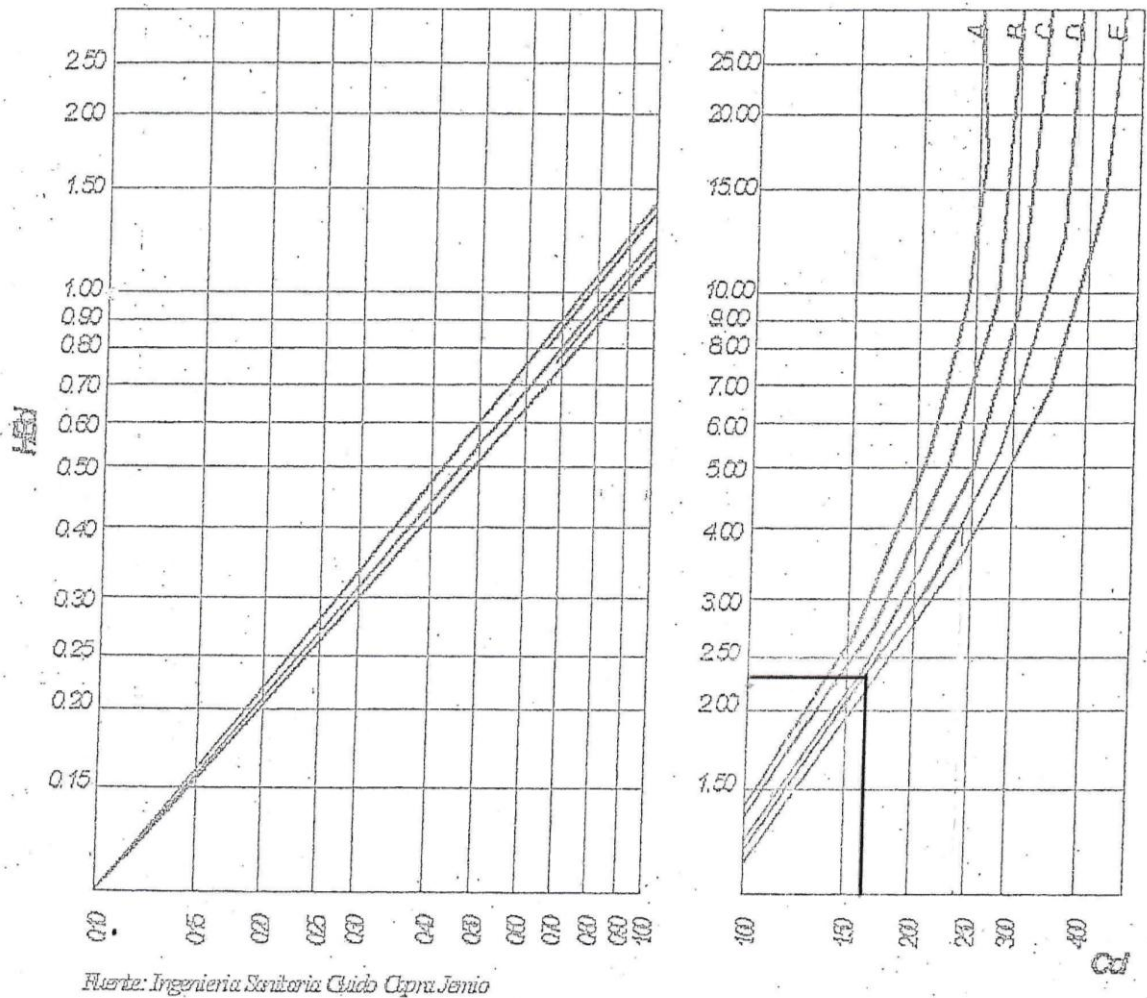
de la tubería deberá ser compactado como en los anteriores casos. El factor de carga es de 1.5.

d. Apoyo Clase D

El apoyo se conforma en el fondo de la zanja sin combear ni ajustar a la parte interior de conducto, no se presta mayor atención al relleno de los flancos que es de material ordinario compactado en capas de 15 cm. En este caso el factor de carga es 1.1.



Fig. 2.6.2.4.1 Tipos de Apoyo para Alcantarillas Tubo





2.6.3 Cálculo y Selección del Tipo de Apoyo para la red de Alcantarillado Sanitario

Datos:

Diámetro:	0.15 m
Profundidad mínima de toda la red:	1.20 m
El material de relleno arcilla arenosa:	1600 kg/m ³
Carga máx. rueda vehículo tipo HT45:	7500 kg/m
Longitud de Alcantarilla (L):	1.00 m

a. Cálculo de la Carga Muerta

$$Wd = Cd * w * Bd^2$$

Previo debe determinarse el ancho de la zanja Bd:

$$Bd = 1.50 \times D + 0.30 = 0.525 \text{ m}$$

Luego el coeficiente de carga Cd mediante la Figura 2.6.2.3.1 ingresando con la relación H/Bd que es de 2.28 y la curva D obtenemos un valor aproximado de:

$$Cd = 1.60$$

Reemplazando estos valores en Wd, tenemos:

$$Wd = 705.60 \text{ kg/m}$$



b. Cálculo de la Carga Viva

$$W_t = 1/L * C_t * p_v * I_t$$

Se determina el coeficiente de carga móvil C_t , mediante la figura 2.6.2.3.2 ingresando con $L/2H$ y $D/2H$ y se obtiene:

$$C_t = 0.030$$

Del cuadro 2.6.2.2.1 entrando con profundidad de zanja y peso rueda del vehículo tipo, se obtiene la carga máxima:

$$P_v = 3800.00 \text{ kg}$$

Calculando el factor de impacto I_t :

$$I_t = 1 + 0.30/H$$

$$I_t = 1.25$$

Reemplazando estos valores en W_t , tenemos:

$$W_t = 142.50 \text{ kg/m}$$

c. Cálculo de la Carga Total

Sumando W_d y W_t se obtiene:

$$W_T = 848.10 \text{ kg/m}$$

Este valor viene a ser, la resistencia o soporte de la tubería R_c

El factor de seguridad adoptado es de 1.25



Del cuadro 2.6.2.3.1 para un tubo de hormigón de Ø150 mm obtenemos:

$$R_s = 2980.00 \text{ kg/m}$$

Reemplazando en la fórmula tenemos:

$$F_c = (R_c * F_s) / R_s$$

$$F_c = 0.36$$

Con el valor de F_c , entramos a la Figura 2.6.2.4.1 y obtenemos:

Asiento ordinario, Apoyo clase D

2.6.4 Descripción de la Capacidad de la Planta de Tratamiento

Según información obtenida del Estudio a Diseño Final de los sistemas de Saneamiento Básico para las urbanizaciones 20 de Marzo y 12 de Abril, para el diseño de la planta de tratamiento se consideró como datos iniciales la población de las dos urbanizaciones mencionadas además de la urbanización San Antonio siendo suficiente la capacidad de esta estructura para abarcar los caudales de estas poblaciones.

De manera general los datos básicos de diseño para las diferentes estructuras son las siguientes:

Pf. total:	2333 hab
Df:	134.00 lt/hab/día
Q _{máxdis} :	13.58 lt/s = 0.01358 m ³ /s



Se explicara de manera resumida las características de los componentes y las dimensiones de cada una de ellas.

2.6.4.1 Tratamiento Preliminar

Para cualquier sistema de tratamiento a considerarse en la depuración de las aguas residuales crudas, se deberá tomar en cuenta las siguientes unidades de pre tratamiento:

a. Desarenador

Esta estructura tiene dos compuertas las que regulan la entrada de las aguas a las dos líneas de desarenadores dispuestos en paralelo. Las dimensiones de cada desarenador son: ancho 0.40 m y longitud 6.50 m. A continuación se tienen dos rejillas con barras metálicas a 45° de inclinación.

Al final del desarenador, aguas abajo están otras dos compuertas iguales a las anteriores, las cuales, conjuntamente las primeras, se accionan en caso de limpieza de uno de los desarenadores.

Datos de diseño:

$$Q_{\text{máxdis}} = 13.58 \text{ lt/s} = 0.01358 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.20 \text{ m/s Velocidad de Sedimentación}$$

Cuadro 2.6.4.1.1

Dimensiones Finales del Desarenador

H Pared (m)	Base (m)	Longitud (m)	Prof. Deposito (m)	Altura Total (m)
0,25	0,40	6,50	0,55	0,80



b. Canal de Transición rectangular de entrada y salida del desarenador

Aguas abajo del desarenador se tiene un tramo rectilíneo de canal de sección rectangular de 1.00 m de longitud y 0.30 m de ancho.

