

## **CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- GENERALIDADES. -**

Dados los componentes nocivos de las aguas servidas que contienen, aparte de sustancias extrañas, gran cantidad de microorganismos, en su mayor parte patógenos y por tanto causantes de enfermedades, se hace necesario que antes de verter esas aguas en las masas receptoras, se provea un tratamiento adecuado capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y bacteriológicas, de tal manera que, al evacuarlas, no produzcan polución y contaminación.

Un estudio integral de las circunstancias que rodean al problema debe ser llevado a cabo y no lanzarse al diseño y peor construcción de estructuras o unidades sin antes disponer de los suficientes elementos de juicio, que lleven a dar una solución satisfactoria al problema.

Es indispensable, por tanto, que el tratamiento aplicado esté ligado al medio para que su resultado sea eficaz y sobre todo económico.

En nuestro país, tan lleno de variedades ambientales en cuanto a temperatura, humedad y lluvias, etc., se deberían proporcionar, por ejemplo, diferentes soluciones en el tratamiento de aguas residuales según sea la zona de que se trate. Desde luego los principios básicos que regulan estos procesos son inmutables.

En general, diremos que el tratamiento está relacionado a dos factores importantes: la clase y calidad de las aguas servidas y la calidad que esperamos tenga la masa receptora, las exigencias que nos impongamos, la utilidad que se vaya a dar a las masas receptoras.

### **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. -**

#### **1.2.1.- Situación del Problema**

Este proceso se realizó a partir de la evaluación de información recolectada, a través del tiempo de ejecución del presente documento en reuniones

conjuntas con la OTB 21, así como con los dirigentes e instituciones participantes.

Se realizó una recopilación de información, de las características socioeconómicas del grupo objetivo, para luego determinar las necesidades del mismo grupo, la recopilación se logró a través de reuniones con los posibles beneficiarios, dirigentes, técnicos de EMSABAV.

El uso actual de la tierra de la ciudad es de uso municipal; sin embargo, existen algunos sectores urbanizados, que aún pertenecen a terrenos comunales y que dificultan la ubicación de nuevas estructuras de saneamiento básico.

La población de Villazón cuenta con un sistema de Alcantarillado Sanitario, construido el año 1997 y ampliado el año 2013. El mismo consta de un sistema de colectores principales y secundarios; una estación de bombeo (en operación en la gestión 2013) y una planta de tratamiento de aguas negras (lagunas facultativas), éstas últimas también se han puesto en operación con la ampliación de la red del año 2013.

La estación de Bombeo está ubicada en la zona La Jabonera y bombea las aguas residuales (promedio de 40 l/s) hacia una cámara disipadora de energía y de ahí enviada a la planta de tratamiento por gravedad, ubicada en la zona norte. Esta obra ha sido totalmente reconstruida y se encuentra en actual funcionamiento, aunque EMSABAV debe todavía realizar algunos trabajos que garanticen su correcto funcionamiento (tendido de una línea eléctrica de 24,9 kv. cambio de transformador, dotación de personal permanente que garantice una correcta operación de este sistema).

Se definió estratégicamente los siguientes pasos para determinar el problema de la situación actual:

- Determinación del área de proyecto, definiendo la cobertura de alcantarillado sanitario y área de emplazamiento de la planta de tratamiento.
- Priorización de necesidades dentro de la población

Las consultas y entrevistas realizadas fueron a personas, autoridades, líderes claves, y la consulta de vivienda en vivienda al total de la población.

El Diagnóstico Participativo pretende articular procesos de reflexión y análisis de la realidad identificada por los propios actores del problema, permitiendo desarrollar un intercambio de experiencias que permitan incorporar soluciones inmediatas que parten de la población organizada.

La metodología propuesta para llevar adelante el Diagnóstico de la OTB 21 se implementó a través de:

- Identificación de Problemas de Alcantarillado Sanitario.
- Priorización de Problemas de evacuación de aguas servidas.
- Socialización de Problemas de lugar de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **1.2.2.- Fundamentos legales**

El agua potable y el saneamiento básico impactan de manera directa la Salud Pública, la equidad Social, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental, razón por la cual, es fundamental contar con políticas y estrategias orientadas a asegurar una adecuada prestación de servicios, tal y como lo prevé nuestra Constitución Política.

Luego de aprobada la Nueva Constitución Política del Estado en el mes de enero del año 2009, la estructura del Órgano Ejecutivo ha sido modificada para que responda al proceso de cambio que se viene encarando desde el año 2006. En este sentido para la definición del mandato legal se ha tomado en cuenta tres referentes importantes como la mencionada Nueva Constitución Política del Estado, el Decreto Supremo N° 29741 que definen las nuevas funciones y atribuciones del SENASBA (Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico) y el Decreto Supremo N° 29751, referido al Mecanismo de Inversión para Coberturas en el Sector de Agua y Saneamiento - MICSA, menciona que el SENASBA, ejecutará y administrará los recursos destinados a Asistencia Técnica, Fortalecimiento

Institucional y Desarrollo Comunitario. SENASBA funciona como institución pública descentralizada, con autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

Por lo tanto, el MMAyA ha delegado al SENASBA la ejecución de los proyectos de Asistencia Técnica en Fortalecimiento Institucional y Desarrollo Comunitario para la prestación sostenible de servicios locales de agua potable y alcantarillado sanitario.

En lo concerniente al Desarrollo Comunitario el SENASBA pretende los siguientes objetivos en la fase de pre inversión para los proyectos de agua potable y alcantarillado:

- Generar espacios de participación social en la gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- Fortalecer y promover organizaciones de operadores de agua potable y alcantarillado para lograr la sostenibilidad de los servicios.
- Fortalecer y promover la participación de las organizaciones sociales entorno a la gestión política y estratégica del saneamiento básico.
- Promover la participación y el empoderamiento de la población en torno a la gestión responsable de los servicios de agua potable y alcantarillado, el uso racional del agua, la higiene.

El presente documento describe y refleja la situación actual, características y niveles de acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado, mismo que ha sido elaborado en base a la participación integral de beneficiarios de la OTB 21 de la ciudad de Villazón.

### **1.2.3.- Formulación del Problema**

La falta de una red de alcantarillado sanitario, la dificultad de evacuar las aguas servidas a la planta de tratamiento en la zona norte y aumentan las

enfermedades. Se debe realizar el estudio de preinversión, luego poder realizar la inversión y disminuir las enfermedades gastrointestinales.

### **1.3.- HIPOTESIS. -**

Con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la OTB 21 disminuirémos las enfermedades gastrointestinales y así también disminuirémos la contaminación del río internacional.

### **1.4.- NOMBRE DEL PROYECTO**

ESTUDIO DE DISEÑO TECNICO DE PREINVERSION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES OTB 21 (VILLAZON), nombre que refleja tanto la acción a ser efectuada en la OTB seleccionada.

### **1.5.- TIPO DE PROYECTO**

#### **Planta de tratamiento de aguas residuales**

Las características de mejoramiento que se plantean al sistema de alcantarillado permiten definir el tipo de proyecto una planta de tratamiento con tanque Imhoff y humedales

### **1.6. OBJETIVOS. -**

#### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL. -**

Realizar el estudio de diseño técnico de preinversión de una planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar el Nivel de Salud de la población de la OTB 21, referido a la disminución de los índices de morbilidad - mortalidad de las enfermedades gastrointestinales, las aguas residuales serán tratadas previamente antes de ser vertido al río internacional.

#### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS. -**

- Delimitar el área de los domicilios que no pueden evacuar sus aguas residuales a la planta de tratamiento de la zona norte.
- Determinar los caudales de las aguas residuales que aportaran a la planta de tratamiento por la dificultad que presenta la OTB 21.
- Realizar el levantamiento topográfico del área de influencia del proyecto, para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Analizar y realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales que pueda tener una mejor eficiencia de tratamiento para dicha zona.
- La construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales que reduzca la contaminación del agua que se vierten al río internacional.
- Mejora de cobertura de acceso al alcantarillado sanitario.
- Reducir el impacto negativo en el curso receptor, de manera que la población u otras localidades aguas abajo pudieran realizar, sus actividades productivas, consumo u otros con normalidad.

## **1.7.- DELIMITACIÓN**

### **1.7.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

El presente proyecto se llevará a cabo durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio para tener el estudio de diseño técnico de preinversión.

### **1.7.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente proyecto se realizará en la OTB 21, Municipio de Villazón se ubica en la Provincia Modesto Omiste del Departamento de Potosí, en nuestro Estado Plurinacional de Bolivia.

### **1.7.3. DELIMITACIÓN SUSTANTIVA**

El presente proyecto plantea una red de alcantarillado sanitario, conexión domiciliaria y su planta de tratamiento de aguas residuales en la OTB 21 con tratamiento primario y secundario.

### **1.8.- JUSTIFICACION. -**

La necesidad de ambos servicios básicos es fundamental, reconocida por la constitución política del estado, mismo que son necesidades básicas para elevar la calidad de vida de la población, y por consiguiente reducir la morbilidad y mortalidad, elevando la esperanza de vida.

En la actualidad la zona de estudio carece de dotación domiciliaria un sistema de evacuación de aguas servidas, por lo que esto conlleva a un alto riesgo de contaminación, como también un alto riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales, lo que eleva la morbilidad, y mortalidad, reduciendo la esperanza de vida de la población.

Se requiere del fortalecimiento del saneamiento básico de la región, para atender las necesidades primordiales de los vecinos, se requiere de la construcción de su Sistema de Alcantarillado Sanitario, aspecto que tiene incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de la ciudad.

La disposición de excretas, es un componente de las acciones de Saneamiento Básico tendientes a coadyuvar en su conjunto al control de enfermedades transmisibles atribuibles a las deficiencias del saneamiento, las que permiten ser vehículos de los agentes patógenos causantes de las mismas.

Los criterios anteriormente expuestos fundamento por el cual se debe ejecutar este proyecto, dentro de una planificación participativa, que infieren un beneficio directo a la población, así como a toda la población del municipio indirectamente, es que este proyecto se convierte de fundamental importancia para el municipio.

El presente documento es el resultado de la solicitud de los vecinos de las OTB 21 al Gobierno Autónomo de Villazón dentro del proceso de Planificación Participativa.

Se pretende pasar a la fase de inversión del proyecto por tanto se debe elaborar según el reglamento para proyectos de preinversión del Gobierno Autónomo Municipal de Villazón.

## **1.9.- VARIABLES**

### **1.9.1.- VARIABLES DEPENDIENTES**

La planta de tratamiento de aguas residuales es la variable dependiente por su tamaño y dimensiones dependerán de la calidad de agua de los domicilios vierta a esta planta.

### **1.9.2.- VARIABLES INDEPENDIENTES**

Todos los parámetros de calidad del agua determinaran las características de las obras civiles de la planta de tratamiento de aguas residuales y sus componentes para el tratamiento y cumplir los parámetros admisibles de la norma Boliviana.

## **1.10.- ALCANCE. -**

### **1.10.1.- Información disponible. -**

Se cuenta con la disposición de los planos de ubicación del área de influencia donde se emplazará la planta de tratamiento de aguas residuales de la OTB 21 está ubicada al lado oeste de la ciudad de Villazón.

Se cuenta con la socialización del lugar de emplazamiento.

### **1.10.2.- Resultados propuestos. -**

- Replanteo para verificar los niveles del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales.

- Analizar las posibles alternativas de solución para realizar el tratamiento de aguas residuales con los materiales de construcción, condiciones climáticas, ambientales y drenaje.
- Definir los materiales de construcción a utilizarse.
- Realizar el diseño del tipo de planta de tratamiento.
- Mitigar la demanda bioquímica de oxígeno en la planta de tratamiento.
- Se utilizara el programa de CIVIL 3D para generar las curvas de nivel.
- Se utilizara el programa de SEWERCAD para el diseño hidráulico.

### **1.11.- ENTIDAD PROMOTORA Y OPERADORA**

Las instituciones que tienen participación en el desarrollo del proyecto de pre inversión de Saneamiento Básico son las siguientes:

**Entidad Promotora:** Gobierno Autónomo Municipal de Villazón

Es la entidad responsable de la infraestructura urbana de la ciudad. Es la entidad solicitante de los servicios de agua potable y de alcantarillado de la ciudad de Villazón. El Alcalde Municipal, constituye por norma el Presidente del Directorio de EMSABAV, lo cual hace viable la consolidación de los proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario.

**Entidad Operadora:** EMSABAV – G.A.M. Villazón.

La Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Villazón es la entidad que administra el servicio de Agua Potable y el sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Villazón. La institución cuenta con personería jurídica, legalmente fundada y su funcionamiento obedece a un organigrama; cuenta con un Directorio que define las políticas de la institución y un Gerente General que administra las actividades de la institución. Administrativamente funciona con ingresos propios

procedentes de la venta de agua potable y operan de acuerdo a un Plan Operativo Anual

**Juntas de Vecinos:** Se encuentran conformada esencialmente por el representante de la OTB beneficiada con el proyecto que se constituye como el control social y de apoyo para la oportuna y adecuada ejecución y desarrollo del proyecto.

### **1.12.- CLASIFICACIÓN SECTORIAL**

**Sector:** Saneamiento básico  
**Subsectores:** Alcantarillado sanitario  
**Actividades específicas:** Sistema alcantarillado sanitario  
Construcción planta piloto de tratamiento de aguas residuales

### **1.13.- COMPONENTES DEL PROYECTO**

El proyecto tiene los siguientes componentes:

- Actividades preliminares.
- Red de alcantarillado sanitario.
- Conexión domiciliaria.
- Construcción planta de tratamiento aguas residuales.
- Medidas de mitigación ambiental.
- Actividades complementarias.

### **1.14.- FASE QUE POSTULA**

El proyecto se encuentra en la fase de pre inversión, Estudio de Diseño Técnico Preinversión, postula a la etapa de la inversión.

### **1.15.- LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

**Ubicación física y geográfica**

El proyecto se encuentra en las OTB 21 del Municipio de Villazón (primera sección de la Provincia Modesto Omiste), Departamento de Potosí, Estado Plurinacional de Bolivia.

Geográficamente la zona del proyecto se encuentra entre los paralelos de 22°04'00" al 22°05'00" sur y del 65°34'00" al 65°37'00" oeste

Imagen satelital de ubicación del proyecto



La OTB 21 se encuentran al sur oeste del municipio en la zona periurbana limitadas al sur por el río internacional frontera con la República de la Argentina

### **Vía de acceso**

El proyecto se encuentra localizado en el extremo sur del Departamento de Potosí en el municipio de Villazón, por lo que se encuentra conectado con la República de la Argentina, por medio del puente internacional y con la ciudad de Potosí por la carretera troncal Potosí – Villazón 350 km, ambas vías asfaltadas, en el interior de municipio se cuenta con vías de pavimento y tierra.

## **1.16.- DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO**

### **Clima**

El clima corresponde al de altiplano central, frío y con cambio térmico variable en invierno, la humedad relativa del ambiente varía entre 20% y 40% para todo el sector de la Provincia Modesto Omiste (SENAMHI), según MARTONNE, BLAIR Y GASPARIN la zona está clasificada como seca, semiárida con escorrentías temporales.

### **Temperaturas Máximas y Mínimas**

La Temperatura media de la ciudad de Villazón es de 12°C, con temperaturas máxima media de 22,4°C, y mínima media de 1,6°C.

- Temperatura máxima extrema 24,3 °C
- Temperatura mínima extrema - 5,8 °C

De acuerdo a la Tabla N° 1 que se muestra a continuación y que resume las temperaturas mensuales, se establece que los meses de Mayo a Septiembre presentan los registros con bajas temperaturas y los meses de Septiembre a Enero con temperaturas máximas. En los meses de Enero a Marzo y Septiembre a Diciembre se tienen temperaturas medias por encima de 11° C. Se establecen que los meses más calurosos corresponden a los meses de enero, febrero, Septiembre a Diciembre.

ESTACIÓN: Villazón

LATITUD SUR: 22° 05´

LONGITUD OESTE: 65° 36´

ALTURA: 3.443 m.s.n.m.

PERIODO DE REGISTRO: 1945-2012

**TABLA N° 1**  
**Temperaturas de Villazón**

MES	TEMPERATURAS (°c)		
	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
ENE	23.5	7.0	15.3
FEB	23.9	6.0	15.0
MAR	22.8	6.1	14.5
ABR	22.8	3.3	13.1
MAY	20.1	-1.3	9.4
JUN	18.8	-5.8	6.5
JUL	19.3	-5.5	6.9
AGO	21.6	-3.6	9.0
SEP	23.8	-0.9	11.5
OCT	23.7	2.7	13.2
NOV	24.3	4.7	14.5
DIC	24.0	6.2	15.1
<b>PROM</b>	<b>22.4</b>	<b>1.6</b>	<b>12.0</b>
<b>Max</b>	<b>24.3</b>	<b>7.0</b>	<b>15.3</b>
<b>Min</b>	<b>18.8</b>	<b>-5.8</b>	<b>6.5</b>

FUENTE: SENAMHI POTOSÍ 1945 -2012

### Precipitaciones Pluviales

En la Tabla N° 2 se resume las precipitaciones mensuales y anuales de la estación de Villazón, que muestra una precipitación promedio anual de 297,5 mm. Las precipitaciones se presentan en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo de todos los años, el resto de los meses está caracterizado por lluvias esporádicas.

**TABLA N° 2**  
**Precipitaciones mensuales en Villazón**

GESTIO N	ENE	FEB	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SEP	OC T	NO V	DIC	TOTAL mm/m es
2001	97,7	144,	20,	3,8	0,1	0,0	0,	0,0	5,0	16,	8,8	89,	386,3
2002	101,	51,3	35,	2,1	0,0	0,0	1,	0,0	0,0	0,0	20,	51,	263,5
2003	105,	48,9	71,	4,1	0,0	0,0	0,	0,0	0,0	14,	5,9	29,	279,8
2004	157,	60,7	38,	3,4	0,0	0,0	0,	0,0	19,	4,7	0,5	50,	339,6
2005	25,0	98,7	21,	0	0,0	0,0	0,	4,2	0,0	0,5	14,	62,	223,0

2006	76,7	78,3	40,	2,0	16,	0,0	0,	0,0	0,0				214,0
<b>MEDIA</b>	<b>83,8</b>	<b>80,4</b>	<b>38,</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,</b>	<b>0,7</b>	<b>4,8</b>	<b>7,2</b>	<b>10,</b>	<b>56,</b>	<b>297,5</b>

FUENTE: SENAMHI POTOSI: AÑOS 2001-2006

De acuerdo a los registros de la TABLA 2 se establece que las precipitaciones medias de la zona de Villazón y la parte urbana varían entre los 214 a 390 mm., anuales y que la media está en torno de los 297,5 mm anuales. Asimismo se establece que los meses de lluvia corresponden a Enero, Febrero y Diciembre de todos los años, el resto de los meses está caracterizado por lluvias esporádicas.

