



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS



Guía de Identificación, Formulación y
Evaluación Social de Proyectos de
Saneamiento Básico en el
Ámbito de Pequeñas Ciudades,
a Nivel de Perfil

© 2007 DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR PÚBLICO MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS.

Esta Guía fue elaborada a solicitud de la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del Ministerio de Economía y Finanzas por el consultor José Manuel Paredes Kuriyama. La revisión de los contenidos estuvo a cargo de los especialistas del sector saneamiento de la DGPM.

La elaboración y la publicación de la primera edición de esta Guía han sido realizadas en el marco del Programa de Fortalecimiento de Capacidades del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) del Convenio de Compromiso N° PER/01/001-0005/2006 del Fondo de Estudios y Consultorías Belga Peruano.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: N° 2007-05130

ÍNDICE

INTRODUCCION	05
MODULO I: Aspectos Generales	
TAREA 1.1: Nombre del proyecto	07
TAREA 1.2: Unidad formuladora y ejecutora del proyecto	07
TAREA 1.3: Particip. de las entidades involucradas y de los beneficiarios	08
TAREA 1.4: Marco de referencia	09
MODULO II: Identificación	
TAREA 2.1: Diagnóstico de la situación actual	10
TAREA 2.2: Definición del problema y sus causas	30
TAREA 2.3: Objetivo del proyecto	35
TAREA 2.4: Alternativas de solución	38
MODULO III: Formulación	
TAREA 3.1: El ciclo del proyecto y su horizonte de evaluación	42
TAREA 3.2: Análisis de la demanda	44
TAREA 3.3: Análisis de la oferta	55
TAREA 3.4: Balance Oferta Demanda	56
TAREA 3.5: Descripción técnica de las alternativas	58
TAREA 3.6: Costos	66
TAREA 3.7: Beneficios	85
MODULO IV: Evaluación	
TAREA 4.1: Evaluación social	95
TAREA 4.2: Análisis de sensibilidad	101
TAREA 4.3: Sostenibilidad	104
TAREA 4.4: Impacto ambiental	109
TAREA 4.5: Selección de alternativas	114
TAREA 4.6: Matriz del marco lógico para la alternativa seleccionada	115
MODULO V: Conclusiones y recomendaciones	121
MODULO VI: Anexos	121
Bibliografía	122
APÉNDICE	
Apéndice 2-1: Tipologías de Proyectos de Agua y Saneamiento	124
Apéndice 2-2: Formatos de las encuestas socio económicas para viviendas con y sin conexión.	126

Apéndice 2-3: Fichas Modelos para recabar información técnica de los sistemas de agua potable y saneamiento	136
Apéndice 2-4: Modelo de Árboles de Causa y Efectos y Medios y Fines	142
Apéndice 3-1: Valores referenciales de consumos domésticos	146
Apéndice 3-2: Tecnologías de tratamiento de aguas residuales. Criterios de selección	147
Apéndice 3-3: Tecnologías alternativas de abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales	162
Apéndice 3-4: Tecnologías existentes para la disposición de excretas. Criterios de selección	168
Apéndice 3-5: Pautas para el desarrollo de la capacitación en higiene y salud, y O&M	185
Apéndice 3-6: Factores de corrección de precios de mercado a precios sociales	187
Apéndice 3-7: Flujo de costos utilizados para la evaluación del proyecto	189
Apéndice 4-1: La matriz del marco lógico.	197
GLOSARIO	198

INTRODUCCIÓN

Un proyecto es una alternativa de inversión cuyo propósito es generar una rentabilidad económica. En el caso de los proyectos de inversión pública (PIP), y tomando la definición del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), «es toda intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios» ^{1/}. Por lo tanto, su objetivo es más bien dar solución a algún problema identificado en un área específica o en una población determinada, por lo que debería generar una rentabilidad social con su ejecución. En este sentido, resulta evidente la importancia de evaluar todo PIP, a fin de determinar si realmente alcanza una rentabilidad social mínima deseable, dados los recursos económicos con los que cuenta el Estado.

La evaluación de un proyecto es un proceso complejo, en el que se requieren aproximaciones sucesivas a fin de garantizar una buena elección de alternativas y la correcta operación del proyecto. Por lo mismo, dicho proceso implica tres niveles de análisis: el perfil, el estudio de prefactibilidad, y el de factibilidad.

El perfil se elabora principalmente con fuentes secundarias y preliminares, pero cuando sea necesario se puede recurrir a información de fuentes primarias. Tiene como propósito central la identificación del problema que se quiere resolver y de sus causas, de los objetivos del proyecto, y de las alternativas para la solución del problema, asimismo, debe incluir una evaluación de dichas alternativas.

Para evaluar las alternativas de solución deben compararse los beneficios y costos de la situación «con proyecto» respecto a la situación «sin proyecto». La situación «sin proyecto» se refiere a la situación actual optimizada, que implica eliminar posibles deficiencias en la operación de dicha situación a través de intervenciones menores o acciones administrativas.

El estudio de prefactibilidad tiene como objetivo acotar las alternativas identificadas en el nivel del perfil, sobre la base de un mayor detalle de la información que se utiliza para llevarlo a cabo. Incluye la selección de tecnologías, localización y tamaño, que permitan una mejor definición del proyecto y de sus componentes.

El estudio de factibilidad tiene como objetivo establecer en forma definitiva los aspectos técnicos fundamentales del proyecto que se evalúa: localización, tamaño, tecnología, calendario de ejecución, puesta en marcha y lanzamiento, organización, gestión y análisis financiero.

Generalmente, todo proyecto de inversión pública debe ser evaluado utilizando los tres tipos de estudios antes mencionados, en la secuencia en que han sido propuestos. Sin embargo, es posible que en el caso de un proyecto de pequeña escala baste realizar un estudio a nivel de perfil.

La Guía que se presenta a continuación, ofrece la metodología para el desarrollo de un estudio solamente a nivel de perfil de proyectos de saneamiento básico para pequeñas localidades ^{2/}, y tiene como principal referencia a la Guía General de Identificación, Formulación y Evaluación Social de PIP a nivel de perfil del MEF, en concordancia con las Normas del SNIP ^{3/}. Incluye un conjunto de conceptos teóricos y metodológicos relacionados con el proceso de identificación, formulación y evaluación de PIP's en el sector saneamiento, los cuales se complementan con el desarrollo de un caso práctico cuyo propósito es poder ilustrar los mencionados conceptos.

^{1/} Ver Nuevo Reglamento del SNIP (aprobado con el Decreto Supremo N° 221-2006-EF).

^{2/} Las pequeñas localidades de acuerdo a la definición del sector Saneamiento corresponden a poblaciones de 2,001 a 30,000 habitantes.

^{3/} Ver Anexo SNIP-05, de la Resolución Directoral N° 002-2007-EF/68.01.

La Guía se divide en cuatro módulos, el primero, relacionado a los aspectos generales vinculados con el proyecto que se propone realizar, los mismos que permitirán caracterizarlo en forma preliminar, entre ellos cabe mencionar el nombre del proyecto, su unidad formuladora y ejecutora, la participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios, y el marco de referencia. El segundo módulo, analiza el diagnóstico de la situación actual, así como la identificación del problema que se quiere solucionar, sus causas y sus principales efectos, y las formas posibles de solucionarlo. El tercer módulo, que es de la formulación de las alternativas a evaluar, determina cuantitativamente la demanda y la oferta de los servicios que brindaría el proyecto, establece las principales actividades de cada alternativa analizada y sus respectivos presupuestos. El cuarto y último módulo es aquel donde se evalúan las diferentes alternativas planteadas, a fin de determinar cual de ellas es la mejor, así mismo, se realiza el análisis de sensibilidad a fin de determinar el rango de variación aceptable de la rentabilidad social del proyecto, luego de seleccionar la alternativa elegida, se realiza un análisis de la sostenibilidad del proyecto y de su impacto ambiental, finalmente se presenta el marco lógico global de la alternativa seleccionada. Se concluye la guía indicando los contenidos que deberían incluirse en las conclusiones y anexos.

Para el desarrollo de la Guía, se ha revisado documentación bibliográfica existente, se ha recopilado información, se han considerado las pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los PIP elaboradas por el MEF, y realizado entrevistas con especialistas en saneamiento de diferentes sectores, tanto público como privado (Dirección Nacional de Saneamiento-DNS, Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural-PRONASAR, Dirección de Saneamiento Rural, Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, Fondo Contravalor Perú-Alemania, entre otros). Además, se revisó y validó la Guía, en un taller organizado por la DGPM contando con la participación de especialistas en proyectos de saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y de otras instituciones y profesionales competentes, así como de funcionarios de la DGPM, a fin de recopilar los comentarios y aportes de los participantes, que pudieran ser incorporados en la Guía.

Finalmente, es importante realizar algunas precisiones metodológicas. En primer lugar, toda la información cuantitativa ha sido considerada en soles constantes, es decir, en soles del año base en el cual se realiza la evaluación del proyecto. En segundo lugar, cabe mencionar que una evaluación ex-ante (previa a que se lleve a cabo el proyecto) involucra necesariamente una serie de supuestos vinculados con el comportamiento esperado de las principales variables en juego (como costos, número de beneficiarios, entre otros). Por ello, y considerando que en esta Guía se trabaja a nivel de perfil, sólo se requerirá desarrollar un análisis de sensibilidad para capturar las variaciones que puedan ocurrir en la decisión final sobre el proyecto, ante cambios no esperados en los supuestos sobre los que se basa la evaluación.

Esta guía ha sido realizada a solicitud de la Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM) del MEF en el marco de la cooperación del Proyecto «Fondo de Estudios y de Consultoría Belga - Peruano». La Guía ha sido elaborada por el Ingeniero José Paredes Kuriyama, consultor especialista en formulación y evaluación de proyectos de inversión. La revisión de los contenidos estuvo a cargo de los especialistas del sector saneamiento de la DGPM, con la colaboración de especialistas del sector saneamiento.

MODULO I:

Aspectos Generales

En este módulo se presentan los aspectos generales relacionados con el proyecto.

TAREA 1.1: Nombre del Proyecto

La denominación que se le asigne al proyecto, debe mantenerse durante todo el ciclo del proyecto y debe incluir las siguientes características: naturaleza de la intervención (tipología), servicio que se afecta (agua y saneamiento), y la localización.

- La naturaleza de la intervención, está vinculada con las acciones principales que el proyecto contempla ejecutar (que puede ser: instalación, ampliación, mejoramiento y rehabilitación del servicio), a fin de dar solución al problema central. En el Apéndice 2.1, se da una definición de las principales tipologías de los proyectos de agua y saneamiento.
- El objeto en el que actúa la intervención, como: servicio de agua potable, servicio de alcantarillado, sistema de tratamiento de aguas servidas.
- La localización geográfica, precisa los centros poblados, localidad o ciudad a ser beneficiados, debiéndose incluir esquemas de macro localización y micro localización.

Ejemplo: A continuación se presentan ejemplos de nombres de perfiles de proyectos:

- «Ampliación y Rehabilitación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento de la localidad de Conchucos».
- «Instalación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento en la localidad de San Ramón».
- «Mejoramiento del Servicio de Agua Potable e Instalación del Servicio de Saneamiento de la localidad de Santa Rosa».

TAREA 1.2: Unidad Formuladora y Ejecutora del proyecto

- Unidad Formuladora:** señalar el nombre de la unidad responsable para la elaboración del perfil, incluyendo información como dirección, teléfono y fax.

Nombre :	Municipalidad Distrital de Conchucos. Gerencia de Planificación.
Sector:	GOBIERNOS LOCALES
Dirección:	Plaza de Armas S/N - distrito de Conchucos
Teléfono:	043-836401 043-9683700

Las instituciones que pueden desempeñarse como Unidad Formuladora son las siguientes: Gobierno Central, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales.

- Propuesta de Unidad Ejecutora (UE).** Señalar:
 - El nombre de la unidad propuesta para la ejecución del proyecto.
 - Las competencias y funciones de la UE al interior de la institución de la que cual forma parte (señalando su campo de acción y su vínculo con el proyecto).

- Su capacidad técnica y operativa para ejecutar el proyecto (experiencia en la ejecución de proyectos similares, disponibilidad de recursos físicos y humanos, calificación del equipo técnico, entre los más importantes).

Ejemplo:

Nombre :	Municipalidad Provincial de Pallasca Gerencia de Obras y Proyectos
Sector:	GOBIERNOS LOCALES
Dirección:	Plaza de Armas S/N - distrito de Cabana
Teléfono:	043-836401 043-9683700

TAREA 1.3: Participación de las entidades involucradas y de los beneficiarios

Precisar quiénes son y cuál es el rol de las instituciones involucradas en el proyecto, tales como, los gobiernos regionales y locales, junta de regantes de la zona, organizaciones vecinales, comunidades campesinas, potenciales beneficiarios, además de los organismos de cooperación internacional, como el Banco Mundial, BID, KFW, Proagua, GTZ, entre otros. Asimismo se debe especificar para cada uno de ellos lo siguiente:

- Sus intereses, sobre todo si se encuentran en conflicto con los de otros grupos.
- Las estrategias para resolver los conflictos de intereses, si los hubieran.
- Los acuerdos y compromisos alcanzados (o que se deberán alcanzar), entre los que se pueden mencionar los compromisos de ejecución, la cesión de derechos de terrenos e inmuebles, etc.
- Describir el proceso mediante el cual se ha recogido la opinión de los beneficiarios y de las autoridades locales, sobre la prioridad que tiene la intervención.

En los anexos del perfil, se deben presentar copias de las actas suscritas por los involucrados en relación a los acuerdos, compromisos y opiniones señaladas.

Ejemplo: A continuación se presenta a modo de ejemplo, algunas de las acciones realizadas para ejecutar el proyecto.

- El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), órgano Rector del sector saneamiento en el Perú, y la Municipalidad Provincial de Pallasca, han firmado el Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional para implementar los proyectos de agua y saneamiento que se ejecuten en la Provincia de Pallasca (ubicada en el departamento de Ancash).
- El convenio, designa a PARSSA como Unidad Ejecutora del proyecto, y responsable de la programación, ejecución, seguimiento y evaluación del proyecto, así como de la coordinación con la Municipalidad Provincial.
- La Municipalidad Distrital de Conchucos, como entidad directamente beneficiaria del proyecto, participa en la formulación del estudio de preinversión, mediante el aporte de información necesaria. Asimismo se compromete al aporte parcial de fondos asumidos como contrapartida al préstamo que se obtendrá para implementar el proyecto. Además se compromete a:
 - Incluir el proyecto dentro del Plan Operativo Anual de la Municipalidad, bajo las condiciones establecidas en la política financiera del proyecto
 - Firmar un convenio de débito automático con el Banco de la Nación para garantizar el aporte efectivo para co - financiar el proyecto.
 - Firmar un documento de compromiso para transferir la responsabilidad de la administración, operación y mantenimiento de los servicios a la Unidad de Gestión Municipal de los servicios de agua potable y saneamiento.

La población de la localidad de Conchucos, como beneficiaria directa del proyecto, se compromete a participar en la ejecución del mismo, a través de la suscripción de un acta de aceptación de la política financiera del PARSSA, así como al pago de la tarifa que establezca la Unidad de Gestión, durante la vida útil del proyecto.

TAREA 1.4: Marco de referencia

En este acápite se realiza un resumen de los antecedentes del proyecto, describiendo los hechos importantes relacionados al origen del proyecto así como intentos anteriores de solución al problema central.

Asimismo se debe realizar una breve descripción del proyecto y de la manera como éste se enmarca en los lineamientos de la política del:

- a. Plan Nacional del Sector Saneamiento ^{4/} 2006-2015 MVCS.
- b. Ley General del Servicios de Saneamiento, su Reglamento y la modificatoria de la ley.
- c. Contexto regional (Plan Estratégico de Desarrollo Concertado Regional).
- d. Contexto local (Plan Estratégico de Desarrollo Concertado Local).
- e. Plan Maestro Optimizado de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado (en caso que la localidad pertenezca a la misma).

Ejemplo: El proyecto contempla mejorar las condiciones de vida y de salud de la población de la localidad de Conchucos de la provincia de Pallasca, a través del mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento. Para lo cual, la Municipalidad Provincial de Pallasca ha suscrito con el MVCS, el respectivo convenio de cooperación interinstitucional.

1. Hechos importantes relacionados con el origen del Proyecto

Habiéndose determinado una serie de deficiencias en los sistemas de agua potable y saneamiento localidad de Conchucos, se hace necesario darle solución con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la población de dicha zona, y mejorar su salud, por lo cual el MVCS será el encargado de viabilizar y ejecutar el proyecto.

2. Compatibilidad con lineamientos de política del Sector:

- a. Los objetivos del proyecto son concordantes con los lineamientos de política del sector saneamiento, establecidos por el MVCS, referidos a mejorar la calidad, incrementar la cobertura, y garantizar la sostenibilidad de dichos servicios, además el proyecto se enmarca en los lineamientos de la Ley General de Saneamiento y su Reglamento.
- b. La estrategia sectorial en el ámbito de las pequeñas localidades, contempla establecer condiciones mínimas que se deben reunir, previa a la ejecución del proyecto. Entre estas condiciones, se considera que: (i) Para recibir el apoyo financiero, los encargados de la administración del servicio de agua potable y saneamiento, deben estar organizados formalmente para administrar, operar y mantener adecuadamente los servicios. (ii) La Comunidad debe demostrar capacidad para cubrir los costos de operación y mantenimiento de dichos servicios y las inversiones en reposición.
- c. La municipalidad provincial de Pallasca ha considerado encargar al PARSSA, preparar el estudio de preinversión y efectuar los trámites para obtener la viabilidad, elaborar el expediente técnico y ejecutar el respectivo proyecto. Además, PARSSA en su presupuesto 2006, ha considerado los fondos para ejecutar las obras del proyecto.

^{4/} Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015 - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS

MODULO II: Identificación

El propósito de este modulo es definir el problema central que se intenta solucionar con el proyecto, determinar el objetivo central y objetivos específicos y plantear las alternativas de solución para alcanzar dichos objetivos.

TAREA 2.1: Diagnóstico de la situación actual

En esta tarea del perfil del proyecto se presenta y analiza aquellas variables que nos permitan tener un marco de referencia en el cual se efectuará y operará el proyecto.

Los antecedentes mínimos que deben señalarse, son el nombre y ubicación de la localidad, características geográficas e hidrológicas de la región, vías de comunicación, características climáticas, actividades laborales predominantes, niveles de ingresos, organizaciones comunitarias existentes, servicios públicos y equipamiento de la localidad, urbanización y condiciones sanitarias existentes. Antecedentes demográficos, número y tipo de viviendas, entre otros, para lo cual, es necesario la toma de una encuesta socio económica. En el Apéndice N° 2-2 se presenta un modelo de encuesta a modo de ejemplo, la misma que debe ser modificada de acuerdo a los requerimientos de cada proyecto. Para el caso de la toma de información para el diagnóstico operacional y de los sistemas de agua potable y saneamiento, se anexa la ficha modelo en el Apéndice N° 2-3, la cual también es referencial y puede ser modificada de acuerdo a cada proyecto.

Paso 2.1.1: Antecedentes de la situación que motiva el proyecto

En esta parte del estudio se debe explicar brevemente:

a. Los motivos que generaron la propuesta del proyecto

Entre los principales suelen estar, la observación de la realidad, como, la carencia de los servicios de agua potable y saneamiento, los problemas de salud, la contaminación ambiental que la población de la zona enfrenta, la solicitud explícita de la población ante la carencia de los servicios de agua y saneamiento y/o de algún grupo de ellos, la identificación por parte de las autoridades de que no se han alcanzado las metas planteadas para la zona, en el campo de la salud y/o, calidad o cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento planteados en su plan de desarrollo.

Ejemplo: Como ejemplo se presentan las causas que originaron el proyecto analizado:

- El elevado índice de enfermedades de origen hídrico en la población.
- Las deficientes condiciones de la prestación del servicio de agua potable en la localidad, tales como, abastecimiento con agua superficial de mala calidad, sin el tratamiento respectivo, baja cobertura y discontinuidad (por horas) del servicio y la existencia de sectores con baja presión de agua.
- La baja cobertura del servicio de saneamiento y el deficiente servicio de recolección de aguas residuales, como consecuencia del mal estado de conservación de la infraestructura correspondiente, el cual presenta fugas y rupturas en sus redes y frecuentes atoros. Todo lo cual impacta negativamente en la contaminación del medio ambiente y del entorno de la localidad de Conchucos.
- La mala gestión de los servicios de agua potable y saneamiento, por una administración dispersa a través de comités de agua, con una población sin una cultura sanitaria y de pago por el servicio, lo que está generando las condiciones para que dichos servicios no se brinden dentro de las características de calidad requeridas y se generen las condiciones para que las enfermedades de origen hídrico tengan una importante prevalencia en el perfil epidemiológico de la ciudad e impacten en la calidad de salud de la población.
- Inadecuados hábitos de higiene de la población, relacionados al uso del agua (por ejemplo falta de costumbre de hervir el agua antes de beberla) o a la disposición sanitaria de excretas (por ejemplo, disposición de excretas al aire libre).

b. Las características del problema que se intenta solucionar con el proyecto.

En la mayoría de casos, el problema que se intenta solucionar con el proyecto de agua potable y saneamiento, corresponde a las consecuencias negativas en la salud de la población afectada, motivada por ausencia o deficiencias de dichos servicios.

Dependiendo de la naturaleza del proyecto, las deficiencias en la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento de una localidad, pueden considerarse como el problema principal, requerido ser resuelto con la implementación del proyecto.

Ejemplo 1: Las enfermedades de origen hídrico tienen una importante relevancia, en el perfil epidemiológico de la localidad de Conchucos y sus zonas periféricas, al generar por causa de la deshidratación e infecciones gastrointestinales, cuadros de desnutrición, los cuales inciden en una disminución de la capacidad inmunológica de los pobladores y principalmente en los niños, lo que trae como consecuencia la generación de enfermedades de carácter infeccioso, lo que incide en la economía de los hogares por el aumento de los gastos en medicamentos originando el deterioro de la calidad de vida de la población por los menores recursos económicos disponibles.

Ejemplo 2: En la localidad, es deficiente el servicio de agua potable, con una cobertura del servicio del 40%, continuidad de 8 horas/día, con bajas presiones y mala calidad del agua potable.

c. Las razones por las que es de interés para la comunidad los problemas de agua y saneamiento.

Se debe explicar por qué es necesario dar solución al problema identificado y que metas se espera alcanzar con ellos.

Ejemplo:

- i. Con la implementación del proyecto, se plantea mejorar las condiciones de salubridad de la población, a través de una eficiente prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, generando las condiciones para que las enfermedades de origen hídrico tengan una disminución y se generen menores cuadros de deshidratación, infecciones y desnutrición, lo cual incidirá en la economía de los hogares por la disminución de los gastos en medicamento, originando mejora en la calidad de vida de la población por la mayor disponibilidad de recursos económicos.
- ii. Así mismo con el proyecto se espera alcanzar las siguientes metas:
 - Lograr una mejor prestación mejorando la calidad del de agua que se brinda a la localidad, ampliando la cobertura del servicio de agua potable al 90 % de la población al final del periodo de planeamiento, y una continuidad del servicio de 24 horas/día.
 - Lograr un eficiente servicio de saneamiento, incrementando la cobertura del servicio al 80% de la población al final del horizonte de planeamiento del proyecto y la eficaz disposición final de las aguas servidas optimizando el tratamiento de desagües,
 - Mejorar la calidad de la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento, encargando la administración a una Unidad de Gestión.
 - Implementar un programa de Educación Sanitaria relacionado al uso de agua del agua potable y la disposición sanitaria de excretas.

Paso 2.1.2: Identificación del área de influencia del estudio

Se debe definir el área de influencia del estudio, el que debe de estar enmarcado dentro del ámbito geográfico de la localidad donde se focaliza el problema. Así mismo, se debe hacer una breve descripción del clima y condiciones geográficas, a fin de especificar las principales características del área de influencia del estudio.

Para su descripción se puede recurrir a ilustraciones, mediante mapas cartográficos o croquis, donde se puedan visualizar elementos como: departamento, provincia, distrito y localidad. El anterior análisis posibilita una visualización del área donde se focaliza el problema a resolver, pero también donde está la población que será beneficiaria del proyecto, dando un marco de referencia del área en la que operará el proyecto.

Ejemplo: La localidad de Conchucos pertenece al distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Ancash. Se ubica en la parte noreste de dicha provincia.

DISTRITO DE CONCHUCOS: LOCALIZACION Y LIMITES



El distrito de Conchucos limita por el Norte con el distrito de Pampas, por el Sur con las provincias de Sihuas y Coronado, por el este con el departamento de la Libertad y por el Oeste con los distritos de Huandoy y Lacabamba. El distrito de Conchucos se ubica a 3,180 m.s.n.m. de altitud, presenta un clima de templado a frío, con abundantes precipitaciones, sobre todo entre los meses de Enero a Abril. La temperatura del ambiente fluctúa entre los 10 y 20 °C, lo que permite que se tenga un clima variado con una temperatura media de 12 °C.

Paso 2.1.3: Aspectos Socioeconómicos y Culturales.

En esta parte del estudio se desarrolla el diagnóstico de la situación socioeconómica de la población, para determinar las posibilidades de crecimiento y desarrollo económico del área de influencia del estudio. Además, se determinan indicadores demográficos, niveles de educación, niveles de salud (en especial aquellas relacionadas con enfermedades hídricas y condiciones de saneamiento), calidad de las viviendas, condiciones económicas, niveles de ocupación entre otros.

Entre las diferentes fuentes de información que se requiere para elaborar este acápite, es imprescindible considerar la información estadística disponible al nivel general, local, y sectorial y la literatura especializada existente sobre el tema. Para el caso del sector saneamiento básico, la principal fuente de información la constituyen, entre otros, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Ministerio de Salud (MINSA), Ministerio de Agricultura (MINAG), el Gobierno Regional, la Municipalidad Distrital, y la misma unidad operativa de los servicios de agua potable y saneamiento.

Además se debe tomar una encuesta socio - económica, que clasifique a la población según niveles de ocupación, ingresos, modalidad de abastecimiento de agua, consumo de agua y pago efectivo por dicho consumo, disposición de pago por la prestación de los servicios, etc. Estas encuestas permiten además complementar el estudio de la demanda y la determinación de la información para estimar los beneficios del proyecto.

En el Apéndice 2-2 se presenta como ejemplo, un modelo de encuesta socio-económica, tanto para los usuarios conectados al sistema de agua potable como de los no conectados, el cual que puede ser adecuado por el formulador, de acuerdo a los requerimientos de cada proyecto.

a. Población afectada

Al estudiar el área de influencia, se analiza con prioridad aquella población afectada por la problemática del agua y saneamiento, la cual se convertirá en la población objetivo del proyecto. Al caracterizar esta población se debe analizar aspectos, tales como, población total, urbana, rural, por sexo, estructura por edades, tasa de crecimiento promedio de los últimos censos, como el de los últimos años, así como su proyección para el horizonte de planeamiento del estudio.

Dentro del proceso de estudio de la población, es necesario recurrir a fuentes escritas, que permitan disponer de información, para realizar cálculos orientados a dimensionar la demanda, en este sentido se recurre a censos, proyecciones de población, muestreos, diagnósticos etc.

Ejemplo: Según el censo de población y vivienda del año 1993, en dicho año el distrito de Conchucos contaba con 7,724 habitantes, el mismo que tuvo un crecimiento intercensal promedio anual del 1.1% en el periodo comprendido entre 1981-1993. Según las proyecciones de población realizadas por el INEI ^{5/}, el distrito de Conchucos al año 2004 contaba con una población de 8,953 habitantes, incluyendo la localidad de Conchucos y sus centros poblados.

La tasa de crecimiento poblacional promedio anual del distrito de Conchucos ha sido moderada y estable en el tiempo. En el cuadro N° 2-1, se aprecia que dicha tasa ha sido de 1.2%, 1.4% y 1.3%, en los periodos 1990-2004, 1995-2004 y 2000-2004, respectivamente. Para proyectar la población de la localidad Conchucos, en el presente ejemplo, se considera la tasa de crecimiento de los últimos 5 años (1.3%).

Cuadro 2-1

POBLACIÓN DISTRITO DE CONCHUCOS 1990 -2004

Años	Habitantes
1990	7,565
1995	7,913
2000	8,510
2001	8,624
2004	8,953
Crec. % 1990-2004	1.2%
Crec. % 1995-2004	1.4%
Crec. % 2000-2004	1.3%

Fuente: INEI Perú Estimaciones y Proyección De Población

En cuanto a la relación por sexo, el 46.0% de la población es femenina y el 54.0% masculina.

^{5 /} INEI - Proyecciones de Población por Departamentos, Provincias y Distritos 1990-2005

En cuanto a la Población de la localidad de Conchucos, ésta asciende a 2,881, según información del Centro de Salud ^{6/} de la zona. Dicha población se distribuye en 8 barrios, tal como se aprecia en el Cuadro N° 2-2.

Cuadro 2-2
POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS POR
BARRIOS 2003

Barrio	Habitantes	Familias
Flor del Valle Bajo	540	154
La Plaza	371	106
Bello Horizonte	352	101
Gloriapampa	350	100
Flor del Valle Alto	346	99
Pampayaco	322	92
Miraflores - La Banda	318	91
Virgen de Lourdes	176	50
Consuzo	106	30
Total	2,881	823

Fuente: Centro de Salud de Conchucos

b. Salud, Higiene y Saneamiento Básico

En cada uno de estos aspectos interesa:

i. Salud

Saber cuáles son las enfermedades más comunes en el área de influencia del proyecto y cuál es su relación con el agua. La opinión y conocimiento que tiene la comunidad sobre las causas de las enfermedades de origen hídrico y los esfuerzos que se han realizado para combatirlas, así como el nivel de atención en materia de salud y saneamiento.

ii. Higiene

Conocer los hábitos de higiene de las familias y las actividades que desarrollan para mejorarlas en la comunidad (talleres, jornadas de limpieza, etc.).

iii. Limpieza Pública

Realizar un diagnóstico, sobre los servicios de recolección, transferencia, transporte (del lugar de transferencia al lugar de disposición final) y/o disposición final de residuos sólidos, de la zona del proyecto, incluyendo el análisis sobre la gestión de la entidad responsable de prestar dichos servicios y las prácticas de aseo urbano de la población en relación a la limpieza pública.

iv. Saneamiento Básico de la población no conectada al servicio público

Recabar información sobre la forma de abastecimiento (tales como la adquisición de camiones cisternas, triciclos, acarreo) y almacenamiento del agua, así como la existencia de letrinas.

^{6/} Información sobre la base de los programas de salud realizados por el Centro de Salud de Conchucos.

Ejemplo 1: Los pobladores asegurados, se atienden en ESSALUD, el cual brinda sus servicios en un local alquilado que cuenta con 1 consultorio, 1 farmacia y 1 tóxico, y cuyo personal lo constituye 1 médico, 1 odontólogo y una enfermera. La atención es de 6 horas diarias, y los casos de emergencia son derivados al Hospital Regional con sede en Chimbote.

Los que no cuentan con seguro se atienden en el Centro de Salud de Conchucos, pertenecientes al Ministerio de Salud. El Centro de Salud de Conchucos cuenta con 13 profesionales y técnicos (2 médicos, 1 obstetriz, 1 enfermera, 6 técnicos sanitarios, 1 técnico enfermero y 1 técnico de laboratorio y 1 artesano). En cuanto a infraestructura, el Centro de Salud de Conchucos cuenta con 1 sala de admisión, 1 tóxico, farmacia, hospitalización (5 camas), 1 sala de partos y consultorios médicos con equipamiento básico. La infraestructura del Centro de Salud es prefabricada y se encuentra en regular estado.

Ejemplo 2: La población no conectada al sistema de agua potable, se abastece acarreado agua de quebradas cercanas a sus viviendas. Los encargados de acarrear el agua, son los padres y los hijos mayores, quienes se demoran 12 minutos por viaje y realizan 6 viajes por día cargando 16 lt/por viaje.

Ejemplo 3: La población tiene una opinión desfavorable en relación a la calidad del agua, así por ejemplo, la mayoría de los encuestados manifiesta que el agua les causa enfermedades (90.0%). Las enfermedades más comunes son las infecciones, las diarreas, la parasitosis entre otros, siendo tratadas en su mayoría en forma casera y acercándose al centro de salud. En cuanto al servicio de alcantarillado, solo el 40% de la población está conectada, el resto utiliza letrinas o hace sus necesidades a campo abierto.

Ejemplo 4: Durante el año 2004 se atendieron 2,507 casos de enfermedades disminuyendo en un 18.4% respecto al año anterior. La opinión de los especialistas coinciden en señalar «que los problemas de infecciones en el estómago, las enfermedades del estómago, las enfermedades infecciosas y parasitarias son el reflejo de la mala calidad de los servicios de agua potable y saneamiento». Estas enfermedades representan el 37.0% de la morbilidad del distrito. Ver Cuadro N° 2-3.

Ejemplo 5: En cuanto a las organizaciones que realizan actividades de educación o salud, el 80.0% conoce de alguna organización e identifica como tales al centro de salud, escuelas, municipalidad y comité vecinal.

Ejemplo 6: En relación a los hábitos de higiene para asearse las manos, una proporción opina que debería de realizarse después de ir al baño, antes de comer, antes de cocinar, a la hora de levantarse y en la ocasión en que se ensucie.

Cuadro N° 2-3

**DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL - CONSULTA EXTERNA
LOCALIDAD DE CONCHUCOS 2002 -2003**

Motivo de Consulta	2002 N° Casos	2003 N° Casos	%
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	250	201	8%
Desnutrición	420	302	12%
Otras enfermedades infecciosas intestinales	320	301	12%
Infecciones de la piel y del TCSC	225	212	8%
Otras helmintiasis	120	75	3%
Bronquitis aguda y bronquiolitis aguda	150	103	4%
Faringitis aguda y amigdalitis aguda	110	73	3%
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	360	351	14%
Otros traumatismos de regiones especificadas, de regiones no especificadas	173	138	6%
Otras enfermedades infecciosas y parasitarias	120	75	3%
Otras causas	720	677	27%
Total	2968	2507	100%

Fuente: RED 08 CALETA - Of. Estadística e Informática - Chimbote

c. Características de las viviendas

Se describen las características urbanas de la localidad, detallando el grado de desarrollo urbano alcanzado, grado de densificación promedio (número de viviendas por cuadra), tipo de las viviendas, materiales utilizados, etc.

Ejemplo: Según información del Centro de Salud, en el año 2003 la población de localidad de Conchucos alcanzaba a 2,881 habitantes, y el número de viviendas era de 686.

El material predominante de las viviendas es adobe en un 82.5% y tapia (tierra prensada a golpes) en un 17.5%. En cuanto al uso de las viviendas, el 87.5% usa sus casas sólo como vivienda, el 10.0% con alguna actividad productiva y el 2.5% con algún tipo de comercio.

El 95.0% tiene energía eléctrica, el 27.5% cuenta con desagüe domiciliario. El 72.5% utiliza los baños públicos instalados en cada uno de los barrios o cuentan con letrinas.



d. Características de la educación

En este acápite del estudio se realiza el diagnóstico de la situación educativa en la zona del proyecto, determinando el número de centros educativos con que cuenta, por grado de instrucción, número de alumnos matriculados por grado de instrucción, número de profesores. Además, se analiza la infraestructura educativa con que cuenta y su estado situacional, la tasa de analfabetismo, la tasa de asistencia y la tasa de deserción escolar, definida como la «proporción de alumnos que abandonan las actividades escolares por un año o más, antes de haber concluido el nivel educativo que se hallaban cursando el año anterior».



Ejemplo: La localidad de Conchucos cuenta con 5 centros educativos, 2 de educación inicial, 2 de primaria 1 de secundaria. Cuenta además, con un Instituto Superior Tecnológico Estatal. El número total de alumnos matriculados en el año 2004, alcanza a 1,399, existen 64 docentes (21 alumnos por docente) y cuenta con 39 aulas (28 alumnos por aula). La tasa de analfabetismo es de 31.3 % (ver cuadro N° 2-4) y los alumnos que cuentan con nivel secundario o superior, representan el 28.5% de la población.

Cuadro 2-4
CENTROS EDUCATIVOS DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS

Centro Educativo	Grado	Docentes	Alumnos	Aulas	Material	Estado
No. 1615	Inicial	3	78	3	Adobe Calamina	Regular
No. 1624	Inicial	3	83	4	Noble	Bueno
No. 88158	Primario	15	338	13	Adobe, Paja, Calamina	Regular
No. 89017	Primario	17	432	15	Noble, Adobe, Calamina	Regular
No. 89533 *	Secundaria	26	468	16	Adobe Calamina	Regular
Total		64	1,399	51		

Fuente: Ministerio de Educación - UGE / * En el mismo local funciona el Instituto Superior Tecnológico Estatal*

En el sector educación del distrito, se aprecian necesidades y debilidades académicas y administrativas, tales como:

- Carencia de recursos para el mantenimiento de la infraestructura y servicios básicos.
- Falta de capacitación al personal docente y administrativo por parte del Ministerio de Educación.
- Desinterés y falta de apoyo de los padres de familia, debido a su precaria situación económica.
- Poco a casi nulo apoyo de la Municipalidad Distrital.
- El seguro escolar gratuito funciona con muchas limitaciones y el botiquín escolar tiene una presencia simbólica.
- La tasa de deserción escolar en el distrito es del 12% anual por factores económicos.

e. Vías de comunicación en el área de influencia.

Conocer la accesibilidad, existencia y condiciones de funcionalidad de los caminos, como también de los medios de transporte. A través de esta información, se puede determinar los riesgos que implica la movilización de los recursos del proyecto y la valoración sobre los esfuerzos que realizará la comunidad en el traslado de materiales.

Ejemplo:

➤ **Infraestructura vial**

- Existen tres vías de acceso principales, la primera comunica Conchucos con Pallasca, para luego seguir camino a Chuquicara y llegar hasta Chimbote. Esta vía de Conchucos a Chimbote, es carrozable, tiene una distancia de 189 km., constituyéndose en la vía principal de comunicación de Conchucos a la costa, permitiendo el ingreso de vehículos de pasajeros y de carga. Otra vía importante es la que comunica Conchucos con Pampas-Quiruvilca-Trujillo. La tercera vía importante, es la que comunica Conchucos con Tablachaca-Sacaycacha. Finalmente, se cuenta con una trocha carrozable que une Conchucos con el centro poblado menor de Mayas.
- Actualmente, la Municipalidad Provincial de Pallasca y la Municipalidad Distrital de Conchucos realizan trabajos de mantenimiento de dichas carreteras, existiendo poco apoyo por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en cuanto al mantenimiento, mejoramiento y/o rehabilitación de las carreteras.

➤ **Medios de Transporte**

- Se cuenta con empresas de transportes en ómnibus que prestan servicios entre las ciudades de Pallasca y Chimbote, con conexiones a nivel nacional (una vez a la semana). En la zona no existen servicios de colectivos ni de taxis para movilizarse, siendo las acémilas, el medio de transporte común.
- Las tarifas de las empresas de transporte de pasajeros son de S/. 20.0 a la ciudad de Chimbote y S/ 40.0 a la ciudad de Lima. Para el caso del transporte de pasajeros hacia San José, existen líneas de combis con salidas diarias, con excepción de los fines de semana que no hay servicio.
- El flete que cobran las empresas que realizan el servicio de carga, es de S/. 0.5 por Kg. a las ciudades de Lima y Chimbote.

f. Principales actividades económicas del área de influencia del proyecto y Niveles de Ingreso de la población.

Se determina el ingreso promedio familiar, así como los tipos de producción y actividad económica predominante y en qué forma la desarrollan (individual, cooperativas, obreros agrícolas, entre otros). Con estos datos se analiza, junto a la comunidad si es posible, las ventajas económicas del tipo de sistema y obras que se seleccionen.

Ejemplo: La población de la localidad de Conchucos se dedica en su mayoría a la actividad agrícola y ganadera y un pequeño porcentaje se dedica al comercio.

En el distrito de Conchucos, la producción agrícola durante el 2003 fue de 799 toneladas, decreciendo en 15.4% respecto al 2002. Esta producción representa el 0.5% y 7.9%, respecto de la producción a nivel departamental y provincial, respectivamente. En el cuadro N° 2-5, se presenta la producción por productos del distrito de Conchucos para los periodos 2002 y 2003, resaltándose para el año 2003 la importancia del sembrío de papa, maíz amiláceo, trigo y cebada.



- De las entrevistas realizadas, se concluye que el promedio de familias por vivienda es de 1.2 mientras que los miembros de la familia son en promedio 3.5, de los cuales trabajan 1.7 miembros.
- La población tiene un ingreso familiar anual de S/. 4,111.8, con un ingreso per cápita de S/ 98.28 mensuales y familiar de S/. 343.6 mensuales, que les permiten subsistir, los cuales son complementados con actividades principalmente en la agricultura. La producción agrícola es destinada al autoconsumo, y una mínima cantidad se comercializa localmente.
- Los gastos promedios familiares ascienden a S/. 2,622.1 anuales, obteniéndose un gasto per cápita de S/. 62.5 y un gasto familiar de S/. 219.0.

Cuadro 2-5
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA - DISTRITO DE CONCHUCOS 2002 - 2003 (Tm)

PRODUCTO	Ancash		Pallasca		Conchucos		
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	Est. %
PAPA	106,212	102,525	5,917	6,119	564	349	43.7%
MAIZ AMILACEO	11,988	11,113	1,198	1,305	170	134	16.8%
TRIGO	14,865	14,264	1,056	876	83	125	15.6%
CEBADA GRANO	12,262	12,446	656	758	55	118	14.8%
OLLUCO	8,036	8,164	438	524	44	48	6.0%
CHOCHO O TARHUI GRANO SECO	669	669	73	75	18	23	2.9%
Otros (Arveja seca, kiwi, haba seca, ecc, quinua)	6,508	7,444	359	433	11	2	0.3%
Total	160,539	156,625	9,697	10,090	945	799	100.0%
Variación %		-2.4%		4.1%		-15.4%	

Fuente: Ministerio de Agricultura

g. Predisposición al pago de tarifas de servicio

Es necesario indagar a través de la encuesta propuesta, la disposición de la población al pago por un buen servicio de agua potable y saneamiento.

Ejemplo:

- En la encuesta realizada a la pregunta si el servicio de agua potable es importante y debe pagarse, el 93.0% de los entrevistados opinan que estarían de acuerdo en pagarlo.
- Para confirmar los resultados de la encuesta sobre la predisposición de pago por este servicio, se realizó una reunión con los principales dirigentes para conocer su opinión respecto a la predisposición de pago y al tipo de organización que se debe plantear para administrar este nuevo proyecto. Se concluyó que la mayoría está dispuesta a pagar un cargo adicional, siempre y cuando se cuente con un servicio de agua potable en cuanto a calidad, cantidad, continuidad y a una presión adecuada.
- Existe una predisposición a pagar por los servicios de agua potable y saneamiento, que asciende a un promedio de S/. 1.5 mensuales. En relación al pago por el servicio de saneamiento, la población opina que es un servicio que no se debe pagar independientemente o que en todo caso debería estar incluido en el pago del servicio de agua potable.

h. Otros servicios existentes.

En este acápite es importante analizar el sistema de equipamiento social y productivo con que se cuenta dentro de la zona del proyecto, en términos cuantitativos y cualitativos, ya que la existencia o carencia y la calidad de los mismos, puede afectar la viabilidad del proyecto. De forma general puede señalarse la importancia de estudiar la situación de los servicios en cuanto a la relación que pueden tener con la problemática estudiada con el proyecto que se está formulando. Por ejemplo se puede dar el caso que el proyecto plantee el abastecimiento de agua a través de la perforación de un pozo, para lo cual es necesario que en la zona de captación se cuente con el servicio de energía eléctrica.

Ejemplo:

➤ **Servicio de Energía eléctrica**

La población de Conchucos cuenta con el servicio de energía eléctrica suministrado por Hidrandina S.A. Según la encuesta, el 95.0% de los entrevistados cuentan con energía eléctrica, cuya cuota mensual depende de su consumo y cuyo pago en promedio es de S/ 12 mensuales.

➤ **Medios de Información**

Los entrevistados no leen diarios capitalinos, debido fundamentalmente a la discontinuidad de los servicios de transporte interprovincial cuya frecuencia es semanal.

➤ **Telecomunicaciones**

La localidad, cuenta con 7 teléfonos monederos que están ubicados en diferentes locales comerciales. Adicionalmente, existe un teléfono de línea fija que pertenece a la Municipalidad Distrital. Se cuenta con una oficina de SERPOST, ubicada en las instalaciones de la Municipalidad Distrital. La población tiene acceso a una emisora local y una de la capital (radio Auténtica y RPP). La zona capta ATV, Panamericana Televisión y Red Global.

➤ **Recolección, transporte y evacuación de residuos sólidos.**

En cuanto a la disposición final de residuos sólidos, la municipalidad brinda un deficiente servicio de recolección y disposición final de residuos sólidos, motivo por el cual los pobladores arrojan la basura a las riberas de los ríos que atraviesan la ciudad, contaminando de esta manera el medio ambiente. Se estima que a) el 70% de los residuos sólidos son recolectados por el municipio y arrojados en botadores clandestinos, ubicados en las riveras de los ríos y periferia de la ciudad, b) el 25% quema la basura y c) el 5% la entierra.

➤ **Otros servicios**

Cuentan además con la oficina de la Defensoría del Niño y el Adolescente, que inició sus actividades a comienzos del año 2004, así como el servicio del Programa del Vaso de Leche, brindado a través de los clubes de madres, y dirigido a los niños menores de 6 años, madres gestantes, lactantes y ancianos.

i. Organización de la sociedad Civil

Se debe analizar las organizaciones y principales líderes que representan a la sociedad civil, y movilizan en pos de alternativas para solucionar sus problemas o mejorar los niveles de vida, tales como: organizaciones vecinales (juntas vecinales), organizaciones de pequeños comerciantes, organizaciones de madres e instituciones educativas.

Ejemplo: Las organizaciones más representativas de la Comunidad son: (i) La Junta Directiva Comunal, (ii) el Comité de Vaso de Leche, (iii) la Agencia Municipal, (iv) el Club de Madres, (v) los Clubes Deportivos y (vi) el Comité de Agrupación de Productores.

Paso 2.1.4: Diagnóstico situacional del servicio de agua potable.

En esta parte del estudio se realiza la evaluación de la operación del servicio y de la infraestructura existente del sistema de agua potable, lo cual sirve para formular el diagnóstico del estado y nivel de funcionamiento, a través de parámetros como el de la calidad del agua, continuidad del servicio, cobertura, los principales problemas y necesidades de rehabilitación o ampliación del sistema de agua potable. Para lo cual se plantea aplicar una encuesta cuyo modelo se presenta en el Apéndice 2-2 y para la toma de la información de la gestión, operación y de la infraestructura de los sistemas de agua potable y saneamiento en el Apéndice 2-3 se presenta la ficha modelo. Ambos modelos pueden ser modificados de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

2.1.4.1. Situación del servicio

Con base a los resultados de la visita de campo, se presenta el diagnóstico de la prestación de los servicios de agua potable, considerando los siguientes indicadores:

- a. Calidad de agua disponible a nivel de componente del sistema. Se deberá realizar aforos y análisis físico químicos completos y análisis microbiológicos, incluyendo información que se pueda recolectar de los últimos tres (03) años. Dichos resultados deben compararse con los parámetros establecidos en las Normas Nacionales.
- b. Consumo de agua potable (litros/habitante/día).
- c. La población servida por conexión domiciliaria, pileta pública y otros medios de abastecimiento.
- d. Cobertura actual del servicio, indicando la incidencia porcentual de la población servida respecto a la población total (en %).
- e. Número de conexiones, desglosadas por categoría de usuario, diámetro de las conexiones, número de viviendas con frente a la red, que no estén conectados, número de medidores instalados y número de medidores funcionando.

Ejemplo 1:

- La localidad de Conchucos cuenta con un cobertura del 50% del servicio de agua potable, con un abastecimiento promedio de 24 horas/ día de servicio en las zonas bajas y de 12 horas /día en las zonas altas. En algunos barrios la presión del agua es menor a 10 metros columna de agua.
- De los entrevistados que cuentan con conexión domiciliaria, el 40.0% almacena el agua en bidones y baldes y el 60.0% no almacena el agua (tienen servicio las 24 horas del día). El 33% de los entrevistados manifiesta que la calidad del agua es mala, el 61% opina que es regular y el 6% piensa que es buena. De otro lado, el 31.0% de los entrevistados opina que es insuficiente el agua que les llega, mientras el 69.0 % opina que es suficiente. En cuanto a la presión del agua, el 20% de los entrevistados opina que es mala, el 72% opina que es regular y el 8.0% piensa que es buena.
- El 40.0% de los entrevistados manifiesta que el agua que llega es turbia por días, el 36% opina que el agua llega limpia todo el año y el 24% que llega turbia por meses. El 64% hierve el agua antes de usarla, el 32% no le da ningún tratamiento y el 4% utiliza otros métodos.
- El jefe de la oficina de Saneamiento Ambiental de la Dirección Regional de Salud menciona que no se realizan los análisis de agua por falta de presupuesto. Se tiene conocimiento que el agua no es tratada adecuadamente, y que de vez en cuando se clarifica en los reservorios, pero esta actividad no se realiza de manera continua.

2.1.4.2. Situación de la Infraestructura

En esta parte del estudio se realiza la descripción del estado situacional de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento del agua potable, para lo cual se consideran dos casos:

- a. Si el sistema es convencional, se debe considerar los siguientes componentes: (i) Fuente de abastecimiento, según tipo ^{7/} (superficial, subterránea), rendimiento, disponibilidad de caudal, calidad de agua, (ii) captación, (iii) línea de aducción, (iv) línea de conducción, (v) línea de impulsión, (vi) reservorio, (vii) estaciones de bombeo, (viii) redes de distribución, (ix) conexiones de agua potable, (x) piletas públicas. La descripción consiste en detallar las características generales, incluyendo: capacidad de diseño y capacidad operativa (en litros/segundo, m³/segundo, m³/año), diámetro de la tubería (en pulgadas), longitud (en metros), material de construcción, antigüedad (años), estado de conservación pérdidas físicas del agua, etc.

Para el caso de contar con una planta de tratamiento de agua potable, se incluye la evaluación del funcionamiento hidráulico y mecánico y de la efectividad de los procesos, indicando las posibles deficiencias de cada proceso. Si el sistema cuenta con instalaciones de bombeo (captación y bombeo de agua tratada) se evalúa el funcionamiento hidráulico, determinando sus características y eficiencia.

- b. Si el sistema es no convencional, se evalúa el estado del pozo o manantial protegido, bombas (de mano u otros), la base de la bomba, y los alrededores del punto de abasto. Se identifica la capacidad de diseño y operativa actual, de conducción hidráulica, dimensiones, materiales, antigüedad, condición de mantenimiento y vida útil estimada.
- c. Se debe analizar la vulnerabilidad de los componentes del sistema de agua potable, con el fin de determinar la propensión a sufrir un daño o peligro, para lo cual se debe evaluar:
- i. Exposición de los componentes: se debe analizar la localización de los componentes cerca a zonas de influencia de un fenómeno natural. La vulnerabilidad surge por las condiciones inseguras que representa la posible exposición de los componentes, respecto a un peligro que actúa como elemento activador del desastre.

Así mismo, se debe analizar si al instalarse los componentes del sistema de agua se ha considerado su proximidad a nevados, ríos, precipicios y los efectos que pueden originar los fenómenos naturales (asociado a fenómenos meteorológicos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal). Dicho análisis es importante, en tanto, el Perú (tipificado como un país de alto riesgo, en cuanto a eventos climáticos intensos), presenta peligros naturales como: terremotos, eventos como El Niño, sequías severas, deslizamientos, deslaves o huaycos y lluvias estacionales que generan inundaciones.

Ejemplos:

- Sucede por ejemplo en el caso de líneas de conducción de agua cuya instalación no ha tenido en cuenta la configuración geológica del terreno, cortando los flujos naturales de escorrentía del agua. Al ser construidas paralelamente o sobre al cauce de los ríos, dichas líneas se ven afectadas en épocas de crecidas, colapsando en algunos tramos por socavación o deslizamientos.
 - Sucede por ejemplo, cuando una planta de tratamiento de agua potable ha sido construida en una zona expuesta frente a crecidas de un río, y se ve afectada cuando suceden crecidas del río.
 - Por tanto, los componentes de los sistemas deben localizarse, por ejemplo teniendo conocimiento del cauce y los caudales del río y su resistencia a los peligros. En este caso debe considerarse obras de protección de la planta de tratamiento, para la seguridad del sistema correspondiente.
- ii. Fragilidad: este análisis está referido al nivel de resistencia y protección de los componentes del sistema de agua potable, frente al impacto de un peligro o amenaza, es decir las condiciones de desventaja o debilidad relativa de los componentes.

^{7/} Superficial: río, riachuelo, laguna, lago, etc. y Subterránea: pozo, galería filtrante, manantial, etc.

Ejemplos:

- La infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable debe diseñarse para controlar el excesivo incremento de turbidez ocasionada por los sedimentos, instalando por ejemplo filtros lentos.
 - La tecnología propuesta debe considerar la resistencia ante una situación de vulnerabilidad. Por ejemplo para proteger la nueva captación, se debe considerar la construcción de muros de contención ante peligros de derrumbes o deslizamientos de piedras.
 - Para el caso del ejemplo anterior se debe de considerar materiales resistentes (como concreto armado) a los derrumbes.
- iii. El análisis de la resiliencia, está referido al nivel de asimilación o la capacidad de recuperación que pueda tener la población frente al impacto de un peligro-amenaza. Se expresa en limitaciones de acceso o adaptabilidad de la unidad social y su incapacidad o deficiencia en absorber el impacto de un fenómeno peligroso.

Ejemplo 1:

- Para la construcción de un sistema de abastecimiento agua potable se incorpora el concepto de resiliencia (flexible para épocas de escasez y abundancia de agua). Incluye las estrategias de la población y de cada uno de los actores sociales involucrados (por ejemplo: municipios, empresas, organismos públicos y privados) para salir adelante en situaciones adversas. Estas estrategias pueden ser: el grado de bienestar existente, los mecanismos de autoayuda, así como destrezas, redes sociales de soporte, recursos financieros, niveles de protección, conocimientos de tecnologías constructivas antisísmicas, buenas prácticas de prevención y mitigación del riesgo, ejercicio de sus derechos. Además, formas activas de resolver problemas, métodos para manejar el estrés y existencia de programas de sensibilización.
- Diseño de obras de drenaje pluvial y de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado, adaptado para resistir inundaciones o deslizamientos.
- Diseño de las obras, tomando en cuenta el conocimiento popular.
- Capacidad para incorporar fuentes alternas de agua en los momentos de emergencia.
- Mejorar hábitos de consumo y usos del agua en la población.

Ejemplo 2: Fuentes de abastecimiento actual: Las fuentes de abastecimiento de la localidad de Conchucos, son de origen subterráneo y superficial: mediante la explotación de los manantiales (para los sectores Flor de Valle Alto y Bajo, Consuzo y Pampayacu), explotación del río Llamacocha (Sector la Plaza) y quebrada Chorropaccha (sector Gloriapampa / Bello Horizonte). A modo de ejemplo se describirán algunas de las fuentes. En la foto se detalla la Captación Llamacocha.



Ejemplo 3. Captación para el abastecimiento de los sectores Consuzo y Pampayacu. La fuente es el manantial de ladera, denominado Manzana Corral se ubica cerca al área urbana. La producción de una fuente utilizada anteriormente decayó, de tal forma que se hizo necesaria la captación de este manantial de rendimientos variables y decrecientes en época de estiaje (en promedio 1.5 l/s). Según los registros existentes, este volumen se incrementa hasta 3 l/s en épocas de avenidas.

Ejemplo 4: Líneas de conducción

➤ Sector La Plaza

La línea de conducción está instalada desde la caja de salida de la captación del Río Llamacocha hasta el reservorio Conchucos. La tubería de la línea es de Ø 2", de PVC y de 1.0 km., encontrándose en regular estado de conservación. La línea presenta riesgo de vulnerabilidad al estar cercana al cauce del río Llamacocha.

➤ **Sector Gloriapampa/Bello Horizonte**

La línea de conducción está instalada desde la caja de salida de la captación de la quebrada Chorropaccha, hasta el reservorio Bello Horizonte existente. La tubería de la línea es de Ø 4", de PVC y de 5.6 km., estando en buen estado de conservación. Esta línea no presenta problemas de vulnerabilidad antropogénica y operativa.

Ejemplo 5: Almacenamiento Sector Gloriapampa/ Bello Horizonte

El reservorio Bello Horizonte, tiene como área de abastecimiento a los sectores Gloriapampa y Bello Horizonte. Este reservorio es de concreto armado, del tipo apoyado, y funciona como cabecera, tiene una capacidad de almacenamiento de 85 m³, es de forma circular con diámetro interno de 6.0 m y una altura total de muro circular de 3.4 m y 0.20 de espesor, estando cubierto por una cúpula de losa maciza de forma parabólica, sobre ella se encuentran empotrados 4 respiraderos de 100 mm., Esta unidad se encuentra en adecuadas condiciones de conservación, salvo unas filtraciones en la parte de contacto del muro circular con la losa de techo, para esto se requerirá la refacción de esta filtración, así mismo, se necesitan algunos resanes exteriores y mantenimiento exterior. Respecto al sistema hidráulico, se encuentra en buenas condiciones, pero no posee sistema de control de nivel de llenado del reservorio.



La caseta de válvulas es una construcción contigua al reservorio con muros de concreto armado y techo aligerado. Se aprecia algunos agrietamientos, por lo cual se debe de efectuar labores de resane. No se cuenta con macro medición en la salida del reservorio, este hecho no permite tener un adecuado conocimiento sobre los volúmenes de agua distribuida.

Se debe incluir un esquema del sistema de abastecimiento del agua potable. Para desarrollar este acápite, el formulador encargado de la parte técnica debe visitar la infraestructura. A continuación se detalla a modo de ejemplo el esquema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Conchucos. Ver plano 2-1.

Paso 2.1.5: Diagnóstico situacional del servicio de saneamiento.

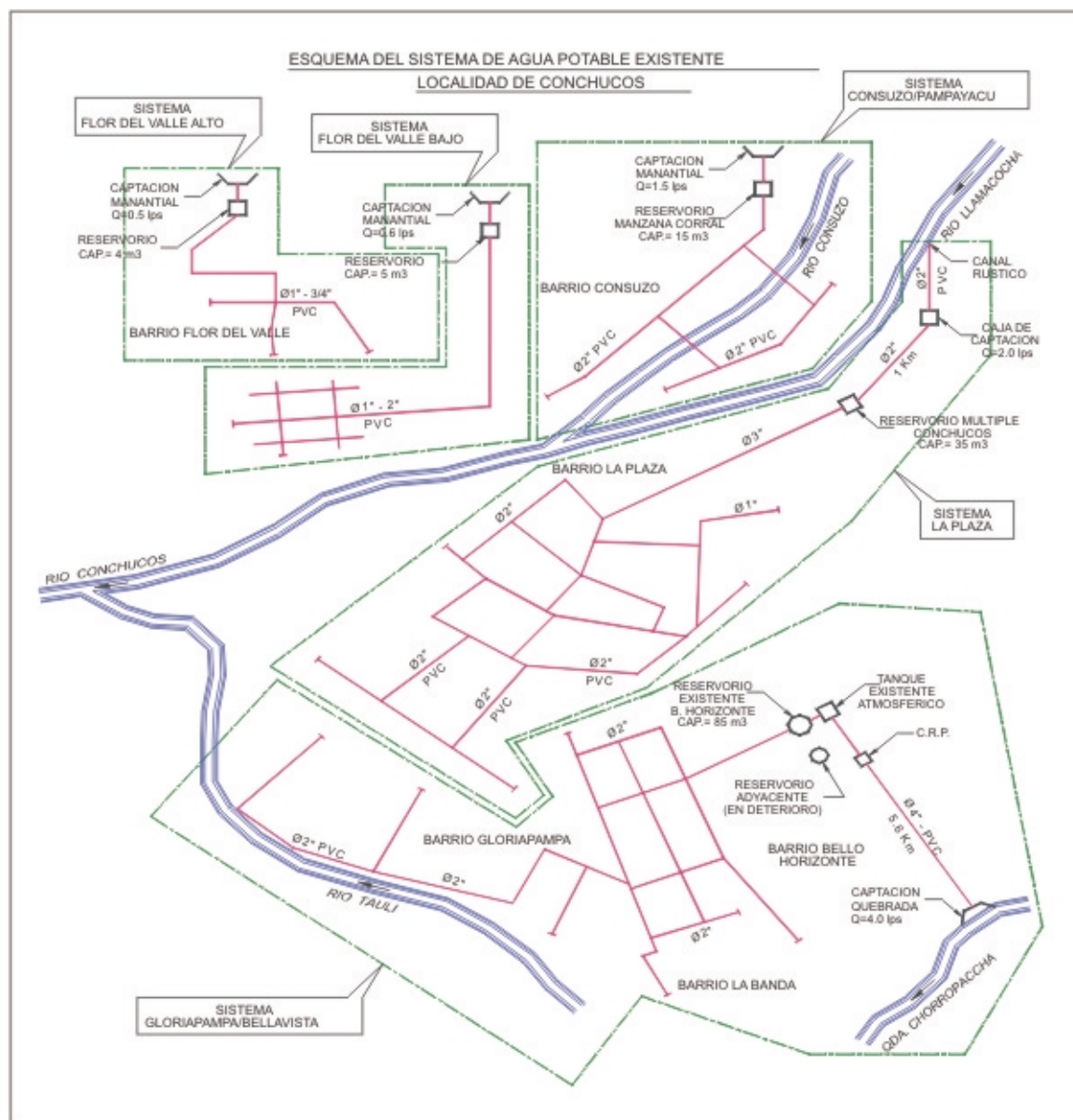
En esta parte del estudio se realiza la evaluación de la operación del servicio y de la infraestructura existente del servicio de saneamiento, lo cual sirve para formular el diagnóstico del estado y nivel de funcionamiento.

2.1.5.1. Situación del servicio

Se realiza la descripción del servicio de saneamiento, considerando los siguientes indicadores:

- En este parte del estudio se determina la cobertura del servicio de alcantarillado por conexiones domiciliarias u otro medio de disposición (letrinas).
- Número de conexiones, desglosadas por categoría de usuario, diámetro de las conexiones, número de viviendas con frente a la red, que no estén conectados y/o características de las letrinas sanitarias.
- Cobertura de tratamiento de las aguas residuales.
- Volumen de aguas servidas evacuadas, aforos, análisis. Evaluación del cuerpo receptor.

Plano N° 2-1



Ejemplo: Servicio de saneamiento

- El 28% de las viviendas cuenta con servicio de saneamiento. El sistema cloacal desagua en las afueras de la localidad de Conchucos, en una Laguna de oxidación que no está en funcionamiento. Las aguas servidas no tienen ningún tratamiento y por ende contaminan el medio ambiente. Esta contaminación es mínima porque no hay muchos usuarios conectados, si éstos se incrementan, necesariamente se tiene que plantear como alternativa mejorar las lagunas de oxidación.
- De total de viviendas que no cuentan con conexiones de alcantarillado, el 60% usa los baños públicos o letrinas públicas instaladas en cada barrio de la población, en tanto el 40% restante cuenta con letrinas dentro de su vivienda. El 44% de las viviendas que tiene letrina en su vivienda, reconoce que su letrina está en mal estado y requiere rehabilitación.
- La incomodidad del uso y la carencia de letrinas en las viviendas de los entrevistados, hace que el 80% esté dispuesto a mejorar o instalar una letrina. El 88% colaboraría con mano de obra y algunos con materiales y dinero.

2.1.5.2 Situación de la Infraestructura

En esta parte del estudio se realiza la descripción del estado situacional de cada uno de los componentes del sistema de saneamiento, para lo cual se han considerado dos casos:

- a. Sistema convencional. Se debe considerar los siguientes componentes: conexiones domiciliarias, colectores secundarios, colectores principales, buzones, estaciones de bombeo de desagües, línea de impulsión de desagües, interceptores, planta de tratamiento y emisor. A nivel de componente, se debe determinar la capacidad de diseño y operativa de conducción hidráulica (en l/s, l/día, m³/año) especificando las dimensiones, materiales, antigüedad, condición de mantenimiento, vida útil estimada y confiabilidad. Se evalúa las instalaciones de bombeo y el funcionamiento hidráulico, determinando las características y eficiencias de cada equipo.

Se debe analizar la vulnerabilidad de los componentes del sistema de saneamiento, con el fin de determinar la propensión a sufrir un daño o peligro, para lo cual se debe evaluar (i) la exposición a los peligros, (ii) la fragilidad de las obras y por último (iii) La resiliencia o la capacidad de recuperación que pueda tener la población frente al impacto de un peligro-amenaza.

- b. Sistema no convencional. En el caso de letrinas sanitarias, se debe especificar las dimensiones, materiales, antigüedad, condición de mantenimiento, vida útil estimada y confiabilidad, entre otros.

Se debe incluir un esquema del sistema de saneamiento.

Ejemplo: A continuación se detalla el esquema de saneamiento de la localidad de Conchucos.

Ejemplo 1: Red de colectores primarios y secundarios.

➤ Área de Drenaje Gloriapampa / Bello Horizonte

La red de colectores está conformada por tuberías de Ø 200 mm., de PVC, instaladas a lo largo del Jr. Comercio, Jr. Lima, y algunas transversales. Las redes y buzones se encuentran en buen estado de conservación. Hay viviendas que no están conectadas a la red, aún contando con redes en la puerta de la calle.

La red instalada en el sector Gloriapampa descarga directamente al Río Tauli (varios puntos de descarga). Dada las características topográficas de la zona, se conforman dos áreas de drenaje, divididas por el río Consuzo, confluyendo en la zona baja de la ciudad.

La red presenta pendientes favorables para la instalación de buzones de poca profundidad. (<2 m). La composición de la red de alcantarillado se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2-6
COLECTORES EXISTENTES

Componente	Diámetro	Material	Cantidad
Red de colectores	200 mm.	PVC	4,080 m
Buzones	< 2.0 m	Concreto: Cuerpo y Tapa	50 Unidad (aprox.)

Fuente: Municipalidad Distrital de Conchucos

Ejemplo 2: Tratamiento de aguas servidas

La localidad cuenta con una instalación de tratamiento (actualmente inoperativa), conformada por un tanque de sedimentación de 12 x 4.5 m de sección y dos celdas de oxidación de concreto de 6 x 15m de sección. Estas estructuras se ubican a un costado del cauce del río Conchucos. La falta de espacio disponible, aguas abajo, es una restricción fuerte para planificar una ampliación de las instalaciones, las instalaciones requieren de la remoción de maleza y rehabilitación. Está diseñada para atender a los sectores Flor de Valle, Consuzo y Pampayacu.



Ejemplo 3: Disposición final

La disposición final del desagüe se efectúa en el río Conchucos, a través de una tubería de PVC de 8" Ø de 1.5 m. aguas abajo de la descarga. No existen poblaciones cercanas que utilicen las aguas del río para fines de recreación o usos domésticos.

En el Plano N° 2-2. Se muestra el esquema del sistema actual de saneamiento de Conchucos.

Paso 2.1.6: Diagnóstico de la gestión de los servicios de agua y saneamiento

En esta parte del estudio se consigna la información sobre el grupo que administra los servicios, considerando su capacidad de gestión, sistemas financieros y administrativos, pago de tarifas, procesos de operación y mantenimiento, nivel de participación comunitaria.

2.1.6.1. Diagnóstico de la gestión administrativa.

En este acápite se describen los aspectos de administración y finanzas, de la administración del personal y de sus servicios, del manejo contable y de la infraestructura empresarial y de los aspectos institucionales, referente a la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Para el análisis, es necesario presentar la siguiente información:

- a. Describir la organización de la operación y mantenimiento (Municipalidad, Unidad de Gestión Municipal, JASS, Comité).
- b. Documentos legales con que cuenta.
- c. Estatutos y Reglamentos.
- d. De la entidad responsable de la operación y mantenimiento.
- e. Personal que cuenta.
- f. Si el personal se encuentra capacitado en administración y/o finanzas.
- g. Los servicios que administra, evaluando si se encuentra en proceso de transformación y modernización empresarial.
- h. Si se cuenta con un sistema contable.
- i. De las actas, libros contables.
- j. Frecuencia de reuniones de la unidad de gestión y de las asambleas generales
- k. Desarrollo de campañas de educación sanitaria.

a. Operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado

- La operación del servicio de agua potable en Conchucos, está a cargo directamente de los Comités de Administración, los cuales operan dos sistemas independientes: (i) Flor de Valle Alto y (ii) Consuzo/ Pampayaqu.
- Cada comité de administración del servicio, está a cargo del manejo de la infraestructura del servicio de agua y alcantarillado, no cuentan con el soporte específico de operadores para las acciones de operación necesarias.
- Cuando surge algún problema operativo, se organiza la acción correctiva a cargo del comité de administración y en caso de no poder ser solucionado se solicita apoyo al Municipio.
- El Municipio, da soporte en lo que respecta a reparaciones a solicitud de los comités de administración.
- No se conocen los niveles de agua no contabilizada, dado que los servicios no cuenta con la medición de consumos, además, no se cuenta con macro medición, por lo cual los niveles de producción son estimaciones relativas. Por tanto, no es factible determinar el nivel de producción real, así como, los niveles de pérdidas en redes y planificar acciones concretas para la reducción de las mismas.
- Los comités de administración no cuentan con instrumentos de gestión operativa formalmente establecidos (manuales de operación y/o procedimientos), los procedimientos que se aplican son producto de la experiencia del personal contratado, aún cuando esto no está totalmente garantizados (se contrata a distintos operarios). Los procedimientos que aplica el Operador del Servicio, se indican el cuadro 2.7.

Cuadro 2-7
OPERATIVIDAD DEL SERVICIO

Componente	Procedimientos	Frecuencia
Captación Manantial Flor de Valle Alto	Verificación de funcionamiento	Eventual
Captación Manantial Flor de Valle Bajo	Verificación de funcionamiento	Eventual
Captación Manantial Manzana Corral	Verificación de funcionamiento	Eventual
Captación río Llamacocha	Verificación de funcionamiento	Eventual
Captación Qda. Chorropampa	Verificación de funcionamiento	Eventual
Reservorios y Tanque de almacenaje	Verificación de funcionamiento, Operación de llenado y descarga	Eventual

Fuente: Municipalidad de Conchucos/Comités

- Para el desarrollo de las actividades operativas no se cuenta con el equipamiento específico. La falta de equipamiento, para el desarrollo de las labores operativas restringe la efectividad de las acciones a ser desarrolladas, por lo cual se determina que es imprescindible que los servicios cuenten con los implementos de operación mínimos.
- No se cuentan con procedimientos establecidos para el reporte y registro de las ocurrencias y/o intervenciones operativas en los servicios operados, por lo cual no se pueden desarrollar acciones de planificación operativa. Las comunicaciones son verbales, esto incide en no tener información histórica del comportamiento operativo del sistema de abastecimiento, como por ejemplo el decrecimiento de capacidad de producción de las fuentes, las cuales son datos referenciales.
- Los reclamos operacionales se atienden en cada Comité, no se consolidan, en consecuencia no se llevan datos históricos de reclamos por usuario ni por tipo de intervención ni la solución o acción adoptada. Los tipos de reclamos más usuales son: atención de fugas de agua, falta de servicio y calidad del agua.

b. Mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento

- Para el mantenimiento de los sistemas agua potable y saneamiento, no se cuentan con procedimientos establecidos formalmente.
- Las funciones básicas que se desarrollan, son la de mantenimiento preventivo (limpieza y/o acondicionamiento) y en caso se requiera mantenimiento correctivo (básicamente reparaciones en redes), se tienen restricciones en los Comités al no contar con los equipos y herramientas, así como, equipos de protección personal adecuados.
- En el caso de necesitarse reparaciones o intervenciones de mayor magnitud en los colectores, los Comités solicitan apoyo del Municipio Distrital.