Datos de diseño:

Q _{maxdis} :	13.58 lt/s = 0.01358 m ³ /s
B:	0.30 m base inicio del canal
S:	0.0045 m/m
N:	0.013 coeficiente de rugosidad del H ^o
Lt:	1.00 m longitud de transición

Cuadro 2.6.4.1.2

Dimensiones Finales del Canal de Transición

H Pared (m)	Base (m)	Longitud (m)	Tirante (m)	Espesor Pared (m)
0.25	0.30	1.00	0.0677	0.15

c. Reja de Retención de sólidos

El desbaste se realiza por medio de rejillas (rejas, mallas o cribas), y tiene como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual.

Se puede decir que, salvo excepciones, la instalación de rejillas de desbaste es indispensable en cualquier depuradora, retirando al máximo las impurezas del agua para su eliminación directa, enterrándolas, compactándolas, incinerándolas, etc.



d. Vertedor Triangular

Para el final del canal de transición se ubicó un medidor de caudales, considerando directamente como tal el vertedero triangular de 90° cuyo tirante por encima de la cresta del vertedero es $H = 0.15$ m.

Datos de diseño:

$$Q_{\text{máxdis}} = 13.58 \text{ lt/s} = 0.01358 \text{ m}^3/\text{s}$$

H = Tirante por encima de la cresta del vertedero en m

$$\mathbf{H = 0.15 \text{ m}}$$

2.6.4.2 Tratamiento Primario

Como tratamiento primario para este sistema se diseña un reactor anaerobio de flujo ascendente con baffles, tomando en cuenta los siguientes parámetros.

Datos de diseño:

Q _{máxdis} :	13.58 lt/s = 0.01358 m ³ /s
Pf. Urb. 20 de Marzo:	1048 hab
Pf. Urb. 12 de Abril:	744 hab
Pf. Urb. San Antonio:	541 hab
Pf. Total:	2333 hab
Df.:	134.00 lt/hab/día
r:	0.80 coeficiente de retorno

Para el dimensionamiento de la planta de tratamiento se tomó en cuenta la población total de las tres urbanizaciones.



El reactor anaerobio de flujo ascendente con baffles está conformada por un módulo que consiste en un tanque rectangular, en la cual está la zona de baffles y la del separador gas-sólido, esta subdividida en 8 cámaras ascendentes. En cada una de ellas, la presencia de sucesiva de una pantalla y de un deflector obliga a la corriente a un flujo gradualmente ascendente en el interior de cada elemento de la unidad. Se ha verificado experimentalmente que tal movimiento favorece el proceso anaerobio de transformación.

Cuadro 2.6.4.1.3

Dimensiones Finales del Reactor Anaeróbico con Baffles

Altura h (m)	Ancho a (m)	Longitud l (m)	Volumen Tanque V (m³)	Espesor Paredes (m)
3,50	3,85	15,40	207,00	0,20
Nº de Cámaras	Distancia entre baffles d (m)	Ancho Cam. Sedim. w (m)	Espesor de baffles e (m)	Espaciamiento Cam. c (m)
8,00	1,50	2,85	0,12	1,38

2.6.4.3 Tratamiento Secundario

a. Dimensionamiento del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Está compuesto por un Filtro anaerobio de Flujo ascendente de forma de un Tanque cilíndrico y tiene un diámetro de 6.00 m, una altura total de 2.80 m y espesor de las paredes de 0.15 m con una altura del material filtrante de 1.60 m.

Para deshidratar los lodos estabilizados está el lecho de secado que tiene una dimensión de 16.00 m x 13.00 m y una altura de 0.50 m, es de empedrado con emboquillado de mortero con pendiente transversal de 1% y canal revestido de dimensiones 0.20 m x 0.30 m con una pendiente longitudinal de 2%.



Cuadro 2.6.4.1.4

Dimensiones Finales del Filtro Anaerobio

∅ Diámetro Tanque (m)	H Altura Total (m)	Espesor Paredes (m)	h Altura Material Filtrante (m3)	Espesor Paredes (m)
6.00	2.80	0.15	1.60	0.20

Cuadro 2.6.4.1.5

Dimensiones Finales del lecho de secado

h Altura (m)	a Ancho (m)	l Longitud (m)
0.50	13.00	16.00

2.6.5 Cómputos Métricos

Es la cuantificación del volumen de obra para cada actividad del proyecto, la ejecución de este paso es importante, ya que el mismo multiplicado por el costo unitario, da como resultado la inversión o costo total del proyecto. Los cómputos realizados para el presente estudio son los que se indican en la sección de ANEXOS.

2.6.6 Precios Unitarios Privados

Los precios unitarios están estructurados de la siguiente forma:

a. Materiales

La cotización o precios de los materiales fue realizada en Tarija, la obtención del material es rápida, debido a la existencia de varios proveedores en el entorno,



además de que los materiales que forman parte del proyecto son de uso común y frecuente. En el análisis del Precio Unitario, este costo se denomina **Total Materiales**.

b. Mano de Obra

La mano de obra no calificada es local y los costos están basados de acuerdo a la demanda donde se realizara el proyecto, mientras que la mano de obra calificada es variable y depende de la Empresa a cargo de la ejecución del proyecto.

En la conformación del precio Unitario, tanto para mano de obra Calificada y no Calificada, la incidencia de Beneficios Sociales es de 70%, con un descargo al Impuesto del Valor Agregado del 14.94%, dentro del precio unitario se denomina **Total Mano de Obra**.

c. Equipo y Maquinaria

Los costos de equipo y maquinaria son obtenidos de la suma del costo del equipo incidente en el precio unitario más un 5% de la Mano de Obra, denominado como Herramientas o costo por efecto del desgaste del mismo o de herramientas menores. Este costo se denomina **Total Equipo y Maquinaria** en el precio unitario.

d. Gastos Generales

El costo de Gastos Generales dentro del precio Unitario son equivalentes a un 10% del costo de la suma del Total Materiales más Total Mano de Obra y Total Equipo y Maquinaria.



e. Utilidades

Son las ganancias que el contratista percibe por la ejecución del proyecto, a esto corresponde un 10% del costo de la suma del Total Materiales más Total Mano de Obra más Total Equipo y Maquinaria más Gastos Generales.

El análisis de los precios unitarios se encuentra en la sección de ANEXOS.

2.6.7 Precios Unitarios Sociales

Estos precios se llaman Razón Precio Cuenta RPC que vienen a corregir los precios corrientes que están afectados por la tasa de inflación, sobrepuestos, y entre otros factores tanto en los costos de producción como en los costos de insumos utilizados en los costos de inversión.

- Razón Precio Cuenta de Eficiencia de la Divisa (RPCD) 1.24
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Rural (RPCMONCR) 0.47
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Urbana (RPCMONCU) 0.23
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Calificada (RPCMOC) 1.00
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Semicalificada (RPCMOSC) 0.43
- Tasa de Costo Promedio Ponderado del Capital (TCPPC) 12.81 %
- Tasa Social de Descuento (TSD) 12.67 %

2.6.8 Presupuesto de Ingeniería

Entre la identificación de los costos que incurrirá la ejecución del proyecto son en primera instancia la inversión que se realizara en Materiales, Mano de Obra,



Equipo y Maquinaria contemplando los Beneficios Sociales, Gastos Generales, Utilidades e impuestos que están incorporados en cada uno de los ítems.

Cuadro 2.6.8.1
Presupuesto Componente Infraestructura

Módulo	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Precio Parcial Bs.
M01	Obras Preliminares				5.510,32
1	Instalación de Faenas A	glb	1,00	4.727,79	4.727,79
2	Letrero de Obra	pza	1,00	782,53	782,53
M02	Red de Recolección				295.961,78
1	Replanteo Topográfico	ml	1.001,07	4,60	4.604,92
2	Excavación S.Semiduro C/ Retroexcavadora	m3	844,20	49,32	41.635,94
3	Hormigón Ciclópeo (1:2:3 - 50% P.D.)	m3	45,58	743,72	33.898,76
4	Tapas de H° A°	m3	2,05	3.197,31	6.554,49
5	Revoque Impermeabilizante C/SIKA 4A	m2	151,16	84,31	12.744,30
6	Escalera Metálica	ml	18,65	158,46	2.955,28
7	Prov y Tendido Tubería de H° Ø6"	ml	610,57	122,73	74.935,26
8	Prov y Tendido Tubería de H° Ø8"	ml	390,50	172,99	67.552,60
9	Cama de Arena e=10cm	m3	60,06	154,01	9.249,84
10	Relleno y Compactado	m3	689,27	55,55	38.288,95
11	Accesorios Red de Recolección	glb	1,00	788,50	788,50
12	Prueba Hidráulica Alc	ml	1.001,07	2,75	2.752,94
M03	Conexiones Domiciliarias				219.304,51
1	Replanteo Topográfico	ml	960,00	4,60	4.416,00
2	Excavación S.Semiduro C/ Retroexcavadora	m3	640,00	49,32	31.564,80
3	Hormigón Ciclópeo (1:2:3 - 50% P.D.)	m3	46,72	743,72	34.746,60
4	Tapas de H° A°	m3	3,38	3.197,31	10.806,91
5	Revoque Impermeabilizante C/SIKA 4A	m2	177,80	84,31	14.990,32
6	Prov y Tendido Tubería de H° Ø4"	ml	960,00	77,73	74.620,80
7	Cama de Arena e=10cm	m3	57,60	154,01	8.870,98
8	Relleno y Compactado	m3	510,72	55,55	28.370,50
9	Accesorios Conexión Domiciliaria	pza	80,00	103,47	8.277,60
10	Prueba Hidráulica Alc	ml	960,00	2,75	2.640,00
M04	Limpieza General				4.051,03
1	Limpieza General De La Obra	glb	1,00	4.051,03	4.051,03
Precio Total					524.827,64

Son: Quinientos veinte y cuatro mil ochocientos veinte y siete, 64/100 Bolivianos



2.6.9 Costos de Operación y Mantenimiento

En estos costos están incluidos los materiales, herramientas y equipo necesarios para ejecutar un buen mantenimiento del sistema y además se tomó en cuenta los costos de mantenimiento de la Planta de Tratamiento a la cual va a evacuar las aguas residuales del sistema.