Las precipitaciones máximas se presentan en los meses de Enero a febrero, ocasionando en consecuencia caudales máximos en las alcantarillas durante estos meses.

### **Vegetación**

La zona donde está asentada la ciudad de Villazón, tiene escasa vegetación debido a suelos muy erosionados. Se han podido notar que en la superficie de la cuenca existe escasa vegetación, existen la paja común, la ñaka y soputholas, la caula, churquis de escasa altura existen en las riberas de los ríos el algarrobo, la cañahueca, la sewenca. El área urbana está caracterizada por presencia de álamos, el molle, algunos pinos y sauces, esta última en las márgenes del río Internacional existen también pastos nativos de escasa carga vegetal.

### **Altitud**

La ciudad de Villazón se encuentra a una altura promedio de 3.439 m.s.n.m (Plaza de Villazón)

### **Relieve Topográfico**

En relación al relieve topográfico de Villazón, este presenta una topografía semiplana con pendiente suave a moderada en el sentido Este a Oeste.

En los sectores de reciente asentamiento tiene topografía con mayor pendiente. En la zona periférica se ha encontrado terrenos con accidentes topográficos con asentamiento de la población, que han obligado al Proyecto plantear zonas con cotas máximas de servicio.

### **Hidrografía**

El Municipio de Villazón está asentado en las orillas del río Torohuara, denominado también río Internacional por el hecho de que marca en la zona el límite entre Bolivia y la República Argentina. Por el sector norte de la población pasa el río Lampaya, donde están ubicadas las fuentes de agua potable (presa y pozos). Estos dos ríos que se unen agua abajo de la ciudad de Villazón son afluentes del río Pilcomayo.

Las cuencas de los ríos Torohuara y Lampaya son importantes, dado que en ellos se encuentran ubicadas las fuentes de agua que abastecen a la población.

### **Fisiografía**

Las cuencas del área urbana de la ciudad de Villazón están caracterizadas por una topografía ondulada, con presencia de quebradas, que facilitan el drenaje pluvial aunque con escasa vegetación, lo que hace que exista importante producción de sedimentos.

La zona se encuentra muy erosionada por los vientos y las precipitaciones pluviales lo que repercute en la escasa profundidad de capa arable y por consiguiente escasa vegetación, es decir no existen árboles y arbustos de gran tamaño en la zona, debido a los afloramientos rocosos.

### **Geología geomorfología y geología estructural de la cuenca y el río**

Geomorfológicamente el área de estudio está marcada con la presencia de planicies muy degradadas con alta producción de sedimentos y afloramientos de formaciones rocosas.

Los afloramientos corresponden a rocas sedimentarias del sistema siluriano de composición lutitas grises a verdosas, intercaladas con areniscas bien consolidadas y con formaciones cuarcitas de gris claras a marrones.

Los cauces de los ríos Torohuara y Lampaya están constituidos por lechos y paramentos, de formaciones rocosas a causa de la erosión y se nota poca presencia de depósitos aluviales, excepto aguas arriba de la población de Villazón, donde se observan depósitos de terrazas (Qt) compuestos de cantos, arena, grava, limos y arcillas, en donde existen importantes almacenamientos de aguas sub superficiales.

### **Uso Actual de la Tierra**

El área urbana de la ciudad es de uso municipal; sin embargo, existen algunos sectores urbanizados, que aún pertenecen a terrenos comunales y que dificultan la ubicación de nuevas estructuras de saneamiento básico.

En el entorno de la ciudad existen varias comunidades, asentadas en las riberas de los ríos, donde se practica el micro riego, con producción de papa (a secano), hortalizas en poca cantidad, debido a la carencia de infraestructura de riego.

## **CAPITULO 2: ESTUDIOS BÁSICOS**

### **2.1 ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS**

#### **2.1.1 Diagnostico de la situación actual**

##### **2.1.1.1 Diagnostico participativo**

Este proceso se realizó a partir de la evaluación de información recolectada, a través del tiempo de ejecución del presente documento en reuniones conjuntas con la OTB 21, así como con los dirigentes e instituciones participantes.

La planificación realizada se tomó en cuenta de manera inclusiva a las partes involucradas (Gobierno Autónomo Municipal de Villazón, Empresa de Saneamiento Básico Villazón, OTB 21 de Villazón), en reuniones conjuntas y continuas hasta la conclusión del presente proyecto.

#### **Objetivos**

- Elaboración de un diagnóstico de los requerimientos de las OTB 21 de Villazón.
- Identificación de necesidades y soluciones a la situación actual de la OTB 21 de Villazón.
- Determinar las necesidades que deberá enfrentar la instancia DESCOM en la fase de inversión.

#### **Metodología**

Se realizó una recopilación de información, de las características socioeconómicas del grupo objetivo, para luego determinar las necesidades del mismo grupo, la recopilación se logró a través de reuniones con los posibles beneficiarios, dirigentes, técnicos de EMSABAV.

Se definió estratégicamente los siguientes pasos para determinar el diagnóstico de la situación actual:

- Determinación del área de proyecto, definiendo la cobertura de, alcantarillado sanitario y área de emplazamiento de la planta de tratamiento.
- Priorización de necesidades dentro de la población.

Las consultas y entrevistas realizadas fueron a personas, autoridades, líderes claves, etc. y la consulta de vivienda en vivienda al total de la población.

El Diagnóstico Participativo pretende articular procesos de reflexión y análisis de la realidad identificada por los propios actores del problema, permitiendo desarrollar un intercambio de experiencias que permitan incorporar soluciones inmediatas que parten de la población organizada.

La metodología propuesta para llevar adelante el Diagnóstico de la OTB 21 se implementó a través de:

- Identificación de Problemas de Alcantarillado
- Priorización de Problemas.
- Socialización de Problemas Identificados.

#### **2.1.1.2 Fundamentos legales**

El saneamiento básico impactan de manera directa la Salud Pública, la equidad Social, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental, razón por la cual, es fundamental contar con políticas y estrategias orientadas a asegurar una adecuada prestación de servicios, tal y como lo prevé nuestra Constitución Política.

Luego de aprobada la Nueva Constitución Política del Estado en el mes de enero del año 2009, la estructura del Órgano Ejecutivo ha sido modificada para que responda al proceso de cambio que se viene encarando desde el año 2006. En este sentido para la definición del mandato legal se ha tomado en cuenta tres referentes importantes como la mencionada Nueva

Constitución Política del Estado, el Decreto Supremo N° 29741 que definen las nuevas funciones y atribuciones del SENASBA (Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico) y el Decreto Supremo N° 29751, referido al Mecanismo de Inversión para Coberturas en el Sector de Agua y Saneamiento - MICSA, menciona que el SENASBA, ejecutará y administrará los recursos destinados a Asistencia Técnica, Fortalecimiento Institucional y Desarrollo Comunitario. SENASBA funciona como institución pública descentralizada, con autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, bajo tuición del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

Por lo tanto, el MMAyA ha delegado al SENASBA la ejecución de los proyectos de Asistencia Técnica en Fortalecimiento Institucional y Desarrollo Comunitario para la prestación sostenible de servicios locales de agua potable y alcantarillado sanitario.

En lo concerniente al Desarrollo Comunitario el SENASBA pretende los siguientes objetivos en la fase de pre inversión para los proyectos de agua potable y alcantarillado:

- Generar espacios de participación social en la gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado.
- Fortalecer y promover organizaciones de operadores de agua potable y alcantarillado para lograr la sostenibilidad de los servicios.
- Fortalecer y promover la participación de las organizaciones sociales entorno a la gestión política y estratégica del saneamiento básico.
- Promover la participación y el empoderamiento de la población en torno a la gestión responsable de los servicios de agua potable y alcantarillado, el uso racional del agua, la higiene y la preservación del medio ambiente

El presente documento describe y refleja la situación actual, características y niveles de acceso a los servicios de alcantarillado, mismo que ha sido elaborado en base a la participación integral de beneficiarios de la OTB 21 de la ciudad de Villazón.

## 2.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y DE SERVICIOS

El análisis demográfico de la zona de estudio se realizó sobre la base de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) el año 1992, 2001 y 2012.

### POBLACIÓN TOTAL REGISTRADA

CENSO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN HOMBRES	POBLACIÓN MUJERES
CENSO 2012*	41.718	19.700	22.019
CENSO 2001	28.045	13.256	14.789
CENSO 1992	23.670	11.242	12.428
Tasa anual de crecimiento	1.44		

\* Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. AÑO 2011

La población de Villazón, según los datos preliminares del CENSO 2012 y con referencia al censo 2001 y 1992, presenta una tasa de crecimiento de 1.44, población que es de referencia para el proyecto. Por otro lado el componente social realizó un censo de la población beneficiaria cuyos datos son lo más próximo para la proyección de la población que podrá contar con el servicio tan requerido del proyecto de alcantarillado, habiendo llegado para el efecto al total de viviendas.

La población directamente beneficiada es de 1.100 habitantes, de los cuales 528 son hombres, que representan al 48,00 % y 572 son mujeres y alcanzan al 52,00 %, la población total conforman 160 familias, la información registrada ha sido recogida en la OTB de proyecto y a su vez validadas por los representantes, autoridades y vecinos del lugar, (ver Anexo).

El número de integrantes por familia, de acuerdo a diagnóstico, tiene un promedio de 6 miembros

### **Emigración Temporal**

La emigración temporal se realiza como una estrategia para mejorar los bajos ingresos de las familias, las que se ocupan de la producción agrícola y pecuaria (aproximadamente en un 23%), comercio (formal e informal 30%) y otros (desocupados y estibadores 29%), labores que en general se caracterizan por generar recursos para el autoconsumo con pocos excedentes.

Este movimiento de población es notorio por la cercanía de centros urbanos importantes del norte y centro de la República Argentina y el interior del País (Bolivia), regiones de atrayente movimiento económico y de fuente de trabajo temporal (Salta, Buenos Aires, Sucre, Santa Cruz, etc.), lo que permite generar recursos económicos alternativos a la insuficiente economía productiva familiar.

La ciudad de Villazón también atrae a los migrantes temporales dedicados al comercio de productos del vecino país, lo que también influye en los problemas de saneamiento básico de la ciudad.

Las épocas de emigración son a lo largo del año de manera irregular, en el caso de salidas hay mayor intensidad en los meses de febrero, seguido de agosto, enero y marzo y en menor intensidad en los meses de abril y junio.

### **Población flotante**

Por la ubicación geográfica fronteriza de la ciudad de Villazón, hace que la misma se halle fuertemente influenciada por flujos comerciales entre Bolivia y Argentina, así como de los flujos de la población que se halla en tránsito entre ambos países.

Esto ocasiona la presencia de una población flotante, que influye en la demanda de los servicios básicos, en especial en la zona seleccionada para

el mejoramiento del servicio de agua potable. Esta población está conformada por comerciantes, que pernoctan temporalmente en la ciudad, así como de turistas que tienen como paso obligado desde la Argentina y que utilizan en la mayoría de los casos el transporte por bus.

### **Índice de Crecimiento Poblacional**

La tasa de crecimiento poblacional considerada en el proyecto, es de 1,44 % anual, la misma que constituye la tasa intercensal calculada por el INE, como fuente de información oficial.

## **2.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

### **2.3.1 Salud**

La oferta del sector público es la principal red de servicios de salud en Villazón, alcanzando con sus servicios al 80% de la población, a través de cuatro centros de salud en el área urbana (atención de primer nivel) que ofrecen servicios de consulta externa, el PAI con control de crecimiento y desarrollo, odontología, enfermería, farmacia institucional, laboratorio. Asimismo cuenta con servicios de salud de segundo nivel de atención, que está representado por el hospital San Roque, el mismo que cuenta con las especialidades de pediatría, ginecología, medicina interna, cirugía, medicina general, laboratorio, rayos X, odontología, ecografía, farmacia institucional, además mencionar que este hospital es de referencia a nivel Provincial.

En lo que se refiere a la oferta de servicios de salud de carácter privado, está representado por dos clínicas, con una cobertura del 5% a la población, los mismos que prestan atenciones de medicina general, pediatría, cirugía, traumatología, oftalmología, fisioterapia, psicología, odontología, laboratorio y farmacia.

### **Principales causas para la morbi - mortalidad**

En relación a las causas de morbi-mortalidad de la población, la falta de alcantarillado influye en la presencia de enfermedades como fiebre tifoidea, EDAS, Sarcoptosis, enfermedades de la piel, gastroenteritis aguda. El grupo etareo que más enferma es el comprendido de niños y niñas menores de 5 años y en edad escolar nivel inicial, también se ha presentado casos en adolescentes y grupos de la tercera edad que en algunas ocasiones les causan la muerte.

Esta situación se podría evitar con acciones inmediatas como la ejecución del proyecto, la implementación de medidas y actividades de capacitación, educación, comunicación y orientación que permitan prevenir las enfermedades ocasionadas por la falta de alcantarillado. Es importante la capacitación de personal técnico y población beneficiaria. Asimismo se debe buscar la participación activa de instituciones como el Gobierno Autónomo Municipal Villazób y las OTB's para encarar actividades relacionadas con saneamiento, capacitaciones, campañas de limpieza y reciclaje.

Los problemas son:

- Enfermedades diarreicas en niños y mayores.
- Infecciones estomacales.
- No hay buen mantenimiento.
- La distribución de agua no es permanente
- Presencia de focos de infección por la eliminación de excretas y desechos domésticos y de construcción a la intemperie.
- Presencia de basurales en inmediaciones de las viviendas y la escuela del lugar.
- Presencia de aguas detenidas, excremento de animales que incrementan focos de infección.
- Falta de alcantarillado para la eliminación de aguas servidas.

Los problemas señalados podrán disminuir en forma relativa con el proyecto. El mejoramiento y ampliación de los servicios básicos tendrá su repercusión favorable en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

### **2.3.2 Educación**

La educación formal, corresponde al sistema de Educación Pública, organizada en niveles o ciclos denominados: inicial, primaria, secundaria y superior. El proceso educativo de enseñanza aprendizaje de los educandos se desarrollan en los centros educativos, bajo la responsabilidad del Gobierno Nacional tanto en los aspectos técnico pedagógicos como económico y en lo referente a la parte administrativa e infraestructura se encuentra bajo la responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Municipales Locales.

En la actual estructura descrita, la oferta de servicio educativo en el Municipio de Villazón tiene las siguientes características:

- 11 Núcleos con 57 unidades educativas y 1 unidad educativa de carácter privado (particular).
- 54 unidades educativas con formación de nivel primario
- 5 unidades educativas con formación de nivel secundario
- 7 unidades educativas con formación de unidades completas nivel inicial, primario y secundario
- 1 unidad educativa de carácter privado (particulares), con formación de unidad completa nivel inicial, primario y secundario

### **2.3.3 Actividades Productivas**

En relación a la actividad productiva y económica de las familias de Villazón, esta se concentra en el comercio en un 34%, seguido de estibadores 17% (Pilotos del puente internacional) habitantes dedicados al carguío de mercadería de procedencia Argentina, desde el otro lado de la frontera hasta los camiones del sector Boliviano, también la ocupación en la rama de la construcción es importante siendo del 17% al igual que el anterior, la

encargadas de labores de hogar alcanza a un 10% (Mujeres), también sobresale artesanos (Carpinteros, panaderos, etc.) con un 5%, profesionales 3% y otros que no precisan 7%.

## **2.4 SERVICIOS BÁSICOS**

### **Saneamiento básico**

En el área urbana, el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado, es administrado por la Empresa Municipal de Saneamiento Básico Villazón – EMSABAV, que es una empresa descentralizada municipal.

Como se refleja más adelante, los servicios son cobrados a través de una tarifa plana por consumo no medido, una de las principales causas para que la empresa no tenga solvencia suficiente para cubrir los gastos que demandan los sistemas de bombeo de agua potable y agua servida.

La cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en las OTB 21 es prácticamente nula.

### **Modalidades de recolección y disposición de residuos sólidos**

El Municipio posee el servicio de recojo de residuos sólidos; sin embargo, este trabajo se ve dificultado por cuanto no existe continuidad en el pavimento de las calles, pues existen muchas calles en terraplén, desde las que se filtra la tierra en época de lluvias hacia las alcantarillas.

Los residuos sólidos generados por las personas, resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen, de sus envases, embalajes o empaques; como también los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Al respecto los residuos que se generan en los domicilios, son botados al río, a terrenos baldíos, quebradas y al contorno de sus viviendas, no existe un

lugar de depósito de basurales. Situación que da muy mal aspecto a la urbanización.

### **Disponibilidad de Energía Eléctrica**

La energía eléctrica es el servicio con mayor cobertura. Se estima que el 82 % de la población es abastecida por este servicio, la empresa prestadora del servicio eléctrico tiene conexión con el sistema nacional.

### **Comunicación**

El servicio de telefonía de mayor acceso es el celular brindado por la Empresa Nacional de telecomunicaciones ENTEL.

### **Valoración del agua y los servicios**

La población está consciente de la importancia del agua para satisfacer necesidades sobre todo de uso doméstico y otros (construcción, realización de adobes y riego de sembradíos), a pesar de la prohibición en el uso en este tipo de actividades. La OTB 21 y los mismos vecinos tienen la obligación de realizar un control estricto en el uso bajo sanción de quitarles el suministro de agua.

En relación al servicio de agua potable, los beneficiarios saben que tienen la responsabilidad de cancelar de manera mensual aunque el servicio no es eficiente; sin embargo si habría mejoras en el sistema y se contará con una distribución continua, los recursos económicos para la sostenibilidad del mismo estarían garantizados.