- Los servicios no cuentan con procedimientos establecidos para el registro y reporte de información de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. No se registran las acciones correctivas en un consolidado histórico que permita programar e implementar acciones preventivas. Un aspecto complementario es la inexistencia de válvulas en sectores importantes del sistema, lo que genera dificultades para efectuar el mantenimiento requerido.

c. Control de calidad de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua, no aplican desinfección en el agua a ser distribuida, una de las razones principales es la falta de presupuesto. Asimismo no se efectúa control de calidad del agua para consumo humano. Sólo el Centro de Salud de Conchucos efectúa controles eventuales de la calidad de agua, con fines de fiscalización.

d. Ingeniería y catastro técnico

No se cuenta con información técnica específica respecto de las redes de agua potable y alcantarillado. La información de las características de los sistemas está básicamente en el conocimiento de personal vinculado a los servicios. Esto constituye un riesgo que debe de ser superado con la elaboración de un catastro técnico.

Las labores de diseño de proyectos de ampliación y/ o mejoramiento de infraestructura sanitaria se efectúan con el concurso de profesionales de la zona, mediante contrato de servicios no personales. Esta acción es soportada con fondos municipales.

2.1.6.3. Diagnóstico de la gestión comercial.

Se realiza una descripción de la organización y actividades del área comercial (responsable del registro o catastro de clientes), respondiendo de acuerdo al siguiente análisis:

- Organización del sistema comercial.
- Agua no contabilizada.
- ¿Se cuenta con un padrón de usuarios de agua y saneamiento actualizado?
- Categorías de usuarios existentes.
- ¿Cuenta con un sistema de micro medición y facturación?
- Sistema de cobranza actual.
- ¿Se cobra por el servicio?, ¿Cuáles son las tarifas actuales que se cobran por los servicios de agua potable y saneamiento?, ¿Cuál es el porcentaje de hogares que pagan la tarifa?

Ejemplo: Diagnóstico de la gestión comercial

- La principal actividad que se realiza dentro de la gestión comercial, es la cobranza a los usuarios, función que asume el tesorero del Comité Vecinal de cada uno de los barrios de la localidad. La recaudación diaria se acumula para ser guardada por el tesorero, y según los requerimientos, se autoriza los gastos correspondientes.
- Se cuenta con una base de datos de usuarios, los cuales son actualizados en un padrón en donde se registran los pagos que realizan cada uno de los usuarios. No se realiza ninguna facturación, solamente cuando se paga, se entrega unos recibos en forma manual. Al no existir un sistema de facturación, no se contabiliza a los usuarios reales ni el consumo por unidades de uso. Así mismo no se realiza una categorización adecuada. La no contabilización del consumo real por la falta de micro medición, ha originado grandes volúmenes de pérdidas comerciales.
- Se cuenta con una tarifa fija y baja, lo cual no permite generar recursos financieros para futuras ampliaciones. La tarifa del servicio de agua es de S/. 1 mensual, recaudándose un promedio mensual de S/. 450 en tanto los gastos operativos ascienden a un promedio mensual de S/. 380 (que incluye la propina que se le paga al operador que es de S/. 40 mensuales en cada uno de los 2 sistemas) obteniéndose un superávit promedio mensual de S/. 70. La morosidad ha disminuido a 20% mensual, existiendo conciencia por parte de la población sobre la importancia de estar al día en sus pagos. Es importante mencionar que la Municipalidad no interviene en los gastos de mantenimiento y/o rehabilitación del sistema de agua y saneamiento, sólo realiza algunas inversiones en cuanto a ampliaciones de redes.
- Existe el corte del servicio, pero hay flexibilidad dependiendo del problema del usuario, a ser tratado caso por caso por los dirigentes de los Comités Vecinales.

Paso 2.1.7: Intentos anteriores de solución

En caso que hubiera habido algún intento anterior de solución, es necesario indicar que acciones se tomaron, el grado de éxito o fracaso que se alcanzó, así como las causas que lo originaron y si esto no ocurrió es necesario indicar el por qué.

TAREA 2.2: Definición del problema y sus causas

En esta tarea se define el problema central de acuerdo a la información del diagnóstico elaborado en la Tarea 2.1, determinándose las causas y efectos que ocasiona esta situación negativa, los cuales servirán de base para identificar las alternativas de solución.

Paso 2.2.1: Definir el problema central

En base a la información del diagnóstico, se identifica el problema central, utilizando una relación de tipo causa-efecto, la cual debe visualizarse en un diagrama o árbol de problemas, en donde se determinan las relaciones de causalidad y sus interrelaciones. Se debe formular el problema central, de modo que sea lo suficientemente concreto para poder facilitar la búsqueda de soluciones, pero también lo suficientemente amplio que permita contar con diversas alternativas de solución.

El problema central es único y está sustentado con información del diagnóstico y no debe expresarse como la negación de una solución o falta de algo. En vez de ello, el problema debe plantearse de tal forma que permita encontrar diferentes posibilidades de solución.

Un método adecuado es escribir el problema central, principal, o focal en una tarjeta. Si no hay acuerdo respecto de cuál es el problema central, se debe seguir discutiendo eligiendo la mejor proposición hasta lograr el consenso.

Ejemplo: Casos mal formulados, los cuales conducen hacia una única solución:

- «No existe un sistema de agua potable».
- «Baja cobertura de conexiones de alcantarillado convencional».

Ejemplo: Casos correctamente formulado que permite una amplia gama de posibilidades de solución:

- «Incremento de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas».
- «Deficiente prestación del servicio de agua potable y saneamiento».

Paso 2.2.2: Identificar las causas del problema principal

Para determinar las principales causas y consecuencias del problema central, es recomendable hacer una lista de aquello que se considera que esté causando el problema central, la cual debe ser depurada seleccionando aquellas que sean más importantes.

Ejemplo: Del problema central identificado anteriormente, se puede presentar un listado de las posibles causas del mismo.

- Consumo de agua de mala calidad.
- Inadecuada captación y desinfección del agua.
- Limitada capacidad de las fuentes de abastecimiento.
- Captación de aguas superficiales contaminadas.
- No se da el tratamiento ni desinfecta al agua.
- Baja cobertura del servicio de agua potable.

- Inadecuada disposición de excretas y aguas residuales.
- Baja cobertura de alcantarillado.
- Ausencia de tratamiento de aguas residuales.
- Inadecuados hábitos y prácticas de higiene.
- Bajos niveles de educación sanitaria.
- Inadecuada gestión de los servicios.
- Deficiente gestión técnica y administrativa.

Paso 2.2.3: Seleccionar y justificar las causas relevantes

Del listado de posibles causas del problema central, es necesario realizar una selección de las causas principales, para lo cual se requiere tener los argumentos para su clasificación, los que deben estar sustentados en base al diagnóstico, la experiencia de los técnicos y la revisión de las fuentes bibliográficas.

En este sentido se pueden eliminar las causas cuando:

- a. No están sustentadas en el diagnóstico.
- b. No se pueden modificar con el proyecto.
- c. Está repetida o incluida en otra causa.
- d. Cuando es un efecto del problema en vez de una causa.
- e. No afecta al problema central o lo hace muy indirectamente.
- f. No afecta a la población objetivo.

Ejemplo: Selección de las causas más relevantes, eliminando algunas causas que se relacionan entre sí en una sola:

- Inadecuada captación y no se hace la desinfección del agua.
- Limitada capacidad de las fuentes de abastecimiento.
- Captación de aguas superficiales contaminadas.
- No se da el tratamiento ni desinfecta al agua.

"Inadecuada
captación y
desinfección del
agua"

Paso 2.2.4: Agrupar y jerarquizar las causas

Es necesario agrupar las causas de acuerdo a su relación con el problema central, las cuales afectan en forma directa o indirecta, las que podemos identificar preguntando ¿por qué ocurre el problema central o la causa directa?.

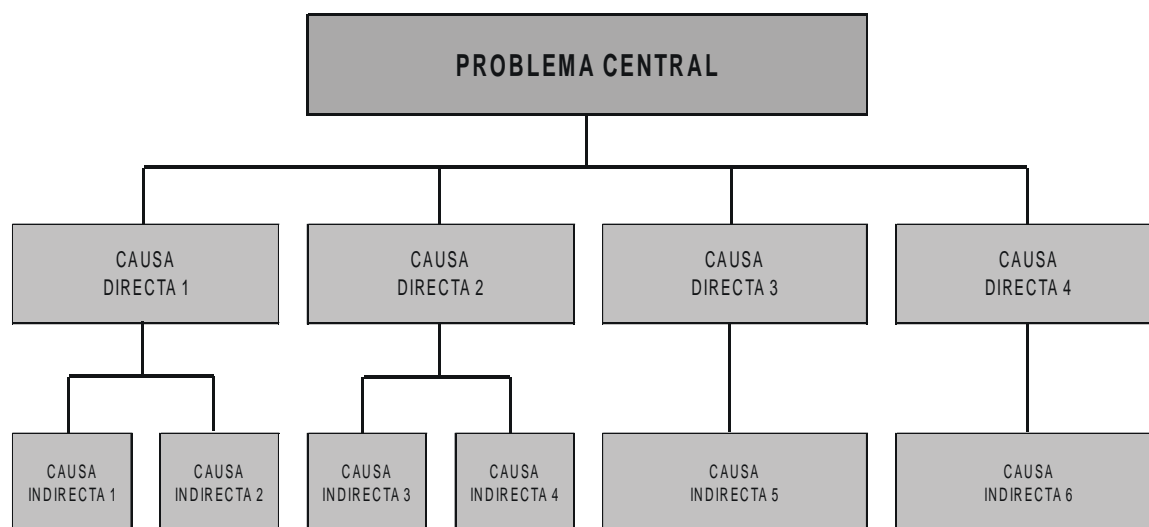
Ejemplo: Luego de seleccionar y justificar las causas, se determinan las causas directas e indirectas.

Causas Directas: Ver en el Árbol 2.1.

Causas Indirectas: Ver en el Árbol 2.1.

Paso 2.2.5: Construcción del árbol de causas

La construcción del árbol de causas, se realiza ordenando estas últimas, de acuerdo con su vinculación al problema central. En la parte central del árbol se coloca el problema central, debajo de ella, trazando líneas con flechas, se colocan las causas directas y unidas a éstas también por medio de líneas las causas indirectas si existieran.



Paso 2.2.6: Identificar los efectos del problema principal

Con la finalidad de identificar los efectos que produce la existencia del problema central y del efecto final que ocurrirá a largo plazo si no se soluciona el problema, se debe hacer un listado de los efectos del problema central o preguntarse ¿si no se soluciona el problema central qué consecuencias tendría?.

Ejemplo: En el ejemplo que se presenta, se pueden identificar los siguientes efectos:

- Incremento de los índices de morbilidad.
- Incremento de la mortalidad infantil.
- Aumento de la desnutrición.
- Incremento de la desnutrición infantil.
- Contaminación ambiental.
- Incremento de los gastos de atención en salud de la población.
- Deterioro de la calidad de vida de la población.

Paso 2.2.7: Seleccionar y justificar los efectos relevantes

Del listado de posibles efectos del problema central, se debe realizar la selección de los efectos principales, para lo cual, es necesario tener los argumentos para su clasificación, los cuales deben estar sustentados en base al diagnóstico, la experiencia de los técnicos y la revisión de las fuentes bibliográficas.

En este sentido se pueden eliminar los efectos cuando:

- No están sustentados en el diagnóstico.
- No se pueden modificar con el proyecto.
- Está repetida o incluida en otro efecto.
- Cuando es una causa del problema antes que un efecto.

Ejemplo: Selección de los efectos más relevantes, eliminándose algunos efectos que se relacionan entre sí en uno solo, como por ejemplo:

- Aumento de la desnutrición.
 - Incremento de la desnutrición infantil.
- "Incremento de la desnutrición"

Paso 2.2.8: Agrupar y jerarquizar los efectos

Es necesario agrupar los efectos, de acuerdo a su relación con el problema central, los cuales afectan en forma directa o indirecta.

Ejemplo: Luego de seleccionar y justificar los efectos, se determinan los efectos directos e indirectos.

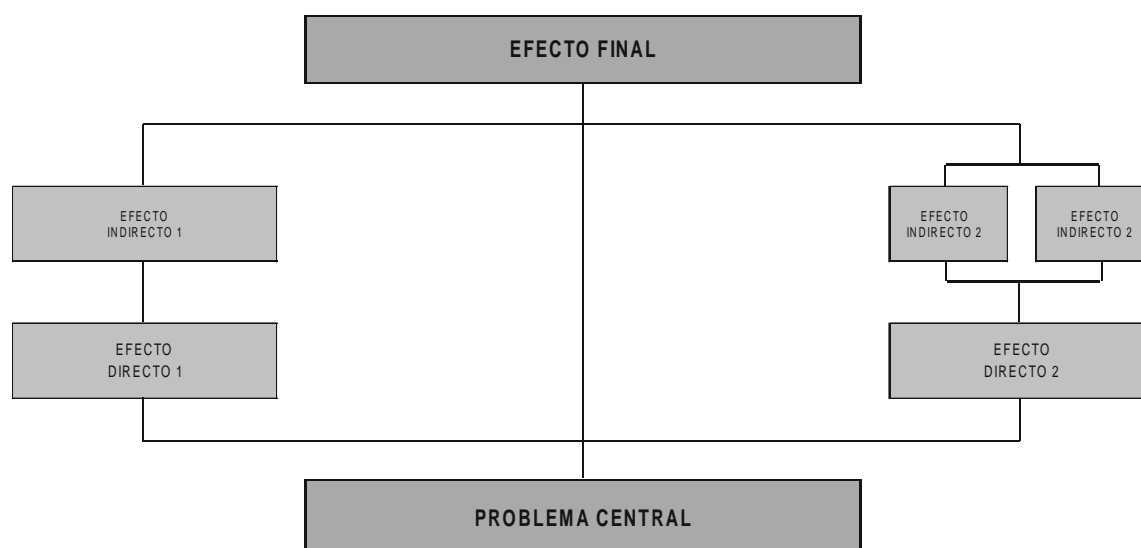
Efectos Directos: Ver en el Árbol 2.1.

Efectos Indirectos: Ver en el Árbol 2.1.

Efecto Final: Ver en el Árbol 2.1.

Paso 2.2.9: Construcción del árbol de efectos

La construcción del árbol de efectos, se realiza ordenando estos últimos de acuerdo con su vinculación al problema central. En la parte central del árbol se coloca el problema central, arriba de ella, trazando líneas con flechas, se colocan los efectos directos y unidos a este último también por medio de líneas, los efectos indirectos si existieran, para terminar definiendo el efecto principal del problema central.



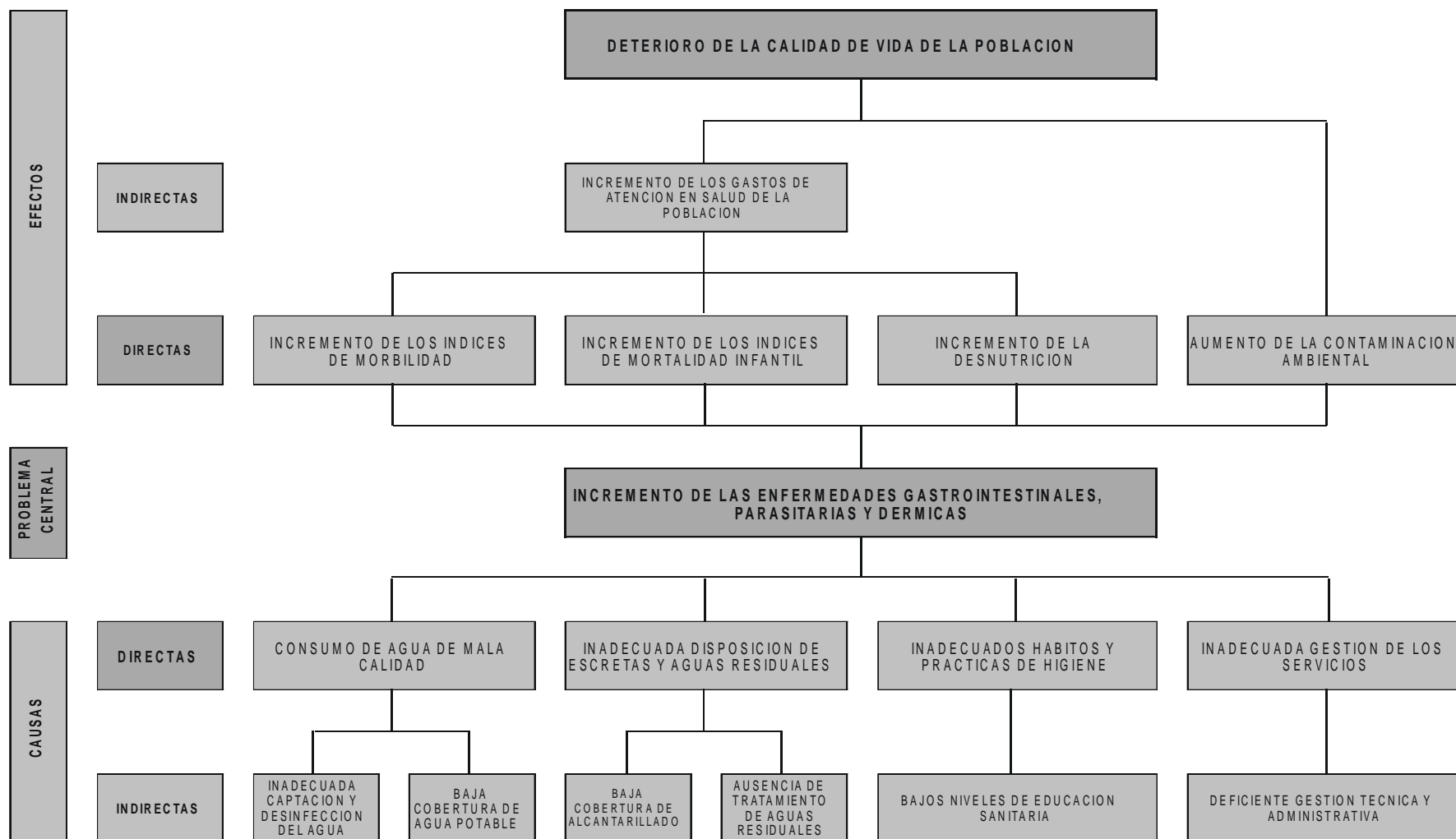
Pasó 2.2.10: Presentar el árbol de causas-efectos

El árbol de causas y efectos es la unión de los dos árboles construidos en los pasos anteriores.

Ejemplo: En el Árbol 2.1, se presenta las causas y efectos para el ejemplo que se analiza.

Árbol 2.1

ARBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



TAREA 2.3: Objetivo del proyecto

En esta tarea, se realiza un análisis del objetivo del proyecto, que consiste en describir una situación que podría existir después de solucionar el problema central, identificando las relaciones de medios-fines, las cuales se visualizan en un diagrama.

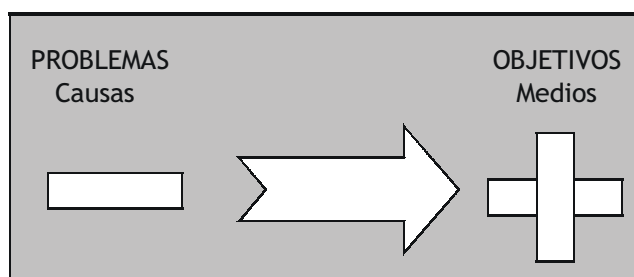
Paso 2.3.1: Definir el objetivo central

El objetivo central o propósito del proyecto, es el estado deseado que se espera alcanzar en un horizonte temporal establecido, el cual supone la superación negativa del problema. El objetivo central debe ser único, realizable y medible y está asociado con la solución del problema central. En términos prácticos, se establece convirtiendo en positivo la situación del problema central del árbol de causas y efectos.

Ejemplo: Para el presente ejemplo, el objetivo central del proyecto esta relacionado a la «disminución de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas».

Paso 2.3.2: Determinación de los medios o herramientas para alcanzar el objetivo central, y elaboración del árbol de medios.

Los medios enfrentan las causas del problema y permiten alcanzar el objetivo, los cuales se obtienen reemplazando cada una de las condiciones negativas del árbol de problemas (causas) por condiciones positivas (medios), que contribuyan a solucionarlo. Los medios tienen que ser deseables y realizables en la práctica.



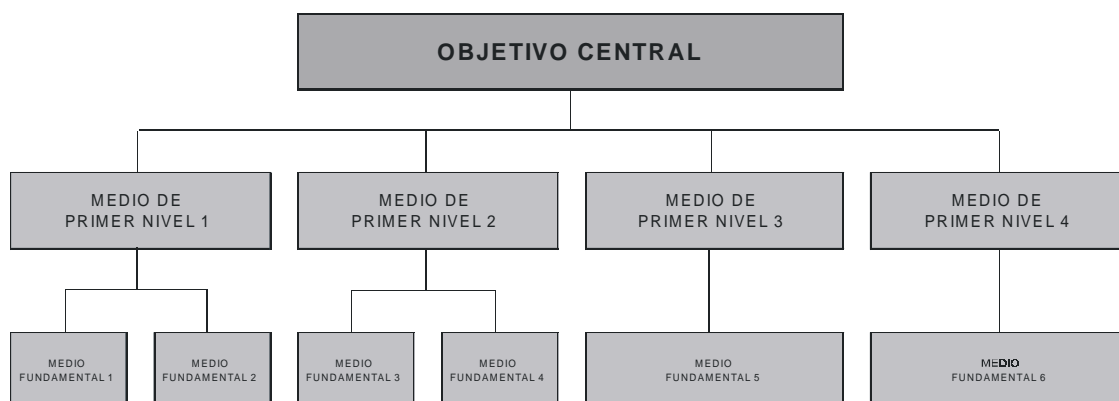
Los medios fundamentales, ubicados en la última fila del árbol de medios-fines, están relacionados a las causas indirectas, y a partir de ellos se establecen las acciones para solucionar el problema.

Ejemplo: En el ejemplo que se desarrolla, los medios de primer nivel para solucionar el problema central son los siguientes:

- Consumo de agua de buena calidad.
- Adecuada disposición de excretas y aguas residuales.
- Adecuados hábitos y prácticas de higiene.
- Adecuada gestión de los servicios.

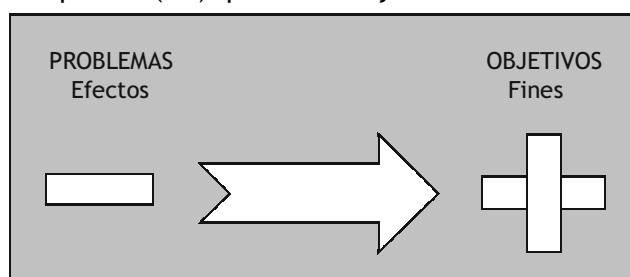
En el ejemplo los medios fundamentales son los siguientes:

- Adecuada captación y desinfección del agua.
- Suficiente capacidad de las fuentes de abastecimiento.
- Aumento de la cobertura del servicio de agua potable.
- Incremento de la cobertura de alcantarillado.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Mejora de los niveles de educación sanitaria.
- Mejora gestión técnica y administrativa.



Paso 2.3.3: Determinación de las consecuencias positivas que se generan cuando se alcance el objetivo central, y elaboración del árbol de fines.

Los fines del objetivo central, son las consecuencias positivas para la población beneficiada al alcanzarse el objetivo del proyecto. Se obtienen reemplazando cada uno de los efectos que lo ocasionan, por un hecho opuesto (fin) que contribuya a solucionarlo.



Los medios fundamentales, ubicados en la última fila del árbol de medios-fines, están relacionados a las causas indirectas. A partir de ellos, se establecen las acciones para solucionar el problema.

Ejemplo: Para el ejemplo se pueden identificar los siguientes fines:

Fines directos: Ver Árbol 2.2.

Fin indirecto: Ver Árbol 2.2.

Fin último: Ver Árbol 2.2.

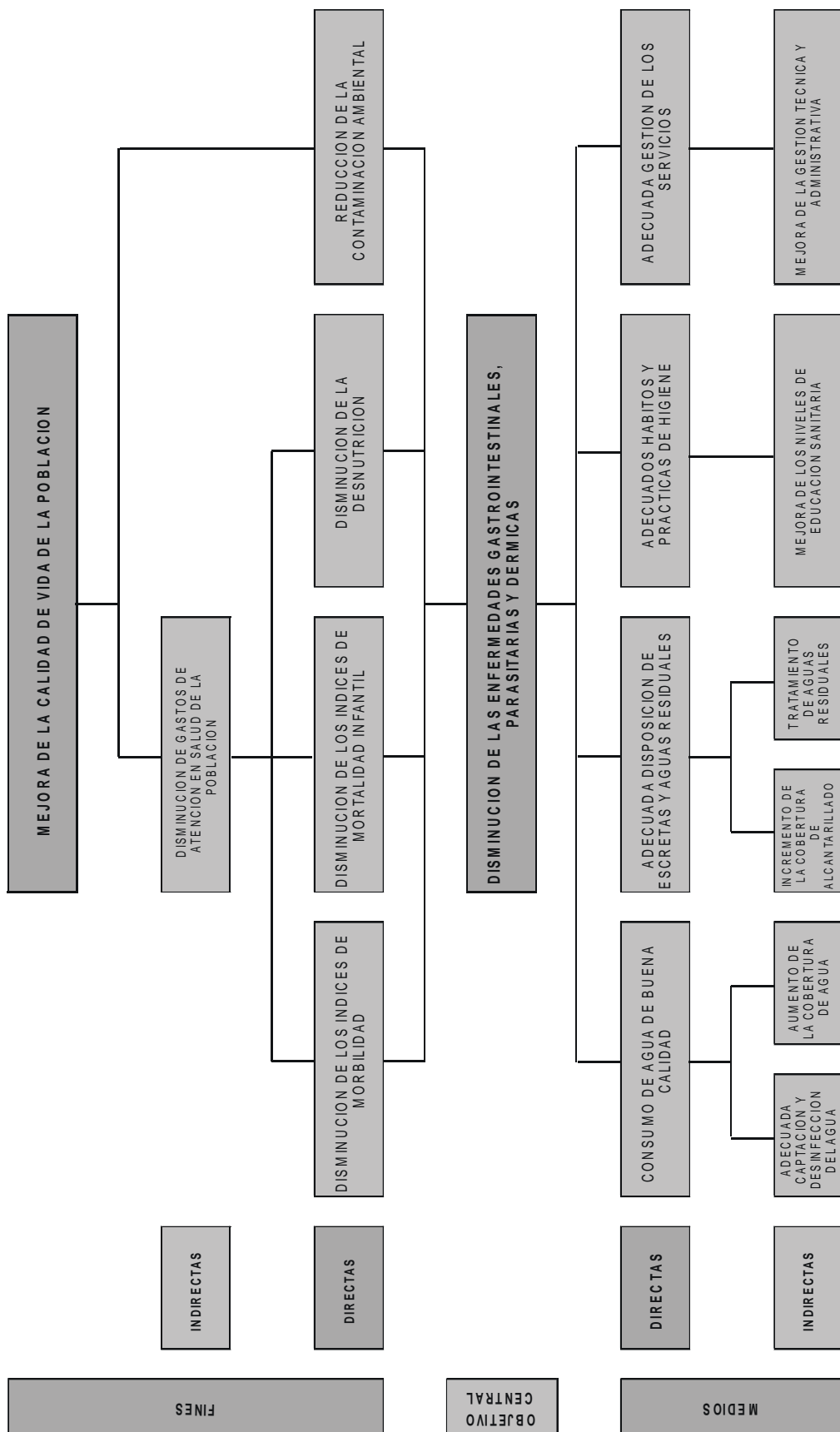


Paso 2.3.4: Presentar el árbol de objetivos ó árbol de medios-fines

El árbol de medios y fines es la unión de los dos árboles construidos en los acápites anteriores. En el Apéndice 2-4 se presenta modelos de Árboles.

Ejemplo: En el Árbol 2.2 se detalla los medios y fines del proyecto.

Árbol 2.2
ARBOL DE MEDIOS Y FINES



TAREA 2.4: Alternativas de solución

En esta tarea se plantean las alternativas técnicamente viables para solucionar el problema, en base a los medios fundamentales definidos en el árbol de objetivos.

Paso 2.4.1: Clasificar los medios fundamentales como imprescindibles

Es imprescindible, cuando constituye el eje de solución del problema central y es necesario que se lleve a cabo por lo menos una acción destinada a alcanzarlo.

Ejemplos: En el ejemplo presentado, todos los medios fundamentales que se describen son imprescindibles.

- Medio Fundamental 1: Adecuada captación y desinfección del agua.
- Medio Fundamental 2: Aumento de la cobertura de agua potable.
- Medio Fundamental 3: Tratamiento de aguas residuales.
- Medio Fundamental 4: Incremento de la cobertura de alcantarillado.
- Medio Fundamental 5: Mejora de los niveles de educación sanitaria.
- Medio Fundamental 6: Mejora de la gestión de los servicios.

Paso 2.4.2: Relacionar los medios fundamentales

Según su relación, los medios fundamentales son:

- a. Complementarios, cuando deben llevarse a cabo conjuntamente.
- b. Independientes cuando no tienen relación de complementariedad ni de exclusión mutua.

Ejemplos:

- Los medios fundamentales 1, 2, 5 y 6 son complementarios.
- Los medios fundamentales 3, 4, 5 y 6 son complementarios.

Paso 2.4.3: Planteamiento de acciones

Luego se procede a plantear las acciones para alcanzar cada uno de ellos, las cuales tienen que ser posibles de realizar y deben ser factibles de llevarse a cabo con las capacidades físicas, técnicas y operativas disponibles. Asimismo, deben mostrar relación con el objetivo central y estar dentro de los límites de acción de la institución ejecutora.

Ejemplo: En el ejemplo, el planteamiento de las acciones para cada Medio Fundamental es como sigue:

- Medio Fundamental 1: Adecuada captación y desinfección del agua.
 - ❖ **Acción 1.1:** Captación de Manantial Muyo Chico N° 2, considera una fuente alterna a la actual.
 - ❖ **Acción 1.2:** Ampliación y Mejoramiento de la captación de la Quebrada Chorropaccha, (río Llamacocha) y la potabilización del agua.
- Medio Fundamental 2: Aumento de la cobertura de agua potable.
 - ❖ **Acción 2.1:** Mejoramiento de redes y conexiones de agua.
 - ❖ **Acción 2.2:** Ampliación de redes y conexiones de agua.
- Medio Fundamental 3: Tratamiento de aguas residuales.
 - ❖ **Acción 3.1:** Ampliación y mejoramiento de tratamiento de aguas servidas con sedimentación y filtros intermitentes de arena.
 - ❖ **Acción 3.2:** Ampliación y mejoramiento de tratamiento de aguas servidas con tanques de oxidación.

- Medio Fundamental 4: Incremento de la cobertura de alcantarillado.
 - ❖ **Acción 4.1:** Mejoramiento de colectores, conexiones y emisor de alcantarillado.
 - ❖ **Acción 4.2:** Ampliación de colectores, conexiones y emisor de alcantarillado.
- Medio Fundamental 5: Mejora de los niveles de educación sanitaria.
 - ❖ **Acción 5.1:** Campaña de capacitación dirigida a la población sobre el valor del agua.
 - ❖ **Acción 5.2:** Implementación de un Programa de Educación Sanitaria sobre adecuadas prácticas de higiene.
- Medio Fundamental 6: Mejora de la gestión de los servicios.
 - ❖ **Acción 6.1:** Integración de la gestión de los servicios.
 - ❖ **Acción 6.2:** Implementación de un programa de mejoramiento de la gestión administrativa, comercial y operacional de los servicios.

Paso 2.4.4: Relacionar las acciones

A continuación se deben determinar las relaciones entre las acciones que pueden ser:

- Mutuamente excluyentes, cuando sólo se puede elegir una de ellas.
- Complementarias, cuando deben llevarse a cabo conjuntamente.
- Independientes, cuando no tienen relación de complementariedad ni de exclusión mutua.

Ejemplo: Para el ejemplo, las acciones de cada medio fundamental se relacionan de la siguiente forma:

- Las acciones 1.1 y 1.2 son mutuamente excluyentes.
- Las acciones 1.1, 2.1 y 2.2 son complementarias.
- Las acciones 1.2, 2.1 y 2.2 son complementarias.
- Las acciones 3.1 y 3.2 son mutuamente excluyentes.
- Las acciones 3.1, 4.1 y 4.2 son complementarias.
- Las acciones 3.2, 4.1 y 4.2 son complementarias.

Paso 2.4.5: Definir y describir los proyectos alternativos a considerar

Las diversas agrupaciones que se establezcan a partir de la combinación de las acciones, permiten establecer las alternativas de solución orientadas a alcanzar el objetivo central, las que tendrán las siguientes consideraciones:

- Opciones tecnológicas, que sean comparables entre sí, es decir que tengan los mismos beneficios, además de usar materiales apropiados para la zona y que sean fácil operación y mantenimiento.
- La localización de la infraestructura, no deben ubicarse en zonas vulnerables, debiendo considerar que existan áreas disponibles de terrenos para ejecutar las obras con el saneamiento físico-legal correspondiente.
- Sociocultural, que no generen conflictos de intereses y que tomen en cuenta los hábitos y costumbres de la población.
- Ambiental, que no produzcan impactos ambientales negativos.

Una vez definidas las alternativas, se debe presentar una descripción de las especificaciones técnicas de cada una de ellas, diseñando un esquema del sistema.

En el Diagrama N° 2-1 que se presenta a continuación, se muestran las relaciones entre los medios fundamentales así como las acciones a realizarse para el cumplimiento de los objetivos, a partir de las cuales se determinan las alternativas para cada caso.

Ejemplo: En el ejemplo que se desarrolla, se determina por separado las alternativas de solución técnica para el:

- Servicio de agua potable del proyecto,
- Servicio de saneamiento del proyecto.

Alternativas técnicas del servicio de agua potable del proyecto:

Alternativa N° 1: Captación del manantial Muyo Chico N° 2, que constituye una fuente alterna a los manantiales actualmente utilizadas por el sistema, los cuales presentan bajo rendimiento, baja calidad del agua, y riesgos de contaminación por agentes externos.

Esta alternativa contempla construir la captación del manantial Muyo Chico N° 2, instalar la línea de conducción, rehabilitar y ampliar en 35 m³ el reservorio existente, instalar líneas de aducción, así como mejorar y ampliar las redes y conexiones domiciliarias.

Alternativa N° 2: Ampliación y mejoramiento de la captación existente de la quebrada Chorropaccha.

Esta alternativa plantea ampliar y mejorar la captación de la quebrada Chorropaccha, modificar la línea de conducción existente, construir la planta de tratamiento de agua potable, rehabilitar y ampliar en 35 m³ el reservorio existente, instalar líneas de aducción, así como mejorar y ampliar redes y conexiones domiciliarias.

Alternativas técnicas del servicio de saneamiento del proyecto:

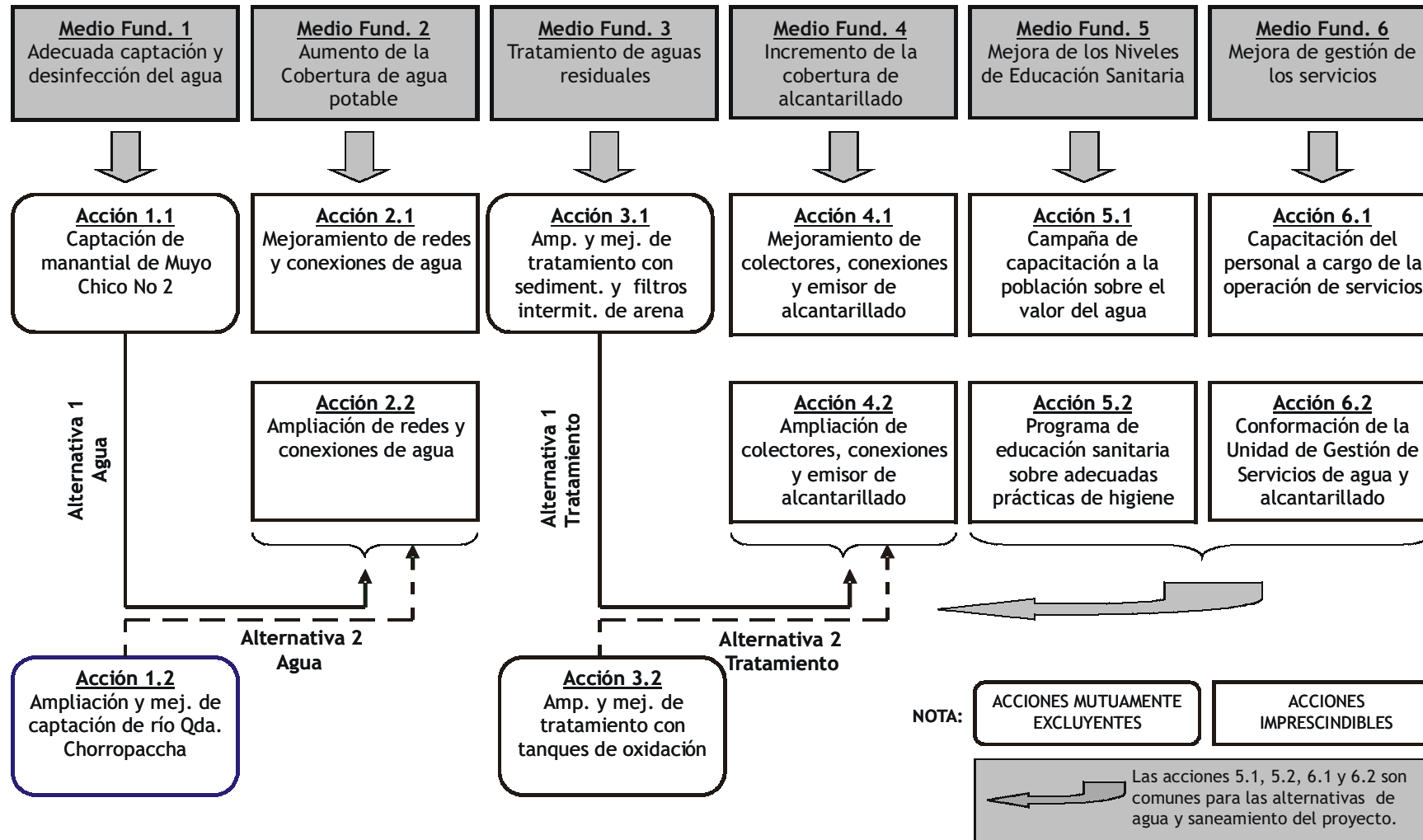
Alternativa N° 1: Esta alternativa contempla ampliar los colectores, conexiones domiciliarias y el emisor, así como mejorar y ampliar la planta de tratamiento de aguas servidas, con sedimentación y filtros intermitentes de arena.

Alternativa N° 2: Esta alternativa contempla ampliar los colectores, conexiones domiciliarias y el emisor, así como mejorar y ampliar la planta de tratamiento de aguas servidas, con tanques de oxidación.

Posteriormente, en el ejemplo de la Tarea 3.5, se realiza una descripción de las alternativas técnicas, luego de analizar la demanda y oferta de los servicios de agua potable y saneamiento.



DIAGRAMA N° 2-1
ANÁLISIS DE LOS MEDIOS FUNDAMENTALES



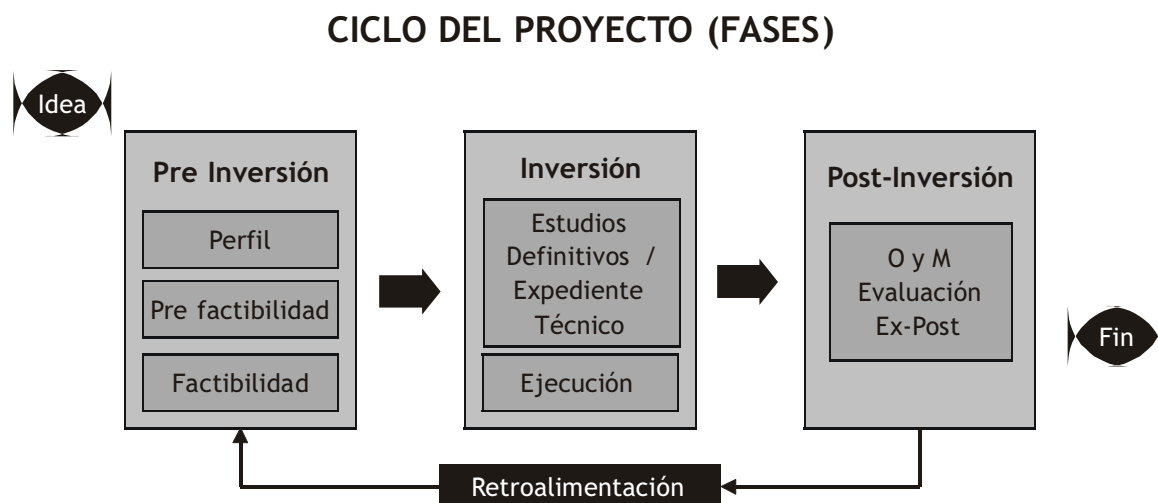
MODULO III:

Formulación

En este modulo se recoge, se organiza y se procesa toda la información relacionada con cada uno de los proyectos alternativos identificados en el modulo anterior. Esta información será el punto de partida para evaluar los proyectos y seleccionar la mejor.

TAREA 3.1: El ciclo del proyecto y su horizonte de evaluación

Un proyecto comienza en el momento en que se identifica el problema o necesidad por solucionar o satisfacer, y termina en el momento en que se logra solucionar o satisfacer dicha necesidad, alcanzando así los objetivos esperados por el proyecto. Las diferentes etapas por las que debe pasar el proyecto desde el mismo momento en el que se identifica el problema o necesidad, hasta que se logran sus objetivos, es lo que se llama el ciclo del proyecto. El ciclo de los proyectos de inversión pública incluye tres fases ^{8/} preinversión, inversión y post inversión.



El ciclo del proyecto de inversión involucra las siguientes fases :

Preinversión, corresponde a los estudios necesarios para identificar un problema, formular el proyecto y evaluar la iniciativa con el objetivo de determinar si es conveniente ejecutarla o no.

Inversión, donde se elaboran el estudio definitivo y el expediente técnico del proyecto y posteriormente se procede a la ejecución de la obra física (por ejemplo la ampliación de redes de agua o un programa de instalación de letrinas sanitarias).

Post Inversión Involucra la puesta en marcha la obra terminada, su puesta en operación. En este estado se comenzarán a generar los beneficios previstos en la preinversión. Incluye la evaluación ex-post.

Paso 3.1.1: La fase de preinversión y su duración

La selección de la alternativa seleccionada para el proyecto y la decisión sobre la conveniencia de ejecutarla, requiere seguir una serie de etapas. El grado de complejidad que alcanzan los estudios dentro de la pre-inversión es diferente en cada etapa. Se distinguen las siguientes etapas: (i) estudio a nivel de perfil, (ii) estudio de prefactibilidad, (iii) estudio de factibilidad.

^{8/} Ver la Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, aprobada por Resolución Directoral N° 002-2007-EF/68.01.

Cada una de dichas etapas puede tener como resultado decisiones tales como: pasar a una etapa sucesiva, paralización temporal del estudio en la etapa alcanzada o dar por terminados los estudios ya que en ese punto se logró el nivel de detalle suficiente para tomar la decisión de ejecutar el proyecto o abandonarlo definitivamente. A través de estas etapas, se va precisando el problema a solucionar, los bienes o servicios que serán otorgados, las alternativas técnicas más convenientes y sus respectivos costos y beneficios. Por lo tanto, constituyen un proceso gradual de logro de certidumbre, donde la complejidad de los proyectos va a exigir destinar mayores recursos y tiempo por el nivel de detalle y profundidad de los estudios. La unidad de tiempo en la que se planifica esta fase es generalmente de meses. La elaboración de un perfil puede demandar de 1-2 meses, de un estudio de prefactibilidad entre 3-4 meses y de un estudio de factibilidad entre 4-6 meses.

Paso 3.1.2: La fase de inversión, sus etapas y su duración

En esta fase se puede distinguir las etapas de: diseño y ejecución del proyecto.

a. Diseño y expediente técnico del proyecto.

En esta etapa, para la alternativa elegida en la etapa de preinversión, se elabora el estudio de ingeniería de detalle del proyecto, incorporando todos los estudios básicos, tales como: análisis hidrológico, mecánica de suelos y topografía. Se incluye un presupuesto detallado de las obras proyectadas, los planos generales y de detalle, las especificaciones técnicas generales y específicas de construcción, el programa de conservación y reposición de equipos y maquinarias, y los requerimientos de personal para la operación de las obras.

b. Ejecución

Corresponde a la etapa donde se realiza el desarrollo de la obra física y la implementación de las actividades programadas, tales como educación sanitaria, capacitación a personal de la entidad operadora de los servicios, etc. La unidad de tiempo en la que se planifica esta etapa es generalmente en meses o trimestres.

Paso 3.1.3: La fase de post inversión y sus etapas

Esta fase corresponde a la puesta en marcha de los proyectos de infraestructura. En él, se comienzan a concretar los beneficios estimados en la preinversión. En algunos casos, se distingue dentro de la etapa de operación un estado de puesta en marcha del proyecto, comprende la evaluación ex-post. La unidad de tiempo en la que se planifica esta fase es generalmente años.

Paso 3.1.4: El horizonte de evaluación

a. Horizonte de planeamiento o de estudio

Período a lo largo del cual deben realizarse las proyecciones de la oferta y la demanda. El horizonte de planeamiento está determinado por la suma de las duraciones de la fase de inversión y post inversión.

b. Horizonte de evaluación

Periodo durante el cual el proyecto es capaz de generar beneficios por encima de sus costos esperados. Corresponde al periodo de vida útil de los principales activos del proyecto, contados a partir del primer año de operación del mismo. Para un proyecto típico de saneamiento se ha convenido que el periodo de evaluación sea de 20 años.

Paso 3.1.5: Organizar las fases y etapas de cada proyecto alternativo.

La fase de inversión involucra:

- a. El proceso de concurso público del expediente técnico y su contratación.
- b. La elaboración del expediente técnico.
- c. El proceso de licitación de las obras y su contratación.
- d. Ejecución de las obras.

La duración de esta fase depende de la complejidad del proyecto, se planifica en meses y su duración en el caso de un proyecto de poca o mediana envergadura puede demorar entre 6 y 12 meses. La etapa de operación y mantenimiento en un proyecto típico de agua y saneamiento se estima en 20 años.

Paso 3.1.6: Aspectos adicionales a considerar en la preinversión en los proyectos de agua potable y saneamiento

En lo que se refiere al estado de preinversión, el nivel de complejidad que alcanzan los estudios depende del tipo de proyecto y su costo, sin embargo en proyectos de pequeña envergadura, tal como la extensión de redes de agua potable y/o de alcantarillado a sectores de la ciudad, el nivel aceptable para decidir el paso a la etapa de inversión puede ser el disponer de un estudio a nivel de perfil.

En proyectos de menor envergadura, ejecutado por terceros, tal como una ampliación de la red, será necesario contar oportunamente con la factibilidad técnica otorgada por la empresa que administra el servicio de agua potable y alcantarillado que indique que en el sistema integral existe capacidad para entregar agua al nuevo sector habitacional o recepcionar y conducir las aguas residuales generadas en el mismo.

En general, los proyectos de agua potable y alcantarillado requieren estudios específicos para llegar a decidir la conveniencia de ejecutarlo, como para estimar el tamaño y el momento óptimo de implementarlos. De igual manera es conveniente aportar estudios fundamentados para implementar programas de optimización de los sistemas tales como: detección de fugas, aumento de la cobertura de macromedición, reposición de micromedidores, etc.

TAREA 3.2: Análisis de la demanda del servicio de agua potable

Los proyectos de agua potable tienen por objeto abastecer de agua en calidad y cantidad suficiente al consumo, tanto doméstico como para otros usos (comerciales, industriales, otros). Considerando que no existirán restricciones en el servicio, la producción del sistema de agua debe cubrir la demanda máxima diaria.

Por lo tanto uno de los aspectos de mayor incidencia en el dimensionamiento de este sistema, es la acertada estimación del consumo individual por agua, cuyas variables más relevantes son el precio (carga variable de la tarifa) y los ingresos de las personas (consumidores). A la demanda de agua por persona por día, se le denomina dotación de consumo y se expresa en litros/habitante/día. La demanda de producción de agua debe incluir las denominadas pérdidas físicas de agua en los diferentes componentes del sistema. Estas pérdidas pueden corresponder a fugas de agua por mala operación del sistema (rebose en los reservorios, redes defectuosas, etc).

El proyecto debe tener un tamaño, dado por la demanda estimada hacia el final del período de diseño de las obras que se adopte. Con información sobre la población que se debe atender año a año, el consumo promedio por persona/familia y el porcentaje de pérdidas físicas del sistema, es posible estimar la demanda de producción de agua potable, en l/s, m³/s, m³/año.

La proyección de la demanda de agua potable se efectúa en unidades de caudal (l/s) y de volumen (m³) para el caso de reservorios.

En el caso de estar analizando una población con áreas de abastecimiento independientes (por ejemplo dos sectores que se abastecen de diferentes reservorios), conviene que el análisis de la demanda se efectúe para cada área por separado.

De otro lado, se debe determinar la capacidad de diseño del sistema actual de agua potable, a nivel de cada componente del mismo, es decir, captación, conducción, regulación y distribución. Esta capacidad corresponde a la oferta del sistema. Si no existe sistema de agua potable, la oferta es nula. La demanda estimada debe confrontarse con la capacidad (*capacidad de diseño*) que presentan los componentes del sistema existente, con lo cual se obtiene un balance oferta-demanda, que señala diariamente o anualmente si existe o no déficit.

Paso 3.2.1: Criterios para la estimación de los consumos, con y sin micromedición.

3.2.1.1 Doméstico

La variable de mayor importancia en este análisis, lo constituye el consumo per cápita [litros/habitante/día] o por familia [litros/familia/mes]. La demanda de agua en su formulación más simple, puede expresarse como:

$$Q = f(P, Y)$$

donde:

- Q : es la cantidad consumida (m³/mes) por persona o familia
- P : es el precio del agua (S/./m³)
- Y : es el ingreso familiar o per cápita (S/./mes)

El consumo unitario actual y proyectado se puede determinar adoptando algunos de los siguientes criterios:

- Utilizando la curva de demanda obtenida con información de los consumos individuales de las familias ante distintas opciones de precio. Estas opciones provienen de considerar, tanto consumidores del sistema público de agua potable, como consumidores de fuentes alternativas.
- Adoptando dotaciones de consumo de sectores bien abastecidos dentro de la zona del proyecto, en la cual se disponga de medición domiciliaria del consumo de las familias.
- Adoptando dotaciones de consumo de otras localidades de características similares y que enfrenten iguales precios del agua. En el Apendice N° 3-1 se presentan consumos promedios, determinados en estudios de demanda de proyectos elaborados, tal como los estudios de factibilidad de los planes de expansión del ex PRONAP para pequeñas localidades.
- Puede determinarse dotaciones de consumo de los diferentes usuarios, a través de la medición de medidores testigos.
- Para los usuarios domésticos, si no es posible determinar el consumo a través de las recomendaciones planteadas en los acapites anteriores, previa sustentación, se puede utilizar la dotación recomendada por el Reglamento Nacional de Construcciones de 120 a 160 l/persona/día, quitándole las pérdidas.
- Para los consumos promedios de los usuarios comerciales, industrial, estatal y social, puede hacerse el respectivo cálculo, utilizando medidores testigos, y debe presentarse la información sustentatoria correspondiente.

3.2.1.2 Comercial

En el caso de la existencia de usuarios de la categoría comercial, debe establecerse el número de conexiones correspondientes, estimando además el consumo promedio por conexión.

3.2.1.3 Otros (Estatual, Industrial)

En el caso de la existencia de usuarios de las categorías estatal e industrial, deben establecerse los respectivos números de conexiones, estimando además el consumo promedio por conexión de cada uno de ellos.

Paso 3.2.2: Variables para la determinación de la demanda de agua potable proyectada

3.2.2.1 Población actual

Se establece a partir de información estadística disponible. La principal fuente de información son los censos de población y las proyecciones realizadas por el INEI.

Si la estadística de población no es actual, es necesario proyectar la población del último censo, con una tasa de crecimiento inter censal, hasta el periodo actual.

- N° de años entre el último censo y el presente año = n
- Tasa de crecimiento entre últimos dos censos = tc %
- Población actual = Población último censo x (1 + tc %)ⁿ

3.2.2.2 Tasa de crecimiento de la población

Una vez definida la población actual, se procede a proyectarla con la tasa de crecimiento inter censal estimada en 3.2.2.1 o con la tasa que pueda haber estimado el INEI, para el distrito donde se localiza el proyecto.

Ejemplo: Para la localidad de Conchucos, ubicado en distrito del mismo nombre, Provincia de Pallasca, Departamento de Ancash, se cuenta con la información siguiente:

- a. Según proyecciones realizadas por el INEI, la tasa de crecimiento promedio anual de la población del distrito de Conchucos (Tcp) en el periodo 2000-2004 se estima en 1.3% anual, la cual ha sido estimada de la siguiente manera.

Población del distrito año 2000 = 8,510 (según proyecciones efectuadas por el INEI)
Población del distrito año 2004 = 8,953 (según proyecciones efectuadas por el INEI)

Tasa crecimiento promedio
anual población del distrito =
periodo 2000-2004 (Tcp)

$$\left[\frac{8,953}{8,510} \right] \left[\frac{1}{2004 - 2000} \right] \times 100 = 1.3\%$$

Se asume dicha tasa, para proyectar la población de la localidad de Conchucos, durante los próximos 20 años del horizonte de planeamiento.

- b. Según información del Centro de Salud de la localidad de Conchucos, la población actual (año 0) de la misma asciende a 2,918 hab., y su proyección se estima, aplicando a dicha población, la Tcp (1.3%), de la siguiente manera:

Población año 1 = Población año 0 x (1 + Tcp)¹ = 2,918 x (1 + 0.013)¹ = 2,956
Población año 2 = Población año 0 x (1 + Tcp)² = 2,918 x (1 + 0.013)² = 2,994

.

.

Población año 20 = Población año 0 x (1 + Tcp)²⁰ = 2,918 x (1 + 0.013)²⁰ = 3.777

Los resultados sobre población proyectada de la localidad, durante los próximos 20 años, se muestran en el Cuadro N° 3-3.

3.2.2.3 Densidad por lote (Vivienda)

En tanto la proyección del consumo doméstico de agua potable se realiza a nivel de familia, es necesario establecer el N° promedio de personas por familia, según la siguiente relación:

Densidad por familia= N° de miembros por familia (vivienda) según último Censo y/o resultado de la encuesta socio económica tomada en la localidad

3.2.2.4 Cobertura de agua potable

Corresponde al porcentaje de la población que es atendida con el servicio de agua potable en un año específico. La cobertura de servicio se establece bajo la siguiente relación:

Cobertura de agua potable = $\frac{\text{Población servida con agua potable en el año } n}{\text{Población Total en el año } n}$

La proyección de la cobertura se efectúa considerando:

- La cobertura existente en el año base de análisis.
- Proyección de la cobertura en función del planeamiento de la entidad operadora del servicio.

El total de población atendida año a año resulta de multiplicar la población proyectada por la cobertura proyectada de servicio de agua potable:

Población atendida en el año n = Población proyectada en el año n x cobertura de servicio en el año n

3.2.2.5 Número de conexiones de usuarios domésticos

El número total de conexiones domésticas, resulta de dividir la población atendida entre el número de miembros por familia (densidad por familia).

N° de conexiones = $\frac{\text{Población proyectada año } n}{\text{Densidad por familia.}}$

Debe diferenciarse año a año el número de conexiones con medidor y sin medidor.

3.2.2.6 Micromedición

La micromedición permite el cobro de agua a los usuarios del servicio en forma proporcional a sus consumos, con una tarifa por cada m³ adicional de agua consumida. Por esta razón, ante ausencia de restricciones en el suministro, el consumo por familia con medidor es menor que el consumo de las familias que no cuentan con medidor.

El número de conexiones con medidor, resulta de multiplicar el número total de conexiones por la cobertura de micromedición año a año.

La diferencia entre el N° total de conexiones y el N° de conexiones con medidor, es igual al N° total de conexiones sin medidor.

Los principales requisitos para optar por la instalación masiva de medidores en una localidad, son los siguientes:

- Debe haber garantía de continuidad en el servicio de agua potable.
- Debe existir evidencia que la reducción de los consumos por efecto de la micromedición sea importante.
- La entidad operadora a cargo del servicio, debe tener capacidad para efectuar en forma regular, la lectura de los medidores, emisión de recibos y dar mantenimiento a los medidores.

Ejemplo 1: En la localidad de Conchucos, los usuarios conectados al servicio público de agua potable, no cuentan con medidores de consumo de agua. Durante el horizonte de planeamiento, la entidad prestadora de servicios, no contempla instalar medidores de agua, considerando el reducido número de conexiones de agua proyectadas para la localidad, que no superarían las 1,000 conexiones, al año 20. (Ver Cuadro N° 3-1).

Según el Padrón de Usuarios, se tiene la siguiente información sobre la situación del servicio de agua potable existente, (año 0):

- La población servida asciende a 1,459 hab., lo cual implica que la cobertura del servicio de agua potable es del 50%, estimada de la siguiente manera:

$$\text{Cobertura de agua año 0} = \frac{\text{Pob atendida año 0}}{\text{Población total año 0}} = \frac{1,459}{2,918} = 50\%$$

- La población servida de 1,459 hab., se ha estimado considerando que en la localidad existen 417 conexiones y que según el último Censo de Población y Vivienda (INEI), en el distrito la densidad poblacional es de 3.5 hab/viv.
- El número de conexiones del servicio, según categoría de usuario doméstico, comercial y estatal, es de 417, 15 y 8, respectivamente.
- Las conexiones no cuentan con equipo de medición del consumo de agua.

Ejemplo 2: Con base a la proyección de la cobertura del servicio del servicio de agua potable de la localidad de Conchucos, se ha proyectado la respectiva demanda del servicio de agua potable, para el horizonte de planeamiento del proyecto. Los resultados se detallan en el Cuadro N° 3-1.

3.2.2.7 Número de piletas

El número de piletas, se establece dividiendo la población total a ser atendida en el año inicial, entre el número promedio de personas que serán atendidas por cada pileta. Se considera que cada pileta puede atender alrededor de 75 a 100 personas (equivalente a 15 a 20 familias).

3.2.2.8 Consumo total de agua de los usuarios domésticos

El consumo de agua por familia por mes debe establecerse bajo los criterios señalados en el acápite 3.2.1.1, diferenciando:

- Consumo por familia sin medidor (m³/familia/mes).
- Consumo por familia con medidor (m³/familia/mes).

Los consumos unitarios por familia/mes del estudio de la demanda, deben ser los mismos de los considerados para fines de estimar los beneficios sociales (Ver acápite 3.7 de la Guía) y la evaluación social del proyecto.

Luego se establece el total del consumo sin y con medidor de la siguiente manera:

- Consumo total sin medidor = Consumo por familia sin medidor X N° de conexiones sin medidor.
- Consumo total con medidor = Consumo por familia con medidor X N° de conexiones con medidor.
- Con base a lo anterior se establece el consumo total de agua potable:
Consumo total de agua = Consumo total sin medidor + Consumo total con medidor.

3.2.2.9 Consumo de usuarios no domésticos

a. Consumo comercial

El consumo total anual se establece, multiplicando el consumo promedio por conexión de los usuarios comerciales con medición, por el N° de conexiones comerciales año a año.

La proyección de conexiones comerciales se efectúa con base a las tasas de crecimiento del PBI del Sector Comercio de la Región o Departamento.

b. Consumo estatal

El consumo total anual se establece, multiplicando el consumo promedio por conexión de los usuarios estatales con medición, por el N° de conexiones estatales año a año.

La proyección de las conexiones estatales se efectúa con base a las tasas de crecimiento poblacional de la localidad.

c. Consumo Industrial

El consumo total anual se establece, multiplicando el consumo promedio por conexión de los usuarios industriales con medición, por el N° de conexiones industriales año a año.

La proyección de conexiones industriales se efectúa con base a las tasas de crecimiento del PBI del Sector del Sector Industrial o del PBI de la Región o Departamento. Conviene analizar planes de expansión de industrias intensivas en consumo de agua (gaseosas, cerveza, curtiembres).

d. Consumo total de los usuarios no domésticos

El consumo total anual de los usuarios no domésticos, resulta de la suma de los consumos de los usuarios comerciales, estatales e industriales.

3.2.2.10 Consumo Total de agua potable

Corresponde a la suma del consumo total de los usuarios domésticos y no domésticos (comercial, estatal e industrial) en m³, año a año.

Ejemplo: En el ejemplo que se está desarrollando, el estudio de demanda del servicio de agua potable, ha establecido que el consumo mensual de agua, de los usuarios de la categoría doméstico, comercial y estatal, asciende a 12.6, 14 y 90, m³/mes/conexión, respectivamente.

Con dicha información, y considerando las proyecciones sobre población y N° de viviendas servidas con agua potable, se proyecta el consumo doméstico total de agua potable de la localidad, que se presenta en el Cuadro 3-1.

Cuadro N° 3-1

CONSUMO DE AGUA POTABLE DOMÉSTICO PROYECTADO DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS

Año	Población	Cobertura de Conexiones (%)	Población Servida (hab)	Personas /vivienda	N° Conexiones usuarios domésticos	Consumo unitario usuar. doméstico (m ³ /mes/conex.)	Consumo total usuar. doméstico (m ³ /mes)	Consumo total usuar. doméstico (lt/día)
1	2,956	70.0%	2,069	3.5	591	12.60	7,447	248,220
2	2,994	75.0%	2,246	3.5	642	12.60	8,089	269,640
3	3,033	80.0%	2,426	3.5	693	12.60	8,732	291,060
4	3,072	85.0%	2,611	3.5	746	12.60	9,400	313,320
5	3,112	85.0%	2,645	3.5	756	12.60	9,526	317,520
10	3,320	85.0%	2,822	3.5	806	12.60	10,156	338,520
15	3,541	85.0%	3,010	3.5	860	12.60	10,836	361,200
20	3,777	85.0%	3,210	3.5	917	12.60	11,554	385,140

El detalle de los cálculos para estimar el Consumo de Agua Potable, actual y proyectado, se presenta en el Cuadro N° 3-4.

3.2.2.11 Pérdidas físicas de agua (PF)

Corresponde a pérdidas reales de agua potable, es decir es agua potable producida pero no utilizada. Puede ser resultado de:

- Fugas en las tuberías en mal estado.
- Rebose no controlado en los reservorios.
- Agua utilizada para limpieza de unidades de la planta de tratamiento.
- Las pérdidas se estiman como porcentaje de la producción:

$$PF = (\text{Producción}) \times (\% \text{ de Pérdidas})$$

3.2.2.12 Demanda de producción de agua potable (Qmedio)

La demanda de producción media, es la suma del consumo y las pérdidas físicas del sistema:

$$Q_{\text{medio}} = \text{Consumo Total} + PF \quad (1)$$

Donde:

Q_{medio} = Demanda de producción media

Consumo Total = Consumo total de todos los usuarios

PF = Pérdidas Físicas

Si las pérdidas físicas se expresan como porcentaje de la demanda de producción:

$$PF = Q_{\text{medio}} \times (\% \text{ de PF}) \quad \dots \quad \text{que se reemplaza en (1)}$$

$$Q_{\text{medio}} = \text{Consumo Total} + Q_{\text{medio}} \times \% \text{ PF}$$

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\text{Consumo Total}}{(1 - \% \text{ PF})}$$

Ejemplo: En el ejemplo planteado, el diagnóstico sobre gestión operacional del servicio de agua potable de la localidad, ha estimado en 40% las pérdidas físicas de agua potable, en la situación actual (año 0). Para fines de proyección de la demanda del servicio de agua potable de la localidad de Conchucos, el plan de reducción de pérdidas físicas de la respectiva entidad operadora, contempla disminuirla al 25%, a partir del año 1. En el Cuadro N° 3-2 se presenta las proyecciones del consumo total de agua, pérdidas físicas y la demanda de producción en la localidad.

Cuadro N° 3-2
DEMANDA DE PRODUCCIÓN DE AGUA PROYECTADA DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS

Año	Consumo de Agua Conectados				Total l/s	Pérdidas físicas	Demanda Producción de Agua (l/s)
	l/día						
	Domestico	Comercial	Estatal	Total			
1	248,220	7,000	24,000	279,220	3.43	25%	4.57
2	269,640	7,000	24,000	300,640	3.68	25%	4.90
3	291,060	7,000	24,000	322,060	3.92	25%	5.23
4	313,320	7,000	24,000	344,320	4.18	25%	5.58
5	317,520	7,000	24,000	348,520	4.23	25%	5.64
10	338,520	7,000	24,000	369,520	4.47	25%	5.96
15	361,200	7,000	24,000	392,200	4.74	25%	6.31
20	385,140	7,000	24,000	416,140	5.01	25%	6.68

El detalle de cálculos para estimar la Demanda de Producción de Agua actual y Proyectada de la localidad, se presenta en el Cuadro N° 3-4.

3.2.2.13 Demanda Máxima diaria y Demanda Máxima horaria

Para fines de dimensionamiento de las obras, el volumen de producción obtenido (m³/día) se puede expresar como demanda promedio/segundo o caudal (Qmedio) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\text{Volumen de producción por día}}{86,400}$$

Con el Qmedio se obtienen las demandas máxima diaria y horaria, necesarias para el dimensionamiento de las obras, las cuales se definen en los puntos que siguen.

a. Demanda máxima diaria (Qmáxd)

La demanda es variable en el día y también en los meses del año, esta variación se debe a que la población tiene un comportamiento dependiendo de la estación del año (crece considerablemente el uso del agua en verano). De manera que para el dimensionamiento de las obras de captación, producción y de conducción del agua a las plantas de tratamiento y a los reservorios, las mismas deben tener capacidad para abastecer sin problemas la máxima demanda de los consumidores. La estimación de la demanda máxima diaria (Qmáxd), se obtiene a partir de la demanda de producción media según la siguiente expresión:

$$Q_{\text{máxd}} = Q_{\text{medio anual}} * F1 \text{ [l/seg.]}$$

Donde:

F1 : Es el factor máximo diario. Este factor de acuerdo a las normas técnicas es 1.3.

b. Demanda máxima horaria (Qmáxh)

La demanda tiene un comportamiento variable en el día, es decir en cada hora el sistema tiene requerimiento distintos de los consumidores. Esta variación es absorbida en parte por el reservorio de regulación y por la capacidad de las redes de distribución. Estas últimas se diseñan para atender la demanda máxima horaria (Qmáxh), la cual se determina de la siguiente forma:

$$Q_{\text{máxh}} = Q_{\text{medio anual}} * F2 \text{ [l/seg.]}$$

Donde:

F2 : Es el factor máximo horario. Este factor de acuerdo a las normas técnicas varía entre 1.8 y 2.5.

3.2.2.14 Demanda de almacenamiento

En el ámbito urbano el volumen de almacenamiento (regulación) corresponde al 25 % de la demanda de producción media diaria. En poblaciones mayores a 10,000 habitantes se considera adicionalmente una capacidad de regulación contra incendios de 50 M3.

Ejemplo 1: En el ejemplo planteado, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, el factor máximo diario y factor máximo horario, se estiman en 1.3 y 1.8, respectivamente. Además, el volumen de regulación se estima en 25% respecto de la demanda media. Sobre dicha base y para el horizonte de planeamiento, las proyecciones de la demanda máxima diaria, demanda máxima horaria y demanda de volumen de regulación de agua, de la localidad de Conchucos, se muestran en el Cuadro N° 3-3.

Cuadro N° 3-3
DEMANDA MÁXIMA DIARIA Y HORARIA PROYECTADA

Año	Demanda Máxima Diaria l/s	Demanda Máxima Horaria l/s	Demanda de Volumen Almacen (m ³ /día)
1	4.57	8.23	99
2	4.90	8.82	106
3	5.23	9.42	113
4	5.58	10.04	120
5	5.64	10.15	122
10	5.96	10.74	129
15	6.31	11.37	136
20	6.68	12.03	144

El detalle de cálculos para estimar la Demanda Máxima Diaria, Demanda Máxima Horaria y Demanda de Volumen de Almacenamiento, actual y proyectadas, del servicio de agua potable de la localidad de Conchucos, se presenta en el Cuadro N°3-4.

Cuadro N° 3-4
Demanda del Servicio de Agua Potable Proyectado de la Localidad de Conchucos

Año	Población	Cobertura de Conexiones (%)	Población Servida (hab)	Personas /vivienda	Viviendas Servidas (unidades)	Conexiones Doméstico			
						Doméstico	Comercial	Estatat	Total
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)x(3)	(5)	(6)=(4)/(5)	(7)	(8)	(9)	(10)=(7)+(8)+(9)
1	2,956	70.0%	2,069	3.5	591	591	15	8	614
2	2,994	75.0%	2,246	3.5	642	642	15	8	665
3	3,033	80.0%	2,426	3.5	693	693	15	8	716
4	3,072	85.0%	2,611	3.5	746	746	15	8	769
5	3,112	85.0%	2,645	3.5	756	756	15	8	779
10	3,320	85.0%	2,822	3.5	806	806	15	8	829
15	3,541	85.0%	3,010	3.5	860	860	15	8	883
20	3,777	85.0%	3,210	3.5	917	917	15	8	940

Cuadro N° 3-4 Continuación

DEMANDA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PROYECTADO DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS

DEMANDA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE PROYECTADO DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS												
CONSUMO DE AGUA CONECTADOS						Pérdidas físicas	Demanda de Producción de Agua			Demanda Máxima Diaria	Demanda Máxima Horaria	Demanda de Volumen de Almacén
l/día					Total l/s		l/s	lt/día	m³/año	l/s	(21)=(17)×1.8	(22)=(18)×25%/1000
Domestico	Comercial	Estatat	Total									
(1)	(11)=(7)×12.6m³/mes/conex. x1000/30	(12)=(8)×14m³/conex.x1000/30	(13)=(9)×90m³/conex.x1000/30	(14)=(11)+(12)+(13)	(15)=(14)/86400	(16)	(17)=(15)/(1-pérd. físicas)	(18)=(14)/(1-pérd. físicas)	(19)=(18)×365/1000	(20)=(17)×1.3	(21)=(17)×1.8	(22)=(18)×25%/1000
1	248,220	7,000	24,000	296,220	3.43	25.0%	4.6%	394,960	144,160	5.94	8.23	99.0
2	269,640	7,000	24,000	317,640	3.68	25.0%	4.9%	423,520	154,585	6.37	8.82	106.0
3	291,060	7,000	24,000	339,060	3.92	25.0%	5.2%	452,080	165,009	6.80	9.42	113.0
4	313,320	7,000	24,000	361,320	4.18	25.0%	5.6%	481,760	175,842	7.25	10.04	120.0
5	317,520	7,000	24,000	365,520	4.23	25.0%	5.6%	487,360	177,886	7.33	10.15	122.0
10	338,520	7,000	24,000	386,520	4.47	25.0%	6.0%	515,360	188,106	7.75	10.74	129.0
15	361,200	7,000	24,000	409,200	4.74	25.0%	6.3%	545,600	199,144	8.21	11.37	136.0
20	385,140	7,000	24,000	433,140	5.01	25.0%	6.7%	577,520	210,795	8.69	12.03	144.0

Ejemplo 2: Con base a la información de los anteriores ejemplos presentados en el presente módulo 3.2, el detalle de cálculos para estimar la demanda actual y proyectada del servicio de agua potable de la localidad de Conchucos, se muestra en el Cuadro N° 3-4.