Cuadro 2.6.9.1
Presupuesto Anual de Operación y Mantenimiento

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Subtotal
Combustible Bomba emergencias	Litros	120	3,74	448,80
Limpieza Lodos (Personal, Transp.)	Glb	1	800,00	800,00
Equipo de Limpieza (5 Años Vida Útil)	Glb	2	50,00	100,00
Picotas y Palas	Pza	5	25,00	125,00
Sierra Mecánica	Pza	1	25,00	25,00
Codos y Tees	Pza	10	35,00	350,00
Tuberías	MI	40	35,00	1.400,00
Cemento	Bolsas	5	50,00	250,00
Otros en caso de emergencia	Glb	1	400,00	400,00
Presupuesto Anual de O y M	Bs./Año			3.898,80

2.6.10 Cronograma de Ejecución

La ejecución del proyecto se realizara en 60 días calendario, para lo cual se realizó un cronograma de actividades por módulos y por ítems. VER ANEXOS.

2.7 ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD

Con la ejecución de la Capacitación durante y post ejecución del proyecto, se pretende lograr la consolidación y garantizar la gestión y manejo de la infraestructura a fin de garantizar la sostenibilidad del proyecto y por otra parte capacitar a los habitantes sobre el buen uso y mantenimiento del sistema.



2.7.1.1 Planes y programas a desarrollar

El objetivo es la Capacitación en los aspectos de Administración, Operación, Mantenimiento y Educación Sanitaria del sistema de alcantarillado, con acciones orientadas a que el proyecto sea autofinanciado y sostenible en el tiempo, por los propios beneficiarios, y además sacar el máximo rendimiento y duración de la infraestructura con el mantenimiento y uso adecuado del sistema.

a. Administración

Como primera fase a realizar es el módulo de Organización-Administración de los beneficiarios, para poder trabajar de manera organizada, con responsables para la construcción, y la dirección de todas las bases. Este módulo consiste en la organización de un comité de alcantarillado sanitario, el cual es elegido democráticamente, en una asamblea general de todos los beneficiarios. Además se elaborará el estatuto orgánico, el cual es aprobado por toda la asamblea de socio. Este estatuto será instrumento del comité y se regirá estrictamente en todos sus artículos.

Objetivo específico

Apoyar y consolidar la organización comunal del sistema de alcantarillado sanitario urbanización San Antonio.

Metas

Concertación por consenso para garantizar la organización comunal del sistema de alcantarillado sanitario.



Actividades

Reunión de promoción y concertación del cronograma de trabajo.

Una reunión de promoción y concertación del cronograma de actividades entre la Entidad Ejecutora, autoridades comunales, y el Gobierno Municipal. Planificación y programación elaborada y aprobada. En esta reunión se trata de llegar a un acuerdo por consenso de la mayoría la aceptación del proyecto de la capacitación y el apoyo a los técnicos en todo el desarrollo del proyecto, y concertar todas las actividades de planificación, cronograma, etc., a realizar durante todo el tiempo de ejecución.

Diagnóstico de la estructura de la Administración

Se realizará una encuesta de la estructura organizacional, de todos los entes comunales, si trabajan de manera unida, organizada, y decidida. También la participación activa de las bases y el apoyo a la organización.

Taller de la creación de la Entidad Administradora

Realizar un taller para la creación y elección de una Entidad Administradora del alcantarillado sanitario, encargado de la administración y gestión del sistema. Se elegirá democráticamente, en una asamblea general de socios.

Empadronamiento de usuarios

Levantar un censo de todos los usuarios y registrarlos, para el cobro de tarifas, otros aportes, etc.



Cursos taller de capacitación a la entidad administradora

Capacitación a toda la entidad administradora, sobre el manejo de la administración, para el adecuado funcionamiento tanto de la organización, operación y mantenimiento del proyecto. El tema que se centralizará sobre la capacitación en administración, manejo de los estatutos y reglamentos.

Elaboración del estatuto y reglamentos

La Empresa Consultora presentará una base de estatuto y reglamento, para su análisis, y de allí, se irá aprobando todos los puntos más importantes, y luego formar el estatuto en borrador, para que en una próxima reunión y plenaria se apruebe dicho estatuto.

Curso taller sobre contabilidad básica

Realizar un curso taller sobre contabilidad básica, para el cobro por el servicio, aportes, luego el manejo responsable y eficiente de los fondos recaudados. Tanto para los diferentes gastos de reparación, compra de materiales, transportes, etc.

Modalidad y medio a utilizar

Todas las actividades a realizar, serán mediante reuniones y cursos – taller, para ello se elaborará un cronograma de reuniones y cursos.

Los medios a utilizar para llevar adelante este trabajo, papelógrafos, marcadores, cuadernos, lápices, y fólder para cada participante.



b. Operación

Después de la fase de la organización-Administración, viene la fase de la operación, que consiste, en capacitar a todos los usuarios del sistema, en la operación del sistema, el cual está a cargo de los técnicos de la empresa consultora, después que los usuarios son capacitados, todos los miembros del directorio son los encargados de la operación tales como ser: registro de usuarios, aforos de caudales, posibles ampliaciones a usuarios nuevos, control del buen uso del agua y alcantarillado, reparación, etc.

Objetivo específico

Capacidad de los beneficiarios para tomar acciones para el buen manejo del sistema, mediante una correcta operación del sistema.

Metas

Planificación y coordinación de actividades y asistencia técnica para la puesta en marcha y el buen funcionamiento del sistema, y el seguimiento y control del correcto y adecuado uso del agua y el alcantarillado sanitario.

Actividades

Reunión de coordinación y planificación

Una reunión de coordinación y planificación para la capacitación y asistencia técnica para todos los beneficiarios y directorio. Se explicará todas las bases, reglamentos, y normas que para llevar adelante la operación del sistema. También planificará las reuniones mediante un cronograma de trabajo.



Inventario de las obras del sistema

Se realizará un levantamiento e inventario de todas las obras que compone el sistema, tales como ser red de alcantarillado, sus respectivas cámaras de inspección y sus accesorios, colectores principales y secundarios, conexiones domiciliarias, y todos los componentes del proyecto.

Control del uso de agua y aforo

Se realizará un taller sobre el uso racional del líquido elemento, explicando que el uso principal que se le debe dar al agua de consumo humano que sirve para el funcionamiento del sistema de alcantarillado, no está previsto para el uso de otras actividades como ser: regado de huertas, jardines, Por tanto ahora se debe evitar derrochar el agua. Para llevar adelante este cometido los encargados, realizarán visitas sorpresas a los usuarios, y si se encuentra a personas mal gastando el agua, se tomarán acciones bajo sanciones.

Elaboración del manual de operación y mantenimiento

Elaboración del manual de operación y mantenimiento del sistema, el cual estará a disposición y conocimiento de todos los usuarios. Para ello se planificará un taller, para elaborar el mismo. Debe formarse con amplia decisión y concertación de todos los socios. Cuando se llegue a un acuerdo común se debe aprobar dichos documentos.

Aprobación de normas y reglamentos

Para terminar con este módulo, se realizará un curso- taller para aprobar todos los reglamentos, y normas para la operación del sistema. Estos documentos se



aprobarán por amplio consenso, para que todos los beneficiarios estén de acuerdo, a cumplir lo que disponga la aprobación y haga cumplir la entidad Administradora.

Modalidades y medios a utilizar

También las modalidades para este trabajo serán realizando reuniones, y cursos – taller, para tal efecto se fijarán calendarios de reuniones y cursos de capacitación.

Los medios a utilizar serán material de escritorio como ser cuadernos, lápices, fólderes, papelógrafos, cartulinas, etc. A parte de esto se debe mostrar videos de otros sistemas, forma de hacer la operación, también se debe llevar todas las herramientas necesarias para realizar la operación.