## **2.5 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DE LA POBLACIÓN BENEFICIADA**

### **Predisposición de pago por el servicio de agua potable y alcantarillado**

Por la capacidad y actividades económicas que existe en la zona de proyecto, la predisposición a pagar por el servicio de agua potable es muy

similar a los sectores donde existen estos servicios, cuyo promedio oscila entre los 13 a 14 Bs/mes.

### **Predisposición a pagar por la instalación de medidor**

En general es posible que siete de cada diez personas encuestadas, acepte cancelar por la instalación del medidor de agua, en las zonas identificadas con el proyecto.

### **Viviendas con cuarto de baño y tanque de almacenamiento**

En relación a la proporción de viviendas del área encuestada, que cuentan con un cuarto de baño, los resultados determinan que las viviendas ubicadas en la OTB 21 alcanza al 57%, constituyendo la OTB 21 la zona menor proporción de viviendas con baño, con el 31%.

Por la capacidad y actividades económicas que existe en la zona de mejoramiento, la predisposición a pagar por el servicio de agua potable y alcantarillado cuyo valor es similar al importe fijo que a la fecha cancelan los usuarios de este servicio en Villazón (promedio 23,80 Bs /mes).

En lo que respecta a tanque de almacenamiento el 11% de las familias encuestadas manifiestan contar con un tanque de almacenamiento en su vivienda.

En base a las encuestas realizadas, cerca de 9 de cada diez familias señalaron la predisposición a que se les cobre en función al consumo y acepta cancelar por la instalación del medidor de agua.

### **Ingreso Promedio Familiar**

De acuerdo a anteriores estudios se determina que las familias de la ciudad de Villazón tienen un ingreso promedio familiar de Bs/mes 2.699.

### **Disponibilidad de materiales de construcción y mano de obra locales**

Considerando la ubicación geográfica de la ciudad de Villazón, en su calidad de ciudad fronteriza con el país de Argentina, las vías de acceso expeditas de forma continua en toda época del año, así como del flujo comercial como principal característica de la actividad poblacional en Villazón, estos aspectos determinan la existencia de proveedores locales que suministran materiales de construcción de forma inmediata, o en su caso el traslado desde otros departamentos en caso de accesorios especiales.

Asimismo, la ciudad de Villazón cuenta con un mercado de agregados, que complementan los requerimientos en materia de construcción, para el proyecto.

Respecto a la mano de obra local, si relacionamos con los trabajos de construcción básicos e instalación de tuberías hasta 2 pulgadas de diámetro, se cuenta con la oferta suficiente para cubrir los requerimientos del proyecto, aspecto que se puede verificar con la ejecución de obras civiles de diversa naturaleza. Para diámetros mayores y labores de mayor complejidad, se requerirá procesos de capacitación y de mano de obra con mayor experiencia.

### **2.6 ESTUDIOS TECNICOS**

En el área urbana de la ciudad de Villazón, los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, son administrados por una empresa descentralizada denominada Empresa Municipal de Saneamiento Básico Villazón (EMSABAV).

Las condiciones con las cuales se proporcionan los servicios en los componentes que no son técnicos, son proporcionadas más adelante, por ello que a continuación se harán referencia a la operación de los sistemas.

Según el Plan de Desarrollo 2001-2005 del Municipio, solo el 75% de las familias de la ciudad contaba con estos servicios. Según los datos de EMSABAV, Villazón tiene una cobertura del 85% al cabo de la gestión; es

decir, que de cada 100 viviendas 85 cuentan con servicio de agua segura por red, apta para consumo humano. Las restantes viviendas cuentan con otro tipo de abastecimiento, tales como pozos de agua sin bomba que representa el 6,8% de las viviendas, los barrios alejados se abastecen de piletas, que representa el 3,7%, los restantes 4,5% se abastecen de otras fuentes, tales como pozos excavados con bomba, lagunas, ríos, vertientes y acequias.

El servicio de agua potable es deficiente, siendo la dotación de agua irregular por lo que va disminuyendo la presión de agua, fundamentalmente en época de estiaje. En algunos sectores las viviendas reciben agua en horarios poco convenientes como las madrugadas u horas nocturnas entre 2 a 3 horas continuas de suministro. Otro gran problema es la falta de control de calidad del agua, las pérdidas de agua por constante filtración que se insumen en las calles debido a rupturas de las tuberías.

Con relación a la disponibilidad de baños y desagüe, se afirma que de las 6.863 viviendas identificadas, según censo INE 2001, un 72,2% de las viviendas tienen servicios sanitarios (baños), y el 27,8% no cuenta con este servicio. Según los datos de EMSABAV, la cobertura alcanza al 49.5% de las viviendas cuentan con desagüe al alcantarillado al cabo de la gestión 2010, 1,6% llevan sus aguas a cámaras sépticas, 10,1% desaguan sus aguas residuales a pozos ciegos, y un 0,3% recurre a campo abierto. Cabe hacer notar que un 38,5% de las viviendas no tiene registros de su medio de evacuación de aguas servidas, por lo que se puede inferir que también acuden a campo abierto (Rio internacional, lotes baldíos y otros) creando focos de infección

Para este propósito, se ha considerado las visitas de campo efectuadas conjuntamente con el personal técnico de EMSABAV, información de estudios y documentos entregados para su revisión, así como del diagnóstico realizado en las memorias de diseño final del Proyecto de Alcantarillado sanitario del Gobierno Autónomo Municipal de Villazon.

Basado en la información expuesta anteriormente se puede inferir que el área de proyecto no cuenta con servicio adecuado de alcantarillado sanitario el mismo que genera contaminación a los acuíferos, y son un problema prioritario para resolver.

### **Evaluación del estado actual del sistema de agua potable**

En primera instancia conforme a la revisión documental del estudio de INCSE SRL sobre las instalaciones pertenecientes a este sistema, mediante la siguiente se proporciona las vidas útiles de las instalaciones pertenecientes a este sistema.

En el análisis realizado por el presente estudio se actualizo el estado y la necesidad del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario

### **VIDA UTIL DE LAS INSTALACIONES DE AGUA POTABLE**

<b>OBRA</b>	<b>INICIO</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>EDAD</b>	<b>Vida Útil</b>	<b>RESIDUAL</b>	<b>OBSERVACION</b>
<b>PRESA DE LAMPAYA</b>	1977	2020	43	50	7	no requiere renovación
Sistema de bombas en la presa	1977	2020	43	8	-35	requiere renovación
Tuberías de impulsión de FF	1977	2020	43	40	-3	requiere renovación
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAMPAYA</b>	1977	2020	43	40	-3	requiere renovación
Floculación - Chicanas	1977	2020	43	20	-23	requiere renovación
Tanque de sedimentación	1977	2020	43	20	-23	requiere renovación
Tanque de los filtros	1977	2020	43	30	-2	requiere renovación
Válvulas en la galería de los filtros	1977	2020	43	20	-20	requiere renovación
Casa de Química	1977	2020	43	10	-33	requiere renovación
bypass tanque antiguo tanque de contacto	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
Tanque de lavado de arenas	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE</b>	1977	2020	43	40	-3	requiere renovación

<b>LAMPAYA</b>							
Tanque antiguo H°Cº.	1977	2020	43	40	-3	requiere renovación	
Tanque nuevo HºAº	1997	2020	23	40	17	no requiere renovación	
Cámara y válvulas	1977	2020	43	20	-23	requiere renovación	
<b>CARCAMO DE AVENAMIENTO</b>	1999	2020	21	30	7	no requiere renovación	
Cárcamo de avenamiento	1997	2020	23	20	-3	requiere renovación	
Bombas e instalaciones	1999	2020	21	8	-13	requiere renovación	
Aducciones	1997	2020	23	40	17	no requiere renovación	
<b>POZO FILTRANTE DE TOROHAURA</b>	2009	2020	11	30	19	no requiere renovación	
Aducción Pozo Torohuara - Tanque Minero.	2009	2020	11	20	9	no requiere renovación	
<b>POZO PP-1 (CHANGUITO MEON)</b>	1989	2020	31	20	-11	requiere renovación	
<b>POZO PP-2</b>	2007	2020	13	20	7	no requiere renovación	
<b>POZO PP-3</b>	1989	2020	31	20	-11	requiere renovación	
<b>POZO PP-5</b>	1999	2020	21	20	-1	requiere renovación	
<b>POZO PP - 4 CONCHU LAGUNA</b>	1999	2020	21	20	-1	requiere renovación	
<b>POZO PP-6 (NUEVA)</b>	2008	2020	12	20	8	no requiere renovación	
<b>POZO DEL MINERO</b>	1989	2020	31	20	-11	requiere renovación	
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	1995	2020	25	20	-5	requiere renovación	
<b>ADUCCION PVC PP-1 - PLANTA</b>	1989	2020	31	40	9	no requiere renovación	

OBRA	INICIO	ACTUAL	EDAD	Vida Útil	RESIDUAL	OBSERVACION
<b>ADUCCION PVC PP-2, PP-5 – PLANTA</b>	1997	2020	23	40	17	no requiere renovación
<b>ADUCCION PVC PP-4 - PLANTA</b>	1997	2020	23	40	17	no requiere renovación
<b>ADUCCION POZO MINERO - TANQUE EL MINERO</b>	1989	2020	31	40	9	no requiere renovación
<b>INSTALACIONES</b>	1977	2020	43	8	-35	requiere renovación

<b>ELECTRICAS DE LA PRESA</b>						
<b>TANQUE DE CONTACTO</b>	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
<b>POZO NUEVO LAMPAYA 1</b>	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
<b>POZO NUEVO LAMPAYA 2</b>	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
<b>INTERCONEXION DE TANQUES</b>	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
<b>ADUCCIÓN 8" NUEVA</b>	2013	2020	7	20	13	no requiere renovación
<b>CAMARA DE LLAVES</b>	2013	2020	7	10	3	no requiere renovación
<b>SISTEMA DE CLORACION</b>	2013	2020	7	10	3	no requiere renovación
<b>TRANSFORMADORES DE POZOS NUEVOS LAMPAYA 1 Y 2</b>	2013	2020	7	10	3	no requiere renovación

### 1) Fuentes de Agua

Se ha establecido que el sistema de agua potable de Villazón cuenta con las siguientes fuentes de agua

- Una presa de gravedad ubicada en el río de Lampaya, construida en los años setenta.
- Cuatro (4) pozos de aguas subterráneas en la cuenca del río Lampaya (P1,P2,P4 y P5) y una en la ciudad llamado Pozo “El Minero”.
- Una captación de agua subsuperficial en el río Lampaya, denominada cárcamo de avenamiento.
- Una captación de aguas sub-superficiales, en el río Torohuara, denominada “Pozos Filtrantes” incorporado al servicio en Mayo del 2009.
- Dos pozos tipo Ranney con sus respectivos sistemas de bombeo construidos el año 2013. Proporcionan un caudal promedio de 40 l/s.

De acuerdo a información de EMSABAV si todas estas fuentes funcionaran nominalmente las 24 horas del día, produciría en promedio un caudal de 110 l/s: sin embargo esta producción está influenciada por las variaciones estacionales de las lluvias, que influyen en la mayor cantidad en las aguas sub superficiales e incluso en el volumen de agua presente en la presa, situación similar sucede con los acuíferos que dependen de la recarga por las lluvias, aspectos difíciles de cuantificar.

De acuerdo a esta información la población incremental para consumo estaría contemplada, para una dotación mayor a 140 l/had x día por lo que el área de proyecto no necesita un incremento en la producción de agua ni la creación de una nueva fuente de agua.

## **2) Planta de Tratamiento de agua**

La ciudad de Villazón cuenta con una planta de tratamiento de agua potable que tiene una casa de química, floculación de tipo chicanas verticales, un decantador y cuatro filtros lentos con capacidad para tratar un caudal de 20 l/s. Esta planta de tratamiento fue construida en los años setenta y a la fecha ya cumplió su vida útil y requiere ser mejorada.

De la producción de las fuentes de agua se ha evaluado que de la producción de pozos no requiere un tratamiento complejo y solo se está realizando solo la cloración.

## **3) Tanques de Almacenamiento de agua**

Existen 8 tanques de almacenamiento, de los cuales 2 están ubicados en la Planta de Lampaya con capacidades de 500 m<sup>3</sup> y 380 m<sup>3</sup> respectivamente, 3 tanques en la colina de “El Minero” de 390 m<sup>3</sup>, 490 m<sup>3</sup> y 825 m<sup>3</sup> y 1 tanque en la colina de Corazón de Jesús de 280 m<sup>3</sup>.

También, existen 2 tanques de almacenamiento, nuevos, sin conexiones, ubicados en la colina de San Miguel y en la zona Oeste para la OTB – 21.

El 2013 se ha incrementado un tanque de contacto de una capacidad de 100 m<sup>3</sup> en la zona destinada a la nueva planta de tratamiento.

Si se estima que en 20 años se contara con una población no mayor a 50,000.00 habitantes con una dotación de acuerdo a norma no mayor a 100 l/hadxdia por lo que se contara un volumen diario de abastecimiento no mayor de 5,000.00 m<sup>3</sup> al tener una capacidad de almacenamiento conjunta de más de 3,000.00 m<sup>3</sup> es decir más del 50% de volumen requerido para el 2034 se asegura que no se requiere un incremento en los tanques de almacenamiento.

El siguiente cuadro presenta los tanques de almacenamiento de agua, definiendo sus nombres, capacidad y cota a la cual están instalados.

#### Tanques de Almacenamiento

Nº	NOMBRE DEL TANQUE	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	COTA (m.s.n.m.)
1	Tanque antiguo de Lampaya	500.00	3487.87
2	Tanque nuevo de Lampaya	380.00	3487.87
3	Tanque antiguo "El minero"	490.00	3482.50
4	Tanque antiguo "El minero"	390.00	3482.50
5	Tanque nuevo "El Minero"	825.00	3482.50
6	Tanque "Corazón de Jesús"	280.00	3468.00
7	Tanque "San Miguel" OTB 21	80.00	3477.35
8	Tanque de contacto (Planta Tratamiento)	100.00	3493.87
<b>VOLUMEN TOTAL EN (M3)</b>		<b>3,045.00</b>	

\*\* No están en funcionamiento porque no se interconectó

Como conclusiones se tienen:

- La capacidad de almacenamiento instalada en la ciudad de Villazón alcanza a un volumen de 3.045 m<sup>3</sup>.
- Las nuevas construcciones y la planificación del crecimiento de la mancha urbana debe normar que las casas no deben ser construidas en lo posible en cotas superiores a los 3463.00 msnm, y nunca se deberá construir por encima de la cota 3482.00 para que dichas viviendas no tengan el problema de no contar con el abastecimiento de agua potable.
- En la gestión 2013 se ha construido un nuevo tanque en la planta de tratamiento (denominado Tanque de Contacto, capacidad 100 m<sup>3</sup>) a una cota 6 m superior a la de los tanques existentes (cota 3493,87), asimismo este tanque se ha conectado mediante tubería de 12" al Tanque Minero, lo que permite el suministro permanente por gravedad a Villazón. Este tanque de contacto está siendo alimentado por el nuevo sistema de bombeo desde Lampaya.

#### **4) Redes de Distribución**

Presenta dos circuitos, denominados Zona Este y Zona Oeste, ambos limitados por la línea del Ferrocarril, presentan dificultades en su operación por la falta de sectorización es decir división en circuitos.

Al respecto se tienen las siguientes observaciones:

- En la gestión 2013 se ha ampliado las redes de agua potable en una longitud de 16.158 m. Estas redes presentan circuitos independientes
- Asimismo se han instalado 1030 medidores de agua

El sistema actual fue construido el año 1997, con un total de 3.783 instalaciones domiciliarias. A la fecha de acuerdo a información de EMSABAV se cuenta con 8.000 usuarios pero por razones administrativas no se pudo implementar las tarifas por consumo medido.

La instalación de tuberías ejecutadas al año 2009 tiene las siguientes características según material, diámetros y longitudes, así como también el incremento de redes de distribución, de impulsión y de aducción incrementados el 2013:

<b>LONGITUD DE TUBERIAS</b>		
<b>DIAMETRO</b>	<b>CANTIDAD (m) (hasta año 2009) *</b>	<b>CANTIDAD (m) (año 2013)</b>
TUBERIAS DE PVC 1"	5818	
TUBERIAS DE PVC 1 1/2"	1755	
TUBERIAS DE PVC 2"	46288	12381
TUBERIAS DE PVC 2 1/2"	1840	
TUBERIAS DE PVC 3"	17453	3016
TUBERIAS DE PVC 4"	1902	761
TUBERIAS DE PVC 6"	4172	
TUBERIAS DE PVC 8"	8968	850
TUBERIAS DE PVC 12"		1200
<b>TOTAL</b>	<b>88.196</b>	<b>18.208</b>
(*) Fuente EMSABAV.		

### **Estado actual del Sistema de Alcantarillado Sanitario**

La población de Villazón cuenta con un sistema de Alcantarillado Sanitario, construido el año 1997 y ampliado el año 2013. El mismo consta de un sistema de colectores principales y secundarios; una estación de bombeo (en operación en la gestión 2013) y una planta de tratamiento de aguas negras (lagunas facultativas), éstas últimas también se han puesto en operación con la ampliación de la red del año 2013.

La estación de Bombeo está ubicada en la zona La Jabonera y bombea las aguas residuales (promedio de 40 l/s) hacia una cámara disipadora de energía y de ahí enviada a la planta de tratamiento por gravedad, ubicada en la zona norte. Esta obra ha sido totalmente reconstruida y se encuentra en actual funcionamiento, aunque EMSABAV debe todavía realizar algunos

trabajos que garanticen su correcto funcionamiento (tendido de una línea eléctrica de 24,9 kv, cambio de transformador, dotación de personal permanente que garantice una correcta operación de este sistema).

### **Estado de los colectores:**

Los colectores, no registran inconvenientes en su operación, lo que significa que tienen pendientes razonables para un adecuado funcionamiento; excepto la gran cantidad de sedimentos en época de lluvias que se debe al ingreso de aguas pluviales al sistema de alcantarillado. El subsuelo de la ciudad de Villazón está caracterizada por afloramientos rocosos en algunos casos y en otros presentan suelos arcillosos bien compactadas, lo que favorece a la estabilidad de las tuberías. Otro aspecto que favorece a los colectores es que no se presentan niveles freáticos elevados que perjudiquen el rendimiento de las tuberías por los que se considera que estas están en buen estado.