Paso 3.2.3: Variables para la determinación de los flujos de aguas residuales

Corresponden a caudales de aguas residuales generados por el servicio de agua potable. Su estimación sigue el siguiente procedimiento:

3.2.3.1 Proyección de la población y estimación del número de familias del área del proyecto

Es la misma que la proyectada en el análisis de la demanda de agua potable.

3.2.3.2 Cobertura de alcantarillado

Corresponde al porcentaje de la población que es atendida con el servicio de alcantarillado en un año específico. La cobertura de servicio se establece bajo la siguiente relación:

$$\text{Cobertura de alcantarillado} = \frac{\text{Población con alcantarillado en año } n}{\text{Población Total en el año } n}$$

La proyección de la cobertura se efectúa considerando:

- La cobertura existente en el año base de análisis.
- La proyección de la cobertura en función del planeamiento de la entidad operadora de servicio.
- La cobertura de alcantarillado debe ser menor o igual a la cobertura del servicio de agua potable.

Población atendida

Resulta de multiplicar la población proyectada por la cobertura proyectada de servicio de alcantarillado.

$$\text{Población atendida} = \text{Población proyectada en el año } n \times \text{Cobertura de servicio en el año } n$$

3.2.3.3 Número de conexiones de usuarios domésticos

Resulta de dividir la población atendida con alcantarillado entre el N° de miembros por familia (densidad por familia).

De acuerdo al estudio de la demanda de agua potable se establecen el N° o la proporción de familias con alcantarillado cuyo servicio de agua potable cuenta con medidor y aquellos que no disponen del mismo.

Ejemplo 1: Continuando con el ejemplo anterior, sobre la base del Padrón de Usuarios de la Municipalidad Distrital de Conchucos, para el caso del servicio de alcantarillado, en la situación existente, (año 0) se tiene la siguiente información:

- La población servida de 802 hab., se calculó considerando que en la localidad existen 229 conexiones y que la densidad poblacional es de 3.5 hab/viv. según el ultimo Censo de Población y Vivienda (INEI). Las conexiones del año 0, se estiman de la siguiente manera:
 - Población servida año 0 = N° conexiones año 0 × hab / viv.
 - Población servida año 0 = 229 viviendas con conex × 3.5 hab/viv. = 802 hab.
- La población servida asciende a 902 hab., lo cual implica que la cobertura del servicio de agua potable es del 28%, estimada de la siguiente manera:

Cobertura de alc. año 0 =

$$\frac{\text{Pob atendida año 0}}{\text{Población total año 0}} = \frac{802}{2,918} = 28\%$$

- El número de conexiones del servicio de alcantarillado, según categoría de usuario doméstico, comercial y estatal, es de 229, 15 y 8, respectivamente.

Ejemplo 2: Para fines de proyección de la demanda del servicio de alcantarillado de la localidad de Conchucos, la entidad prestadora del servicio, ha proyectado, para el horizonte de planeamiento, la cobertura del respectivo servicio, y sobre dicha base, el número de conexiones de alcantarillado de los usuarios de la categoría doméstico, que se detallan en el Cuadro N° 3-5.

Cuadro N° 3-5
DEMANDA PROYECTADA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO
de la Localidad de Conchucos

Año	Población	Cobertura con conexiones (%)	Población Servida (hab.)	N° miembros/fam.	Viviendas Servidas (unidades)
	(1)	(2)	(3) = (1) x (2)	(4)	(5) = (3) / (4)
0	2918	28%	802	3.5	229
1	2956	50%	1478	3.5	422
5	3112	60%	1867	3.5	533
10	3320	60%	1992	3.5	569
15	3541	60%	2125	3.5	607
20	3777	60%	2266	3.5	647

3.2.3.4 Flujos totales de aguas residuales de usuarios domésticos

A partir del total del consumo de agua potable sin y con medidor se establecen los flujos de agua residuales de la siguiente manera:

- Flujo total de aguas residuales de usuarios sin medidor = Consumo por familia sin medidor X N° de conexiones de agua potable sin medidor X 0.80.
- Flujo total de aguas residuales de usuarios con medidor = Consumo por familia con medidor X N° de conexiones con medidor X 0.80.
- Flujo total de aguas residuales = Flujo total de aguas residuales de usuarios con medidor + Flujo total de aguas residuales de usuarios con medidor.

3.2.3.5 Flujos totales de aguas residuales

El Flujo Total de Aguas Residuales corresponde a la suma de los flujos de agua residual de los usuarios domésticos y no domésticos (comercial, estatal e industrial), año a año. Estos flujos se expresan en caudal (l/s).

Ejemplo 1: En el ejemplo que se está desarrollado, los flujos de desagüe por conexión y por categoría de usuario se estiman de la siguiente manera:

Usuario de la Categoría doméstico: = $12.6 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conex.} \times 0.8 = 10 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conex.}$

Usuario de la Categoría Comercial: = $14.0 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conex.} \times 0.8 = 11 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conex.}$

Usuario de la Categoría doméstico: = $90.0 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conex.} \times 0.8 = 72 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{conex.}$

Ejemplo 2: Sobre la base de la información del ejemplo que se desarrolla, los flujos de desagües actuales y proyectados de la localidad de Conchucos, se presentan en el Cuadro 3-6.

Cuadro N° 3-6
FLUJOS DE DESAGÜES PROYECTADOS DE LA LOCALIDAD DE CONCHUCOS

Año	Flujo de desagüe por conexión			Nº Total de Conexiones				Flujos Promedios de desagüe de la Localidad					Flujo Máximo o Horario de Desagüe (l/s)
	m³/mes/conexión			Doméstico	Comercial	Estat al	Total	l/día				Total	
	Doméstico a/	Comercial b/	Estat al c/					Doméstico	Comercial	Estat al	Total	l/s	
(6)=12.6 m3/mes /conex. X0.8	(7)=14 m3/mes /conex. x0.8	(8)=90 m3/mes /conex. x0.8x10 00/30	(9)	(10)	(11)	(12)=(9)+(10)+(11)	(11)=(6)x (9)x1000 /30	(12)=(7) x (10)x1 000/30	(13)=(8) x (11)x10 00/30	(14)=(11)+ (12)+(13)	(15)= (14)/ 86400	(16)=(1 5)*1.8	
0	10	11	72	229	15	8	252	76,944	5,600	19,200	101,744	1.18	2.12
1	10	11	72	422	15	8	445	141,792	5,600	19,200	166,592	1.93	3.47
2	10	11	72	471	15	8	494	158,256	5,600	19,200	183,056	2.12	3.81
3	10	11	72	520	15	8	543	174,720	5,600	19,200	199,520	2.31	4.16
4	10	11	72	527	15	8	550	177,072	5,600	19,200	201,872	2.34	4.21
5	10	11	72	533	15	8	556	179,088	5,600	19,200	203,888	2.36	4.25
10	10	11	72	569	15	8	592	191,184	5,600	19,200	215,984	2.50	4.50
15	10	11	72	607	15	8	630	203,952	5,600	19,200	228,752	2.65	4.77
20	10	11	72	647	15	8	670	217,392	5,600	19,200	242,192	2.80	5.05
a/ El consumo de agua potable de esta categoría, se ha estimado en 12.6m³/mes/conex.													
b/ El consumo de agua potable de esta categoría, se ha estimado en 14.6m³/mes/conex.													
c/ El consumo de agua potable de esta categoría, se ha estimado en 90 m³/mes/conex.													

TAREA 3.3: Análisis de la oferta

Paso 3.3.1: Oferta de la fuente y de los componentes del sistema de agua potable.

3.3.1.1. Cuantificar el caudal disponible en la fuente.

Se debe establecer la capacidad de las fuentes, en forma individual y en su producción conjunta, expresadas en caudal [l/seg.]. Para las fuentes de agua superficial, se debe indicar la influencia de las fluctuaciones de caudal en época de avenida y en época de estiaje.

El análisis de la capacidad de las fuentes superficiales debe estar respaldada en estudios hidrológicos y registros de aforos del curso o cuerpo de agua.

En el caso de fuentes subterráneas, debe evidenciarse la existencia de caudal en base a sondajes eléctricos y de ser el caso en pozos de prueba, que además del caudal, establezcan si la calidad del agua aprovechable es apta para el consumo humano.

3.3.1.2. Capacidades de diseño y operativas de los componentes de agua potable

Para llegar a determinar la Oferta que presenta el sistema de agua potable, es necesario desarrollar un diagnóstico del mismo, tanto desde el punto de vista físico como operativo, para establecer la capacidad de diseño (en l/s) de los principales componentes del sistema: captación, líneas de conducción, planta de tratamiento, línea de aducción, equipos de bombeo, etc. La capacidad individual y en conjunto de los reservorios se expresará en m³.

La oferta involucra también el dimensionamiento de la longitud de redes existentes, el N° de conexiones domiciliarias, el N° de piletas.

Ejemplo: En el ejemplo planteado, según el diagnóstico sobre la infraestructura del servicio de agua potable de la localidad, se estima que la capacidad de diseño en la situación actual (año 0) de componentes tales como, línea de conducción, línea de aducción, reservorio, son de 4.5 l/s, 6 l/s y 150 m³, respectivamente.

Paso 3.3.2: Oferta del sistema de saneamiento

3.3.2.1. Capacidades de diseño y operativas de los componentes del sistema de saneamiento

Para llegar a determinar la Oferta que presenta el sistema de saneamiento, es necesario desarrollar un diagnóstico del mismo, tanto desde el punto de vista físico como operativo, para establecer la capacidad de diseño (en l/s) de los principales componentes del sistema: colectores, interceptores, equipos de bombeo, planta de tratamiento de agua residuales, emisores, etc.

Se debe determinar la capacidad de transporte de agua residual por los colectores, teniendo presente el deterioro por la operación en términos de una posible disminución de diámetros por incrustaciones.

La oferta involucra también el dimensionamiento de la longitud de redes existentes y el N° de conexiones domiciliarias.

Asimismo, la oferta comprende la cuantificación de tanques sépticos, módulos sanitarios o cualquier otro medio para la disposición sanitaria domiciliar o comunal de las excretas, distinto a los sistemas de alcantarillado.

En los proyectos de mejoramiento y ampliación del servicio de alcantarillado, se realiza una descripción técnica del sistema existente (si corresponde) y señalar el área cubierta de acuerdo al acápite 2.1.5 (Diagnóstico del servicio de saneamiento).

3.3.2.2. Caudal en los emisores

Se establece el caudal operativo en los emisores y las características de las aguas servidas

Paso 3.3.3: Optimización de la infraestructura

A partir del diagnóstico de la infraestructura actual, se deben determinar las obras necesarias para optimizar la operación de la infraestructura actual, cuya ejecución demande inversiones de pequeña magnitud, a fin que puedan operar en lo posible de acuerdo a su capacidad de diseño. Estas obras deben ser compatibles con las obras que se proyectarán para ampliar el sistema de agua potable.

La optimización de la situación actual de los sistemas de agua potable, involucra, entre otras acciones la aplicación de medidas de detección y control de fugas de agua y mejoras de la gestión de la entidad prestadora del servicio.

Con la optimización es posible conseguir hacer uso pleno de la oferta existente y/o reducciones en los costos de operación, para fines del balance Oferta/demanda.

TAREA 3.4: Balance Oferta Demanda

Paso 3.4.1: Efectuar el Balance Oferta - Demanda a nivel de principales componentes.

3.4.1.1. Sistema de agua potable

Con la información obtenida en el desarrollo de los acápites 3.2.2.13 y 3.3.1.2, se estructura el balance entre la oferta de los componentes del sistema existente y la demanda proyectada en el horizonte de planeamiento, para cada año. El objetivo de este análisis es implementar un plan de desarrollo óptimo del proyecto de abastecimiento de agua potable. Será factible detectar los déficit de infraestructura por cada componente del sistema, en el año que se presente el mismo (captación, líneas de conducción, planta de tratamiento, línea de aducción, equipos de bombeo, reservorios, etc.). De esta manera se recomendará la construcción de las obras cuando éstas sean necesarias (exista un déficit).

Ejemplo: A continuación se estima el balance oferta - demanda de los componentes línea de conducción y línea de aducción, del servicio de agua potable de la localidad de Conchucos.

a. Estimación del Balance Oferta-Demanda de la situación «sin proyecto».

Con base a información de la oferta de la situación «sin proyecto» y demanda del servicio de agua potable de la localidad de Conchucos, estimados en los ejemplos anteriores, se ha procedido a estimar el balance oferta-demanda proyectado para la situación «sin proyecto», de los componentes línea de conducción y línea de aducción del sistema, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 3.7. Se aprecia que a partir del año 1 del horizonte de planeamiento, se presentarían déficit de servicio en dichos componentes. Por tanto, se encontraría sustentada la intervención prevista en el marco de un proyecto de inversión, para incrementar la capacidad de diseño de dichos componentes, que permita mejorar y ampliar la atención del servicio de agua potable en la localidad.

b. Estimación del Balance Oferta-Demanda de la situación «con proyecto».

Para la situación «con proyecto», el balance oferta-demanda proyectado de los componentes línea de conducción y línea de aducción del servicio de agua potable de la localidad, relaciona la correspondiente demanda del servicio con respecto a la oferta obtenida mediante el respectivo análisis del periodo óptimo de diseño, con información propia del proyecto. Según dicho análisis, los periodos óptimos de diseño y capacidad de diseño resultantes, para dichos componentes se muestran en los cuadros N° 3-8 y N° 3-7, respectivamente. Los respectivos balances oferta -demanda proyectados, se presentan en el Cuadro 3.7.

Cuadro N° 3-7: PERIODO ÓPTIMO DE DISEÑO

Sistema	Componente	Periodo óptimo de diseño (Año)	Capacidad de Diseño con Proyecto (l/s)	Capacidad de Diseño Incremental (l/s)
Agua Potable	Línea de Conducción	18	8.5	4.20
	Línea de Aducción	18	11.76	5.76

Cuadro N°3-8

BALANCE OFERTA-DEMANDA: PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Año	Línea de Conducción (l/s)					Línea de Aducción (l/s)				
	Demanda Máxima Diaria	Oferta		Balance Oferta-Demanda		Demanda Máxima Horaria	Oferta		Balance Oferta-Demanda	
		Sin Proyecto	Con proyecto	Sin Proyecto	Con proyecto		Sin Proy	Con proy	Sin Proy	Con proy
1	5.94	4.30	8.50	-1.64	2.55	8.23	6.00	11.76	-2.23	3.54
2	6.37	4.30	8.50	-2.07	2.12	8.82	6.00	11.76	-2.82	2.94
3	6.80	4.30	8.50	-2.50	1.69	9.42	6.00	11.76	-3.42	2.35
4	7.25	4.30	8.50	-2.95	1.25	10.04	6.00	11.76	-4.04	1.73
5	7.33	4.30	8.50	-3.03	1.16	10.15	6.00	11.76	-4.15	1.61
10	7.75	4.30	8.50	-3.45	0.74	10.74	6.00	11.76	-4.74	1.03
15	8.21	4.30	8.50	-3.91	0.29	11.37	6.00	11.76	-5.37	0.40
18	8.50	4.30	8.50	-4.20	0.00	11.76	6.00	11.76	-5.76	0.00
19	8.60	4.30	8.50	-4.30	-0.10	11.90	6.00	11.76	-5.90	-0.14
20	8.69	4.30	8.50	-4.39	-0.19	12.03	6.00	11.76	-6.03	-0.27

3.4.1.2 Sistema de saneamiento

Con la información obtenida en el desarrollo de los puntos 3.2.3.6 y 3.3.2.1, se estructura el balance entre la oferta de los componentes del sistema existente y la demanda esperada en el horizonte de análisis, para cada año. El objetivo de este análisis es implementar un plan de desarrollo óptimo del proyecto de saneamiento. Será factible detectar los déficit de infraestructura, por cada componente del sistema en el año que se presente el mismo (colectores, interceptores, equipos de bombeo, planta de tratamiento, emisor, etc.). De esta manera se recomendará la construcción de las obras cuando éstas sean necesarias.

Ejemplo: A continuación se estima el balance oferta - demanda de los componentes emisor y planta de tratamiento de desagües, del servicio de alcantarillado de la localidad de Conchucos.

a) Estimación del Balance Oferta-Demanda de la situación «sin proyecto».

Con base a información de la oferta de la situación «sin proyecto» y los flujos de desagües de la localidad de Conchucos, estimados en los ejemplos anteriores, se ha procedido a estimar el balance oferta-demanda proyectado para la situación «sin proyecto», de los componentes emisor y planta de tratamiento de aguas residuales del sistema, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 3-9. Se aprecia que a partir del año 1 del horizonte de planeamiento, se presentarían déficit de servicio en dichos componentes. Por tanto, se encontraría sustentada la intervención prevista en el marco de un proyecto de inversión, para incrementar la capacidad de diseño de dichos componentes, que permita mejorar y ampliar la atención del servicio de saneamiento en la localidad.

b) Estimación del Balance Oferta-Demanda de la situación «con proyecto».

Para la situación «con proyecto», el balance oferta-demanda proyectado de los componentes emisor y planta de tratamiento de desagües, del servicio de alcantarillado de la localidad, relaciona los correspondiente flujos de desagües, con respecto a la oferta obtenida mediante el respectivo análisis del periodo óptimo de diseño. Los periodos óptimos de diseño y capacidad de diseño resultantes, para dichos componentes se muestran en los Cuadros N° 3-10 y N° 3-9, respectivamente. Los correspondientes Balances oferta -demanda proyectados, se presentan en el Cuadro N° 3-9.

Cuadro N° 3-9
PERIODO ÓPTIMO DE DISEÑO

Sistema	Componente	Periodo Óptimo de Diseño (Año)	Capacidad de Diseño con Proyecto (l/s)	Capacidad de Diseño Incremental (l/s)
Alcantarillado	Emisor	17	4.88	1.88
	Planta de Tratamiento	10	2.5	2.5

Cuadro 3-10
BALANCE OFERTA-DEMANDA: PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Año	Emisor (l/s)					Planta de Tratamiento (l/s)				
	Flujo Máximo Horario de Desagüe	Oferta		Balance Oferta-Demanda		Flujos Promedios de desagüe	Oferta		Balance Oferta-Demanda	
		Sin Proyecto	Con proyecto	Sin Proyecto	Con proyecto		Sin Proy	Con proy	Sin Proy	Con proy
1	3.47	3.00	4.88	-0.47	1.41	1.93	0.00	2.50	-1.93	0.57
5	4.25	3.00	4.88	-1.25	0.63	2.36	0.00	2.50	-2.36	0.14
10	4.50	3.00	4.88	-1.50	0.38	2.50	0.00	2.50	-2.50	0.00
17	4.88	3.00	4.88	-1.88	0.00	2.71	0.00	2.50	-2.71	-0.21
18	4.93	3.00	4.88	-1.93	-0.06	2.74	0.00	2.50	-2.74	-0.24
20	5.05	3.00	4.88	-2.05	-0.17	2.80	0.00	2.50	-2.80	-0.30

TAREA 3.5: Descripción técnicas de las alternativas

A partir de las alternativas planteadas y del mayor conocimiento sobre la población objetivo y el nivel del déficit que debe ser cubierto, es necesario avanzar en la concepción y desarrollo básico de las alternativas propuestas. Ello implica el tratamiento general de los aspectos físico-técnicos, los que comprenden fundamentalmente tres componentes interdependientes: el tamaño, la localización y la tecnología. Sin embargo un buen análisis de estas variables necesita un previo estudio de optimización, más aun cuando se trata de sistemas de agua y saneamiento ya existentes, esto tiene como objetivo no sobredimensionar las alternativas y también el no atribuir beneficios inexistentes a los proyectos. Otros aspectos a tener en cuenta, son la participación y el análisis ambiental y de vulnerabilidad.

Al desarrollar un proyecto de agua potable y saneamiento, como primera medida se debe de optar por la optimización de la situación base, la que tiene como fin saber si el objeto de estudio sea cual fuere, una captación, ampliación de una planta de tratamiento del agua, rehabilitación de una línea de conducción, ampliación de la cobertura del servicio de agua o una situación cualquiera dentro del ámbito de la preparación de proyectos, puede tener alguna posible optimización, es decir si es posible obtener mejoras con acciones que demanden, relativamente una pequeña inversión.

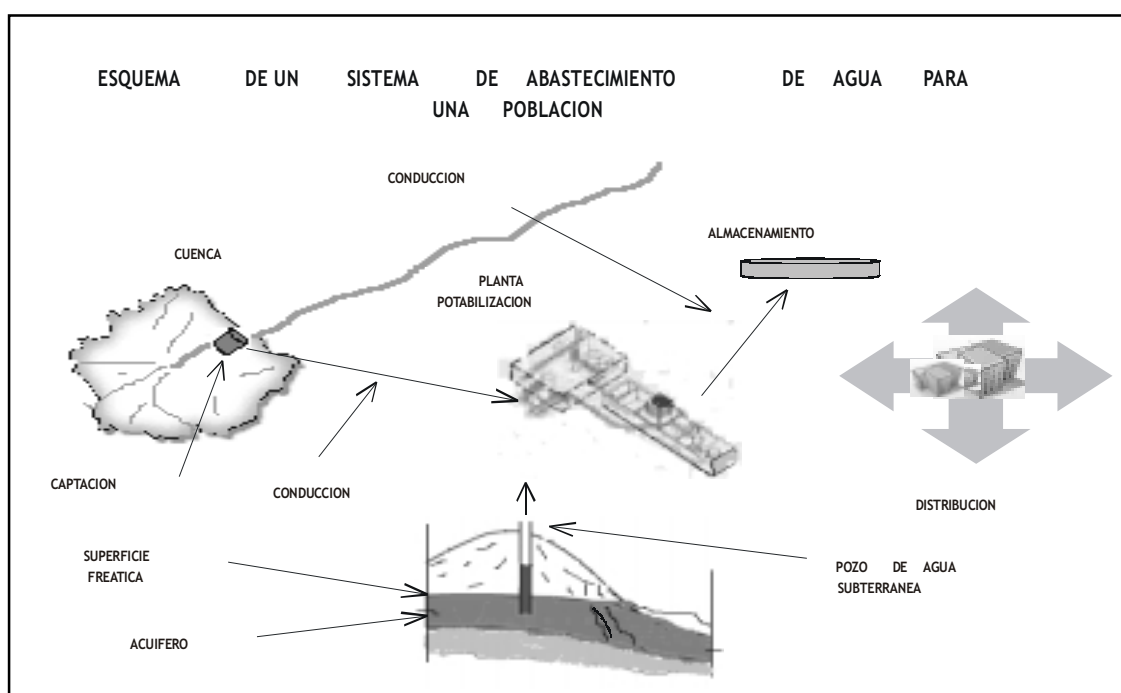
Este análisis implica examinar, en lo posible, acciones que permitan resolver significativamente el problema solamente con mejoras mínimas, sin tener que incurrir en costos significativos de inversión. Es decir, identificar medidas de tipo administrativo, de procedimientos, o cambios de métodos, que puedan lograr una solución satisfactoria estable o que evite gasto de recursos durante un tiempo determinado. A este tipo de solución se le denomina «situación base optimizada» y su importancia radica en la generación de beneficios arreglando un problema con cambios marginales en la situación actual o postergando alternativas que pueden implicar volúmenes de inversión importantes.

La adecuada formulación de un proyecto de saneamiento, permitirá lograr una inversión eficiente, es decir a un mínimo costo y con la mayor rentabilidad, en comparación con otras alternativas de solución para el déficit de infraestructura analizada o que dieron origen al proyecto así como actividades de capacitación en operación y mantenimiento y en educación sanitaria.

a. Descripción de un sistema de agua potable

Se denomina un sistema eficiente de agua potable, a un conjunto de obras destinadas a dotar de agua apta para el consumo humano a los pobladores de una comunidad. En general, el sistema para el abastecimiento, está compuesto de unidades de captación del agua (pozos, tomas de cursos superficiales de agua, otros), conducción, tratamiento (obras para retirar sustancias y elementos no deseables presentes en el agua), regulación y almacenamiento (volúmenes de agua destinados a dar continuidad y seguridad en el abastecimiento a la población), redes de distribución y conexiones domiciliarias (para hacer llegar el agua a las viviendas). En algunos casos, cuando las condiciones locales lo hacen necesario, se complementa el sistema con estaciones de bombeo de presión, para abastecer zonas ubicadas en cotas más altas o alimentar un reservorio elevado.

Figura N° 3-1: Sistema de Agua Potable

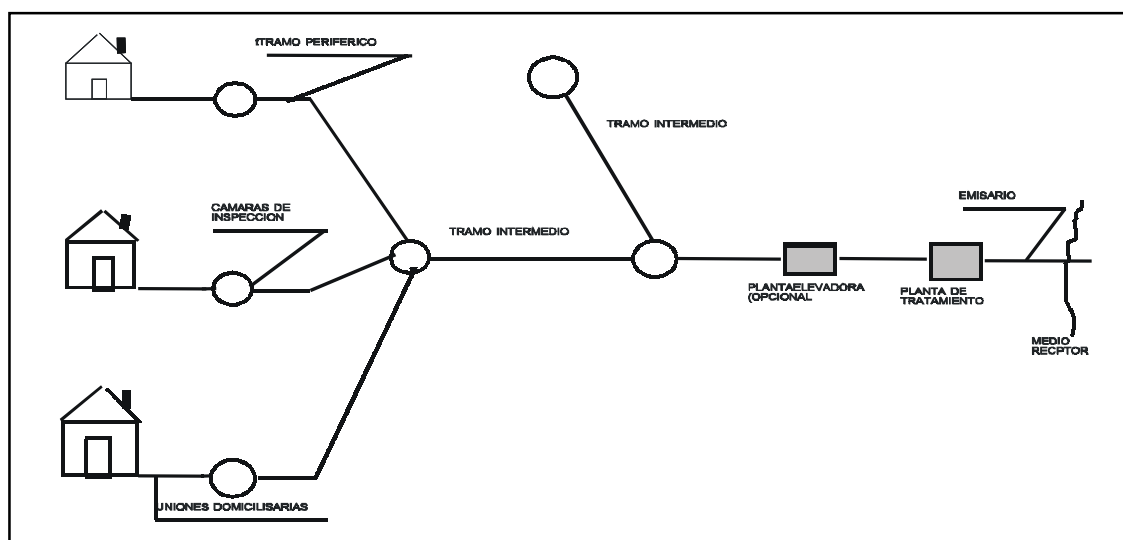


En la figura siguiente, se muestra un esquema simplificado del sistema de abastecimiento de agua potable. El flujo del agua es desde la captación, hacia la planta de tratamiento a través de la conducción. Desde la planta de tratamiento el agua es distribuida a los distintos sectores de la ciudad por medio de las redes de distribución, hasta entregar finalmente el agua a las viviendas mediante las conexiones domiciliarias. Estos últimos parten desde la red de distribución, que pasa frente a la vivienda, y se extiende hasta el interior del predio o vivienda, terminando en un medidor de consumo y una llave. Desde esta instalación el usuario (cliente) de la empresa proveedora del servicio, realiza su propia instalación de redes de pequeño diámetro (los más usuales son de 13 y 15 mm.) y los artefactos sanitarios.

b. Descripción de un sistema sanitario de disposición de aguas residuales

Un sistema eficiente de evacuación de aguas residuales y excretas, está conformado por un conjunto de obras destinadas a captar, conducir y disponer finalmente en un medio receptor, las aguas servidas y excretas generadas en el interior de una vivienda. Esto se puede lograr a través de dos sistemas de diferentes características. Uno consiste en una red de alcantarillado y otro mediante el uso de fosas sépticas. Un sistema de alcantarillado, en base a redes de colectores, ver figura 3-2, está compuesto por los siguientes elementos principales, detallado en el sentido de escurrimiento de las aguas servidas (residuales).

Figura N° 3-2: Sistema de Alcantarillado



- i. Instalaciones al interior de la vivienda, corresponden a los artefactos y tuberías que permiten recoger y evacuar las aguas servidas (denominadas también residuales) y excretas del interior de la vivienda. Estas obras son costeadas normalmente por las familias al conectarse al sistema de redes de alcantarillado, lo cual constituye para aquellas de bajos ingresos una dificultad que normalmente no pueden salvar con sus propios medios.

Adicionalmente algunas Unidades de Gestión prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado exigen un «aporte» para incorporarse al sistema de redes de alcantarillado, tratando de ese modo de recuperar parte de los costos de inversión utilizado en las obras de instalación de redes. Estos costos que debe absorber la familia interesada en recibir los beneficios del sistema de alcantarillado, desincentivan a las de menos recursos económicos, lo cual puede implicar una subutilización de una valiosa inversión.

Además, la baja cobertura de conexiones genera problemas operacionales del sistema de redes ya que se necesitan caudales mínimos para el denominado «arrastre hidráulico» de las redes. Sin duda que este es un punto de gran importancia, para el cual las entidades operadoras deben buscar una solución tendiente a eliminar las trabas de incorporación al sistema y en lo posible generar programas de financiamiento de soluciones sanitarias para las familias de menores recursos.

- ii. Conexión domiciliaria o conexión, es la tubería que une la red principal, que pasa frente a la vivienda, la cual permite evacuar las aguas servidas y excretas provenientes de la misma hacia la red de colectores.

Existen tecnologías alternas para aquellas localidades que no cuentan con conexiones domiciliarias, donde la evacuación de las aguas residuales se realiza a una fosa o tanque séptico, que son cámaras enterradas que reciben, decantan y contienen las aguas por un cierto tiempo, permitiendo que luego éstas se infiltren en el subsuelo, a través de un pozo absorbente. Estas unidades pueden ser utilizadas por una vivienda o para un conjunto reducido de ellas y corresponde a soluciones aceptadas como sanitariamente adecuadas. Sin embargo el elevado costo de las mismas, unido a mayores requerimientos de mantención y limpieza periódica, implica que su uso se limite a sectores de mayores ingresos exclusivamente.

- iii. Las redes de colectores son por lo general, tuberías enterradas que conducen gravitacionalmente las aguas servidas y excretas hacia colectores e interceptores. Cuando las condiciones topográficas de la localidad lo exigen es necesario instalar estaciones de bombeo de las aguas servidas.
- iv. Los interceptores son tuberías de mayor diámetro que las redes y están destinados a recolectar todas las aguas servidas de la localidad o sectores de la misma y transportarla al lugar de tratamiento.
- v. Finalmente las aguas recolectadas son evacuadas a los cursos (ríos, canales, otros escurrimientos de superficie) o cuerpos receptores (lagunas, lagos, mar), para lo cual previamente se deben someter las aguas a un tratamiento de manera de dejarlas aptas para usos posteriores del curso o cuerpo receptor. Las obras de tratamiento implican elevadas inversiones, razón que sirve de justificación a las entidades prestadoras para explicar los elevados niveles de contaminación que sufren los ríos, playas y otros medios receptores. La ausencia de tratamiento, en ocasiones provoca mayores problemas sanitarios que las soluciones individuales que utilizaban las viviendas antes del proyecto de redes.

3.5.1. Recomendaciones para el planteamiento de alternativas de solución para formular los proyectos de agua potable y saneamiento

Debe tenerse en cuenta que la presente Guía constituye el marco orientador general, para la identificación, formulación y evaluación de los perfiles de proyectos de saneamiento básico para pequeñas localidades y que debería ser adecuada en cada caso, de acuerdo a las particularidades y complejidad propia del proyecto y a la información disponible.

- a. Cada proyecto debe comprender tres componentes: (i) infraestructura, (ii) Administración - Gestión de la entidad prestadora y (iii) Educación sanitaria.
- b. En el caso que se vaya a tomar la decisión de implementar el proyecto con el perfil, es necesario completar el estudio de preinversión con información de fuentes primarias, tales como: (i) Estudio de suelos a nivel de ante proyecto, (ii) Levantamiento topográfico, (iii) Estudio hidrológico y/o hidrogeológico, (iv) Análisis físico químico y bacteriológico de las aguas, (v) Caracterización de las aguas residuales si se plantea una planta de tratamiento de aguas residuales, (vi) Encuesta socioeconómica, (vii) Estimación de consumos de agua potable.
- c. En relación con la infraestructura, el proyecto puede abarcar dos sistemas: agua potable y saneamiento. En el caso que no existiera un sistema de saneamiento, se debe considerar ambos sistemas.
- d. El diseño de las alternativas en los perfiles del proyecto se hará a un nivel de diseño básico del sistema, el cual tiene como objetivo establecer la solución técnica global de la obra, determinar los presupuestos correspondientes y establecer las especificaciones del servicio.
- e. Cuando se de el caso, de una población beneficiada por proyecto tenga un nivel de ingreso bajo y no pueda acceder al sistema convencional por no poder pagar la cuota familiar, además la zona presenta un bajo nivel de desarrollo urbano, con viviendas dispersas se puede optar por tecnologías no convencionales como el abastecimiento de agua a través de piletas y la evacuación de las excretas a través de letrinas.
- f. Si el sistema de saneamiento cubre la demanda y funciona eficientemente, es factible que el proyecto solo considere proyectos de agua potable.

- g. Los proyectos de abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de excretas deberán tener en cuenta la vulnerabilidad de la zona ante posibles desastres naturales. El análisis de los factores de vulnerabilidad debe formar parte del proceso de identificación, formulación y evaluación del proyecto de inversión pública, porque permite examinar las condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia existentes, para definir mecanismos y medidas que permitan reducir el riesgo al que puede estar expuesto el proyecto. Es decir, se debe verificar que no se está exponiendo al proyecto a potenciales peligros, seleccionando una adecuada localización. De no poder evitar su exposición, será necesario comprobar que se hayan adoptado las medidas para que resista al probable impacto del peligro. También debe revisarse si se han considerado medidas para que, ante un eventual desastre, el proyecto pueda operar en condiciones mínimas y pueda recuperar la capacidad operativa en el más breve plazo.

Es importante también, verificar que en la ejecución y operación del proyecto no se intensifique o genere nuevos riesgos para otras unidades sociales o económicas, como podría ocurrir cuando la construcción de una captación pueda generar condiciones para la ocurrencia de deslizamientos, entre otros.

Ejemplo:

- i. **Exposición:** Se determina a través del análisis de las alternativas de localización o ubicación de los proyectos de infraestructura:
 - ¿Se está tomando en cuenta la existencia de peligros en las alternativas de localización o ubicación del proyecto?
 - Cuando se encuentra en proceso la reconstrucción de una infraestructura en la ubicación inicial ¿se evalúan los peligros a los que el proyecto estuvo expuesto en su ubicación inicial y que podrían ser las causas de la necesidad de reconstrucción y/o que podrían afectarlo nuevamente?
- ii. **Fragilidad:** En la práctica, está relacionada con la aplicación de normas y reglamentos establecidos para el diseño y construcción de la infraestructura, de tal forma que sea resistente y esté protegida ante peligros existentes:
 - ¿Se están tomando en cuenta las normas de construcción (por ejemplo, la normativa de construcción antisísmica); de uso de materiales; estudio de suelos; de hidrología, entre otros, en el proceso de identificación, formulación y evaluación del proyecto?
 - ¿Se evalúa el uso de materiales tomando en cuenta su aplicabilidad, dadas las condiciones físicas (clima, suelo) de la zona y su resistencia ante la presencia de peligros?
- iii. **Resiliencia:** Se determina por la capacidad de adaptación y/o recuperación que tenga una unidad social (persona, familia, comunidad) frente a los impactos negativos de los peligros.
 - ¿Existen mecanismos que permitan mantener el proyecto operativo frente a la ocurrencia de un peligro?
 - ¿Existen mecanismos alternativos que brinden temporalmente el bien o servicio cuya infraestructura ha sido afectada?
 - ¿La población está organizada para rehabilitar la infraestructura básica (por ejemplo, carretera) ante la ocurrencia de un peligro?
- h. Se debe considerar los costos de inversión adicionales, por incorporar medidas de reducción de riesgo (por ejemplo, mayores gastos para la construcción de muros de contención, bases especiales, entre otros). Así como los costos ambientales en todas las fases del proyecto, a fin de prevenir, controlar y mitigar los potenciales impactos negativos sobre el medio ambiente, así como los que éste pudiera originar en cualquiera de sus fases, proponiendo las medidas correctivas pertinentes. De ser necesario, se presupuestarán las medidas de control y mitigación sobre el medio ambiente. Para el efecto, se debe cumplir con la guía de evaluación ambiental.
- i. Se debe recabar la información existente y tomar referencias históricas de la comunidad, para considerar en el proyecto los puntos más vulnerables de colapso por sismos, aluviones, huaicos, inundaciones y otros, así como sobre las posibles causas de contaminación del sistema de agua y otros cuerpos hídricos relacionados, así como la disminución de los caudales.
- j. Se debe tener en cuenta durante todo el proceso, la participación de los Municipios de acuerdo a las políticas sectoriales, así como la participación de la comunidad.
- k. Certificación de propiedad de los terrenos o servidumbres, si son necesarios para la ejecución del proyecto, en documento anexo, debe certificarse la cesión o propiedad, de los mismos.

3.5.2 Periodo óptimo de diseño

La definición del tamaño de un proyecto es uno de los elementos fundamentales del estudio técnico. El tamaño del proyecto mide la capacidad de respuesta del proyecto a la demanda o déficit de la oferta, que se ha determinado en los acápites anteriores y válida para la vida útil del mismo.

El periodo óptimo de diseño, se define como el periodo de tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua potable y/o saneamiento cubre la demanda, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento durante el horizonte de evaluación del proyecto.

En el estudio del tamaño, se debe tener en cuenta consideraciones de carácter económico, como por ejemplo las economías de escala, el factor de financiamiento y el factor tecnológico.

Se debe establecer el periodo óptimo de diseño de los principales componentes del sistema, para lo cual se recomienda utilizar los parámetros que se muestra en los cuadros N° 3-11 y 3-12, los cuales han sido propuestos por el sector a través de Dirección Nacional de Saneamiento.

Usualmente, los periodos óptimo de diseño de los componentes de los sistemas de agua potable y alcantarillado, se establecen asociados a una duración de la vida útil del proyecto de 20 años, pero es de observar, que este criterio no toma en cuenta la necesidad de minimizar la capacidad ociosa de los componentes, evitando inversiones cuantiosas en el presente, ni lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones-NRE.

Cuadro N° 3-11	
RESUMEN DE PERIODOS DE DISEÑO - AGUA	
Estructura o componente	Periodo en años recomendado con tasa del 11%
Captación de río, lago, manantial	15
Pozos / Estaciones de bombeo de agua	10
Líneas de conducción (por gravedad)	17
Líneas de impulsión (por bombeo)	17
Plantas de tratamiento de agua potable	19
Reservorios apoyados	11
Reservorios elevados	20
Líneas de aducción (a la salida del reservorio)	17
Redes matrices de agua potable	19
Captación galerías filtrantes	18

Cuadro N° 3-12	
RESUMEN DE PERIODOS DE DISEÑO - ALCANTARILLADO	
Estructura o componente	Periodo en años recomendado con tasa del 11%
Colectores principales	20
Interceptores	20
Emisores	20
Sifones invertidos	20
Cámaras de bombeo	16
Planta de tratamiento de desagües	10

Nota: La norma OS.090 del R.N.E., señala que el tratamiento de aguas residuales a través de lagunas de estabilización, puede implementarse en periodos de 10 años.

3.5.3 Desarrollo de las alternativas

Estableciendo los requerimientos de infraestructura, según el análisis del balance oferta-demanda, se identifican todas las alternativas técnicamente factibles de solución, de modo de hacerlas claramente distinguibles. Cada alternativa, debe dar solución integral a los requerimientos de la demanda por los servicios respectivos.

Las alternativas planteadas, deben ser consecuentes con los antecedentes recopilados y con el diagnóstico realizado de los sistemas. Se debe tener en cuenta en el análisis, la optimización de cada alternativa, considerando: secuencia temporal de las obras, adecuada identificación de la situación base optimizada, localización, y el periodo óptimo de diseño.

Cabe destacar que, en proyectos de instalación y ampliación que considere nuevas fuentes de agua, la fuente de agua que se incorpora al proyecto, es acreditada por un estudio previo (estudio de fuentes). Si se detecta más de una fuente factible, se plantean alternativas técnicas.

En general, las distintas alternativas técnicas, se relacionan con el tipo de abastecimiento de agua: superficial, subterránea o ambas; o una conexión a redes de servicios ya existentes. Si la fuente es nueva, el estudio del proyecto debe analizar la necesidad de respaldarse con un informe hidrogeológico del área. Además, analizar si es necesario tramitar la obtención de nuevos derechos de agua y analizar la factibilidad de conseguirlos. Si existe la posibilidad de conectarse a redes de servicios existentes, se debe verificar la factibilidad técnica, incluyendo copia del informe correspondiente.

El estudio de fuentes de agua debe incluir además, los siguientes aspectos: análisis físico químico y bacteriológico de las aguas y factibilidad de suministro de energía eléctrica para los casos que se consideren instalaciones eléctricas, mecánica de suelos y otros.

Además del tema de la fuente, para el caso de nuevas captaciones, se debe considerar la factibilidad de obtener terrenos y servidumbres según se consideren en la o las alternativas que se planteen, a objeto de que efectivamente se trate de proyectos técnicamente viables.

El desarrollo de una alternativa del proyecto, puede tener también una conformación de varios componentes, es decir, que puede o deben ejecutarse diversos procesos o conjunto de actividades, en forma paralela o secuencial, las cuales en su conjunto consiguen los impactos esperados, pero en separado buscan conseguir resultados específicos. La conformación de estos componentes requiere de una atención especial, por cuanto debe asegurarse que todos están orientados a conseguir los objetivos implícitos planteados en la alternativa de solución. En los Apéndices N° 3-2, N° 3-3 y N° 3-4, se presentan criterios para la selección de la opción técnica de evacuación de las aguas residuales y en el Apéndice N° 3.3, se presentan criterios para la selección de la opción técnica de abastecimiento de agua potable.

3.5.4 Descripción de las alternativas.

En esta sección dedicada a la descripción del proyecto, deben quedar plasmadas las principales ideas relacionadas con lo que se está diseñando. Así por ejemplo, en la descripción deben señalarse, aspectos de tamaño, localización, monto de la inversión, diseño organizacional del funcionamiento, costos, beneficios, etc.

Ejemplo: Siguiendo con el ejemplo que se desarrolla, a continuación se describen las alternativas del proyecto, cuyo objetivo es mejorar la salubridad de la población, y sus objetivos específicos son, lograr:

- a. Un eficiente abastecimiento de agua potable mediante: (i) la mejora de la calidad del agua, (ii) incremento de la cobertura al 85 %, (iii) la continuidad del servicio de 24 h/día. Se contempla incrementar la producción de agua, optimizar la distribución del agua, reducir pérdidas y fugas en la red, implementar un programa de educación sanitaria, para la adecuada valoración y uso del agua.
- b. Un eficiente servicio sanitario, a través de: (i) incremento de la cobertura meta del servicio al 60%, (ii) incremento de la cobertura de tratamiento de desagües. Se contempla la ampliación de redes y conexiones domiciliarias, así como la planta de tratamiento, para tratar el 100% de las aguas servidas e implantar un programa de educación sanitaria para mejorar la salud e higiene.
- c. Mejorar la gestión de los servicios, implantando la Unidad de Gestión correspondiente.

Para cumplir con dichos objetivos, el proyecto contempla las siguientes alternativas:

A. Alternativas del Sistema de Agua Potable del proyecto. (Ver plano N° 3-3)

i. Alternativa «N°1»: Captación de Manantial Muyo Chico N°2.

1. Construcción de la captación en el Manantial Muyo Chico N°2 con caudal de 10 l/s.
2. Instalación de línea de conducción (Captación Manantial Muyo Chico-Reservorio Proyectado).
Contempla la instalación de: tubería de PVC, Ø 100 mm., y 6.1 Km, 2 válvulas de aire de Ø 75 mm, 2 válvulas de purga Ø 75 mm, construcción de 6 cámaras rompe presión y una cámara de derivación.
3. Ampliación y mejoramiento de la capacidad de almacenamiento.
Prevé la construcción del reservorio proyectado de 35 m³., incluyendo la caseta de válvulas, 1 macro medidor de Ø 75 mm y 1 sistema de desinfección.
Además, la rehabilitación del reservorio Bello Horizonte e instalación de 2 macromedidores.
4. Instalación de líneas de aducción.
Plantea la instalación de: 745 m. de tubería de PVC, Ø 75 mm.; 1228 m. de tubería de PVC, Ø 75 mm., 20 m. de tubería F° F°, Ø 75 mm. para cruce de río.
5. Redes y conexiones domiciliarias.
Incluye la rehabilitación de redes matrices, instalando 650 m. de tubería de Ø 75 y 100 mm. Además, instalación de 455 conexiones domiciliarias de Ø 15 mm., instalación de 5 válvulas de purga Ø 50 y 75 mm., e instalación de 6 válvulas de control de sectorización de Ø 75 y 100 mm.

ii. Alternativa «N°2»: Ampliación y Mejoramiento de la captación en el riachuelo Chorropaccha

1. Ampliación de captación Chorropaccha, con caudal de 10 l/s.
2. Modificación de línea de conducción existente (Prefiltro- Filtro Lento).
Instalación de 80 m. tubería de PVC Ø 100 mm. y construcción de 2 cámaras de derivación y reunión.
3. Construcción de Planta de Tratamiento de Agua Potable.
Construcción del prefiltro vertical de grava, para un caudal de 7.3 l/s. y 1 unidad de prefiltración complementaria para una caudal de 2,7 l/s. Además, construcción del filtro lento para un caudal de 7,3 l/s y 1 unidad de filtración lenta complementaria para un caudal de 2.7 l/s.
4. Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento. Tiene las mismas metas de la Alternativa 1.
5. Instalación de líneas de aducción. Tiene las mismas metas de la Alternativa 1.
6. Redes y conexiones domiciliarias. Tiene las mismas metas de la Alternativa 1.

B. Alternativas del sistema de saneamiento del proyecto. (Ver plano 3-4).

i. Alternativa «N° 1»- Ampliación y mejoramiento de tratamiento con Sedimentación y Filtros Intermitentes de arena.

1. Ampliación de colectores, conexiones y emisor.
Instalación de tubería Ø 150 y 200 mm., PVC (4130 m.); instalación de 54 buzones, prof.: 1.2 m promedio; instalación de 413 conexiones domiciliarias; instalación de emisor (margen izquierda), Ø 200 mm., PVC, long: 600 m.; instalación de 8 buzones, profundidad: 1.2 m.
2. Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas.
Rehabilitación de 1 cámara de rejillas. Rehabilitación y mejoramiento del sedimentador primario y construcción de 1 cámara de dosificación/sifón.
Modificación de 02 tanque de oxidación a 02 filtros intermitentes de arena de 9x 6 x 1.5 m, Instalando medio filtrante, tubería drenaje, tubería de distribución de flujo. Además, instalación del buzón de salida y emisor con tubería de 30 m. de longitud, de Ø 200 mm., PVC.
3. Ampliación de planta de tratamiento de aguas servidas.
Construcción de cámara de rejillas (caudal: 3 l/s).
Construcción de sedimentador primario (área: 10 m²) y construcción cámara de dosificación/sifón (01 unid). Además, construcción de 02 filtros intermitentes de arena de 10x5x1.5 m profundidad.

ii. **Alternativa «N° 2»- Ampliación/mejoramiento de tratamiento con tanques de oxidación.**

1. Ampliación de colectores, conexiones y emisor. Tiene las mismas metas de la Alternativa 1.
2. Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas.
Rehabilitación de 1 cámara de rejillas. Rehabilitación y mejoramiento de 1 sedimentador primario.
Mejoramiento y rehabilitación de 02 tanques de oxidación de 15x6x3.0m, incluyendo la impermeabilización de fondo. Mejoramiento de estructuras de ingreso y salida y construcción de un tanque de 15x12x3.0 m, con fondo impermeabilizado y muros de concreto (0.25 m).
Instalación de 03 buzones de ingreso, 04 buzones de salida y del emisor de 50 m de longitud, con tubería de Ø 200 mm., de PVC.
Ampliación de la planta de tratamiento de aguas servidas: construcción de la cámara de rejillas (caudal: 3 l/s) y construcción del sedimentador primario (área: 10 m²). Además construcción de 02 tanques de oxidación anaeróbicos de 22x11x3.0 m.

C. Alternativa de Solución para el Mejoramiento de Gestión de los Servicios

La actual gestión de los servicios a cargo de comités de administración por barrios, presenta características que no la hacen sostenible en el tiempo. En este sentido, el proyecto plantea la integración de la administración de los servicios, encargando la administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento de la localidad, a una Unidad de Gestión Municipal de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. En este sentido, dentro de los alcances del proyecto se contempla implementar y formalizar la citada Unidad de Gestión, con autonomía administrativa, técnica y financiera, dependiente de la Municipalidad Distrital de Conchucos.

D. Alternativa de Solución para la Educación Sanitaria

Asimismo, el proyecto contempla entre sus alcances, implementar un programa de educación sanitaria, dirigido a la población de la localidad.

En el apéndice 3-5, se establecen pautas para el desarrollo del Programa de Educación Sanitaria y el Programa de capacitación en operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento.

TAREA 3.6: Costos

En esta tarea se determina cuanto cuesta implementar el proyecto y qué resultados se obtiene con ello. El costo de un proyecto es la suma del valor de los recursos o insumos que el proyecto incurre durante toda su vida útil.

La aplicación de recursos de un proyecto de inversión típico se efectúa en dos momentos bien definidos: mientras se construye o implementa el proyecto (durante el cual no se obtienen beneficios directos) y que se reconoce como «etapa de inversión», y otro durante el cual el proyecto opera mediante la atención a los usuarios y la consecución de los impactos y beneficios previstos y se conoce como etapa de operación (funcionamiento) del proyecto. Los costos de los bienes aplicados en el primer período se conocen como costos de inversión y de los del segundo período como costos de operación y mantenimiento. Esta es la primera gran clasificación de los costos de un proyecto.

Paso 3.6.1: Costos a precios privados o de mercado

En este acápite del estudio se debe determinar cual es el costo de cada alternativa de solución a precios privados o de mercado, es decir, los precios tal como los conocemos.

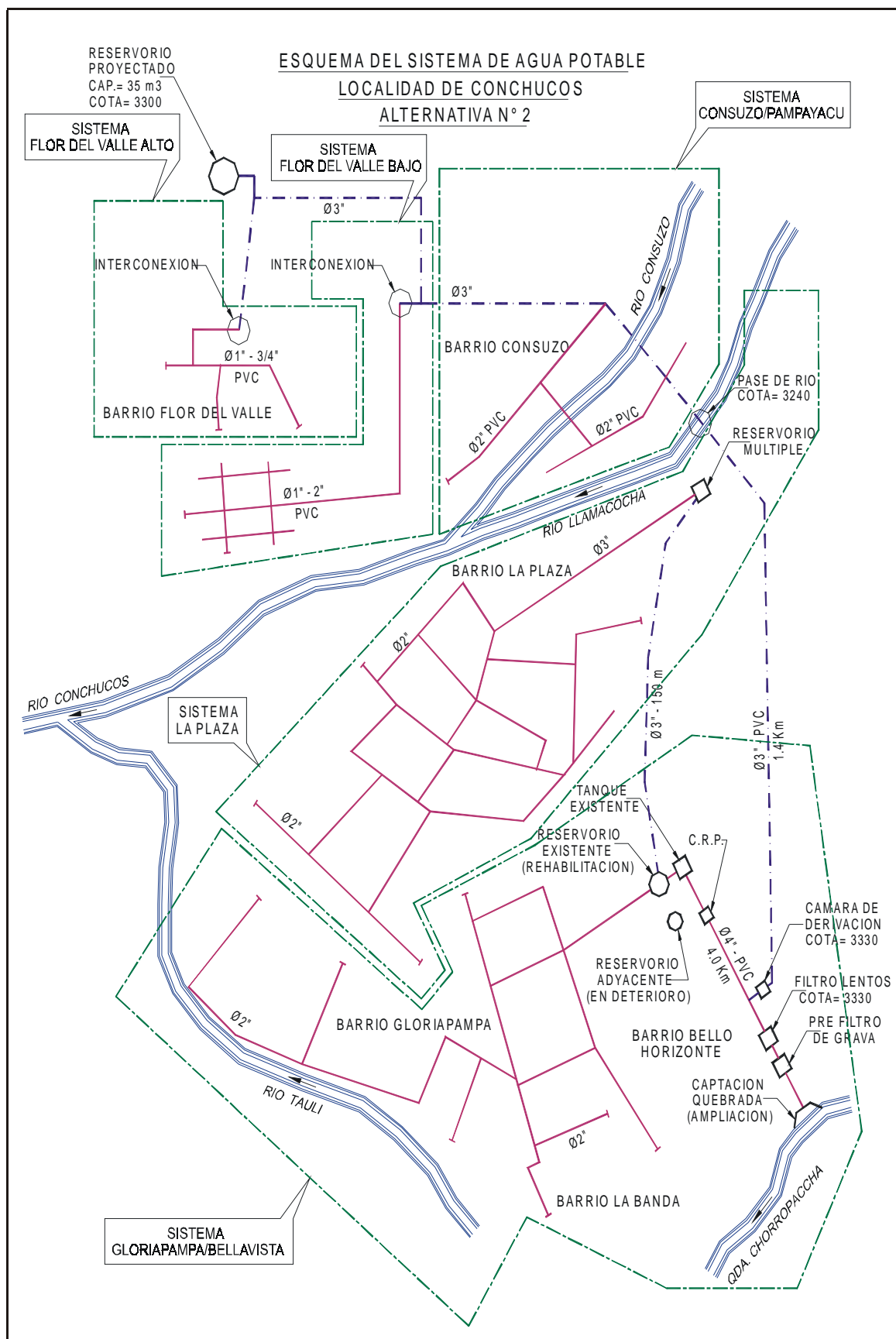
Dado que los beneficios y costos pertinentes a la evaluación son los incrementales, los que resultan de comparar las situaciones con y sin proyecto, por lo cual es primordial la definición de la situación base de comparación o situación «sin proyecto».

Los costos están dados por los costos de preinversión (estudios de factibilidad, diseño, asesoría, etc.), costos de inversión (obras civiles, equipamiento y terrenos) y por los costos de operación y mantenimiento que están constituidos por fijos y variables.

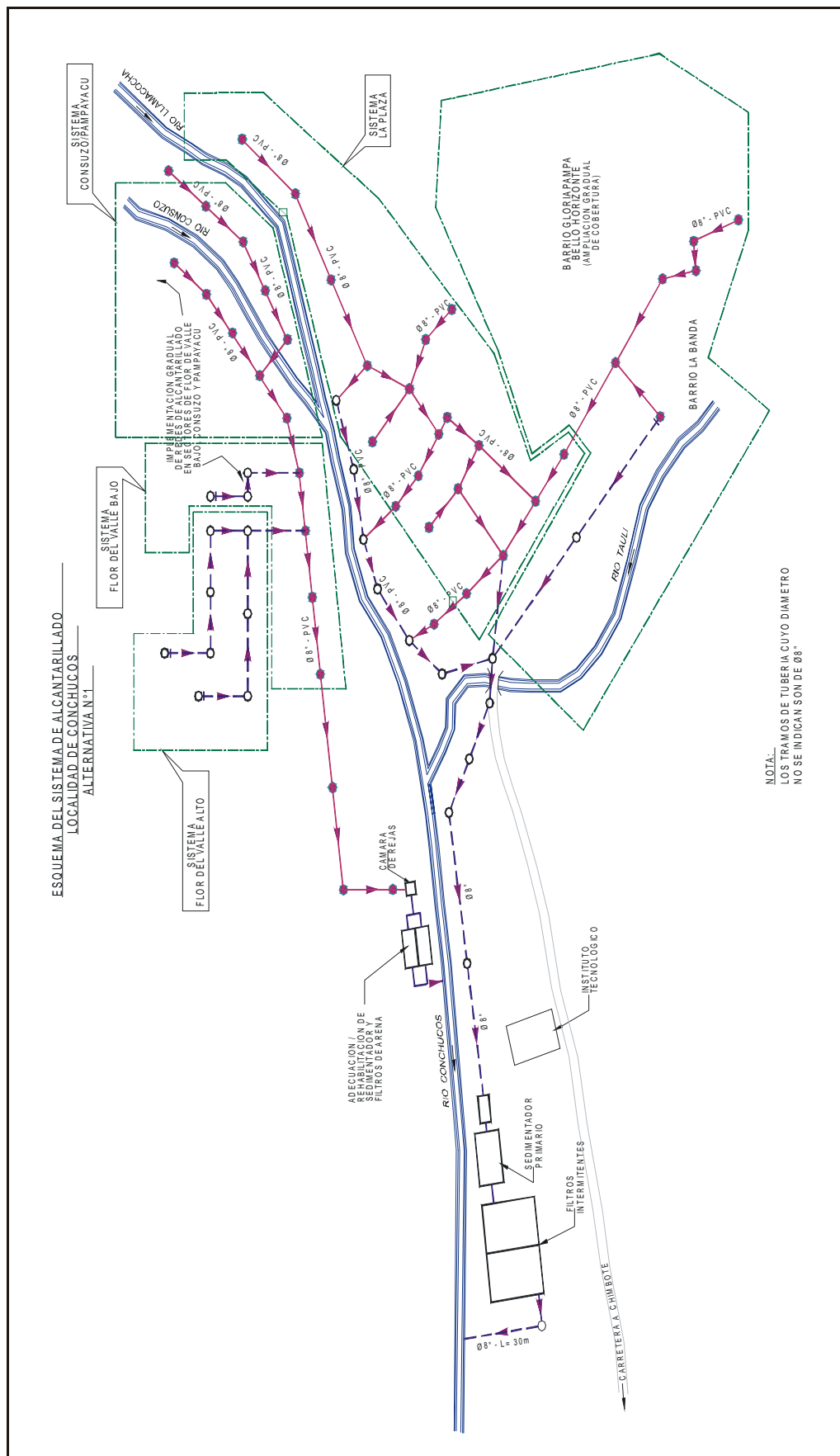
3.6.1.1 Costos en la situación sin proyecto a precios privados o de mercado

Los costos en la situación sin proyecto, están conformados por todos los costos que se esta incurriendo en la actualidad, para la operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento. Dicha situación se encuentra relacionada con la definición de la situación actual optimizada.

PLANO N° 3-3



PLANO N° 3-4



En este acápite del proyecto, se deben determinar los costos actuales optimizados (sin inversión) que se incurren para la gestión de los sistemas de agua y saneamiento, para lo cual es necesario estimar los costos y gastos que se deben realizar sin restricciones, para la operación y mantenimiento. Para esto se considera como base, los gastos del ejercicio de los años anteriores a la formulación del estudio de preinversión. Considerando el pago de los sueldos y salarios, los gastos de administración y comercialización (pagos por los servicios teléfono, luz, útiles de escritorio y de aseo), producción (pago de salarios, insumos químicos así como los gastos de operación en los que se incluyen los materiales y herramientas) desagregado por sistema de agua potable y saneamiento. Con respecto a los costos de inversión para la rehabilitación, se ha visto por conveniente que dichas inversiones formen parte del proyecto integral, en tal sentido no se incluyen como costos en la situación «sin proyecto».

“En algunos casos los costos en la situación “sin proyecto” son inexistentes debido a que no se cuentan con los servicios”

Ejemplo: Para el ejemplo analizado, en la situación «sin proyecto», los costos de O&M del sistema de agua y saneamiento, ascienden a S/. 4,560/ año (realizados en el año 2004 por la municipalidad de Conchudos). Ese monto considera la contratación de obreros cuando se originan las emergencias o hay que realizar alguna ampliación al sistema y los insumos y materiales para el mantenimiento y operación de los sistemas. Para la evaluación del proyecto, dichos costos se ha distribuido en dos: (i) operación y (ii) mantenimiento. Para el sistema de agua potable: 50% corresponde a la operación y el 50% restante al mantenimiento correctivo; en tanto que para el sistema de saneamiento, 70% es para la operación y el 30% restante para el mantenimiento. El desagregado de los costos se detalla en el cuadro N° 3-13.

Cuadro N° 3-13			
SITUACIÓN SIN PROYECTO: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (en nuevos soles)			
Rubro	Sistema de Agua Potable	Sistema de Saneamiento	Total
Mano de Obra	800.0	500.0	1,300.0
Materiales	850.0	700.0	1,550.0
Herramientas	300.0	120.0	420.0
Insumos	560.0	150.0	710.0
Otros	454.0	126.0	580.0
Total	2,964.0	1,596.0	4,560.0
Operación	1,482.0	1,117.0	2,599.0
Mantenimiento	1,482.0	479.0	1,961.0

3.6.1.2 Costos en la situación «con proyecto» a precios de mercado

a. Inversiones

Los costos de inversión son aquellos que se utilizan para implementar el proyecto. En dicho concepto se incluyen los costos de construcción, instalaciones, diseño organizacional, mejora de la gestión (incluyendo capacitación de personal), educación sanitaria y cualquier otro que sea previo al funcionamiento. A modo de ejemplo en un proyecto de agua potable y saneamiento, los costos de inversión surgen de la aplicación de los siguientes recursos: adquisición de terrenos, preparación o habilitación del terreno, construcción de la captación, construcción de las líneas de conducción y aducción, construcción de estaciones de bombeo, construcción de reservorios de almacenamiento, ampliación de la planta de tratamiento de agua, redes de distribución compuestas de tuberías de PVC, conexiones de tipo domiciliario, instalación de piletas, construcción de letrinas, instalación de colectores primarios y secundarios, construcción de cámaras de bombeo, construcción de emisores y construcción de lagunas de oxidación.

Todo bien considerado como inversión tiene **una vida útil determinada**, propia de su esencia misma. Así por ejemplo, un edificio de concreto puede tener una vida de 40 años, una máquina computadora de 5 años, un mueble escritorio de 10 años. Al respecto se han elaborado tablas de vida útil para efectos contables o tributarios y también para efectos de formulación de proyectos dada la multiplicidad de variables que inciden en la duración de un bien.

Si la necesidad de un bien de inversión ha sido establecida para toda la vida útil del proyecto (30 años por ejemplo) y si la vida útil de un bien del proyecto es de 10 años, ello quiere decir que este bien debe ser comprado tres veces: al inicio, al décimo año y al vigésimo año. La compra del año 10 y 20 **se denomina reposición** y sigue teniendo el mismo concepto de un bien de inversión que el primero y debe ser incluido en el flujo de caja correspondiente.

Es necesario efectuar «gastos de mitigación» para evitar, prevenir o reducir los efectos negativos ambientales. Como se señala más adelante, los daños ambientales, son a veces, difíciles de cuantificar, pero los gastos de mitigación pueden ser determinados más fácilmente en términos monetarios y a precios de mercado que el bien ambiental en si mismo. Por lo tanto, en los diferentes rubros de costo en que sean necesarios estos gastos, habrá que valorarlos e incluirlos como un costo mínimo del proyecto para atenuar la degradación de la calidad del ambiente. Al incluirse como costo, en cierta medida se castiga (aún desde el punto de vista financiero), a los proyectos con mayores efectos ambientales. En realidad se trata de un costo directo de una actividad que requiere trabajo y capital.

Para determinar el costo total de inversión de las alternativas, al costo directo se le debe adicionar los costos indirectos como se describirá en el ejemplo siguiente.

$$\text{Costo total} = \text{Costo directo (CD)} + \text{Costos Indirectos (CI)}$$

Donde:

Costo directo (CD): es el costo propio de las inversiones

Costo indirecto (CI): costos de elaboración del expediente técnico (correspondiente a un % del costo directo) + los gastos generales y las utilidades (se calcula como un % de los CD) + los imprevistos (% de los costos directos), el pago del IGV (19% del costo total).

Ejemplo 1: En el siguiente ejemplo se detallan las inversiones en infraestructura de las alternativas tanto para el sistema de agua potable como para el saneamiento así como las acciones de apoyo a la sostenibilidad de la infraestructura de los sistemas de agua potable y saneamiento.

i. Sistema de Agua

En los cuadros N° 3-14 y 3-15, se presenta la inversión a precios de mercado, para cada una de las alternativas planteadas para el sistema de agua potable del proyecto. Las inversiones de la primera etapa de la Alternativa 1 y Alternativa 2, ascienden a S/. 1,140,034 y S/. 1,195,550, respectivamente. En el caso de la Alternativa 1, para estimar la inversión total se adicionó a los CD los CI (expediente técnico/supervisión correspondiente al 11% del CD, los gastos generales y utilidades representan el 20% y el 19% representa el IGV).

ii. Acciones de Apoyo

En el cuadro N° 3-16 se detalla la inversión para las acciones de apoyo a la sostenibilidad de las inversiones en infraestructura de los sistemas de agua potable y saneamiento, la cual asciende a S/. 55,535 a precio de mercado, para lo cual a los costos directos se adicionó un 11% para la elaboración de diseños, 20% para gastos generales y utilidades y 19% para el pago del IGV. Esta inversión es similar para ambas alternativas. En los cuadros N° 3-19 y 3-20 se detalla inversión total por alternativa de agua potable (inversión en infraestructura y en acciones de apoyo) a precios de mercado.

Cuadro N° 3-14							
COSTOS INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA - COMPONENTE AGUA POTABLE -ALTERNATIVA N° 1							
(en nuevos soles)							
Ítem	Descripción	2005					
		Costo directo	Expediente técnico. Supervisión.	Gast.Gen. y utilidad	Sub Total	Igv.	Total a Precios Mercado
1.1	Construcción de captación Muyo Chico	7,000	770	1,400	9,170	1,742	10,912
1.2	Instalación de línea de conducción	274,280	30,171	54,856	359,307	68,268	427,575
1.3	Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento.	40,400	4,444	8,080	52,924	10,056	62,980
1.4	Instalación de líneas de aducción	107,157	11,787	21,431	140,376	26,671	167,047
1.5	Mejoramiento de redes y conexiones	53,950	5,935	10,790	70,675	13,428	84,103
1.6	Ampliación de redes y conexiones	248,520	27,337	49,704	325,561	61,857	387,418
	Totales	731,307	80,444	146,261	958,012	182,022	1,140,034

Cuadro N° 3-15							
COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA - COMPONENTE AGUA POTABLE - ALTERNATIVA N° 2							
(en nuevos soles)							
Ítem	Descripción	2005					
		Costo directo	Expediente técnico. Supervisión.	Gast. Gen. y utilidad	Sub Total	Igv.	Total a Precios Mercado
1.1	Ampliación captación Chorropaccha *	20,000	2,200	4,000	26,200	4,978	31,178
1.2	Modific. De línea de conduc. Existente**	7,480	823	1,496	9,799	1,862	11,661
1.3	Const. de planta de tratamiento de agua	251,411	27,655	50,282	329,348	62,576	391,925
1.4	Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento.	40,400	4,444	8,080	52,924	10,056	62,980
1.5	Instalación de líneas de aducción	145,157	15,967	29,031	190,156	36,130	226,285
1.6	Mejoramiento de redes y conexiones	53,950	5,935	10,790	70,675	13,428	84,103
1.7	Ampliación de redes y conexiones	248,520	27,337	49,704	325,561	61,857	387,418
	Costos Totales	766,918	84,361	153,383	1,004,663	190,887	1,195,550

* La captación corre peligro de ser arrasado por el río en época de lluvias.

** La línea de conducción se ha construido en la margen izquierda del río y cercana a el, en las épocas de avenidas, parte de su tramo es destruido y requiere ser cambiado constantemente.

* La captación corre peligro de ser arrasado por el río en época de lluvias.

** La línea de conducción se ha construido en la margen izquierda del río y cercana a el, en las épocas de avenidas, parte de su tramo es destruido y requiere ser cambiado constantemente.

iii. Sistema de Saneamiento

En los cuadros N° 3-17 y 3-18 se presenta la inversión a precios de mercado de las alternativas de saneamiento. Las inversiones de la Alternativa 1 y Alternativa 2, ascienden a S/. 657,899 y S/. 703,793, respectivamente. A los CD se le ha adicionado los CI (elaboración del expediente técnico/supervisión correspondiente al 11% del CD, los gastos generales y utilidades representan el 20% y el 19% corresponde al IGV).

b. Costos de operación y mantenimiento

Concluido el período de ejecución de la inversión, que en el ejemplo de las obras de agua potable corresponde a tenerla acabada y lista para su funcionamiento, comienzan a generarse los costos de operación, que son los que permiten que el proyecto cumpla con los objetivos para los cuales fue formulado.

Los costos de operación o funcionamiento surgen de la aplicación de los siguientes recursos que se consumen en un período determinado (un mes, un trimestre, pero siempre en menos de un año): Mano de obra, productos químicos (cloro), mantenimiento de las redes, limpieza de la captación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales etc.

De la misma forma en que se agrupan los costos de inversión, se agrupan los costos de operación. El período durante el cual se generan los costos de operación es equivalente a la vida útil del proyecto, es decir, durante todo el período en que se generan los beneficios e impactos directos del proyecto.

El formulador de proyecto debe tener la suficiente capacidad para diseñar el funcionamiento de las obras de agua y saneamiento y por lo tanto estimar los costos en que se incurrirá cada año. Los costos de operación y mantenimiento del proyecto se han dividido en dos:

b.1 Costos Variables: son los costos que dependen del volumen de agua producido. En los proyectos de agua potable y saneamiento, generalmente se trabaja con costos marginales de producción constantes para un tamaño dado, en virtud de que corresponden a productos químicos, energía y agua cruda, cuyo valor por metro cúbico prácticamente no varía. En los procesos de ampliación, al variar el tamaño de la planta, la tendencia es que los costos marginales (variables) se incrementen pues las nuevas fuentes de agua tienden a estar más alejada y el costo de extracción es mayor.

b.2 Costos fijos de operación: son los costos independientes de la producción y generalmente se calculan en función del tamaño de la comunidad, como ejemplo el costo de la mano de obra, administración, comercialización, etc.