La entidad encargada de la Operación y Mantenimiento estará a cargo del ***Comité de Operación y Mantenimiento*** que estará conformada por personas de esta urbanización, quienes coordinando con la Consultora encargada de este componente lograran capacitarse adecuadamente para este objetivo.

c. Mantenimiento

Esta fase consiste, en realizar el mantenimiento y limpieza periódico del sistema y el uso del agua necesario para el funcionamiento. Este trabajo estará a cargo de los técnicos plomeros, que forman parte del Directorio. Aparte de los trabajos mencionados anteriormente, son encargados del cuidado, y revisión de todo el sistema, etc.



Objetivo específico

Capacitar al poblador rural en el mantenimiento y limpieza, para mejorar y garantizar el buen funcionamiento y durabilidad del sistema a lo largo del tiempo, y de esta manera el servicio de los usuarios será de manera permanente.

Metas

Realizar curso talleres para capacitar a 400 beneficiarios del sistema para luego ser entregado el proyecto a la comunidad, los usuarios se harán cargo solo para realizar el mantenimiento, limpieza adecuada y eficiente del sistema.

Actividades

Reunión de coordinación y planificación

En la reunión de motivación se explicará las necesidades de realizar el mantenimiento periódico del proyecto, mostrando gráficos, imágenes, fotografías de otras instalaciones, haciendo notar la importancia que tiene el mantenimiento para que sea duradero, y se tenga el servicio permanente y de buena calidad que cumpla con tratamientos necesarios y suficientes. Allí mismo se elaborará un cronograma de actividades, fijando fechas de las próximas reuniones y cursos.

Mantenimiento del sistema y conexiones domiciliarias

Consiste en explicar a detalle la definición, significado e importancia del mantenimiento del sistema comenzando desde los colectores, tanque de tratamiento, y redes de recolección. Por otro lado el mantenimiento y cuidado de las conexiones domiciliarias, este es de vital importancia redundar en este tema, e



incentivar a los padres para que enseñen a sus hijos, a cuidar el sistema en cada casa, además reparar todas las instalaciones que estén en mal estado.

Cursos – taller sobre albañilería y plomería

Aquí la empresa consultora debe realizar un curso taller, sobre albañilería y plomería, que es de vital importancia, para que ellos mismos realicen todos los trabajos de las reparaciones mantenimiento y operación del sistema. Debe sacar plomeros, y de esta forma tener personal técnico que puedan trabajar en su comunidad, como también fuera. Para llevar adelante estas actividades, la consultora dispondrá del personal técnico calificado, como es de un ingeniero sanitario y plomeros especialistas. Estos cursos talleres deben ser teóricos y prácticos.

Elaboración del plan de mantenimiento, normas y reglamentos

En esta actividad, la empresa consultora debe realizar reuniones trabajo, y definir y fijar un plan de mantenimiento de todo el sistema. Consiste en determinar cada cuanto tiempo o periodo de tiempo se debe realizar los mantenimientos y limpiezas del sistema. Los trabajos a realizar son: limpieza y mantenimiento de las plantas de tratamiento de sus respectivas cámaras de inspección, revisión de toda la red matriz, etc.

Además se realizará un curso para definir, elaborar los reglamentos que debe regir para el mantenimiento del sistema, y especialmente las conexiones domiciliarias. Después de un análisis y viendo la necesidad, se aprobará por mayoría absoluta en asamblea general de todos los usuarios.



Definición de costos y tarifas

Este trabajo consiste en la determinación, del pago de los costos y tarifas por el servicio, que debe pagar cada socio del sistema. Se debe hacer un análisis profundo sobre los costos de operación, y mantenimiento que se requiere y que tiene que cubrir el pago del servicio. Para este análisis se toma en cuenta los siguientes aspectos. Pago a los técnicos que realizarán la operación, limpieza y mantenimiento, compra de materiales para realizar las reparaciones, transporte y alimentación del encargado de realizar las compras, etc. Por otro lado se debe tomar muy en cuenta, la capacidad para poder pagar cada beneficiario, esto tiene que ser de acuerdo a los ingresos económicos de los usuarios, no se puede fijar tarifas altas, y que no puedan cancelar por el servicio, pero también tiene que ser una tarifa que pueda cubrir mínimamente todos los costos.

Elaboración de cartillas y seguimiento y evaluación

La empresa consultora, por su parte elaborará las cartillas de plomería, y en una reunión pondrá a consideración de todos los beneficiarios. Estas cartillas consisten en manuales de plomería, con gráficos comprensibles, y de fácil manejo y aprendizaje. Cuando se de por aprobado se distribuirá a todos los beneficiarios a cada uno una cartilla.

Al final de todo este módulo, la consultora realizará una evaluación a todos los beneficiarios sobre aprendizaje, asimilación, y aprovechamiento de todos los cursos realizados. También se hará un seguimiento apoyando en todas las partes que todavía han quedado débiles, y si fuera necesario la consultora apoyará con alguna reunión para aclarar dudas, preguntas y respuestas.



Modalidades y medios a utilizar

Las formas de ejecutar estas actividades serán realizando reuniones y cursos talleres con prácticas capacitando y formando plomeros. Se fijarán fecha de cada curso – taller.

Los medios a utilizar son muchos, entre los cuales tenemos a los siguientes: material de escritorio, cuadernos, lápices, fólder, tizas, marcadores, cartulinas, herramientas de plomería, materiales de plomería manuales sobre plomería. A parte de esto se debe proyectar videos sobre sistemas, formas de mantenimiento, operación, reparación, para esto se debe disponer de un equipo de proyección, ya sea televisor, también puede utilizarse data show, o proyectoras con diapositivas fotográficas.

d. Educación Sanitaria

Finalmente tenemos ésta fase que viene a orientar sobre el uso del sistema, en el horizonte de preservar la salud y el medio ambiente de los pobladores del área rural y las instalaciones del sistema de alcantarillado sanitario.

Después, de haber terminado con todo los cursos de la capacitación la empresa consultora, realizará una evaluación y seguimiento, al comité encargado de la administración del sistema.

Objetivos específicos

Elevar el nivel del aseo e higiene personal, viviendas, y alimentos.

Elevar la capacidad y el desarrollo comunitario con programas de lucha contra enfermedades transmitidas por el mal uso de los servicios sanitarios.



Mejorar la educación sanitaria, con el aprendizaje del manejo de las instalaciones del sistema y uso adecuado y racional de agua.

Metas

Este módulo, debe ser dado por personal encargado de salud y medio ambiente. Los temas más importantes a tratar, son los siguientes:

Actividades

Curso sobre el medio ambiente y su importancia

El medio ambiente es tema importante que debe tratar cuando se habla de instalaciones sanitarias y la eliminación de residuos o aguas servidas para que el usuario tenga conocimiento de los sistemas de tratamiento para dar el buen uso a los sistemas evitando de esta manera los taponamientos de los colectores.

El buen manejo de estos sistemas hace que se preserve el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales aire, suelo y agua.

Curso sobre el agua para consumo humano

En esta parte se explicarán de la importancia que tiene el consumo directo de agua para los procesos biológicos en el cuerpo humano. El consumir aguas superficiales de la intemperie, de pozos vertientes, y toda clase de fuentes sin ningún tratamiento, y cuidado, se corre el riesgo y peligro que las personas puedan adquirir muchas enfermedades y parásitos provenientes de esta agua.

Entonces el consumir agua potable, la persona se garantiza y evita la transmisión de toda índole de enfermedades y parásitos transmisible por el agua, y esta manera se preservará la salud de toda la población.



Curso agua para aseo e higiene personal, viviendas y alimentos

Al tener agua a domicilio, en piletas, los usuarios utilizarán en diversas actividades, como son en el aseo personal, lavado de la vestimenta, sistema sanitario y la limpieza de toda la vivienda, el poblador beneficiario, cambiara de hábitos, y en la forma de pensar, y esto ayudará a mejorar la salud, con un buen aseo personal y limpieza de sus viviendas, etc.

Por otro lado, si el agua está contaminada, y con esta se hace el lavado de los alimentos, se prepara los alimentos, salvo que sea cocido, los alimentos estarán también contaminados y no aptos para el consumo. Pero si el agua para la preparación y lavado de los alimentos están limpias y no contaminadas, entonces no se tendrá ningún riesgo de contraer ningún tipo de enfermedades.

Curso sobre educación sanitaria

Se desarrollara un programa y será dado mediante un curso a todos los beneficiarios del proyecto. El tema a impartir será sobre la educación sanitaria, que consiste en el aprendizaje a usar correctamente el agua, y manejo adecuado de las piletas domiciliarias y baños higiénicos.

Respecto al uso del agua, más propiamente dicho, el uso adecuado, racional de acuerdo a las necesidades, sin estar mal gastando el agua, se debe usar racionalmente sin derroches del líquidos es al recibir en un recipiente, lo dejan la pila abierta y se olvidan de cerrar el grifo, también lo dejan durante la noche los grifos abiertos. Como recomendaciones es utilizar el agua lo estrictamente necesario, cerrar bien los grifos, después de recibir el agua, si los grifos están



gastados y tiene fugas, lo que se hace es cambiar dichos grifos viejos por otros nuevos, etc.