### **Tapas de cámaras**

En la mayoría de las cámaras inspeccionadas, se constató que estas son de hormigón armado pero presentan una gran dificultad en la apertura, por lo que tienen desportilladuras que no garantizan un cierre hermético por donde ingresan sedimentos. Por esta razón, se considera que todas las tapas deben ser construidas con hormigones de buena calidad y bajo una supervisión minuciosa a fin de garantizar el mantenimiento de las redes

### **Cámaras del colector principal del sector sur**

Se ha constatado que la mayoría de las cámaras están sedimentadas con basuras y hasta recipientes de plástico esto debido a que las tapas de hormigón no cierran herméticamente, se concluye que requiere un mantenimiento riguroso de limpieza.

### **Ampliaciones de redes**

Villazón ha ejecutado anteriores estudios que han proyectado el crecimiento de sus redes, el último ejecutado el 2013 develó la necesidad de realizar una readecuación y un rediseño a las redes de alcantarillado, motivo por el cual se realizó el presente estudio para la OTB 21.

### **Emisarios principales, secundarios y finales**

El emisario principal es la línea existente entre el cárcamo de bombeo de la estación elevadora de “La Jabonera” a la planta de tratamiento.

Los emisarios secundarios o colectores secundarios se pueden distinguir por colector central, y colector sur, los mismos que tiene el objetivo de conducir las aguas servidas al cárcamo de bombeo de la jabonera.

El emisario final es la quebrada ubicada en el lado oeste de la planta de tratamiento, el mismo que va a derivar sus aguas al río Lampaya.

En el presente estudio se propone un colector secundario que derivará sus aguas a la planta de tratamiento piloto en la zona sur de la OTB 21, y como emisario final el río internacional en el mismo sector.

### **Sistema de bombeo de Aguas servidas**

Actualmente el sistema construido el 2013, ha posibilitado el funcionamiento del cárcamo de forma continua, faltando tan solo la instalación de un transformador de capacidad adecuada.

### **Planta de tratamiento de aguas servidas**

Dentro de los antiguos proyectos hasta el 2013 las lagunas no tenían un funcionamiento y nunca había llegado de forma continua, un caudal proveniente de la estación elevadora de “La Jabonera” por tal motivo nunca se evaluó un funcionamiento real de la planta de tratamiento.

Las dos lagunas que inicialmente fueron concebidas como dos lagunas facultativas en paralelo, en el 2013 las mismas fueron convertidas en un sistema en serie de una facultativa y otra de maduración.

Las lagunas de tratamiento tienen un área de 6,51 Has, el volumen total de almacenamiento aproximado es de 0.0956 Hm<sup>3</sup> (95.600m<sup>3</sup>), está en funcionamiento más al no estar funcionando a toda su capacidad por la falta de un transformador en la estación elevadora que permita un funcionamiento continuo no se tiene un periodo de retención real ni la eficiencia de remoción del DBO5 o de coliformes fecales.

Según el documento “Informe Borrador de Revisión” elaborado por PCA Ingenieros Consultores, el año 1997, indica que estas obras debían estar compuestas por tres módulos asentados en 5,5 Has, la eficiencia de remoción de DBO5 teóricamente debería ser del orden de 86,5% y el de coliformes fecales de 95,42 %”.

Las posibilidades de drenar las aguas servidas por gravedad desde el sector de La Jabonera a otro sector, aguas abajo, quedan descartadas, debido a que aguas abajo, existen grandes tramos de farallones de formaciones rocosas que encarecen las obras inútilmente. Además de que aguas abajo no existe un área para una planta de tratamiento.

De la evaluación realizada dentro del presente estudio se denota que un incremento de aguas a la estación elevadora encarecería el costo de operación de la misma, por lo que se ve la necesidad de realizar tratamiento de aguas por sectores como es el de los humedales propuestos.

Además se deberá contemplar trabajos complementarios como ser el tratamiento de las aguas a futuro en el emisario final con un sistema de humedales una vez que la planta de tratamiento sea sobrepasada.

### **Trabajos topográficos**

La información se basa en el punto INT-04 determinada por el IGM el año 2008.

El mencionado punto está ubicado frente a la colina del lado este de la Planta de Tratamiento de aguas servidas y tiene las siguientes coordenadas:

INT – 04: COORDENADAS (UTM)  
NORTE 233291.593  
ESTE 7557065.214  
ELEVACION 3457.393 m.s.n.m.

## **2.7 ESTUDIOS AMBIENTALES**

### **2.7.1 Diagnóstico ambiental**

#### **Características fisiográficas**

La zona se encuentra ubicada dentro de la zona llamada Puna Seca, donde las condiciones climáticas son muy particulares y los cambios de temperatura son intensos. Las cuencas del área urbana de la ciudad de Villazón están caracterizadas por una topografía ondulada, con presencia de quebradas, que facilitan el drenaje pluvial aunque con escasa vegetación, lo que hace que exista erosión e importante producción de sedimentos.

La zona se encuentra muy erosionada por los vientos y las precipitaciones pluviales los que repercute en la escasa profundidad de capa arable y por consiguiente escasa vegetación, es decir no existen árboles y arbustos de gran tamaño en la zona, debido a los afloramientos rocosos.

#### **Altitud**

La localidad de Villazón se encuentra a una altura promedio de 3439 m.s.n.m (Plaza de Villazón)

#### **Relieve Topográfico**

Presenta una topografía semiplana con pendiente suave a moderada en el sentido Este a Oeste. En los sectores de reciente asentamiento tiene topografía con mayor pendiente. En la zona periférica se ha encontrado terrenos con accidentes topográficos y con asentamiento de población.

## **Hidrografía**

El Municipio de Villazón está asentado en las orillas del río Torohuara, denominado también río Internacional por el hecho de que marca en la zona el límite entre Bolivia y la República Argentina. Por el sector norte de la población pasa el río Lampaya, donde están ubicadas las fuentes de agua potable (presa y cárcamo de avenamiento). Estos dos ríos que se unen aguas abajo de la ciudad de Villazón son afluentes del río Pilcomayo.

Las cuencas de los ríos Torohuara y Lampaya son importantes, dado que en ellos se encuentran ubicadas las fuentes de agua que abastecen a la población.

## **Uso Actual de la Tierra**

El área urbana de la ciudad es de uso municipal; sin embargo, existen algunos sectores urbanizados, que aún pertenecen a terrenos comunales y que dificultan la ubicación de nuevas estructuras de saneamiento básico.

En el entorno de la ciudad existen varias comunidades, asentadas en las riberas de los ríos, donde se practica el micro riego, con producción de papa (a secano), hortalizas en poca cantidad, debido a la carencia de infraestructura de riego

## **Factores Abióticos**

### **- Clima**

El clima corresponde al de altiplano central, frío y con cambio térmico variable en invierno, la humedad relativa del ambiente varía entre 20% y 40% para todo el sector de la provincia Omiste Ovando (SENAMHI), según MARTONNE, BLAIR Y GASPARIN la zona está clasificada como seca, semiárida con escorrentías temporales.

### **- Temperatura**

La Temperatura media de la ciudad de Villazón es de 12°C, con temperaturas máxima media de 22,4°C, y mínima media de 1,6°C., Temperatura máxima extrema 24,3 °C y Temperatura mínima extrema - 5,8 °C

### **- Precipitaciones pluviales.**

La localidad de Villazón muestra una precipitación anual de 297,5 mm. Los meses que presentan lluvias son los meses de Noviembre a Marzo con 279,1 mm que representa el 93,8% pero la mayor concentración de lluvias se presenta en los meses de Diciembre a Febrero con una altura de precipitación de 231 mm que representa el 77,6%.

### **Factores Bióticos**

#### **- Flora**

En Villazón la flora natural es escasa; hay una falta de vegetación arbórea de gran porte. Las especies vegetales de importancia para los pobladores son la tola y el churqui (siendo la primera más de puna), y se encuentra también chijua, tolilla y yareta. Han sido muy explotados por ser la principal fuente de leña en la región, sobre todo la tola.

La zona donde está asentada la ciudad de Villazón, tiene escasa vegetación debido a suelos muy erosionados. Existen la paja común, la ñaka y soputholas, pino, la cailla, churquis de escasa altura y existen en las riberas de los ríos el algarrobo, la cañahueca, la sewenca. El área urbana está caracterizada por presencia de álamos, el molle, algunos pinos y sauces, esta última en las márgenes del río Internacional existen también pastos nativos de escasa carga vegetal.

Además se considera lo siguiente:

- Vegetación Endémica: Ninguna.

- Vegetación de Valor Comercial: Ninguna.
- Área Protegida y/o Reserva Forestal: Ninguna

#### **- Fauna**

En las afueras de Villazón (área rural) la vida está representada por manadas de vicuñas y llamas a los que se suman animales domésticos como el asno, las cabras y las ovejas.

Los animales de la Puna son pocos y muy ampliamente distribuidos. Casi se ha extinguido la chinchilla; quedan pocos suris y cóndores. Las vicuñas tuvieron que ser objeto de una acción especial de resguardo y control. Algunos animales exóticos casi se han vuelto salvajes, como es el caso de los burros, ocupando el lugar de los animales autóctonos en la cadena alimentaria.

#### **- Intervención Antrópica**

El área de ocupación del proyecto es de características urbanas, por tanto con intervención antrópica típica de una población habitada, con presencia de actividades comerciales y agrícolas.

Los servicios básicos constituyen una de las variables fundamentales de las necesidades humanas que, junto con los grupos de vivienda, educación y salud, puede sintetizarse en el índice de intensidad de pobreza del hogar que refleja el nivel promedio de satisfacción o insatisfacción de las necesidades básicas de un hogar que en relación a los niveles mínimos de vida.

## **2.8 CONCLUSIONES**

### **a) En relación a la cobertura de los servicios**

De los informes de la “EMSABAV” se tiene conocimiento que la cobertura del servicio de agua potable alcanza el 85 %, lo que representa buena cobertura e inusual comparada con otras ciudades. Esta cobertura implica decir que la población peri urbana es la que actualmente no cuenta con el

servicio de Agua Potable a domicilio, en cambio se abastecen desde piletas públicas.

En relación a la cobertura de alcantarillado sanitario es 75%, las limitaciones financieras para ampliar los colectores a las zonas periurbanas, que es la zona específica de la OTB 21

#### **b) En relación a la continuidad del servicio**

De las referencias de la entidad prestadora del servicio se cuenta que prácticamente la ciudad cuenta con 24 horas de servicio, sin embargo esta situación no es uniforme a lo largo del año, sobre todo en las épocas de estiaje, donde se entra a una fase de racionamientos, que son agudizados con interrupciones en la continuidad debido a que inclusive para realizar las reparaciones, deben aislarse en ocasiones toda la ciudad, debido fundamentalmente a que la red:

- No cuenta con circuitos hidráulicos para su operación
- No se cuentan con válvulas que permitan aislar los circuitos
- No existe control de caudales y volúmenes de ingreso de agua a las redes

#### **c) En relación a las pérdidas de agua**

Por la ausencia de medición del agua, no es posible en las condiciones actuales definir un indicador de pérdida de agua fiable, debido a que no existen mediciones de caudales ni en las fuentes, ni en los almacenamientos menos en la red de distribución, tampoco existen zonas con micro medición definidas que permitan al menos establecer el balance hidráulico entre las entrada y las salidas de agua.

No obstante de ello, producto de las inspecciones detalladas a las aducciones y a las redes de agua potable, es evidente de que existen

pérdidas en todos los componentes del sistema, a las cuales deben añadirse las pérdidas internas en las instalaciones intra domiciliarias. Las conexiones de los usuarios no son sujetos de medición, si tienen medidores, no se leen periódicamente. Esto se complica porque no hay concientización sobre el uso del agua. Por lo anotado, esto se refleja en el consumo promedio actual estimado en torno a los 140 l/h/d.

**d) En relación al estado de los colectores**

En las revisiones efectuadas a los colectores, se han registrado taponamiento en el sistema de colectores por causa de sedimentos y basura. De esto se concluye que en el caso de los taponamientos se requiere una concientización de la comunidad respecto al uso manejo y mantenimiento del alcantarillado.

Por otra parte el subsuelo de la ciudad de Villazón está caracterizada por afloramientos rocosos en algunos casos y en otros son arcillosos bien compactados lo que favorece a la estabilidad de las tuberías.

Un otro aspecto es que no existen niveles freáticos que perjudiquen el rendimiento de las tuberías, por los que se considera que estas están en buen estado.

**e) En relación a las Tapas de cámaras**

En la mayoría de las cámaras inspeccionadas se estableció que estas son de Hormigón armado pero presentan una gran dificultad en la apertura y cierre, tienen desportilladuras que no garantizan un cierre hermético por donde ingresan sedimentos.

**f) En relación a las cámaras del colector principal del sector sur.**

Este colector se ubica por la orilla del río internacional, se ha constatado que la mayoría de las cámaras están sedimentadas y se pudieron constatar que existen inclusive entre los sedimentos basuras y hasta recipientes de plástico

esto debido a que las tapas son de Hormigón y no cierran herméticamente, se concluye que requiere un programa de operación y mantenimiento riguroso para su limpieza.

En la estación elevadora de “La Jabonera” se ha constatado en la rejilla de desbaste la gran cantidad de sólidos arrastrados por el colector sur y el colector central.

**g) En relación al Sistema de Bombeo.**

El sistema de bombeo requiere la provisión de un transformador que permita un funcionamiento continuo, así como la operación de personal permanente.

**h) En relación al Emisario principal.**

Una vez que se realice una evaluación planificada por EMSABAV se deberá contemplar la necesidad de incrementar los colectores que van de la estación elevadora, a la planta de tratamiento, como la ampliación de los colectores en caso sea necesario.

**i) En relación a la Planta de tratamiento de aguas servidas.**

La planta de tratamiento existente también estará sometida a una evaluación de funcionamiento la que permitirá predecir valores y planificar medidas a futuro.

Para el tratamiento de las aguas servidas de la OTB 21 se prevé la construcción de un tanque Imhoff y dos humedales, lo que permitirá descargar al río internacional estas aguas con contenidos de DBO admisibles en la norma.

**j) Contaminación del río internacional.**

Hasta el 2013 la contaminación se estimaba en un caudal pico de más de 100 l/s con una carga de 200 mg de DBO5 directamente enviada al Río Internacional, en el sector de la estación elevadora de La Jabonera, y en la

Av. Simón Bolívar (colector no conectado al colector sur) conexiones de casas en la zona aledaña al río internacional ( Toro Huara), los colectores de la red, pero a partir de la construcción del nuevo cárcamo de bombeo en “La Jabonera” la contaminación solo ocurre en la Av. Simón Bolívar y las conexiones domiciliarias aledañas al río internacional.

Con el presente proyecto se plantea evitar la contaminación directa al río internacional de las conexiones de la OTB 21.

**k) En relación a la disponibilidad del material**

En la zona existe material para la construcción civil pero en poca cantidad, no existe piedra de río tipo soladura o manzana, por lo que se debe proveerse materiales de mejor calidad provenientes del municipio de Tupiza lo que encarecerá las obras a ejecutarse.

La población de Villazón cuenta con vías interconexión departamental e interprovincial que permite el fácil acceso a materiales nativos e importados.

## **2.9 RECOMENDACIONES**

### **Sistema de Agua Potable**

Como consecuencia de la evaluación de las instalaciones, se ha determinado las siguientes recomendaciones:

- Se debe incrementar la red en las zonas periurbanas conjuntamente con la instalación de medidores, para que se haga un control del abastecimiento, y pérdidas.
- Los tanques actualmente cuentan con la capacidad suficiente pero se debe incrementar a futuro el volumen de almacenamiento.
- Se debe aislar redes de agua potable con fines de mantenimiento y para mejor control de fugas.
- Se debe realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los tanques de almacenamiento

- Se debe hacer un estudio del break point de cloro en la red, para poder beneficiarse de la desinfección completa de la red y que se contenga un cloro residual optimo que asegure la calidad de agua

### **Sistema de Alcantarillado**

- Las tapas de las cámaras deben ser continuamente inspeccionadas y estas deben ser repuestas si son encontradas rotas o fisuradas se debe tratar de reducir el ingreso de sedimentos en la red.
- Las conexiones domiciliarias deben estar exentas de ingreso de drenaje pluvial
- Aun cuando no es el fin del presente estudio se debe recomendar, que si bien el drenaje pluvial en el colector central se une con el drenaje pluvial se deberá planificar el trabajo de independizar el mismo.
- Una vez construida la planta de tratamiento para la OTB 21 se deberá realizar una evaluación continua del comportamiento con el fin de que se pueda replicar la solución en otras zonas que no puedan llevar sus aguas por gravedad a la planta de tratamiento.

## **CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **3.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

#### **3.1.1. Alcantarillado Sanitario**

El módulo de alcantarillado sanitario en la OTB 21 se realizara la conexión a una planta de tratamiento de agua residuales piloto y no a la red antigua.

#### **3.1.2. Red de Colectores Sanitarios**

En relación a la Red de Colectores de Alcantarillado Sanitario en ésta en la área de la OTB 21, se instalará:

PROV.Y TENDIDO TUB PVC 6" SDR 41	m	4359,90
PROV.Y TENDIDO TUB PVC 8" SDR 41	m	1.004,50

El colector de 8" tiene el objeto de servir a futuro como un colector principal que lleve los caudales que se incrementaran en las OTB's 20 y 21, asi como también la necesidad de la OTB 15 la misma que no se encuentra contemplada dentro del presente estudio como beneficiaria directa sino indirectamente, una vez que este proyecto se encuentre construido, podrán verter sus aguas a la planta de tratamiento de aguas residuales piloto.

#### **3.1.3 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

Se prevé la construcción de una planta de tratamiento que cuente con un sistema inicial de extracción de sólidos, compuesto por una rejilla de desbaste, y un desarenador, posteriormente un tratamiento primario el cual se ocupara de retener los lodos y reducir el DBO5 a través de un tanque Imhoff para luego pasar a un filtro percolador de flujo sub-superficial, y luego un tratamiento final a través de un segundo filtro biológico.