Cuadro N° 3-16

INVERSIONES EN ACCIONES DE APOYO -ALTERNATIVA "ÚNICA"

(en nuevos soles)

Ítem	Descripción	Costo directo	Expediente técnico Supervisión	Gast, Gen. Y utilidad	Sub Total	Igv.	Total a Precios Mercado
1.1	Independización de la gestión del servicio	7,000	770	1,400	9,170	1,742	10,912
1.2	Implementación de un programa de MIO y financiero	6,500	715	1,300	8,515	1,618	10,133
1.3	Elaborar catastro técnico de redes y equipos	3,200	352	640	4,192	796	4,988
1.4	Actualización de Padrón de Usuarios	1,500	165	300	1,965	373	2,338
1.5	Desarrollar programa de mejoramiento de cobranza	3,500	39	700	4,585	871	5,456
1.6	Medidas de Mitigación	1,500	165	300	1,965	373	2,338
1.7	Educación sanitaria	5,500	605	1,100	7,205	1,369	8,574
1.8	Adquisición de e/q para O&M del servicio de agua potable y saneamiento	6,923	762	1,385	9,069	1,723	10,792
	Costo Total de Inversión - Acciones de Apoyo.	35,623	3,919	7,125	46,666	8,867	55,533

Cuadro N° 3-17

**COSTOS DE INVERSIÓN 2005 - COMPONENTE ALCANTARILLADO Y DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS SERVIDAS - ALTERNATIVA N° 1
CONCHUCOS**

(en nuevos soles)

Ítem	Descripción	2005					
		Costo directo	Expediente técnico y Supervisión	Gastos Generales Y utilidad	Sub Total	Igv.	Total A Precios Mercado
2.1	Ampliación de colectores, conexiones y emisor	369,974	40,697	73,995	484,666	92,087	576,752
2.2	Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas	22,037	2,424	4,407	28,868	5,485	34,353
2.3	Construcción de sistema de tratamiento de aguas servidas	30,017	3,302	6,003	39,322	7,471	46,794
	Costos Totales	422,028	46,423	84,406	552,857	105,043	657,899

Cuadro N° 3-18

**COSTOS DE INVERSIÓN 2005 - COMPONENTE ALCANTARILLADO Y DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS SERVIDAS - ALTERNATIVA N° 2
CONCHUCOS**

(en nuevos soles)

Ítem	Descripción	2005					
		Costo directo	Expediente técnico y Supervisión	Gastos Generales y Utilidades	Sub Total	Igv.	Total A Precios Mercado
2.1	Ampliación de colectores, conexiones y emisor	369,974	40,696	73,995	484,666	92,087	576,752
2.2	Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas	43,270	4,760	8,654	56,684	10,770	67,454
2.3	Construcción de sistema de tratamiento de aguas servidas	38,224	4,205	7,645	50,073	9,514	59,587
	Costos Totales	451,468	49,661	90,294	591,423	112,370	703,793

Cuadro N° 3-19		
Alternativa. 1: INVERSIÓN TOTAL SISTEMA DE AGUA POTABLE		
(en nuevos soles)		
Ítem	Descripción	Inversión a Precios de Mercado
1.1	Construcción de captación Muyo Chico 2 (10 l/s)	10,912
1.2	Instalación de línea de conducción 6,100 metros (DN 100 mm)	427,575
1.3	Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento (35 m³)	62,980
1.4	Instalación de líneas de aducción 2,174 m. (DN 75 mm)	167,047
1.5	Mejoramiento de redes y conexiones 650 m. y 30 conexiones	84,103
1.6	Ampliación de redes y conexiones 4,360 m. y 436 conexiones	387,418
1.7	Desarrollo Institucional	44,621
1.8	Educación sanitaria	8,574
1.9	Medidas de mitigación	2,338
	Total	1,195,568

Cuadro N° 3- 20		
Alternativa 2: INVERSIÓN TOTAL SISTEMA DE AGUA POTABLE		
(en nuevos soles)		
Ítem	Descripción	Inversión a Precios de Mercado
1.1	Ampliación captación Chorropaccha	31,178
1.2	Modificación de línea de conducción existente	11,661
1.3	Construcción de planta de tratamiento de agua potable	391,925
1.4	Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento	62,980
1.4	Instalación de líneas de aducción	226,285
1.5	Mejoramiento de redes y conexiones	84,103
1.6	Ampliación de redes y conexiones	387,418
1.7	Desarrollo Institucional	44,621
1.8	Educación sanitaria	8,574
1.9	Medidas de mitigación	2,338
	Total	1,251,083

Ejemplo: A continuación se presenta a modo de ejemplo la determinación de los costos de operación y mantenimiento en el ejemplo que se viene analizando.

En los Cuadros N°s 3-21 y 3-22, se presentan los costos de la mano de obra, para las Alternativas 1 y 2, de agua potable y saneamiento del proyecto. Para plantear los requerimientos de mano de obra, se ha considerado el tamaño de los sistemas y el modelo administrativo propuesto: en el caso de la Alternativa 1 se ha considerado un administrador para la Unidad de Gestión, con un salario S/. 500/mes, y un operador de los sistemas, con un salario de S/.400/mes. Adicionalmente se le ha considerado un sueldo como vacaciones y dos gratificaciones anuales de S/. 200. Del costo total de la mano de obra, en este ejemplo se estima que al sistema de agua y sistema de saneamiento, le corresponde el 59% y 41 %, respectivamente. Para la Alternativa 2, se ha considerado adicionalmente un operador de la planta de tratamiento de agua potable con un costo adicional de S/. 5,600 anual a precios de mercado.

Cuadro N° 3-21			
ALTERNATIVA 1: COSTOS DE MANO DE OBRA			
Rubro	Cantidad	Mensual (S/.)	Anual (1) (S/.)
1. Administrador	1	500.0	6,900
2. Operador del Sistema	1	400.0	5,600
Total	2	900.0	12,500
(1) Considera 13 sueldos al año más dos gratificaciones de S/. 200 c/u			
(2) El 59% del costo de la mano de obra corresponde al sistema de agua potable y el 41% restante al sistema de saneamiento.			
Cuadro N° 3-22			
ALTERNATIVA 2: COSTOS DE MANO DE OBRA			
Rubro	Cantidad	Mensual (S/.)	Anual (1) (S/.)
1. Administrador	1	500.0	6,900
2. Operador del Sistema	2	400.0	11,200
Total	3	900.0	18,100

En el cuadro N° 3-23, se detallan los gastos de venta y de administración de los sistemas de agua y saneamiento, considerado gastos por alquiler, electricidad, comunicación, transporte etc; que son iguales para ambas alternativas.

Cuadro N° 3-23			
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN			
Rubro	Costo Mensual S/.	Meses	Total Precios de Mercado
Alquiler Local	50	12	600
Servicios	50	12	600
Útiles y Materiales de oficina	70	12	840
útiles de aseo	20	12	240
Otros	19	12	228
Total	209		2,508

(*) Se ha considerado que el 59% de los gastos de adm. y comercialización corresponde al agua sistema de potable y el 41% restante a saneamiento.

En el Cuadro del N° 3-24, se presentan los costos por el uso de insumos químicos para la desinfección del agua. Para su estimación se ha considerado un coeficiente de 0.001 kilos/m³, el que se aplica a la producción anual de agua potable y multiplica por el precio, obteniéndose el presupuesto de insumos químicos.

Cuadro N° 3-24					
ALTERNATIVAS 1 Y 2: REQUERIMIENTO DE INSUMOS QUÍMICOS					
Año	Producción Agua m ³ /año	Requerimiento de Hipoclorito por kg/m ³	Requerimiento de Hipoclorito Kg.	Precio del Hipoclorito S/./Kg	Costo Total a Precios de Mercado S/.
1	144,160	0.001	206	4.48	923
5	177,886	0.001	254	4.48	1,138
10	188,106	0.001	269	4.48	1,204
15	199,144	0.001	284	4.48	1,275
20	210,795	0.001	301	4.48	1,349

Se han considerado además otros costos de operación y mantenimiento de los sistemas (materiales, equipos y herramientas, para el mantenimiento, cambio redes y reparaciones; análisis químicos para el control de calidad del agua potable y de las aguas residuales). Para el proyecto de Conchucos, se estima que dichos gastos representan el 0.5% de la inversión en tuberías y obras civiles y el 1% del monto de las inversiones en conexiones domiciliarias. En el presente ejemplo, para las alternativas de los sistemas de agua potable como saneamiento, el 50% de los gastos corresponde a gastos de operación y el 50% restante a gastos de mantenimiento, los cuales permanecen constantes hasta que se realicen nuevas inversiones. Además, dentro de esos costos se ha considerado la contratación de un obrero asistente de apoyo del operador, por un periodo de 50 días al año para el caso del sistema de agua potable y de 12 días para el caso del saneamiento para limpieza de la laguna y evacuación de lodos en la alternativa 1. Para la alternativa 2, no va ha ser necesario contratar este personal de apoyo, pero se va ha incurrir en un gasto adicional de S/. 1,200, para la operación de la planta de tratamiento de agua potable.

En los cuadros N° 3-25 y N° 3-26, se detallan los otros costos de operación y mantenimiento, de las 2 alternativas del sistema de agua potable del proyecto.

Cuadro N° 3-25			
ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE: OTROS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (en nuevos soles)			
Año	Otros Costos de Mant. a precios de Mercado	Otros Costos de Operación a precios de Mercado	Total de Otros costos O & M
1	4,529	4,529	9,058
5	4,529	4,529	9,058
10	4,529	4,529	9,058
15	4,831	4,831	9,662
20	4,831	4,831	9,662

Cuadro N° 3-26			
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE AGUA POTABLE: OTROS COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (en nuevos soles)			
Año	Otros Costos de Mant. a precios de Mercado	Otros Costos Operación a precios de Mercado	Total de Otros costos O & M
1	5,296	4,090	9,393
5	5,296	4,090	9,393
10	5,296	4,090	9,393
15	5,598	4,398	9,997
20	5,598	4,398	9,997

En el caso de las alternativas del sistema de saneamiento, la diferencia de los costos en las alternativas planteadas, están dadas por los otros costos de operación y mantenimiento, y por los insumos químicos, En los cuadros N° 3-27 y N° 3-28, se detalla los costos de operación y mantenimiento de las 2 alternativas del sistema de saneamiento del proyecto.

Cuadro N° 3-27			
ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE SANEAMIENTO: COSTOS DE O&M (en nuevos soles)			
Año	Costos de Mantenimiento a precios de Mercado	Costos de Operación a precios de Mercado	Costo Total de Operación y Mantenimiento
1	1,908	1,908	3,815
5	1,908	1,908	3,815
10	1,908	1,908	3,815
15	1,908	1,908	3,815
20	1,908	1,908	3,815

Cuadro N° 3-28			
ALTERNATIVA 2 SANEAMIENTO - COSTOS DE O&M (en nuevos soles)			
Año	Costos de Mantenimiento a precios de Mercado	Costos de Operación a precios de Mercado	Costo Total de Operación y Mantenimiento
1	2,137	2,137	4,274
5	2,137	2,137	4,274
10	2,137	2,137	4,274
15	2,137	2,137	4,274
20	2,137	2,137	4,274

En los Cuadros del 3-29 al 3-32, se presentan los flujos de costos de operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento a precios de mercado por alternativa. El desagregado de costos de la situación sin proyecto, se presenta en el cuadro 3-13. En este ejemplo los costos de mano de obra (Cuadros N° 3-21 y 3-22 para las alternativas 1 y 2) y los gastos de administración (Cuadro N° 3-23) corresponden en un 59% para el sistema de agua potable y un 41% para el sistema de saneamiento para ambas alternativas.

Cuadro N° 3-29								
ALTERNATIVA 1- AGUA POTABLE: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								
(en nuevos soles a precios de mercado)								
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto						
		Mano de Obra	Insumos Químicos	Otros Costos de Operación	Gastos de Administ. Y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	2,964	7,375	923	4,529	1,480	14,306.2	4,529	18,835
5	2,964	7,375	1,138	4,529	1,480	14,522.1	4,529	19,051
10	2,964	7,375	1,204	4,529	1,480	14,587.5	4,529	19,116
15	2,964	7,375	1,275	4,831	1,480	14,960.2	4,831	19,791
20	2,964	7,375	1,349	4,831	1,480	15,034.8	4,831	19,866

Cuadro N°3-30							
ALTERNATIVA 1 SANEAMIENTO: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
(en nuevos soles a precios de mercado)							
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Mano de Obra	Otros Costos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,596	5,125	1,908	1,028	8,060.9	1,908	9,969
5	1,596	5,125	1,908	1,028	8,060.9	1,908	9,969
10	1,596	5,125	1,908	1,028	8,060.9	1,908	9,969
15	1,596	5,125	1,908	1,028	8,060.9	1,908	9,969
20	1,596	5,125	1,908	1,028	8,060.9	1,908	9,969

Cuadro N° 3-31								
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE AGUA: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								
(en nuevos soles a precios de mercado)								
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto						
		Mano de Obra	Insumos Químicos	Otros Costos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	2,964	10,679	923	4,096	1,480	17,177.6	5,296	22,474
5	2,964	10,679	1,138	4,096	1,480	17,393.4	5,296	22,690
10	2,964	10,679	1,204	4,096	1,480	17,458.9	5,296	22,755
15	2,964	10,679	1,275	4,398	1,480	17,831.6	5,598	23,430
20	2,964	10,679	1,349	4,398	1,480	17,906.2	5,598	23,505

Cuadro N° 3-32							
ALTERNATIVA 2 SANEAMIENTO: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
(en nuevos soles a precios de mercado)							
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Mano de Obra	Otros Costos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,596	7,421	2,137	1,028	10,586.4	2,137	12,723
5	1,596	7,421	2,137	1,028	10,586.4	2,137	12,723
10	1,596	7,421	2,137	1,028	10,586.4	2,137	12,723
15	1,596	7,421	2,137	1,028	10,586.4	2,137	12,723
20	1,596	7,421	2,137	1,028	10,586.4	2,137	12,723

3.6.1.3 Flujo de costos Incrementales a precios de mercado

En este acápite del estudio, luego de haberse calculado el flujo de costos de operación y mantenimiento para la situación «sin proyecto» y situación «con proyecto» para el horizonte de evaluación; se calculan los costos incrementales considerando la diferencia entre la situación «con proyecto» menos la situación «sin proyecto» a precios privados o de mercado.

Los costos incrementales, son aquellos que se generan solo si el proyecto se construye, es decir cuanto más cuesta implementar el proyecto respecto de los costos que actualmente se incurren por prestar el servicio.

El flujo de costos incrementales a precios de mercado, permite apreciar la distribución de los costos de acuerdo con el periodo en que se realizan.

Ejemplo: En los cuadros del 3-33 al 3-36, se presentan los costos incrementales a nivel de las alternativas de los sistemas de agua potable y saneamiento, para el proyecto analizado.

Cuadro N° 3-33									
ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE : COSTOS INCREMENTALES DE O&M									
(en nuevos soles a precios de mercado)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,482	1,482	2,964	14,306	4,529	18,835	12,824	3,047	15,871
5	1,482	1,482	2,964	14,522	4,529	19,051	13,040	3,047	16,087
10	1,482	1,482	2,964	14,587	4,529	19,116	13,105	3,047	16,152
15	1,482	1,482	2,964	14,960	4,831	19,791	13,478	3,349	16,827
20	1,482	1,482	2,964	15,035	4,831	19,866	13,553	3,349	16,902

Cuadro N° 3-34									
ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE SANEAMIENTO : COSTOS INCREMENTALES DE O&M									
(en nuevos soles a precios de mercado)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,117	479	1,596	8,061	1,908	9,969	6,944	1,429	8,373
5	1,117	479	1,596	8,061	1,908	9,969	6,944	1,429	8,373
10	1,117	479	1,596	8,061	1,908	9,969	6,944	1,429	8,373
15	1,117	479	1,596	8,061	1,908	9,969	6,944	1,429	8,373
20	1,117	479	1,596	8,061	1,908	9,969	6,944	1,429	8,373

Cuadro N° 3-35									
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE AGUA POTABLE : COSTOS INCREMENTALES DE O&M									
(en nuevos soles a precios de mercado)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,482	1,482	2,964	17,178	5,296	22,474	15,696	3,814	19,510
5	1,482	1,482	2,964	17,393	5,296	22,690	15,911	3,814	19,726
10	1,482	1,482	2,964	17,459	5,296	22,755	15,977	3,814	19,791
15	1,482	1,482	2,964	17,832	5,598	23,430	16,350	4,116	20,466
20	1,482	1,482	2,964	17,906	5,598	23,505	16,424	4,116	20,541

Cuadro N° 3-36									
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE SANEAMIENTO: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO									
(en nuevos soles a precios de mercado)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,117	479	1,596	10,586	2,137	12,723	9,469	1,658	11,127
5	1,117	479	1,596	10,586	2,137	12,723	9,469	1,658	11,127
10	1,117	479	1,596	10,586	2,137	12,723	9,469	1,658	11,127
15	1,117	479	1,596	10,586	2,137	12,723	9,469	1,658	11,127
20	1,117	479	1,596	10,586	2,137	12,723	9,469	1,658	11,127

Paso 3.6.2: Corrección de los precios de mercado a precios sociales.

Los precios privados no reflejan situaciones de eficiencia económica, debido a fallas del mercado por la presencia de Impuestos, subsidios, monopolios, externalidades y la existencia de bienes públicos.

Por dicha razón, con el fin de realizar una apropiada evaluación del proyecto, desde el punto de vista social, es necesario efectuar la corrección de los costos del proyecto a precios privados, aplicando factores de corrección, para aproximarlos a los costos que se darían en una situación de competencia perfecta, la cual por definición refleja una situación de eficiencia económica.

$$\text{Costo Social} = (\text{Costo a precios privados}) \times (\text{factor de corrección})$$

De acuerdo a lo anterior, los factores de corrección requieren ser aplicados a los costos de inversión, operación y mantenimiento a precios privados, previamente desagregados a nivel de los «precios básicos», siguientes:

- Bienes (Materiales Insumos Equipos) Transables.
- Bienes(materiales Insumos Equipos) No Transables.
- Mano de Obra No Calificada.
- Mano de Obra Calificada.

Los factores de corrección de los «precios básicos» han sido estimados por el MEF y el Sector Saneamiento (a través de la Dirección Nacional de Saneamiento), y sus resultados son:

Cuadro N° 3-37		
FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS PRECIOS BASICOS		
Precio Básico	Factor de Corrección	Entidad que hizo el cálculo
I. Bienes No Transables	0.840	Sector Saneamiento
II. Bienes Transables	0.860	Sector Saneamiento
III. Mano de Obra Calificada	0.909	Sector Saneamiento
IV. Mano de Obra No Calificada	1/	MEF
1/ Ver cuadro N° 3-37		
Cuadro N° 3-37		
FACTORES DE CORRECCIÓN DE LOS PRECIOS BASICOS		
Precio Básico	Factor de Corrección	Entidad que hizo el cálculo
I. Bienes No Transables	0.840	Sector Saneamiento
II. Bienes Transables	0.860	Sector Saneamiento
III. Mano de Obra Calificada	0.909	Sector Saneamiento
IV. Mano de Obra No Calificada	1/	MEF
1/ Ver cuadro N° 3-37		

Cuadro N° 3-38		
FACTORES DE CORRECCIÓN DE MANO DE OBRA 1/		
Región	Factor de Corrección MO Urbano	Factor de Corrección de MO Rural
• Lima Metropolitana	0.86	-
• Resto Costa	0.68	0.57
• Sierra	0.60	0.41
• Selva	0.63	0.49
1/ Resolución Directoral N° 002-2007-EF/68.01		

3.6.2.1 Inversiones

A fin de facilitar la corrección de los costos de inversión de los proyectos en los estudios de preinversión a nivel de perfil, el Sector Saneamiento, (a través de la Dirección Nacional de Saneamiento), ha estimado los siguientes factores de corrección a nivel de los componentes típicos de un proyecto de saneamiento, los cuales se aplican en forma directa a los costos de inversión del proyecto a precios privados o de mercado para convertirlos a precios sociales.

Cuadro N° 3-39	
FACTORES DE CONVERSION A PRECIOS SOCIALES	
A NIVEL DE COMPONENTES DE LA INVERSION	
Componente	Factor de Corrección
Planta de Tratamiento de agua potable	0.814
Línea de agua potable	0.820
Obras civiles estructuras	0.792
Equipamiento e instalaciones hidráulicas	0.840
Líneas de alcantarillado	0.802
Planta de Tratamiento de Desagüe	0.809

En el apéndice N° 3-6 se presenta el cálculo de los factores correspondientes.

Ejemplo: En los Cuadros del 3-40 al 3-43, se presenta la conversión de precios privados a precios sociales de las inversiones de los componentes de agua potable, alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto de la localidad de Conchucos, y por alternativa.

Cuadro N° 3-40				
ALT. 1: CONVERSIÓN A PRECIOS SOCIALES DE LA INVERSIÓN INICIAL DEL COMPONENTE AGUA				
(en nuevos soles)				
Ítem	Descripción	INVERSION INICIAL		
		Total a Precios de Mercado	Factor de Corrección.	Total a Precios Sociales
1.1	Construcción de captación Muyo Chico 2 (10 l/s)	10,912	0.79	8,643
1.1	Instalación de línea de conducción 6,100 metros (DN 100 mm)	427,575	0.82	350,612
1.3	Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento (35 m³)	62,980	0.79	49,880
1.4	Instalación de líneas de aducción 2,174 m. (DN 75 mm)	167,047	0.82	136,979
1.5	Mejoramiento de redes y conexiones 650 m. y 30 conexiones	84,103	0.82	68,964
1.6	Ampliación de redes y conexiones 4,360 m. y 436 conexiones	387,418	0.82	317,683
1.7	Desarrollo Institucional, Educación Sanitaria y Medidas de IA	55,535	0.91	50,481
	Costo Total	1,195,570		983,241

Nota: A la inversión total en agua potable se le agrego la inversión en desarrollo institucional.

Cuadro N°3-41			
ALT.1: INVERSIÓN EN ALCANT. Y TRAT. DE AGUAS RESIDUALES A PRECIOS SOCIALES			
(en nuevos soles)			
Descripción	Total a Precios de Mercado	Factor de Corrección	Total a Precios Sociales
I. Alcantarillado			
Ampliación de colectores, conexiones y emisor	576,752	0.802	462,555
Sub Total	576,752		462,555
II. Tratamiento de Aguas Residuales			
Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas	34,353	0.809	27,792
Construcción de sistema de tratamiento de aguas servidas	46,794	0.809	37,856
Sub Total	81,147		65,648
Costos Totales	657,899		528,203

Cuadro N° 3- 42				
ALT. 2: CONVERSIÓN A PRECIOS SOCIALES DE LA INVERSIÓN INICIAL DEL COMPONENTE AGUA				
(en nuevos soles)				
Ítem	Descripción	INVERSIÓN INICIAL		
		Total a Precios de Mercado	Factor de Corrección	Total a Precios Sociales
1.1	Ampliación captación Chorropaccha	31,178	0.79	24,631
1.2	Modificación de línea de conducción existente	11,661	0.82	9,562
1.3	Construcción de planta de tratamiento de agua potable	391,925	0.78	305,701
1.4	Ampliación y mejoramiento de capacidad de almacenamiento	62,980	0.82	51,643
1.4	Instalación de líneas de aducción	226,285	0.82	185,554
1.5	Mejoramiento de redes y conexiones	84,103	0.82	68,964
1.6	Ampliación de redes y conexiones	387,418	0.82	317,683
1.7	Desarrollo Institucional, Educación Sanitaria y Medidas de IA.	55,535	0.91	50,537
	Costos Directos	1,251,083		1,014,274

Nota: A la inversión total en agua potable se le agrego la inversión en desarrollo institucional.

Cuadro N°3-43			
ALT.2: INVERSIÓN EN ALCANT. Y TRAT. DE AGUAS RESIDUALES A PRECIOS SOCIALES (en nuevos soles)			
Descripción	Total a Precios de Mercado	Factor de Corrección	Total a Precios Sociales
I. Alcantarillado			
Ampliación de colectores, conexiones y emisor	576,752	0.802	462,555
Sub Total	576,752		462,555
II. Tratamiento de Aguas Residuales			
Mejoramiento de planta de tratamiento de aguas servidas	67,454	0.809	54,570
Construcción de sistema de tratamiento de aguas servidas	59,587	0.809	48,206
Sub Total	127,041		102,776
Costos Totales	703,793		565,332

3.6.2.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento se convierten a precios sociales, aplicando los factores de corrección a nivel de bienes transables, bienes no transables, mano de obra calificada y mano de obra no calificada, para lo cual previamente los costos de operación y mantenimiento del proyecto deben ser desagregados a dicho nivel de costos. Los factores de conversión en este caso son los siguientes:

- Mano de Obra Calificada : 0,909
- Mano de Obra No Calificada : Según RD N° 002-2007-EF/6801

Región	Urbano
Resto de la costa	0.68
Sierra	0.60
Selva	0.63

- Insumos No transables : 0,84
- Combustible : 0,66

Ejemplo: En base a la estructura de los costos de operación y mantenimiento de las alternativas planteadas, tanto para el agua potable como para el saneamiento a precios de mercado, y los factores de corrección de cada componente de los costos, se determinaron los costos totales a precios sociales. En el cuadro N° 3-44 se presenta la metodología utilizada, tomando como ejemplo el primer año de la alternativa 1 del sistema de agua potable.

Empleando la metodología propuesta, en el Cuadro N° 3-44, se determinan los costos de operación y mantenimiento para las alternativas planteadas, tanto de agua potable como alcantarillado. Los resultados se presentan en los Cuadros del N° 3-45 al N° 3-48.

Cuadro N° 3-44			
ALT. 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE: CALCULO DE LOS COSTOS DE O&M A PRECIOS SOCIALES			
(en nuevos soles)			
Rubro	Costo De O&M a Precios de Mercado	Factor de Corrección	Costo De O&M a Precios Sociales
I. Costo de Operación			
- Mano de Obra	7,375	0.91	6,711
- Insumos Químicos	923	0.84	775
- Gastos Adm. Y Ventas	1,480	0.84	1,243
- Otros Costos	4,529	0.84	3,804
II. Costos de Mantenimiento			-
- Mano de Obra Calificada	2,717	0.60	1,630
- Materiales, repuestos etc.	1,812	0.84	1,522
Total	18,836		15,686
1/ Costos de O&M a precios de Mercado del año 1 del Proyecto			

Cuadro N° 3-45								
ALT. 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE: FLUJO DE COSTOS DE O&M								
(en nuevos soles a precios sociales)								
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto						
		Mano de Obra	Insumos Químicos	Otros Costos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	2,490	6,704	775	3,804	1,243	12,526.1	3,152	15,678
5	2,490	6,704	956	3,804	1,243	12,707.4	3,152	15,860
10	2,490	6,704	1,011	3,804	1,243	12,762.4	3,152	15,914
15	2,490	6,704	1,071	4,058	1,243	13,075.5	3,362	16,438
20	2,490	6,704	1,133	4,058	1,243	13,138.1	3,362	16,500

Nota: El flujo de costos para el horizonte de planeamiento se presenta en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 3-46							
ALT. 1 SISTEMA DE SANEAMIENTO: FLUJO DE COSTOS DE O&M							
(en nuevos soles a precios sociales)							
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Mano de Obra	Gastos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
5	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
10	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
15	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
20	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452

Nota: El flujo de costos para el horizonte de planeamiento se presenta en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 3-47								
ALT. 2 SISTEMA DE AGUA POTABLE: FLUJO DE COSTOS DE O&M								
(en nuevos soles a precios sociales)								
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto						
		Mano de Obra	Insumos Químicos	Gastos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	2,490	9,708	775	3,441	1,243	15,167.0	3,686	18,853
5	2,490	9,708	956	3,441	1,243	15,348.3	3,686	19,035
10	2,490	9,708	1,011	3,441	1,243	15,403.3	3,686	19,089
15	2,490	9,708	1,071	3,695	1,243	15,716.4	3,896	19,613
20	2,490	9,708	1,133	3,695	1,243	15,779.0	3,896	19,675

Nota: Los flujos de costos para el horizonte de planeamiento, se presentan en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 3-48							
ALT. 2 SISTEMA DE SANEAMIENTO: FLUJO DE COSTOS DE O&M							
(en nuevos soles a precios sociales)							
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Mano de Obra	Gastos de Operación	Gastos de Administ./Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
5	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
10	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
15	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
20	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893

Nota: Los flujos de costos para el horizonte de planeamiento, se presenta en el Apéndice 3.7

En los cuadros del 3-49 al 3-52 se presenta los costos incrementales por alternativa y por sistema de agua y saneamiento, resultado de la diferencia de la situación con proyecto menos la situación sin proyecto.

Cuadro N° 3-49									
ALT.1: COSTOS INCREMENTALES DE OPERACIÓN Y MANT. SISTEMA DE AGUA POTABLE									
(en nuevos soles a precios sociales)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operac.	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operac.	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,245	1,245	2,490	12,526	3,152	15,678	11,281	1,907	13,188
5	1,245	1,245	2,490	12,707	3,152	15,860	11,463	1,907	13,370
10	1,245	1,245	2,490	12,762	3,152	15,914	11,517	1,907	13,425
15	1,245	1,245	2,490	13,075	3,362	16,438	11,831	2,117	13,948
20	1,245	1,245	2,490	13,138	3,362	16,500	11,893	2,117	14,011

Nota: Los flujos de costos para el horizonte de planeamiento se presenta en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 3-50									
ALT.1: COSTOS INCREMENTALES O&M SISTEMA DE SANEAMIENTO (S/. a precios sociales)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
5	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
10	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
15	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
20	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112

Nota: Los flujos de costos para el horizonte de planeamiento se presentan en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 3-51									
ALT.2: COSTOS INCREMENTALES DE O&M SISTEMA DE AGUA POTABLE (en nuevos soles a precios sociales)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,245	1,245	2,490	15,167	3,686	18,853	13,922	2,441	16,363
5	1,245	1,245	2,490	15,348	3,686	19,035	14,103	2,441	16,545
10	1,245	1,245	2,490	15,403	3,686	19,089	14,158	2,441	16,600
15	1,245	1,245	2,490	15,716	3,896	19,613	14,471	2,652	17,123
20	1,245	1,245	2,490	15,779	3,896	19,675	14,534	2,652	17,186

Nota: Los flujos de costos para el horizonte de planeamiento se presentan en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 3-52									
ALT.2: COSTOS INCREMENTALES DE O&M SISTEMA DE SANEAMIENTO (en nuevos soles a precios sociales)									
Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operac.	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operac.	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
5	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
10	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
15	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
20	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552

Nota: Los flujos de costos para el horizonte de planeamiento se presentan en el Apéndice 3.7

3.6.3 Cronograma de Ejecución del Proyecto

El cronograma de ejecución, es el instrumento que sirve para monitorear la realización de las actividades en el horizonte de tiempo previsto por el proyecto. En este sentido, en el cronograma se debe ubicar el tiempo, en que se realizará cada una de las actividades previstas por la alternativa planteada en el horizonte de evaluación del proyecto. Se elabora listando las actividades y asociándoles el período de tiempo en el cual se estima serán realizadas como se indica en el ejemplo. La temporalidad puede ser expresa en términos de meses o años según el tipo de proyecto presentado.

Ejemplo: El periodo de implementación del proyecto se estima en 24 meses, a partir de la tercera semana del mes de junio del 2005 a la tercera semana del mes de mayo del 2007. Lo cual se detalla en el Cronograma N° 3-1. Para proponer este cronograma de implementación del proyecto, se ha considerado las etapas sub siguientes al actual estudio, identificándose nueve etapas.

Cronograma N° 3-1
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

ACTIVIDAD	PERIODO (meses)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Convocatoria y Selección Con sultor para Elab. Exp. Tec. Y Const.												
2. Desarrollo del Expediente Técnico y Construcción del Proy.												
3. Prueba y Puesta en Operación del Proyecto												
4. Recepción de obras de Mej. y Amp. Serv. de Agua y Saneam.												
5. Liquidación de obra y Transferencia de activos												
6. Prueba y Puesta en Operación del Proyecto												

TAREA 3.7: Beneficios

Los beneficios sociales de un proyecto reflejan el valor que asigna la sociedad al aumento en la disponibilidad de bienes o servicios.

Los beneficios sociales de un proyecto de agua potable (sin deducción de los respectivos costos sociales) están asociados a:

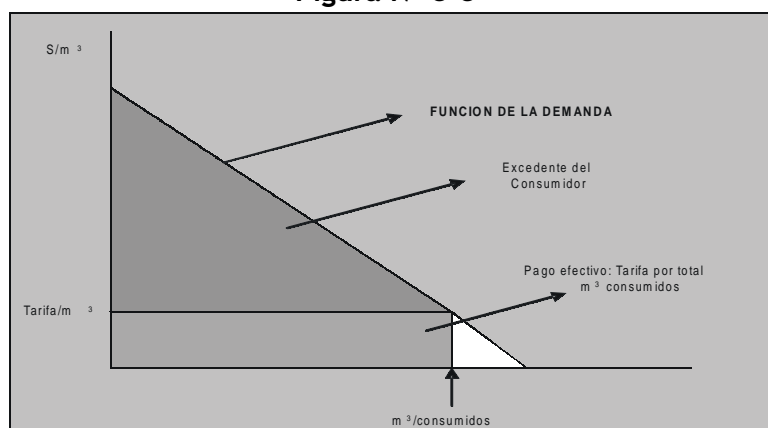
- La reducción de los costos de abastecimiento para los pobladores que sin el proyecto tenían que dedicar tiempo y esfuerzo en acarrear el agua y/o adquirirlo a un precio unitario mucho mayor que la tarifa del servicio público.
- El incremento del consumo de agua, al reducirse el precio unitario de abastecimiento por efecto del proyecto, incrementando el nivel de bienestar de la población, valorada a través de la máxima disposición a pagar (DAP) por el mayor consumo de agua.

La DAP, es una medida monetaria del cambio en bienestar de un consumidor que tiene acceso a unidades adicionales de un determinado bien. Se define como el máximo monto de ingreso que el consumidor estaría dispuesto a gastar con tal de obtener unidades adicionales de un bien. La disposición a pagar incorpora la valoración del usuario al impacto favorable del proyecto, en la reducción en sus costos de salud al disminuir la incidencia de morbilidad al mejorarse la calidad del servicio de agua potable.

Según la teoría del comportamiento del consumidor, esta DAP se puede aproximar por el área bajo la curva de demanda de agua potable, entre las cantidades consumidas «con» y «sin proyecto». Los proyectos que permiten reducir el costo de aprovisionamiento de agua por metro cúbico, a través por ejemplo de sustituir la adquisición de agua de camiones cisterna y/o acarreo desde una quebrada, río, riachuelo etc. por el servicio de la red pública, además de permitir liberar recursos económicos (costos de operación vehicular o tiempo dedicado al acarreo así como el costo del agua en el caso que tiene que pagar una cuota por el abastecimiento), inducen a un mayor consumo, cuyo beneficio social se valora por el área bajo la curva de la demanda.

La función de demanda se define como el máximo precio que se está dispuesto a pagar por cada unidad adicional del bien. Equivalentemente, es la máxima cantidad que se está dispuesto a consumir del bien dado su precio.

Figura N° 3-3



Como se aprecia en la figura anterior, la DAP corresponde al total de área bajo la curva de la demanda la cual supera el pago que se hace a través de la tarifa (tarifa unitaria por m³ consumido), considerada en la evaluación privada del proyecto. La diferencia entre la DAP y lo que efectivamente se paga a través de la tarifa se conoce como excedente del consumidor.

Se puede cuantificar otros beneficios, presentando la debida sustentacion y fuente de informacion utilizada.

Paso 3.7.1 Estimación de la Curva de Demanda

La función de demanda, relaciona el consumo de agua que hace un consumidor, con su precio y otras características relevantes. Esta ecuación se puede expresar genéricamente como:

$$Q = f(P, Y, s)$$

donde:

Q : es la cantidad consumida (m³/mes) por familia o persona

P : es el precio del agua (S/./m³)

Y : es el ingreso familiar o pér cápita (S/./mes)

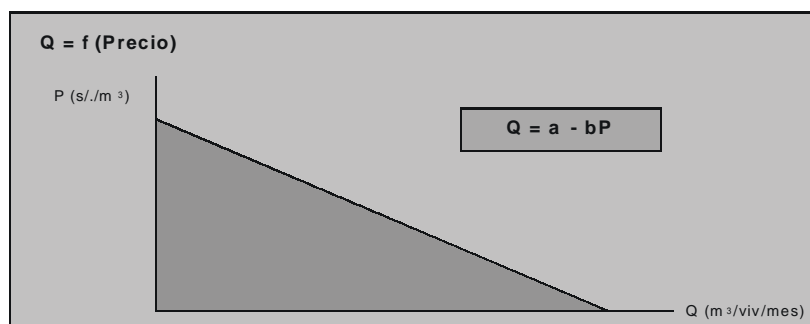
s : es un vector de otras variables, tales como existencia de alcantarillado y características de la familia (gusto, localización, costumbres, etc.).

La cantidad de agua, equivale a un nivel promedio de consumo (m³), en un período de tiempo (un mes en este caso).

La variable precio, se refiere al componente variable del cargo tarifario, expresado en S/./m³. Según la teoría económica a mayor precio (variable), menor será el consumo de la familia. Igualmente, a mayor ingreso familiar, se espera un mayor consumo de agua.

En su expresión más simplificada, la curva de la demanda relaciona cantidades consumidas y precios por metro cúbico.

Figura N° 3-4



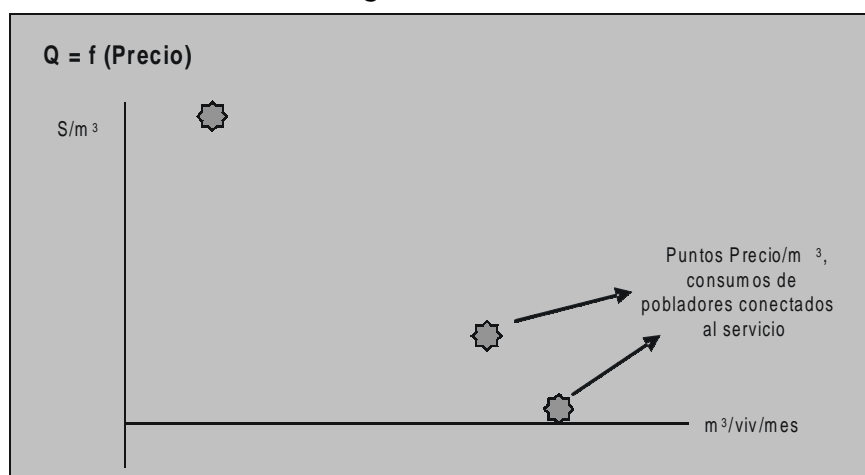
3.7.1.1. Elaboración de la Función Demanda

Para la elaboración de la función demanda de agua, de forma lineal, se requiere establecer por lo menos dos puntos consumo-precio:

- ❖ Consumo y precio de las familias no conectadas al servicio,
- ❖ Consumo y precio de las familias conectadas al servicio, y/o
- ❖ Consumo de saturación de las familias conectadas al servicio.

Gráficamente:

Figura N° 3-5



a. Determinación del Primer punto de la función de la Demanda (Consumo y Precio de los No Conectados)

El primer punto consumo precio, corresponde al precio de abastecimiento de agua por metro cúbico de las familias no conectadas al sistema público que recurren a la compra de agua de camiones cisterna o que tienen que acarrearla desde la fuente hasta sus viviendas y en algunos casos tiene que pagar una cuota por un determinado volumen de agua.

Esta información, se obtiene a partir de encuestas o entrevistas a los pobladores, con base a formatos adecuadamente diseñados, que permitan establecer el costo de abastecimiento de cada m³ adicional de agua consumida por familia y el total de m³ consumidos por familia en dicho período. En el Apéndice 2-2, se presenta un modelo de encuesta socio económica, en la cual se incluye preguntas para estimar el tiempo, quién acarrea el agua así como el volumen transportado.

En el caso del abastecimiento por camiones cisterna, el precio de venta del agua por m³ que pagan los pobladores, incluye normalmente el costo de adquisición del agua potable por parte de los camioneros y el de su transporte a los lugares de consumo. En caso de acarreo, el tiempo que demanda el acarreo debe ser valorado con los parámetros establecidos por el SNIP (Anexo SNIP 09 de la Resolución Directoral N° 002-2007-EF/68.01), en el que se indica que el valor del tiempo de los padres e hijos mayores es de S/. 1.5 por hora y el de los hijos menores de S/. 0.5 por hora.

Ejemplo: En la localidad de Conchucos, las familias no conectadas se abastecen de agua acarreando desde un manantial que en promedio se encuentra a una distancia de 250 metros de las viviendas. En base a entrevistas realizadas a una muestra de familias representativa de la localidad, se ha establecido que el acarreo está a cargo del padre y de los hijos mayores, quienes en promedio realizan 6 viajes (ida y vuelta), demorándose 12 minutos/viaje de ida y vuelta. Si en cada viaje acarrean 16 litros de agua, se efectúa el cálculo del promedio de consumo de agua por familia/mes y el respectivo precio por m³. En el cuadro N° 3-53 se presenta el cálculo del valor social por el acarreo de agua.

Cuadro N° 3-53					
CALCULO DEL VALOR SOCIAL DEL TIEMPO DEDICADO AL ACARREO POR DIA					
EL CONSUMO POR FAMILIA MES Y EL PRECIO POR m³					
Persona que Acarrea	Tiempo Acarreo	N° Viajes/Día	Tiempo Total	Valor Tiempo	
	Por Viaje		Acarreo	Por Hora	De Acarreo
	(Minutos)		(Horas)	(S/.)	(S/. /Día)
	(1)	(2)	(3) = (1)x(2)/60	(4)	(5)=(3)x(4)
Padres e hijos mayores	12.0	6	1.2	1.5	1.79
Hijos menores	0.0	0	0.0	0.5	0.0
					1.8
- El valor del tiempo de acarreo por mes es S/. 1.8 * 30 = S/. 54.0					
- La cantidad acarreada es 96.0 lts/día (6 viajes acarreado 16.0 lts por viaje)					
- La cantidad acarreada al mes es de 2.88 m³ (96.0 lts por 30),					
- El valor del tiempo de acarreo de cada m³ de agua es de S/. 54.0/2.88 = S/. 18.75					
- El valor unitario del tiempo está establecido en el Anexo SNIP 09					

b. Determinación del segundo punto de la Curva de la Demanda (Consumo y precio de los conectados con medición o consumo y precio de los conectados sin medición)

El segundo punto, corresponde al costo de abastecimiento de agua por metro cúbico de las familias conectadas al sistema público y pueden diferenciarse dos casos:

i. Consumo con medición

Es el consumo de los usuarios conectados al servicio, a quienes se les cobra en proporción directa al consumo efectivo registrado en el medidor instalado y leído por la entidad que administra el servicio de agua potable en la localidad. La información corresponde al registro del consumo promedio y tarifas por metro cúbico de los usuarios con medición en zonas de la misma localidad donde se localiza el proyecto y que tengan adecuada continuidad y presión en el abastecimiento de agua potable. En caso que no se disponga de esta información, puede recurrirse a información de consumos medidos de otras localidades con características socioeconómicas, geográficas, clima y tamaño similares a las del proyecto.

ii. Consumo sin medición

Es el consumo de los usuarios conectados al servicio, a quienes se les cobra una tarifa fija (consumo asignado), que no guarda proporción directa con su consumo efectivo. La información del consumo en este caso puede obtenerse de registros de consumo con base a «medidores testigo» instalados en zonas de la misma localidad donde se localiza el proyecto. En caso que no se disponga de esta información, puede recurrirse a información de consumos no medidos de otras localidades con características socioeconómicas, geográficas y tamaño similares a las del proyecto o a resultados de anteriores estudios de demanda (ver Apéndice N° 3-1).

Los consumos unitarios por familia/mes (sin y con micromedición), deben ser los considerados en el estudio de la demanda (Ver acápite 3.2.2.8).

Ejemplo: En la localidad de Conchucos, el promedio de consumo de saturación es de 12.6 m³/mes/familia, por el cual pagan un cargo fijo de S/. 1 mensual, independientemente de la cantidad efectiva que consumen. Es decir, los usuarios actuales no pagan una tarifa por unidad adicional de agua consumida por lo cual tienen una tarifa marginal igual a cero.

c. Estimación de la Curva de Demanda

A partir de los dos puntos de consumo y precio establecidos anteriormente, se plantean dos ecuaciones simultáneas para establecer la función demanda de la forma:

$$Q = a + bP$$

Donde a y b son los parámetros de la ecuación

A partir de la siguiente información:

Q_1 = consumo de agua en m³/familia de los no conectados.

P_1 = precio/m³ de los no conectados.

Q_2 = consumo de agua en m³/familia de los conectados.

P_2 = precio/m³ de los conectados.

Se definen dos pares de puntos consumo precio que pueden relacionarse en la forma de dos ecuaciones simultáneas:

$$Q_1 = a + b P_1 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$Q_2 = a + b P_2 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Resolviendo el par de ecuaciones simultáneas obtenemos el valor de los parámetros a y b:

$$b = \frac{Q_2 - Q_1}{P_1 - P_2}$$

$$a = Q_1 - b P_1$$

Comentarios:

b = corresponde a la pendiente de la recta de la función demanda y su valor es negativo.

a = corresponde al consumo cuando el precio por m³ es cero (consumo de saturación).

Ejemplo: Se requiere calcular la función demanda de agua potable de la localidad de Conchucos, con la información siguiente:

Q_1 = consumo de los no conectados = 2.88 m³/fam/mes.

P_1 = valor del acarreo/ m³ de los no conectados = 18.75

Q_2 = consumo de saturación de los conectados = 12.6 m³/fam/mes

P_2 = precio/m³ de los no conectados = 0

Los dos pares de puntos permiten calcular los parámetros de la función demanda con las ecuaciones siguientes:

$$b = \frac{Q_2 - Q_1}{P_1 - P_2} = \frac{12.6 - 2.88}{18.75 - 0} = 0.52$$

$$a = Q_1 - b P_1 = 2.88 - (-0.52) * 18.75 = 2.88 + 9.72 = 12.6$$

En consecuencia la función demanda es:

$$Q = 12.6 - 0.52 P$$

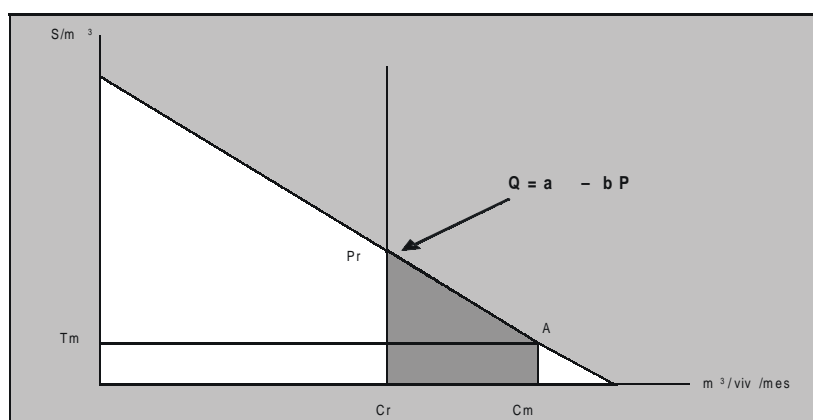
Paso 3.7.2: Beneficios para Antiguos Usuarios del servicio

Los Antiguos Usuarios, son aquellos ya conectados al servicio público, pero que están afectados por racionamiento en el suministro, insuficiente presión o inadecuada calidad del agua suministrada y que verán superada esta situación al implementarse el proyecto.

Los beneficios en este caso, provienen fundamentalmente del incremento en el consumo de agua, medido bajo el área bajo de la curva de la demanda. Para la medición de los beneficios se distinguen dos casos, el primero cuando los antiguos usuarios que se benefician con el proyecto están sujetos a medición de sus consumos y el segundo cuando dichos usuarios no están sujetos a medición en la situación con proyecto.

3.7.2.1. Con Medición

Figura N° 3-6



Cr = Consumo con racionamiento.

Cm = Consumo con medición ($m^3/viv/mes$).

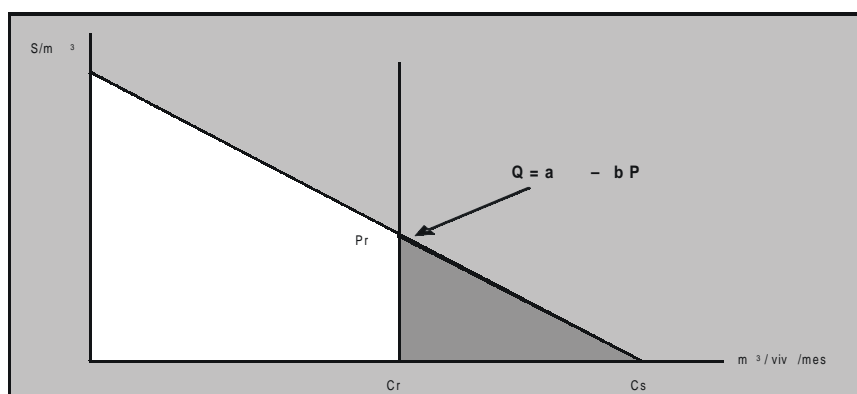
Tm = Tarifa con medición ($m^3/viv/mes$).

Pr = Precio asociado al consumo con racionamiento.

En el gráfico, los beneficios unitarios (soles por familia mes) de los usuarios que pasan de consumir Cr (consumo de racionamiento) a Cm (consumo según la función demanda cuando la tarifa unitaria es Tm), por efecto del proyecto, corresponde al área definida por los puntos Pr, Cr, Cm, A.

3.7.2.2 .Sin Medición

Figura N° 3-7



Cr = Consumo con racionamiento ($m^3/viv/mes$).

Cs = Consumo de saturación cuando no hay medición ($m^3/viv/mes$).

Pr = Precio asociado al consumo con racionamiento.

En el gráfico, los beneficios unitarios (soles por familia mes) de los usuarios que pasan de consumir Cr (consumo de racionamiento) a Cs (consumo de saturación cuando la tarifa por metro cúbico según la función demanda es cero), por efecto del proyecto, corresponde al área definida por los puntos Pr, Cr y Cs.

Ejemplo: Cálculo de Beneficios Unitarios de Antiguos Usuarios

Parte de los usuarios ya conectados al servicio, sufren de racionamiento, sólo consumen $7,0 m^3$ familia mes, dicho racionamiento se elimina con el proyecto pues en esta situación consumirán $12,6 m^3/fam/mes$. El cálculo de los beneficios por familia mes, por la eliminación del racionamiento considera lo siguiente:

$$\text{Función demanda } Q = 12.6 - 0.52 P$$

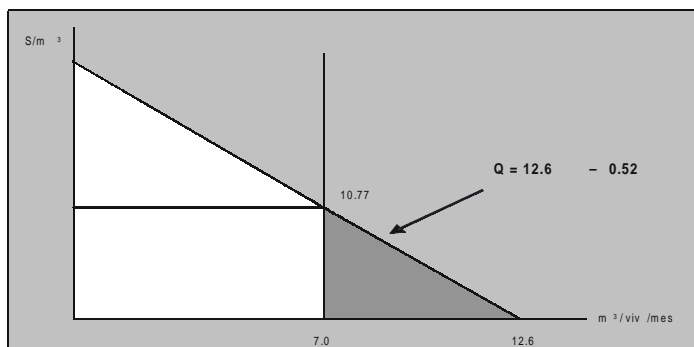
Primero se requiere estimar el precio de racionamiento (P_r) para lo cual se reemplaza el consumo de racionamiento (7 m^3) en la función demanda:

$$7 = 12.6 - 0.52 P$$

Despejando se establece que $P_r = 10.77$

Gráficamente tenemos:

Figura N° 3-8



Por lo tanto el beneficio unitario ($S/\text{fam}/\text{mes}$) de antiguos usuarios por eliminación del racionamiento está definido por el mayor consumo al pasar de C_r a C_s medido bajo la curva de la demanda:

$$\text{Área} = \frac{(12.6 - 7.0)(10.77 - 0)}{2} = S/ 30.16 \text{ por familia mes}$$

Paso 3.7.3: Beneficios para nuevos usuarios del servicio

Los Nuevos Usuarios, son aquellos que en la situación «sin proyecto» se abastecen de camiones cisterna, pozos, acequias, etc., y que con el proyecto se incorporarán al servicio de agua potable de la red pública.

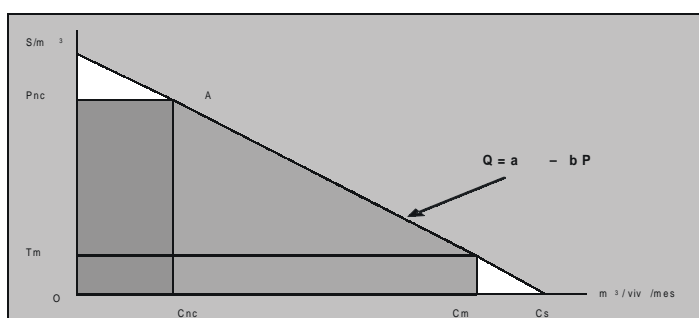
En este caso los beneficios provienen de:

- El valor de los recursos liberados, al dejar de usarse las fuentes alternativas al sistema público. Se estima, a través del monto total que pagan los pobladores no conectados al servicio para abastecerse de agua, o mediante la valoración del tiempo que dichos pobladores dedican al acarreo de agua.
- Los beneficios del consumidor por un mayor consumo de agua, medido a través de su máxima disposición a pagar (área bajo la curva de demanda).

Para la medición de los beneficios, se distinguen dos casos, en función de si los nuevos usuarios que se benefician con el proyecto estarán sujetos o no a medición de sus consumos en la situación con proyecto.

3.7.3.1 Con Medición

Figura N° 3-9



P_{nc} = Precio por m^3 de los no conectados

C_{nc} = Consumo de los no conectados ($m^3/viv/mes$)

T_m = Tarifa por m^3 con medidor

C_m = Consumo de conectados con medición ($m^3/viv/mes$)

C_s = Consumo de saturación de conectados ($m^3/viv/mes$)

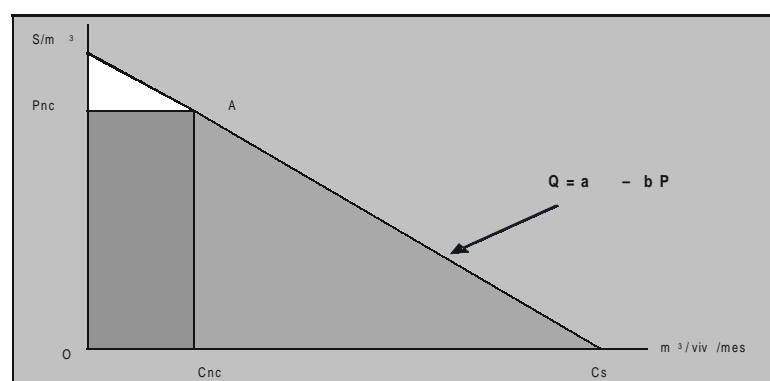
En el gráfico, los beneficios unitarios (soles por familia mes) de los nuevos usuarios que pasan de consumir C_{nc} (consumo de no conectados con precio P_{nc} por metro cúbico) a C_m (consumo con medición según la función demanda cuando la tarifa es T_m), corresponde a las áreas:

P_{nc} A C_{nc} O (Por liberación de recursos)

A C_{nc} C_m T_m (Por mayor consumo de agua potable)

3.7.3.2 Sin Medición

Figura N° 3-10



P_{nc} = Precio por m^3 de los no conectados

C_{nc} = Consumo de los no conectados ($m^3/viv/mes$)

C_s = Consumo de saturación de conectados ($m^3/viv/mes$)

En el gráfico, los beneficios unitarios (soles por familia mes) de los nuevos usuarios que pasan de consumir C_{nc} (consumo de no conectados con precio P_{nc} por metro cúbico) a C_s (consumo de saturación sin medición), corresponde a las áreas:

P_{nc} A C_{nc} O (Por liberación de recursos)

A C_{nc} C_s (Por mayor consumo de agua potable)

Ejemplo: El cálculo de Beneficios Unitarios de los Nuevos Usuarios

a. Por Liberación de Recursos

Corresponde al área definida por el consumo y precio por m^3 de los no conectados, en el ejemplo en desarrollo:

$C_{nc} = 2.88$

$P_{nc} = 18.75$

Por tanto los beneficios por liberación de recursos alcanzan a: $2.88 \times 18.75 = S/ 54.00$

b. Por mayor consumo de agua

Corresponde al área bajo la curva de la demanda cuando los nuevos usuarios aumentan su consumo de 2,88 a 12,6 m^3 por familia al mes.

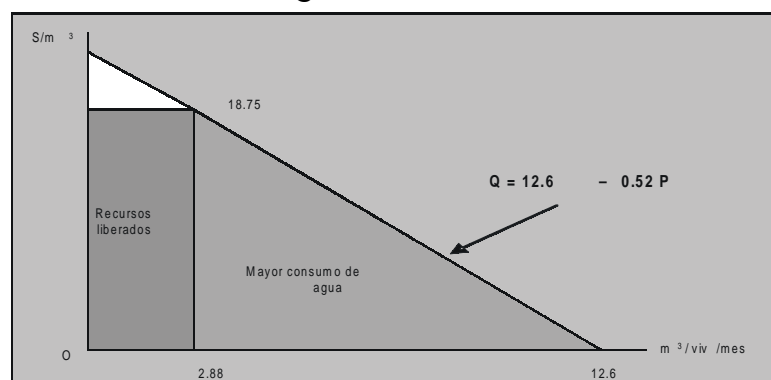
Recursos liberados (S/.): $2.88 \times 18.75 = 54.00$

Mayor consumo de agua (S/.) $(12.6 - 2.88) \times (18.75) / 2 = 91.13$

Total beneficios en soles por familia mes = 145.13

Gráficamente, tenemos los Beneficios por Familia mes (S/. fam/mes) de los nuevos usuarios:

Figura N° 3-11



Ejemplo Complementario (sólo referencial no asociado al caso en desarrollo)

Calcular la función demanda y los beneficios unitarios por familia/mes, para los antiguos usuarios y para los nuevos usuarios, por efecto de un proyecto que eliminará el racionamiento de agua potable a los usuarios ya conectados y además permitirá incorporar más usuarios en la localidad de Jayanca. Todos los usuarios estarán sujetos a micromedición. Además se conoce que:

1. El consumo de agua de las familias no conectadas, alcanza a 4 m³/familia/mes, quienes compran agua de camiones cisterna a S/. 8.0 por m³
2. Consumo con medidor de las familias conectadas : 14 m³, siendo la tarifa/m³ de S/. 1.0
3. Los usuarios conectados tiene racionamiento y solo consumen 10 m³/familia/mes

Solución:

- a. Elaboración de la función demanda:

Los siguientes pares de puntos:

$$Q_1 = 4 \text{ m}^3 \quad P_1 = S/ 8/m^3$$

$$Q_2 = 14 \text{ m}^3 \quad P_2 = S/1/m^3$$

Permiten calcular los parámetros de la función demanda con las ecuaciones siguientes:

$$b = \frac{Q_2 - Q_1}{P_1 - P_2} = \frac{14.0 - 4.0}{8.0 - 1.0} = 1.43$$

$$a = Q_1 - b P_1 = 4.0 - (-1.43) * 8.0 = 4.0 + 11.44 = 15.44$$

En consecuencia la función demanda es:

$$Q = 15.44 - 1.43 P$$

- b. Cálculo de Beneficios Unitarios de Antiguos Usuarios

Los usuarios ya conectados al servicio, que sufren de racionamiento, sólo consumen 10 m³ familia mes. Dicho racionamiento se elimina con el proyecto, pues en esta situación consumirán 14 m³/fam/mes, pagando S/1 por m³. El cálculo de los beneficios por familia mes, por la eliminación del racionamiento considera lo siguiente:

Reemplazando en la función demanda, se estima el precio de racionamiento (Pr), para lo cual se reemplaza el consumo de racionamiento (10 m³) en la función demanda:

$$10 = 15.44 - 1.43 Pr$$

Despejando se establece que $Pr = 3.80$

Por lo tanto, los beneficios unitarios (S/.fam/mes) de antiguos usuarios por eliminación del racionamiento, está definida por el mayor consumo al pasar de Cr a Cm (Ver Gráfico N° 6 en el acápite 3.7.2.1), medido bajo la curva de la demanda:

$$\text{Área} = \frac{(14.0 - 10.0)(3.8 - 1)}{2} + (14.0 - 10) * 1 = 5.6 + 4 = S/. 9.6 \text{ por familia mes}$$

- c. Cálculo de Beneficios Unitarios de los Nuevos Usuarios

c.1 Por Liberación de Recursos

Corresponde al área definida por el consumo y precio por m³ de los no conectados (Ver acápite 3.7.3.1), en el ejemplo en desarrollo:

$$C_{nc} = 4.0$$

$$P_{nc} = 8.0$$

Por tanto los beneficios por liberación de recursos alcanzan a:

$$4.0 \times 8.0 = S/. 32.0$$

c.2 Por mayor consumo de agua

Corresponde al área bajo la curva de la demanda, cuando los nuevos usuarios aumentan su consumo de 4.0 a 14.0 m³ por familia al mes. De acuerdo a la Gráfica 9 del acápite 3.7.3.1, los beneficios serán:

$$\text{Área} = \frac{(14.0 - 4.0)(8.0 - 1.0)}{2} + (14.0 - 4.0) \times 1 = 35.0 + 10.0 = S/. 45.0 \text{ por familia mes}$$

c.3 Total de beneficios de nuevos usuarios

Por liberación de recursos = S/. 32.00/familia/mes

Por mayor consumo de agua = S/. 45.00/familia/mes

TOTAL = S/. 77.00/familia/mes



MODULO IV:

Evaluación

El proceso de evaluación de los proyectos se inicia con una separación clara de las denominadas situación «sin proyecto» y la situación «con proyecto». Esto significa definir cual es la situación que enfrenta el servicio existente, en cuanto a la capacidad del mismo. Esto se logra con el Diagnóstico de la infraestructura actual, en la cual se identifican las obras de conservación y reparación necesarias para devolver al servicio la capacidad original. Si no existe un sistema público de agua potable o alcantarillado, la situación «sin proyecto» corresponde a la condición precaria de abastecimiento o disposición de excretas dada por las soluciones individuales en uso.

La situación «con proyecto», corresponde a la condición en que quedará el servicio al lograr el mejoramiento y ampliación del mismo con las obras proyectadas.

El análisis económico para fines de evaluación de un proyecto, considera exclusivamente la diferencial de costos y beneficios entre la situación «con proyecto» y la situación «sin proyecto», en tanto lo relevante es evaluar exclusivamente el efecto «incremental» del mismo.

TAREA 4.1: Evaluación social

Cuando se realiza la evaluación social, los costos y beneficios del proyecto se desarrollan desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, a diferencia de la evaluación privada en la cual se establecen los costos y beneficios del proyecto desde el punto de vista del inversionista individual o de la entidad que ejecuta el proyecto. La evaluación social incorpora la medición del impacto del proyecto en los objetivos de desarrollo del país, entre ellos el fomento a la generación de puestos de trabajo, descentralización de la inversión y el ahorro de divisas.

A continuación se muestran algunas diferencias notables en el tratamiento de los costos y beneficios de un proyecto en las evaluaciones desde los puntos de vista privado y social, respectivamente. El procedimiento de cálculo de los costos del proyecto a precios sociales, corrigiendo los costos de inversión y de operación y mantenimiento a precios de mercado, se ha desarrollado en el numeral 3.6.2 de la presente Guía.

La evaluación social del componente de agua potable de un proyecto, se efectúa bajo la metodología costo beneficio, mientras que la evaluación del componente de saneamiento (incluyendo alcantarillado y tratamiento de aguas residuales), se realiza bajo la metodología costo/efectividad.

Cuadro N° 4-1	
TRATAMIENTO DE LOS COSTOS EN LAS EVALUACIONES PRIVADA Y SOCIAL	
EVALUACIÓN PRIVADA	EVALUACIÓN SOCIAL
Refleja los costos desde el punto de vista de la entidad que ejecuta el proyecto	Refleja costos desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto
Incluye el efecto de esquemas financieros (capital propio y préstamos)	No incluye esquemas financieros Interesa el flujo de recursos reales
Utiliza precios tal como se dan en el mercado, incluyendo impuestos	Corrige los precios de mercado descontando impuestos y elimina distorsiones aplicando parámetros de conversión (a la mano de obra al uso de divisas)
Utiliza la tasa de descuento privada	Utiliza la tasa de descuento social

Cuadro N° 4-2	
TRATAMIENTO DE LOS BENEFICIOS EN LAS EVALUACIONES PRIVADA Y SOCIAL	
EVALUACION PRIVADA	EVALUACION SOCIAL
Considera el ingreso por tarifas del bien o servicio que ofrece el proyecto	Valora el mayor bienestar que causa el bien o servicio que se ofrece a través de la disposición a pagar medida con la función demanda del bien/servicio del proyecto
Considera los ahorros en el uso de recursos por efecto del proyecto valorado a precios privados	Considera los ahorros en el uso de recursos por efecto del proyecto valorado a precios sociales
No incluye externalidades causadas por el proyecto	Incluye externalidades causadas por el proyecto

Paso 4.1.1: Evaluación Social Componente Agua Potable

4.1.1.1 Metodología costo/beneficio

El método costo-beneficio, se aplica en aquellos casos en que tanto los costos como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Para ese fin, se establecen los beneficios y los costos del proyecto a precios sociales y luego se establecen los respectivos indicadores de rentabilidad.

El procedimiento de cálculo de los costos del proyecto a precios sociales, corrigiendo los costos de inversión y de operación y mantenimiento a precios de mercado, se ha desarrollado en el numeral 3.6.2 de la presente Guía.

Los beneficios del proyecto a precios sociales, en términos del bienestar que genera el proyecto a la sociedad, se miden a través de los ahorros de recursos así como por la disposición a pagar por el mayor consumo de agua, que permite la implementación del proyecto. La estimación de los beneficios por familia mes de un proyecto de agua potable, diferenciando si se trata de antiguos o nuevos usuarios ó si estarán o no sujetos a micromedición, se ha desarrollado en el numeral 3.7 de la presente Guía.

La estimación de los beneficios totales del proyecto, se efectúa considerando los beneficios de los antiguos y de los nuevos usuarios:

a. Beneficios de Antiguos Usuarios

Resulta de la suma de los beneficios de los antiguos usuarios, teniendo en cuenta si en la situación con proyecto estarán o no sujetos a medición. Para este fin se considera la información siguiente:

Cuadro N° 4-3		
BENEFICIOS DE ANTIGUOS USUARIOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE		
BENEFICIOS UNITARIOS	N° DE VIVIENDAS	BENEFICIOS ANUALES
Soles/ Vivienda/Mes	(N°)	TOTALES (Soles)
1	2	1 x 2 x 12
Beneficios Unitarios Sin Medidor Antiguos Usuarios	N° de Viviendas de Antiguos Usuarios Sin Medidor	Sub Total 1
Beneficios Unitarios Con Medidor Antiguos Usuarios	N° de Viviendas de Antiguos Usuarios Con Medidor	Sub Total 2
Total Beneficios		Sub Total 1+ Sub Total 2
NOTAS		
1/ Los beneficios unitarios se obtienen del numeral 3.6 de la Guía		
2/ El N° de viviendas de antiguos usuarios se obtiene del estudio de la demanda del proyecto		
3/ El N° de antiguos usuarios se mantiene fijo en el horizonte del proyecto		
4/ Los beneficios mensuales se multiplican por 12 para anualizar los flujos de beneficios		

b. Beneficios de Nuevos Usuarios

Resulta de la suma de los beneficios de los nuevos usuarios diferenciando si estarán o no sujetos a medición. Se considerará la información siguiente:

Cuadro N° 4-4		
BENEFICIOS DE ANTIGUOS USUARIOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE		
BENEFICIOS UNITARIOS	N° DE VIVIENDAS	BENEFICIOS ANUALES
Soles/ Vivienda/Mes	(N°)	TOTALES (Soles)
1	2	1 x 2 x 12
Beneficios Unitarios Sin Medidor Nuevos Usuarios	N° de Viviendas de Nuevos Usuarios Sin Medidor	Sub Total 1
Beneficios Unitarios Con Medidor Nuevos Usuarios	N° de Viviendas de Nuevos Usuarios Con Medidor	Sub Total 2
Total Beneficios		Sub Total 1+ Sub Total 2
NOTAS		
1/ Los beneficios unitarios se obtienen del numeral 3.6 de la Guía		
2/ El N° de viviendas de nuevos usuarios que se incorporan año a año se obtiene del estudio de la demanda		
3/ Los beneficios mensuales se multiplican por 12 para anualizar los flujos de beneficios		

Ejemplo: En los numerales 3.7.2.2 y 3.7.3.2 de la presente Guía, se establecieron los beneficios unitarios de los antiguos y nuevos usuarios del servicio de agua potable.

Con dicha información y los resultados del estudio de la demanda del ejemplo que se está desarrollando, se estiman los beneficios anuales totales del componente de agua del proyecto. Para este fin se multiplica el número de familias a ser beneficiadas, diferenciando si son antiguos o nuevos usuarios, por sus respectivos beneficios unitarios, que al corresponder a un mes deben ser adicionalmente multiplicados por 12, tal como se muestra a continuación:

4.1.1.2 Indicadores de rentabilidad

Una vez que han sido elaborados los flujos anuales de costos y beneficios del proyecto a precios sociales, se calculan los respectivos indicadores de rentabilidad.

Valor Actual Neto Social (VANS)

Cuadro N° 4-5					
TOTAL DE BENEFICIOS DEL PROYECTO					
Años	Antiguos	Nuevos	Beneficios Anuales (Miles Soles)		
	N°	N°	Ant. Usuarios	Nuevos Usuarios	TOTAL
1	50	189	18.1	329.2	347.2
5	50	354	18.1	616.5	634.6
10	50	404	18.1	703.6	721.7
15	50	458	18.1	797.6	815.7
20	50	492	18.1	856.8	874.9
El proyecto beneficiará a 50 familias que sufren de racionamiento					
El N° de nuevas familias beneficiarias fueron estimadas en el estudio de la demanda					
Los beneficios unitarios considerados son:					
a) Antiguos usuarios:			S/fam/mes:	30.156	
b) Nuevos usuarios:			S/fam/mes:	145.13	

$$VANS = \sum_{i=0}^n \frac{Bi - Ci}{(1+td)^i}$$

- Bi = Beneficio a precios sociales del período i
 Ci = Costo a precio social del período i
 i = Período
 n = Período final en el horizonte de evaluación
 td = Tasa Social de descuento (14 % para proyectos en evaluación en el SNIP y 11 % para proyectos nuevos)

Regla de decisión: Se acepta el proyecto si VAN Social \geq Cero

b. Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)

$$VANS = \sum_{i=0}^n \frac{Bi - Ci}{(1+TIRS)^i} = \text{cero}$$

- Bi = Beneficio del período i
 Ci = Costo del período i
 TIRS = Tasa Interna de Retorno
 N = Período final en el horizonte de evaluación

Regla de decisión: Se acepta el proyecto si la TIRS \geq Tasa de descuento

Ejemplo: Cálculo de los indicadores de rentabilidad social del proyecto con base a la información presentada de las inversiones (además de la inversión inicial se ha considerado las inversiones que se harán cada año al conectarse los nuevos usuarios), costos de operación y mantenimiento incrementales y beneficios brutos por alternativa.

Cuadro N° 4-6				
ALTERNATIVA 1: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DE PROYECTO Y CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO (MILES DE SOLES)				
AÑOS	Inversiones a Precios Sociales	Costos de O y M Incrementales	Beneficios brutos	Beneficios Netos
0	983.2			-983.2
1	112.2	13.2	347.2	221.9
5	4.7	13.4	634.6	616.6
10	4.7	13.4	721.7	703.6
15	5.1	13.9	815.7	796.6
20		14.0	874.9	860.9
		Van Social (14%) =		2,797.5
			TIR Social	44%

Nota: Los flujos para el horizonte de planeamiento, se presentan en el Apéndice 3.7

Cuadro N° 4-7				
ALTERNATIVA 2: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DE PROYECTO Y CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO (MILES DE SOLES)				
AÑOS	Inversiones a Precios Sociales	Costos de O y M Incrementales	Beneficios brutos	Beneficios Netos
0	1,014.3			-1,014.3
1	112.2	16.4	347.2	218.7
5	4.7	16.5	634.6	613.4
10	4.7	16.6	721.7	700.4
15	5.1	17.1	815.7	793.5
20		17.2	874.9	857.7
		Van Social (14%) =		2,745.4
		TIR Social =		43%

Nota: Los flujos para el horizonte de planeamiento, se presentan en el Apéndice 3.7

Paso 4.1.2: Evaluación Social Componente redes de alcantarillado

4.1.2.1 Metodología costo/efectividad

Si bien existen metodologías para estimar en forma monetaria los beneficios de proyectos de alcantarillado (tales como valoración contingente, precios hedónicos, costos evitados), se considera relativamente compleja su aplicación en proyectos que no tienen gran envergadura (caso de pequeñas localidades). En este caso para evaluar económicamente el componente de alcantarillado de los proyectos se aplica el método costo-efectividad.