Profundizar el temario, sobre el agua que cada año que pasa, las fuentes se van secando, y la población cada año crece más y más, entonces el recurso agua se va agotando, para ello es necesario, capacitar a la población a usar el agua lo necesario. Porque si hacen un mal uso, los únicos perjudicados son las viviendas que se encuentran en las partes altas, allí no saldrá el agua.

Para lograr el uso racional del agua, se deberá implantar sanciones a los usuarios, que sean sorprendidos cometiendo infracciones, o usando indebidamente.

Era necesario hablar del líquido elemento sin este líquido no puede funcionar el sistema de alcantarillado sanitario por lo tanto se debe tomar en cuenta en los cursos de capacitación.

Modalidades y medios a utilizar

Las formas de ejecutar estas actividades, es realizando reuniones y cursos talleres. Se fijarán fechas de cada curso – taller. Los medios a utilizar, serán los siguientes:

Recursos humanos

Podrán ser uno de los siguientes:

- Un Ing. sanitario
- Un ambientalista
- Un médico
- Un promotor de salud



Materiales

Tenemos a los siguientes materiales:

Material de escritorio, cuadernos, lápices, fólderres, tizas, marcadores cartulinas.

Materiales de desinfección como la lavandina, otros detergentes, etc.

Equipos

En cuanto a equipos necesarios, se dispondrá de un equipo de proyección, ya sea televisor, también puede utilizarse data show o proyectoras con diapositivas fotográficas. Se debe proyectar videos relacionados con el medio ambiente, la salud, educación sanitaria, uso del agua y saneamiento básico.

2.7.1.2 Cronograma de Actividades Capacitación

Ver Cronograma en ANEXOS.

2.7.2 Ingresos y Beneficios con Proyecto

La existencia de un sistema que permita cubrir la demanda a todos los hogares de la zona permite el mejoramiento de las condiciones de vida, siendo por tanto muchos los beneficios socioeconómicos, entre los cuales tenemos a los siguientes:

Con el Sistema se evitarán muchas enfermedades por contaminación del medio ambiente, contaminación de las aguas de riego, y el aire, mejorando la salud y estado físico de la población, evitando así los altos costos que significan los tratamientos médicos.



La implementación de un Sistema de Alcantarillado Sanitario permite cambiar ciertos hábitos y costumbres, especialmente en la disposición de las excretas en un lugar adecuado, y la higiene de los habitantes.

2.7.3 Inversiones y Costos: Administración, Operación y Mantenimiento

La gestión institucional, es el conjunto de actividades destinadas a garantizar la eficiencia y sostenibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario, para tal efecto se realiza un análisis de los costos de Administración, Operación, Mantenimiento y Tarifas.

2.7.3.1 Política Tarifaria

El sistema de alcantarillado sanitario para que dure mucho tiempo necesita disponer de recursos económicos que permita la correcta Administración, Operación y Mantenimiento de los servicios, es decir a través de cuotas o tarifas.

La política tarifaria que se enmarca en este proyecto se basa en los lineamientos de las poblaciones rurales, consideradas para poblaciones de menos de 2.000 habitantes. Estos son:

- En el sentido que las tarifas logren y garanticen el financiamiento de su administración, operación, mantenimiento y reposición.
- Evitando el derroche y desperdicio de agua, mediante mecanismos de regulación, pero alentando el consumo cuando éste sea bajo.



2.7.4 Análisis y Optimización de Tarifas

La aceptación de tarifas, como parte de una decisión consciente de la población, debe ser comprendida, no sólo por su dimensión monetaria, sino sobre todo, por la significancia y posterior consecuencia en la vida útil del servicio.

Cuando además del manejo eficiente, se logra la reposición oportuna de las instalaciones, sin cuotas adicionales, dando servicio permanente.

Este nivel permite, no sólo recuperar las inversiones realizadas, sino también, realizar pequeñas ampliaciones del sistema.

El presente proyecto, tiene una estructura tarifaria que se enmarca en aspectos que aseguren una reposición oportuna de las instalaciones y la continuidad del servicio durante la vida útil del proyecto.

2.7.5 Estructura de Costos

La estructura de costos que se detalla, está calculada en consideración a tres aspectos los cuales son: Costos de Administración, Costos de Operación y Mantenimiento y Costos de Inversión.

Estos aspectos determinan los gastos que se deben realizar para ofrecer un servicio eficiente a la urbanización.

2.7.5.1 Costos de Administración

Son los gastos necesarios para administrar la entidad de manera que se pueda garantizar un servicio continuo a todos los usuarios. Estos gastos en general son: sueldos del personal administrativo, material de escritorio y útiles de oficina, cubre



además los gastos de energía eléctrica que demandan las oficinas, materiales para el mantenimiento de las mismas como alquileres, etc.

Sumando los gastos de administración en el año base y dividiendo entre el número total de abonados del mismo año se obtiene el Costo Medio Administrativo (CMA).

Cuadro 2.7.5.1.1

Costo Medio de Administración en Alcantarillado Sanitario CMAS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Subtotal
Salario del Administrador	Mes	12	1.200,00	14.400,00
Pago de Energía Eléctrica	Mes	12	40,00	480,00
Materiales de Escritorio	Glb	1	150,00	150,00
Talón de Recibos	Glb	1	55,00	55,00
Transporte	Mes	12	30,00	360,00
Costo Anual de Administración	Bs./Año			15.445,00
Número de Abonados	Abonado			80
Numero de Meses en el Año	Dividir Por			12
Costo Medio de Administración CMAS	Bs./Abonado/Mes			16,09

2.7.5.2 Costos de Operación y Mantenimiento

Considera, en lo fundamental, los costos necesarios para operar y mantener el sistema de alcantarillado sanitario:

- Los sueldos del personal operativo (plomeros, operadores de la Planta de Tratamiento)
- El personal eventual para tareas de Operación y Mantenimiento.
- La energía eléctrica para las instalaciones, plantas de tratamiento y bombeo.
- Las herramientas que se utilizan en las labores de reparación y mantenimiento (alicates, llaves, etc.)



- Las reparaciones y mantenimiento de los componentes del sistema (infraestructura).

a. Costo Medio de Operación y Mantenimiento en Alcantarillado Sanitario (CMOMS)

Son los gastos de Operación y Mantenimiento del servicio de Alcantarillado Sanitario sumados en el año base, divididos entre el número de metros cúbico de agua que se producen en el sistema de agua potable menos el agua no contabilizada.

**Cuadro 2.7.5.2.1
Producción Anual de Agua**

Descripción	Unidad	Subtotal
Caudal	Lt/s	1,86
Días en un Año	Días	365,00
Segundos en un Día	Segundos	86.400,00
Conversión Litros a M3	Dividir Por	1.000,00
Producción Anual de Agua (Q)	m3/Año	58.656,96



Cuadro 2.7.5.2.2

Costo Medio de Operación y Mantenimiento en Alcantarillado Sanitario CMOMS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Subtotal
Combustible Bomba emergencias	Litros	120	3,74	448,80
Limpieza Lodos (Personal, Transp.)	Glb	1	800,00	800,00
Equipo de Limpieza (5 Años Vida Útil)	Glb	2	50,00	100,00
Picotas y Palas	Pza	5	25,00	125,00
Sierra Mecánica	Pza	1	25,00	25,00
Codos y Tees	Pza	10	35,00	350,00
Tuberías	Ml	40	35,00	1.400,00
Cemento	Bolsas	5	50,00	250,00
Otros en caso de emergencia	Glb	1	400,00	400,00
Gasto Anual de O y M	Bs./Año			3.898,80
Producción de Agua Anual (Q)	m3/Año			58.656,96
Perdidas	%			30
Costo Medio de Operación y Mantenimiento CMOMS	Bs./m3			0,047

2.7.5.3 Costos de Inversión

Son los costos que tiene el Comité de Operación y Mantenimiento del alcantarillado sanitario para dar una mejor utilización a las instalaciones actuales o reponer los componentes que estén desgastados o malogrados.

Cuadro 2.7.5.3.1

Costo Medio de Inversión en Alcantarillado Sanitario CMIS

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Subtotal
Bombas (8 Años Vida Útil)	Pza	0,12	12.800,00	1.536,00
Rejillas/Tratamiento	Pza	2	250,00	500,00
Gasto Anual Reempl. Equipos	Bs./Año			2.036,00
Producción de Agua Anual (Q)	m3/Año			58.656,96
Perdidas	%			30
Costo Medio de Inversión CMIS	Bs./m3			0,024



2.7.6 Cálculo del Costo de Tarifa

Calculados y tabulados todos los costos que incurren en la Administración, Operación y Mantenimiento y la Inversión del sistema.