## **CAPÍTULO 4: INGENIERÍA DEL PROYECTO**

### **4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

Conforme a la revisión y evaluación de los proyectos proporcionados, así como de la verificación de campo realizada a los sistemas de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Villazón, en el presente documento se procede a consolidar los parámetros básicos del diseño que comprenderá el Proyecto denominado “Construcción Planta de Tratamiento de Aguas Residuales OTB 21 (Villazón)”.

El estudio para la planta de tratamiento de aguas residuales contempla los siguientes componentes:

#### **INFRAESTRUCTURA POR COMPONENTES**

ACTIVIDADES PRELIMINARES
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
CONEXION DOMICILIARIA
DESARENADOR Y TANQUE IMHOFF
HUMEDAL 1
HUMEDAL 2
LECHO DE SECADO DE LODO
CERCO PERIMETRAL
MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL
ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

### **4.2. PARAMETROS GENERALES DE DISEÑO**

#### **Datos de la Población de diseño**

En relación al análisis realizado respecto a los datos de inicio, la población considerada para el diseño del proyecto, se puede resumir en:

Población Actual: 33.806          Habitantes

Población flotante: 1.193 Habitantes

Índice de crecimiento: 1.44%

Población futura: 45,176.00 Habitantes (Población de diseño año 2032)

Integrantes de la familia 5 miembros

En congruencia a las características de la región, por su ubicación y por las actividades que se desarrollan, y además, teniendo una importante variedad de datos para la tasa de crecimiento intercensal, se ha visto conveniente utilizar el dato oficial INE de 1.44%.

### **Grado de nucleamiento**

El grado de nucleamiento de la población corresponde al Concentrado, con urbanización adecuada, perteneciendo la población al rango de Ciudad.

### **Población de diseño**

Para la determinación de la población de diseño o población futura (año 2034), se ha procedido como lo recomiendan las norma NB 688 y 689 para poblaciones menores a 100000 habitantes, utilizando para ello el método exponencial, cuyo procedimiento se detalla en el anexo correspondiente.

## **4.3 PARAMETROS BASICOS PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

### **Población de diseño**

El alcantarillado sanitario es para la OTB 21 aportaran sus aguas servidas a la planta de tratamiento de aguas residuales piloto.

Para efectos de cálculo se realiza una relación de densidad poblacional en las áreas de intervención en base a la población total de Villazón de acuerdo al censo 2009.

AREA DE TODA LA MANCHA URBANA DE Villazón (Ha)	Población Inicial de acuerdo al INE 2009 para el 2034	Densidad poblacional
316	46.853	148

De acá se puede determinar que la población que apotrara a la planta piloto y el are a ser servida

AREA DE LAS OTB 21 aportantes a la planta piloto (Ha)	POBLACION ESTIMADA QUE EMITIRA SUS AGUAS A LA PLANTA PILOTO PARA EL 2034	Densidad poblacional
13,3	1.578	148

El área a beneficiarse a futuro de la planta de tratamiento de las OTB 21 es de:

$$A_{\text{planta piloto}} = 13.30 \text{ Ha}$$

El área a incrementarse para la red de colectores es de:

$$A_{\text{población}} = 35.30 \text{ Ha}$$

### **Consideraciones para el diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario.**

En función a los resultados y recomendaciones del trabajo de diagnóstico del proyecto, se tiene las consideraciones de diseño de cada módulo en los anexos respectivos

### **Resumen del Planteamiento del Proyecto Alcantarillado Sanitario**

Red de Emisarios y Colectores: se ha realizado el diseño del presente proyecto las redes de las OTB 21 que por medio de un colector principal llevan las aguas hacia la planta de tratamiento aguas residuales piloto.

Planta de tratamiento piloto: se ha diseñado un sistema de tratamiento que consta de un desarenador una rejilla de desbaste, que permiten retener

solidos gruesos para luego ingresar las aguas aun tanque tipo Imhoff que se encarga de reducir los lodos DBO5 y DQO para luego ser conducidas a un sistema de dos humedales en serie que se encargaran de tratar las aguas hasta niveles dentro de la norma.

### **Cálculo hidráulico y dimensionamiento de la red de colectores y módulos del Sistema**

En base a los parámetros de diseño indicados en los numerales anteriores, se ha realizado la simulación Hidráulica del funcionamiento en las actuales condiciones del sistema, los resultados del cálculo hidráulico de la red de colectores, son proporcionados a continuación y los Planos: Red I Planos N° 1 al 5, Red 2 Planos N° 1 al 10, Red 3 Planos N° 1 al 4 y Cámaras de Inspección Plano N°1, en los que se indica las características de diámetro, pendiente, relleno o tapado mínimo e interconexión a los emisarios principales y finalmente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

En el Anexo respectivo se proporciona el cálculo hidráulico de la red de recolección de alcantarillado sanitario.

El cálculo se realizó en base al Programa SewerCad y contiene los siguientes parámetros en el cuadro siguiente:

<b>Datos de Dimensionamiento de la Red de Alcantarillado Sanitario para la Red</b>	
Periodo de diseño de redes	20 años
Periodo de diseño de planta de tratamiento	20 años
Población total de proyecto	1578 hab
Índice de crecimiento pob.	1.44 %
Método de crecimiento	Exponencial
Dotación referida a la nb 689	140 l/hab/dia
K1	1.2
K2	1.5
Coficiente de retorno	0.8
Máximo nivel de aguas en la tubería	75%
Velocidad máxima 10 m/s	10 m/s

Tensión Tractiva mínima : 1,0 Pa	1,0 Pa
Caudal mínimo de cálculo: 2 l/s	2 l/s
Infiltración lineal	Ninguna por que no se tiene nivel freático alto
Distribución de la población	Método áreas de influencia
Coeficiente de punta comparativo para el software	Harman
Material de tuberías	PVC
Método de empate	Por cota solera y por energía según se necesite
Conexiones erradas	10%

La tubería de PVC que se utilizará será SDR41 en Dn= 110 y 200 mm de Junta Flexible.

### **Conexiones domiciliarias**

Para las conexiones domiciliarias se prevé el empleo de tubería PVC SDR-41 de 100 mm, cada conexión incluirá una silleta YEE de espiga campana con arandela de goma para junta rápida .La pendiente mínima de instalación de estas conexiones no será menor de 2% y la longitud promedio de instalación es de 6 ml. con tapón en el extremo es decir en la parte superior de manera de evitar el ingreso accidental de material no deseado.

### **Cámaras de inspección**

Se adopta los modelos ampliamente usados para la construcción de cámaras de inspección de una red de colectores.

- Tapa de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup>
- Cono y cilindro de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup>
- Base de Ho Co construida en sitio o de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> construida en sitio o prefabricada.

## **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

La planta de tratamiento está compuesta por las siguientes partes:

### **Pre tratamiento**

Está compuesto por un canal de conducción que lleva las aguas hasta una rejilla de desbaste, para luego pasar a un desarenador, extrayendo los sólidos flotantes, arena y grasa, para que luego las aguas sean conducidas al tratamiento primario.

### **Tratamiento primario**

Esta fase se la realiza por medio de un tanque tipo Imhoff el cual elimina los sólidos en suspensión a través de un proceso de sedimentación por gravedad, eliminando los lodos y gases, reduciendo el DBO5.

### **Tratamiento secundario**

Compuesto por dos humedales colocados en serie, en el cual se proporciona una mejora biológica anaerobia, incluye camas de totora para aumentar el tratamiento secundario, aumentando la calidad del agua a estándares requeridos para su posterior descarga al río internacional.

## **CAPÍTULO 5. COSTOS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

A fin de determinar los costos derivados del proyecto, se han considerado y cuantificado la siguiente estructura de costos:

- Costos de la energía eléctrica
- Costos de Operación y Mantenimiento
- Costos Administrativos
- Costos Comerciales

### **5.1 COSTOS Y PLAZO**

#### **5.1.1 Costos administrativos y comerciales**

Tanto los costos de Administración y Comerciales , se hallan presentados en forma separada para cada servicio (Agua Potable y Alcantarillado Sanitario), los mismos que han sido considerados en la determinación de las tarifas por consumo medido que serían necesarias para la sostenibilidad del proyecto.

#### **5.1.2 Costos de operación y mantenimiento**

Las actividades de operación para el abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Villazón son realizadas por EMSABAV, a través de su personal responsable determinado para el efecto, así como de la experiencia acumulada.

Las actividades de Mantenimiento de la infraestructura son realizados en forma empírica y son principalmente correctivas, aspecto determinado esencialmente por las limitaciones financieras de la empresa derivadas por su rezago tarifario.

Si bien existe un criterio para la determinación de los costos de reposición, a través del cálculo de la depreciación contable de los activos, como importe referencial a ser cubierto por las EPSA. Para el caso de EMSABAV, tal como está reflejado en el diagnóstico, la empresa aún no tiene registrado en sus estados financieros el conjunto de activos relacionados a los servicios,

debido al tema del derecho propietario, por lo tanto la depreciación registrada resulta es subestimada al real desgaste de los activos.

El planteamiento de la sostenibilidad del proyecto pretende comparar los ingresos por tarifas de los servicios con los costos incrementales del proyecto, así como de la reposición de los activos de equipamiento previstos en el proyecto, no así la depreciación de las infraestructura de las obras civiles, considerando que los activos serán transferidos al Gobierno Autónomo Municipal de Villazón y no a la EPSA.

En ese sentido, la estimación de los costos de energía eléctrica, los costos de operación y mantenimiento, costos administrativos y comerciales incrementales por los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario son estimados en el respectivo cuadro de Anexos, estos reflejan los costos adicionales que demandarán las obras del proyecto en relación a la población beneficiada.

### **5.1.3 Análisis tarifario**

Las características técnicas del sistema de agua potable de la ciudad de Villazón, que fundamentalmente es de operación de fuentes de aguas sub superficiales y de aguas subterráneas tiene sus complicaciones y en la mayoría de los casos requieren la reposición de bombeo y otras gastos inevitables y comparados con los sistemas por gravedad son más caros.

Similar situación está determinada para la operación de la infraestructura existente para el tratamiento de las aguas servidas, que requiere como está señalado en el documento, la necesidad del funcionamiento de bombeos que encarecerá los costos de operación derivados de la energía eléctrica.

EMSABAV cuenta con una estructura de precios y tarifas que data de hace varios años, pese a los esfuerzos realizados en materia de gestión, esta estructura de tarifas no le ha permitido desarrollar los servicios en forma compatible con las demandas de la población, así como establecer la

demanda real de agua que le permita planificar inversiones reales e incentivar un consumo racional del agua en la población.

La estructura de tarifas que depende del tipo de actividad que se desarrolla en el predio, sin considerar el volumen consumido, no obstante que existen medidores instalados que alcanzan a más del 50% de los usuarios.

Las principales deficiencias de la estructura actual de tarifas son las siguientes:

- Tarifas exclusivamente por consumo no medido.
- Numerosas categorías que complican el encasillamiento de nuevos usuarios sobre todo no domésticos;
- No existe el principio de solidaridad con usuarios de menores recursos, actualmente las familias que tienen mayor poder adquisitivo y que consumen mayor cantidad de agua, pagan el mismo valor que las familias que tienen consumo limitado por su condición de pobreza.
- La cantidad del consumo de agua de las familias no tiene correspondencia con la factura que pagan por el mismo; probablemente los usuarios industriales o estatales consuman más agua por el mismo precio que pagan las familias más pobres.
- Los usuarios que cuentan con alcantarillado sanitario pagan el mismo valor independientemente de la categoría que tengan en agua potable, por lo que no existe correspondencia entre el agua consumida y la cantidad de agua residual a ser evacuada y tratada.
- Al no existir una facturación por volumen consumido, no existen incentivos al uso racional del agua, contribuyendo al derroche de la misma.

La clasificación por tipo de usuarios y los importes de las respectivas tarifas actuales por el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario es mostrada en el Anexo respectivo.

Por ello es importante la aplicación de una tarifa que le permita a EMSABAV la sostenibilidad de sus operaciones en el tiempo, así como de la sostenibilidad del mismo proyecto. En ese sentido, por encargo de la Empresa Municipal de Saneamiento Básico Villazón (EMSABAV), en la gestión 2010 la Asociación Nacional de Empresas de Agua Potable y Alcantarillado (ANESAPA) encargo la elaboración del Estudio de precios y tarifas para los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Villazón por el periodo 2011-2013, compatible con su Plan de Transición de Desarrollo del Servicio y en un marco de viabilidad social que permita la introducción y aplicación de tarifas por consumo medido por los servicios, garantizando la prestación de los mismos en condiciones de calidad, eficiencia y compatible con la realidad socioeconómica de la población

El objetivo de dicho estudio está orientado esencialmente a la implementación del consumo medido, como paso inicial fundamental para lograr la sostenibilidad financiera de los servicios, así como para revertir las deficiencias antes mencionadas. Tarifas que pretenden ser implementadas en un escenario previo e independiente del presente proyecto.

La metodología para proceder a calcular el nuevo importe de las tarifas por los servicios, se ha considerado la metodología prevista por la Autoridad de Fiscalización y Control Social en Saneamiento Básico (AAPS) en sus lineamientos de cálculo de estructuras tarifarias estandarizadas, que define la determinación del cargo fijo y cargo variable, de la siguiente manera:

- ❑ Un cargo fijo, determinado por los costos directos asociados a gestión comercial, es decir, lectura, facturación, cobranza y atención al usuario, por cada servicio. Se debe velar porque este valor no constituya un

factor que excluya del servicio a usuarios con disposición a pagar por unidad consumida del servicio.

- Un cargo variable, aplicado en forma proporcional al volumen de consumo que efectúe cada usuario, conforme al criterio de bloques de tarifas crecientes, así como de factores de sobreprecio y subsidio.

De manera adicional, también se han considerado los lineamientos del regulador en relación a la estandarización de estructura tarifaria para los servicios, reflejado en los siguientes aspectos:

- Definición de categorías de usuarios.
- Implementación de la Tarifa solidaria para viabilizar el acceso a la población de menores recursos.
- Número de rangos de consumos por categoría de usuarios.
- Establecimiento de factores de sobreprecio y subsidio para permitir el subsidio cruzado entre categorías y al interior de la categoría doméstica.
- Implementación de la modalidad de facturación de los servicios en función al consumo efectivo de los servicios. (metro cúbico consumido, metro cúbico facturado).
- Facturación del servicio de alcantarillado sanitario en función al nivel de facturación del servicio de agua potable.

En función a ello, las principales características que presenta la estructura tarifaria medida para EMSABAV son las siguientes:

- Estructura por categorías y rangos de consumos.
- Se factura "Cargo Fijo", diferenciado por categorías y por cada servicio.
- Se aplica factores de subsidio y sobreprecio a las categorías de usuarios.
- Aplicación escalonada de tarifas en base a los rangos de consumo que figuran en la estructura tarifaria.
- Cobro por el servicio de alcantarillado sanitario en función al volumen de consumo de agua.

- Las tarifas de alcantarillado constituyen el 75 % de la tarifa de agua, porcentaje establecido conforme a la incidencia en la estructura de costos de los servicios.

Sobre la base de la estructura de costos que determino las tarifas por consumo medido para la empresa por el periodo 2011 y 2013 (ver Anexo), se añadieron los costos de operación y mantenimiento incrementales derivados del proyecto, de esta manera establecer las nuevas tarifas por consumo medido requeridas de ser implementadas para la sostenibilidad del proyecto. Los importes establecidos para el efecto han sido:

- Cargo fijo
- Cargo Variable

La estructura de costos y sustentos para la determinación de dichos valores, son proporcionados a través del Anexo correspondiente. Los mismos que incluyen los costos incrementales del proyecto durante el horizonte del proyecto.

Sobre la base de dichos importes se procedió a calcular la incidencia en los beneficios del proyecto relacionado al número de conexiones, categorías y consumos incrementales determinados en el mismo, cuyas cifras son reflejadas en el flujo de caja del proyecto utilizado en la evaluación

#### **5.1.4 Estrategia de la ejecución de obras**

El consultor al realizar los estudios para el planteamiento de la alternativa de solución a la problemática identificada, ha realizado el diseño de cada una de las estructuras componentes de la red de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales, interviniendo en cada componente de los sistemas, y por razones de estrategia constructiva, plantea la agrupación de actividades y de presupuesto.

A la agrupación de ítems u actividades que permiten el logro de una estructura determinada se la ha denominado Modulo.

Esta forma de agrupación de actividades permitirá a la entidad encargada de la ejecución de las Obras, definir que sub proyectos son ejecutados con prioridad, es decir ejecutar las obras en forma separada. Este aspecto, también permite redefinir la alternativa de financiamiento por etapas.