El método costo-efectividad considera el supuesto que existe una meta por cumplir cuya validez no se cuestiona y que todas las alternativas satisfacen la meta con idénticos beneficios.

El objetivo de la evaluación entonces es determinar qué alternativa del proyecto logra los objetivos deseados al menor costo y si el índice de costo efectividad del proyecto (costo por poblador beneficiario del proyecto) se encuentra por debajo de una línea de corte preestablecida.

En el caso del componente de alcantarillado del proyecto, se calcula el respectivo índice costo efectividad, que luego se debe comparar con un valor establecido como línea de corte.

$$ICE = \frac{VAC \text{ de inversión, O y M.}}{\text{Promedio de Población Beneficiaria}}$$

ICE = Índice Costo Efectividad

$$VAC = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

VAC = Valor Actual de Costos de Inversión operación y mantenimiento a precios sociales con la Tasa de Descuento: 11% (14 % para proyectos en evaluación).

En el componente de alcantarillado la población beneficiaria que se considera para el cálculo del ICE corresponde a aquella que se incorpora año a año al sistema de alcantarillado por efecto del proyecto.

Si la población beneficiaria en el año 1 es 1,478 y la población beneficiaria en el año 10 (final del período de diseño del proyecto) es 1,992:

El promedio de la población beneficiaria es $(1,478 + 1,992)/2 = 1,735$

4.1.2.2 Líneas de Corte y su comparación con los indicadores de Costo Efectividad

El ICE del proyecto debe ser comparado con la línea de corte de alcantarillado. El proyecto se acepta si su ICE es menor o igual que la línea de corte.

Se utiliza como una aproximación a la línea de corte (previa conversión a precios sociales), los costos promedio de componentes de proyectos de saneamiento a precios privados, del Anexo SNIP 13 de la Directiva N° 004-2002-EF/68.01 ^{9/}.

El costo promedio por poblador de obras de ampliación de redes de alcantarillado y conexiones (sin incluir obras primarias) según dicho Anexo es de US \$ 185 a precios de mercado. Este valor equivale a S/ 610.5 (a la tasa de S/ 3.3 soles por 1 US \$), que corregido a precios sociales (con el factor de conversión de redes de alcantarillado de 0.802) alcanza a S/ 489.2

Ejemplo: Con base a la información de proyección de la población a ser atendida por las obras proyectadas de alcantarillado de la localidad de Conchucos y sus respectivos costos de inversión, operación y mantenimiento se calcula el ICE correspondiente:

Cuadro N° 4.8					
ALT. ÚNICA: ICE DE INVERSIONES DE REDES Y COLECTORES A PRECIOS SOCIALES (soles)					
Año	Población	Inversión	Costos Operac.	Costos Mantenim.	Costos Totales
0		462,555			462,555
1	1,478		1,856	648	2,504
5	1,867	9,600	1,874	654	12,129
10	1,992	10,320	1,874	654	12,849
15	1,992		1,874	654	2,529
20	1,992		1,874	654	2,529
VACS					606,193

Población Promedio beneficiada $(1,478+1,992)/2 = 1,735$ hab.

ICE: S/.606,193/1,735 hab. = 349.4 s/././hab..

TSD=14% (por que el proyecto estaba en evaluación, antes que se establezca en 11%)

Nota: Los flujos para el horizonte de planeamiento, se presentan en el Apéndice 3.7

El ICE del componente de redes y colectores (S/.349.4/hab.) esta bajo de la línea de corte o valor referencial (S/. 489.2/hab.), por lo cual se le considera conveniente su implementación desde el punto de vista de la evaluación social.

^{9/} En proceso de actualización por la DGPM, a ser incorporados en el Anexo SNIP 08 de la Directiva N° 002-2007-EF/68.01.

Paso 4.1.3: Evaluación social componente tratamiento de aguas residuales

4.1.3.1 Metodología costo/efectividad

En el caso de los proyectos de tratamiento de aguas residuales, se calcula el índice costo efectividad, que luego se compara con un valor preestablecido de línea de corte.

$$ICE = \frac{\text{VACS de inversión, O y M.}}{\text{Promedio de Población Total}}$$

ICE = Índice Costo Efectividad

$$VACS = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

VACS = Valor Actual de Costos de Inversión, O&M precios sociales con la TSD:
11% (14% en proyectos que estaban en evaluación, antes de establecerla en 11%).

En el componente de planta de tratamiento de aguas residuales, la población beneficiaría que se considera para el cálculo del ICE, corresponde al total de la población que tiene la localidad, durante el período de diseño del proyecto.

4.1.3.2 Líneas de Corte y su comparación con los indicadores de Costo Efectividad

El ICE del proyecto debe ser comparado con la línea de corte de planta de tratamiento. El proyecto se acepta si su ICE es menor o igual que la línea de corte correspondiente.

En lo inmediato se utiliza como línea de corte (previa conversión a precios sociales) los costos promedio de inversión per cápita de componentes de proyectos de saneamiento a precios privados del Anexo SNIP 13 de la Directiva N° 004-2002-EF/68.01^{10/}.

El costo promedio por poblador de obras de ampliación de tratamiento de aguas residuales, según dicho Anexo, es de US \$ 90. Este valor equivale a S/. 297.0 (a la tasa de S/. 3.3 soles por 1 US \$), que corregido a precios sociales (con el factor de conversión de planta de tratamiento de 0.809) alcanza a S/. 240.3.

Ejemplo: Con base a la información de proyección de la población de la localidad de Conchucos que se considera será beneficiaria de las obras de tratamiento de aguas residuales y sus respectivos costos de inversión, operación y mantenimiento se calcula el respectivo ICE:

El ICE del componente de planta de tratamiento de aguas residuales (S/30.6 Y S/. 38.0 para la alternativa 1 y 2 respectivamente), son menores a la línea de corte o valor referencial (S/. 240.3), por lo cual se le considera aceptable desde el punto de vista de la evaluación social.

TAREA 4.2: Análisis de Sensibilidad

Debido a la incertidumbre que rodea a muchos proyectos de inversión, se hace indispensable llevar a cabo un análisis de la rentabilidad social del proyecto ante diversos escenarios. Esto supone estimar los cambios que se producirán en el Valor Actual Neto Social (VANS) y en el indicador Costo Efectividad, ante cambios en la magnitud de variables inciertas.

Es necesario analizar como podrían afectar la rentabilidad social del proyecto, las diferentes situaciones de riesgo o peligro. Para ello resulta pertinente plantear escenarios de ocurrencia de los mismos. Se requiere información sobre períodos probables de ocurrencia, la intensidad y los daños que pueden ocasionar.

^{10/} En proceso de actualización por la DGPM, a ser incorporados en el Anexo SNIP 08 de la Directiva N° 002-2007-EF/68.01.

Cuadro N°4-9					
ALTERNATIVA 1: ÍNDICE COSTO EFECTIVIDAD DE LAS INVERSIONES EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES					
(En nuevos soles)					
Año	Población	Inversión	Costos de Operación	Costos de Mantenim.	Costos Totales
0		65,647.9			65,647.9
1	2,956		4,330.4	277.7	4,608.1
5	3,112		4,311.9	271.2	4,583.0
10	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
15	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
20	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
VACS					96,022.7

Población Promedio beneficiada $(2,956+3,320)/2=3,138$ hab.

ICE: $S/96,022/3,138$ hab. = 30.59 S/./hab..

TSD=14%

Nota: Los flujos para el horizonte de planeamiento, se presentan en el Apéndice 3.7

Cuadro N°4-10					
ALTERNATIVA 2: ÍNDICE COSTO EFECTIVIDAD DE LAS INVERSIONES EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES					
(En nuevos soles)					
Año	Población	Inversión	Costos de Operación	Costos de Mantenim.	Costos Totales
0		102,776			102,776
1	2,956		1,856	648	2,504
5	3,112		1,874	654	2,529
10	3,320		1,874	654	2,529
15	3,320		1,874	654	2,529
20	3,320		1,874	654	2,529
VACS					119,504

Población Promedio beneficiada $(2,956+3,320)/2=3,138$ hab.

ICE: $S/119,504/3,138$ hab. = 38.01 S/./hab.

TSD=14%

Nota: Los flujos para el horizonte de planeamiento, se presentan en el Apéndice 3.7

En los perfiles de proyectos de saneamiento, las variables inciertas pueden estar referidas a factores demográficos, escalamiento de precios, imprecisión en la información sobre las características de la zona del proyecto (suelos, clima, topografía, etc.), incertidumbre en los supuestos para cuantificación de beneficios u otros.

La variación en cualquiera de estos factores se refleja finalmente en alguno de los siguientes puntos valorados a precios sociales:

- Costos de Inversión.
- Costos de Operación y mantenimiento.
- Beneficios.

Debe analizarse los efectos en los indicadores de la evaluación social del proyecto (VANS, ICE), calculando cada uno de estos valores, ante el incremento o disminución de cada variable incierta identificada.

El análisis debe efectuarse para cada variable por separado. Conviene efectuar dicho análisis hasta encontrar la máxima variación que podría soportar el proyecto, sin dejar de ser socialmente rentable ($VANS \geq 0$ ó $C/E \leq$ Línea de corte).

Paso 4.2.1: Sistema de Agua Potable

Ejemplo: Tomando como base el VANS del sistema de agua potable del proyecto de la Alternativa 1, calculada en el numeral 4.1.1.2, se procede analizar el efecto en el VANS por aumentos porcentuales en el monto de la inversión, costos de operación y mantenimiento y por la reducción porcentual de los beneficios.

Cuadro N° 4-11					
SENSIBILIDAD A LA INVERSIÓN		SENSIBILIDAD A LOS C O & M		SENSIBILIDAD A LOS BENEFICIOS	
% de Incremento de la Inversión	VAN Social (Soles)	% de Incremento Costos de O y M	VAN Social (Soles)	% de reducción de los beneficios	VAN Social (Soles)
0	2,798	0	2,798	0	2,798
50	2223.6	1,000	1,998	20	1,991
100	1649.7	1,400	1,554	40	1,184
200	501.9	2,000	1,110	60	377
243.72	0	3,150	0	69.4	0

- Del análisis del cuadro anterior, se puede concluir que el VANS del proyecto (S/2,797.5) en la medida que la inversión se incrementa porcentualmente, el VANS disminuye hasta hacerse cero, cuando la inversión inicial se incrementa en 243.72%. En consecuencia, dicho porcentaje de incremento representa la máxima sensibilidad que puede soportar el proyecto antes de dejar de ser rentable.
- De igual manera, en la medida que los costos de operación y mantenimiento (O & M) se incrementan en forma porcentual, respecto a su valor base, el VANS disminuye hasta hacerse cero, cuando los costos de O & M se incrementan en 3,150 %. Este porcentaje de incremento representa la máxima sensibilidad que puede soportar el proyecto respecto a los costos de O Y M.
- Al reducirse los beneficios, el VANS también se reduce hasta hacerse cero cuando, los beneficios disminuyen en un 69.4%. En consecuencia dicho porcentaje de variación, representa la máxima sensibilidad que puede soportar el proyecto respecto a los beneficios.

Paso 4.2.2: Sistema de alcantarillado

En el caso de los proyectos evaluados bajo el criterio costo/efectividad el límite de la sensibilidad será determinada relacionando el Indicador Costo Efectividad (ICE) con la línea de corte del componente. Es decir que el máximo incremento de costos del proyecto será aquel que hace que el ICE sea igual a la línea de corte.

Similar análisis puede ser efectuado disminuyendo la cantidad de beneficiarios.

Ejemplo: A partir del caso base del cálculo del ICE del componente de redes y colectores de alcantarillado, calculado en el numeral 4.1.2.2 y que alcanza S/ 349.4 se analiza el efecto del incremento en las inversiones de dicho componente, para establecer el máximo porcentaje de aumento de la inversión, para que el ICE no supere a la línea de corte o valor referencial (S/489.2). Asimismo se establece la máxima reducción en el N° de beneficiarios que podría tener dicho componente, para igualar a su línea de corte o valor referencial.

Cuadro N° 4-12			
SENSIBILIDAD A LA INVERSIÓN		SENSIBILIDAD A LOS BENEFICIARIOS	
% de Incremento de la Inversión	Indicador Costo Efectividad	% De Disminución del N° Beneficiarios	Indicador Costo Efectividad
0	349.4	0	349.4
10	384.3	10	388
20	419.3	20	437
30	454.2	25	466
40	489.2	28	485
		29	489

- Como se aprecia en el cuadro anterior, el máximo incremento posible de las inversiones es del 40 %, al superarse este porcentaje el proyecto desde el punto de vista social deja de ser rentable (ICE > línea de corte o línea de corte).
- Para que el ICE se sitúe por encima de la línea de corte o línea de corte, el N° de beneficiarios del componente de alcantarillado del proyecto no debe disminuir en más del 29 %.

Paso 4.2.3: Sistema de Tratamiento de las Aguas residuales

Ejemplo: A partir del caso base del cálculo del ICE del componente de tratamiento de aguas residuales (S/. 30.6), se analiza el efecto de variaciones en la inversiones, para establecer el máximo porcentaje de incremento de la inversión para que el ICE no supere la línea de corte (S/240). Además, se establece la máxima reducción en el N° de beneficiarios que podría tener dicho componente, para igualar a su línea de corte.

Cuadro N° 4-13			
SENSIBILIDAD A LA INVERSIÓN		SENSIBILIDAD A LOS BENEFICIARIOS	
% De Aumento de los Costos De Inversión	Indicador Costo Efectividad	% De Disminución del N° Beneficiarios	Indicador Costo Efectividad
0	30.6	0	30.6
100	51.5	10	34
200	72.4	50	61.2
300	93.4	70	102
500	135.4	80	153
800	198	87	240
1,000	240		

- Como se aprecia, el componente de tratamiento de aguas residuales puede soportar un incremento de hasta el 1000 % en los costos de inversión, sin superar la línea de corte o valor referencial (S/ 240 por poblador beneficiario).
- Par el caso de la disminución de los beneficiarios del proyecto, para que el ICE se sitúe por debajo de la línea de corte o valor referencial, el N° de beneficiarios del componente de tratamiento de aguas residuales del proyecto no debe disminuir más del 87 %.

TAREA 4.3: Sostenibilidad

En esta tarea se debe evaluar la posibilidad que tiene el proyecto de generar los beneficios esperado a lo largo de su vida útil, para lo cual se tiene que hacer los siguientes análisis:

Paso 4.3.1: Arreglos institucionales previstos para las fases de pre operación, operación y mantenimiento.

En esta parte del proyecto, se debe indicar todas las consideraciones que se deben tener en cuenta desde el punto de vista institucional y gestión, para lograr el éxito del proyecto.

Se debe mencionar los roles y competencia de cada uno de los participantes comprometidos con el proyecto, así como su compromiso, a fin de garantizar la sostenibilidad del proyecto en sus etapas.

Los participantes del proyecto, deben estar claramente identificados, señalando los compromisos de cada uno de ellos. Los compromisos de los actores involucrados (incluyendo a los representantes de la población) deben demostrarse mediante algún documento: (Convenios y/o compromisos u otros), debidamente firmado.

Dichos documentos, deben especificar por ejemplo:

- Disponibilidad de recursos.
- Compromisos de compra y venta.
- Autorizaciones del administrador del distrito de riego para disponer de la fuente de abastecimiento de agua.

Ejemplo:

- La ejecución del expediente técnico, debe estar a cargo de un ingeniero sanitario, especialista en agua y saneamiento. Para el éxito del proyecto es necesario que en conjunto se implementen las actividades de fortalecimiento institucional, comercial y operacional, así como educación sanitaria planteados a partir del resultado del diagnóstico del estudio.

- b. Los diagnósticos han identificado las medidas, cuyos costos han sido incorporados en los costos del proyecto. Las medidas de estos componentes se deben llevar a cabo mediante consultorías externas a través de especialistas. El planeamiento y diseño será desarrollado en la etapa de la implantación y dirigido por la Unidad Ejecutora del proyecto.
- c. La implementación de dichas acciones, conllevará por ejemplo, a la conformación de la Unidad de Gestión para la administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento, implantados por el proyecto y de esta manera se habrían generado las condiciones necesarias para la sostenibilidad del mismo.
- d. De otro lado, para participar en el proyecto, es un requisito que el Alcalde en representación de la Municipalidad de Conchucos deba:
 - Expresar por escrito su compromiso de participar en el co-financiamiento del proyecto.
 - Incluir la ejecución del proyecto, dentro del Plan Operativo Anual de la Municipalidad, bajo las condiciones establecidas en el compromiso suscrito.
 - Firmar el Convenio de debito automático con el Banco de la Nación, para garantizar el aporte efectivo para co-financiar el proyecto.
 - Firmar un documento de compromiso para implementar y transferir la responsabilidad de la administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento de la localidad, a la Unidad de Gestión Municipal de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, con autonomía administrativa, técnica y financiera, dependiente de la municipalidad distrital de Conchucos.

Paso 4.3.2: Capacidad de gestión de la organización encargada del proyecto en su etapa de inversión y operación

a. Etapa de Inversión

Se debe brindar información acerca de la capacidad de gestión de la unidad encargada de la ejecución del proyecto. Se debe dar énfasis a los siguientes aspectos: experiencia institucional en este tipo de proyectos, la existencia de recursos humanos en cantidad suficiente y calificación adecuada, la existencia de recursos económicos, equipamiento, apoyo logístico. etc.

Ejemplo:

La Municipalidad, tiene experiencia en la construcción de este tipo de infraestructura habiendo ejecutado en los últimos 4 años, tres proyectos de alcantarillado y cinco de agua potable, cuenta con un plantel de profesionales que pueden elaborar las bases y términos de referencia para el concurso de méritos y licitaciones de la obra, así mismo cuenta con capacidad para la supervisión de la obra (dos ingenieros civiles y un sanitario) y con el equipamiento que facilitará las labores de supervisión (vehículos para apoyar las labores de ejecución del proyecto, laboratorio de suelos y ensayos de materiales etc.).

b. Etapa de Operación

Los aspectos organizacionales y el marco legal y normativo en el cual se insertará el proyecto cuando se implemente, tiene mucha importancia para su sostenibilidad. En este acápite del estudio, se analiza la capacidad de gestión de los responsables o mentores del proyecto, analizando su constitución y/o organización jurídica para la inversión, operación y mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento.

Previo a la ejecución de las obra del proyecto, se debe precisar que entidad se hará cargo de la administración de los servicios. Según el Reglamento de la Ley General de servicios de Saneamiento, los servicios de agua potable y saneamiento, deben organizarse bajo alguna de las tres modalidades de operación y mantenimiento que se detallan a continuación: (i) Unidad de Gestión Municipal o Empresa Municipal, (ii) Operador Especializado, (iii) Empresa Prestadora de Servicios EPS. A continuación se detalla el tipo de organización propuesta si es una localidad o pequeña ciudad:

- i. **Unidad de Gestión Municipal o Empresa Municipal:** En los municipios que se presten los servicios de agua potable y saneamiento, es un requisito indispensable la formación de una Unidad de Gestión Municipal o Empresa Municipal, independiente de las demás actividades que realiza el municipio, que permita la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura de agua y saneamiento, en forma independiente de los demás servicios que brinda el municipio. Se busca que los ingresos operativos del servicio, se utilicen exclusivamente para cubrir los egresos operativos, estableciendo una contabilidad independiente para los servicios de agua y saneamiento, que permita controlar su gestión. Esto permitirá fijar claramente el nivel de ingresos necesarios para la adecuada prestación de los servicios.
- ii. **Operador Especializado:** Es una organización privada con personería jurídica, que bajo un contrato con la municipalidad, se hace cargo de la operación y mantenimiento en pequeñas ciudades.
- iii. **Empresa Prestadora de Servicios EPS:** una EPS puede operar y mantener los servicios dentro del ámbito de influencia generado por un proyecto.

En el caso de que la localidad beneficiada no cuente con una unidad de gestión de los servicios, se debe adjuntar el convenio de compromiso de la población para constituirla.

Ejemplo:

- a. Para el logro del éxito del proyecto se plantea la formalización legal de la administración del sistema de agua y saneamiento a través de una Unidad de Gestión Municipal de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, cuya estructura orgánica deberá estar conformado por dos niveles de gestión: Directivo y Operativo.
- b. La estructura de la Unidad de Gestión propuesta tendrá un componente de control de la sociedad civil representado por las organizaciones de base más representativas. En este caso se conformará el Comité Directivo con: 2 representantes de la Municipalidad Distrital, 1 representante de los Comités Vecinales de los barrios, y 1 representante de la Posta de Salud.
- c. Las representaciones serán propuestas por las organizaciones civiles y acreditadas oficialmente por sus bases. Las funciones que realicen en la Unidad de Gestión serán Ad-Honorem.
- d. En cuanto a la estructura organizativa para el nivel operativo se plantea un Administrador y un Operador de los sistemas de agua y saneamiento.
- e. El administrador tendrá como funciones, la gestión logística y la contabilidad del servicio, así como, las actividades de facturación y cobranza, imagen institucional y educación sanitaria.
- f. Estará a cargo de un administrador de empresas, un contador o un economista con experiencia en administración de empresas.
- g. El operador tendrá a su cargo la gestión operativa y de mantenimiento de los sistemas de agua y saneamiento. Estará a cargo de un técnico sanitario con experiencia en agua y saneamiento.
- h. Los costos de operación, mantenimiento y gastos administrativos y de reposición del proyecto serán financiados por los beneficiarios en un 100%, provenientes de los pagos mensuales por el servicio de agua potable.

Paso 4.3.3: Esquema de Financiamiento de la Inversión

En este rubro se debe especificar las fuentes y su participación dentro del financiamiento de las inversiones tales como, Gobierno Nacional, Gobierno Regional, Gobierno Local, EPS, población, entidades de Cooperación Internacional y Nacional, entre otros.

Asimismo es necesario que se señale las condiciones del financiamiento especificando si son transferencias, recursos propios, donaciones o préstamos, en este último caso especificar las condiciones financieras de la misma (plazo, período de gracia, intereses, comisiones, períodos de repago si son mensuales, semanales o anuales).

Ejemplo: Para el caso del proyecto analizado, éste contará con financiamiento del Tesoro Público, con recursos ordinarios aportados por la municipalidad y el aporte de la población beneficiada. La ejecución de las diferentes acciones del proyecto, tiene el financiamiento comprometido por las entidades que participarán en su realización (Municipalidad de Conchucos, Gobierno Central y la población de Conchucos). De acuerdo a los compromisos suscritos, la población apoyará al proyecto de agua y saneamiento con la mano de obra no calificada.

Cuadro N° 4-14			
ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO			
(A precios de mercado)			
Rubros	Inversión	Financiamiento	
	S/.	Aporte Propio	Gob. Central
Desarrollo Institucional	55,533	11,107	44,426
Sistema de Agua	1,140,034	228,007	912,028
Sistema de Saneamiento	657,899	131,580	526,320
- Redes	576,752	115,350	461,402
- Planta de Tratamiento	81,147	16,229	64,918
Total (Nuevos Soles)	1,853,467	370,693	1,482,773
Total (US\$)	561,657	112,331	449,325
%	100%	20%	80%

Del total de la inversión de la 1era Etapa, ascendente S/ 1,850,467, la municipalidad y la Comunidad aportarán S/. 370,693 (US\$ 112,331) y la diferencia ascendente a S/. 1,482,773 (US\$ 449,325) se financiará con recursos del Tesoro Público, transferidos por el Gobierno central (Ver Cuadro 4-14).

Paso 4.3.4: Determinación de la Tarifa

- Las tarifas deben permitir la sostenibilidad de las entidades operadoras.
- Las tarifas deben promover la eficiencia económica y por lo tanto deben cubrir en lo posible el costo marginal de producción.
- Las tarifas deben cubrir por lo menos los costos de operación y mantenimiento (O&M) y reposición de las inversiones.
- Para el cálculo de las tarifas, es necesario realizar una actualización de los costos incrementales (Inversión, O y M) y de los volúmenes incrementales de consumo de agua, para encontrar el ratio entre ambos valores y estimar el Costo Incremental Promedio de Largo Plazo (CIP) en términos de unidades monetarias por m³.
- En el caso en que el proyecto no tenga impacto relevante en el incremento de volúmenes de consumo de agua potable o el objetivo sea establecer la viabilidad financiera de la entidad que administra los servicios, conviene calcular la tarifa bajo el concepto del Costo Medio de Largo Plazo ^{11/}.
- El cálculo de la tarifa es conveniente efectuarlo bajo dos escenarios:
 - La Tarifa (S/m³) que cubre los costos de Inversión, Operación y Mantenimiento (I, O y M).

TARIFA QUE CUBRE LOS COSTOS DE I, O y M

$$CIP = \frac{\sum \frac{Inv + O \& M}{(1 + r)^n}}{\sum \frac{Q Incremental}{(1 + r)^n}}$$

CIP = Costo Incremental Promedio de Largo Plazo

$$\sum \frac{Inv + O \& M}{(1 + r)^n} = \text{Valor Actual de Costos de Inversión, O \& M}$$

$$\sum \frac{Q Incremental}{(1 + r)^n} = \text{Valor Actual de Consumos incremental en m}^3$$

^{11/} La tarifa bajo el criterio del Costo Medio de Largo Plazo, se calcula dividiendo el Valor Actual del Total de Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de la entidad operador entre el Valor Actual del Total de Consumos en m³ del total de usuarios.

➤ La Tarifa (S/m³) que cubre solo los costos de Operación y Mantenimiento (O&M).

TARIFA QUE CUBRE LOS COSTOS DE O&M

$$CIP = \frac{\sum \frac{O \& M}{(1+r)^n}}{\sum \frac{Q \text{ Incremental}}{(1+r)^n}}$$

CIP = Costo Incremental Promedio de Largo Plazo

$$\sum \frac{O \& M}{(1+r)^n} = \text{Valor Actual de Costos O\&M incrementales}$$

$$\sum \frac{Q \text{ Incremental}}{(1+r)^n} = \text{Valor Actual de Consumos incremental en m}^3$$

Ejemplo: Con la información de costos de inversión, operación y mantenimiento a precios de mercado, del proyecto de agua potable y alcantarillado de la localidad de Conchucos, así como los consumos incrementales de agua potable generados por el proyecto de agua potable, se estima la tarifa promedio incremental de largo plazo, considerando dos escenarios:

- La tarifa (S/m³) cubre el total de costos de inversión, operación y mantenimiento.
- La tarifa /S/m³ solo cubre los costos incrementales de operación y mantenimiento.

La tasa de descuento en este caso es del 8%, por recomendación de la SUNASS. Los resultados se muestran en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 4-15						
CALCULO DE TARIFA MARGINAL DE LARGO PLAZO						
Años	Consumo de agua (m ³ /año)	Consumo incremental anual (m ³ /año)	Consumo incremental Total (m ³ /año)	Inversión Total a precios privados (S/.)	Costos de O&M a precios privados (S/.)	Total Costos a precios privados (S/.)
0	79,147			1,853,467		1,853,467
1	108,120	28,974	28,974	133,543	24,244	157,786
5	133,415	1,533	54,268	16,993	24,459	41,452
10	141,080	1,533	61,933	17,850	24,525	42,375
15	149,358	1,686	70,211	6,121	25,200	31,320
20	158,096	1,686	78,950	-	25,274	25,274
VAN			344,962	2,200,500	162,347	2,362,847

Nota: El flujo para el horizonte de planeamiento se presenta en el Apéndice 3.7

$$CIP(I+OM) = \frac{2,362,847}{344,962} = S/. 6.85m^3$$

$$CIP(I+OM) = \frac{162,347}{344,962} = S/. 0.47m^3$$

Paso 4.3.5: Análisis de la capacidad de pago de la población

En esta parte del proyecto se debe analizar la capacidad de pago de los usuarios del proyecto para lo cual es necesario determinar su nivel de ingresos para determinar si la tarifa o cuota propuesta, está al alcance de los usuarios o si necesita ser subvencionada.

Ejemplo: A continuación se presenta el análisis de la capacidad de pago de los usuarios de los servicios para cubrir la tarifa del proyecto. Esta última ha sido establecida considerando los flujos de inversiones y costos de operación y mantenimiento (CO&M) incrementales del proyecto, y el volumen incremental de consumo de agua potable de los usuarios. Según los resultados que se muestran en el siguiente Cuadro, las familias de la localidad de Conchucos, cuyo ingreso mensual familiar se estima en S/. 343, tendrían capacidad de pago para afrontar una pensión (pago por los servicios de agua y saneamiento por mes por vivienda) que cubra los CO&M y costos de reposición de las inversiones, más no la inversión total. La política del sector saneamiento plantea que como mínimo las tarifas recuperen los CO&M y reposición de las inversiones. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 4-16.

Cuadro N° 4-16				
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE PAGO				
COSTOS UNITARIOS/M ³	Soles por m ³	Pensión (soles/mes/viv.) *	Capacidad de pago por familia (S/.mes/fam.) **	Subsidio requerido
Costo Incremental total por m ³ consumido	6.85	86.31	12	SI
Máximo costo/m ³ factible ser cubierto con el ingreso familiar	1.35	17	17	NO
Costo de O&M promedio por m ³ consumido	0.47	5.92	17	NO
* Considerando el consumo de 12.6 m ³ /mes/conexión				
** S/. 343 Ingreso Fam. x 0.05 (Porcentaje que se recomienda asignar para el pago de agua y saneamiento según la OPS) = S/. 17				

Paso 4.3.6: Participación de los Beneficiarios

Se debe explicitar cuáles son los momentos y las formas de participación de los beneficiarios del Proyecto, desde la etapa de identificación hasta la fase de operación del mismo. Por ejemplo:

- En la fase de pre-inversión: participación en la formulación identificando el problema y selección de alternativas.
- En la fase de inversión: mano de obra no calificada dinero, acarreo de materiales.
- En la fase de operación: pago de tarifas, por conexión a los sistemas.

Una evaluación de esta participación puede facilitarse si se hace referencia a las formas de organización tradicionales de la población o si recién, con base al proyecto, se organizara la población. El aprovechamiento de las capacidades organizativas de la población redundará en el éxito del Proyecto.

Ejemplo: Los beneficiarios del proyecto participarán en la etapa de pre-inversión, inversión y operación del Proyecto. En la primera etapa proporcionando la información y aprobación del proyecto; en la segunda etapa proporcionando el apoyo financiero que le corresponde, asistiendo a la capacitación en educación sanitaria y en la formación de la Unidad de Gestión, y en la etapa de operación pagando su cuota mensual por los servicios de agua y saneamiento y en la supervisión de la gestión de los servicios.

TAREA 4.4: Impacto ambiental

En este acápite se describirá el procedimiento para identificar los impactos ambientales potenciales en sus etapas de ejecución (construcción) y operación (funcionamiento), a fin de proponer las medidas adecuadas que permitan prevenir, atenuar o mitigar los impactos ambientales negativos, así como fortalecer los impactos positivos, logrando de este modo que la ejecución y operación de las actividades o componentes del proyecto se realicen en armonía con la conservación del ambiente.

Paso 4.4.1: Identificación de Impactos

Para la identificación de impactos potenciales que puedan generar las actividades y obras asociadas al proyecto, se utilizan los resultados del monitoreo ambiental y la descripción del medio físico, biológico y socio-económico cultural, interrelacionados con las actividades del proyecto.

Para una apropiada interpretación de los impactos ambientales, es necesario definir los componentes ambientales que intervienen, luego, identificar cada atributo de cada componente ambiental.

- El *medio físico natural*, referido a los elementos de la naturaleza considerados como inorgánicos: el agua, el suelo y el aire entre los más importantes.
- El *medio biológico*, referido a los elementos de la naturaleza considerados orgánicos (exceptuando al ser humano), es decir, la flora y la fauna.
- El *medio social*, constituido por el ser humano (los hombres y las mujeres) y sus atributos culturales, sociales y económicos. En forma general, este medio lo constituye la sociedad en su conjunto.

Para el análisis de los impactos ambientales potenciales del proyecto se ha utilizado una matriz de causa-efecto el cual es un método adecuado a los requerimientos del estudio, que posibilita la interrelación entre los «componentes ambientales» y las «actividades del proyecto», tanto en su fase de ejecución, como en su fase de operación.

El procedimiento para utilizar la matriz de causa-efecto, consiste en colocar en las «filas» el listado completo de las «actividades del proyecto» que conforma la alternativa de solución a la problemática identificada en el diagnóstico de los sistemas de agua potable y alcantarillado (se utiliza una matriz por separado para agua potable y alcantarillado, y sobre las «columnas» se colocan los «componentes ambientales» previamente identificados, efectuando una subdivisión de cada uno de estos componentes ambientales en función a los «atributos» que han sido determinados como relevantes para poder caracterizar de manera más apropiada los efectos que se generan sobre los referidos atributos en el desarrollo de las actividades del proyecto (ejecución / operación).

Ejemplo: En el Cuadro 4-17 se describe la identificación de impactos ambientales negativos potenciales para cada uno de los componentes del sistema de agua potable del proyecto del caso analizado.

Paso 4.4.2: Evaluación de los impactos

Una vez identificados y caracterizados los efectos que cada una de las «actividades del proyecto» generan sobre los «componentes del ambiente» (discriminados en «atributos») se realiza un análisis cuantitativo de estos impactos a través de una «matriz de ponderación de impactos» (se efectúa por separado para agua potable y alcantarillado).

Para ello se asume una valoración de los impactos en función a tres características o propiedades principales de estos impactos, las cuales están orientadas a calificar el grado de afectación ambiental (magnitud), la persistencia de los efectos sobre el ambiente (duración) y la capacidad de ser revertidos (mitigabilidad):

- Magnitud : alta, media o baja,
- Duración : permanente, moderada o temporal, y
- Mitigabilidad : baja, moderada o alta.

Esta valoración de impactos está basada en el juicio de los evaluadores, la experiencia, el conocimiento apropiado de los procesos, análisis de actividades similares, entre otros.

Ejemplo: En el Cuadro 4-18 se describen las ponderaciones del impacto ambiental del sistema de agua del Proyecto el cual considera la siguiente codificación.

Paso 4.4.3: Acciones de Mitigación y Compensación de Impactos en el Medio Ambiente

Este programa plantea las principales acciones o medidas a implementarse orientado a la protección de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto. Estas acciones tenderán a mitigar y compensar los impactos ambientales negativos producidos en el entorno debido a la implementación del proyecto así como las actividades de monitoreo de las decisiones destinadas a cumplir los acuerdos establecidos en la evaluación.

Cuadro N° 4-17
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS POTENCIALES: SISTEMA DE AGUA POTABLE

Etapas	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTES DEL AMBIENTE									
		MEDIO FÍSICO			MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO SOCIAL			
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Economía	Servicio	Salud	Paisaje	
Ejecución	Adecuación /Construcción de captación Qda Chorrospacha	Emisión de material particulado.	Riesgo de contaminación de curso de agua por inadecuada disposición de material excavado	Residuos sólidos acumulados no removidos del área, concreto, bota, grasa al suelo	Deforestación temporal de área			Suspensión temporal de servicio		Alteración paisajista	
	Modificación /instalación de líneas de conducción/aducción (incl CBR).	Emisión de material particulado.	Riesgo de contaminación de curso de agua por inadecuada disposición de material excavado	Residuos sólidos acumulados no removidos del área.	Deforestación temporal de área			Suspensión temporal de servicio		Alteración paisajista	
	Construcción de planta de tratamiento de agua potable	Emisión de material particulado.		Residuos sólidos acumulados no removidos de área.	Deforestación de área					Alteración paisajista	
	Construcción de reservorio proyectado y mejoramiento de reservorio existente	Emisión de material particulado.	Riesgo de contaminación de curso de agua por inadecuada disposición de material excavado	Residuos sólidos generados no removidos del área (concreto, madera etc.)				Suspensión temporal del servicio		Alteración paisajista	
	Rehabilitación y Ampliación de redes, conexiones y empalmes	Emisión de material particulado, ruido	Riesgo de alteración de calidad de agua por inadecuada desinfección	Residuos sólidos acumulados no removidos del área, bote de grasa a suelo				Suspensión de servicio en calles	Afecciones respiratorias	Alteración paisajista	
Operación	Operación de captación y líneas de conducción/aducción		Uso afecta fuentes cercanas o actividades de riego					Suspensión de servicio por mantenimiento			
	Operación de planta de tratamiento de agua		Descarga de agua de lavado	Descarga de lodos y material removido				Suspensión de servicio por mantenimiento		Alteración estética	
	Operación de reservorios existentes		Inadecuado mantenim. (limpieza de reservorio) genera pérdida de calidad de agua	Disposición indiscriminada de aguas de lavado de reservorios.				Suspensión de servicio por mantenimiento	Afección por inadecuada calidad de agua.	Alteración estética	
	Operación de redes y conexiones		Posibilidad contaminación por inadecuada instalación	Aniegos/deterioro de vías por fugas por exceso de presión y/o inadecuadamente instaladas			Suspensión de actividades comerciales por rehabilitación de vías	Suspensión de servicio por reparaciones	Impacto en la salud pública por conexiones cruzadas		

Cuadro N° 4-18										
PONDERACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE										
Etapa	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTES DEL AMBIENTE								
		MEDIO FÍSICO			MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIAL			
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Economía	Servicio	Salud	Paisaje
Ejecución	Mejoramiento de captaciones y línea de conducción.	BBM	MBM	BBA	BBA			MBB		BBA
	Construcción de Planta de Tratamiento de Agua Potable	MBB	BBB	MBB	MBM			BBM		MBM
	Mejoramiento operativo de reservorios existentes			BBB	BBA			MBM		
	Rehabilitación y Ampliación de redes y conexiones	MMB	BMM	BMM				MBM	BMM	BBA
	Sectorización de red, rehabilitación de válvulas.	BBM	BBM	BBM						BBA
Operación	Mejoramiento de captación y línea de conducción.		BBB						BBB	BMM
	Construcción de Planta de Tratamiento de Agua Potable		BBM	BMM						MMA
	Mejoramiento operativo de reservorios existentes		MBB	BBB						
	Rehabilitación y Ampliación de redes y conexiones		BMM	BBM			BBM	MBB	BBB	MMA
	Sectorización de red, rehabilitación de válvulas.		BBM	BBM			BBM	MBB		BBA

Codificación								
<ul style="list-style-type: none"> Primera letra : Magnitud del impacto Segunda letra : Duración del impacto Tercera letra : Mitigabilidad del impacto 								
Criterio	Escala	Símbolo	Criterio	Escala	Símbolo	Criterio	Escala	Símbolo
Magnitud	Alta	A	Duración	Permanente	A	Mitigabilidad	Baja	A
	Media	M		Moderada	M		Moderada	M
	Baja	B		Temporal	B		Alta	B

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera sea su fase de ejecución. El concepto básico asociado a la mitigación es que los impactos ambientales negativos pueden evitarse o disminuirse con modificaciones en el diseño de la acción propuesta.

Las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo equivalente a un efecto adverso identificado.

Las medidas de seguimiento y de gestión de las actividades planificadas están destinadas a velar por el cumplimiento de los acuerdos establecidos en la evaluación y proveer información específica sobre el estado de las variables ambientales y sociales en un territorio y su comportamiento en el tiempo.

Paso 4.4.4: Costos de las Acciones de Prevención y Mitigación de Impactos en el Medio Ambiente

Realizada la identificación y posterior evaluación de los impactos en el medio ambiente además del planteamiento de las acciones o medidas de mitigación a implementarse, es necesario cuantificar los costos de estas acciones o medidas, realizando una programación anual de los costos para cada una de las actividades de mitigación, compensación y de monitoreo.

Ejemplo: Siguiendo con el ejemplo, en el Cuadro 4-19 se detalla la estimación del costo del plan ambiental en la etapa de ejecución y operación, del proyecto.

CUADRO N° 4-19	
COSTO DEL PLAN AMBIENTAL - ETAPA DE EJECUCIÓN	
MEDIDAS	COSTO (S/.)
Suelo	
·Una vez utilizada la cantera dejar la zona en su estado original.	120
·Durante la ejecución de obras dar instrucciones adecuadas para el buen manejo de maquinarias y equipos, evitando la contaminación del suelo.	50
·Dar instrucciones para el manejo adecuado de sustancias tóxicas.	50
Agua	
·Ubicar y diseñar las obras en base a datos adecuados sobre las características del sitio.	30
·Realizar por fases la construcción de obras del sistema de agua potable, a fin de evitar la paralización del servicio.	120
·Requerir controles de erosión / sedimentación durante la construcción.	100
·Realizar por fases la construcción de los sistemas de recolección y las obras de tratamiento de las aguas residuales, a fin de evitar la descarga de aguas servidas crudas.	200

Continuación... CUADRO N° 4-19	
COSTO DEL PLAN AMBIENTAL - ETAPA DE EJECUCIÓN	
MEDIDAS	COSTO (S/.)
Aire	
·Los equipos estacionarios localizarlos en áreas no sensitivas.	150
·Utilizar materiales adecuados que sirvan como barreras de polvo y otras partículas.	40
Zonas de Alta Biodiversidad	
·Incorporar medidas de manejo adecuadas para la protección y conservación de la flora y fauna en áreas naturales protegidas y en zonas de amortiguamiento.	140
Vegetación	
· Se recomienda reforestar con vegetación natural (pastos o arbustos) la zona afectada por los accesos.	300
Fauna	
·En el caso de la necesidad de retirar algún nido o madriguera de especies amenazadas, se entrará en contacto con el órgano ambiental competente, para el control de las actuaciones.	50
·Incorporar medidas de manejo para la protección y conservación de la fauna amenazada.	150
Socioeconómico - Cultural	
·Realizar las coordinaciones con el INC para la proporción de un CIRA (Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos).	100
·Limitar la ejecución del proyecto a horas diurnas, salvo excepciones justificadas.	50
· Analizar las rutas más adecuadas para el transporte de materiales y equipo.	50
·Dar el equipo y las condiciones laborales apropiadas a los trabajadores.	288
Paisaje	
·Utilizar materiales adecuados que sirvan como barreras visuales.	150
Otras medidas no previstas	100
Costo Ambiental Etapa de Ejecución	2,238

COSTO DEL PLAN AMBIENTAL - ETAPA DE OPERACIÓN	
MEDIDAS	COSTO (S/.)
Suelo	
· Incorporar el manejo del lodo en los sistemas de tratamiento, incluyendo capacitación de personal y plan de arranque.	400
· Incorporar en los planes regionales el manejo de lodo, las excretas y el material séptico.	500
Agua	
· Aprovechar la reutilización de las aguas servidas. Especialmente en áreas con poco agua.	300
· Implementar un programa de monitoreo y pre-tratamiento de los desechos industriales.	300
Aire	
· Ubicar las obras de tratamiento, solamente en áreas de usos compatibles de la tierra.	100
· Capacitación constante al personal.	1500
Vegetación	
· Considerar las medidas de protección a la flora local.	400
Fauna	
· Restaurar los hábitats utilizados por las obras a ejecutarse	200

Continuación... CUADRO N° 4-19	
COSTO DEL PLAN AMBIENTAL - ETAPA DE OPERACIÓN	
MEDIDAS	COSTO (S/.)
Socioeconómico - Cultural	
· Limitar el acceso a los lugares de eliminación de aguas servidas o de lodos, donde sean inevitables los peligros para la salud.	450
· Controlar los vectores, para evitar enfermedades.	300
· Establecer un programa operacional para la limpieza de las alcantarillas.	500
· Inspeccionar en forma rutinaria las alcantarillas, en busca de conexiones ilegales.	300
· Sensibilizar a los usuarios a fin de evitar la eliminación de desechos sólidos en la alcantarilla.	300
· Incorporar un plan de contingencia para responder a los accidentes	150
· Proporcionar equipos de seguridad a los operarios.	400
Paisaje	
· El diseño debe proporcionar una armonía con los espacios urbanos y rurales adyacentes.	500
Otras medidas	400
Costo Ambiental Etapa de Operación	6600

TAREA 4.5: Selección de alternativas

Con base a la evaluación económica de las alternativas se ordena las alternativas en orden de prioridad, procediendo luego a seleccionar las mejores alternativas desde el punto de vista social además del análisis de sostenibilidad de dichas alternativas, así como de la evaluación del impacto social de cada una de las alternativas.

Ejemplo: De los resultados de la evaluación social, análisis de sensibilidad, sostenibilidad e impacto ambiental se puede concluir que la Alternativa 1 planteada para el sistema de agua potable es la más rentable y la que presenta mejores indicadores siendo viable desde el punto de vista técnico como económico y por lo cual se recomienda su implementación. Asimismo en la evaluación de los sistemas de saneamiento, considerando las inversiones y costos operativos de la alternativa 1, la Planta de tratamiento es la seleccionada por presentar el menor Índice de Costo Efectividad, al igual que la alternativa única en redes y colectores (Ver cuadros N° 4-20 y 4-21 de indicadores).

CUADRO N° 4-20						
INDICADORES DE EVALUACION SISTEMA DE AGUA						
Evaluación	Alternativa 1			Alternativa 2		
	Limite Máximo %	VAN (Miles S/.)	TIR	Limite Máximo %	VAN (S/.)	TIR
1. Evaluación Social						
- Indicador de Evaluación		2,797.5	44%		2,745.4	43%
2. Análisis de Sensibilidad						
- Aumento de la Inversión	243.7	0	14.0%	232.9	0	14.0%
- Aumento de CO&M	3,150	0	14.0%	2,499	0	14.0%
- Disminución de los Beneficios	69.4	0	14.0%	68.5	0	14.0%
3. Sostenibilidad del Proyecto	Asegurada			Asegurada		
4. Impacto Ambiental	Ninguno			Ninguno		
5. Selección de Alternativas	Seleccionada					

CUADRO N° 4-21		
INDICADORES DE EVALUACION SISTEMA DE SANEAMIENTO		
Evaluación	Alternativa 1	Alternativa 2
	Índice de Efectividad (IE)	Índice de Efectividad (IE)
1. Planta de Tratamiento	30.5	38.1
2. Colectores, Conexiones y Emisor	347.5	347.5
3. Sostenibilidad del Proyecto	Asegurada	Asegurada
4. Impacto Ambiental	Ninguno	Ninguno
5. Selección de Alternativas	Seleccionada	

TAREA 4.6: Matriz del marco lógico para la alternativa seleccionada

El Matriz del Marco Lógico (MML) es una herramienta para fortalecer el diseño, la ejecución y la evaluación de proyectos. El marco lógico es un resumen ejecutivo de la alternativa técnica seleccionada que permite verificar la consistencia del proyecto, la cual se traduce en una matriz que tiene doble lógica:

- Una vertical que nos muestra las relaciones causa-efecto entre nuestros objetivos de distinto nivel.

Tiene 4 filas que contienen el Fin, Propósito, Componentes o Productos y las Acciones.

- Otra horizontal que nos muestra que no es suficiente cumplir con las actividades para obtener los productos sino que además deben ocurrir los supuestos de nivel de actividad para contar entonces con las condiciones necesarias y suficientes.

Cuenta con 4 columnas que describen el Resumen de Objetivos, los Indicadores Verificables Objetivamente, los Medios de Verificación y los Supuestos.

Las filas representan cuatro niveles de objetivo del proyecto:

- Fila 1. **Fin:** expresa la solución del problema de desarrollo que ha sido diagnosticado, la cual se obtiene del Fin Último del árbol de medios y fines.

Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

- Fila 2. **Propósito:** es el efecto directo que se espera a partir del período de ejecución es decir el cambio que fomentará el proyecto y se presenta como un resultado. El propósito es único y se obtiene del Objetivo Central del árbol de medios y fines.

Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

- Fila 3. **Componentes:** Son los resultados específicos del proyecto: obras, estudios, servicios, capacitación, etc., que debe producir el ejecutor con el presupuesto asignado. Los componentes se obtienen de los Objetivos Específicos o Medios Fundamentales del árbol de medios y fines.

Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

Fila 4. **Actividades:** Son las acciones de la alternativa técnica seleccionada que permiten el logro de los medios fundamentales. Se coloca cada actividad requerida para un componente en orden cronológico y se estima el tiempo y recursos

Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

Las columnas de la matriz del marco lógico suministran información referente a los contenidos de cada fila:

- Columna 1. **Objetivos:** presentación de los objetivos relacionados con el fin, propósito, componentes y acciones.
- Columna 2. **Indicadores:** Es la especificación cuantitativa o cualitativa utilizada para medir el logro de un objetivo. Debe ser aceptada colectivamente por los involucrados como adecuada para medir los logros del proyecto.

Los indicadores especifican de manera precisa cada objetivo a nivel de componentes (productos), a nivel de propósito y a nivel de fin, los cuales incluyen la meta específica que permite medir si el objetivo ha sido alcanzado.

A nivel de actividad, contiene los costos de cada actividad y en conjunto, el costo de cada componente, lo cual constituye el presupuesto del proyecto. Además, a nivel de propósito miden el efecto directo después de completada la ejecución del proyecto.

Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

- Columna 3. **Medios de Verificación:** contiene las fuentes de donde puede la entidad ejecutora o el evaluador obtener información sobre la situación, el desempeño o comportamiento de cada indicador durante la ejecución del proyecto. Ello requiere que los diseñadores del proyecto identifiquen fuentes de información.

Los indicadores deben ser verificables objetivamente para que tanto el que propone el proyecto como el escéptico o el que se opone estén de acuerdo en lo que implica la evidencia. El valor que toma el indicador debe estar disponible para todos.

Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

- Columna 4. **Supuestos:** existen situaciones que están fuera del control de entidad ejecutora del proyecto y que suponen riesgos para este; es decir, es posible que aun cumpliendo nuestras actividades, por ejemplo, no podamos cumplir con producir resultados (productos) si estos riesgos ocurren. La columna de supuestos se refiere a la pregunta, cómo podemos manejar los riesgos?.

Los riesgos existen: financieros, sociales, políticos, ambientales, institucionales climatológicos, etc. y pueden llevar a que el proyecto fracase. El equipo de formulación del proyecto debe identificar los riesgos en cada fase; actividades, componentes propósito y fin.

El riesgo se expresa, convencionalmente, como un **supuesto** que debe ocurrir, es decir, como un riesgo negado u objetivo, para poder continuar con el nivel siguiente en la jerarquía de objetivos.

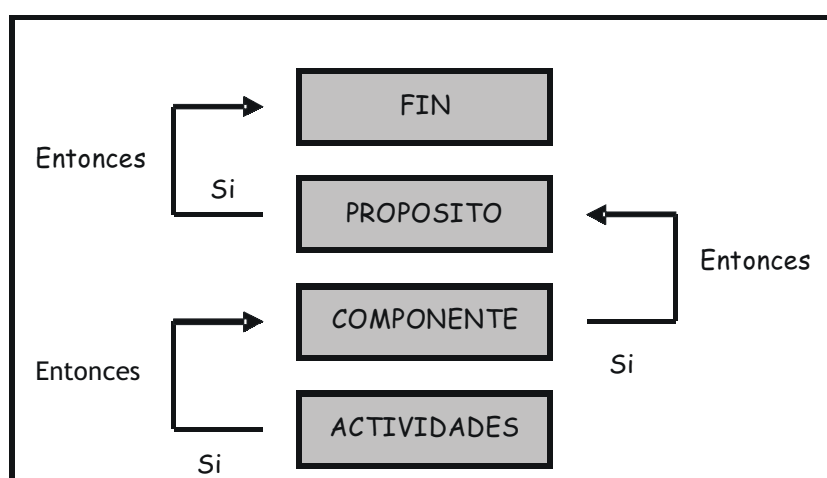
Ejemplo: Ver la Matriz de Marco Lógico.

La doble lógica de la MML (una vertical y otra horizontal) se basa en relaciones causa-efecto entre los distintos niveles de objetivo de la MML y postulan lo siguiente.

- Si se realizan las actividades se producen los componentes, siempre y cuando los supuestos identificados sean confirmados en la realidad de la ejecución del proyecto.
- Si se producen estos componentes y los supuestos de este nivel se ratifican, se logrará el propósito.
- Si se logra el propósito y se confirman los supuestos de este nivel se habrá contribuido a alcanzar el fin.

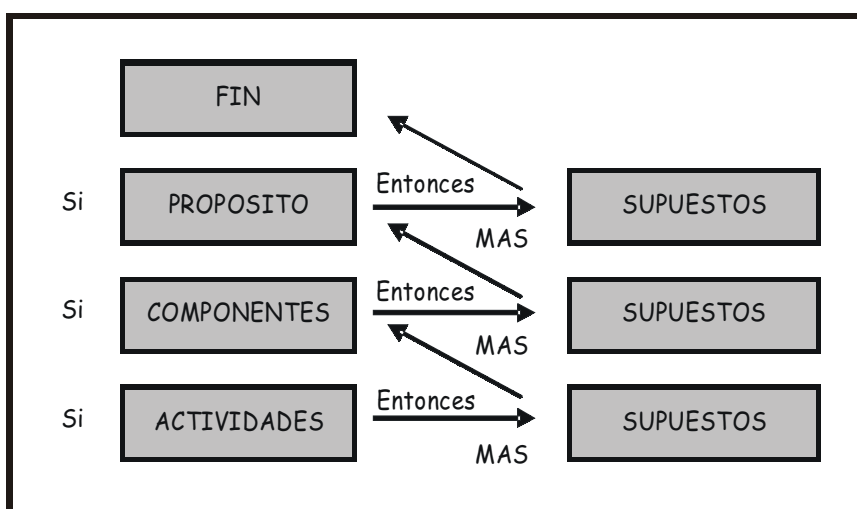
En los diagramas siguientes se muestran la lógica vertical y horizontal de la matriz del marco lógico que postula lo siguiente:

LOGICA VERTICAL: Condiciones necesarias



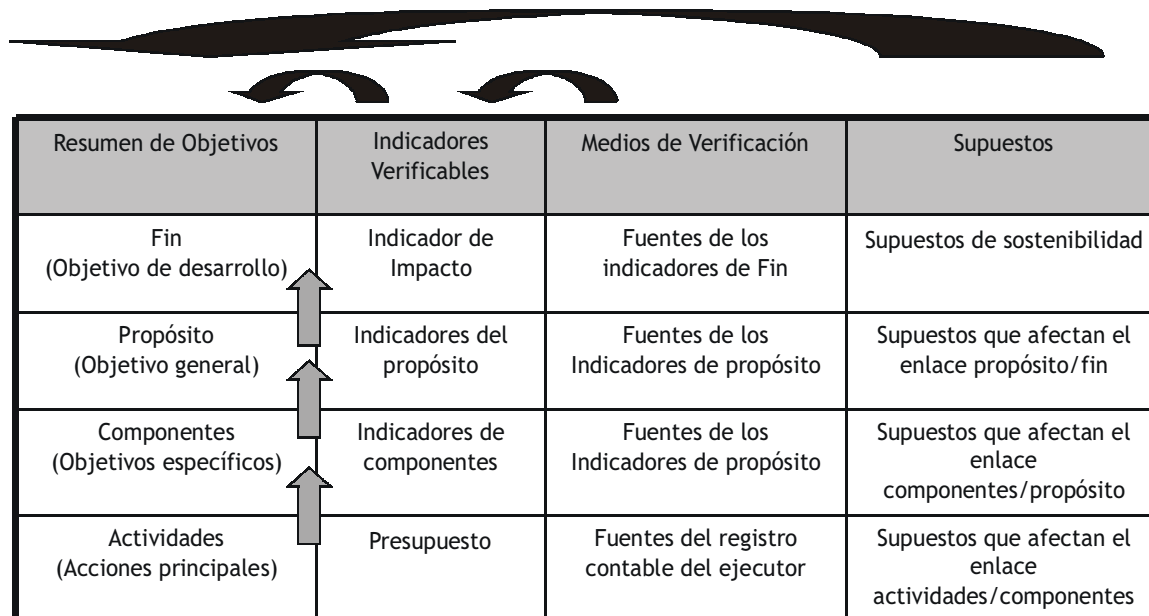
Ejemplo: Para el ejemplo que se desarrolla, la lógica vertical se describiría de la siguiente manera: «Si se realiza la construcción de la planta de tratamiento de agua potable, entonces, al año 2 el 75% de familias tendrá un suministro de agua potable de buena calidad, los cuales permitirán reducir las enfermedades diarreicas y parasitarias de la población contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población».

LOGICA HORIZONTAL: Condiciones Suficientes



Ejemplo: En el caso de la lógica horizontal, ésta se describiría de la siguiente manera: «Si se realiza la construcción de la planta de tratamiento de agua potable y además participa la población en la difusión de adecuados hábitos y valorización del agua, entonces en el año 2 el 75% de familias tendrá un suministro de agua potable de buena calidad, los cuales permitirán reducir las enfermedades diarreicas y parasitarias de la población contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población».

DIAGRAMA DE LA RELACION ENTRE LAS FILAS Y LAS COLUMNAS DEL MARCO LOGICO



Ejemplo: A continuación presentaremos la Matriz del Marco Lógico de la alternativa seleccionada del proyecto que describimos como ejemplo. En el Apéndice N° 4-1 se presenta un resumen de la Matriz de Marco Lógico, desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo.



MATRIZ DEL MARCO LOGICO

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
FIN	Contribuye a mejorar la calidad de vida de la población de Conchucos.	Al año 5: el 70% de la población encuestada considera que ha mejorado su calidad de vida.	Encuesta de Evaluación de Impacto del Proyecto.	
PROPÓSITO	Disminución de las enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas.	Al Año 5: Por mejora en los servicios de saneamiento básico disminuye de 37% al 20% las enfermedades de origen hídrico.	Reporte de anual de Centro de Salud de Conchucos.	Se mantiene el nivel de ingreso real de la población.
COMPONENTES	Ampliar la cobertura del servicio de agua potable mejorando su calidad para el consumo humano.	Al año 2: 20% de la cobertura del servicio de agua incrementada y 100% de pruebas bacteriológicas que se realizan son exitosas.	Reporte anual de la Unidad de Gestión Municipal de los Servicios. Informe del área comercial de dicha Unidad, sobre disminución de la morosidad.	La población paga oportunamente la tarifa de los servicios fijados por la Unidad de Gestión.
	Incremento de la cobertura del servicio de alcantarillado y del tratamiento de aguas servidas.	Al año 2: 25% de la cobertura del servicio de alcantarillado incrementada; y 100 % del agua evacuada es tratada.		
	Mejora de la gestión de los servicio y de la educación Sanitaria.	Al año 2: disminucion de la morosidad mensual del 60% al 20% y se dispone de recursos para la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas.		

MATRIZ DEL MARCO LOGICO (Continuación)

	RESUMEN DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
ACCIONES	Construcción de captación en el manantial.	Al año 1: una captación de agua de 10 litro/s de capacidad, construida.	Informe de Valorización y Liquidación de Obras; Acta de Recepción de Obras.	Participación de la población en la difusión de adecuados hábitos y valorización del agua.
	Instalación de la línea de conducción.	Al año 1: 6,1 Km. de tubería, instalada.		
	Construcción de reservorio.	Al año 1: 1 reservorio de 35 m ³ , construido.		
	Instalación de líneas de aducción.	Al año 1: 2 Km. de línea aduccion, instalada.		
	Instalación de conexiones domiciliarias de agua potable.	Al año 1: 455 conexiones, instaladas		
	Instalación de conexiones domiciliarias de alcantarillado.	Al año 1: 455 conexiones domiciliarias, instaladas.		
	Rehabilitación, mejoramiento y construcción de PTAR.	Al año 1: una PTAR rehab. y mejorada Una PTAR construida.		
	Formación de la Unidad de Gestión.	Al Año 1: Una Unidad de Gestión operando legalmente.		

MODULO V:

TAREA 5.1: Conclusiones y Recomendaciones

En este modulo se deben incluir la definición del problema, descripción de la alternativa seleccionada, los niveles de inversión además de los resultados de la evaluación desde el punto de vista social, de la sostenibilidad y del impacto ambiental. Asimismo se deberá incorporar un cuadro resumen con los resultados del análisis de sensibilidad y los principales indicadores de evaluación como el VAN, TIR, B/C o el índice de costo de efectividad-CE.

El formulador del proyecto podrá sugerir acciones complementarias para mejorar el estudio y garantizar el logro de los objetivos del proyecto. Asimismo recomendar las acciones a realizarse después de la aprobación del Perfil, si es que fuera necesario continuar con las otras etapas del ciclo el proyecto (prefactibilidad, factibilidad o la elaboración del expediente técnico).

MODULO VI:

TAREA 6.1: Anexos

Incluir cualquier información documentaria (actas de compromisos, resultados de análisis de agua, encuesta socio-económica, etc.) que se consideren pertinentes y que precisen algunos puntos considerados en el Perfil.



BIBLIOGRAFÍA

1. Banco Mundial, PAS, PRONASAR, Ordenanza de la Municipalidad de Tumán. Perú.
2. Departamento Nacional de Planeación y la Organización de los Estados Americanos-OEA, **Manual Metodológico para la Identificación, preparación y Evaluación de Estudios de Preinversión**. República de Colombia.
3. Fondo Perú - Alemania, **Planificación y Ejecución de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento-Procedimientos (Documento de Trabajo)**. Marzo del 2006.
4. Fondo Contravalor Perú-Alemania, **Guía para la Presentación de Proyectos a Nivel de Perfil: Agua Potable y Saneamiento y Formato N° 1**.
5. Fondo Contravalor Perú-Alemania, **Guía para la Presentación de Proyectos a Nivel de Perfil: Agua Potable y Saneamiento y Formato N° 1**. Lima, junio del 2005.
6. Fondo Perú - Alemania, **Fase de Perfil: Formatos de Solicitud de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento**. Marzo del 2006.
7. Fondo Perú - Alemania, **Fase Expediente Técnico: Guía para la Elaboración de Expedientes Técnicos, de Agua Potable y Saneamiento**.
8. Grupo Temático de Agua y Saneamiento-Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, **Seminario-Taller: Mejoramiento de la Sostenibilidad en los Proyectos de Agua y Saneamiento en el Área Rural**. Perú.
9. Gobierno de Nicaragua, Secretaria Técnica de la Presidencia, Unidad de Inversión Pública, **Guía de Pre-inversión para Proyectos de Agua Potable Rural**. Nicaragua.
10. Gobierno de Nicaragua, Secretaria Técnica de la Presidencia, Unidad de Inversión Pública, **Guía Sectorial de Agua y Saneamiento Urbano**. Nicaragua.
11. GTZ, Cooperación República del Perú, República Federal Alemana, Programa de Agua Potable y Alcantarillado, **EPS: Gestión Política Social Y Educación Sanitaria Ambiental-Propuesta de Intervención desde una Visión Integral**.
12. GTZ, FONDO PERÚ-ALEMANIA, Cooperación República del Perú-República Federal Alemana, **Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua y Saneamiento en Zonas Rurales-Compendio de Manuales**.
13. Ministerio de Economía y Finanzas(MEF), Dirección General de Programación Multianual del Sector Público (DGPM), **Material de Capacitación en Formulación de Perfiles de Saneamiento Básico en el Marco del SNIP**. 2006.
14. MEF, DGPM, Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, **Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable e Instalación de Letrinas para Pampa Florida**. Perú, febrero del 2006.
15. Ministerio de Economía y Finanzas, DGPM, **Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública del Sector Educación a Nivel de Perfil**. Perú, octubre del 2006.
16. Ministerio de Economía y Finanzas, DGPM, **Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública del Sector Educación a Nivel de Perfil**. Perú, Octubre del 2006.
17. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Saneamiento, **Corrección de los Costos de Inversión para la Evaluación Social en los Proyectos de Saneamiento Básico**. Lima, Perú.
18. Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento-PRONASAR, DEZA, DDC, DSC, SDC, COSUDE, **Estudio de Base para la Implementación de Proyectos de Agua y Saneamiento en el Área Rural**. Perú.
19. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Vice-Ministerio de Construcción y Saneamiento, Dirección Nacional de Saneamiento, **Material de Capacitación en Formulación de Perfiles de Saneamiento Básico en el Marco del SNIP**. Perú.
20. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento-PRONASAR, FONCODES, **Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales**. Perú, septiembre del 2004.

21. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, PRONASAR, **¿Qué es el Proyecto Piloto de Agua y Saneamiento en Pequeñas Ciudades?**. Perú.
3. Ministerio de Economía y Finanzas, DGPM, **Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social De Proyectos de Inversión Pública del Sector Salud a Nivel de Perfil**. Perú, junio del 2006.
4. MEF, Guillermo León S., **Manual para la Formulación y Evaluación de Perfiles de Proyectos de Saneamiento para Pequeñas Localidades y Centros Poblados Rurales**. Perú. Enero del 2002.
5. PAS-CEPIS-OPS-MVCS-ACDI, **Memoria del Simposio Internacional, «Tecnologías Alternativas Para la Provisión de Servicios de Agua y Saneamiento en Pequeñas Localidades**. 2004.
6. PRONASAR, Canadian International Development Agency, Agence Canadienne de Developement International, WSP, **Las Ordenanzas Municipales de los Servicios de Agua y Desagüe en las Pequeñas Ciudades**. Diciembre del 2004.
7. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Vice-Ministerio de Ambiente, Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental, **Guía de Elegibilidad y Viabilización de Proyectos a Financiar a través del Mecanismo de la Ventanilla Única**. República de Colombia.
8. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Vice-Ministerio de Ambiente, Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental, **Guía Práctica de Formulación: Proyectos de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas Municipales**. República de Colombia.
9. Ministerio de Planificación, División de Planificación, Estudios e Inversión, Departamento de Inversiones, **Metodología para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Agua Potable**. Chile.
10. Ministerio del Medio Ambiente, **Guía Ambiental para Sistemas de Acueducto**. Colombia, 2003.
11. Ministerio de Salud, Dirección Regional de Salud de Cajamarca, APRISABAC, **Saneamiento Básico Rural Serie 4: 4.1 Manual Administrativo en Saneamiento**. Perú.
12. Ministerio de Salud, Dirección Regional de Salud de Cajamarca, APRISABAC, **Saneamiento Básico Rural Serie 4: 4.2 Manual para la Elaboración de Expedientes Técnicos**. Perú.
13. Ministerio de Salud, Dirección Regional de Salud de Cajamarca-APRISABAC, **Saneamiento Básico Rural Serie 4: 4.3 Supervisión y Evaluación de Proyectos de Saneamiento Básico**. Perú.
14. Ministerio de Salud, Dirección Regional de Salud de Cajamarca-APRISABAC, **Saneamiento Básico Rural Serie 4: 4.4 Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento**. Perú.
15. Ministerio de Salud, Dirección Regional de Salud de Cajamarca-APRISABAC, **Saneamiento Básico Rural Serie 4: 4.5 Metodología para el Trabajo en JASS**. Perú.
16. Ministerio de la Presidencia, Banco Mundial, Programa de Agua y Saneamiento PNUD-Banco Mundial, MEMORIA «Taller-Situación y Desafíos del Saneamiento Básico Rural en el Perú» Lima , julio de 1998.
17. PROAGUA, GTZ, **Fortalecimiento del Diálogo Político entre Municipalidades y la Sociedad Civil en el Perú**. Perú.
18. PROAGUA - GTZ, **Manual de Educación Sanitaria y Ambiental**.
19. PROAGUA - GTZ, **Experiencias en la Aplicación de Sistemas Condominiales de Alcantarillado Sanitario**.
20. PRONASAR, Canadian International Development Agency, Agence Canadienne de Developement International, WSP, **Memoria del Simposio Internacional «Tecnologías Alternativas para la Provisión de Servicios de Agua y Saneamiento en Pequeñas Localidades**. Diciembre del 2004.
21. Programa de Agua y Saneamiento PNUD, Banco Mundial, Perú: **Lineamientos para un Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural (Documento de Trabajo)**. Lima, junio 1998.
22. Secretaría de Planificación y Programación, SNIP, SEGEPLAN, **Manual de Formulación y Evaluación de Proyectos Modulo II**. Guatemala, febrero del 2002.
23. **Texto Unico Ordenado del Reglamento de La Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338**.

APÉNDICE N° 2-1

PRINCIPALES TIPOLOGÍAS DE LOS PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

Las principales tipologías de los proyectos de agua y saneamiento, se detalla a continuación:

1. Tipología de Proyectos de agua potable

a. Instalación del servicio de agua potable

Es aquel que permite dotar del servicio de abastecimiento de agua potable a una localidad desprovista totalmente de éste. Comprende obras de: captación, conducción, impulsión, almacenamiento, desinfección, aducción y distribución; con sus respectivas conexiones domiciliarias y medidores.

b. Ampliación del servicio de agua potable

Contempla ampliar el servicio, si en el diagnóstico se ha detectado déficit de oferta de infraestructura, lo que implica plantear e identificar la intervención de ampliación, por ejemplo, en fuentes, conducciones, reservorios, redes y conexiones.

Obras típicas en estas intervenciones, corresponden por ejemplo a la construcción de redes de distribución, conexiones domiciliarias y en algunos casos, nuevas captaciones, que sirvan a los nuevos usuarios (un pozo por ejemplo).

c. Mejoramiento del servicio de agua potable

Este tipo de proyecto permite mejorar una o más características de la calidad del servicio: calidad físico-química y bacteriológica del agua, continuidad y presión, fundamentalmente a los usuarios ya conectados a la red pública.

Comprende obras de ampliación de componentes que son «cuellos de botella» en el funcionamiento del sistema (por ejemplo: ampliación de la capacidad de los reservorios logrando una mayor continuidad y presión; mejoras en las plantas de tratamiento del agua potable para mejorar la calidad del agua producida). Usualmente se complementa con la reposición de elementos en mal estado, como conducciones, conexiones, equipos de bombeo, reacondicionamiento de la captación y mejoramiento de reservorios e instalaciones.

Las intervenciones de micromedición, sectorización de redes y de adecuaciones en el área comercial, se clasifican también como proyectos de mejoramiento.

En muchos casos, con el mejoramiento integral se amplía la capacidad de producción, posibilitando implementar la ampliación de los servicios (más conexiones). Ello implica efectuar además un análisis equivalente a un proyecto de ampliación: incluyendo la determinación de demanda futura, optimización del sistema actual y planteamiento del proyecto de ampliación.

d. Rehabilitación o reposición del servicio de agua potable

Este tipo de proyectos permiten la continuidad normal del servicio existente

Comprende la renovación total o parcial de infraestructura existente y en operación, sin cambio de la capacidad del sistema. Se genera cuando un sistema o parte de él, ha cumplido su vida útil. Las obras de reemplazo pueden contemplar desde la construcción de una nueva captación, hasta la construcción de una red de distribución.

II. Tipología de proyectos de saneamiento

a. Instalación del servicio de saneamiento

Estos proyectos consisten en dotar de alcantarillado a una localidad desprovista totalmente de este servicio, permitiendo el reemplazo de los sistemas individuales actuales, que normalmente no son sanitariamente aceptables.

Para estos casos se debe considerar el análisis de todos los componentes del sistema, que va desde las redes de recolección hasta la disposición final a un curso receptor, previo tratamiento, para lo cual se debe considerar las normas vigentes sobre la materia.

b. Ampliación del servicio de saneamiento.