Se calculara el costo de la tarifa aproximada que pagara cada familia siendo esta parcial ya que en este costo tendría que estar incluido la Estructura de costos del sistema de agua potable, pero por tratarse solo del alcantarillado sanitario se calculara solo del mismo, asumiendo un Registro de Consumo Base de agua Potable de 10 m³ por abonado.

Calculando el Costo de Tarifa mensual por familia tenemos:

$$T = \text{CMAS} + \text{Consumo mensual del abonado} \times (\text{CMOMS} + \text{CMIS})$$

$$T = 16.09 + 10 \times (0.047 + 0.024)$$

$$T = \mathbf{16.80 \text{ Bs.}}$$

Esta Tarifa es optativa siendo responsabilidad de los abonados y del Comité de Saneamiento Básico analizarla de acuerdo a la sostenibilidad del servicio en función a la capacidad de pago de los abonados.

2.8 PRESUPUESTO GENERAL POR COMPONENTES DEL PROYECTO

Entre la identificación de los costos que incurrirá la ejecución del proyecto son en primera instancia la inversión que se realizara en Mano de Obra, Materiales e Insumos, contemplando los Beneficios Sociales e Impuestos que están incorporados en cada uno de los ítems.

A continuación se presenta el Presupuesto General por componentes del proyecto:



Presupuesto General por Componentes

Nº	Descripción	Precio Parcial Bs.	Porcentaje
1	Presupuesto Infraestructura	524.827,64	90,09%
2	Presupuesto Capacitación	26.241,38	4,50%
3	Presupuesto Supervisión	31.489,66	5,41%
Presupuesto Total del Proyecto		582.558,68 Bs.	

Son: Quinientos ochenta y dos mil quinientos cincuenta y ocho, 68/100 Bolivianos

Presupuesto Componente Infraestructura

Módulo	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Precio Parcial Bs.
M01	Obras Preliminares				5.510,32
1	Instalación de Faenas A	glb	1,00	4.727,79	4.727,79
2	Letrero de Obra	pza	1,00	782,53	782,53
M02	Red de Recolección				295.961,78
1	Replanteo Topográfico	ml	1.001,07	4,60	4.604,92
2	Excavación S.Semiduro C/ Retroexcavadora	m3	844,20	49,32	41.635,94
3	Hormigón Ciclópeo (1:2:3 - 50% P.D.)	m3	45,58	743,72	33.898,76
4	Tapas de H° A°	m3	2,05	3.197,31	6.554,49
5	Revoque Impermeabilizante C/SIKA 4A	m2	151,16	84,31	12.744,30
6	Escalera Metálica	ml	18,65	158,46	2.955,28
7	Prov y Tendido Tubería de H° Ø6"	ml	610,57	122,73	74.935,26
8	Prov y Tendido Tubería de H° Ø8"	ml	390,50	172,99	67.552,60
9	Cama de Arena e=10cm	m3	60,06	154,01	9.249,84
10	Relleno y Compactado	m3	689,27	55,55	38.288,95
11	Accesorios Red de Recolección	glb	1,00	788,50	788,50
12	Prueba Hidráulica Alc	ml	1.001,07	2,75	2.752,94
M03	Conexiones Domiciliarias				219.304,51
1	Replanteo Topográfico	ml	960,00	4,60	4.416,00
2	Excavación S.Semiduro C/ Retroexcavadora	m3	640,00	49,32	31.564,80
3	Hormigón Ciclópeo (1:2:3 - 50% P.D.)	m3	46,72	743,72	34.746,60
4	Tapas de H° A°	m3	3,38	3.197,31	10.806,91
5	Revoque Impermeabilizante C/SIKA 4A	m2	177,80	84,31	14.990,32
6	Prov y Tendido Tubería de H° Ø4"	ml	960,00	77,73	74.620,80
7	Cama de Arena e=10cm	m3	57,60	154,01	8.870,98
8	Relleno y Compactado	m3	510,72	55,55	28.370,50
9	Accesorios Conexión Domiciliaria	pza	80,00	103,47	8.277,60
10	Prueba Hidráulica Alc	ml	960,00	2,75	2.640,00



M04	Limpieza General				4.051,03
1	Limpieza General De La Obra	glb	1,00	4.051,03	4.051,03
Precio Total					524.827,64

Son: Quinientos veinte y cuatro mil ochocientos veinte y siete, 64/100 Bolivianos

Presupuesto Componente Capacitación

N° Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Precio Parcial Bs.
1	Personal				18.180,00
	Consultor Capacitación	día	30	230,00	6.900,00
	Transporte Técnico Capacitación	viaje	6	180,00	1.080,00
	Fotografías	glb.	1	1.700,00	1.700,00
	Vivienda	mes	4	350,00	1.400,00
	Papelería e Informes	glb.	1	1.300,00	1.300,00
	Seguros	mes	4	850,00	3.400,00
	Teléfono y Correo	mes	4	600,00	2.400,00
2	Talleres De Capacitación				5.349,66
	Talleres	día	7	200,00	1.400,00
	Material de Escritorio	glb.	1	1.800,00	1.800,00
	Transporte viaje intercambio	viaje	2	850,00	1.700,00
	Alimentación viaje intercambio	pers/dia	7	64,24	449,66
3	Manual De O+M (Técnico Y Usuario)				4.160,00
	Consultor Capacitación	día	8	100,00	800,00
	Dibujante	día	8	90,00	720,00
	Material de Escritorio	glb.	1	2.000,00	2.000,00
	Computadora	día	8	50,00	400,00
	Impresora	día	8	30,00	240,00
4	Estatutos Y Reglamentos				3.800,00
	Consultor Capacitación	día	10	100,00	1.000,00
	Material de Escritorio	glb.	1	2.000,00	2.000,00
	Computadora	día	10	50,00	500,00
	Impresora	día	10	30,00	300,00
	Total				31.489,66

Son: Treinta y un mil cuatrocientos ochenta y nueve, 66/100 Bolivianos



Presupuesto Componente Supervisión

N° Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario Bs.	Precio Parcial Bs.
1	Honorarios				5.400,00
	Salario Mensual	mes	2	2.700,00	5.400,00
2	Pasajes				8.100,00
	Alquiler Vehículo	día	45	180,00	8.100,00
3	Viáticos				1.841,38
	Alojamiento	mes	2	500,00	1.000,00
	Alimentación	mes	2	420,69	841,38
4	Otros Gastos				10.900,00
	Papelería	glb.	1	2.500,00	2.500,00
	Reproducción	glb.	1	2.000,00	2.000,00
	Comunicación	glb.	1	1.500,00	1.500,00
	Apoyo Técnico	mes	2	1.950,00	3.900,00
	Alquiler Oficina	mes	2	500,00	1.000,00
				Total	26.241,38

Son: Veinte y seis mil doscientos cuarenta y uno, 38 Bolivianos

2.9 FUENTES Y PLAZOS PARA EL FINANCIAMIENTO

El proyecto será financiado en cuanto a la ejecución de la Infraestructura por el Gobierno Departamental de Tarija.

La Supervisión y la Capacitación y Asistencia Técnica por el Gobierno Municipal de San Lorenzo ingresando como proyecto concurrente.

El Costo Total del proyecto que comprende sus tres componentes (Infraestructura + Supervisión + Capacitación) es de **582.558,68 Bolivianos**.

Desglosando por componente tenemos:

Para la Infraestructura se ha definido un Monto de **524.827,64 Bolivianos**, lo que incluye Materiales, Mano de Obra y Equipo.



Para la Supervisión se ha considerado un monto de **26.241,38 Bolivianos**, considerando los diferentes controles y el seguimiento que se deben realizar para lograr una buena ejecución de la obra.

Para la Capacitación se ha considerado un monto de **31.489,66 Bolivianos**, ya que se realizara una detallada información y capacitación de cómo se tiene que operar y mantener en buen estado los sistemas sobre todo en lo que se refiere a la mano de obra y herramientas menores que se utilizaran para casos de emergencia.

El tiempo que durara la ejecución del proyecto Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario Urbanización San Antonio será de 60 días calendario.

Presupuesto de Financiamiento

Nº	Descripción	Componente	Precio Parcial Bs.	Porcentaje
1	Gobierno Municipal de San Lorenzo	Infraestructura	524.827,64	100%
		Capacitación	31.489,66	
		Supervisión	26.241,38	
Total (Bs.)			582.558,68	

El Gobierno Municipal de San Lorenzo estará encargado de financiar la Infraestructura, la Supervisión y la Capacitación del proyecto.

2.10 ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PROYECTO

2.10.1 Objetivos

El objetivo de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que pueden darse con la ejecución y posterior operación del presente estudio es el de proponer medidas preventivas de mitigación y de monitoreo de posibles impactos negativos.