El resumen de sub proyectos (o módulos), está definido de la siguiente manera:

### 5.1.5 Presupuesto por componente y módulos

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
>	<b>M01 - ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>				<b>15.637,00</b>
1	Instalación de faenas	glb	1,00	14.753,22	14.753,22
2	Letrero de obras	pza	1,00	883,78	883,78
>	<b>M02 - RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				<b>1.401.412,33</b>
3	Replanteo de obras	m	5.364,40	4,54	24.354,38
4	Excav. con maq. suelo semiduro y duro	m³	4.238,15	47,82	202.668,33
5	Excav. manual en zanjas para roca con explo.	m³	393,75	194,69	76.659,19
6	Cama de asiento para tubería	m³	512,93	152,43	78.185,92
7	Prov. y tendido tub. PVC 6" SDR 41	m	4.359,90	104,47	455.478,75
8	Prov. y tendido tub. PVC 8" SDR 41	m	1.004,50	125,64	126.205,38
9	Cámara de H <sup>o</sup> C <sup>o</sup> (menor a 1.5m)+ tapa de H <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	pza	47,00	2.466,08	115.905,76
10	Cámara de H <sup>o</sup> C <sup>o</sup> (menor a 2.5m)+ tapa de H <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	pza	12,00	2.671,41	32.056,92
11	Prueba hidráulica para alcantarillado	m	5.364,40	2,64	14.162,02
12	Prueba hidráulica p/cámaras de insp. y arran.	pza	59,00	42,59	2.512,81
13	Relleno y compactado con tierra cernida	m³	965,59	74,75	72.177,85
14	Relleno y compactado con material común	m³	3.047,06	65,98	201.045,02
>	<b>M03 - CONEXION DOMICILIARIA</b>				<b>307.218,02</b>
15	Excav. manual en zanjas para roca con explo.	m³	117,16	194,69	22.809,88

16	Excav. conex. dom. de 0-2 m suelo semiduro	m <sup>3</sup>	588,92	89,69	52.820,23
17	Cama de asiento para tubería	m <sup>3</sup>	57,60	152,43	8.779,97
18	Conexión domiciliaria p/ alcantarillado	pza	160,00	1.118,64	178.982,40
19	Relleno y compactado con tierra cernida	m <sup>3</sup>	230,40	74,75	17.222,40
20	Relleno y compactado con material común	m <sup>3</sup>	403,20	65,98	26.603,14
>	<b>M04 - DESARENADOR Y TANQUE IMHOFF</b>				<b>444.243,34</b>
21	Replanteo de obras civiles	m <sup>2</sup>	50,04	7,14	357,29
22	Excav. con maq. suelo semiduro y duro	m <sup>3</sup>	289,93	47,82	13.864,45
23	Relleno y compactado	m <sup>3</sup>	5,70	63,17	360,07
24	Capa de nivelación Hº Sº e=5cm	m <sup>2</sup>	49,99	112,13	5.605,38
25	Hº simple H - 21	m <sup>3</sup>	66,85	3.036,57	202.994,70
26	Acero de refuerzo	kg	5.348,06	17,04	91.130,94
27	Prov. y colocado llave de paso D=8"	pza	1,00	9.290,51	9.290,51
28	Cámara de inspección HºCº	m <sup>3</sup>	7,78	1.582,28	12.310,14
29	Rejilla de ventilación	m <sup>2</sup>	1,92	1.162,66	2.232,31
30	Compuerta metálica	pza	2,00	1.131,28	2.262,56
31	Rejilla + charola de escurrimiento	pza	1,00	1.774,32	1.774,32
32	Tapa de Hº Aº e=8 cm	m <sup>2</sup>	6,44	397,55	2.560,22
33	Revoque interior impermeable	m <sup>2</sup>	380,10	187,83	71.394,18
34	Losa alivianada de HºAº c/plastoformo	m <sup>2</sup>	13,44	576,44	7.747,35
35	Prov. y coloc. barandado metálico	m <sup>2</sup>	18,00	708,26	12.748,68
36	Prov. y tendido tubería PVC D=8"	m	10,55	143,52	1.514,14
37	Prov. y coloc. accesorios PVC D=8" tanque imhoff	glb	1,00	668,15	668,15
38	Tapa metálica + accesorios	m <sup>2</sup>	4,83	1.123,80	5.427,95
>	<b>M05 - HUMEDAL 1</b>				<b>385.952,08</b>
39	Excavación de 0-2 m suelo semiduro	m <sup>3</sup>	589,54	80,98	47.740,95
40	Relleno y compactado	m <sup>3</sup>	26,06	63,17	1.646,21
41	Capa de nivelación Hº Sº e=5cm	m <sup>2</sup>	327,52	112,13	36.724,82
42	Hº Cº H-18 30% p.d.	m <sup>3</sup>	114,24	1.168,85	133.529,42
43	Prov. y colocado llave de paso D=8"	pza	2,00	9.290,51	18.581,02
44	Cámara de inspección HºCº	m <sup>3</sup>	7,49	1.582,28	11.851,28
45	Filtro roca ø 12.8 cm	m <sup>3</sup>	16,90	203,58	3.440,50
46	Filtro grava ø 3.2 cm	m <sup>3</sup>	211,20	247,77	52.329,02

47	Filtro gravilla ø 1.6 cm	m <sup>3</sup>	52,80	266,71	14.082,29
48	Plantines de totora	pza	100,00	7,35	735,00
49	Prov. y tendido tub. perforada PVC D=8"	m	337,00	143,52	48.366,24
50	Accesorios tubería PVC D=8" humedal 1	glb	1,00	6.069,42	6.069,42
51	Tapa metálica + accesorios	m <sup>2</sup>	9,66	1.123,80	10.855,91
>	<b>M06 - HUMEDAL 2</b>				<b>427.123,23</b>
52	Excavación de 0-2 m suelo semiduro	m <sup>3</sup>	558,79	80,98	45.250,81
53	Relleno y compactado	m <sup>3</sup>	27,87	63,17	1.760,55
54	Hº Cº H-18 30% p.d.	m <sup>3</sup>	188,06	1.168,85	219.813,93
55	Hº simple H - 21	m <sup>3</sup>	10,83	3.036,57	32.886,05
56	Acero de refuerzo	kg	866,76	17,04	14.769,59
57	Prov. y tendido tub. perforada PVC D=8"	m	24,45	143,52	3.509,06
58	Accesorios tubería PVC D=8" humedal 2	glb	1,00	487,52	487,52
59	Prov. y colocado llave de paso D=8"	pza	1,00	9.290,51	9.290,51
60	Cámara de inspección HºCº	m <sup>3</sup>	2,90	1.582,28	4.588,61
61	Filtro roca ø 12.8 cm	m <sup>3</sup>	6,72	203,58	1.368,06
62	Filtro grava ø 3.2 cm	m <sup>3</sup>	256,93	247,77	63.659,55
63	Filtro gravilla ø 1.6 cm	m <sup>3</sup>	85,64	266,71	22.841,04
64	Plantines de totora	pza	200,00	7,35	1.470,00
65	Tapa metálica + accesorios	m <sup>2</sup>	4,83	1.123,80	5.427,95
>	<b>M07 - LECHO DE SECADO DE LODO</b>				<b>152.573,91</b>
66	Replanteo de obras civiles	m <sup>2</sup>	79,80	7,14	569,77
67	Excavación de 0-2 m suelo semiduro	m <sup>3</sup>	7,62	80,98	617,07
68	Hº Cº H-18 30% p.d.	m <sup>3</sup>	17,11	1.168,85	19.999,02
69	Cimientos de Hº Aº	m <sup>3</sup>	5,04	3.740,27	18.850,96
70	Hº simple H - 21	m <sup>3</sup>	9,92	3.036,57	30.122,77
71	Acero de refuerzo	kg	793,60	17,04	13.522,94
72	Revoque interior impermeable	m <sup>2</sup>	75,80	187,83	14.237,51
73	Revoque exterior (cal-cemento)	m <sup>2</sup>	63,76	176,24	11.237,06
74	Filtro grava ø 3.2 cm	m <sup>3</sup>	20,09	247,77	4.977,70
75	Filtro gravilla ø 1.6 cm	m <sup>3</sup>	6,20	266,71	1.653,60
76	Prov. y coloc. de ladrillo gambote 24x11x6 cm	m <sup>2</sup>	62,00	130,90	8.115,80
77	Prov. y col. tubería HDPE 200 mm SDR 21	m	22,00	246,34	5.419,48
78	Accesorios de inst. tubería hdpe 200 mm	glb	1,00	1.306,29	1.306,29
79	Prov. y col. tubería HDPE 110 mm SDR 21	m	45,70	87,10	3.980,47

80	Accesorios de inst. tubería hdpe 110 mm	glb	1,00	15.738,35	15.738,35
81	Tapa metálica + accesorios	m <sup>2</sup>	1,98	1.123,80	2.225,12
>	<b>M08 - CERCO PERIMETRAL</b>				<b>173.061,80</b>
82	Excavación de 0-2 m suelo semiduro	m <sup>3</sup>	10,08	80,98	816,28
83	Hº Cº H-18 30% p.d.	m <sup>3</sup>	10,08	1.168,85	11.782,01
84	Sobrecimientos de hº cº	m <sup>3</sup>	18,38	1.116,66	20.524,21
85	Revoque exterior (cal-cemento)	m <sup>2</sup>	120,96	176,24	21.317,99
86	Cerramiento perimetral c/malla olímpica	m <sup>2</sup>	585,20	157,09	91.929,07
87	Colocado de alambre de púas 3 H	m	1.152,00	18,31	21.093,12
88	Prov. y colocado puerta de malla olímpica inc./quinc.	m <sup>2</sup>	8,55	628,84	5.376,58
89	Quincallería (candado y cadena)	pza	2,00	111,27	222,54
>	<b>M09 - MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>38.703,17</b>
90	Plan de prevención y mitigación ambiental	glb	1,00	7.567,91	7.567,91
91	Análisis de riesgos y plan de contingencias	glb	1,00	6.781,54	6.781,54
92	Plan de seguridad industrial e higiene ocupacional	glb	1,00	6.293,74	6.293,74
93	Plan de manejo de residuos sólidos y líquidos	glb	1,00	9.230,98	9.230,98
94	Arborización con especies nativas	glb	1,00	8.829,00	8.829,00
>	<b>M10 - ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS</b>				<b>340.387,88</b>
95	Excavación de 0-2 m suelo semiduro	m <sup>3</sup>	182,40	80,98	14.770,75
96	Gavión 2x1x1 m c/d	m <sup>3</sup>	456,00	539,47	245.998,32
97	Gavión colchoneta 4x2x0.3 m	m <sup>3</sup>	91,20	790,40	72.084,48
98	Plaqueta de entrega	pza	1,00	1.644,88	1.644,88
99	Limpieza y retiro de escombros c/carguío	glb	1,00	5.889,45	5.889,45
	<b>Total presupuesto:</b>				<b>3.686.312,76</b>

Son: Tres Millones Seiscientos Ochenta y Seis Mil Trescientos Doce con 76/100 Bolivianos

Fuente: estudio de ingeniería  
Elaboración: Propia

### Modalidad de la ejecución de obras.

La ejecución de Obras en el presente proyecto propone la alternativa de ejecución por contrato de terceros, implica la modalidad contrato de obra.

En este caso, es posible “licitar la ejecución de las Obras” con la adjudicación posterior de una empresa contratista, quien ejecutará las obras bajo la fiscalización del Gobierno Autónomo Municipal de Villazón.

Respecto a la Supervisión de la ejecución de las obras será también terciarizada con la contratación de una empresa de Supervisión.

### **Participación de la comunidad beneficiaria.**

Debido a las características de la Obra planteada en la zona de ampliación, así como las condiciones socio culturales y económicos de la población de Villazón con las cuales son proporcionados los servicios en dicha ciudad. El Consultor recomienda que la participación de la Población, no se remita solo al aporte monetario con el Derecho de conexión que cancelan todos los usuarios de EMSABAV, sino que esta participación sea más amplia y de acompañamiento en todas las etapas del proyecto, conforme a los lineamientos que puedan proporcionarse a través del DESCOM. De esta manera se evitara conflictos de índole social y demoras en el plazo de la ejecución de las obras con la empresa contratista de las Obras.

#### **5.1.6 Plazo de ejecución de las obras**

De la evaluación de volúmenes de obra y del tiempo que dura la ejecución de cada ítem y módulo, se ha estimado el tiempo de ejecución de las obras en 390 días calendario. A partir de la orden de proceder (ver Anexo).

No se hace referencia a preferencias de ejecución de módulos, por lo que el constructor podrá definir sus acciones.

#### **5.1.7 Cronograma de desembolsos**

La secuencia de desembolsos estará regida por los avances de la construcción de las obras, los desembolsos por la Supervisión, tendrán la

misma relación, este cronograma es adjunto al cronograma de avance de Obras, detalle de desembolsos es indicado en el Anexo respectivo.

### **5.1.8 Aspectos ambientales**

La ejecución de las obras, no posee riesgos de efectos negativos, o nocivos al medio ambiente, conforme es indicado en el documento Ambiental (Ficha Ambiental, categoría 4), por ello no existen costos ambientales en el presupuesto del proyecto, pero se recomienda las medidas de prevención de riesgos al hábitat con la aplicación de medidas de señalización durante las actividades de trabajo.

### **5.1.9 Presupuesto desglosado**

#### **Información Básica para el presupuesto de obras civiles**

##### **Materiales no locales**

Los materiales no locales considerados en la estructura de precios unitarios, corresponden a los costos en la ciudad de Villazón actualizados.

Los equipos importados, corresponden a cotizaciones de proveedores bajo el criterio de “Puesto en el lugar de Proyecto”

##### **Materiales locales**

**Arena:** Los volúmenes que se usan en el proyecto, son reducidos y no revisten importancia.

**Grava:** Los volúmenes que se usan en el proyecto, son reducidos y no revisten importancia.

**Piedra:** Los volúmenes que se usan en el proyecto, son reducidos y no revisten importancia.

**Mano de obra:** La mano de Obra no calificada puede ser contratada en la ciudad de Villazón.

##### **Costo y Presupuesto de obras.**

El presupuesto de las obras, ha sido evaluado una vez que se ha logrado el diseño de las diferentes estructuras componentes del proyecto, la valoración de volúmenes de cada ítem multiplicado por el precio unitario del ítem, nos define el costo por ítem.

### **Análisis de precios unitarios.**

El costo de los materiales, mano de obra, y equipo necesario para la ejecución de un ítem por volumen unitario, ha sido evaluado en las planillas de análisis de precios Unitarios, consideran la incidencia de los costos de Beneficios sociales, las utilidades, de los gastos generales según normativa vigente.

En la estructura misma de los precios unitarios, considera lo siguiente:

1.-	MATERIALES	
2.-	MANO DE OBRA	
	Cargas Sociales (55 % subtotal mano de obra)	55,00%
	Impuesto IVA (14,94 % subtotal M.O. + cargas sociales)	14,94%
3.-	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA	
	Herramientas (5 % total mano de obra)	5,00%
4.-	GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS (8 % 1+2+3)	8,00%
5.-	UTILIDAD (8 % 1+2+3+4)	8,00%
6.-	IMPUESTOS A LAS TRANSACCIONES (3,09 % 1+2+3+4+5)	3,09%
	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6)</b>	

Fuente: estudio de ingeniería  
Elaboración: Propia

Estas consideraciones cumplen con la normativa vigente en la ejecución de Obras del VIPFE, las planillas de precios unitarios evaluados para el proyecto.

### **Evaluación de volúmenes de Obra.**

La evaluación de los volúmenes de obras, han sido realizadas desde los planos de detalle de cada una de las estructuras, las mismas que llegan a componer módulos.

La planilla de evaluación de volúmenes de obra es presentada en el anexo correspondiente, antes proporcionado.

### **Presupuesto de las obras civiles.**

El presupuesto para la ejecución de la infraestructura física del proyecto, es calculado con los antecedentes indicados, es evaluado con ayuda del paquete “PRESCOM”, en el que se presenta:

- Presupuesto General del Proyecto
- Presupuesto de infraestructura agrupados por Sub Proyecto y por módulos.
- Costos de Materiales
- Costos de Mano de Obra
- Costos de Equipo

El resumen del presupuesto de obra es el siguiente:

### **PRESUPUESTO GENERAL DE LAS OBRAS CIVILES**

<b>Descripción</b>	<b>Parcial (Bs)</b>
M01 - ACTIVIDADES PRELIMINARES	15.637,00
M02 - RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	1.401.412,33
M03 - CONEXION DOMICILIARIA	307.218,02
M04 - DESARENADOR Y TANQUE IMHOFF	444.243,34
M05 - HUMEDAL 1	385.952,08
M06 - HUMEDAL 2	427.123,23
M07 - LECHO DE SECADO DE LODO	152.573,91
M08 - CERCO PERIMETRAL	173.061,80
M09 - MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	38.703,17
M10 - ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	340.387,88
<b>TOTAL INFRAESTRUCTURA</b>	<b>3.686.312,76</b>

Fuente: estudio de ingeniería  
Elaboración: Propia

## 5.2 Costos de supervisión.

Los costos de Supervisión, han sido estimados en función a los parámetros utilizados en el programa de financiamiento, que establece un 5% del importe total de las obras. Presupuesto que cubrirá el personal requerido, el tiempo de actividades, el equipamiento, papelería e impuestos, gastos adicionales que realizará “La Supervisión” y se resume en lo siguiente:

Gerente de Supervisión: Un Ingeniero civil, con especialidad en Diseño, Construcción, y Supervisión de Obras,

Residente de Supervisión: Un Ingeniero Civil con especialidad en Obras Sanitarias, y conocimientos suficientes de Topografía (manejo de Teodolito Nivel, o estación Total), el tiempo de estadía en el lugar de las Obras será constante.

Topógrafo: Replanteo y seguimiento de las obras con estadía constante en el lugar de las Obras.

Equipo de Supervisión: Contará con Equipo de Topografía completo y equipo logístico a disposición permanente.

Cuyo total por concepto de supervisión asciende a:

### **COSTO DE LA SUPERVISIÓN**

<b>Supervisión</b>	<b>204.795,15 Bs.</b>
--------------------	-----------------------

## 5.3 Costos de Desarrollo Comunitario

Los costos de DESCOM, han sido estimados en función a los parámetros utilizados en el programa de financiamiento, que establece un 5% del importe total de las obras, a fin de contar con el presupuesto global del proyecto, se ha estimado inicialmente el conjunto de recursos destinados para la

ejecución de las actividades de Desarrollo Comunitario. Sobre la base de este parámetro el presupuesto cuantificado resulta.

### **COSTO DEL DESARROLLO COMUNITARIO**

<b>DESCOM</b>	<b>204.795,15 Bs.</b>
---------------	-----------------------

#### **5.4 Presupuesto total del proyecto**

El presente desglose de financiamiento considera el financiamiento del proyecto a través del Gobierno Autónomo Municipal de Villazón en calidad de transferencia y bajo la modalidad de un contrato de obra.

En base a las anteriores cifras a continuación se proporciona el presupuesto consolidado relacionado al proyecto:

#### **DESGLOSE DE PRESUPUESTO**

Descripción	Monto (Bs)
M01 - ACTIVIDADES PRELIMINARES	15.637,00
M02 - RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	1.401.412,33
M03 - CONEXION DOMICILIARIA	307.218,02
M04 - DESARENADOR Y TANQUE IMHOFF	444.243,34
M05 - HUMEDAL 1	385.952,08
M06 - HUMEDAL 2	427.123,23
M07 - LECHO DE SECADO DE LODO	152.573,91
M08 - CERCO PERIMETRAL	173.061,80
M09 - MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	38.703,17
M10 - ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	340.387,88
<b>TOTAL INFRAESTRUCTURA</b>	<b>3.686.312,76</b>
SUPERVISION	204.795,15
DESCOM	204.795,15
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.095.903,06</b>

Fuente: estudio de ingeniería  
Elaboración: Propia

T.C. Bs/\$us. 6.96

*Son Cuatro millones noventa y cinco mil novecientos tres con 06/100 Bolivianos*

## **5.5 Parámetros de evaluación socio económica del proyecto**

Sobre la base de los presupuestos de infraestructura elaborados en base a los volúmenes y planilla de los cómputos métricos, que se encuentran en los estudios técnicos. Para la evaluación Socio Económica del Proyecto, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Incidencia de costos de infraestructura del proyecto.
- Costos de Supervisión de Obras.
- Costos de DESCOM.