Este tipo de intervención, comprende el aumento de la capacidad de componentes generales del sistema existente (colectores principales, plantas de tratamiento, emisores, etc.), permitiendo optimizar la operación del mismo, en las condiciones de carga actual y la incorporación de nuevos usuarios.

Este tipo de proyecto también contempla ampliar el servicio de alcantarillado (redes de alcantarillado con conexiones domiciliarias), a un sector de la localidad desprovista de éste.

c. Mejoramiento del servicio de saneamiento

Este tipo de intervención permite mejorar la calidad del servicio de saneamiento, fundamentalmente a los usuarios ya conectados a la red pública.

Comprende obras de ampliación de componentes que son «cuellos de botella» en el funcionamiento del sistema (por ejemplo ampliación de la capacidad de colectores, tratamiento y disposición final de las aguas residuales). Usualmente se complementa con la reposición de elementos en mal estado, como conexiones domiciliarias, redes y colectores.

d. Rehabilitación o Reposición del servicio de saneamiento.

Comprende la renovación total o parcial de obras existentes y en operación, sin cambio de la capacidad y calidad del servicio. Se genera cuando un sistema, o parte de él ha cumplido su vida útil. Las obras de reemplazo pueden contemplar desde redes de recolección hasta la disposición final a un curso receptor, previo tratamiento.



APÉNDICE N° 2-2

CUESTIONARIO N° 1 - CON CONEXIÓN DOMICILIARIA - ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): _____

Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____

Departamento: _____ Provincia: _____ Distrito: _____

Dirección: _____

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

1.-	Uso: Sólo vivienda ()	Vivienda y otra actividad productiva asociada ()		
2.-	Tiempo que viven en la casa año(s) meses			
3.-	Tenencia de la vivienda Propia () Alquilada () Alquiler Venta ()		¿Cuánto vale su Vivienda? ¿Cuánto paga al mes? S/. ¿Cuánto paga al mes? S/.	
4.-	Material predominante en la casa			
	Adobe ()	Madera ()	Material noble ()	Quincha ()
	Estera ()	Otro		
5.-	Posee energía eléctrica	sí ()	No ()	¿Cuánto paga al mes? S/.
6.-	Red de agua	sí ()	No ()	¿Cuánto paga al mes? S/.
7.-	Red de desagüe	sí ()	No ()	¿Cuánto paga al mes? S/.
8.-	Pozo séptico/Letrina/Otro	sí ()	No ()	
9.-	Teléfono	sí ()	No ()	¿Cuánto paga al mes? S/.
10.-	Apreciaciones del Entrevistador			
a.	La vivienda pertenece al nivel económico: Alto() Medio() Bajo()			
b.	La zona en que esta ubicada la vivienda pertenece al nivel económico:			
	Alto ()	Medio ()	Bajo ()	

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

11.-	¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	_____
12.-	¿Cuántas familias viven en la vivienda?	_____
13.-	¿Cuántos miembros tiene su familia?	_____

Parentesco	Edad	Sexo	Grado de instrucción	¿Sabe leer y escribir?	¿Trabaja? (E/P)	¿A qué se dedica?
		F M				
		F M				

14.- ¿Número de personas de la familia que actualmente buscan empleo? _____

15.- ¿Cuántas personas trabajan en su familia? _____

16.- Detallar el salario de los integrantes de la vivienda

Pariente	Mensual
Abuelo(a)	_____
Padre	_____
Madre	_____
Hijo(a)	_____
Hijos mayores de 18 años	_____
Hijos menores de 18 años	_____
Pensión/ Jubilación	_____
Otros Ingresos. (rentas, giros, etc.)	_____
Total Mensual/Familia en Soles (S/.)	

17.- ¿Cuál es la distribución del gasto de la familia? Total anual/familiar

Gasto	Mes (S/.)
a. Energía eléctrica	
b. Agua y desagüe	
d. Teléfono	
c. Alimentos	
d. Transportes	
e. Salud	
f. Educación	
g. Combustible	
h. Vestimenta	
i. Vivienda (alquiler)	
j. Otros	
Total	

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

18. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable? _____

19. ¿Cuántas horas por día dispone de agua? _____ Horario desde la Hasta las

20. ¿Paga usted por el servicio de agua?: si () no () Si es si, pasar a la pregunta N° 22

21. Si es no, ¿Por qué?: _____ Luego ir a la pregunta N° 24

22. Si es si, el consumo de agua facturada en el último mes fue: (solicitar el último recibo)

Cantidad Facturada (m³) _____ y el pago fue S/. _____ habitualmente cuanto paga al mes S/. _____ ¿Cuándo fue el último mes que pagó? _____.

23. Cree usted que lo que paga por el servicio de agua es: Bajo () Justo () Elevado ()

24. La cantidad de agua que recibe es: suficiente () insuficiente ()

25. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si () no ()

Si es no, pasar a la pregunta N° 27.

26. ¿Cuántos litros cabe en el depósito donde almacena agua en su casa? _____ Litros

Recipientes	Cantidad	Capacidad del recipiente (litros)	Total en litros
Balde-lata			
Bidones			
Tinaja			
Cilindro - barril			
Tanque			
Otros			
Total			

27. La calidad del agua es: buena() mala() regular()
28. ¿Con qué presión llega el agua a la vivienda? bajo () suficiente() alto()
29. ¿El agua llega limpia o turbia?:
Limpia todo el año() Turbia por días() Turbia por meses() Turbia todo el año()
30. ¿Está usted satisfecho con el servicio de agua? ¿Cómo lo calificaría?
Bueno() Malo() Regular()
31. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:
Ninguno() Hierve() Lejía() Otro_____

32. El agua que viene de la red pública la usa para:

1. Beber ()	2. Preparar alimentos ()	3. Lavar ropa ()	4. Higiene personal ()
5. Limpieza de la vivienda ()	6. Regar la chacra ()	7. Otros ()	

33. ¿Se abastece de otra fuente?: si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 51
34. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?:
a. Río/ Lago () b. Pileta pública () c. Camión Cisterna ()
d. Acequia () e. Manantial () f. Pozo ()
g. Vecino () h. Lluvia () i. Otro(especificar) _____
35. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? _____ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? _____ minutos.
36. ¿Cuántas veces al día acarrea? _____
37. ¿Quiénes acarrean el agua?
¿Cuánto los mayores de 18 años? _____ y ¿Cuánto los menores de 18 años? _____
38. Cada vez que acarrea, ¿cuántos viajes realiza?
¿Cuánto los mayores de 18 años? _____ y ¿Cuánto los menores de 18 años? _____
39. ¿Qué tipo de recipientes utiliza, cuál es su capacidad y si paga o no por el agua?

Envase	Capacidad de Envase (Litros)	Precio Pagado por Envase	No Paga
Balde			
Cilindro			
Tinaja			
Lata			
Bidones			
Otros			

40. ¿Cuántos recipientes carga por vez (por viaje)?
¿Cuánto los mayores de 18 años? _____ y ¿Cuánto los menores de 18 años? _____
41. ¿Cuál es la distancia de la vivienda hasta la otra fuente de abastecimiento? _____ metros y ¿Qué tiempo se demora en ir y venir? _____ minutos.
42. ¿Paga usted alguna cuota mensual por usar el agua de esta fuente?: si () no ()
Si es no, pasar a la pregunta N° 45
43. Si es si, ¿con qué frecuencia lo paga?: a. Diario() b. Semanal() c. Quincenal()
d. Mensual() e. Otro _____
44. ¿Cuánto paga? _____
45. ¿En qué ocasiones se abastece de esta otra fuente?: a. permanentemente()
b. algunos días() especificar _____ c. algunos meses() especificar _____
46. ¿El agua que viene de esta fuente, antes de ser consumida le da algún tratamiento?:
Ninguno () hierve () lejía () otro_____
47. El agua que trae de esta otra fuente la usa para:

1. Beber ()	2. Preparar alimentos ()	3. Lavar ropa ()	4. Higiene personal ()
5. Limpieza de la vivienda ()	6. Regar la chacra ()	7. Otros ()	

48. Con esta otra fuente adicional, la cantidad de agua que dispone es: Suficiente() Insuficiente()
49. Si se realizan obras para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable, ¿Cuanto pagaría por el buen servicio (24 horas del día, buena presión y buena calidad del agua)? S/. _____
50. ¿Si es no, porque? Estoy satisfecho con la forma como me abastezco ()
No tengo dinero o tiempo para pagar la obra ()
No tengo dinero para pagar cuota mensual ()
Otro especificar _____

E. INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO

51. ¿Tiene conexión al sistema de desagüe?: si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 54
52. Si es si, ¿Paga alguna cuota por este servicio?: si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 53
Si es si, ¿Cuánto?: S/. _____
53. Si es no, ¿Porqué no? _____ Luego ir a la preg. 63
54. ¿Usted dispone de una letrina? si () no ()
Si es si, pasar a la pregunta N° 55 Si es no, pasar a la pregunta N° 58
55. ¿Todos los que habitan la vivienda usan la letrina? si () no ()
56. Si es no, ¿Por qué?:
() Esta demasiado lejos () No tiene costumbre
() Tiene mal olor () Esta en mal estado
() Le asusta usarla () Otro _____
57. ¿Considera usted que su letrina está en mal estado? si () no ()
58. ¿Estaría usted dispuesto a participar para mejorar o instalar una letrina? si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 60
59. Si es si, ¿Cómo participarían?: Aportando: dinero() Mano de obra ()
Materiales() Otro (especificar) _____
60. Si es no, ¿Por qué no quisiera participar en las mejoras?:
() Porque estoy satisfecho con lo que tengo () No tengo dinero ni tiempo
() No me interesa () Otros (especificar) _____
61. ¿Estaría interesado en contar con letrina, alcantarillado o desagüe? si () no ()
62. ¿Cuánto pagaría al mes por tener desagüe? S/. _____

F. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA.

63. Considera usted que el agua potable es un bien que:
Debe pagarse () ¿Por qué? _____
No debe pagarse () ¿Por qué? _____
64. ¿Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?
Si () ¿Por qué? _____
No () ¿Por qué? _____
65. ¿Durante el día en que momento cree usted que una persona debe lavarse las manos?
Al Levantarse() Después de ir al baño() Antes de comer() Antes de cocinar ()
Cada que se ensucia() A cada rato()
66. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?

Enfermedad	Niños	Adultos	Tratamiento	
			casero	Posta médica, hosp. o médico particular
Ninguna				
Diarreicas				
Infecciones				
Tuberculosis				
Parasitosis				
A la piel				
A los ojos				
Otros				

67. ¿Participaría en la ejecución de un proyecto para mejorar y /o ampliar el servicio de agua potable y desagüe?

() Si → ¿Cómo? Mano de obra () Herramientas ()
 Materiales de construcción () Sólo en reuniones ()
 Dinero () Otros _____

() No → ;Por qué? _____

68. ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

Por recolector municipal () Enterrado () En botadero () Quemado ()
Otro (especifique)

69. ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda?

Diaria() 2 veces a la semana() Cada 2 días() 1 vez a la semana()

70. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de recolección de basura?

71. Medios de comunicación que usa la familia con mayor frecuencia

Radio		Diarios y Revistas		Canal de T.V.	
Emisora	Horario		Frecuencia	Canal	Horario

G. ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

72. ¿Existe una Junta Vecinal ? si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 74

73. ¿Cómo participa usted en la Junta Vecinal local?

74. ¿Qué organizaciones de los vecinos (comunidad) existen en la ciudad? Nombre las 3 más importantes en su consideración:

Organizaciones	Actividades que realizan	Líderes

75. ¿Qué organizaciones en la ciudad; realizan actividades de educación sobre higiene, salud o educación ambiental?

Organizaciones	Actividades que realizan en educación sobre higiene, salud, educación ambiental

76. ¿ Por qué cree que no existen organizaciones vecinales en su Barrio?

H. Conciencia Ambiental

77. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día? Si () No () No sabe ()

78. Cuando una persona arroja basura:
Se contamina () No se contamina () No sabe/ No opina ()

79. ¿Qué es el agua?
- | | | |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| La fuente de la vida() | Sin el agua no se puede vivir() | Me sirve para cocinar, lavar etc.() |
| Es solo agua () | No sabe() | Otro() |

ENCUESTA SOCIO ECONÓMICA - SIN CONEXIÓN DOMICILIARIA

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): _____

Fecha de Entrevista: ____/____/____

Hora _____

Departamento:

Provincia:

Distrito:

Dirección: _____

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

1.-	Uso: Sólo vivienda ()	Vivienda y otra actividad productiva asociada ()		
2.-	Tiempo que viven en la casa _____ año(s) _____ meses			
3.-	La casa es : Propia ()	Alquilada ()	Otro _____	
4.-	Material predominante en la casa			
	Adobe ()	Madera ()	Material noble ()	Quincha ()
	Estera ()	Otro		
5.-	Posee energía eléctrica	Si ()	no ()	
6.-	Red de agua	Si ()	no ()	
7.-	Red de desagüe	Si ()	no ()	
8.-	Pozo séptico/Letrina/Otro	Si ()	no ()	
9.-	Teléfono	Si ()	no ()	

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

10.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda?	_____
11.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda?	_____
12.- ¿Cuántos miembros tiene su familia?	_____

Parentesco	Edad	Sexo	Grado de instrucción	¿Sabe Leer y escribir?	Trabaja	¿A que se dedica?
		F M				
		F M				
		F M				

13.- ¿Cuántas personas trabajan en su familia? _____

14.- Detallar el salario de los integrantes de la vivienda

Pariente	Salario / jornal por día / quincena / mes: (S/.)	Cuántos (mes)
Abuelo(a)	_____	_____
Padre	_____	_____
Madre	_____	_____
Hijo(a)	_____	_____
Hijos mayores de 10 años	_____	_____
Hijos menores de 10 años	_____	_____
Pensión / Jubilación	_____	_____
Otros Ingresos. (cosecha, ganado Artesanía etc.)	_____	_____
TOTAL Anual /Familia en Soles (S/.)		

15.-¿Cuál es la distribución del gasto de la familia? Total anual / familiar

Gasto	Mes(S/.)	Veces/año	Total anual (S/.)
a. Energía eléctrica			
b. Agua y desagüe			
c. Alimentos			
d. Transportes			
e. Salud			
f. Educación			
g. Combustible			
h. Vestimenta			
i. Vivienda (alquiler)			
j. Otros			
Total			

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA - SIN CONEXIÓN DOMICILIARIA

16. ¿Cuál es la principal fuente de abastecimiento de agua (el agua que utilizan)?

- a. Río/ Lago () b. Pileta pública () c. Camión Cisterna ()
d. Acequia () e. Manantial () f. Pozo ()
g. Vecino () h. Lluvia () i. Otro(especificar)

Vamos a hablar acerca de la principal fuente que utiliza:

17. ¿A qué distancia de la vivienda está la fuente de abastecimiento? _____ metros.

18. ¿Paga usted alguna cuota mensual por usar el agua de esta fuente? si () no ()

Si es no, pasar a la pregunta N° 21

19. Si es si, ¿Con qué frecuencia lo paga?: a.- Diario() b.- Semanal() c.- Quincenal()
d.- Mensual() e.- Otro _____

20. ¿Cuánto paga? S/. _____

21. ¿Almacena usted el agua para consumo de su familia? si () no ()

22. Cantidad de agua que compra o acarrea:

Recipientes	Capacidad del recipiente (litros)	Frecuencia de compra o acarreo semanal	Cantidad de recipientes que compra o acarrea (semanal)	Pago por cada recipiente (soles)
Balde-lata				
Bidones				
Tinaja				
Cilindro - barril				
Tanque				
Otros				
Total				

23. ¿Quién acarrea el agua normalmente?

El padre ()

La madre ()

Hijo mayor a 18 años ()

Niños ()

24. ¿Qué tiempo demora en acarrear el agua?

El padre ()

La madre ()

Hijo mayor a 18 años ()

Niños ()

25. ¿Cuántas veces acarrear el agua por día?

El padre ()

La madre ()

Hijo mayor a 18 años ()

Niños ()

26. ¿El agua que se abastece antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

ninguno ()

hierve ()

lejía ()

otro_____

27. El agua la usa para:

USOS DEL AGUA	
1. Beber	
2. Preparar alimentos	
3. Lavar ropa	
4. Higiene Personal	
5. Limpieza de la Vivienda	
6. Regar la Chacra	
7. Otros	

28. Si se realizan obras (proyecto) para mejorar y/o ampliar el servicio de agua potable, ¿Cuánto pagaría por el buen servicio (las 24 horas del día, buena presión, y buena calidad del agua)? _____

29. Si es no, ¿Por qué no quisiera tener el servicio de agua a través de redes?

() Estoy satisfecho con la forma como me abastezco.

() No tengo dinero o tiempo para pagar por la obra

() No tengo dinero para pagar cuota mensual

() Otro especificar _____

E. INFORMACION SOBRE EL SANEAMIENTO

30. ¿Está usted conectada a la red de alcantarillado? si () no ()

Si es si, pasar a la pregunta N° 31

Si es no, pasar a la pregunta N° 33

31. Si es si, ¿Paga alguna cuota por este servicio? si () no ()

Si es no, pasar a la pregunta N° 32

Si es si, ¿Cuánto?: S/_____

32. Si es no, ¿Por qué no? _____

33. ¿Usted dispone de una letrina? si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 37

34. ¿Todos los que habitan la vivienda usan la letrina? si () no ()

Si es si, pasar a la pregunta N° 36

35. Si es no, ¿Por qué?: () Esta demasiado lejos () Tiene mal olor () Le asusta usarla
() No tiene costumbre () Esta en mal estado () Otro _____

36. ¿Considera usted que su letrina está en mal estado? si () no ()

37. ¿Estaría usted dispuesto a participar para mejorar o instalar una letrina? si () no ()

Si es no, pasar a la pregunta N° 39

38. Si es si, ¿Cómo participarían?: Aportando: dinero () mano de obra ()
materiales () otro (especificar) _____

39. Si es no, ¿Por qué no quisiera participar en las mejoras?:

() Porque estoy satisfecho con lo que tengo () No tengo dinero ni tiempo
() No me interesa () Otros (especificar) _____

40. ¿Estaría interesado en contar con letrina, alcantarillado o desagüe? si () no ()

41. ¿Cuánto pagaría al mes por tener?: Letrina _____ soles Desagüe _____ soles

F. INFORMACIÓN GENERAL Y OTROS SERVICIOS DE LA VIVIENDA.

42. Considera usted que el agua potable es un bien que:

Debe pagarse () ¿Por qué? _____

No debe pagarse () ¿Por qué? _____

43. Cree usted que el agua que consume puede causar enfermedades?

Si () ¿Por qué? _____

No () ¿Por qué? _____

44. Durante el día en que momento cree usted que una persona debe lavarse las manos?

Al Levantarse () Después de ir al baño () Antes de comer () Antes de cocinar ()

Cada que se ensucia () A cada rato ()

45. ¿Qué enfermedades afectan con mayor frecuencia a los niños y adultos de su familia y cómo se tratan?

Enfermedad	Niños	Adultos	Tratamiento	
			casero	Posta médica, hospital o medico particular
Ninguna				
Diarreicas				
Infecciones				
Tuberculosis				
Parasitosis				
A la piel				
A los ojos				
Otros				

46. ¿Participaría en la ejecución de un proyecto para mejorar y /o ampliar el servicio de agua potable y desagüe?

() Si → ¿Cómo? Mano de obra () Herramientas ()

Materiales de construcción () Sólo en reuniones ()

Dinero () Otros _____

() No → ¿Por qué? _____

47. ¿Cómo se elimina la basura en su vivienda?

Por recolector municipal() Enterrado() En botadero()
Quemado() Otro (especifique) _____

48. ¿Con qué frecuencia elimina la basura de su vivienda ?

Diaria() 2 veces a la semana() Cada 2 días() 1 vez a la semana()

49. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de recolección de basura? ---- - _____

50. Medios de comunicación que usa la familia con mayor frecuencia

Radio		Diarios y Revistas		Canal de T.V.	
Emisora	Horario		Frecuencia	Canal	Horario

G. ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

51. ¿Existe una Junta Vecinal Local? si () no () Si es no, pasar a la pregunta N° 53

52. ¿De qué forma participa usted en la Junta Vecinal Local?: _____

53. ¿Qué organizaciones de los vecinos (comunidad) existen en la ciudad? Nombre las 3 más importantes en su consideración:

Organizaciones	Actividades que realizan	Lideres

54. ¿Qué organizaciones en la ciudad realizan actividades de educación sobre higiene, salud o educación ambiental?

Organizaciones	Actividades que realizan en educación sobre higiene, salud, educación ambiental

55. ¿Por qué cree que no existen organizaciones vecinales en su barrio?

H. Conciencia Ambiental

56. ¿Cree usted que el agua escaseará algún día? Si () No () No sabe ()

57. Cuando una persona arroja basura:

Se contamina () No se contamina () No sabe/ No opina ()

58. ¿Qué es el agua?

La fuente de la vida () Sin el agua no se puede vivir () Me sirve para cocinar, lavar etc.()
Es solo agua () No sabe () Otro ()

APENDICE N° 2-3

FICHA DE INFORMACION TECNICO-OPERACIONAL

FECHA / / **REALIZADO POR:** _____ **CARGO:** _____

1. AREA DE INFLUENCIA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

a) Ubicación Localidad(es) _____ Distrito _____ Altura msnm _____
Provincia _____ Departamento _____

b) Clima	Temperatura ambiental (°C)	Máxima _____	Mínima _____	Promedio _____
	Periodo de lluvias	Del _____ Al _____		
	Intensidad de lluvias (si/no)	Intensa ()	Moderada ()	Débil ()

c) Vías de Comunicación

Con capital de distrito	_____	Distancia (Km)	_____	Tiempo(hora)	_____	Tipo de vía
Con capital de provincia	_____	Distancia (Km)	_____	Tiempo(hora)	_____	Tipo de vía
Con capital de departamento		Distancia (Km)		Tiempo(hora)		Tipo de vía

d) Densidad poblacional (actual)

Zonas actualmente servidas _____ (hab/vivienda) Zonas de expansión (sin servicio) _____ (hab/vivienda)

e) Viviendas Actuales (Indicar la fuente)	Viviendas
---	-----------

2. DATOS GENERALES DE LOS SERVICIOS

a. N° viviendas servidas por el sistema de agua potable

Por conexiones domiciliarias	_____ viviendas	Por sistemas independientes (1)	_____ viviendas
Por piletas públicas	_____ viviendas	Número de viviendas factibles (2):	_____ conex
Por otros medios (cisternas, otros)	_____ viviendas	Numero viviendas potenciales (3):	_____ conex

Comentarios

(1): Sistemas que no estan administrados por el Municipio, pero que estan dentro de su area de influencia

b. Continuidad del servicio de agua Tiempo promedio de servicio al día _____ hrs. Continuidad min. _____ hrs.
 Porcentaje de la población con servicio discontinuo _____ % Periodos de servicio (De / A)

Comentarios:

c. N° de viviendas servidas por sistema de alcantarillado

Por conexiones domiciliarias	_____	viviendas	Numero de viviendas potenciales (2)	_____	viviendas
Numero de viviendas factibles (1)	_____	viviendas	Nº viviendas servida con fosas sépticas/ letrinas	_____	viviendas

Comentarios:

d. Extensión de la Red de Agua Potable _____ Datos 2003 - Fuente _____

e. Extensión de la Red de Alcantarillado Datos 2003 - Fuente

3. DATOS SOBRE CONSUMOS ACTUALES DE AGUA POTABLE

a. Consumo medido v/o asignado (En m³/mes)

Doméstico m³/conex Comercial m³/conex Industrial m³/conex Estatal m³/conex

Comentarios:

b. Producción promedio de agua potable (En m³/mes)

Volumen Captado (total) _____ m³ / mes (lt/seg) Volumen macromedido _____ m³ / mes (lt/seg) % de Pérdidas estimadas _____ %

Comentarios:

NOTA: Indicar la producción en las unidades de uso común para el servicio

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ESTADO OPERATIVO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

a. Producción de Captaciones (en litros /seg)

Fuente Superficial _____ m³/ mes (lt/seg) Fuente Subterránea _____ m³/ mes (lt/seg)

Otros _____ m³/ mes (lt/seg) Total m³/ mes _____ (lt/seg)

Comentarios _____

NOTA: Indicar la producción en las unidades de uso común para el servicio

b. Tipo de Captaciones

b.1 Aguas Subterráneas

Tipo	Cantidad	Prod total (lps)	Antigüedad	Estado Físico	Estado operativo	Observaciones
Pozo(s) Profundo(s)						
Manantial(es)						
Comentarios						

NOTA: indicar en hojas adicionales si hay mayor número de fuentes

Para estado Físico / Operativo indicar: B/R/M (Bueno/regular/Malo)

b.2 Aguas Superficiales

Tipo	Cantidad	Prod total (lps)	Antigüedad	Estado Físico	Estado operativo	Observaciones
Canal						
Río, quebrada						
Laguna						
Otro						

Comentarios _____

c) Estaciones de Bombeo del Sistema de Agua Potable

c.1 Características de Equipos de Bombeo

Estación(es) de bombeo	Tipo de Equipo de Bombeo	Caudal de Bombeo (lps)	Potencia	Estado Físico	Estado Operativo	Observaciones

Comentarios _____

c.2 Características de Sistema Eléctrico

Estación de Bombeo	Tipo de Tarifa Eléctrica	Tablero Eléctrico		Transformador		Estado de Instalación
		Tipo	Estado Conservación	Tipo	Est. Conservación	

¿Existen problemas de sobretensión? Con frecuencia (S/N) _____ No se presentan (S/N) _____ Poco frecuente (S/N) _____

¿Tienen aterramiento las instalaciones? Sí () No ()

¿Existen talleres de mantenimiento eléctrico en la localidad? Sí () No ()

d. Línea de Conducción

Tramo (De / A)	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad Actual	Estado Físico	Tipo de material	Estado Operativo

e. Línea de Impulsión

Tramo	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad Actual	Estado Físico	Tipo de material	Estado operativo

f. Características del Tratamiento de Agua Potable

f.1 Procesos de Tratamiento Aplicados

Tipo	Caudal de diseño Lt/seg	Caudal operativo Lt/seg	Vulnerabilidad de Unidad	Observaciones
Filtración Lenta				
Filtración Rápida				
Filtros a Presión				
Solo sedimentación				

f.2 Principales Componentes Sistema de Tratamiento

Componentes	Cantidad	Tipo	Capacidad(m ³)	Estado físico	Estado operativo	Antigüedad
Desarenador						
Pre sedimentador						
Sedimentador Primario						
Floculadores						
Filtro(s)						
Sedimentador(es) final(es)						
Almacenamiento(Cisterna)						

f.3 Dosificadores de Productos Químicos Existentes

Tipo	Capacidad	Marca	Estado operativo	Estado físico	Observaciones
Cloro (Gas o Líquido)					
Cal					
Coagulante					

NOTA: Indicar todos los dosificadores de químicos existentes.

f.4 Productos de Desinfección Utilizados

Producto utilizado	Forma de dosific	Consumo Prom.(kg-mes)

Comentarios _____

NOTA: Indicar si se dosifica en como Cloro gas o como Hipoclorito)

g. Unidades de Almacenamiento / Reservorios

Denominación de Unidad	Tipo	Dimensiones (m)	Volumen (m ³)	Material	Antigüedad	Estado Físico

NOTA: Indicar en "Tipo", si es Apoyado / Elevado. Indicar estado de Valvulas y tuberías de ingreso / salida

Comentarios _____

h. Macromedición

Unidad	Captación	Planta de Tratamiento	Salida de reservorios	Redes matrices
Tipo				
Estado operativo				
Observaciones				

Comentarios _____

i. Redes de Distribución de Agua Potable

i.1 Redes Matrices

Diámetros	Longitud	Material	Antigüedad	Estado físico	Est operativo

i.2 Redes secundarias

Diámetros	Longitud	Material	Antigüedad	Estado físico	Estado operativo

i.3 Válvulas

Diámetros	Cantidad	Material	Antigüedad	Estado Físico	Valv.Deterioradas

i.4 Grifos contra Incendios	Diámetros	Cantidad	Material	Antigüedad	Estado Físico	Est. Operativo

NOTA: En caso requerido utilizar hojas adicionales para indicar diámetros faltantes.

j. Conexiones Domiciliarias de Agua Potable

Tipo / Categoría	Domésticas	Comerciales	Industriales	Estatales	Total
Conexiones Directas					
Conex. Con Caja y sin medidor					
Conex. con caja y con medidor					

NOTA: Conex Directa: Sin Caja y sin medidor

Tipo/Diámetro	1/2"	3/4"	1"	2"
Domésticas				
Comerciales				
Industriales				
Estatales				

k. Características de Sistema de Medición

Medidores instalados (total)		unidades	Medidores Operativos		unidades
Banco de medidores (Si /No)			Taller de Mantenimiento		
Personal para Mantenimiento de medidores (Si /No)					

Tipo/Diámetro	Diámetro 1/2"	Diámetro 3/4"	Diámetro 1"	Diámetro 2"	Otro Diámetro	TOTAL
Domésticas						
Comerciales						
Industriales						
Estatales						
Total						

Comentarios _____

l. Problemas de operación y mantenimiento (Breve comentario)

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ESTADO OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

a. Tipo de sistema Separativo () Combinado ()

b. Características de Red de Recolección

b.1 Colector(es) Principal(es) (Iguales o Mayores de DN 10")	Diámetros	Longitud	Material	Antigüedad	Estado físico	Observaciones

b.2 Colectores Secundarios	Diámetros	Longitud	Material	Antigüedad	Estado físico	Observaciones

b.3 Buzones de Inspección	Prof. Promedio	< 2 m	2-4 m	> 4 m
	Cantidad			
	Buzones deteriorados(1)			

NOTA: (1) Buzones que presentan deterioro de techo y/o pérdida de tapa

Comentarios _____

c. Estaciones de Bombeo de Desagües

c.1 Características de Equipos de Bombeo

Estacion de Bombeo	Tipo de Equipo de Bombeo	Caudal de Bombeo (lps)	Potencia (HP)	Estado Físico de Infraestructura	Estado Operativo de Equipo	Observaciones

Comentarios _____

c.2 Características de Sistema Eléctrico

Estación de Bombeo	Tipo de Tarifa Eléctrica	Tablero Eléctrico		Transformador		Estado de Instalación
		Tipo	Estado Conservación	Tipo	Est. Conservación	

¿Existen problemas de sobretensión? Con frecuencia (S/N) _____ No se presentan (S/N) _____ Poco frecuente (S/N) _____

¿Tienen aterramiento las instalaciones? Si () No () ¿Existen talleres de mantenimiento eléctrico en la localidad? Si () No

d. Sistema de Tratamiento de Desagües

d.1 Procesos de Tratamiento Aplicados

Fases de Tratamiento	Tipo de Unidad	Observaciones
Preliminar		
Primario		
Secundario		

d.2 Principales Componentes Sistema de Tratamiento

Estructuras de tratamiento	Cantidad	Tipo	Capac. Actual	Antigüedad	Estado Físico	Estado operativo
Cámara de rejillas						
Desarenador						
Sedimentador primario						
Lagunas de Estabilización						
Otro:						

d.3 Características Generales de Unidades de Tratamiento Biológico

Tipo de Lagunas	Cantidad	Área	Profundidad	Antigüedad	Estado Físico	Estado operativo
Facultativas						
Anaeróbicas						
Aeróbicas						
Aereadas						

Comentarios _____

e. Emisor

Diámetro	Longitud	Antigüedad	Estado físico	Nº Años/Año	Capacidad

f. Cuerpo Receptor de los Desagües de la Localidad

La descarga de aguas servidas procede de : Planta de tratamiento _____ Desagües crudos _____

Cuerpo Receptor	Mar	Río	Laguna	Acequia / Canal	Terrenos agrícolas	Otros
Caudal de descarga de efluente(lps)						
Caudal de cuerpo receptor(lps)						
Uso de cuerpo aguas abajo						

NOTA: Estimar caudal descarga.

g. Reuso de Aguas Servidas

Si () No ()

Fines	Agrícola	Recreativo	Agropecuaria
Características			

(1): Indicar Tipo de Cultivo

Breve comentario sobre la situación ambiental existente _____

h. Conexiones Domiciliarias de Alcantarillado

Tipo de Uso	Domésticas	Comerciales	Industriales	Estatales	TOTAL
Cantidad					

6. CALIDAD DEL AGUA POTABLE

a. Control de calidad ¿Se hace control de calidad de agua para consumo humano? Si () No ()
Cantidad de análisis realizados en el año (Total) Físico químicos _____ Bacteriológicos _____ Total _____

b. Equipamiento

¿Se cuenta con laboratorio/equipo para controlar calidad de agua? ¿Se cuenta con personal capacitado? Si () No ()
¿Análisis se hacen externamente? Si () No ()
¿Centro de Salud hace control? Si () No ()
¿Que análisis se ejecutan usualmente? _____

¿En que puntos del sistema se toman muestras?

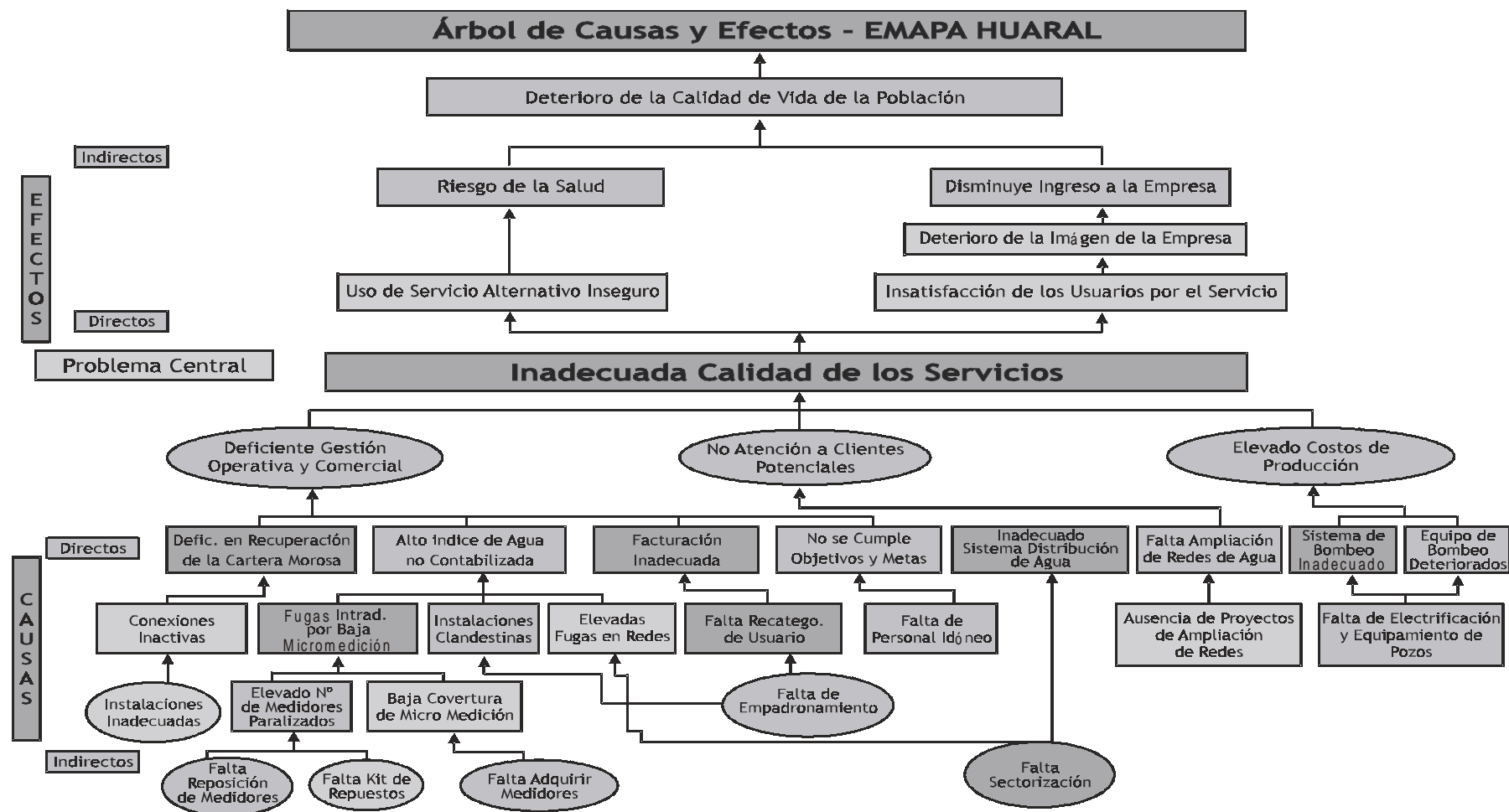
Captación () Almacenamiento () Planta de tratamiento () Redes de distribución () Viviendas ()

Comentarios _____

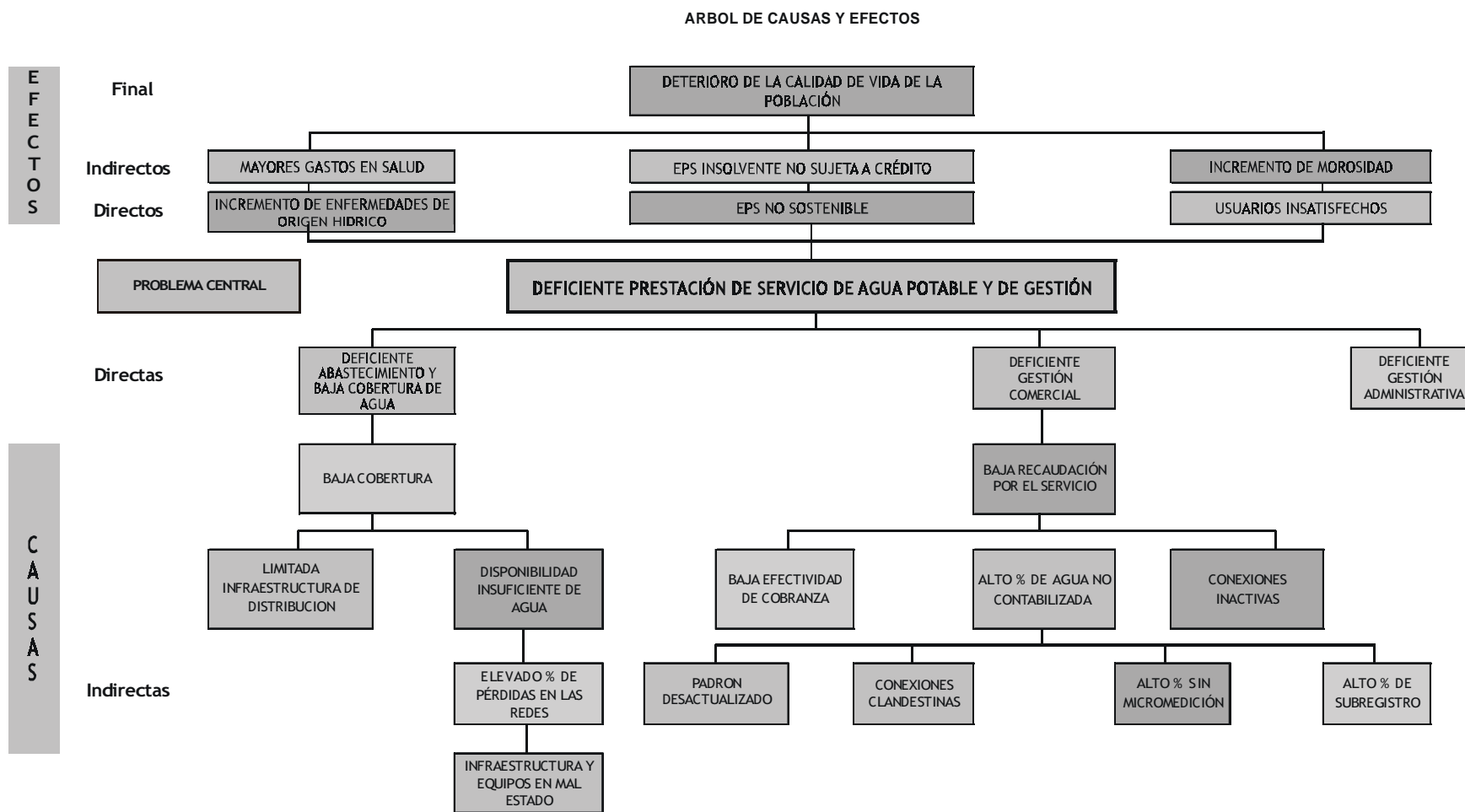


APÉNDICE N° 2-4

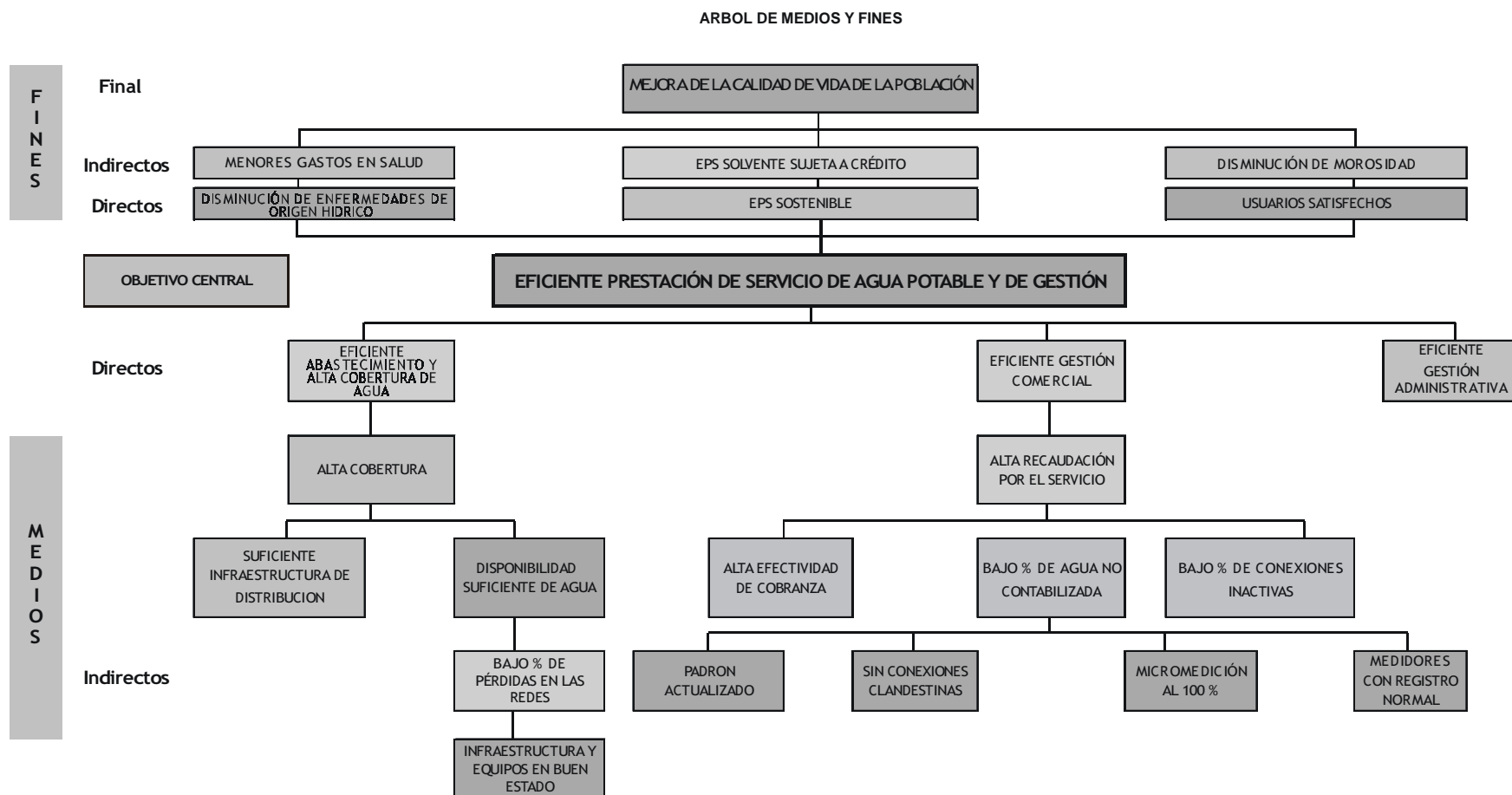
MODELOS DE ÁRBOLES DE CAUSAS Y EFECTOS, Y MEDIOS Y FINES



Fuente: Estudio de Preinversión del Proyecto de Medidas de Rápido Impacto: EPS EMAPA HUARAL



Fuente: Estudio de Preinversión del Proyecto de Medidas de Rápido Impacto: EPS EMAQ



Fuente: Estudio de Preinversión del Proyecto de Medidas de Rápido Impacto: EPS EMAQ

APENDICE N° 3.1

Valores referenciales de consumo de agua de usuarios de la categoría doméstico 12/

LOCALIDADES	POBLACION TOTAL			GRADO DE HACINAMIENTO HAB/VIVIENDA	POBLACION ACTIVA % 1995	CONSUMO DOMESTICO m³ /mes/ conex.	
	1995	2010	2025			MEDIDO	NO MEDIDO
GRUPO 1							
Agua Verdes	7.421	12.073	16.340	3,9	35,0	16,6	21,0
Zorritos	6.266	8.732	11.017	4,9		15,8	19,2
Caleta Cruz	6.935	10.039	12.679	4,4	27,0	16,5	22,8
San Juan de la Virgen	4.341	6.118	7.691	4,4	28,0	12,2	14,2
Zarumilla	13.408	21.814	29.525	4,5	26,0	16,9	21,7
San Jacinto	3.244	4.574	5.767	4,3	28,0	12,1	14,0
Pampas de Hospital	3.795	5.347	6.736	4,7	30,0	12,3	14,4
Papayal	1.857	2.918	3.950	7,9	37,0	12,3	14,4
Corrales	15.380	21.678	27.272	5,5	29,0	16,5	20,3
Mancora	7.496	9.250	11.112	4,4	27,0	15,6	21,2
Las Lomas	7.874	9.784	11.876	4,3	26,0	11,2	13,4
Morropon	8.522	9.655	11.619	4,3	30,0	11,5	14,1
Los Organos	9.922	12.244	14.709	4,4	30,0	16,0	21,8
GRUPO 2							
Urubamba	7.556	11.320	15.327	3,8	32,0	25,4	38,1
Huarocondo	2.443	2.518	2.568	3,0	32,0		21,0
Calca	9.095	13.731	18.415	5,1	35,0	36,3	48,9
Paucartambo	3.514	5.545	6.955	4,5	52,0	16,5	22,7
Ayaviri	19.964	30.045	40.987	4,6	36,0	12,3	19,3
Ilave	16.436	24.246	32.827	3,8	30,0	11,4	19,3
Juli	6.411	7.305	8.288	3,5	20,0	11,0	18,8
Perene	6.671	8.621	9.914	4,1	44,0	30,8	36,7
Pichanaki	13.741	23.994	32.991	5,4	39,0	26,1	37,4
San Ramon	15.236	23.530	29.648	4,7	42,0	29,0	37,7
Victoc	1.038	1.180	1.296	4,6	40,0		34,6
Satipo	16.161	26.595	40.557	4,1	42,0	26,4	37,3
Pangoa	7.324	9.999	11.479	4,8	41,0	27,3	36,0
Mazamari	7.205	9.898	11.878	4,2	43,0	27,6	36,9
Oxapampa	7.873	8.562	9.030	4,8	42,0	27,6	37,9
Puerto Bermudez	2.716	4.339	5.885	5,0	52,0		35,6
Villa Rica	8.303	10.887	11.861	5,2	44,0	28,6	37,2

12/ Estudios de Factibilidad de los Planes de Expansión de Mínimo Costo, en 30 Localidades Menores. Mntserio de la Presidenc

APÉNDICE N° 3.2

Tecnologías de tratamiento de aguas residuales.

Criterios de selección ^{13/}

1. Objetivo:

Presentar las definiciones y principales características de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales municipales aplicables a pequeñas comunidades, como información básica para la revisión y evaluación de proyectos.

2. Definición y Características Generales de los Sistemas de Tratamiento.

2.1 Pretratamiento:

Es el conjunto de unidades que tienen como finalidad la eliminación de materiales que perjudican al sistema de conducción, bombeo o etapas subsecuentes del tratamiento. Los materiales pueden ser: materia flotante como artículos de plástico, madera, latas, ramas, etc. y sólidos inorgánicos en suspensión de gran peso específico como arenas y gravas. Las unidades o dispositivos son:

a. Rejas o cribas de barras

Tienen como objetivo la remoción de los materiales gruesos o en suspensión. Están formadas por barras separadas uniformemente con espaciamientos libres que varía entre 1 y 5 cms., comúnmente 2.5 cm. y colocadas en ángulo de 30° y 60° respecto a la horizontal para facilitar su limpieza manual. Los materiales retenidos en estas unidades pueden ser retirados mecánicamente o manualmente y se eliminan enterrándolos en micro rellenos sanitarios, ubicados dentro del predio de la planta de tratamiento y en lo posible en las cercanías de la unidad de rejas.

b. Desarenador

Las aguas residuales contienen por lo general sólidos inorgánicos como arena, cenizas y grava, a los que se denomina generalmente como arenas o partículas discretas. La cantidad es variable y depende de muchos factores, pero principalmente si el alcantarillado es del tipo separativo (sólo recolección de aguas residuales domésticas) o combinado (en conjunto con el drenaje pluvial). Las arenas pueden dañar a los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades de operación en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos, por acumularse alrededor de las tuberías de entrada o salida, causando obstrucciones, o formando depósitos dentro de las unidades disminuyendo así su capacidad de tratamiento.

Para poblaciones pequeñas generalmente se diseñan en forma de canales, en los que se controla la velocidad de flujo para propiciar la sedimentación de material orgánico, mantenimiento en suspensión los sólidos orgánicos. De acuerdo con la reglamentación nacional se dimensionan por lo menos dos desarenadores en paralelo, para retirar una de las unidades en el momento de limpieza de las arenas removidas. Las arenas retiradas deben enterrarse conjuntamente con los residuos retirados de las rejas.

2.2 Tratamiento Primario:

Con este nombre se designa a los procesos cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos y pueden ser por: sedimentación o flotación. De estos procesos, el más utilizado y que mejor se ajusta a las características de las aguas residuales de pequeñas localidades es la sedimentación. Las unidades o dispositivos de tratamiento que utilizan el proceso de sedimentación son:

^{13/} MEF, Guillermo León S., Manual para la Formulación y Evaluación de Perfiles de Proyectos de Saneamiento para Pequeñas Localidades y Centros Poblados Rurales. Perú. Enero del 2002.

- a. Tanques sépticos
- b. Tanques Imhoff
- c. Sedimentación Simples o Primarios

Aún cuando este tipo de tratamiento disminuye la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales, ésta se limita a la fracción en suspensión y no a la disuelta, condición que determina su nombre a tratamiento primario. Estas unidades se diseñan para disminuir el contenido de sólidos suspendidos y, de grasas y aceites en las aguas residuales.

a. Tanques sépticos

Son unidades utilizadas en donde no existe una red de alcantarillado, como pueden ser: viviendas de campo, condominios, escuelas rurales, campos o zonas de recreo, hoteles y restaurantes campestres. En el medio rural se puede usar para un pequeño grupo de viviendas concentradas; en general, se usan para tratar aguas residuales del tipo doméstico en flujos no mayores al equivalente de 250 a 350 habitantes. Según el reglamento nacional el flujo máximo a tratar mediante tanques sépticos debe ser de 20 m³/día, siempre que exista capacidad de infiltración en el terreno de este flujo.

Estos dispositivos combinan los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos; usualmente se diseñan con dos o más cámaras que operan en serie. En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y su almacenamiento. Debido a que en la descomposición anaerobia (digestión de lodos) se producen gases que pueden volver a poner en suspensión a los sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso, en donde se vuelven a sedimentar y almacenar, evitando que sean arrastrados con el efluente. Dicho efluente se encuentra en condiciones sépticas y aún lleva consigo un alto contenido de materia orgánica disuelta y suspendida, por lo que se requiere un tratamiento posterior, siendo los más empleados: sistemas de infiltración (pozos o zanjas de infiltración) siempre que el terreno lo permita, filtros de arena y filtros anaerobios.

b. Tanques Imhoff

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad; tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo para su uso correcto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de cribado y remoción de arena. Son convenientes especialmente en climas calurosos pues esto facilita la digestión de lodos. En la selección de esta unidad de tratamiento se debe considerar que los tanques Imhoff pueden producir olores desagradables.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos: 1) Cámara de sedimentación; 2) Cámara de digestión de lodos y 3) un área para ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, éstos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando hacia la cámara de digestión a través de una ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, productos de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de suelos. El tanque Imhoff elimina del 40% al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%

c. **Sedimentadores Primarios**

A diferencia de los tanques Imhoff, y de las fosas sépticas en éstas unidades no se tratan de lodos, por lo que generalmente se utilizan como una primera etapa de un tratamiento primario.

Se puede recomendar su construcción siempre y cuando se tengan planes para aumentar el tratamiento a un nivel secundario, en un futuro cercano; esta observación se basa en las dificultades que representa en las plantas el manejo diario de los lodos, ya sea para su digestión u otro tipo de tratamiento de lodos.

Estas unidades tienen como función la reducción de los sólidos en suspensión, grasas y aceites de las aguas residuales. Las eficiencias esperadas son del orden de 55% en sólidos y se obtienen concentraciones en grasas y aceites inferiores a 30 mg/l. Pueden ser tanques rectangulares o circulares éstos últimos son los más frecuentemente utilizados en plantas relativamente pequeñas, para poblaciones menores a 100.000 habitantes.

Los sólidos depositados en el fondo son recolectados por rastras giratorias que los conducen a una tolva de donde se extraen, generalmente por bombeo, para su tratamiento y disposición. Las grasas y aceites que flotan en la superficie son recolectados mediante las propias rastras del mecanismo de recolección de los lodos y removidos por un dispositivo de recolección superficial.

Por lo general estos dispositivos requieren de equipo electromecánico para remover las rastras que colectan los sólidos y el brazo desnatador.

2.3 **Tratamiento Secundario**

Este término comúnmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales, los cuales en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola en material celular, productos inorgánicos o material inerte.

La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno).

En los procesos aerobios, los microorganismos presentes utilizan oxígeno para metabolizar los compuestos orgánicos complejos hasta llegar a compuestos más simples. Estos procesos generalmente son más rápidos pero requieren de condiciones favorables que permitan el desarrollo de microorganismos y la alimentación continua de oxígeno.

Los procesos anaerobios se producen en ausencia de oxígeno molecular. En estos se desarrollan bacterias formadoras de ácidos, las cuales hidrolizan y fermentan compuestos orgánicos complejos a ácidos simples, conocido como proceso de fermentación ácida; éstos compuestos ácidos son transformados por un segundo grupo de bacterias en gas metano y anhídrido carbónico. El desdoblamiento de los compuestos complejos, hace que estos procesos sean más lentos y que los productos finales no lleguen a una oxidación completa. Estos procesos son usados cuando la cantidad de materia orgánica es muy alta y el suministro de oxígeno se vuelve muy costoso; se utilizan como una depuración preliminar.

En el tratamiento secundario de aguas residuales municipales, por lo general, se utilizan los procesos aerobios. Existe un gran número de variantes en estos procesos y dependen del contenido de organismos con relación a la materia orgánica presente, de si los microorganismos se encuentran suspendidos o fijos, de la forma y cantidad de oxígeno suministrado, etc.

Dependiendo de la forma en que estén soportados los microorganismos, existen dos grandes tipos de procesos.

- Con microorganismos fijos
 - Filtro anaerobio
 - Filtros percoladores (rociadores)
 - Biodiscos

- Con microorganismos en suspensión
 - Lagunas anaerobias
 - Lagunas facultativas
 - Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA)
 - Lagunas aeradas
 - Lodos activados convencional
 - Aeración extendida
 - Zanjas de oxidación

Dentro de estos procesos, para aguas residuales municipales, han sido más utilizados los procesos de microorganismos en suspensión.

a. Filtro anaerobio

Esencialmente consiste en un reactor de flujo ascendente empacado con soportes plásticos o con piedras de 3 a 5 cm de diámetro promedio. El coeficiente de vacíos debe ser grande para evitar el taponamiento, lo que en algunos casos se traduce en un área específica inferior a $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Debido a la distribución desordenada del soporte, las purgas de lodo no son efectivas, lo que provoca una acumulación lenta pero constante de biomasa que con el tiempo puede crear problemas de taponamiento. Este reactor puede admitir cargas hasta de $20 \text{ kg.DQO}/\text{m}^3.\text{día}$.

b. Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA)

Por su simplicidad se ha difundido en varios países. Su gran ventaja consiste en que no requiere ningún tipo de soporte para retener la biomasa, lo que implica un ahorro importante. Su principio de funcionamiento se basa en la buena sedimentabilidad de la biomasa producida dentro del reactor, la cual se aglomera en forma de granos o flóculos. Estos granos o flóculos cuentan además con una actividad metanogénica muy elevada, lo que explica los buenos resultados del proceso. El reactor es de flujo ascendente y en la parte superior cuenta con un sistema de separación gas-líquido-sólido, el cual evita la salida de los sólidos suspendidos en el efluente y favorece la evacuación del gas y la decantación de los flóculos que eventualmente llegan a la parte superior del reactor. Un punto importante en su diseño es la distribución de las entradas del agua residual, ya que una mala repartición puede provocar que ciertas zonas del manto de lodos no sean alimentadas, desperdiciando así su actividad. Esto es particularmente cierto en las aguas residuales municipales, pues la limitada materia orgánica presente forma sólo pequeñas cantidades de biogas y por tanto la agitación del lecho, provocada por las burbujas, se ve reducida. El punto débil del proceso consiste en la lentitud del arranque del reactor (generalmente de 6 meses); por otro lado, en desagües diluidos como son las aguas residuales domésticas, las variables críticas de diseño son las hidráulicas (velocidad ascensional, velocidad de paso a través del separador de fases, dispositivos de entrada y salida) y no así la carga orgánica.

c. Filtros percoladores (o biofiltros)

El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte. Generalmente, no requieren recirculación, a diferencia del sistema de lodos activados (donde esta recirculación es determinante para mantener los microorganismos en el contenido del tanque de aeración «licor mezclado»).

Una vez que el filtro se encuentre operando, la superficie del medio comienza a cubrirse con una sustancia viscosa y gelatinosa conteniendo bacterias y otro tipo de microorganismos. El efluente de la sedimentación primaria es distribuido uniformemente en el medio de soporte del filtro a través de un sistema distribuidor del flujo. El oxígeno necesario, para que se lleve a cabo el metabolismo biológico aerobio, es suministrado por la circulación del aire a través de los intersticios entre el medio filtrante y, parcialmente por el oxígeno disuelto presente en el agua residual. Al cabo de un tiempo, comienza el crecimiento microbiano en la interfase anaerobia del medio filtrante, generando el crecimiento de organismos anaerobios y facultativos que junto con los organismos aerobios forman el mecanismo básico para la remoción de la materia orgánica.

El efluente del filtro percolador deberá pasar a través de un clarificador secundario para colectar la biomasa desprendida. La sedimentación primaria es necesaria antes de los filtros para minimizar los problemas de obstrucción.

d. Biodiscos (filtros rotativos)

Originalmente, este sistema consistía en un tanque por donde fluyen las aguas residuales, previamente decantadas, y en cuyo interior existía una serie de discos de madera, con diámetros entre 1 a 3.5 m, montados sobre una flecha horizontal que permite el giro de los discos; durante el movimiento, cerca del 40% del área superficial de los discos se encontraba sumergida en el agua residual contenida en el tanque. Actualmente se utilizan placas de plástico corrugado y otros materiales en vez de los de madera. Cuando el proceso inicia su operación, los microorganismos del agua residual afluente se adhiere a la superficie del material plástico y se desarrollan hasta que toda esa área queda cubierta con una capa o película microbiana.

Al girar los discos, la película biológica adherida a estos entra en contacto alternadamente con el agua residual que está en el tanque y con el oxígeno atmosférico. Al emerger la porción sumergida, los discos arrastran una capa líquida sobre la superficie de la película biológica, lo cual permite la oxigenación del agua y los microorganismos. Debido a la sucesión de inmersiones, la capa líquida se renueva constantemente. La oxigenación se lleva a cabo por difusión a través de la película líquida que queda adherida a la biomasa. Los microorganismos utilizan el oxígeno molecular disuelto para efectuar la degradación aerobia de la materia orgánica que se utiliza como fuente de nutrientes. El exceso de microorganismos se desprende de los discos debido a las fuerzas cortantes originadas por la rotación de los discos al pasar por el agua. Los microorganismos desprendidos se mantienen en suspensión en el líquido, salen del tanque con el efluente y se requiere de un sedimentador secundario para retirar estos nuevos sólidos en suspensión.

En forma general, el sistema está constituido por un sedimentador primario, biodiscos y un sedimentador secundario.

e. Lagunas de estabilización

Se conoce con este término a cualquier laguna o estanque o grupos de ellos, proyectados para llevar a cabo un tratamiento biológico. Existen diversos tipos de lagunas, dependiendo de sus características y pueden ser:

i. Lagunas Anaerobias

Generalmente se usan como una primera etapa de depuración; se puede considerar como un gran digestor ya que se le aplican cantidades de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen, de manera tal que prevalezcan las condiciones anaerobias, es decir ausencia de oxígeno. La eficiencia esperada en este tipo de lagunas varía con el tiempo de retención hidráulico; con tiempos de 1 a 5 días se obtienen eficiencias de remoción de DBO de 40 a 60%, respectivamente (La reglamentación nacional recomienda usar un valor promedio de 50%). La temperatura es uno de los factores que más influencia tiene en estas unidades, se puede decir que su eficiencia decrece notablemente con valores inferiores a 15°C (En general, la Norma S090: Plantas de tratamiento de aguas residuales, se recomienda su uso para temperaturas promedio mensuales menores de 15°C). Una desventaja de estas lagunas es la producción eventual malos olores que impide su localización en lugares cercanos (500 m) de zonas habitadas. Generalmente son estanques profundos, de 3 a 4 metros de profundidad.

ii. Lagunas Facultativas

Se diseñan con una profundidad que varía normalmente entre 1.5 m a 2.5 m (aunque pueden utilizarse profundidades mayores) y una cantidad de materia orgánica o carga orgánica por unidad de superficie que permita el crecimiento de organismos aerobios y facultativos (estos últimos pueden reproducirse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno) y algas microscópicas que gracias al fenómeno de la fotosíntesis producen el oxígeno requerido para la estabilización de la materia orgánica presente en el agua residual. Este es el tipo de lagunas más usado, por su flexibilidad y no producen los posibles olores de las lagunas anaerobias. Como en todos los procesos biológicos, el factor principal que afecta su eficiencia es la temperatura. Las eficiencias esperadas en estas lagunas van desde 60% hasta 85% en remoción de DBO. La eficiencia en la remoción de bacterias, especialmente del grupo coniforme, pueden alcanzar valores de 99,99% o aun mayores, debido a los tiempos de retención hidráulicos prolongados, valores de periodo de retención hidráulica superiores a 10 días permiten la remoción total de parásitos (huevos de nematodos y quistes de protozoos). Su gran capacidad de remoción de patógeno, sin el uso de desinfección, hacen que las lagunas de estabilización sea la alternativa tecnológica a favorecer en nuestro país caracterizado por una alta incidencia de enfermedades diarreicas y parasitosis.

iii. Lagunas Aireadas

En estas lagunas el oxígeno es suministrado por equipos mecánicos de aireación y también por la actividad fotosintética de las algas y por la transferencia de oxígeno de la interfase aire-agua. Este tipo de lagunas es usado para aumentar la capacidad de las lagunas facultativas sobrecargadas o cuando la disponibilidad de terreno es reducida, generalmente se diseñan con profundidades de 2 a 6 metros y tiempos de retención de 3 a 10 días.

Dependiendo de la potencia de los equipos de aireación con relación al volumen de la laguna, estas pueden operar en un régimen de completo mezclado o parcialmente mezcladas; en las primeras la actividad es netamente aerobia y en las segundas en las zonas en donde no hay influencia de los aireadores, se sedimentan los lodos y se producen condiciones anaeróbicas. Las eficiencias de remoción DBO son del orden de 80 al 90%.

iv . Otros sistemas que requieren de aireación

Existen otros sistemas de tratamiento que al igual que las lagunas aireadas requieren de equipamiento para el suministro de oxígeno, estos sistemas son conocidos como lodos activados y existen muchas variantes como aireación extendida y zanjas de oxidación entre otras, existen, además, sistemas patentados. El alto costo de inversión y de operación y mantenimiento, así como las necesidades de tratamiento de lodos y personal altamente calificado, hacen en cualquier planta de tratamiento con aeración y en general con uso de equipamiento sean tecnologías no apropiadas para el medio rural o de pequeñas localidades.

2.4 Desinfección

Cuando se descargan aguas residuales tratadas en cuerpos de agua que van a utilizarse, o que pueden ser utilizados como fuentes de abastecimiento público, o para propósitos recreativos, se requiere un tratamiento suplementario para destruir los organismos patógenos, a fin de que sean mínimos los peligros para la salud debido a la contaminación de dichas aguas, tal tratamiento se conoce como DESINFECCIÓN. Si se utiliza una tecnología distinta a las lagunas de estabilización debe evaluarse la necesidad de utilizar este proceso en función al impacto en los usos del cuerpo receptor de los efluentes o al reuso de las aguas residuales.

Existen varios métodos de desinfección:

- Físicos, tales como: filtración, ebullición, rayos ultravioleta
- Químicos, aplicación de: cloro, bromo, yodo, ozono, iones plata, etc.

. Cloración

El cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más importantes que existen para la desinfección del agua dado su amplio uso, además se utilizan para:

- eliminar olores
- decolorar
- ayudar a evitar la formación de algas
- ayudar a la oxidación de la materia orgánica
- ayudar a eliminar las espumas en los decantadores

Los compuestos más comunes del cloro son: cloro gas, hipoclorito de sodio y de calcio; éstos últimos son más utilizados en plantas pequeñas, donde la simplicidad y la seguridad son más importantes que el costo. En plantas de tratamiento donde se manejan grandes volúmenes de agua es más recomendable utilizar cloro gaseoso.

En ambos casos deben tomarse las debidas precauciones para garantizar la mezcla correcta de la solución de cloro con el agua sometida a tratamiento. Se requiere un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos, al cabo del cual el contenido de cloro residual debe ser de 0.5 a 1.0 mg/l. (miligramos por litro)

2.5 Tratamiento Terciario

El tratamiento terciario es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad fisico-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual, o para descargas a cuerpos de agua que requieren de remoción de otros compuestos tales como nutrientes y orgánicos o inorgánicos disueltos que no fueron removidos en el tratamiento secundario.

Para el caso de las aguas municipales, generalmente no se utiliza el tratamiento terciario, a menos que el reuso de las aguas tratadas tenga alguna aplicación en la industria, y en algunos casos de contaminación de lagos o acuíferos. Por lo anterior, no se hará ninguna descripción de los procesos incluidos en los tratamientos terciarios.

A continuación se enumeran procesos de acuerdo a la remoción de contaminantes de agua.

TRATAMIENTO TERCIARIO PROCESOS

Remoción de sólidos suspendidos	<ul style="list-style-type: none"> a. Microcribado b. Coagulación - floculación c. Filtros rápidos d. Filtros con diatomeas
Remoción de compuestos orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> a. Absorción b. Oxidación química
Remoción de compuestos inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> a. Electro diálisis b. Intercambio iónico c. Osmosis inversa d. Precipitación química
Remoción de nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> a. Nitrificación-desnitrificación b. Desgasificación c. Cloración al punto de quiebre
Remoción de fósforo	<ul style="list-style-type: none"> a. Precipitación con cal b. Coagulación floculación

3. Criterios de selección de alternativas de tratamiento

La información presentada a continuación, tiene como objetivo básico el facilitar la comparación relativa entre las alternativas de tratamiento, para la toma de decisiones en la selección del proceso que mejor se ajuste a las necesidades de cada localidad y al mismo tiempo dar una idea del monto de las inversiones requeridas, que involucra cada sistema.

Es importante resaltar que las alternativas de tratamiento que se muestran en este cuadro no obedecen a las mismas características dentro de los procesos de tratamiento y no entregan la misma calidad de efluente por lo que su selección final principalmente se condiciona a los requerimientos y exigencias de las leyes ambientales, en función de los usos a los cuales se destinen las aguas residuales tratadas y a los usos de los cuerpos receptores de éstas, así como a otros criterios que a continuación se enumeran.

- Objetivo de calidad del efluente
- Requerimiento de equipos y energía
- Tratamiento y disposición de lodos
- Grado de dificultad de la operación y mantenimiento
- Requerimiento de personal para la operación y mantenimiento
- Requerimientos de terreno
- Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento
- Impacto ambiental
- Sostenibilidad (tarifas, capacidad de gestión, disposición a pagar por parte de la población, etc.)

A continuación se presentan cuadros con información referencial que puede ayudar a la selección de la tecnología o alternativas que pueden ser considerados para su evaluación a nivel de preinversión.