Como objetivos específicos podemos señalar:

- Identificación y evaluación de los impactos positivos y negativos, causados por la construcción y operación del sistema de Alcantarillado Sanitario.
- Consciente de la protección del medio ambiente y de dar cumplimiento a la normatividad ambiental en vigencia, en particular a las disposiciones del Reglamento de Prevención y Control Ambiental (D.S.N°24176), y regulaciones pertinentes, debiendo plantearse medidas de mitigación y la formulación del Plan de aplicación y Seguimiento Ambiental tendiente a evitar o minimizar los impactos negativos esperados durante la fase de construcción.
- Elaboración de un plan de aplicación y seguimiento ambiental con recomendaciones tendientes a optimizar la operación y mantenimiento del sistema.
-

2.10.2 Metodología de Evaluación del Impacto Ambiental

De acuerdo a las características propias del proyecto, se aplicó en la evaluación del impacto ambiental la metodología de comparación de la magnitud de impactos durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento.

Se determina la significación de los impactos potenciales que nos permitió definir la necesidad de aplicar medidas para mitigarlos, así como el nivel de mitigación requerido.

Los criterios que se utilizaron para la evaluación de los impactos potenciales son:



- Magnitud del cambio esperado en el tiempo de vida del proyecto.
- Juicio profesional, bajo el enfoque interdisciplinario con los profesionales que participaron en el diseño de la Ingeniería.
- Análisis de riesgo de todos los eventos e imprevistos que pueden suceder durante la construcción y operación del sistema.

Estos criterios nos permitieron identificar la significancia de los impactos analizados su contexto como su intensidad. Definimos contexto como la significancia de uno de los impactos que se debe analizar desde diferentes puntos de vista, incluyendo la sociedad de la región alterada, e intereses afectados. De igual forma, definimos intensidad como la severidad del impacto considerando su grado de acción hacia la salud pública y a las características propias del lugar.

2.10.3 Formulación de Medidas de Mitigación

Por las características del proyecto se sugiere la implementación de medidas de mitigación y prevención.

Las medidas propuestas fueron analizadas desde la óptica de la viabilidad para disminuir o compensar los impactos ambientales que se suscitan con la puesta en marcha del proyecto.

Si bien existe una relación intrínseca entre los impactos provocados por el proyecto y las medidas sugeridas para aplicarse existe una relación ambiental entre ellas las que se describen a continuación.

2.10.3.1 Lineamientos Ambientales por etapas

Durante la construcción, para disminuir la contaminación del aire se sugiere que las labores de apertura de zanjas y cierre de las mismas considere un lugar



definido para dejar los desperdicios propios de la actividad tales como escombros, tierra sobrante, etc. Esto sin embargo reducirá las emisiones de partículas de polvo a la atmósfera.

En segundo lugar, la empresa constructora deberá garantizar al momento de presentar su propuesta técnica, que al destinar maquinaria para cualquier obra que se realice, la maquinaria debe estar en óptimas condiciones vale decir que la combustión no arroje monóxido y dióxido de carbono en proporciones mayores a las admisibles, no trabaje emitiendo altos ruidos y sobre todo brinde seguridad a los empleados.

Evitar todo perjuicio a la vegetación protectora, a fin de no provocar erosión.

Se cuidara que se implemente todo lo necesario para el manejo adecuado y disposición final de los desechos sólidos, líquidos como aguas grises y negras, desechos Sanitarios y otros.

Y durante la operación, implementar la utilización de silenciadores adecuados en los equipos y vehículos. Realizar el debido reciclaje de residuos sólidos.

2.10.3.2 Lineamientos para el Control del Ruido y Emisiones a la Atmósfera

a. Ruido

Todo el equipo empleado durante las fases de construcción y operación que opere en forma continua, debe estar diseñado para cumplir con el límite establecido por la norma boliviana que es de 68 dB (A) desde las 6 a las 22 horas y 65 dB (A) las horas restantes. Las mediciones deben ser realizadas en las zonas colindantes a los predios y se tomaran las medidas necesarias para mitigar este impacto, si las



emisiones están por encima de estos niveles, el personal debe estar protegido con dispositivos auriculares.

b. Emisiones a la Atmósfera

De generarse un exceso de polvo llevado por el aire durante las actividades de construcción, deberán emplearse inmediatamente medidas adecuadas para el control del polvo, como por ejemplo rociar con agua mediante cisternas o mangueras. Los equipos y maquinarias recibirán un mantenimiento regular y permanecerán en buenas condiciones de funcionamiento para evitar e impedir emisiones y ruidos excesivos.

Las actividades constructivas y operativas se regularan de acuerdo a normas nacionales e internacionales.

2.10.3.3 Programa de Manejo de Desechos

2.10.3.3.1 Desechos Sólidos

El manejo de desechos sólidos se implementara basándose en lo siguiente:

- Minimizando la generación de desechos
- Maximizando el reciclado y el rehúso de desechos

a. Residuos debido a la construcción

Los escombros que se generan por la construcción, en especial de la excavación de zanjas para el tendido de la tubería deberán ser retirados y dispuestos en lugares adecuados de manera que no perjudiquen y no dañen el paisaje de la zona.



b. Residuos de Origen Domestico

Los residuos de origen domestico están constituidos por latas, cristales, plásticos, cartones y otros desechos que se generan en oficinas e instalaciones. Estos desechos no presentan residuos tóxicos. Durante la construcción y operación del proyecto, en las diferentes secciones del área se proveerán instalaciones adecuadas para la eliminación de basura. Los desechos sólidos serán recolectados y colocados en lugares estratégicos de las instalaciones.

2.10.3.3.2 Desechos Líquidos

En lo concerniente a los residuos líquidos de este sistema se generaran básicamente aguas residuales domésticas.

a. Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas

Las aguas residuales domesticas no ofrecen problema debido a que esta agua servidas se recolectaran mediante un sistema de tuberías de recolección hasta descargas a la red principal de Alcantarillado Sanitario para su posterior tratamiento.

2.10.3.4 Señalización de Depósitos de Combustibles

Es necesario que se coloque la señalización respectiva especialmente en los depósitos de combustibles y lubricantes.

2.10.3.5 Reforestación

Es importante planificar un programa de restauración y posterior reforestación de las zonas alteradas.



2.10.3.6 Retiro de Escombros

Los escombros que se generan por la construcción, en especial de la excavación de zanjas para el tendido de la tubería deberán ser retirados y dispuestos en lugares adecuados de manera que no perjudiquen y no dañen el paisaje de la zona.

2.10.3.7 Control de Talas y Desmontes

Es necesario que se controle la vegetación de manera que no se produzcan talas o desmontes de manera indiscriminada.

2.10.3.8 Política en Salud y Seguridad

Aplicación de normas de operación en las instalaciones y equipos que aseguren la integridad de los procesos, instalaciones y equipos.

El objetivo de la Urbanización es realizar los diferentes trabajos sin causar perjuicios al medio donde está ubicado y se comprometan a propiciar las condiciones de un medio ambiente seguro y sano de habitabilidad.

Toda persona que se encuentre en un cargo administrativo del sistema llevara a cabo en forma continua los controles de la salud y seguridad del medio ambiente, antes de realizar las operaciones, a fin de garantizar la práctica diaria en las cuestiones relativas a la salud, seguridad y medidas ambientales.



2.10.3.9 Programa de Prevención, Control y Medidas preventivas de derrames

El objetivo de este programa es minimizar la posibilidad de que un incidente de derrame proveniente de una instalación del proyecto llegue al suelo o al drenaje natural. Para lograr este objetivo se contara con un Plan de Prevención, Control y Contención de Derrames.

- Procedimientos de Construcción y Operación para prevenir derrames.
- Instalación de Medidas de control para prevenir que un derrame llegue al drenaje natural.
- Medidas preventivas para contener, limpiar y mitigar los efectos de un derrame.

Mediante las inspecciones visuales rutinarias y el mantenimiento planificado de rutina ayudaran a reducir el potencial de descarga al suelo, un procedimiento apropiadamente planeado y ejecutado minimizara el potencial de daño ambiental.

2.10.3.9.1 Manejo de Combustibles y Lubricantes

Los recipientes de combustibles y lubricantes tendrán sus letreros claros indicando su contenido. En las áreas de almacenamiento de combustible y lubricantes se colocaran señales que prohíban fumar a una distancia mínima de 25 m alrededor del lugar donde se hallen los recipientes.

2.10.3.9.2 Medidas de prevención de derrames

Como parte de la operación estándar del sistema, se deberán tomar precauciones especiales para prevenir que un derrame o descarga de agua residuales o la extracción de lodos, llegue a las corrientes de agua subterránea o contamine los suelos.



Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario Urbanización San Antonio

CAPITULO 3

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

3.1 EVALUACIÓN FINANCIERA PRIVADA DEL PROYECTO SIN FINANCIAMIENTO

La Evaluación Privada Financiera permite comparar los ingresos monetarios que genera el proyecto, con los costos monetarios en que se incurren. La evaluación financiera permite determinar la sostenibilidad del proyecto, al poder apreciar la cantidad de recursos que serán requeridos y generados a través del tiempo. Estos son descontados a una tasa de descuento financiera. Con ello es posible determinar si el proyecto es sostenible o si requerirá de algún tipo de subsidio por parte del gobierno.