Los costos de Operación y Mantenimiento, así como los costos administrativos y comerciales inciden en la valoración de conveniencia de inversión, contrastados con la Sostenibilidad del Proyecto a lo largo del horizonte considerado. Sin embargo en la inversión inicial estos no son considerados.

Se entiende que la sostenibilidad del proyecto será contrastado con las tarifas de cobro por servicio, y que no requieren el financiamiento correspondiente en el periodo de proyección considerado.

La evaluación Socio Económica del proyecto por la magnitud del proyecto y en consecuencia del costo del proyecto será realizado verificando el Flujo de caja, documento que se presenta en el siguiente capítulo.

Para la evaluación social del proyecto, en lo que corresponde a la inversión en infraestructura y de los costos de administración, comerciales y de operación y mantenimiento, han sido considerados las razones de precios de cuenta, previsto por la normatividad vigente.

## **5.6 Especificaciones técnicas, administrativas y operacionales del proyecto.**

El detalle de las Especificaciones Técnicas respectivas a los distintos componentes e ítems es proporcionado a través del Anexo.

## **5.7 Bases de licitación**

Serán aplicados el formato de las bases de licitación previstos por el Programa de financiamiento.

## **5.8 Planos generales y de detalle del proyecto.**

Los planos generales y detalle de cada una de la obras de la planta de tratamiento de aguas residuales elaborados para el efecto, se encuentran incluidas en el Anexo.

## **CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

La Evaluación Socioeconómica y Financiera del Proyecto EDTP Construcción Planta de Tratamiento de Aguas Residuales OTB 21 (Villazon) ha sido efectuada conforme la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Preinversión y los criterios de decisión (Planillas Parametrizadas) establecidos por el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo, a efectos de la comparación de beneficios y costos atribuibles a la ejecución del proyecto desde el punto de vista del país en su conjunto, con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución en lugar de otros.

### **6.1 INVERSIONES, COSTOS DE SUPERVISIÓN Y DESCOM.**

De acuerdo al estudio de ingeniería, las inversiones del Proyecto de Construcción Planta de Tratamiento de Aguas Residuales OTB 21 (Villazon) en obras civiles a precios de mercado, alcanza la suma total de Bs. 3.686.903,76 (Tres millones seiscientos ochenta y seis mil novecientos tres con 76/100 Bolivianos)

El presupuesto requerido para la supervisión del proyecto, se considera aproximadamente el 5% de las inversiones en obras civiles, es decir la suma de Bs. 204.795,15 (Doscientos cuatro mil setecientos noventa y cinco con 15/100 Bolivianos).

El presupuesto requerido para las actividades de Desarrollo Comunitario alcanza a una suma de Bs. 204.795,15 (Doscientos cuatro mil setecientos noventa y cinco con 15/100 Bolivianos).

El Costo Total de la Inversión requerida para la ejecución del proyecto asciende a Bs. 4.095.903,06 (Cuatro millones noventa y cinco mil novecientos tres con 06/100 Bolivianos)

En el cuadro siguiente, se detalla en forma resumida el presupuesto general de inversiones del proyecto, que contempla los costos de la obra y los

correspondientes a la supervisión de la misma así como los requeridos para las actividades de DESCOM:

### **RESUMEN DE LA INVERSION EXPRESADO EN BOLIVIANOS**

<b>Concepto</b>	<b>Monto (Bs)</b>
RED DE ALCANTARILLADO	394.728,05
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	1.708.630,35
ACT. PRELIMINARES, MEDIDAS AMBIENTALES Y COMPLEMENTARIAS	1.582.954,36
<b>TOTAL INFRAESTRUCTURA</b>	<b>3.686.312,76</b>
SUPERVISION	204.795,15
DESCOM	204.795,15
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4.095.903,06</b>

Fuente: estudio de ingeniería  
Elaboración: Propia

Dada la naturaleza eminentemente social del proyecto, no se tomarán en cuenta los siguientes conceptos para la evaluación económica y financiera del Proyecto:

Los costos de energía eléctrica y de operación y mantenimiento derivados de los usuarios pre existentes, que serán beneficiados con el tratamiento de sus aguas servidas, así como tampoco los ingresos que estos generan por el pago de la tarifa correspondiente al alcantarillado sanitario.

Se entiende que la sostenibilidad del proyecto será contrastado con las tarifas de cobro por el servicio, y que no requieren el financiamiento correspondiente.

## **6.2 FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

La entidad promotora en la etapa de pre inversión es el Gobierno Autónomo Municipal de Villazón, como responsable de la infraestructura urbana de la ciudad. También se constituye en la entidad ejecutora del proyecto.

La entidad Operadora es EMSABAV – G.A.M. Villazón que administra el servicio de Agua Potable y el sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Villazón.

De acuerdo al presupuesto estimado en la ingeniería del proyecto, se define la siguiente estructura de financiamiento para el proyecto de alcantarillado:

### **ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO EXPRESADO EN BOLIVIANOS**

DESCRIPCIÓN	COSTO EN Bs.	FUENTE	PORCENTAJE DE APORTE
<b>I. INFRAESTRUCTURA A S</b>	<b>3.686.312,76</b>	<b>Recursos Propios</b>	<b>100%</b>
Gobierno Autónomo Municipal de Villazón	3.686.312,76	Recursos Propios	100%
<b>II. SUPERVISIÓN A S</b>	<b>204.795,15</b>	<b>Recursos Propios</b>	<b>100%</b>
Gobierno Autónomo Municipal de Villazón	204.795,15	Recursos Propios	100%
<b>III. DESCOM A S</b>	<b>204.795,15</b>	<b>Recursos Propios</b>	<b>100%</b>
Gobierno Autónomo Municipal de Villazón	204.795,15	Recursos Propios	100%
<b>PRESUPESTO GENERAL DE INVERSIONES (Bs)</b>	<b>4.095.903,06</b>	<b>Recursos Propios</b>	<b>100%</b>

Fuente: estudio de ingeniería

Elaboración: Propia.

El cien por ciento del financiamiento del proyecto en lo que corresponde a la infraestructura, así como lo correspondiente a la supervisión de la obra y las actividades de DESCOM serán financiados por el Gobierno Autónomo Municipal de Villazón, con recursos propios.

Respecto a los plazos del financiamiento estos están sujetos al plazo de ejecución del proyecto, tiempo en el cual se cubrirá la totalidad del financiamiento requerido, por lo que el Gobierno Autónomo Municipal de Villazón programará los recursos en su presupuesto anual, conforme las normas y procedimientos establecidos al efecto.

### **6.3 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA**

Considerando que el objetivo de la evaluación económica es indicar la rentabilidad que representa para la sociedad desarrollar el proyecto, se hace

relevante determinar los costos y beneficios generados por el proyecto, que permitirá determinar la conveniencia o no del proyecto para la sociedad.

### **6.3.1 Identificación y estimación de los beneficios**

#### **Beneficios económicos del proyecto**

Los beneficios de proyectos como el que se analiza en este documento, surgen por los cambios provocados por su implementación, que en el particular contribuirá de manera efectiva en la mejora de la calidad de vida de los pobladores del área definida, mediante la democratización de los servicios de alcantarillado sanitario, con impactos positivos en la salud pública y la equidad social.

Los beneficios directos son para los grupos poblacionales identificados como beneficiarios del proyecto, compuesto por aquellas familias que actualmente no cuentan con los servicios y el empleado en la búsqueda de sitios de deposición de excretas y otros.

Respecto a saneamiento básico la población circunscrita en la OTB 21 de la ciudad de Villazón actualmente no cuentan con un sistema de evacuación de aguas servidas. Se evidencia la presencia de focos de infección por la eliminación de excretas y desechos domésticos y de construcción a la intemperie, basurales en inmediaciones de las viviendas y la escuela del lugar, aguas detenidas y excremento de animales, que conllevan a un alto riesgo de contaminación incrementando los riesgos de enfermedades en el lugar, especialmente en los grupos etarios más vulnerables.

Con el sistema de alcantarillado, la población del área del proyecto y en general la población de la Ciudad de Villazón mejorarán sus condiciones de vida, al disminuir la presencia de los focos de infección y el tratamiento previo de las aguas residuales en un tanque Imhoff y humedales para el vertido al río internacional.

Los beneficios cualitativos que el Proyecto genera se consideran para los nuevos usuarios del sistema, porque tendrán acceso al servicio de

evacuación de desagües, atribuido al componente alcantarillado y porque la localidad estará libre de contaminación y malos olores, este beneficio es arrojado al componente tratamiento de aguas residuales, cuyos beneficiarios son los pobladores de la localidad de Villazón.

Los beneficios del proyecto de saneamiento básico, son fácilmente identificables pero su valoración es compleja, debido a que no pueden determinarse vía excedente del consumidor y/o productor ni por la suma de las variaciones compensadas de los beneficiarios, dado que estos bienes no son transables en un mercado. Por esta razón es necesario emplear el análisis de costo eficiencia, la cuantificación de costos evitados y/o reducidos.

### **Beneficios del proyecto en ambos servicios**

Corresponde aclarar que las tarifas e importes facturados por los servicios, se hallan en el marco de los resultados relacionados a la predisposición de pago manifestada por los beneficiados del proyecto, de esta manera proporcionar la viabilidad social de la implementación de las tarifas propuestas. En ese marco, se han calculado los beneficios incrementales de la población beneficiada con el proyecto, conforme a los siguientes conceptos:

- Beneficios por la prestación de los servicios, considerando las tarifas propuestas tanto en su componente fijo como variable, separado por tipo de servicio.

### **CARGO FIJO Y CARGO VARIABLE REFERENCIAL POR SERVICIO EXPRESADO EN BOLIVIANOS**

Tarifas según Costo Medio	Alcantarillado
Cargo variable agua Domestico (Bs/m3)	1,20
Cargo fijo (Bs/mes)	1,48

Fuente: Propia

- Considerando los resultados de la predisposición de pago manifestada por la población en la zona de ampliación, se establecieron factores de subsidio en el cargo variable para los futuros usuarios de la zona de ampliación y factores de sobreprecio en la categoría de usuarios no domésticos en la zona de mejoramiento, a fin de alcanzar el equilibrio financiero en el proyecto con tarifas viables en su implementación. Los factores y valores resultantes utilizados son los siguientes:

### **TARIFAS CON SUBSIDIO Y SOBREPRECIO EXPRESADO EN BOLIVIANOS**

Concepto	Alcantarillado
Cargo variable agua (Bs/m3) - OTB ampliación con subsidio (1/3 del Costo medio o referencial)	0,84
Cargo variable agua (Bs/m3) - OTB mejoramiento (Cme)	1,2
Cargo variable agua No doméstico (Bs/m3) con sobreprecio (1,7 del Costo medio o referencial)	2,16
	2,7
Cargo fijo (Bs/mes)	1,48

Fuente: Propia

Adicionalmente se consideró los siguientes promedios de consumo diferenciado en la zona de ampliación y en la zona de mejoramiento de los servicios, así como de la proporción de la actividad económica (uso doméstico y uso no domestico) de los predios, conforme a los siguientes parámetros:

### **CONSUMO Y CATEGORIAS CONSIDERADAS**

Concepto	Domestico	Comercial
Consumo en OTB's ampliacion m3/mes	13.00	
Consumo en OTB's mejoramiento m3/mes	16.00	85.00
Predios con actividad OTB's ampliación	100%	
Predios con actividad OTB's mejoramiento	90%	10%

Fuente: Propia

- El pago del derecho de conexión por servicio que deben efectuar los nuevos usuarios al momento de su incorporación, conforme a la política establecida por el operador de los servicios.

Bs. 210 Para la conexión de alcantarillado sanitario

- Se ha cuantificado el incremento de la facturación que se tendrá al proceder a cobrar por consumo medido a través de las lecturas de medidores existentes y determinación de los consumos mensuales. Este incremento ha sido calculado de la diferencia, entre lo que pagarían con las tarifas medidas por el nivel de consumo promedio mensual estimado, menos el importe que pagan hoy por la tarifa plana, cuyo resultado fue anualizado, tomando en cuenta la proporción de usuarios domésticos y no domésticos determinada en la encuesta socioeconómica.

#### **INCIDENCIA POR CONEXIÓN POR LA MEDICION DEL CONSUMO (Bs)**

Concepto	Alcantarillado
Facturación Bs/mes (con impuestos) - Ampliación	12,40
Facturación adicional Domest. Bs/mes (con Imptos) - Mejoramiento	10,68
Facturación Comercial adicional Bs/mes (con Imptos) - Mejoramiento	212,88

Fuente: Propia

En materia de alcantarillado sanitario, considerando que la modalidad de facturación es proporcional al importe del servicio de agua potable en un 75% conforme a su estructura de costos, también se ha considerado su impacto conforme a la cobertura de este servicio en las zonas beneficiadas con el mejoramiento.

Como se advierte, solo se toma en cuenta a los usuarios adicionales con el proyecto para fines de evaluación.

Entre otros beneficios se describe a continuación, para fines de ilustración o análisis.

### **Descripción de los beneficios indirectos**

En forma complementaria se han cuantificado los beneficios identificables generados por la implementación del proyecto en forma indirecta, como son:

- **Beneficios en los usuarios del servicio: salud pública y mejoramiento del nivel de vida.**

Cuando el proyecto consiste en la construcción de sistemas nuevos se generan beneficios indirectos, los cuales se relacionan con los aspectos ambientales (menor contaminación, reducción de enfermedades, mejoramiento de los índices de salud en habitantes, mejoramiento del nivel de vida, etc.), mejora en los indicadores de salud y calidad de la vida de la población (disminución en la propagación de enfermedades infecciosas) los cuales son difíciles de cuantificar, pero que sin embargo se constituyen en beneficios que la población recibe y se traducen en la mejor vivencia del ser humano.

En ese sentido, a través de la encuesta socioeconómica efectuada, fueron realizadas preguntas que permitan su cuantificación respectiva, cuyo resultado ha sido proporcionado en el análisis socioeconómico de este documento.

En base a las respuestas proporcionadas, se establece un promedio ponderado de Bs. 224,12 de gasto, por cada ocasión que una familia tuvo que incurrir en una enfermedad generada por la falta del servicio de alcantarillado sanitario. Este parámetro es utilizado con la frecuencia de ocurrencia determinada en la encuesta, para incorporar como beneficios derivados del proyecto en la evaluación social.

### **6.3.2 Identificación y estimación de costos a precios sociales**

#### **Precios Sociales.**

Para efectuar la evaluación de un proyecto desde el punto de vista socioeconómico es necesario convertir o ponderar los precios de mercado en precios de cuenta, es decir, eliminar las distorsiones generadas en el

mercado corrigiendo los precios privados por una Razón Precio Cuenta (RPC) establecida por la Dirección General de Inversión Pública del VIPFE, Ministerio de Planificación del Desarrollo, en su condición de Órgano Rector del Sistema Nacional de Inversión Pública para la preparación, evaluación y administración de proyectos, cuyo objetivo es definir los parámetros para la valoración de beneficios y costos en una evaluación socioeconómica.

Estos parámetros de evaluación están contemplados en las Planillas Parametrizadas y son los siguientes:

### **FACTORES DE AJUSTE PARA PRECIOS SOCIALES**

RPC DIVISA (Razón Precio Cuenta de Materiales e Insumos Importados)	1,24
RPC MANO DE OBRA CALIFICADA	1,00
RPC MANO DE OBRA SEMICALIFICADA	0,43
RPC MANO DE OBRA NO CALIFICADA URBANA	0,23
RPC MANO DE OBRA NO CALIFICADA RURAL	0,47
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	12,67%

Fuente: Dirección General de Inversión Pública, Instrumentos del SNIP

En este caso, los costos sociales del proyecto están dados por los costos de inversión más los costos de operación y mantenimiento, todos ellos valorados a precios sociales o precios de cuenta.

### **Costos de Inversión a Precios Sociales**

El Costo de Inversión es el que corresponde a las obras de ingeniería del proyecto y es aquél que se incurre en el año 2014 (período 0). Dicho costo se valora a precios sociales o precios cuenta. Tal como se refleja en el cuadro a continuación:

**PRESUPUESTO DE INVERSIONES  
A PRECIOS SOCIALES AP + AS  
EN BOLIVIANOS**

Descripción	Bienes Transferibles	Materiales Locales	Mano de Obra Calificada	Mano de Obra Semicalificada	Mano de Obra no Calificada Urbana	Mano de Obra no Calificada Rural	Total en Bs.
<b>RPC</b>	<b>1,24</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,43</b>	<b>0,23</b>	<b>0,47</b>	
Total Costos de Inversión a Precios Privados A S	0	2.355.553,85	937.689,63	0,00	106.254,00	0,00	3.399.497,48
Total Costos de Inversión a Precios Sociales A S	0	2.355.553,85	937.689,63	0,00	24.438,00	0,00	3.317.681,48
Porcentaje	0,00%	71,00%	29,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Fuente: estudio de ingeniería.

Elaboración: Propia

El presupuesto total de inversiones de alcantarillado a precios sociales asciende a Bs. 3.686.312,76.-, cuyo mayor porcentaje importa a la compra de material local (66%), el 33% a mano de obra calificada y el 1% a mano de obra no calificada urbana.

El presupuesto requerido para la supervisión del proyecto de alcantarillado estimado a precios sociales es el mismo a precios de mercado, el mismo que asciende a Bs. 204.795,15.- Bajo el supuesto de que los ítems de costo requeridos para la supervisión del proyecto corresponden a materiales locales y mano de obra calificada, por lo tanto dichos costos ajustados a precios sociales (RPC = 1) resultan ser iguales a precios de mercado.