Cuadro No. 1

Costos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (US\$/m³ de agua residual tratada)

Tipo de tratamiento	Costo de Capital	Costo de O&M	Costo Total
Primario	0,10	0,05	0,15
Biológico	0,15 - 0,20	0,05 - 0,10	0,20 - 0,30
Químico	0,12 - 0,13	0,07 - 0,08	0,19 - 0,21
Remoción de nutrientes	0,17 - 0,28	0,10 - 0,16	0,27 - 0,44
Lagunas de estabilización	0,01 - 0,04	0,006 - 0,018	0,016 - 0,058

Cuadro No. 2

Costos de tratamiento de lodos (US\$ Kg. de lodo seco)

Tipo de tratamiento	Costo de Capital	Costo de O&M	Costo Total
Deshidratación	0,02	0,075	0,192
Digestión anaerobia y deshidratación	0,158	0,109	0,267
Deshidratación e incineración	0,292	0,217	0,509

Cuadro No. 3

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES MAS COMUNES

Tipo de Planta	Nivel de Tratamiento	Objetivos de los Procesos de Tratamiento	Procesos Previos Requeridos	Costos		Grado de dificultad en Operación y Mantenimiento
				Construcción	Operación y Mantenimiento	
Tanque IMHOFF	Primario	Remoción de SS y DBO Digestión de Lodos	Rejillas y Desarenador	Bajos	Bajos	Mínimo
Sedimentador Primario	Primario	Remoción de SS	Rejillas y Desarenador	Bajos	Medios	Medio
Lagunas de Estabilización	Secundario	Remoción de DBO Remoción de Patógenos	Ninguno	Bajos	Bajos	Mínimo
Zanjas de Oxidación	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas Desarenador Sedimentador	Medios	Medios	Medio
Lagunas Aireadas	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas Desarenador Sedimentador Primario	Medios	Medios	Medio
Filtros Percoladores	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas Desarenador Sedimentador Primario	Altos	Altos	Alto
Lodos Activos	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas Desarenador Sedimentador Primario	Altos	Altos	Alto

^a DBO= Demanda Bioquímica de Oxígeno; SS=Sólidos Sedimentales

^b En forma indirecta se remueve DBO

^c Requiere manejo y disposición de Lodos

^d Requiere de sedimentador secundario y cloración (procesos posteriores)

^e Requiere mantenimiento periódico para remover y disponer lodos acumulados

Cuadro No. 5
GRADO DE TRATAMIENTO ALCANZADO SEGÚN DIFERENTES PROCESOS

Unidades de Tratamiento o combinaciones	EFICIENCIA DE REMOCION (%)							
	DBO ₅	DQO	SST	P _{TOTAL}	N _{ORG.}	NH ₃	Bacterias	Coliformes
1. Tratamiento Preliminar	Pequeña (a) ^{1/} 5-10 (b)	Pequeña (a) ^{1/}	Pequeña (a) ^{1/} 5-20 (b)	Pequeña (a) ^{1/}	Pequeña (a) ^{1/}	Pequeña (a) ^{1/}	Pequeña (a) ^{1/} 10- 20 (b)	Pequeña (a)
2. Sedimentación Primaria	30-40 (a) 25-40 (b) 25-40 (c)	30-40 (a)	50-65 (a) 40-70 (b) 40-70 (c)	10-20 (a)	10-20 (a)	0 (a)	25-75 (b) 25-75 (c)	40-60 (b)
3. Lodo Activado Convencional	80-85 (a) 75-95 (b) 70-98 (c)	80-85 (a)	80-90 (a) 85-95 (b) 85-98 (c)	10-25 (a)	15-50 (a)	8-15 (a)	90-98 (b) 95-98 (c)	
4. Filtro Percolador de Alta Tasa	60-80 (a) 65-90 (b) 60-85 (c)	60-80 (a)	60-85 (a) 65-92 (b) 70-90 (c)	8-12 (a)	15-50 (a)	8-15 (a)	70-90 (b) 90-95 (c)	80-90 (b)
5. Lagunas de Estabilización	90 (b) 75-95 (c) 78 (d) ^{3/}	70 (d) ^{3/}	90-99 (c) 62 (d) ^{3/}	41 (d) ^{3/}	45 (d) ^{3/}	-	99 (b) 90-95 (c)	99,99 (d) ^{3/}
6. Zanjas de Oxidación	92-95 (b)		95-98 (b)		60-75 (b)			98-99 (b) (con cloración)
7. Desinfección Cloración de AR cruda o decantada Cloración de AR de efluentes secundarios	Pequeña 15-30 (b) -	Pequeña - -	Pequeña - -	Pequeña	Pequeña	Pequeña	90-95 (b) 98-99 (b)	80-99 (b)
8. Coagulación y Sedimentación despues de (1) o (3) o (4)	40-70 (a) 50-85 (b) 50-85 (c) 40-70 (e)	40-70 (a) 30-60 (e)	50-80 (a) 70-90 (b) 70-90 (c) 80-90 (e)	70-90 (a)	50-90 (a)	0 (a)	40-80 (b) 40-80 (c) 80-90 (e)	60-90 (b)

^{1/} La remoción de DBO o DQO puede variar si se emplea un desmenuzador y/o un lavado de arenas. Sin estos medios la remoción de DBO₅ puede ser de 0-5% y la SST de 5-10%

^{2/} Las lagunas de estabilización formando un sistema de lagunas

^{3/} Eficiencias obtenidas de tres lagunas en serie (primaria + secundaria + terciaria)

(a) Datos tomados del libro de Syed R. Qasim, "Wastewater Treatment Plants".

(b) Datos tomados del libro de Constantino Arruda Pessoa y Eduardo Pacheco Jordao "Tratamiento de Esgotos Domésticos", Rio de Janeiro, ABES, 1982

(c) Datos tomados de la publicación de Fabián Yáñez, "Criterios de Selección para Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales", CEPIS, 1976

(d) Datos tomados del resumen ejecutivo del proyecto de investigación "Reuso en Acuicultura de las Aguas Residuales Tratadas en lagunas de Estabilización de San Juan, CEPIS, Lima-Perú, OCT/1991

(e) Datos tomados de los manuales del curso sobre "Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales", CNA-IMTA, México. Ago/1993erú, OCT/1993

Cuadro No. 6
 GRADO DE TRATAMIENTO ALCANZADO CON PROCESOS AVANZADOS ^(a)

Unidades de Tratamiento o combinaciones	EFICIENCIA DE REMOCION (%)					
	DBO ₅	DQO	SST	P _{TOTAL}	N _{ORG.}	NH ₃
9. Adición de cal en un paso después de (1, o 3 o 4) del cuadro anterior	50-70	50-70	60-80	70-90	60-90	0
10. Adición de cal en un paso en el proceso biológico	80-90	80-90	70-80	75-85	60-90	0
11. Adición de cal en dos pasos después de (1, o 3 o 4) del cuadro anterior	50-85	50-85	50-90	85-95	70-90	0
12. Nitrificación en un paso con remoción de DBO carbonacea	80-95	80-90	70-90	10-15	75-85	85-95 ^{2/}
13. Nitrificación en un paso con separado después de 3 o 4 ^{3/}	50-70	50-60	Pequeña		40-50	90-96
14. Desorción de Amoniac	0		0	0		60-95
15. Intercambio iónico NH ₃	0	0	0	0	0	90-95
16. Filtración	20-50	20-50	60-80	20-50	50-70	0
17. Adsorción en Carbón	50-85	50-85	50-80	10-30	30-50	
18. Osmosis inversa	90-100	90-100		90-100	90-100	60-90
19. Electrodialisis	20-60	20-60			80-95	30-50

(a) Datos tomados del libro de Syed R. Qasim, "Wastewater Treatment Plants".

^{2/} La concentración de NO₃ puede ser del orden de 15 a 20 mg/l (como N) en el afluente

^{3/} Cuando se emplea desnitrificación en un paso ulterior la remoción de los nitratos es de 85 a 90%

Cuadro No. 7
ELIMINACIÓN PREVISTA DE MICROORGANISMOS EXCRETADOS EN VARIOS
SISTEMAS DE EMPLEO DE AGUAS RESIDUALES ^{a/}

Proceso de Tratamiento	ELIMINACIÓN (unidades logarítmicas ₁₀)			
	Bacterias	Helmintos	Virus	Quistes
Sedimentación Primaria Sencilla	0 - 1	0 - 2	0 - 1	0 - 1
Con ayuda química ^{b/}	1 - 2	1 - 3 ^{h/}	0 - 1	0 - 1
Lodo Activado ^{c/}	0 - 2	0 - 2	0 - 1	0 - 1
Biofiltración ^{d/}	1 - 2	1 - 3 ^{h/}	1 - 2	0 - 1
Laguna Ventilada ^{d/}	1 - 2	0 - 2	1 - 2	0 - 1
Zona de Oxidación ^{c/}	1 - 2	0 - 2	1 - 2	0 - 1
Desinfección ^{e/}	2 - 6 ^{h/}	0 - 1	0 - 4	0 - 3
Estanque de Estabilización de desechos ^{f/}	1 - 6 ^{h/}	1 - 3 ^{h/}	1 - 4	1 - 4
Depósitos de efluentes ^{g/}	1 - 6 ^{h/}	1 - 3 ^{h/}	1 - 4	1 - 4

^{a/} FUENTE: Grupo científico de la OMS sobre los Aspectos Sanitarios del Uso de Aguas Residuales Tratadas en Agricultura y Acuicultura . Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Organización Mundial de la Salud, OMS. Serie de informes técnicos Nº 778. Ginebra 1989

^{b/} Se necesitan investigaciones más detalladas para confirmar los resultados

^{c/} Incluye la sedimentación secundaria

^{d/} Incluidos los estanques de sedimentación

^{e/} Cloración u ozonización

^{f/} Los resultados dependen del número de estanques en serie y de otros factores ambientales

^{g/} Los resultados dependen del tiempo de retención, que varía con la demanda

^{h/} Con un buen diseño y con manejo apropiado es posible cumplir con las directrices recomendadas

Cuadro No. 8
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ALGUNOS DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PROCESO DE TRATAMIENTO	CUADRO COMPARATIVO	
	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Fosa Séptica	<ul style="list-style-type: none"> Apropiada para comunidades rurales, edificaciones, condominios, hospitales, etc Su limpieza no es frecuente Costo bajo de construcción y operación Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos 	<ul style="list-style-type: none"> Su uso es limitado (máx. 350 habitantes) Su uso también es limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permite disponer adecuadamente los efluentes en el suelo Se requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bomba de vacío, etc)
2. Tanque Imhoff	<ul style="list-style-type: none"> Impide arrastre de sólidos en el efluente Menor tiempo de retención Costo bajo de construcción y operación Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento Menor disponibilidad de terreno 	<ul style="list-style-type: none"> Estructuras profundas (>6 m) Efluente con mala calidad orgánica y microbiológica
3. Filtro Anaerobio	<ul style="list-style-type: none"> Se logran altas concentraciones de biomasa y largos tiempos de retención celular Pequeños volúmenes de reactor debido a altas cargas orgánicas Su operación es relativamente estable bajo condiciones variables de alimentación o choques tóxicos Es adecuado para AR con bajas concentraciones de sólidos en suspensión No requiere de medios mecánicos Requiere de un área pequeña de terreno 	<ul style="list-style-type: none"> La acumulación de sólidos suspendidos tiene un efecto adverso en las características hidráulicas y de transferencia de masa No son adecuados para AR con alto contenido de sólidos suspendidos Requiere de disposición periódica de la biomasa Con tiempos de retención hidráulicos relativamente cortos se reduce la capacidad para resistir choques orgánicos
4. Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)	<ul style="list-style-type: none"> Soporta altas cargas orgánicas Bajo requerimiento de energía No requiere medio de soporte Construcción relativamente simple Aplicable a pequeña y gran escala Operación comparativamente simple respecto a filtros o lodos activados 	<ul style="list-style-type: none"> Requerimientos de inóculo de determinadas características Sensible a sólidos suspendidos, grasas y aceites en el efluente Sensible a bajas temperaturas (<5°C) Riesgos de flotación de sólidos durante arranques Arranque lento sino se cuenta con el inóculo adecuado
5. Sistema de Lodos Activados Convencional	<ul style="list-style-type: none"> Alta calidad del efluente tratado debido al control del flujo de AR, el oxígeno y la densidad bacteriana (lodo activado) mayor eficiencia en el tratamiento comparada con los lechos biológicos, debido a la mayor independencia de la temperatura (flexibilidad operacional) menor área comparada a la requerida por los filtros biológicos periodos más cortos de arranque (menos de dos semanas) en comparación con el de lechos biológicos (4 a 6 semanas) no producen olores desagradables ni atraen moscas 	<ul style="list-style-type: none"> Requerimiento de energía para la aieración Altos costos de operación y mantenimiento necesidad de utilizar personal operador especializado sistema sensible a sobrecargas y cambios bruscos en la calidad del afluente necesidad de un completo control operacional (análisis de laboratorio frecuentes, medición de flujos, etc.)

6. Filtros percoladores o rociadores	<ul style="list-style-type: none"> • No necesita de equipos para suministro de oxígeno • baja producción de lodos • menor área superficial de construcción, considerando la alta producción de biomasa generada en la gran área superficial de contacto del medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras altas (más de 3 m) que generalmente obligan a bombear las AR desde el sedimentador • área superficial relativamente grande • pueden existir problemas de olor, especialmente en las temporadas más cálidas • presencia de larvas de moscas, que desarrolladas en exceso pueden obstaculizar el proceso de clarificación y crear molestias en las viviendas vecinas
7. Lagunas de estabilización	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden recibir y retener grandes cantidades de AR, soportando sobrecargas hidráulicas y orgánicas con mayor flexibilidad, comparativamente con otros tratamientos • formación de biomasa más efectiva y variada que en otros procesos de tratamiento • no requieren de instalaciones complementarias para la producción de oxígeno. El mismo se produce en forma natural dentro del sistema • debido a los tiempos de retención prolongados y a los mecanismos del proceso, son sistemas altamente eficaces para la remoción de bacterias, virus y parásitos, comparativamente con otros tratamientos • mínimo mantenimiento • no requiere de personal calificado 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de mayores áreas de terreno
8. Biodiscos o discos totativos	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo consumo de energía y simplicidad de operación y mantenimiento • facilidad de ampliación • capacidad de tratamiento de las AR por utilizar unidades modulares • no requiere recirculación de los lodos del decantador secundario • comparado con otros procesos de película fija, los biodiscos retienen una película fija que utilizan efectivamente toda el área de contacto • carecen de los problemas de aerosol y ruido que se presentan en los sistemas de lodos activados 	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño mecánico del sistema debe ser riguroso pues se han registrado varios casos de rotura del eje que soporta los discos • se requiere de grandes grúas y personal especializado para su montaje • otro inconveniente es que sus costos se comportan de manera casi lineal con respecto a los caudales de agua por tratar, lo cual no sucede con los otros sistemas convencionales

APÉNDICE N° 3.3

Tecnologías Alternativas de Abastecimiento de Agua y Evacuación de Aguas Residuales ^{14/}

I. Provisión de servicio de agua con redes condominiales.

La tecnología de redes condominiales para la provisión de agua potable se aplica con éxito en la ciudad de Parauapebas, Brasil, a partir de 1996; y en la ciudad de La Paz, Bolivia, a partir de 1999.

1.1 Descripción de la tecnología

En el sistema condominial la unidad de atención representa un conjunto de lotes llamados «condominio», a diferencia del sistema convencional en el cual cada lote es una unidad de atención. Cada condominio es atendido por un «ramal condominial». El sistema condominial es apto para cualquier zona, independientemente de las condiciones socio-económicas de los beneficiarios.

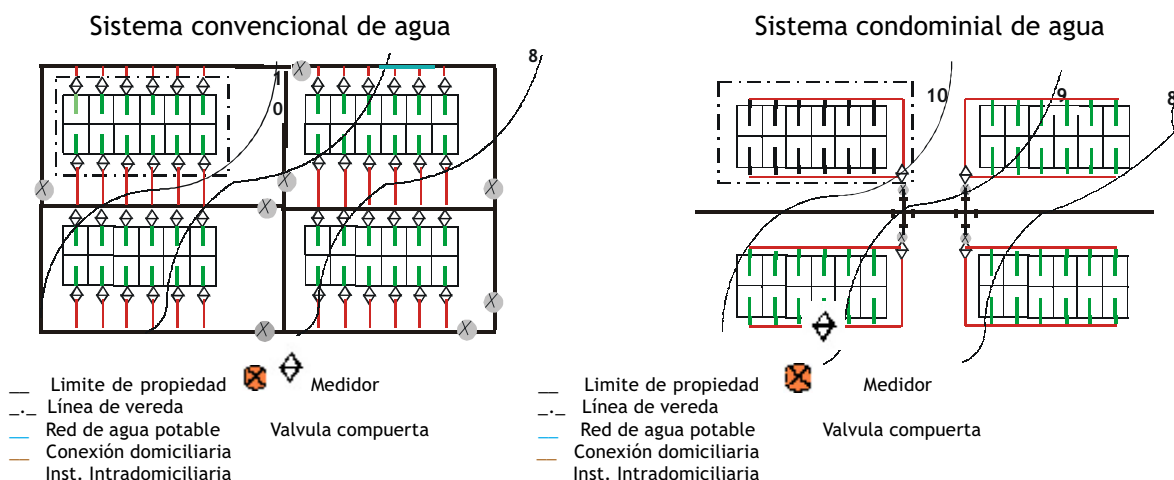
El método condominial consta de dos componentes básicos:

Las redes son tendidas a lo largo de las aceras o en el fondo de los lotes y no por el centro de las calles, lo cual genera un ahorro sustancial por las menores longitudes de excavación y de la propia red.

La comunidad participa en la construcción y mantenimiento de las redes, lo cual permite una reducción de costos aún mayor. Adicionalmente, la interacción con la comunidad facilita las acciones de educación sanitaria.

La unidad vecinal básica es la manzana o cuadra, para lo cual se diseña la red condominial de agua como si se tratara de un edificio de departamentos. Posteriormente se diseña la red de distribución que se construirá en las calles, con una longitud menor a la requerida en el sistema convencional debido a que pasa en forma tangencial a las manzanas. La extensión de la red de distribución en este modelo representa no más del 20% del modelo convencional (ver figura 1).

Figura 1: Red de distribución en un sistema convencional y en un sistema condominial



^{14/} PAS-CEPIS-OPS-MVCS-ACDI, Memoria del Simposio Internacional, «Tecnologías Alternativas para la Provisión de Servicios de Agua y Saneamiento en Pequeñas Localidades. 2004.

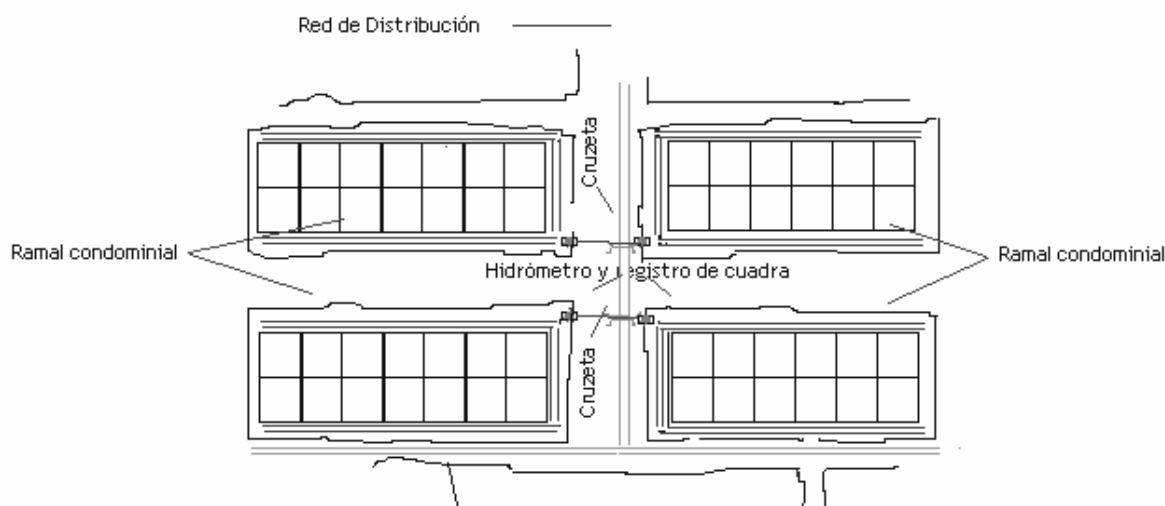
Asimismo, este diseño de la red de distribución permite subdividir el sistema en sectores que abarquen un determinado número de manzanas. Con la instalación de un registro de cuadra, es posible efectuar el mantenimiento de la red afectando tan sólo a un reducido grupo de usuarios (ver figura 2).

1.2 Costo de inversión y de operación

Desde el punto de vista técnico, el sistema condominial utiliza una nueva forma en el trazado de redes, que permite ahorros en la extensión, diámetros y en la excavación al contrario del sistema convencional, el sistema condominial no ejecuta conexiones individuales de cada vivienda a un colector principal; se recolectan las aguas residuales de un conjunto de edificaciones a través del ramal condominial, descargando a la red publica en un unico punto.

Los costos de construcción de los ramales condominiales son sustancialmente menores a los del sistema convencional. En la tabla 4 se presenta un cuadro comparativo de costos por conexión en un proyecto de Parauapebas, Brasil.

Figura 2: Detalles de los ramales condominiales



Cuadro Comparativo de costos en Parauapebas, Brasil (Reles por conexión)

Item	Unidad	Costo unitario (R\$)	Cantidades		Costo	
			Convencional	Condominial	Convencional	Condominial
Tubería PVC 20 mm	M	3.00	5.50	5.00	8.80	8.00
Tubería PVC 25 mm	M	1.60	--	5.00	--	9.00
Excavación	m ³	1.80	2.97	--	17.82	--
Retirada/reposición concreto	m ²	18.60	0.36	--	6.70	--
Retirada/reposición asfalto	m ²	9.70	0.63	--	6.11	--
Piezas de conexión	Unidad	4.00	1.00	--	4.00	--
COSTO TOTAL					43.43	17.00

1.3 Experiencias de operación y mantenimiento

La simplicidad del concepto condominial favorece notablemente el control del servicio, tanto de las conexiones domiciliarias como del ramal que alimenta a cada manzana, con la instalación de medidores en el punto de alimentación de cada condominio. En forma similar, la operación y mantenimiento del servicio se simplifica gracias a la atención por sectores, que permite suspender el suministro de agua a un número reducido de usuarios.

II. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO O CONDOMINIAL O SANITARIO

Los sistemas condominiales fueron usados por primera vez en Brasil durante la década del 80, con la finalidad de que los servicios de saneamiento a través de redes de alcantarillado estuvieran al alcance de las familias de menores recursos (Watson, 1995). En este país la tecnología se aplicó principalmente en barrios pobres de grandes ciudades como Fortaleza, Belém, Brasilia y Río de Janeiro. En 1986, se incorporaron los criterios de diseño del alcantarillado condominial en las normas brasileñas de diseño. En el año 2001, en base a la aplicación de esta tecnología en la ciudad de El Alto, Bolivia hizo lo propio, incluyendo en sus normas criterios de diseño específicos para pequeñas localidades (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2001, Programa de Agua y Saneamiento, 2001). En ambos países, la aplicación de esta tecnología en ciudades grandes se encuentra bien documentada, más no así la aplicación en las ciudades pequeñas.

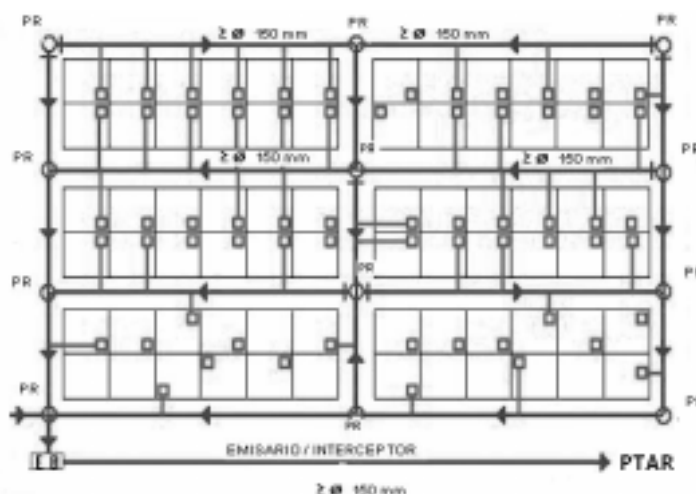
Las condiciones que se debe considerar para aplicar el sistema condominial para la evacuación de las aguas residuales se detallan a continuación.

- La tecnología con dominial consta de dos componentes básicos, que pueden ser ejecutados en forma integral o independiente:
- Localización del área dentro de los límites de la ciudad
- Ser parte del plan urbano normalizado de la ciudad
- Tener cobertura de agua de agua potable
- Tener una ocupación superior a 80% de los lotes existentes
- No demandar soluciones tecnológicas sofisticadas como muchas cámaras de bombeo y nivel de tratamiento elevado.

2.1 Descripción de la tecnología

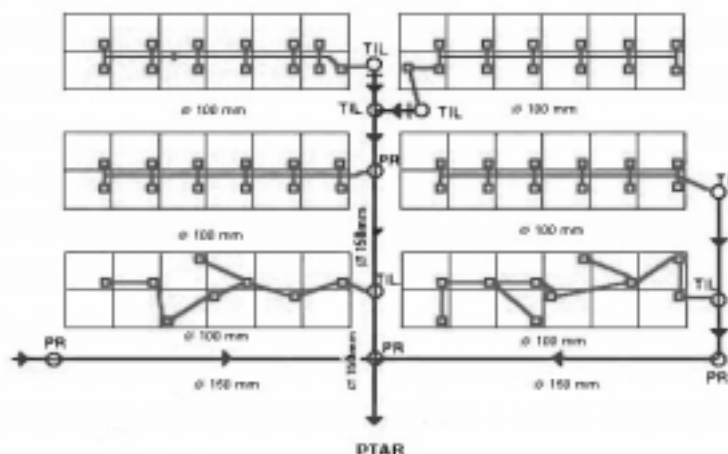
- El empleo de técnicas innovadoras de ingeniería. Las redes de alcantarillado son tendidas a lo largo de las aceras o el fondo de los lotes y no por el centro de las calles (figura 15). Como resultado, se logran ahorros sustanciales por el empleo de menores diámetros de tubería en la red (el diámetro mínimo es de 100 mm en lugar de los 150 mm requeridos en el sistema convencional), menores volúmenes de excavación y menor número de cámaras.
- La participación de la comunidad en la construcción y mantenimiento de las redes condominiales. Esta característica permite una reducción de costos aún mayor. Adicionalmente, la interacción con la comunidad facilita la educación sanitaria.

Figura 15: Esquema comparativo de sistemas de alcantarillados convencional y condominial
Sistema de alcantarillado convencional



- PR Pozo de registro ■ CP Caja de paso
 — Conexión domiciliaria (Ø 100 mm)
 — Red colectora (≥ Ø 150 mm)
 EB Estación de bombeo
 PTAR Planta de tratamiento de aguas residuales

Sistema de alcantarillado condominial



- PR Pozo de registro ■ CP Caja de paso ○ PR Tubo de inspección y limpieza
 — Conexión domiciliaria (Ø 100 mm)
 — Red colectora (≥ Ø 150 mm)
 EB Estación de bombeo
 PTAR Planta de tratamiento de aguas residuales

Para mayor detalle revisar la Guía de Implantación de la Tecnología Condominial por una empresa de Saneamiento de ProAgua - gtz.

2.2 Costos de inversión y de operación

El análisis de la implementación de la tecnología en las ciudades de El Alto y Brasilia en Bolivia y Brasil, respectivamente, sugiere que el ahorro en la inversión cuando el proyecto es ejecutado por empresas constructoras sin la participación de la comunidad, varía entre el 20% y el 24% (Foster, 2001). La participación de la comunidad ofrece la posibilidad de reducir aún más los costos: en el Alto, considerado la participación comunitaria y descontando los costos de capacitación y el tiempo invertido por las familias en la construcción del sistema, el ahorro total en la inversión ascendió al 40%.

Con respecto a los costos de operación y mantenimiento, la empresa operadora privada del servicio de agua y alcantarillado de El Alto reportó las siguientes ventajas en la operación del sistema condominial:

- Las tuberías son más accesibles para el mantenimiento y se requieren herramientas más simples
- Existe autonomía hidráulica de los ramales. Así, un problema en las tuberías de los ramales no afecta a la red principal
- Existen menores roturas por cambio de rasante
- Las operaciones de las conexiones domiciliarias y de la red tienen un costo menor en un 30% y un 55%, respectivamente, con respecto a las del sistema convencional por el menor diámetro y la menor profundidad de ubicación

2.3 Experiencias de operación y mantenimiento

Una buena operación y mantenimiento es esencial para la sostenibilidad a largo plazo del sistema condominial. En este sentido, la tendencia actual es efectuar el tendido de ramales por las aceras en lugar de hacerlo por el fondo de los lotes, por la presión de los usuarios para ampliar sus viviendas y ocupar el espacio destinado a dichos ramales. Tal presión ha sido más intensa en las áreas urbanas, por el mayor costo del terreno y el menor espacio disponible para las construcciones.

Asimismo, el tendido de los colectores en el fondo de los lotes pretendía reducir los costos de inversión así como de operación y mantenimiento, dado que estos ramales serían mantenidos por los propietarios de los lotes. Siguiendo esta premisa, en Brasil se estableció una tarifa menor a la cobrada en los sistemas convencionales. Esta estrategia no llegó a ser implementada y el mantenimiento de los ramales fue delegado a los operadores de los servicios y no a los usuarios.

III. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DE FLUJO DECANTADO O DE PEQUEÑO DIÁMETRO

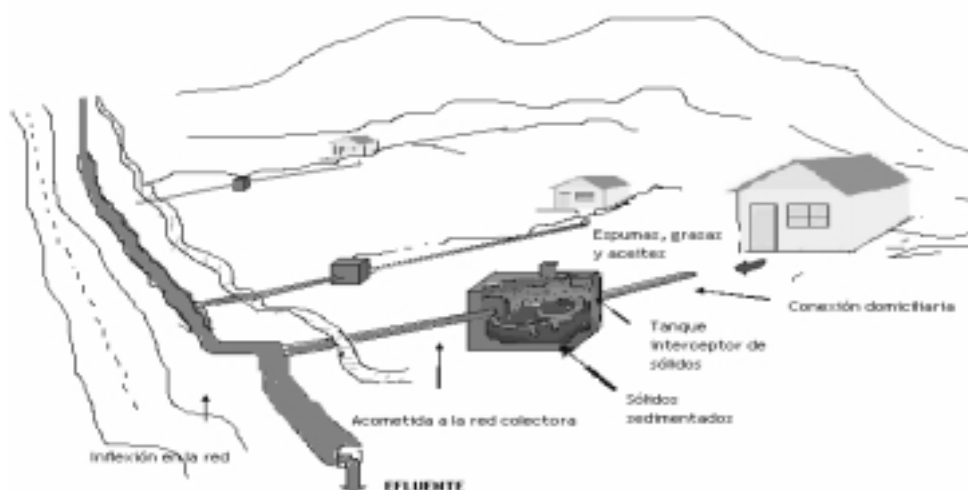
Esta tecnología se desarrolló en el año 1960 en la actual República de Zambia. Posteriormente, los sistemas fueron instalados en Australia (1962), Estados Unidos (1975), Colombia (1982), Brasil (1987) y Sudáfrica (1989). La tecnología es muy común en Australia y los Estados Unidos, con más de 300 sistemas instalados (www.sanicom.net).

Entre los años 1981 y 1982, se desarrolló en Colombia una derivación de la tecnología. A partir de esta experiencia, el Ministro de Desarrollo Económico de Colombia editó las «Guías Técnicas de Alcantarillados Decantados». Los resultados son prometedores: se han construido proyectos en Granada (370 viviendas), San Zenón (255 viviendas), Tiquisio (213 viviendas) y Puerto Rico (326 viviendas).

3.1. Descripción de la tecnología

El alcantarillado de flujo decantado es una tecnología que permite trasladar aguas residuales domésticas que han sido sedimentadas o decantadas previamente en un tanque séptico, también denominado «tanque interceptor de sólidos» (figura 16). Los sistemas iniciales de alcantarillado de flujo decantado fueron diseñados empleando tuberías de 100 mm. de diámetro con una pendiente mínima de uno en 200 a fin de lograr una velocidad -bajo caudales máximos- de 0.3 m/s.

Figura 16: Alcantarillado de flujo decantado



A finales de los años 70 se desarrolló en los Estados Unidos el criterio del «gradiente de inflexión», por el cual el colector de alcantarillado sigue aproximadamente el contorno superficial del terreno y se permite que las condiciones de flujo en el colector varíen entre un régimen a canal abierto y un régimen a presión (a tubo lleno). En tales casos, deben tomarse precauciones a fin de que se asegure que en las conexiones que trabajan a presión no exista refluo del colector al tanque interceptor. Asimismo, entre el punto inicial y el final del colector debe existir una diferencia positiva de altura.

Este criterio de diseño resulta más económico que el diseño inicial, el cual requería la obtención de una velocidad determinada bajo la situación de caudales máximos. Adicionalmente, con el sistema de alcantarillado de flujo decantado resulta innecesario el requerimiento de velocidades de auto limpieza, dado que los sólidos son retenidos en los tanques interceptores.

Cuando los tanques sépticos se colocan en la parte trasera de las propiedades, los colectores pueden ser tendidos allí y no en las vías públicas, con lo cual se obtiene un considerable ahorro de costos, como en el caso de la variante del sistema condominial que es tendido en los patios traseros de las viviendas. No se requieren cámaras de inspección en cada cambio de dirección, siendo suficiente contar con registros de inspección (figura 17). Las estaciones elevadoras son necesarias sólo en aquellas áreas con muy poca pendiente y que requieren estructuras simples, con una bomba de agua en lugar de una de lodos (más cara), por cuanto no existen sólidos que deban ser bombeados.

Asimismo, al remover un 40% de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en los tanques sépticos, la exigencia sobre los procesos de tratamiento se reduce proporcionalmente.

3.2. Costos de inversión y de operación

Los costos de construcción de esta tecnología representan de 20 a 50% menos que los costos del alcantarillado convencional en las poblaciones rurales de los Estados Unidos. En aquellas áreas donde ya existen tanques sépticos, la reducción de los costos resultará mayor (de 40 a 70%). los costos de operación de la tecnología incluyen, además del costo usual de mantenimiento de los colectores, la limpieza periódica de las cámaras sépticas.

3.3. Experiencias de operación y mantenimiento

Es necesario que la entidad operadora se asegure de que sólo existen conexiones a los colectores provenientes de tanques sépticos. Asimismo, esta entidad debe responsabilizarse de la extracción de lodos de los tanques sépticos -tarea que no puede ser delegada a los usuarios debido a que ellos difícilmente la harían y, tarde o temprano, los sólidos sedimentados ingresarían a los colectores, con el consiguiente riesgo de obstrucción- así como de su disposición y tratamiento adecuados. Resulta importante tomar en cuenta -como en el caso de los sistemas condominiales- la presión de los usuarios para ampliar sus viviendas y ocupar el espacio destinado a los colectores.

APÉNDICE N° 3.4

Tecnologías existentes para la disposición de excretas Criterios de selección ^{15/}

Se presentan diversos sistemas de saneamiento, indicando brevemente en qué situaciones son adecuados, qué obstáculos se oponen a su uso y qué inconvenientes presentan. Se examinan todas las opciones posibles, incluidos los sistemas de saneamiento a distancia y algunos que no se recomiendan debido a los riesgos para la salud que llevan consigo y a otras desventajas. Cada comunidad debe elegir la opción más factible y conveniente para obtener la protección necesaria para la salud. La elección del sistema más apropiado requiere un detenido análisis de todos los factores, en particular del costo, las posibilidades de aceptación cultural, la sencillez del diseño, la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento, y la disponibilidad local de materiales y aptitudes.

I. SISTEMAS SIN TRANSPORTE DE EXCRETAS

1.1 Defecación al aire libre

Cuando no existen letrinas, la gente recurre a la defecación al aire libre, que puede tener en forma indiscriminada o en lugares especiales generalmente aceptados por la comunidad, por ejemplo en campos destinados a ese propósito, al lado de montones de basura y estiércol, en sus campos de cultivo o bajo unos árboles. La defecación al aire libre favorece la presencia de moscas, que difunden enfermedades relacionadas con las heces. Si el terreno es húmedo, proliferan las larvas de vermes intestinales; personas y animales pueden transportar consigo estas larvas, así como las heces mismas. La escorrentía procedente de lugares donde se ha defecado conduce a la contaminación del agua. Dados los riesgos que representa para la salud y la degradación del medio ambiente que causa, la defecación al aire libre no debe tolerarse en las aldeas u otras zonas edificadas. Existen mejores opciones, que aíslan las excretas de manera que se interrumpa el ciclo de reinfección.

1.2 Pozo poco profundo

Las personas que trabajan en actividades agrícolas pueden cavar un pequeño hoyo cada vez que defecan y después cubrir las heces con tierra. Esto se denomina a veces el «método del gato». Pozos de unos 300 mm de profundidad pueden usarse durante varias semanas. La tierra extraída se amontona al lado del pozo y se va usando para cubrir las heces después de cada uso. La descomposición es rápida en los pozos poco profundos debido a la gran población bacteriana del suelo superficial, pero las moscas se multiplican en grandes cantidades y alrededor de los hoyos proliferan las larvas de anquilostoma, que pueden llegar hasta la superficie desde las excretas enterradas a menos de 1 metro de profundidad y penetrar en la planta del pie de posteriores usuarios.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> Costo nulo Produce fertilizante útil para los agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> Molestias considerables debidas a las moscas Propagación de las larvas de Anquilostoma

1.3 Letrina de pozo simple

Se compone de una losa colocada sobre un pozo o fosa cuya profundidad puede ser de 2 metros o más. La losa debe estar firmemente apoyada por todos los lados y elevada por encima del terreno circundante, de manera que las aguas superficiales no puedan penetrar en el pozo. Si existe la posibilidad de que las paredes de éste se derrumben, deberán revestirse. La losa está provista de un orificio o un asiento para que las excretas caigan directamente en el pozo.

^{15/} / MEF, Guillermo León S., Manual para la Formulación y Evaluación de Perfiles de Proyectos de Saneamiento para Pequeñas Localidades y Centros Poblados Rurales. Perú. Enero del 2002

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Puede ser construida por el usuario • No necesita agua para funcionar • Uso y mantenimiento simples 	<ul style="list-style-type: none"> • Molestias considerables debidas a las moscas (y a los mosquitos si el pozo es húmedo) a menos que se tape herméticamente el orificio cuando no está en uso la letrina • Olores

1.4 Letrina de pozo perforado

Puede utilizarse como letrina un pozo perforado a mano con una barrena o mediante una máquina. Normalmente el pozo tiene un diámetro de unos 400 mm y una profundidad de 6 a 8 metro.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Puede excavar rápidamente si se dispone de equipo perforador • Adecuada para la utilización a corto plazo, por ejemplo en situaciones de desastre 	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible que las paredes del pozo se manchen, con las consiguientes molestias debidas a las moscas • Poco duradera debido al pequeño diámetro del pozo • Mayor riesgo de contaminación de las aguas subterráneas debido a la profundidad del pozo

1.5 Letrina de pozo con ventilación

Las molestias causadas por las moscas y los olores pueden reducirse considerablemente ventilando el pozo mediante una tubería que sobresalga por encima del tejado de la caseta y cuyo extremo superior esté protegido contra las moscas. El interior de la caseta permanece en la oscuridad. Estas letrinas se denominan letrinas de pozo mejoradas con ventilación.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Puede ser construida por el usuario • No necesita agua para funcionar • Uso y mantenimiento simples • Elimina las moscas • Ausencia de olores 	<ul style="list-style-type: none"> • No evita la presencia de mosquitos • Costo adicional de la tubería de ventilación • El interior debe mantenerse en las oscuridad

1.6 Pozo único o doble

En las zonas rurales o en las urbanas con una baja densidad demográfica, habitualmente se excava un segundo pozo cuando el primero está lleno hasta una distancia de medio metro de la losa. Si la caseta y la losa son prefabricadas y pesan poco pueden trasladarse hasta el nuevo pozo. De lo contrario, habrá que construir otras. A continuación, el primer pozo se rellena de tierra. Transcurridos dos años, las heces contenidas en él se habrán descompuesto por completo e incluso los agentes patógenos mas persistentes habrán quedado destruidos. Cuando se necesite otro pozo, podrá extraerse el contenido del primero (lo cual es más fácil que excavar tierra no removida) y éste podrá usarse de nuevo. El contenido del pozo puede utilizarse como acondicionador del suelo.

Otra posibilidad es construir dos pozos revestidos, que sean ambos los bastante grandes para contener los sólidos fecales acumulados durante un período de dos años o más. Se usa uno de los pozos hasta que está lleno y a continuación el segundo, igualmente hasta que se llena. En ese momento, el contenido del primero puede extraerse y emplearse como fertilizante sin riesgo alguno para la salud. El pozo queda así en condiciones de ser utilizado de nuevo.

Ventajas de un solo pozo	Ventajas del doble pozo
<ul style="list-style-type: none"> • Durará varios años si es lo suficientemente Grande 	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez que se han construido los pozos pueden utilizarse en forma más o menos permanente • La extracción de los sólidos es fácil por que los pozos son poco profundos • Transcurridos dos años, el contenido de los pozos pueden utilizarse con seguridad para acondicionar el suelo, sin necesidad de tratamiento

1.7 Letrina de cierre y arrastre hidráulico

Es una letrina que cuenta con un sifón, que actúa como cierre hidráulico y que mediante la descarga de agua, en cantidad suficiente, se arrastra las heces hasta el pozo y se mantiene el cierre hidráulico. Este cierre hidráulico evita que las moscas, los mosquitos y los olores penetren en la caseta. El pozo puede estar desplazado con respecto a la letrina, en cuyo caso ambos estarán conectados por una tubería o un canal cubierto de poca longitud. La taza quedará apoyada en el suelo y la caseta podrá construirse en el interior de la casa o pegada a ella.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Elimina las moscas y los mosquitos • Ausencia de olores en la letrina • El contenido del pozo no es visible • Es tan cómoda como un inodoro para los Usuarios • Puede mejorarse conectándola al futuro sistema de alcantarillado • Pozo desplazado • La taza queda apoyada en el suelo • La letrina puede estar dentro de la casa 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay que tener la seguridad de que se dispondrá de agua (aunque sea en cantidades limitadas) • No es adecuado cuando se utilizan ciertos materiales sólidos para la limpieza anal

1.8 Letrina de compostaje

En esta letrina, las excretas caen en un depósito estanco, al que se agregan cenizas o materias vegetales. Si se controla el contenido de humedad y el equilibrio químico, la mezcla se descompondrá convirtiéndose en un buen acondicionador del suelo en unos cuatro meses. Los agentes patógenos mueren en el abono alcalino seco, que se puede extraer y emplear como fertilizante. Hay dos tipos de letrinas de compostaje: en uno de ellos, se produce abono continuamente; en el otro, se utiliza dos depósitos para producirlo en lotes.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Se produce humus útil para la agricultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Es indispensable utilizarla con cuidado • En el sistema de lotes, la orina ha de recogerse por separado • Es necesario agregar periódicamente cenizas o materiales vegetales

1.9 Tanque séptico

Un tanque séptico es una cámara de sedimentación subterránea estanca a la que las aguas servidas no tratadas llegan por una tubería desde instalaciones sanitarias situadas dentro de una vivienda u otro edificio. En el depósito, las aguas residuales son objeto de tratamiento parcial por separación de los sólidos, convirtiéndose en lodos y espuma. El efluente del depósito se infiltra en la tierra a través de zanjales o pozos de infiltración. El sistema funciona bien cuando el suelo es permeable y no se inunda o se satura de agua, siempre que los lodos se extraigan a intervalos apropiados a fin de que no ocupen una proporción excesiva de la capacidad del depósito.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Es tan cómodo como un sistema convencional de alcantarillado para los Usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor costo • Se necesita agua corriente segura y Abundante • Sólo es adecuado para las zonas residenciales con una baja densidad de Población • Es necesario retirar lodos periódicamente y éstos deben manipularse con Precaución • Se necesita un suelo permeable

1.10 Letrina de pozo anegado

La letrina de pozo anegado tiene bajo el piso un depósito estanco, al que caen directamente las excretas a través de un tubo. La parte inferior de éste queda sumergida en el líquido contenido en el depósito, formando un cierre hidráulico que evita la salida de moscas, mosquitos y olores. El depósito funciona como un foso séptico. El afluente se infiltra por lo general en la tierra a través de un pozo de infiltración. Los sólidos acumulados (lodos) deben extraerse periódicamente y se debe agregar bastante agua para compensar las pérdidas por evaporación y fugas.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • No requiere agua corriente in situ • Es menos costosa que un tanque séptico 	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe disponer de agua en las proximidades • Es más costosa que la letrina de pozo mejorada con ventilación o la de cierre hidráulico • Si el cierre hidráulico desaparece por que no se agrega bastante agua, se crean molestias debidas a las moscas, los mosquitos y los olores • Es necesario retirar lodos periódicamente y éstos deben manipularse con precaución • Se necesita un suelo permeable para la eliminación del efluente

II. SISTEMAS CON TRANSPORTE DE LAS EXCRETAS

2.1 Letrina colgante

Se denomina letrina colgante la construida sobre el mar, un río u otra extensión de agua, donde caen directamente las excretas. Si la corriente es rápida, las excretas son arrastradas. Se debe advertir a las comunidades del riesgo que representa para la salud el contacto con el agua donde se han descargado las excretas o el uso de ésta.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • Puede ser el único sistema factible para las Comunidades que viven sobre el agua • Es barata 	<ul style="list-style-type: none"> • Graves riesgos para la salud

2.2 Letrina de cubo

Esta letrina está provista de un cubo u otro recipiente para la retención de las heces (y en ocasiones de la orina y el material de limpieza anal), que se retira periódicamente para tratar el contenido o disponer de él.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo inicial 	<ul style="list-style-type: none"> Maloliente Crea molestias debidas a las moscas Representa un riesgo para la salud de los que recogen o utilizan su contenido El recojo del contenido es perjudicial ambiental y físicamente

2.3 Cámaras y pozos negros

En algunos países, se construyen debajo o cerca de las letrinas depósitos estancos, denominadas cámaras o bóvedas, en los que se acumulan las excretas hasta su extracción manual (con cubos o receptáculos similares) o mediante camiones cisterna aspiradores. Análogamente, las aguas servidas procedentes de las viviendas pueden acumularse en depósitos de mayor tamaño, denominados pozos negros, que por lo general se vacían mediante los mencionados camiones. Las bóvedas y los pozos negros se pueden vaciar cuando están casi llenos o a intervalos regulares.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> Son satisfactorios para los usuarios cuando el servicio de recogida es fiable y seguro 	<ul style="list-style-type: none"> Elevado costo de la construcción y el recojo de todos La eliminación manual representa incluso mayores riesgos para la salud que las letrinas de cubo Si la recolección de lodos es irregular, los depósitos pueden rebosar Es necesaria una infraestructura eficiente

2.4 Alcantarillado

Las descargas de los inodoros y otros residuos líquidos se recolectan por un sistema de alcantarillado hasta las plantas de tratamiento; las aguas residuales tratadas se disponen en un cuerpo de agua o son usados en actividades agropecuarias.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> El usuario no ha de ocuparse de lo que ocurre después de descargar el inodoro No representa ninguna molestia cerca de la Casa El efluente tratado puede utilizarse para el Riego 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor costo de construcción Para la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento es necesaria una infraestructura eficiente Se precisa de agua corriente fiable y abundante (se recomienda un mínimo de 70 litros diarios por persona) Si el alcantarillado descarga en una corriente de agua, es necesario un tratamiento adecuado para evitar la contaminación

Se ha intentado utilizar alcantarillas de menor diámetro, construidas más cerca de la superficie o con menor pendiente. Muchos de estos sistemas requieren que en cada vivienda haya un depósito para acumular los sólidos, que han de extraerse y eliminarse con regularidad. Se ha comprobado que algunos de estos sistemas son adecuados para proporcionar simultáneamente servicios de saneamiento a un gran número de viviendas densamente habitadas.

III. FACTORES TÉCNICOS QUE INFLUYEN EN LA ELIMINACIÓN DE LAS EXCRETAS

3.1 Volumen de los desechos humanos recientes

La cantidad de heces y de orina que excretan diariamente las personas es muy variable, según el consumo de agua, el clima, la alimentación y la ocupación. La única manera de conocer con precisión las cifras correspondientes a un lugar determinado es la medición directa. En el Cuadro 1 se indica algunas cantidades promedio de heces excretadas por adultos, mencionadas en diversos informes y expresadas en gramos diarios por persona.

Cuadro No. 1
Cantidad de Heces Húmedas Excretadas por Adultos (Gr. diarios/persona)

Lugar	Cantidad	Referencia
China	209	Scott (1952)
India	255	Macdonald (1952)
India	311	Tandon y Tandon (1975)
Perú (zonas rurales)	325	Crofts (1975)
Uganda (aldeanos)	470	Burkitt et al. (1974)
Malasia (zonas rurales)	477	Balasegaram y Burkitt (1976)
Kenya	520	Cranson y Burkitt (1975)

Incluso en grupos relativamente homogéneos, puede haber grandes variaciones en la cantidad de excretas producidas. Por ejemplo Egbunwe (1980) halló una gama de 500 a 900 gramos diarios de heces por persona en Nigeria Oriental. Por lo general, los adultos activos cuya alimentación es rica en fibras y que viven en una zona rural producen más heces que los niños o las personas de edad que residen en las zonas urbanas y consumen alimentos pobres en fibras. Tanto Shaw (1962) como Pradt (1971) estiman que la cantidad total de excretas es aproximadamente un litro diario por persona.

La cantidad de orina, que depende mucho de la temperatura y la humedad, oscila habitualmente entre 0,6 y 1,1 litros diarios por persona.

Si no se posee información local, se sugieren como promedios razonables las siguientes cifras:

- Alimentación rica en proteínas en un clima templado: 120 gramos de heces y 1,2 litros de orina diarios por persona.
- Alimentación vegetariana en un clima tropical: 400 gramos de heces y 1,0 litro de orina diarios por persona.

3.2 Descomposición de las heces y la orina

Tan pronto como las excretas se depositan, comienzan a descomponerse, convirtiéndose en último término en un material estable, que no tiene un olor desagradable y que contiene útiles elementos nutritivos para los vegetales. Durante la descomposición tiene lugar los siguientes procesos:

- Los compuestos orgánicos complejos, como las proteínas y la urea, se convierten en formas más simples y más estables.
- Se producen gases como amoníaco, metano, anhídrico carbónico y nitrógeno, que se liberan en la atmósfera.
- Se produce material soluble que puede ser absorbido por el suelo subyacente o circundante o arrastrado por el agua descargada en el depósito o por las aguas subterráneas.
- Los agentes patógenos quedan destruidos por que no sobreviven en las materias en descomposición.

Los principales responsables de la descomposición son las bacterias, aunque también contribuyen en algunos casos hongos y otros organismos. La actividad bacteriana puede ser aerobia, es decir, tener lugar en presencia de aire o de oxígeno libre (por ejemplo, cuando se defeca y se orina en el suelo) o anaerobia, es decir, producirse en un entorno que no contiene aire ni oxígeno libre, como un tanque séptico o en el fondo de un pozo de una letrina seca. En ciertos casos, se registra sucesivamente una acción aerobia y una anaerobia. Cuando las bacterias aerobias han utilizado todo el oxígeno disponible, las reemplazan bacterias facultativas, capaces de realizar actividad y anaerobia, y por último, comienzan a actuar organismos anaerobios.

Los agentes patógenos pueden ser destruidos por que la temperatura y el contenido de humedad de las materias en descomposición crean condiciones desfavorables para su supervivencia. Por ejemplo, durante el compostaje totalmente aerobio de una mezcla de heces y desechos vegetales, la temperatura, que alcanza a veces los 70°C, es demasiado elevada para la supervivencia de los organismos intestinales. Estos pueden ser también atacados por bacterias y protozoarios o pueden fracasar en el intento de competir por unos elementos nutritivos limitados.

Volumen de los desechos humanos descompuestos.

A medida que las excretas se descomponen, su volumen y masa se reducen debido a:

- La evaporación de la humedad.
- La producción de gases, que por lo general escapan a la atmósfera.
- La lixiviación de las sustancias solubles.
- El arrastre de los materiales insolubles por los líquidos circundantes.
- La compactación en el fondo de pozos y depósitos, baja el peso de los sólidos y los líquidos descargados posteriormente.

Se dispone de escasa información sobre la velocidad de la reducción del volumen, aunque hay indicaciones de que la temperatura es un factor importante (Mara y Sinnatamby, 1986).

Weibel y sus colaboradores (1949) midieron la tasa de acumulación de lodos en 205 fosos sépticos situados en los Estados Unidos de América, obteniendo los resultados de acumulación de lodos y espumas por persona con relación al tiempo de operación de años; otros autores reportan las tasas de acumulación que figuran en el Cuadro 2.

Cuadro No. 2
Tasas de Acumulación de Excretas (lts/persona)

Lugar	Excretas acumuladas	Observaciones	Referencia
Zimbabwe	20	Letrina baldeada periódicamente; aterial de limpieza degradable	Morgan y Mara (1962)
Bengala Occidental	25	Pozo húmedo; utilización de agua para bluciones	Wagner y Lanoix (1960)
Bengala Occidental	34	Pozo húmedo	Baskaran (1962)
Filipinas	40	Pozo húmedo; material de limpieza degradable	Wagner y Lanoix (1960)
EE.UU	42	Heces (adultos); la mitad en el caso de los niños	Geyer et al. (1968)
Brasil	47	Pozo seco	Sanches y Wagner (1954)
Filipinas	60	Pozo seco; material de limpieza degradable	Wagner y Lanoix (1960)

Los factores que más influyen en la tasa de acumulación de los lodos son el nivel en que tiene lugar la descomposición, por encima o por debajo de la capa freática, y el tipo de material de limpieza anal utilizado.

La descomposición bajo el agua reduce mucho más el volumen que la descomposición en el aire. Esto se debe a que la compactación es mayor y la descomposición más rápida y a que el material más fino es arrastrado por el agua. Los materiales utilizados para la limpieza anal varían mucho según el lugar, desde los que requieren poco o ningún espacio, como el agua, a los que tiene un volumen mayor que las excretas, como las mazorcas de maíz, hojas o las piedras.

Se recomienda muy especialmente que, cuando se diseñe una letrina, se midan las tasas locales de acumulación de lodos. Si no se dispone de datos locales, se sugiere que se tomen como máximos los volúmenes proporcionados en el Cuadro 3. Hay datos que parecen indicar que se trata de estimaciones más bien elevadas. Sin embargo, si se agrega basura a las excretas, la tasa de acumulación puede ser mucho mayor.

Cuadro No. 3

Tasas Máximas Sugeridas de Acumulación de lodos (lts/persona)

Condición de Operación	Tasas de Acumulación de Lodos
Desechos retenidos en agua cuando se utilizan materiales de limpieza anal degradables	40
Desechos retenidos en agua cuando se utilizan materiales de limpieza anal no degradables	60
Desechos retenidos en seco cuando se utilizan materiales de limpieza anal degradables	60
Desechos retenidos en seco cuando se utilizan materiales de limpieza anal no degradables	90

Cuando las excretas sólo se almacenan durante breves periodos, como en las letrinas de doble pozo o de compostaje, es posible que el proceso de reducción no haya terminado cuando se retiran los lodos. En ese caso, será necesario aplicar tasas de acumulación más altas que las indicadas en el Cuadro 3. Se sugiere provisionalmente un incremento del 50%.

3.3 Características del suelo

Las características del suelo influyen en la selección y el diseño de los sistemas de saneamiento; deben tenerse en cuenta los cinco factores siguientes:

- capacidad del terreno para soportar pesos,
- capacidad de los pozos para sostenerse por sí solos sin derrumbarse;
- profundidad de excavación posible;
- tasas de filtración;
- riesgo de contaminación de las aguas subterráneas

3.4 Capacidad del suelo para soportar pesos

Todas las construcciones necesitan cimientos, y en algunos suelos sólo se pueden utilizar materiales ligeros debido a su escasa capacidad de sustentación, ejemplos evidentes de ello son los suelos pantanosos y las turbas. Por lo general, se pueden suponer que, si el suelo permite la construcción de una casa, será lo bastante resistente para soportar el peso de una caseta de letrina hecha de materiales similares, siempre que el pozo tenga un revestimiento adecuado.

3.5 Capacidad de auto sustentación de los pozos

Muchos tipos de letrinas requieren la excavación de un pozo o fosa. A menos que haya pruebas de lo contrario (por ejemplo, existencia de un pozo poco profundo no revestido, que no se haya derrumbado, se recomienda el revestimiento de los pozos en toda su longitud. En muchos casos, puede parecer que la tierra se sostendrá por sí sola cuando se realiza la excavación, en particular si se trata de suelos cohesivos, como la arcilla y el limo, o de suelos naturalmente consolidados, como la laterita o la roca blanda. Pero la capacidad de auto sustentación puede muy bien perderse con el tiempo, debido a cambios del contenido de humedad o a la descomposición del agente de consolidación al contacto con el aire o la humedad. Es caso imposible prever cuando se producirán esos cambios o incluso si tendrán lugar. Por lo tanto, es más seguro revestir el pozo. El revestimiento debe permitir que el líquido se infiltre en el suelo circundante.

3.6 Profundidad de excavación

La tierra suelta, la roca dura o la presencia de aguas subterráneas cerca de la superficie limitan la posible profundidad de las excavaciones efectuadas con herramientas manuales sencillas. Las rocas grandes se pueden romper rodeándolas con fuego y echándoles agua fría cuando están calientes. La excavación por debajo de la capa freática y en tierra suelta es posible mediante el hundimiento progresivo de un revestimiento, pero este método es costoso y no es en general adecuado para las personas que construyen sus propias letrinas.

3.7 Tasa de infiltración

El tipo de suelo influye en la tasa de infiltración del líquido contenido en los pozos y en las zanjas de infiltración. La arcilla que se expande cuando se humedece puede hacerse impermeable. Otros suelos, como los limos y las arenas finas, pueden ser permeables al agua limpia pero se obstruyen con el paso de afluentes que contienen sólidos en suspensión y disueltos.

En cuanto a las zonas donde tiene lugar la infiltración, las opiniones difieren. Por ejemplo, Lewis y sus colaboradores (1980) recomendaron que sólo se tuviera en cuenta el fondo de los pozos o las zanjas de infiltración y se hiciera caso omiso del movimiento lateral (es decir, de la influencia de la pared). Mara(1985b) y otros creen que la infiltración en el caso de los pozos sólo se realiza a través de las paredes laterales, ya que la base queda rápidamente obstruida por los lodos. Se recomienda que el diseño de los pozos se base en la infiltración a través de las paredes laterales hasta el nivel máximo del líquido. En el caso de las zanjas, se debe usar la superficie de fondo.

La tasa de infiltración depende también de la situación de la capa freática en relación con el nivel del líquido en el foso o la zanja. En la zona no saturada, el líquido fluye en función de la gravedad y de las fuerzas cohesivas y adhesivas existentes en el suelo. Las variaciones estacionales pueden modificar la cantidad de aire y de agua que contienen los poros del suelo y esto influirá en la corriente. Normalmente, el diseño se debe basar en las condiciones existentes al final de la estación húmeda, ya que suele ser en esos momentos cuando está más alto el nivel de las aguas subterráneas. En la zona saturada, todos los poros están llenos de agua, y la filtración depende del tamaño de los poros y de la diferencia entre el nivel del líquido en el pozo o la zanja y el de las aguas circundantes.

También influye en la infiltración la porosidad del suelo. Los suelos con poros de gran tamaño, como la arena y la grava, y algunas areniscas y la roca agrietada, infiltran fácilmente. El limo y la arcilla, sin embargo, tiene poros muy pequeños y tienden a retener el agua. Otro tanto ocurre con los suelos que contienen materiales orgánicos, pero las raíces de las plantas y los árboles rompen la tierra, creando huecos por los que los líquidos pueden fluir rápidamente.

La corriente de las aguas subterráneas en los suelos no saturados en una función compleja del tamaño, la forma y la distribución de los poros y las grietas, las características químicas del suelo y la presencia de aire. Por lo común, su velocidad es inferior a 0,3 m diarios, salvo en la roca agrietada y la grava gruesa, donde puede ser superior a 5,0 m diarios, lo cual aumenta las probabilidades de contaminación.

3.8 Obstrucción de los poros

Llega un momento en que los pozos del suelo quedan obstruidos por el efluente procedente de los pozos o las zanjas de infiltración. Esto puede reducir o incluso detener la infiltración en el suelo. La obstrucción puede ser causada por:

- El bloqueo de los poros por sólidos filtrados del líquido.
- La multiplicación de los microorganismos y sus desechos.
- La expansión de las materias arcillosas.
- La precipitación de las sales insolubles.

Cuando el líquido se infiltra por primera vez en terreno no saturado, las bacterias aerobias descomponen gran parte de la materia orgánica filtrada del líquido, manteniendo abierto los poros, que permiten el paso del aire y del efluente. Sin embargo, cuando la materia orgánica aumenta e impide al aire atravesar los poros, se reduce la tasa de la descomposición (causada ahora por bacterias anaerobias) y se crean abundantes depósitos negros de sulfuros insolubles.

La obstrucción de los poros puede reducirse al mínimo asegurando que la infiltración tenga lugar de manera uniforme en todo sistema.

Cuando los sistemas de absorción (en particular las zanjas) están mal diseñados, el líquido converge a menudo en una pequeña sección, lo cual produce elevadas tasas de infiltración localizadas, con la consiguiente obstrucción en ese lugar. La obstrucción puede disminuir en ocasiones gracias a un régimen de «reposo» y «actividad» alternados del suelo.

Se permite que la zona de infiltración descanse, es decir, que quede totalmente libre de líquido durante un cierto tiempo antes de que comience de nuevo la infiltración. Durante el periodo de reposo, llega aire a la superficie del suelo y las bacterias anaerobias que causan la obstrucción son destruidas, lo cual permite la apertura de los poros.

3.9 Determinación de las tasas de infiltración

Pocas veces es posible medir con precisión la corriente de efluente procedente de los pozos y las zanjas de infiltración, sobre todo por que ésta disminuye con frecuencia cuando se obstruyen los poro del suelo. Por consiguiente, se aplican diversas normas empíricas. Algunas recomendaciones se basan en la tasa de infiltración de agua limpia en hoyos excavados con fines experimentales en el lugar donde se tiene intención de construir un pozo o una zanja de infiltración, utilizando diversos tipos de diseño para tener en cuenta las diferencias en las tasas (US Department of Health, Education, and Welfare, 1969, British Standards Institution, 1972). Laak y sus colaboradores (1974) hallaron que, para una amplia diversidad de suelos, las tasas de infiltración del afluente eran de 10 a 30 litros diarios por metro cuadrado. Se recomendó la aplicación general de una tasa moderada de 10 litros diarios por metro cuadrado. Por otra parte, en los Estados Unidos de América (US Department of Health, Education, and Welfare, 1969), se consideran aplicables en la práctica tasas de hasta 200 litros diarios por metro cuadrado, y Aluko (1977) comprobó que, en Nigeria, se han obtenido resultados satisfactorios con un máximo de 294 litros diarios por metro cuadrado. Las capacidades de infiltración que figuran en el Cuadro 4 (US Environmental Protection Agency, 1980) se recomiendan como base para determinar el tamaño de los pozos y las zanjas de infiltración cuando no se dispone de información sobre las tasas de infiltración efectivas. En el caso de los suelos gruesos, las capacidades recomendadas se han limitado para evitar la posible contaminación de las aguas subterráneas y, por lo tanto, quizá sean innecesariamente bajas para las zonas donde esa contaminación no representa un problema. En la grava, las tasas de infiltración suelen ser mucho mayores, lo cual puede crear dificultades cuando las aguas subterráneas poco profundas se utilizan para el consumo humano.

Cuadro No. 4
Capacidades de Infiltración Recomendadas

Tipo de Suelo	Capacidad de infiltración (Ci) Aguas servidas sedimentadas (litros diarios / m ²)
Arena gruesa o media	50
Arena fina, arena gredosa	33
Greda arenosa, greda	25
Arcilla caliza porosa y arcilla greda caliza porosa	20
Greda caliza compacta, arcilla greda caliza compacta y arcilla no expansiva	10
Arcilla expansiva	< 10

Fuente: US Environmental Protection Agency, 1980

Si se realizan tests de percolación a las profundidades donde se ubicará el fondo de las zanjas de infiltración o en los estratos existentes en la profundidad de los pozos de absorción, los valores de capacidad de infiltración se pueden obtener del Cuadro 5.

Cuadro No. 5
Capacidades de infiltración como resultado del Test de Percolación

Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm (minutos)	Capacidad de infiltración (Ci) Aguas servidas sedimentadas (litros por metro cuadrado)
1	110
2	93
3	80
4	70
5	63
6	57
7	52
8	47
9	43
10	39
11	35
12	32
13	30
14	27
15	26

3.10 Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas

El afluente de los pozos y las zanjas de infiltración puede contener agentes patógenos y sustancias químicas que contaminen el agua potable. La acción filtrante del suelo elimina rápidamente los protozoarios y helmintos, debido a su tamaño relativamente grande, pero las bacterias y los virus son más persistentes.

De las sustancias químicas generalmente presentes en los desechos domésticos, sólo los nitratos presentan un riesgo grave para la salud. Los lactantes alimentados con leche preparada con agua muy rica en nitratos pueden presentar la «enfermedad del niño azul», la metahemoglobinemia, que puede ser mortal si no se trata. Hay datos contradictorios que parecen indicar que bajas concentraciones de nitratos pueden contribuir a provocar el cáncer de estómago (Nitrate Coordination Group, 1986).

Por lo común, cuando los efluentes al agua potable, ello se debe a que contaminan las aguas subterráneas que alimentan los pozos excavados o perforados. Otro riesgo es que el efluente se infiltre en el suelo a poca profundidad, cerca de tuberías por las que fluya el agua en forma intermitente o con una presión ocasionalmente muy baja. Las juntas en mal estado, las grietas y los agujeros de las tuberías, que permiten que el agua escape cuando éstas se hallan llenas, permiten también que el efluente penetre en ellas cuando están vacías o cuando la presión es baja.

3.11 Purificación en el suelo no saturado

El efluente que atravieza suelo no saturado (es decir, situado por encima de la capa freática) queda por filtración y por procesos biológicos y de adsorción. La filtración más eficaz tiene lugar en la capa orgánica, donde los poros del suelo están obstruidos. En cuanto a los suelos arenosos, Butier y sus colaboradores (1954) hallaron una reducción espectacular de los coniformes en los primeros 50 mm. El paso de contaminantes desde un nuevo pozo o zanja de infiltración disminuye a medida que los poros se obstruyen.

La filtración no influye apenas en los virus, debido a su pequeño tamaño, y la eliminación de éstos tiene lugar casi exclusivamente por adsorción a la superficie de las partículas de suelo, que es mayor cuando el pH es bajo (Stumm y Morgan, 1981). La adsorción de virus y bacterias es también mayor en los suelos con un elevado contenido de arcilla y se ve favorecida por un largo periodo de permanencia, es decir, cuando la corriente es lenta. Como la corriente es mucho más lenta en la zona no saturada que por debajo de la capa freática, el contacto entre el suelo y el efluente dura más en esa zona, lo cual aumenta las oportunidades de adsorción. Los microorganismos adsorvidos pueden desprenderse, por ejemplo debido a flujos repentinos de efluente o a lluvias intensas, penetrando entonces más profundamente en el suelo.

Los virus, tanto si permanecen en el efluente como si han sido separados de éste, viven más tiempo a temperaturas bajas (Yeager y O'Brien, 1979). Tanto los virus como las bacterias tienen una vida más larga en condiciones de humedad que en un medio seco y, por lo tanto, en los suelos con buena capacidad de retención del agua que en los arenosos. Las bacterias viven más en los suelos alcalinos que en los ácidos. También sobreviven bien en los suelos que contienen material orgánico, donde a veces se registra cierta multiplicación.

Por lo general, no existe apenas riesgo de contaminación de las aguas subterráneas cuando hay, por lo menos, 2 metros de suelo relativamente fino entre un pozo o una zanja de infiltración y la capa freática, siempre que la tasa de aplicación no sea superior a 50 mm diarios (equivalentes a 50 litros diarios por metro cuadrado). Quizá sea necesario aumentar esta distancia en las zonas de lluvia, la contaminación puede penetrar más en el suelo.

Las grietas de las rocas compactas pueden permitir que el afluente llegue rápidamente hasta las aguas subterráneas, con escasa eliminación de microorganismos. Ello es también posible cuando hay en suelo orificios causados por raíces de árboles o madrigueras de animales.

3.12 Purificación de las aguas subterráneas

Se dispone de escasa información sobre la supervivencia de los virus o las bacterias en las aguas subterráneas, aunque se sabe que la baja temperatura favorece una supervivencia prolongada. Las bacterias intestinales pueden sobrevivir en aguas subterráneas frescas durante más de tres meses (Kibbey et al., 1978). Experimentos realizados sobre el terreno indican que la distancia máxima que recorren los virus y las bacterias en las aguas subterráneas antes de ser destruidos es igual a la distancia que esas aguas recorren en unos diez días. (Lewis et al., 1980)

En los suelos de grano fino y cuando las fuentes de contaminación están rodeadas por una capa orgánica madura, esa distancia puede ser sólo 3 metros, mientras que, en las aguas subterráneas de corriente rápida, una nueva fuente puede causar contaminación hasta a 25 metros (Caldwell, 1937). Por lo general, la contaminación avanza desde la fuente en la dirección de la corriente, con una dispersión vertical y horizontal limitada. Sin embargo, esto no es cierto cuando el suelo está agrietado, en cuyo caso la contaminación puede avanzar varios cientos de metros a través de las grietas, con frecuencia en una dirección imprevisible.

En la mayor parte de los casos, la cifra habitualmente utilizada de un mínimo de 15 metros entre la fuente de contaminación y cualquier punto de toma situado aguas abajo dará resultados satisfactorios. Cuando ese punto no está situado aguas debajo de la fuente de contaminación sino aguas arriba o a un lado, la distancia puede ser menor siempre que las aguas subterráneas no se extraigan a tal velocidad que la corriente se oriente hacia el punto de extracción. Esto es especialmente útil en las comunidades densamente pobladas, que utilizan aguas freáticas poco profundas para su abastecimiento

Si no es posible dejar una distancia suficiente entre la letrina y el punto de toma de agua, se debe pensar en efectuar la extracción en un nivel más bajo del acuífero. Excepto si hay grietas, las aguas subterráneas fluyen esencialmente siguiendo las capas del suelo, con un movimiento vertical muy reducido. Si la tasa de extracción no es demasiado grande (es aceptable la extracción mediante bombas de mano o cubos) y el pozo es suficientemente estanco cuando atraviesa la zona contaminada, el riesgo de contaminación debería ser escaso o nulo.

3.13 Importancia de la contaminación

Aunque es evidente que se debe evitar la contaminación fecal del agua destinada a la bebida, no hay que exagerar los riesgos de contaminación de las aguas subterráneas derivados del saneamiento in situ. La existencia de una capa de 2 metros de suelo arenoso o gredoso no saturado bajo un pozo o una zanja de infiltración será probablemente una protección suficiente contra la contaminación de las aguas subterráneas, y es probable que la contaminación apenas se extienda en sentido lateral. Cuando las aguas subterráneas están situadas a poca profundidad, se puede controlar la contaminación creando barreras artificiales de arena en tono a los pozos.

A menos que se extraiga localmente agua con fines domésticos, la contaminación de las aguas subterráneas debida al saneamiento in situ no tiene efectos graves y debe preferirse a los considerables riesgos que lleva consigo la defecación al aire libre. Cuando el saneamiento in situ puede dar lugar a la contaminación de los pozos de los que se extrae el agua para beber, por lo general es más barato y más fácil obtener agua de otro lugar que construir sistemas de alcantarillado o utilizar camiones cisterna aspiradores para eliminar las excretas.

IV. Problemas planteados por insectos y roedores

4.1 Insectos

Numerosos insectos son atraídos por las excretas, que les proporcionan material orgánico rico y agua, indispensable para su desarrollo. Los grupos más importantes desde el punto de vista de la salud son los mosquitos, las moscas comunes, las moscas azules y las cucarachas.

a. Mosquitos

Algunos mosquitos, en particular *Cules pipiens* y algunas especies de *Anopheles*, se multiplican en el agua contaminada, incluida la que puede hallarse en algunas letrinas de pozo. Contrariamente a lo que ocurre en el caso de las moscas, los bajos niveles de luz no evitan la presencia de mosquitos, por lo que la acumulación de excretas en un lugar oscuro no les impide multiplicarse. Dos soluciones posibles son: mantener el pozo totalmente cerrado o cubrir la superficie de líquido con una película que impida respirar a las larvas. Se han utilizado con éxito el petróleo o ciertos productos químicos de marca, pero existe el riesgo de contaminar las aguas subterráneas. Otra posibilidad es emplear pequeñas bolas de plástico que flotan en la superficie y constituyen una cobertura mecánica. Afortunadamente, en muchas letrinas sólo hay una superficie de agua libre durante un breve periodo, inmediatamente después de que comienzan a utilizarse o de que se vacían. Más adelante, se forma en la superficie una capa de espuma, que impide que los mosquitos sigan multiplicándose.

b. Moscas comunes y moscas azules

Se trata de moscas de tamaño mediano o grande, que son atraídos por los alimentos humanos, por las heces y la basura. En las excretas o las mezclas de éstas con materia vegetal en descomposición, se hallan las tres fases de la larva. Las materias sólidas, húmedas y en fermentación son las más aptas para la multiplicación de las moscas domésticas, pero las larvas de las moscas azules prefieren las heces más líquidas y pueden licuar masas de materia fecal (Feachem et al., 1983). Las letrinas de pozo abierto son criaderos inmejorables.