La evaluación privada se lo hace con el objeto de analizar la rentabilidad privada, es decir desde el punto de vista del operador tomando en cuenta los precios de mercado o precios corrientes, a una tasa de descuento privada del 12.81%, recomendada por el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública).

3.1.1 Identificación y Estimación de los Ingresos a Precios Privados

Desde el punto de vista privado, el proyecto genera ingresos para la empresa operadora y éstos dependen de las tarifas, teniendo en cuenta el costo de oportunidad del dinero. Este análisis es determinante para la sostenibilidad del proyecto.

Dado que ya se hizo el análisis tarifario los resultados son:

Tarifa Mensual = 16.80 Bs/mes/familia

3.1.2 Identificación y Estimación de los Costos a Precios Privados

Se estimarán los costos de inversión de operación y mantenimiento a precios de mercado. (VER ANEXOS).

3.1.3 Criterios para la toma de decisiones (VANP, TIRP, CEP, CAEP)

Para escoger la alternativa se pueden utilizar los indicadores costo-eficiencia. Si las alternativas tienen la misma vida útil, en primer lugar se debe escoger la de mínimo costo anual equivalente y en segundo lugar se debe relacionar el costo anual equivalente con la unidad de beneficio (\$/beneficiarios, \$/área beneficiada o conexiones).

Por lo tanto, en estos proyectos se utilizan los siguientes indicadores:

- VANP: Valor Actualizado Neto Privado del Proyecto.
- CAEP: Costo Anual Equivalente Privado.
- Costo Eficiencia Privado (CEP) (\$/beneficiarios, \$/área beneficiada o conexiones): CAEP dividido por el producto del proyecto (si son cuantificables físicamente).

Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple

Indicador		Valor
VACP		202,531.56
VANP		12,222.25
CAEP		28,502.47
TIRP	10%	13.75%
RBC Privado		1.09

Analizando los resultados de la Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple se establece que todos los valores de los indicadores son positivos cumpliendo con las condiciones requeridas de selección.

3.1.4 Indicadores de Costo Eficiencia Privado

Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple

Indicador	Valor
VACP / Conexiones	2,531.64
VACP / Beneficiarios	506.33
Costo Inv./ Beneficiario	1,312.07
Costo Inv./ Conexión	6,560.35

Analizando los resultados de la Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple se establece que todos los valores de los indicadores son positivos cumpliendo con las condiciones requeridas de selección.

Lo que significa que la eficiencia del sistema será el mismo en los dos casos pero con la Alternativa N°2 disminuyen los costos de inversión por conexión por beneficiario.

3.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Para la evaluación socioeconómica del proyecto, es decir para analizar la rentabilidad del proyecto desde el punto de la economía en su conjunto, para ello solo hay que convertir los precios de mercado o los precios corrientes, en precios sombra o precios sociales que viene a ser lo mismo. Estos precios se llaman Razón Precio Cuenta RPC que vienen a corregir los precios corrientes que están afectados por la tasa de inflación, sobrepuestos, y entre otros factores tanto en los costos de producción como en los costos de insumos utilizados en los costos de inversión. La

tasa de descuento social utilizada es de 12.67% según el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública).

Que de acuerdo al informe VIPFE/DGIP/SNIP-00619/2006 de 5 de septiembre de 2006, a la fecha han cambiado los valores de algunas variables y mercados, existiendo la necesidad de realizar estimaciones de parámetros adicionales para lograr una adecuada gestión de la fase de la pre inversión.

POR TANTO:

El Ministerio de Planificación del Desarrollo en ejercicio de sus atribuciones conferidas por Ley

RESUELVE:

PRIMERO.- Establecer de las Razones Precio Cuenta de Eficiencia de acuerdo al siguiente detalle:

- Razón Precio Cuenta de Eficiencia de la Divisa (RPCD) 1.24
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Rural (RPCMONCR) 0.47
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra No Calificada Urbana (RPCMONCU) 0.23
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Calificada (RPCMOC) 1.00
- Razón Precio Cuenta de la Mano de Obra Semi calificada (RPCMOSC) 0.43
- Tasa de Costo Promedio Ponderado del Capital (TCPPC) 12.81 %
- Tasa Social de Descuento (TSD) 12.67 %

3.2.1 Identificación y Estimación de los Beneficios a Precios Sociales

Los beneficios sin proyecto no son cuantificables, en cambio con la ejecución y puesta en marcha del proyecto, se proporcionará un conjunto de beneficios de magnitud a favor de los pobladores de la Urbanización, al lograr llegar a todas las familias con el sistema propuesto, además de aumentar los ingresos netos al igual que la disminución de la mano de obra desocupada.

Los beneficiarios directos con la ejecución del proyecto de Alcantarillado Sanitario son las 80 familias de la Urbanización San Antonio.

3.2.2 Identificación y Estimación de los Costos a Precios Sociales

Se estimarán los costos de inversión y de operación y mantenimiento a precios privados y de mercado.

Para realizar el presupuesto de este proyecto se tomaron precios actualizados privados y de mercado (VER ANEXOS).

3.2.3 Criterios para la toma de decisiones (VANS, TIRS, CES, CAES)

Para escoger la alternativa se pueden utilizar los indicadores costo-eficiencia. Si las alternativas tienen la misma vida útil, en primer lugar se debe escoger la de mínimo costo anual equivalente y en segundo lugar se debe relacionar el costo anual equivalente con la unidad de beneficio (\$/beneficiarios, \$/área beneficiada o conexiones).

Por lo tanto, en estos proyectos se utilizan los siguientes indicadores:

- VANS: Valor Actualizado Neto Social del Proyecto.
- CAES: Costo Anual Equivalente Social.

- Costo Eficiencia Social (CES) (\$/beneficiarios, \$/área beneficiada o conexiones): CAES dividido por el producto del proyecto (si son cuantificables físicamente).

Una vez calculados los costos anteriores para la alternativa analizada, se debe escoger la de mínimo costo promedio, con lo cual se logra la mayor eficiencia.

Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple

Indicador		Valor
VACS		564,492.45
VANS		8,491.35
CAES		78,768.69
TIRS	10%	13.18%
RBC Social		1.02

Realizando un análisis de los resultados del VANS Y CAES para cada alternativa y comparando se escoge a la alternativa que tenga el menor valor positivo de estos dos indicadores, siendo la Alternativa N°2 Tubería de H° la que cumple con esta condición.

3.2.4 Indicadores de Costo Eficiencia Socioeconómico

Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple

Indicador		Valor
VACS / Conexiones		7,056.16
VACS / Beneficiarios		1,411.23

Analizando los resultados de la Alternativa N°2 Tubería de Hormigón Simple se establece que todos los valores de los indicadores son positivos cumpliendo con las condiciones requeridas de selección.

Lo que significa que la eficiencia del sistema será el mismo en los dos casos pero con la Alternativa N°2 disminuyen los costos de inversión por conexión por beneficiario.

3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general el proyecto responde a los criterios económicos y financieros de la Entidad Financiadora, ya que presentan valores superiores a los indicadores de la situación sin proyecto, lo que permite asegurar que la factibilidad técnica, económica-financiera y social está garantizada recomendando su financiamiento y ejecución.

Para ello hacemos las siguientes consideraciones:

- El sistema de Alcantarillado Sanitario propuesto en el proyecto, se ajusta a las condiciones higiénicas y de salubridad que recomiendan las normas.
- El proyecto responde favorablemente a los criterios medioambientales, puesto que la infraestructura no producirá efectos desfavorables en las condiciones ambientales, en razón que el tendido del tubo se lo realizara rápidamente.
- En la gestión del sistema de Alcantarillado Sanitario, no se tendrán impactos adversos de ninguna índole.
- El proyecto considera la recolección de aguas servidas de 80 familias y la cobertura del 100% hasta el año 2033.
- El financiamiento del proyecto permitirá que los comunarios logren incrementar su calidad de vida.

- El fortalecimiento de la organización del sistema de Alcantarillado permitirá lograr la auto sostenibilidad del proyecto.
- En el proyecto está previsto combinar eficientemente las condiciones naturales y humanas existentes, de manera que los resultados económicos y financieros justifiquen la inversión a ser efectuada.

3.3.1 Conclusiones del Estudio que permitan recomendar alguna de las siguientes decisiones; Abandonar el Proyecto, Postergar el Proyecto, Reformular el Proyecto, Ejecutar el Proyecto

Considerando los criterios anteriores se **recomienda la viabilización y tomar la decisión de EJECUTAR EL PROYECTO**, que repercutirá favorablemente en la salud e higiene de todos los habitantes de la Urbanización San Antonio.