**Costos de Operación y Mantenimiento a Precios Sociales**

El Costo de Operación y Mantenimiento es el que permite que la obra funcione en forma anual y se considera a partir del primer año de operación. Tal como se refleja en el cuadro a continuación.

Dado que en la situación sin proyecto éste costo es prácticamente nulo, el costo incremental de operación y mantenimiento imputable a cada año corresponderá únicamente al costo de la situación con proyecto (operación y mantenimiento anual de las obras de ingeniería) para el caso de alcantarillado importará a los costos de distribución y conexiones domiciliarias.

**COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - AS-  
DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARIAS  
A PRECIOS SOCIALES EN Bs.**

Descripción	Costo de Operación y Mantenimiento (Privado) -AS-	RPC	Costo de Operación y Mantenimiento (Social) -AS-
Bienes Transables	0	1,24	0
Materiales Locales	76.365	1	76.365
Mano de Obra Calificada	49.000	1	49.000
Mano de Obra Semicalficada	144.000	0,43	61.920
M de O no Calificada Urbana	0	0,23	0
M de O no Calificada Rural	0	0,47	0
<b>Costo Total de Operación y Mantenimiento a Precios Sociales en Bs.</b>			<b>187.285</b>

Fuente: estudio de ingeniería.

Elaboración: Propia

El proyecto no contempla gastos financieros, ya que principalmente no se tendrá que acudir a fuentes del exterior para su financiamiento.

**Costos de Administración**

Los costos de administración a precios sociales en el caso de alcantarillado se presentan a continuación:

**COSTO DE ADMINISTRACIÓN  
A PRECIOS SOCIALES EN Bs**

Descripción	Costo de Operación y Mantenimiento (Privado) Administración -AP-	RPC	Costo de Operación y Mantenimiento (Social) Administración -AP-
Bienes Transables	0	1,24	0
Materiales Locales	4.242	1	4.242
Mano de Obra Calificada	49.000	1	49.000
Mano de Obra Semicalficada	0	0,43	0
M de O no Calificada Urbana	0	0,23	0
M de O no Calificada Rural	0	0,47	0
<b>Costo Total de Administración a Precios Sociales en Bs.</b>			<b>53.242</b>

Fuente: estudio de ingeniería.

Elaboración: Propia

**6.3.3 Criterios para la toma de decisiones (VANS, TIRS, CAES)**

El Valor Actual Neto Socioeconómico (VANS) representa la equivalencia presente de los beneficios netos futuros y presentes del proyecto, expresados a precios cuenta de eficiencia.

Dado que el proyecto de alcantarillado es eminentemente social y con base en los indicadores expuestos a continuación, no consideraremos como criterio de decisión el VANS y la TIRS sino el Costo Eficiencia Socioeconómico CAES considerado en este caso, como el costo promedio del proyecto por familia, teniendo en cuenta el costo de oportunidad del dinero.

Los indicadores que se exponen a continuación han sido calculados a partir de la información de ingresos y costos a precios de mercado contenidos en la evaluación privada de las Planillas Parametrizadas, conforme los factores de conversión establecidos en las mismas:

### INDICADORES SOCIOECONÓMICOS ALCANTARILLADO

Indicador	Valor
<b>VACS</b>	3.481.100,90
<b>VANS</b>	
<b>CAES</b>	485.749,17
<b>TIRS</b>	10%
<b>RBC Social</b>	

Fuente: Evaluación Social del Proyecto  
Elaboración: Propia

Respecto al indicador de Costo Eficiencia Socioeconómico correspondiente al proyecto de alcantarillado reporta un CAES de Bs. 485.749,17. Nótese que estas cifras son menores al indicador de Costo Eficiencia Privado CAEP de alcantarillado de Bs. 578.428,29 es decir, para una empresa privada el Costo Eficiencia es mayor que el Costo Eficiencia Socioeconómico por ello, no deben ser encarados por privados en virtud a que el proyecto responde a una necesidad sentida de la sociedad. Consecuentemente, no se efectuará el análisis de sensibilidad correspondiente. En correspondencia a las recomendaciones del VIPFE en casos como este donde los indicadores privados son negativos, el parámetro de decisión según el VIPFE es el costo

eficiencia bajo el entendido de que si al social le cuesta menos que al privado, se viabiliza el proyecto.

#### **INDICADORES DE COSTO EFICIENCIA ALCANTARILLADO**

<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
<b>VACS / Conexiones</b>	21.756,88
<b>VACS / Beneficiarios</b>	3.172,76

Fuente: Evaluación Social del Proyecto  
Elaboración: Propia

De acuerdo a la evaluación socioeconómica realizada por medio de las planillas parametrizadas, los indicadores de eficiencia para el caso del agua potable, muestran un costo de inversión por beneficiario de Bs. 2.001,61 y por área beneficiaria de Bs. 0,37; además, de un VACS por conexión de Bs.- 21.756,88 y un VACS por beneficiario de 3.172,76 indicadores propios a las características sociales del proyecto.

Respecto a los indicadores de eficiencia para el caso del alcantarillado, muestran un VACS por conexión de Bs. 21.756,88 y un VACS por beneficiario de Bs. 3.172,76.

#### **6.4 EVALUACIÓN FINANCIERA PRIVADA**

La Evaluación Financiera Privada compara los beneficios y costos atribuibles a la ejecución del proyecto desde el punto de vista privado, con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de que un inversionista privado asigne recursos financieros al proyecto. Con este fin se determina el flujo de ingresos y gastos que generará el proyecto, valorados a precios de mercado vigentes, en el presente se evalúa el proyecto en caso de sin financiamiento, que en nuestro caso supone que todas las compras y ventas son al contado y que todo el capital es propio (Proyecto Puro), es decir no se considera el problema financiero.

#### **6.4.1 Identificación y estimación de ingresos a precios privados**

Tanto las tarifas fijadas para los servicios, así el importe de los derechos de conexión que serán aplicados a los nuevos usuarios del proyecto, constituyen la base de los ingresos posibles para el proyecto, tanto para la inversión como para la operación y el mantenimiento del proyecto.

En ese sentido, estas fuentes son:

- Ingresos propios del proyecto mediante el cobro de tarifas por la prestación del servicio, tanto de agua potable como de alcantarillado sanitario. Las tarifas serán aplicadas en función al consumo registrado por cada usuario en forma mensual en el caso del servicio de agua potable, en tanto que para el servicio de alcantarillado sanitario será el 78% del importe de la factura de agua potable, porcentaje determinado en función al peso relativo de este servicio en la estructura de costos.
- Los ingresos por servicios, conforme a la descripción de la estructura tarifaria, está compuesto de un cargo fijo y un cargo variable.
- En forma adicional está cuantificado los ingresos provenientes del pago por derecho de conexión, que de acuerdo a la política aplicada en EMSABAV, todo usuario debe cancelar al momento de solicitar el servicio. El importe monetario por este concepto es de Bs. 210,00 por cada uno de los servicios.

Corresponde aclarar, que todo usuario nuevo luego de cancelar dicho derecho de conexión, procede a cubrir a su propio costo los materiales y accesorios de la ejecución de la conexión, costos para el caso de los beneficiados del presente proyecto, serán cubiertos enteramente por la inversión del propio proyecto.

Considerando que en Villazón no se aplica tarifas por consumo medido, a través de las actividades de DESCOM serán canalizadas las acciones correspondientes de socialización. Por otro lado conforme al procedimiento previsto en la normatividad vigente en materia de tarifas, EMSABAV

procederá a cumplir con todos los pasos y requisitos para lograr la aprobación respectiva por la instancia regulatoria.

Como se expuso, en la determinación de las tarifas han sido considerados los costos operativos incrementales derivados del proyecto, así como de la predisposición de pago manifestada por la población beneficiaria del proyecto.

Tarifa promedia adoptada inicial:

**CARGO FIJO Y CARGO VARIABLE REFERENCIAL POR SERVICIO  
EXPRESADO EN BOLIVIANOS**

<b>Tarifas según Costo medio</b>	<b>Alcantarillado</b>
Cargo Variable agua doméstica (Bs / m3)	1,20
Cargo fijo (Bs / mes)	1,48

Fuente: Propia

- De manera similar a lo señalado anteriormente, se tomó en cuenta la predisposición de pago manifestada por la población en la zona de ampliación y de mejoramiento, en función a lo cual se establecieron factores de subsidio en el cargo variable para los futuros usuarios de la zona de ampliación y factores de sobreprecio en la categoría de usuarios no domésticos en la zona de mejoramiento.

Los factores y valores resultantes utilizados son los siguientes:

**TARIFAS CON SUBSIDIO Y SOBREPRECIO  
EXPRESADO EN BOLIVIANOS**

<b>Concepto</b>	<b>Alcantarillado</b>
Cargo variable agua (Bs/m3) - OTB ampliación con subsidio (1/3 del Costo medio o referencial)	0,84
Cargo variable agua (Bs/m3) - OTB mejoramiento (Cme)	1,2
Cargo variable agua No doméstico (Bs/m3) con sobreprecio (1,7 del Costo medio o referencial)	2,16
	2,7
Cargo fijo (Bs/mes)	1,48

Fuente: Propia

Así mismo, se consideraron los siguientes promedios de consumo diferenciado en la zona de ampliación y en la zona de mejoramiento de los servicios, así como de la proporción de la actividad económica (uso doméstico y uso no domestico) de los predios, conforme a los siguientes parámetros:

### CONSUMO Y CATEGORIAS CONSIDERADAS

Concepto	Domestico	Comercial
Consumo en OTB's ampliacion m3/mes	13.00	
Consumo en OTB's mejoramiento m3/mes	16.00	85.00
Predios con actividad OTB's ampliación	100%	
Predios con actividad OTB's mejoramiento	90%	10%

Fuente: Propia

Sobre la base de dichos parámetros, se procedió a proyectar los Flujos de Fondos Privados para los 20 años del horizonte del proyecto:

#### 6.4.2 Flujo de Fondos Privado

El flujo de fondos privado ha sido construido a partir de las estimaciones del nivel de inversión calculado en el diseño de ingeniería y los costos atribuibles al proyecto de alcantarillado.

Como se muestra en los cuadros expuestos a continuación, los flujos de fondos privados del proyecto de alcantarillado sanitario, muestran saldos positivos en los 20 años de operación definidos como horizonte de evaluación.

## FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO A PRECIOS DE MERCADO EN Bs. ALCANTARILLADO

Año	Ingresos incrementales del proyecto (Bs)			Costos Incrementales del Proyecto (Bs)			Flujo de Fondos Neto (Bs)
	Ingresos con Proyecto	Ingresos sin Proyecto	Beneficio Incremental	Costos de Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Total Costos	
0				3.777.918,56		3.777.918,56	-3.777.918,56
1	694.231,42	0,00	694.231,42		269.365,00	269.365,00	424.866,42
2	704.300,67	0,00	704.300,67		269.365,00	269.365,00	434.935,67
3	714.515,98	0,00	714.515,98		269.365,00	269.365,00	445.150,98
4	724.879,45	0,00	724.879,45		269.365,00	269.365,00	455.514,45
5	735.393,23	0,00	735.393,23		269.365,00	269.365,00	466.028,23
6	746.059,50	0,00	746.059,50		269.365,00	269.365,00	476.694,50
7	756.880,48	0,00	756.880,48		269.365,00	269.365,00	487.515,48
8	767.858,41	0,00	767.858,41		269.365,00	269.365,00	498.493,41
9	778.995,57	0,00	778.995,57		269.365,00	269.365,00	509.630,57
10	790.294,26	0,00	790.294,26		269.365,00	269.365,00	520.929,26
11	801.756,83	0,00	801.756,83		269.365,00	269.365,00	532.391,83
12	813.385,66	0,00	813.385,66		269.365,00	269.365,00	544.020,66
13	825.183,15	0,00	825.183,15		269.365,00	269.365,00	555.818,15
14	837.151,75	0,00	837.151,75		269.365,00	269.365,00	567.786,75
15	849.293,95	0,00	849.293,95		269.365,00	269.365,00	579.928,95
16	861.612,26	0,00	861.612,26		269.365,00	269.365,00	592.247,26
17	874.109,24	0,00	874.109,24		269.365,00	269.365,00	604.744,24
18	886.787,48	0,00	886.787,48		269.365,00	269.365,00	617.422,48
19	899.649,60	0,00	899.649,60		269.365,00	269.365,00	630.284,60
20	912.698,28	0,00	912.698,28		269.365,00	269.365,00	643.333,28

Fuente: Evaluación Privada del Proyecto Alcantarillado  
Elaboración: Propia

### 6.4.3 Criterios para la toma de decisiones (VANP, TIRP, CAEP)

La Evaluación Financiera Privada (VANP) está dada por la comparación de los beneficios y costos atribuibles a la ejecución del proyecto desde el punto de vista privado, con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de que un inversionista privado pueda asignar recursos financieros al proyecto.

Se presenta el resumen de los indicadores financieros del proyecto:

#### INDICADORES FINANCIEROS ALCANTARILLADO

Indicador	Valor
<b>VACP</b>	4.110.169,66
<b>VANP</b>	-3.537.105,69
<b>CAEP</b>	578.428,29
<b>TIRP</b>	10%
<b>RBC Privado</b>	0,14

Fuente: Evaluación Social del Proyecto  
Elaboración: Propia

Bajo el supuesto de que la Inversión, los Costos Operativos y los Costos de Administración son asumidos por una entidad privada o los mismos beneficiarios del proyecto de alcantarillado sanitario, se observa una pérdida en los 20 años de Bs. 3.537.105,69 (Valor Actual Neto Privado), indicador que denota que las inversión en el horizonte definido no serán recuperadas, consecuentemente el proyecto de alcantarillado sanitario no son considerados atractivos desde el punto de vista privado.

El valor actualizado de los costos representa la sumatoria de todos estos, en el periodo de implementación y los gastos realizados en los años de ejecución del proyecto, actualizado al periodo de evaluación mediante una tasa (VACP), que adopta los valores indicados en los cuadros anteriores.

En lo que respecta al Costo Anual Equivalente Privado (CAEP), definido como los pagos equivalentes (actualizable a una tasa) al número de años de evaluación de todo el costo del proyecto en el periodo de implementación y durante la operación del proyecto, se observa para el caso del proyecto de alcantarillado sanitario un importe de Bs. 578.428,29; que refleja la capacidad de pago del proyecto.

Por otra parte, la Tasa Interna de Retorno Privada (TIRP) del proyecto de alcantarillado es menor a diez por ciento, negativa respecto al interés o tasa de descuento privado (10%) pero con un estrecho margen respecto a la tasa de descuento privado.

La Relación Beneficio Costo Privado (RBC Privado), relaciona los ingresos y costos obtenidos y generados durante el proyecto (implementación y ejecución) actualizada a una tasa determinada para el año cero. Para el caso del alcantarillado 0.14 que denota no recuperaría los gastos realizados en él. Por lo expuesto en párrafos precedentes respecto a la evaluación financiera privada, se concluye que el proyecto no es rentable o atractivo desde el punto de vista económico privado.

Sin embargo, en virtud a que el proyecto de alcantarillado es eminentemente social y con base en la comparación de los Costos Eficiencia

Socioeconómico CAES y los Costos Eficiencia Privado CAEP se evidencia en ambos casos, que el CAEP es mayor al CAES, por lo que el proyecto de alcantarillado sanitario no debe ser encarado por privados pero debe ejecutarse en virtud a que estos responden a una necesidad sentida de la población y se constituye en un derecho fundamental establecido en la Constitución Política del Estado.

## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

- Las conclusiones a las que se llegaron del estudio de diseño técnico de preinversión de una planta de tratamiento de aguas residuales para la OTB 21 se ha cumplido con requisitos exigidos, tendrá un impacto positivo, porque disminuirá de los índices de morbilidad - mortalidad de las enfermedades gastrointestinales, las aguas residuales serán tratadas previamente antes de ser vertido al río internacional.
- El estudio de diseño técnico de preinversión realizado a lo largo de la elaboración del presente documento demuestra que es necesario efectuar la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para la OTB 21 según el diseño propuesto, puesto que los indicadores de Costo Eficiencia Socioeconómicos CAES son menores a los indicadores de Costo Eficiencia Privados CAEP, que en ambos casos le da el carácter social al proyecto y cuya implementación permitirá dar respuesta a las necesidades básicas de la población.

<b>Indicador Costo Eficiencia Socioeconómico</b>	<b>Indicador Costo Eficiencia Privado</b>
<b>Alcantarillado sanitario</b>	
<b>CAES Bs. 485.749,17</b>	<b>CAEP Bs. 578.428,29</b>

En correspondencia a las recomendaciones del VIPFE en casos como este donde los indicadores privados son negativos, el parámetro de decisión es el Costo Eficiencia bajo el entendido de que si al social le cuesta menos que al privado, se viabiliza el proyecto.

- El proyecto de alcantarillado sanitario es fundamental desde el punto de vista social a efectos de mejorar la calidad de vida de la población, las condiciones de salubridad, facilitar el acceso y disponibilidad de un

servicio continuo de alcantarillado, además de propiciar la generación de ahorros de dinero a nivel familiar.

- Desde el punto de vista legal el proyecto es factible porque la Constitución Política del Estado y las políticas, lineamientos y estrategias contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo, así como lo establecido en el Decreto Supremo N° 29741 que definen las nuevas funciones y atribuciones del SENASBA y el Decreto Supremo N° 29751, referido al Mecanismo de Inversión para Coberturas en el Sector de Agua y Saneamiento – MICSA. Así también existe pleno acuerdo de los beneficiarios y de instituciones involucradas cuando se socializo el proyecto.
- Ambientalmente permitirá reducir la presencia de los focos de infección y el tratamiento previo de las aguas residuales para el vertido al río internacional.

## **7.2 Recomendaciones**

- Al tener concluido el estudio de diseño técnico de preinversión se recomienda pasar a la etapa de inversión porque cumple con los indicadores de Costo Eficiencia Socioeconómicos contrastados con los indicadores de Costo Eficiencia Privado permiten concluir que su implementación es relevante para la población definida (OTB 21 de la Ciudad de Villazón), mismas que reducirán las enfermedades gastrointestinales y evitar la contaminación del río internacional con la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.