Las moscas se sirven de la vista y el olfato para hallar alimentos. Es importante tenerlo en cuenta cuando se diseñan las letrinas, ya que sólo deben acumularse las excretas en un lugar oscuro sino que los respiraderos deben cubrirse con una malla.

c. Cucarachas

Las cucarachas son atraídas hacia las letrinas por la humedad y la materia orgánica; a continuación, es probable que transmitan enfermedades transportando en sus cuerpos orgánicos patógenos. Si cuentan con un suministro constante de alimentos, estos insectos tienden a permanecer donde están. Por ello, conviene situar las letrinas lo mas lejos posible de los lugares donde se almacenan y preparan los alimentos, para evitar la migración de las cucarachas de las letrinas hacia las áreas de almacenamiento o preparación de alimentos.

4.2 Ratas

Para las ratas, las excretas son una fuente de alimentos. Si entran en contacto con excretas y después con alimentos destinados al consumo humano, es posible que estos roedores transmitan enfermedades. En Nepal, ha habido un problema con ratas que penetraban en las letrinas de doble pozo a través de los orificios dejados en las paredes. No sólo se crea así una posible vía de transmisión de enfermedades, sino que las ratas depositan grandes cantidades de tierra en el pozo, llenándolo rápidamente. Para impedir su entrada, deberá bastar con revestir por completo la parte superior del pozo en una franja de 0,5 m a 1 m.

V. COMPARACIÓN Y SELECCIÓN DE SISTEMAS

Se tomarán en cuenta cuidadosamente todos los factores técnicos, descritos anteriormente, para seleccionar los tipos de sistemas de disposición de excretas que pueden ser viables para una localidad determinada. El uso de un árbol de decisiones podrá servir como guía para esta selección (Árbol de decisiones propuesto por la Organización Mundial de la Salud - OMS - 1994). El uso de este método permitirá eliminar algunas formas de saneamiento, dejando otras para un estudio más detallado.

Los factores que influyen en la decisión de ofrecer o no a las familias y las comunidades un sistema de saneamiento técnicamente factible son los siguientes:

- La aceptación del sistema, reflejada en el número de familias que lo han adoptado o en un interés generalizado por poseerlo.
- La medida en que su uso estará de acuerdo con las costumbres culturales locales.
- El grado en que reducirá la contaminación y los riesgos para la salud.
- La facilidad con la que podrá ser instalado por la población misma, habida cuenta de las aptitudes locales y de los materiales fácilmente disponibles.
- El costo, en particular de los materiales, los componentes y el trabajo que no puedan aportar las familias.
- La facilidad de uso y de mantenimiento.

Tras seleccionar varias opciones apropiadas, se puede estimar el costo de cada una de ellas, considerando los distintos métodos y materiales de construcción. Una vez seleccionada la(s) opción(es) más conveniente(s), la Unidad Ejecutora o la propia comunidad debe iniciar las actividades para la construcción de las letrinas, dando a cada familia las máximas oportunidades de elegir dentro de los distintos tipos, materiales y acabados posibles y de decidir otros detalles.

Cuadro No. 1

CANTIDAD DE HECES HÚMEDAS EXCRETADAS POR ADULTOS (GR. DIARIOS/PERSONA)

Lugar	Cantidad	Referencia
China	209	Scott (1952)
India	255	Macdonald (1952)
India	311	Tandon y Tandon (1975)
Perú (zonas rurales)	325	Crofts (1975)
Uganda (aldeanos)	470	Burkitt et al. (1974)
Malasia (zonas rurales)	477	Balasegaram y Burkitt (1976)
Kenya	520	Cranson y Burkitt (1975)

Cuadro No. 2
TASAS DE ACUMULACIÓN DE EXCRETAS (LTS/PERSONA)

Lugar	Excretas acumuladas	Observaciones	Referencia
Zimbabwe	20	Letrina baldeada periódicamente; material de limpieza degradable	Morgan y Mara (1962)
Bengala Occidental	25	Pozo húmedo; utilización de agua para abluciones	Wagner y Lanoix (1960)
Bengala Occidental	34	Pozo húmedo	Baskaran (1962)
Filipinas	40	Pozo húmedo; material de limpieza degradable	Wagner y Lanoix (1960)
EE.UU	42	Heces (adultos); la mitad en el caso de los niños	Geyer et al. (1968)
Brasil	47	Pozo seco	Sanches y Wagner (1954)
Filipinas	60	Pozo seco; material de limpieza degradable	Wagner y Lanoix (1960)

Cuadro No. 3
TASAS MÁXIMAS SUGERIDAS DE ACUMULACIÓN DE LODOS (LTS/PERSONA)

Condición de Operación	Tasas de Acumulación de Lodos
Desechos retenidos en agua cuando se utilizan materiales de limpieza anal degradables	40
Desechos retenidos en agua cuando se utilizan materiales de limpieza anal no degradables	60
Desechos retenidos en seco cuando se utilizan materiales de limpieza anal degradables	60
Desechos retenidos en seco cuando se utilizan materiales de limpieza anal no degradables	90

Cuadro No. 4
CAPACIDADES DE INFILTRACIÓN RECOMENDADAS

Tipo de Suelo	Capacidad de Infiltración (CI) Aguas servidas sedimentadas (litros diarios / m ²)
Arena gruesa o media	50
Arena fina, arena gredosa	33
Greda arenosa, greda	25
Arcilla caliza porosa y arcilla greda caliza porosa	20
Greda caliza compacta, arcilla greda caliza compacta y arcilla no expansiva	10
Arcilla expansiva	< 10

Fuente: US Environmental Protection Agency, 1980

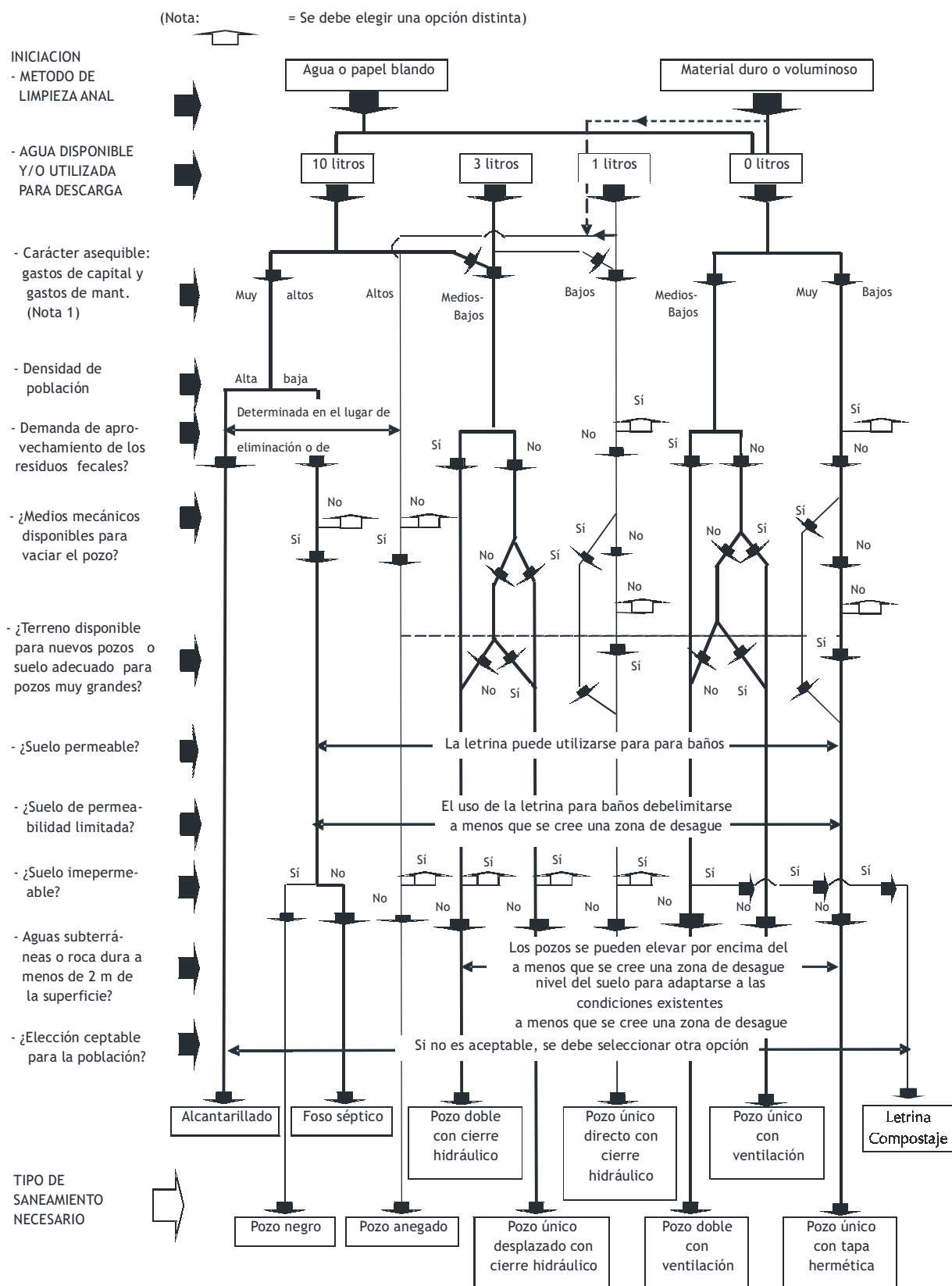
Cuadro No. 5

CAPACIDADES DE INFILTRACIÓN COMO RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACIÓN

Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm (minutos)	Capacidad de infiltración (Ci) Aguas servidas sedimentadas (litros por metro cuadrado)
1	110
2	93
3	80
4	70
5	63
6	57
7	52
8	47
9	43
10	39
11	35
12	32
13	30
14	27
15	26



Figura No. 1
ARBOL DE DECISIONES PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO



Nota 1: No se detallan todas las posibilidades porque se supone que la disponibilidad de agua está relacionada con el carácter asequible.

Nota 2: Utilizar pozos de gran tamaño o pensar en las letrinas de compostaje.

Nota 3: Depende también de que los usuarios estén dispuestos a recoger la orina por separado y de la demanda de abono, la disponibilidad de cenizas o materias vegetales etc.

APÉNDICE N° 3-5

I. PAUTAS PARA EL DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN SANITARIA

MARCO CONCEPTUAL

Para lograr los beneficios que se esperan de la participación comunitaria en la ejecución de un proyecto de abastecimiento de agua y saneamiento se debe situar a la población como sujeto del mismo, asignándole un rol protagónico y dinámico en todo el proceso del proyecto. Así cuando mayor sea la acción y responsabilidades que se espera en la comunidad en el futuro, mayor deberá ser su participación en las diferentes etapas del proyecto.

Una acción participatoria máxima y plena de todos los actores sociales involucrados en el proceso incluye necesariamente una asignación del poder en la toma de decisiones, participación de las acciones producto de estas y en los beneficios que resultan de ellas.

En los proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento con participación de la comunidad y educación sanitaria, el apoyo comunal debe darse en las tres etapas que comprende la ejecución de un proyecto: Antes, durante y después de la ejecución de la obra.

Teniendo en cuenta que la principal meta de los proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento es mejorar la salud, la educación sanitaria se constituye como un complemento necesario para la provisión de estos servicios, con el fin de alcanzar todos los beneficios que se pueden derivar de ellos para la salud.

La educación sanitaria debe estar dirigido a concientizar a la población sobre el significado del agua sana y la disposición higiénica de las excretas para la salud, así como sobre el costo y uso racional del agua para evitar su desperdicio, para promover el pago por los servicios recibidos, para el uso adecuado de las instalaciones y para aprovechar en forma plena la infraestructura sanitaria instalada.

Para que sea efectiva la educación sanitaria, debe basarse en las necesidades, los deseos y las soluciones expresadas por la comunidad, asimismo, es necesario que tenga un enfoque multidisciplinario y que se mantenga a largo plazo. Esto significa que debe ir acompañada de un adecuado asesoramiento, monitoreo y evaluación para que con los aportes de la población revisar y actualizar el proceso a fin de lograr el perfeccionamiento (retroalimentación o educación continua).

ALCANCES

- I. Aceptación del proyecto, la población usa y apoya proyectos que responden a sus necesidades y capacidades. Por eso es importante la consulta a los diferentes grupos sociales de la comunidad. Conocer sus necesidades, posibilidades de contribución, informarles acerca de las opciones que ellos tienen con el proyecto, su costo y beneficio.
- II. Mejorar el diseño del proyecto. La población local tiene conocimientos valiosos sobre la situación física y social de su área. Conocimiento que pueden aportar al proyecto en la identificación de fuentes de agua aceptables desde el punto de vista técnico, informar sobre aspectos culturales que deben ser tomados en consideración en la definición de temas y mensajes educativos en la selección de personas que necesitan entrenamiento.
- III. Operación y mantenimiento del servicio a menor costo. Es posible tener mejor uso y mantenimiento de las instalaciones si la población participa ya que cuidara los servicios evitando deterioro o destrucción.
- IV. Estimula la ejecución de otros proyectos de desarrollo. El trabajo de la comunidad con los técnicos analizando problemas e identificando soluciones adecuadas en agua, saneamiento e higiene no solo prepara a la comunidad para solucionar problemas similares en mantenimiento, supervisión y financiamiento sino también promueve la iniciación de otros proyectos de desarrollo

II: PAUTAS PARA EL DESARROLLO DE LA CAPACITACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

1. Aspectos Generales

La capacitación en aspectos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento esta encaminada a capacitar al personal encargada, para el desempeño óptimo de sus labores en las instalaciones y equipos, para que los servicios tengan no sólo calidad sino también cantidad satisfactoria, continuidad y costos compatibles.

1.1 Objetivo

El objetivo de la capacitación esta encaminado a que las personas encargados de los sistemas de agua y saneamiento la operen y mantengan adecuadamente.

1.2 Acciones

La capacitación debe ser desarrollado con el propósito de indicar los procedimientos generales y específicos, para que el personal encargado de la operación de los Servicios, desarrollen eficientemente las actividades de operación y de mantenimiento, así como, las acciones y los elementos que ellas requieran, adecuada a las características físicas y operacionales específicas, de manera tal que se obtenga una adecuada calidad de servicio y se conserve la vida útil de los activos operados.

Se deben desarrollar acciones de capacitación en los aspectos relacionado a: la infraestructura de producción, transporte, almacenamiento y distribución de agua potable, así como, en la infraestructura de recolección, transporte, tratamiento y disposición de aguas servidas y/o aspectos relacionado a la evacuación de excretas.

En lo referente a la capacitación operacional los aspectos que se deben considerar son:

- Operación efectiva y precisa de las instalaciones y equipos constituyentes de los sistemas físicos necesarios a la realización de los procesos de producción y distribución de agua y recolección y disposición final de los desagües.
- Control de las operaciones y del funcionamiento de los componentes que intervienen en el proceso de producción (captación, conducción, bombeos y tratamiento) y distribución de agua, además de la recolección y disposición final de los desagües. Aún más, se debe controlar los elementos de inicio y fin del proceso que son las cuencas hidrográficas, manantiales, cuerpos receptores y otros.
- Control de los servicios en cuanto a la calidad, continuidad y cobertura de los servicios sanitarios.

En lo referente a la capacitación en los aspectos de mantenimiento los aspectos que se deben considerar son los tipos de mantenimiento:

- El mantenimiento «correctivo», constituido por las actividades destinadas a repara oportunamente cualquier falla que se presente en las estructuras físicas.
- El mantenimiento «preventivo», que corresponde a las que se destinan a garantizar por medio de `programas de ejecución permanente el funcionamiento adecuado y la integridad de todas las estructuras físicas y equipamiento electromecánico
- Además conviene considerar un tercer tipo de mantenimiento, el de «renovación», que consiste en desarmar completamente los equipos y cambiarles las piezas que sea necesario para dejarlos en un estado similar al de las unidades nuevas.

Además se debe considerar:

- Comparación entre Mantenimiento Preventivo y Correctivo
- Relación entre la Operación y Mantenimiento
- Atribuciones y Características de la Operación y Mantenimiento

APÉNDICE N° 3-6

Corrección de los costos de inversión para la evaluación social en los proyectos de saneamiento básico ^{16/}

I. CORRECCIÓN DE COSTOS DE BIENES TRANSABLES

Precio Social = Precio de Mercado sin Impuestos * PSD

PSD = Precio Social de la Divisa = 1.08

FACTOR DE CORRECCION = $\frac{1}{(1 + \% \text{IGV})(1 + \% \text{ARANC})}$ X PSD

% Arancel promedio materiales y equipos de proyectos de saneamiento = 5.5 %

FACTOR DE CORRECCION = $\frac{1}{(1 + 0.19)(1 + 0.055)}$ * 1.08
= 0.86

Precio Social = Precio de Mercado del bien transable * 0.86

II. CORRECCION COSTOS DE BIENES NO TRANSABLES

Precio Social = Precio de Mercado sin Impuestos

FACTOR DE CORRECCION = $\frac{1}{1 + \% \text{IGV}}$ = $\frac{1}{1.19}$ = 0.84

Precio Social = Precio de Mercado del bien no transable * 0.84

III. CORRECCION DEL COSTO DE LA MANO DE OBRA CALIFICADA

Precio Social = Precio de mercado sin impuestos

FACTOR DE CORRECCION = $\frac{1}{1 + \% \text{IMP IND}^*}$ = $\frac{1}{1.10 * \text{Renta (10 \%)}}$

FACTOR DE CORRECCIÓN = 0.909

Precio Social = Precio de Mercado mano de obra calificada * 0.909

IV. CORRECCIÓN DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA NO CALIFICADA

Factores de corrección normados por RD N° 001-2004-EF/68.0

REGIÓN	URBANO	RURAL
• Lima Metropolitana	0.86	-
• Resto Costa	0.68	0.57
• Sierra	0.60	0.41
• Selva	0.63	0.49

^{16/} / Dirección Nacional de Saneamiento - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Precio Social = Precio de Mercado de la mano de obra no calificada * Factor de corrección correspondiente

Promedio factor MONC urbano sin incluir Lima = 0.64

CORRECCIÓN A PRECIOS SOCIALES DE COSTOS DE INVERSIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO BÁSICO

Corrección a Precios Sociales de Costos de Inversión de Sistemas de Saneamiento Básico

Componentes de Inversión	Material Nacional	Mano de Obra Calificada	Mano de Obra No Calificada	Equipo Nacional	Material Import.	Equipo Import.	Gastos** Generales	Total
Planta de Tratam. de Agua	0.33	0.04	0.16	0.08	0.19	0.02	0.18	1.00
Líneas de Agua Potable	0.13	0.04	0.16	0.02	0.43	0.04	0.18	1.00
Obras Cíviles de Estructuras	0.35	0.06	0.26	0.11	0.03	0.01	0.18	1.00
Equip. e Instalac. Hidráulicas	0.14	0.01	0.06	0.03	0.29	0.29	0.18	1.00
Líneas de Alcantarillado	0.18	0.06	0.24	0.03	0.25	0.06	0.18	1.00
Planta Tratamiento Desagües	0.15	0.05	0.20	0.12	0.07	0.23	0.18	1.00

** Gastos Generales y Utilidades

Fuente: Fórmulas Polinómicas Estudios Definitivos Plan Expansión Piura

Componentes de Inversión	Material Nacional	Mano de Obra Calificada	Mano*** de Obra No Calificada	Equipo Nacional	Material Import.	Equipo Import.	Gastos** Generales
Factores de Corrección	0.84	0.909	0.64	0.84	0.86	0.86	0.84

*** Mano de Obra del Sector Urbano

Factores de Corrección Ponderados por Componentes de Inversión

Componentes de Inversión	Material Nacional	Mano de Obra Calificada	Mano** de Obra No Calificada	Equipo Nacional	Material Import.	Equipo Import.	Gastos*** Generales	Factor de Corrección
Planta de Tratam. de Agua	0.28	0.04	0.10	0.07	0.16	0.02	0.15	0.814
Líneas de Agua Potable	0.11	0.04	0.10	0.02	0.37	0.03	0.15	0.820
Obras Cíviles de Estructuras	0.29	0.05	0.17	0.09	0.03	0.01	0.15	0.792
Equip. e Instalac. Hidráulicas	0.12	0.01	0.04	0.03	0.25	0.25	0.15	0.840
Líneas de Alcantarillado	0.15	0.05	0.15	0.03	0.22	0.05	0.15	0.802
Planta Tratamiento Desagües	0.13	0.04	0.13	0.10	0.06	0.20	0.15	0.809

** Se consideró Mano de Obra No Calificada del Sector Urbano

*** Gastos Generales y Utilidades

Rubros	Factor de Corrección
Planta de Tratamiento de Agua	0.814
Líneas de Agua Potable	0.820
Obras Cíviles de Estructuras	0.792
Equip. e Instalac. Hidráulicas	0.840
Líneas de Alcantarillado	0.802
Planta Tratamiento Desagües	0.809

PENDICE N° 3-7

Flujo de costos utilizados para la evaluación de las alternativas del proyecto

Cuadro N° 1
ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE: COSTOS DE O&M (Soles a precios Sociales)

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto						
		Mano de Obra	Insumos Químicos	Otros Cost. Operac.	Gastos Adm. y Ventas	Total Costos Operac.	Costos de Mant.	Total costos O&M
1	2,490	6,704	775	3,804	1,243	12,526.1	3,152	15,678
2	2,490	6,704	831	3,804	1,243	12,582.2	3,152	15,734
3	2,490	6,704	887	3,804	1,243	12,638.2	3,152	15,790
4	2,490	6,704	945	3,804	1,243	12,696.4	3,152	15,849
5	2,490	6,704	956	3,804	1,243	12,707.4	3,152	15,860
6	2,490	6,704	966	3,804	1,243	12,717.3	3,152	15,869
7	2,490	6,704	977	3,804	1,243	12,728.3	3,152	15,880
8	2,490	6,704	989	3,804	1,243	12,740.4	3,152	15,892
9	2,490	6,704	1,000	3,804	1,243	12,751.4	3,152	15,903
10	2,490	6,704	1,011	3,804	1,243	12,762.4	3,152	15,914
11	2,490	6,704	1,023	3,804	1,243	12,774.5	3,152	15,927
12	2,490	6,704	1,034	3,804	1,243	12,785.4	3,152	15,938
13	2,490	6,704	1,046	3,804	1,243	12,797.5	3,152	15,950
14	2,490	6,704	1,059	4,058	1,243	13,063.4	3,362	16,426
15	2,490	6,704	1,071	4,058	1,243	13,075.5	3,362	16,438
16	2,490	6,704	1,083	4,058	1,243	13,087.6	3,362	16,450
17	2,490	6,704	1,096	4,058	1,243	13,100.8	3,362	16,463
18	2,490	6,704	1,108	4,058	1,243	13,112.8	3,362	16,475
19	2,490	6,704	1,121	4,058	1,243	13,126.0	3,362	16,488
20	2,490	6,704	1,133	4,058	1,243	13,138.1	3,362	16,500

Cuadro N° 2
ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE SANEAMIENTO: COSTOS DE O&M (Soles a Precio Sociales)

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Mano de Obra	Costos de Operación	Gastos Administr. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M
1	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
2	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
3	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
4	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
5	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
6	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
7	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
8	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
9	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
10	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
11	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
12	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
13	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
14	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
15	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
16	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
17	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
18	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
19	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452
20	1,341	4,659	1,602	864	7,124.8	1,328	8,452

Cuadro N° 3
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE AGUA POTABLE: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
(Soles a precios Sociales)

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto						
		Mano de Obra	Insumos Químicos	Otros Costos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	2,490	9,708	775	3,441	1,243	15,167.0	3,686	18,853
2	2,490	9,708	831	3,441	1,243	15,223.0	3,686	18,909
3	2,490	9,708	887	3,441	1,243	15,279.1	3,686	18,965
4	2,490	9,708	945	3,441	1,243	15,337.3	3,686	19,024
5	2,490	9,708	956	3,441	1,243	15,348.3	3,686	19,035
6	2,490	9,708	966	3,441	1,243	15,358.2	3,686	19,044
7	2,490	9,708	977	3,441	1,243	15,369.2	3,686	19,055
8	2,490	9,708	989	3,441	1,243	15,381.3	3,686	19,067
9	2,490	9,708	1,000	3,441	1,243	15,392.3	3,686	19,078
10	2,490	9,708	1,011	3,441	1,243	15,403.3	3,686	19,089
11	2,490	9,708	1,023	3,441	1,243	15,415.3	3,686	19,102
12	2,490	9,708	1,034	3,441	1,243	15,426.3	3,686	19,113
13	2,490	9,708	1,046	3,441	1,243	15,438.4	3,686	19,125
14	2,490	9,708	1,059	3,695	1,243	15,704.3	3,896	19,601
15	2,490	9,708	1,071	3,695	1,243	15,716.4	3,896	19,613
16	2,490	9,708	1,083	3,695	1,243	15,728.5	3,896	19,625
17	2,490	9,708	1,096	3,695	1,243	15,741.6	3,896	19,638
18	2,490	9,708	1,108	3,695	1,243	15,753.7	3,896	19,650
19	2,490	9,708	1,121	3,695	1,243	15,766.9	3,896	19,663
20	2,490	9,708	1,133	3,695	1,243	15,779.0	3,896	19,675

Cuadro N° 4
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE SANEAMIENTO: COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTOS (Soles a Precio Sociales)

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Mano de Obra	Gastos de Operación	Gastos de Administ. y Ventas	Total Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
2	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
3	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
4	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
5	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
6	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
7	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
8	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
9	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
10	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
11	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
12	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
13	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
14	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
15	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
16	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
17	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
18	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
19	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893
20	1,341	6,746	1,795	864	9,405.3	1,487	10,893

Cuadro N° 5

**ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE AGUA POTABLE: COSTOS INCREMENTALES DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO (Soles a Precios Sociales)**

Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M
1	1,245	1,245	2,490	12,526	3,152	15,678	11,281	1,907	13,188
2	1,245	1,245	2,490	12,582	3,152	15,734	11,337	1,907	13,244
3	1,245	1,245	2,490	12,638	3,152	15,790	11,393	1,907	13,301
4	1,245	1,245	2,490	12,696	3,152	15,849	11,452	1,907	13,359
5	1,245	1,245	2,490	12,707	3,152	15,860	11,463	1,907	13,370
6	1,245	1,245	2,490	12,717	3,152	15,869	11,472	1,907	13,380
7	1,245	1,245	2,490	12,728	3,152	15,880	11,483	1,907	13,391
8	1,245	1,245	2,490	12,740	3,152	15,892	11,496	1,907	13,403
9	1,245	1,245	2,490	12,751	3,152	15,903	11,506	1,907	13,414
10	1,245	1,245	2,490	12,762	3,152	15,914	11,517	1,907	13,425
11	1,245	1,245	2,490	12,774	3,152	15,927	11,530	1,907	13,437
12	1,245	1,245	2,490	12,785	3,152	15,938	11,541	1,907	13,448
13	1,245	1,245	2,490	12,798	3,152	15,950	11,553	1,907	13,460
14	1,245	1,245	2,490	13,063	3,362	16,426	11,819	2,117	13,936
15	1,245	1,245	2,490	13,075	3,362	16,438	11,831	2,117	13,948
16	1,245	1,245	2,490	13,088	3,362	16,450	11,843	2,117	13,960
17	1,245	1,245	2,490	13,101	3,362	16,463	11,856	2,117	13,973
18	1,245	1,245	2,490	13,113	3,362	16,475	11,868	2,117	13,985
19	1,245	1,245	2,490	13,126	3,362	16,488	11,881	2,117	13,999
20	1,245	1,245	2,490	13,138	3,362	16,500	11,893	2,117	14,011

Cuadro N° 6

**ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE SANEAMIENTO : COSTOS INCREMENTALES DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO (Soles a Precios Sociales)**

Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total costos de O&M
1	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
2	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
3	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
4	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
5	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
6	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
7	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
8	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
9	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
10	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
11	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
12	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
13	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
14	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
15	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
16	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
17	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
18	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
19	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112
20	938	402	1,341	7,125	1,328	8,452	6,186	926	7,112

Cuadro N° 7
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE AGUA POTABLE: COSTOS INCREMENTALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (Soles a Precios Sociales)

Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	1,245	1,245	2,490	15,167	3,686	18,853	13,922	2,441	16,363
2	1,245	1,245	2,490	15,223	3,686	18,909	13,978	2,441	16,419
3	1,245	1,245	2,490	15,279	3,686	18,965	14,034	2,441	16,476
4	1,245	1,245	2,490	15,337	3,686	19,024	14,092	2,441	16,534
5	1,245	1,245	2,490	15,348	3,686	19,035	14,103	2,441	16,545
6	1,245	1,245	2,490	15,358	3,686	19,044	14,113	2,441	16,555
7	1,245	1,245	2,490	15,369	3,686	19,055	14,124	2,441	16,566
8	1,245	1,245	2,490	15,381	3,686	19,067	14,136	2,441	16,578
9	1,245	1,245	2,490	15,392	3,686	19,078	14,147	2,441	16,589
10	1,245	1,245	2,490	15,403	3,686	19,089	14,158	2,441	16,600
11	1,245	1,245	2,490	15,415	3,686	19,102	14,170	2,441	16,612
12	1,245	1,245	2,490	15,426	3,686	19,113	14,181	2,441	16,623
13	1,245	1,245	2,490	15,438	3,686	19,125	14,194	2,441	16,635
14	1,245	1,245	2,490	15,704	3,896	19,601	14,459	2,652	17,111
15	1,245	1,245	2,490	15,716	3,896	19,613	14,471	2,652	17,123
16	1,245	1,245	2,490	15,728	3,896	19,625	14,484	2,652	17,135
17	1,245	1,245	2,490	15,742	3,896	19,638	14,497	2,652	17,148
18	1,245	1,245	2,490	15,754	3,896	19,650	14,509	2,652	17,160
19	1,245	1,245	2,490	15,767	3,896	19,663	14,522	2,652	17,174
20	1,245	1,245	2,490	15,779	3,896	19,675	14,534	2,652	17,186

Cuadro N° 8
ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE SANEAMIENTO: COSTOS INCREMENTALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (Soles a Precios Sociales)

Año	Situación Sin Proyecto			Situación Con Proyecto			Costos Incrementales		
	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M	Costos de Operación	Costos de Mant.	Total de los costos de O&M
1	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
2	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
3	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
4	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
5	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
6	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
7	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
8	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
9	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
10	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
11	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
12	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
13	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
14	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
15	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
16	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
17	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
18	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
19	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552
20	938	402	1,341	9,405	1,487	10,893	8,467	1,085	9,552

Cuadro N° 9

ALTERNATIVA 1: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DE PROYECTO Y CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO (Soles a precios Sociales)

Años	Inversiones a Precios Sociales	Costos de O y M Incrementales	Beneficios brutos	Beneficios Netos
0	983.2			-983.2
1	112.2	13.2	347.2	221.9
2	23.8	13.2	436.1	399.0
3	23.8	13.3	524.9	487.7
4	24.8	13.4	617.2	579.1
5	4.7	13.4	634.6	616.6
6	4.2	13.4	650.3	632.7
7	4.7	13.4	667.7	649.6
8	5.1	13.4	686.9	668.3
9	4.7	13.4	704.3	686.2
10	4.7	13.4	721.7	703.6
11	5.1	13.4	740.8	722.3
12	4.7	13.4	758.3	740.1
13	5.1	13.5	777.4	758.8
14	5.1	13.9	796.6	777.5
15	5.1	13.9	815.7	796.6
16	5.1	14.0	834.9	815.8
17	5.6	14.0	855.8	836.2
18	5.1	14.0	874.9	855.8
19		14.0	874.9	860.9
20		14.0	874.9	860.9
			Van Social (14%) =	2,797.5
			TIR Social =	44%

Cuadro N° 10

ALTERNATIVA2: FLUJO DE BENEFICIOS Y COSTOS DE PROYECTO Y CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO (Miles de Soles a precios Sociales)

AÑOS	Inversiones a Precios Sociales	Costos de O y M Incrementales	Beneficios brutos	Beneficios Netos
0	1,014.3			-1,014.3
1	112.2	16.4	347.2	218.7
2	23.8	16.4	436.1	395.8
3	23.8	16.5	524.9	484.6
4	24.8	16.5	617.2	575.9
5	4.7	16.5	634.6	613.4
6	4.2	16.6	650.3	629.5
7	4.7	16.6	667.7	646.5
8	5.1	16.6	686.9	665.1
9	4.7	16.6	704.3	683.0
10	4.7	16.6	721.7	700.4
11	5.1	16.6	740.8	719.1
12	4.7	16.6	758.3	737.0
13	5.1	16.6	777.4	755.6
14	5.1	17.1	796.6	774.3
15	5.1	17.1	815.7	793.5
16	5.1	17.1	834.9	812.6
17	5.6	17.1	855.8	833.0
18	5.1	17.2	874.9	852.6
19		17.2	874.9	857.7
20		17.2	874.9	857.7
			Van Social (14%) =	2,745.4
			TIR Social =	43%

Cuadro N° 11					
ALTERNATIVA ÚNICA: ICE DE REDES Y COLECTORES A PRECIOS SOCIALES(En nuevos soles)					
Año	Población	Inversión	Costos de Operación	Costos de Mantenimiento	Costos Totales
0		462,555			462,555
1	1,478		1,856	648	2,504
2	1,647	67,480	1,874	654	70,009
3	1,820	69,240	1,876	654	71,771
4	1,843	9,360	1,874	654	11,889
5	1,867	9,600	1,874	654	12,129
6	1,891	9,600	1,874	654	12,129
7	1,916	9,840	1,874	654	12,369
8	1,941	10,080	1,874	654	12,609
9	1,966	10,080	1,874	654	12,609
10	1,992	10,320	1,874	654	12,849
11	1,992		1,874	654	2,529
12	1,992		1,874	654	2,529
13	1,992		1,874	654	2,529
14	1,992		1,874	654	2,529
15	1,992		1,874	654	2,529
16	1,992		1,874	654	2,529
17	1,992		1,874	654	2,529
18	1,992		1,874	654	2,529
19	1,992		1,874	654	2,529
20	1,992		1,874	654	2,529
VACS					606,193
Población Promedio: 1,735		Habitantes			
ICE: 349.4		Soles/hab.			
TD: 14.0%					

Cuadro N° 12

ALTERNATIVA 1: ICE DE LAS INVERSIONES EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES A PRECIOS SOCIALES (En nuevos soles)					
Año	Población	Inversión	Costos Operac.	Costos Mantenim.	Costos Totales
0		65,647.9			65,647.9
1	2,956		4,330.4	277.7	4,608.1
2	2,994		4,311.9	271.2	4,583.0
3	3,033		4,310.0	271.2	4,581.2
4	3,072		4,311.9	271.2	4,583.0
5	3,112		4,311.9	271.2	4,583.0
6	3,152		4,311.9	271.2	4,583.0
7	3,193		4,311.9	271.2	4,583.0
8	3,235		4,311.9	271.2	4,583.0
9	3,277		4,311.9	271.2	4,583.0
10	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
11	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
12	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
13	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
14	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
15	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
16	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
17	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
18	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
19	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
20	3,320		4,311.9	271.2	4,583.0
VACS					96,022.7
Población Promedio. 3,138		habitantes	ICE: 30.59	Soles/hab.	

Cuadro N° 13

**ALTERNATIVA 2: ÍNDICE COSTO EFECTIVIDAD DE LAS INVERSIONES EN EL
TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES A PRECIOS SOCIALES (En nuevos soles)**

Año	Población	Inversión	Costos Operac.	Costos mantenim.	Costos Totales
0		102,776			102,776
1	2,956		1,856	648	2,504
2	2,994		1,874	654	2,529
3	3,033		1,876	654	2,531
4	3,072		1,874	654	2,529
5	3,112		1,874	654	2,529
6	3,152		1,874	654	2,529
7	3,193		1,874	654	2,529
8	3,235		1,874	654	2,529
9	3,277		1,874	654	2,529
10	3,320		1,874	654	2,529
11	3,320		1,874	654	2,529
12	3,320		1,874	654	2,529
13	3,320		1,874	654	2,529
14	3,320		1,874	654	2,529
15	3,320		1,874	654	2,529
16	3,320		1,874	654	2,529
17	3,320		1,874	654	2,529
18	3,320		1,874	654	2,529
19	3,320		1,874	654	2,529
20	3,320		1,874	654	2,529
VACS					119,504
Población Promedio: 3,138		Habitantes	ICE: 38,1		Soles/hab.

Cuadro N° 14

CALCULO DE TARIFA MARGINAL DE LARGO PLAZO

Años	Consumo de agua (m³/año)	Consumo incremental anual (m³/año)	Consumo incremental Total (m³/año)	Inversión Total a precios privados (S/.)	Costos de O&M a precios privados (S/.)	Total Costos a precios privados (S/.)
0	79,147			1,853,467		1,853,467
1	108,120	28,974	28,974	133,543	24,244	157,786
2	115,939	7,818	36,792	108,711	24,310	133,022
3	123,757	7,818	44,610	110,806	24,377	135,183
4	131,882	8,125	52,735	40,634	24,446	65,080
5	133,415	1,533	54,268	16,993	24,459	41,452
6	134,795	1,380	55,648	16,436	24,471	40,908
7	136,328	1,533	57,181	17,279	24,484	41,763
8	138,014	1,686	58,867	18,121	24,499	42,619
9	139,547	1,533	60,400	17,564	24,512	42,076
10	141,080	1,533	61,933	17,850	24,525	42,375
11	142,766	1,686	63,620	6,121	24,539	30,660
12	144,299	1,533	65,153	5,564	24,552	30,117
13	145,985	1,686	66,839	6,121	24,567	30,687
14	147,672	1,686	68,525	6,121	25,185	31,306
15	149,358	1,686	70,211	6,121	25,200	31,320
16	151,044	1,686	71,898	6,121	25,214	31,335
17	152,884	1,840	73,737	6,677	25,230	31,907
18	154,570	1,686	75,424	6,121	25,244	31,365
19	156,410	1,840	77,263	-	25,260	25,260
20	158,096	1,686	78,950	-	25,274	25,274
VAN			344,962	2,200,500	162,347	2,362,846

$$CIP(I + O\&M) = \frac{2362846}{344,962} = 6.85$$

$$CIP(O\&M) = \frac{162,347}{344,962} = 0.47$$

APÉNDICE N° 4.1

LA MATRIZ DEL MARCO LOGICO ^{17/}

Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
FIN Objetivo(s) al(a los) cual(es) el proyecto contribuirá significativamente, normalmente a nivel sectorial o nacional. Se refiere al <i>impacto</i> que tendrá el proyecto.	Los indicadores a nivel de Fin se refieren al <i>impacto</i> general que tendrá el proyecto.	Fuentes de información para cada indicador, para verificar en qué medida se logró el(los) Fin(es). Pueden incluir fuentes primarias (encuestas, observación directa, etc.) así como fuentes secundarias (información recogida regularmente).	Sostenibilidad Acontecimientos, condiciones o decisiones importantes que son necesarias para la sostenibilidad (continuidad en el tiempo) de los beneficios generados por el proyecto.
PROPÓSITO Objetivo (hipótesis) que representa el <i>efecto directo</i> a ser logrado como resultado de la utilización de los Componentes por los beneficiarios del proyecto. <i>En el Sistema de Marco Lógico, todo buen proyecto tiene un sólo propósito.</i>	Los indicadores a nivel de Propósito se refieren al efecto directo logrado después de terminada la ejecución del proyecto. Deben incluir metas que reflejen la situación al finalizar el proyecto. <i>Cada indicador debe especificar cantidad, calidad y tiempo del efecto a ser logrado.</i>	Fuentes de información para cada indicador, para verificar en qué medida se logró el Propósito. Pueden incluir fuentes primarias (encuestas, observación directa, etc.) así como fuentes secundarias (información recogida regularmente).	Propósito a Fin(es) Acontecimientos, condiciones o decisiones importantes (<i>fuera del control del ejecutor</i>) que tienen que ocurrir, junto con el logro del Propósito, para contribuir de manera significativa al(a los) Fin(es) del proyecto.
COMPONENTES Son los <i>productos</i> (obras, servicios, capacitación, etc.) que se requiere que complete el ejecutor del proyecto, de acuerdo con el contrato. <i>Estos deben expresarse como trabajo terminado</i> (sistemas instalados, gente capacitada, etc.).	Los indicadores de los Componentes son descripciones breves, pero claras, de cada uno de los Componentes que serán producidos durante la ejecución. Cada uno debe especificar cantidad, calidad y tiempo de los productos que deberá entregarse. (<i>No</i> se refiere a los insumos necesarios para producir los Componentes.)	Fuentes de información para cada indicador, para verificar en qué medida se produjo cada Componente. Pueden incluir fuentes primarias (encuestas, observación directa, etc.) así como fuentes secundarias (información recogida regularmente).	Componentes a Propósito Acontecimientos, condiciones o decisiones importantes (<i>fuera del control del ejecutor</i>) que tienen que ocurrir, junto con la producción de los Componentes, para lograr el Propósito del proyecto.
ACTIVIDADES Son aquellas que el ejecutor debe cumplir para producir cada uno de los Componentes del proyecto y que implican costos. Se hace una lista de actividades importantes en orden cronológico para producir cada Componente.	Esta celda contiene el costo para cada Actividad; las sumatorias representan el costo de cada Componente a ser producido por el proyecto.	En esta celda se identifican los registros contables y financieros donde un evaluador puede obtener información para verificar si el presupuesto se gastó como estaba planeado.	Actividades a Componentes Acontecimientos, condiciones o decisiones (<i>fuera del control del ejecutor</i>) que tienen que ocurrir, junto con las Actividades, para producir los Componentes del proyecto.

^{17/} BID, Curso de Marco Lógico desarrollado por Internet.

GLOSARIO

- 1.- **AGUA CONTABILIZADA**
Volumen de agua consumido. Comprende el volumen de agua consumido por usuario con medidor y el volumen de agua consumido por usuario sin medidor.
- 2.- **AGUA NO CONTABILIZADA**
Volumen de agua producido pero no consumido. Comprende las pérdidas de agua por fugas en la red, submedición, deficiente asignación de consumos y consumos clandestinos. Se expresa como porcentaje del volumen producido.
- 3.- **AGUA NO FACTURADA**
Volumen de agua producida pero no facturada. Se expresa como porcentaje del volumen de agua producida. Bajo condiciones de micromedición universal (todos los usuarios cuentan medidor de consumo) el agua no facturada es igual al agua no contabilizada.
- 4.- **AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
Véase: Agua Potable.
- 5.- **AGUA POTABLE**
Es el agua que por su calidad química, física, bacteriológica y organoléptica es apta para el consumo humano.
- 6.- **AGUA PRODUCIDA**
Volumen periódico de agua, expresado en metros cúbicos, que ha sido tratado para su distribución entre los usuarios de una EP (Empresa Prestadora).
- 7.- **AGUAS RESIDUALES**
Véase: Aguas Servidas.
- 8.- **AGUAS SERVIDAS**
Usado por: Aguas Residuales (aguas cloacales, aguas negras, desagües, líquidos cloacales).
Efluentes que resultan del uso del agua en la vivienda, el comercio o la industria. Reciben materia orgánica e inorgánica, organismos vivos, elementos tóxicos, entre otros, que las hacen inadecuadas para usos benéficos y es necesario su evacuación, recolección y transporte para tratamiento y disposición final.
- 9.- **AGUAS SERVIDAS TRATADAS**
Aguas servidas procesadas en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad, señalados por la autoridad sanitaria, con relación a la clase de cuerpo receptor al que serán descargadas o a sus posibilidades de uso.
- 10.- **ÁMBITO DE ADMINISTRACIÓN**
Ámbito geográfico correspondiente a las provincias y distritos cuyos sistemas de agua potable y alcantarillado son administrados por una EP.
- 11.- **CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA**
Características del agua referida a la presencia de colonias de coliformes totales, termotolerantes (fecales) y heterotróficas.
- 12.- **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA**
Características del agua referida a la presencia de microorganismos patógenos: bacterias, helmintos, protozoarios y otros.
- 13.- **CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE**
Condición del agua en cuanto a sus características organolépticas y fisicoquímicas como sabor, color, olor, turbiedad, contenido de minerales entre otros.
- 14.- **CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS O DESAGÜES**
Volumen en metros cúbicos de agua que un sistema de tratamiento o una empresa puede tratar para lograr las condiciones mínimas de calidad. Condiciones requeridas para el vertimiento de aguas servidas en las fuentes receptoras o para su uso en la agricultura, sin peligro de contaminación.
- 15.- **CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE**
Volumen en metros cúbicos de agua que un sistema de producción o una empresa puede potabilizar en un periodo determinado. Potabilización realizada mediante los procesos de presedimentación, coagulación, floculación, sedimentación y desinfección o cloración y otros. Procesos establecidos para lograr las condiciones organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas exigidas en la calidad del agua potable.
- 16.- **CAPTACIÓN**
Estructura ciclópea, de concreto o de otro material apropiado y resistente construida para reunir las aguas crudas de una fuente de agua a ser tratadas y distribuidas.
- 17.- **CATASTRO DE USUARIOS**
Padrón o registro ordenado de todos los usuarios (de los servicios de saneamiento) reales, factibles y potenciales que constituyen el mercado consumidor de la EP.
- 18.- **CAUDAL**
Volumen de agua que pasa por una determinada sección en la unidad de tiempo.
- 19.- **CENTRO POBLADO**
Es todo lugar del territorio nacional, identificado con un nombre y habitado con ánimo de permanencia. En un centro poblado, los habitantes se encuentran vinculados por intereses comunes de carácter económico, social, cultural e histórico.
- 20.- **CENTRO POBLADO DE ÁMBITO RURAL**
Es todo lugar del territorio nacional que no excede los 2,000 habitantes, de acuerdo a las definiciones y cifras oficiales del INEI.

21.- CENTRO POBLADO DE ÁMBITO URBANO

Es todo lugar del territorio nacional que cuenta con un mínimo de 100 viviendas agrupadas contiguamente. Asimismo, se considera a los centros poblados que son capitales de distrito, aún cuando no reúnan la condición indicada.

22.- CLORACION

Aplicación de cloro (gas licuado) o compuestos de cloro (hipocloritos) al agua cruda con propósito de desinfectarla.

23.- CLORO

Sustancia química disponible en forma de gas licuado de color amarillo verdoso más pesado que el aire y empleado en la desinfección.

24.- COBERTURA DEL SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE

Proporción de la población o de las viviendas de un determinado ámbito geográfico que cuenta con el servicio de agua potable mediante conexiones domiciliarias.

Se puede expresar como un porcentaje con respecto a la población total.

25.- COBERTURA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ALCANTARILLADO

Proporción de la población o de las viviendas de un determinado ámbito geográfico que cuenta con servicio domiciliario de alcantarillado.

Se puede expresar como un porcentaje con respecto a la población total.

26.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS EN EL ÁMBITO DE ADMINISTRACIÓN DIRECTA DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS

Proporción de la población residente en las localidades de dos mil o más habitantes, del ámbito de responsabilidad de las EPS, que es servida por éstas mediante los sistemas de agua potable y alcantarillado con conexiones domiciliarias.

27.- COBERTURA DE LOS SERVICIOS EN EL ÁMBITO DE LAS JUNTAS ADMINISTRADORAS

Proporción de la población residente en las localidades menores de dos mil habitantes que es servida por la JASS, mediante los sistemas de agua potable y de alcantarillado más letrinas.

28.- CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA

Tramo de tubería y demás componentes comprendidos entre la red de distribución y la caja domiciliaria, incluida esta última.

29.- CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO

Tramo de tubería y componentes comprendido entre la red de recolección y la caja de registro de alcantarillado, incluida esta última.

30.- CONEXIONES CON MEDIDOR

Conexiones domiciliarias de agua potable que cuenta con su respectivo medidor de consumo operativo.

31.- CONCESIÓN

Acto jurídico de naturaleza administrativa mediante el cual las municipalidades provinciales otorgan a una EP el derecho a la prestación de uno o más servicios de saneamiento en una determinada área geográfica así como el derecho a la construcción, reparación y conservación de las obras de infraestructura.

La concesión de las obras autoriza a la empresa concesionaria a la prestación de uno o más servicios de saneamiento en una determinada área geográfica, de acuerdo con lo que establezca el respectivo contrato.

32.- CONSEJO DIRECTIVO DE LA JASS

Órgano de Administración de la JASS que es elegido por la Asamblea General y está conformada por su Presidente, Secretario, Tesorero y dos Vocales.

33.- CONSUMO ASIGNADO

Cantidad de agua potable expresada en metros cúbicos por conexión domiciliaria que se atribuye como consumo mensual a los usuarios para la facturación correspondiente.

Se utiliza en ausencia de la micromedición.

34.- CONSUMO MÍNIMO

Volumen mensual que establece el cobro mínimo mensual para aquellos inmuebles de área reducida, limitado número de ocupantes y escasa dotación de agua.

35.- CONSUMO PROMEDIO

Consumo medido con certeza, se toma como base un promedio de los consumos anteriores.

36.- CONSUMO UNITARIO MEDIDO

Volumen promedio consumido de agua potable, con medidor leído, por conexión. Se expresa en litros/día por habitante servido o en metros cúbicos por mes por conexión con medidor leído. Se calcula por localidad y se pondera al nivel de la EP.

37.- CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Número de horas diarias en que se provee el agua en una determinada localidad, sector urbano, o en el conjunto de localidades que conforman el ámbito de una EP.

Los indicadores sobre continuidad en una EP, miden la continuidad promedio, mínima y máxima.

38.- CONTRATO SUBSIDIARIO DE CONCESIÓN

Relación contractual por la que una EP municipal actuando como concedente, entrega a otra privada o mixta uno o más sistemas de los servicios de saneamiento para que los preste, bajo su directa supervisión con la obligación de operar, renovar, mantener, rehabilitar y ampliar dichos servicios.

En el caso de no existir total o parcialmente servicios, la concesión puede abarcar la ejecución de obras de infraestructura, aceptadas o fijadas por la EP municipal, de modo que la empresa privada o mixta obtenga como contrapartida la explotación de los servicios, por un plazo determinado.

en dinero, materiales, equipos, mano de obra u obras de instalaciones específicas.

39.- CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Proceso permanente y sistemático de comprobación, mediante programas establecidos de muestreo y otros procedimientos, que realiza cada empresa de servicios para verificar que el agua distribuida se ajuste a las exigencias de las normas respectivas.

40.- COSTO DE PRODUCCIÓN

Costo en que se incurre por el pago de los recursos utilizados en la generación de un bien o servicio, los cuales pueden estar relacionados con: la materia prima, los salarios y todos los otros conceptos que inciden en la producción.

41.- COSTO DE VENTAS (en el Sector Saneamiento)

Comprende todos los costos operacionales relacionados a la captación del agua cruda, tratamiento, producción, distribución, almacenamiento de agua potable, recolección, tratamiento y evacuación de aguas servidas; operación y mantenimiento de los sistemas operativos que figuran en el estado de pérdidas y ganancias, incluyendo sus depreciaciones.

El costo de ventas no incluye los gastos administrativos ni los de comercialización. Tampoco involucra a los gastos financieros ni a las provisiones.

42.- COSTO INCREMENTAL PROMEDIO

Estimador del costo marginal del servicio de agua potable y/o alcantarillado. Representa el costo adicional que como promedio, genera cada metro cúbico del servicio en una situación de eficiencia.

43.- COSTO MARGINAL

Costo que se añade al costo total por cada unidad adicional que produce la EP.

El costo marginal suele usarse como una referencia para fijar tarifas, cuando se busca simular la eficiencia del mercado, en condiciones de competencia perfecta. Esto último no necesariamente garantiza que se cubran los costos totales, por lo que suele utilizarse el «Costo Medio» como una «segunda mejor alternativa».

44.- COSTO MEDIO ANUAL

Valor unitario en metro cúbico, que resulta de considerar los costos de explotación (sin depreciación y otras provisiones), las inversiones financiadas con recursos de la EPS, el servicio de la deuda, los impuestos, así como un nivel de rentabilidad, todo esto dividido entre el volumen total de agua potable facturado en un año. Este valor será propuesto por la misma EP y establecido por la SUNASS en el «estudio tarifario» respectivo. El costo medio anual tiene carácter financiero y de corto plazo. Se calcula para comprobar que será cubierto por la tarifa media de la EP.

45.- COSTO MEDIO DE LARGO PLAZO (CMeLP)

Valor promedio por unidad de agua potable distribuida (metro cúbico) que la EP requiere recabar en un horizonte de planeamiento de largo plazo para financiar todas sus actividades y alcanzar las metas de gestión previstas.

46.- CUERPO RECEPTOR

Curso o recipiente natural de agua en el cual se vierten las aguas residuales.

47.- CUOTA FAMILIAR

Retribución que hacen los usuarios del ámbito rural, a la organización comunal conformada con el fin de prestar los servicios de saneamiento, y que retribuyen los costos de administración, operación y mantenimiento de dichos servicios

48.- DEMANDA DE CLORO

Consumo de cloro por acción de las sustancias o productos químicos y biológicos. Está representado por la diferencia entre el cloro añadido y la cantidad de cloro residual total, remanente al final de un periodo de contacto especificado.

49.- DEMANDA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

Volumen de agua potable que los distintos grupos poblacionales, están dispuestos a consumir bajo +-ciertas condiciones tales como: calidad del servicio, tarifa, ingreso, etc.

50.- DEMANDA DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Capacidad requerida del sistema de alcantarillado para recolectar la totalidad del volumen de aguas servidas producidas por la población correspondiente al ámbito de responsabilidad de la EP.

ciones mínimas, promedio per cápita, en función del tamaño de la población y del clima de la localidad respectiva.

51.- DESINFECCIÓN

Proceso que consiste en eliminar los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en el agua, mediante el uso de equipos especiales o sustancias químicas apropiadas.

52.- DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS

Recolección, conducción y tratamiento de excretas.

53.- DOTACIÓN DEL AGUA POTABLE

Parámetro normativo de la cantidad promedio en litros de agua potable por habitante al día estipulado como necesario para satisfacer las necesidades cotidianas.

La legislación peruana establece dotaciones mínimas, promedio per cápita, en función del tamaño de la población y del clima de la localidad respectiva.

54.- EFLUENTE

Líquido que sale de un proceso de tratamiento de aguas. Si no hay especificaciones adicionales, podrá entenderse como «efluente de aguas residuales».

55.- EFLUENTE FINAL

Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas. Si no hay especificaciones adicionales, podrá entenderse como «efluente final de aguas residuales».

56.- EMISOR

Tramo de tubería comprendida entre la red de alcantarillado y el punto de descarga de las aguas residuales.

57.- EMPRESAS PRESTADORAS

Use también: Entidad Prestadora.

Entidades públicas, privadas y mixtas que brindan servicios de saneamiento.

58.- EMPRESA PRESTADORA MIXTA

Empresa de economía mixta, con capital suscrito por las municipalidades y por personas naturales o jurídicas privadas, de acuerdo a lo que establece la normativa vigente.

59.- EMPRESA PRESTADORA MUNICIPAL

Empresa con capital social de propiedad de las Municipalidades, de acuerdo a lo que establece la normativa vigente.

60.- EMPRESA PRESTADORA PRIVADA

Empresa con capital suscrito íntegramente por personas naturales o jurídicas privadas, de acuerdo a lo que establece la normativa vigente.

61.- EMPRESA PRESTADORA PÚBLICA

Empresa que se encuentra en el ámbito de la actividad empresarial del Estado, de acuerdo a lo que establece la normativa vigente.

62.- ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Véase también: **Empresa Prestadora o Entidad Prestadora.**

Es la empresa pública, privada o mixta constituida con el exclusivo propósito de brindar los servicios de saneamiento.

63.- ESTRUCTURA TARIFARIA

Tabla que muestra las diferentes tarifas que deben pagar los usuarios de los servicios de saneamiento, de acuerdo a la clasificación establecida por la SUNASS. Asimismo, para los usuarios que no cuentan con medidor, se muestra las asignaciones de consumo correspondientes.

64.- EXCRETAS

Residuos de los alimentos que después de la digestión y pasado por los intestinos son expulsados por el cuerpo humano. Las excretas constituyen uno de los contenidos principales de los desagües domésticos.

65.- FACTURACIÓN

Procedimiento que establece el importe a pagar por el volumen de consumo del usuario y se prepara el comprobante de pago por los servicios que brinda la empresa (emisión de recibos o facturas por la prestación de los servicios de saneamiento).

66.- FACTURACIÓN PROMEDIO

Indicador de eficiencia en la gestión de una empresa. Indica el promedio facturado por concepto de agua potable y alcantarillado. Se calcula en nuevos soles (S/.) por conexión (agua potable) por mes.

67.- FUENTE DE AGUA

Lugar de producción natural de agua que puede ser de origen superficial (acequia o río) o subterráneo (manantial o pozo).

68.- INGRESOS TARIFARIOS

Ingresos que perciben las empresas por la prestación de los servicios de saneamiento, en los que están comprendidos el suministro de agua potable, y alcantarillado sanitario y pluvial.

69.- INSTALACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

Unión física entre la red de agua y el predio a través de un tramo de tubería que incluye la caja del medidor. En el caso de conexiones de alcantarillado, comprende la unión física entre el colector público y el límite de la propiedad de cada predio.

70.- JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)

Asociación civil que se encarga de manera exclusiva, de la prestación de servicios de saneamiento en uno o más centros poblados del ámbito rural.

71.- JUNTA GENERAL DE ACCIONISTAS

Órgano de mayor jerarquía de una sociedad anónima. En el caso de una EP municipal, esta conformado por un representante de cada una de las municipalidades provinciales y distritales en cuyo ámbito opera la EP.

72.- LABORATORIO ACREDITADO

Véase también: **Acreditación.**

Laboratorio de ensayo al cual se le ha otorgado la acreditación (por parte del INDECOPI).

73.- LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Estructura de represamiento que trata las aguas residuales mediante procesos de autopurificación biológicos, químicos y físicos.

74.- LECTURA DEL MEDIDOR

Acto de leer el estado que indica el registrador de consumo de un medidor.

75.- LETRINAS

Estructura con diseño sanitario que permite la adecuada disposición de las excretas.

76.- LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Tramo de tubería que conduce el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento.

77.- MEDIDAS DE EMERGENCIA

Son aquellas medidas, orientadas a superar las consecuencias del impacto de una determinada amenaza en un servicio de saneamiento. Incluye:

1. Medidas inmediatas: que se deben tomar luego de producida la emergencia. Están orientadas a la activación del comité o comités operativos de emergencia y la organización para afrontar la emergencia.
2. Medidas de restablecimiento: que se toman después de haber sido puestas en práctica las medidas inmediatas. Están orientadas a poner en funcionamiento, en el más corto plazo posible, el servicio de saneamiento afectado por un desastre, sin que necesariamente se hayan reconstruido las partes afectadas.

78.- MEDIDAS DE REHABILITACIÓN O RECONSTRUCCIÓN

Son aquellas medidas orientadas a colocar los servicios de saneamiento afectados por los desastres en las condiciones que tenían antes del mismo.

79.- MEDIDOR DE AGUA

Instrumento o dispositivo que mide el volumen de agua que fluye a través de una conexión procedente de la red pública con el fin de abastecer a un predio.

80.- MACROMEDICIÓN

Sistema de medición del volumen de agua que se registra en la entrada o salida de una planta de tratamiento, estación de bombeo o tramo de aducción.

81.- MICRO MEDICIÓN

Sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada usuario de un sistema de abastecimiento de agua potable.

82.- NIVEL DE MOROSIDAD

Indicador de eficiencia en la gestión de una EP. Indica la proporción que representa a las cuentas por cobrar, al final del período, respecto al importe facturado por agua potable y alcantarillado durante el período.

83.- NORMA METROLÓGICA PERUANA

Documento técnico aprobado por la Comisión de Normas Técnicas, Meteorología, Control de Calidad y Restricciones Parancelarias de INDECOPI, que establece las características metrológicas, los errores permisibles y los métodos de ensayo de un medio de medición.

84.- OFERTA DE AGUA POTABLE

Use también: **Volumen distribuido**

Volumen de agua potable que efectivamente ingresa por las conexiones de los usuarios del servicio.

85.- OFERTA DE SERVICIOS DE ALCANTARILLADO

Disponibilidad del sistema de alcantarillado medida en volumen de agua residual factible de recolectar.

86.- PERDIDAS COMERCIALES DE AGUA POTABLE

Diferencias existentes entre el volumen distribuido y el volumen facturado a los usuarios. Se explica por la existencia de asignaciones de consumos, por la presencia de usuarios clandestinos, por errores en la medición y otras deficiencias en el proceso de facturación de la EP.

Esta distorsión usualmente da como resultado un volumen de pérdidas de agua potable, aunque en algunos casos es posible que se aprecien ganancias en términos netos.

87.- PERDIDA DE AGUA EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Diferencia entre la cantidad de agua captada y la cantidad de agua utilizada en los sistemas de producción y distribución.

88.- PERDIDA DE AGUA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Diferencia entre la cantidad de agua entregada al sistema de distribución y la cantidad de agua entregada a los usuarios, la cual se determina mediante equipos de micromedición. Incluye las pérdidas que se produzcan en la caja del medidor, elemento hasta el cual la operación y mantenimiento es de responsabilidad de la EP.

89.- PERDIDA DE AGUA EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Diferencia entre la cantidad de agua captada por sistema de producción y la cantidad de agua entregada al sistema de distribución, descontando la cantidad de agua empleada en el sistema de producción.

90.- PERDIDAS FÍSICAS (DE AGUA POTABLE) EN REDES

Volumen de agua potable, expresado en metros cúbicos, que no logra ser distribuido a los usuarios de una EP debido a filtraciones, rotura de redes y demás deficiencias técnicas que se producen en las redes públicas de abastecimiento.

91.- PILETA PÚBLICA

Instalación que suministra agua potable de manera comunitaria a falta de conexión domiciliar para cada vivienda.

92.- PLAN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Documento que presenta el conjunto de medidas y obras de reforzamiento que deben implementarse antes del impacto de la amenaza y que están dirigidas a reducir o disminuir la vulnerabilidad de los componentes de los sistemas que integran los servicios de saneamiento frente a los desastres.

93.- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Conjunto de estructuras y/o equipos que sirven para potabilizar el agua.

94.- POBLACIÓN SERVIDA CON AGUA POTABLE

Personas que cuentan con el servicio de saneamiento de agua potable.

95.- POBLACIÓN SERVIDA CON ALCANTARILLADO

Personas que cuentan con el servicio de saneamiento de alcantarillado.

96.- POSTCLORACIÓN

Aplicación de cloro al agua tratada con la finalidad de mantener un residual mínimo en las redes de distribución.

97.- PREDIO

Edificación o terreno, o el conjunto de ambas.

98.- PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Suministro del servicio de saneamiento por una EP o una JASS, a uno o más usuarios dentro de su ámbito de responsabilidad.

99.- PRODUCCIÓN UNITARIA

Indicador de eficiencia en la gestión de una EP. Indica el volumen promedio de agua potable producido por persona servida o por conexión (total). Puede expresarse en litros día por habitante servido (l/h/d), o en metros cúbicos por mes por conexión total, (m3/conex/mes). Se calcula por localidad y se pondera al nivel de la empresa prestadora.

100.- REAPERTURA DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE

Habilitación, por cancelación de deuda o a solicitud del usuario, del servicio de agua potable hacia el predio.

101.- RECAUDO

Comprobante con el que se documenta un hecho jurídico o una declaración de voluntad.

102.- REGISTRO DE CONSUMOS

Anotación de la lectura del medidor, que registra cierto volumen de agua potable que ha fluído por el mismo, durante un periodo determinado.

103.- RESERVORIO

Estructura que permite el almacenamiento del agua potable para garantizar el abastecimiento a la red de distribución y mantener una adecuada presión de servicio.

104.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que distribuyen el agua potable.

105.- RESIDUOS SÓLIDOS

Material residual sólido procedentes de actividades urbanas, industriales o agrarias.

106.- REUBICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

Traslado total de la conexión domiciliaria de agua o de alcantarillado a otra ubicación.

107.- REUBICACIÓN DE LA CAJA DEL MEDIDOR DOMICILIARIO

Traslado de la caja del medidor a otra ubicación.

108.- REUSO DE AGUAS SERVIDAS

Usado por: **Aprovechamiento de Aguas Servidas.**

Utilización de aguas servidas debidamente tratadas para un propósito específico.

109.- ROTURAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Indicador de eficiencia en la gestión de una EP. Mide el estado de las tuberías de la red de distribución de agua potable.

Se expresa como el número de roturas en la red de distribución y en las conexiones de agua potable ocurridas en el período por kilómetro de red o por conexión de agua potable (total). Se evalúa por localidad y se consolida por EP.

110.- SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Comprende los servicios de agua potable, alcantarillado y disposición sanitaria de las excretas.

111.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Conjunto de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipos utilizados para la captación, almacenamiento y conducción de agua cruda; tratamiento, almacenamiento y conducción de agua potable; redes de distribución, conexiones domiciliarias incluyendo el medidor de consumo, piletas públicas u otras.

112.- SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Conjunto de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipos utilizados para la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales.

113.- SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Parte del sistema de abastecimiento de agua que comprende el almacenamiento, aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias, inclusive la medición, pileta pública, surtidores, unidad sanitaria u otros.

114.- SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Parte del sistema de abastecimiento de agua que comprende la captación, almacenamiento y conducción de agua cruda, tratamiento y conducción de agua tratada.

115.- SISTEMA TÉCNICO

Esta referido a los activos fijos que permiten presentar los servicios de agua potable y/o alcantarillado sanitario en una localidad. La interconexión de los activos, de dos o más localidades, se constituyen en un solo sistema técnico .

116.- SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Conjunto de procesos, operaciones y obras que son necesarias para lograr la depuración de las aguas servidas, que pueden incluir, además de los procesos de tratamiento tradicionales, obras de conducción y estaciones de bombeo, lagunas de tratamiento y de compensación, entre otros.

117.- SUBSECTOR SANEAMIENTO

Ámbito en el que se desarrollan las acciones relacionadas a la salubridad de la población en general, como agua potable, desagüe, tratamiento de desperdicios, entre otros.

En el marco legal peruano se ha considerado dentro del subsector saneamiento solo a los servicios de agua potable, desagüe, alcantarillado pluvial y la disposición sanitaria de excretas.

Las entidades intervinientes en este sector son: el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como ente rector, el Ministerio de Economía y Finanzas que regula aspectos presupuestales, la SUNASS que regula y fiscaliza la prestación de los servicios, el Ministerio de Salud que norma y controla la calidad del agua potable, el Ministerio de Agricultura que regula el manejo de recursos hídricos, y los Municipios Provinciales responsables de la prestación de los servicios de saneamiento y que, como tales, otorgan el derecho de explotación a las EP públicas, privadas o mixtas.

118.- TANQUE IMHOFF

Tanque de sedimentación, usado para el tratamiento primario de las aguas residuales.

119.- TANQUE SÉPTICO

Unidad que permite el tratamiento primario de las aguas servidas o negras (residuales)

120.- TARIFA DE SERVICIO

Conjunto de precios que cobra la EPS, determinados específicamente y autorizados por concepto de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y servicios colaterales.

121.- TARIFA MEDIA

Valor unitario de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, expresado en soles (S/.) por metro cúbico (M3). Las Tarifas Medias se calcularán considerando el monto facturado (sin IGV) del servicio de agua potable y/o alcantarillado sanitario dividido entre el volumen facturado (en metros cúbicos) de agua potable.

122.- TARIFAS MEDIAS ANUALES

Valor de las Tarifas Medias para cada año, del horizonte de planeamiento.

123.- TASA DE ACTUALIZACIÓN

Use también: **Tasa de descuento.**

Tasa que hace equivalente el valor del dinero en el tiempo con respecto a un año base. La tasa de actualización es un factor importante que sirve para determinar el costo medio de largo plazo y/o el costo incremental promedio de una EPS.

124.- TASA PERIÓDICA DE AJUSTE REAL

Tasa porcentual de reajuste de las Tarifas Medias Anuales de una EPS.

125.- TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Procedimiento para potabilizar el agua que incluye los procesos de presedimentación, coagulación, floculación, sedimentación y desinfección o cloración y otros procedimientos establecidos para lograr las condiciones físicoquímicas y microbiológicas exigidas de la calidad del agua potable.

126.- TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

Procedimiento para reducir a un nivel aceptable la presencia de elementos contaminantes en las aguas servidas antes de su descarga o vertimiento en las fuentes o cuerpos receptores o para el rehuso en la agricultura, sin peligro de contaminación.

Los tipos de tratamiento de aguas servidas pueden ser: plantas de tratamiento, lagunas de oxidación, tanques Imhoff, entre otros.

127.- TURBIEDAD

Estado subóptimo de la calidad del agua potable en el que se comprueba la presencia de elementos en suspensión que impiden el paso libre de la luz a través de la misma.

128.- UNIDAD DE USO

Predio, o sección del mismo, que presenta un uso independiente de los servicios de agua potable y/o alcantarillado y que cuenta, además, con un punto de agua y/o de desagüe.

129.- UNIDAD OPERACIONAL

Unidad del sistema de abastecimiento de agua potable que realiza la función específica de captación, conducción, bombeo, tratamiento, almacenamiento o distribución del agua.

130.- USUARIO

Persona natural o jurídica que se encuentra en posesión legal de un predio y está en posibilidad de hacer uso legal del suministro respectivo.

131.- VALOR RESIDUAL DE REEMPLAZO

Valor nuevo de un activo al que se resta su depreciación de uso, de acuerdo con el consumo de su vida útil.

132.- VICE-MINISTERIO DE SANEAMIENTO

Ente rector del Estado en los asuntos referentes a los servicios de saneamiento. El Vice-Ministerio de Saneamiento es un organismo dependiente del Ministerio de Transporte, Comunicación, Vivienda y Construcción que establece las políticas y objetivos estratégicos para el desarrollo y sostenibilidad de los servicios, asimismo prioriza los proyectos de inversión y la asignación de recursos para el sector saneamiento, en concordancia con la Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.

133.- VOLUMEN DE REGULACIÓN

Volumen para compensar las fluctuaciones de consumo que afectan a los reservorios y demás sistemas técnicos de las EPS, durante un período determinado.

134.- VOLUMEN DE RESERVA

Volumen de agua almacenada en los reservorios y demás sistemas técnicos de las EPS, para casos de emergencia.

135.- VOLUMEN FACTURADO UNITARIO

Indicador de eficiencia en la gestión de una EPS; indica el volumen de agua potable facturado promedio por persona servida o por conexión (total). El primero se expresa en litros por día por habitante servicio (lphd), y el segundo en metros cúbicos por mes por conexión (total), (M /conex./mes). Se calcula por localidad y se pondera a nivel de la EPS.

136.- VOLUMEN MACRO MEDIDO

Cantidad de agua potable registrada en metros cúbicos por los sistemas de medición de la planta, respecto al total producido.

137.- VOLUMEN MICRO MEDIDO

Cantidad de agua potable registrada en metros cúbicos por los medidores domiciliarios, respecto al total de agua distribuida.

138.- VOLUMEN PRODUCIDO

Cantidad de agua potable que proviene de una fuente o planta de tratamiento y que abastece a la población de una localidad o localidades que conforman el ámbito de responsabilidad de una EPS. Se expresa en metros cúbicos por segundo, por mes o por año.

139.- VOLUMEN TRATADO DE AGUA SERVIDA

Cantidad de agua servida que es tratada antes de su vertimiento en un cuerpo receptor.

140.- ZONA DE ABASTECIMIENTO

Área delimitada en función de la influencia del reservorio y otros componentes del sistema de distribución.

