



GUÍA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO DE
VIABILIDAD PARA PROYECTOS DEL PROMAGUA:
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ABRIL 2010

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO | 4 |
| 1.1 Datos de la empresa que presenta el estudio de viabilidad | 4 |
| 1.2 Entidades involucradas y beneficiarios..... | 5 |
| 1.3 Objetivo del proyecto..... | 5 |
| 2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL | 5 |
| 2.1 Delimitación del área de estudio..... | 5 |
| 2.2 Marco Físico | 6 |
| 2.2.1 Condiciones climatológicas e hidrológicas | 6 |
| 2.2.2 Geología y Edafología..... | 6 |
| 2.2.3 Plano base del área delimitada de estudio con sus principales características..... | 6 |
| 2.2.4 Salud e higiene..... | 7 |
| 2.2.5 Características del entorno urbano | 7 |
| 2.2.6 Aspectos sociales | 7 |
| 2.2.7 Características de las vías de comunicación en el área de influencia..... | 7 |
| 2.2.8 Principales actividades económicas del área de influencia del proyecto y niveles de ingreso de la población | 8 |
| 2.2.9 Contexto normativo | 8 |
| 2.3 Sistema de saneamiento y generación de aguas residuales..... | 8 |
| 2.3.1 Identificación de puntos de descarga de aguas residuales..... | 8 |
| 2.3.2 Obras hidráulicas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales | 8 |
| 2.4 Aprovechamiento actual y potencial de las aguas residuales..... | 9 |
| 2.5 Descripción de la problemática | 9 |
| 2.6 Propósito del proyecto..... | 10 |
| 2.7 Análisis de oferta y demanda | 10 |
| 2.7.1 Proyección de la población al horizonte del proyecto..... | 10 |
| 2.8 Proyección de la generación de agua residual | 10 |
| 3 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS | 14 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS | 14 |
| 5 | ORDENACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... | 17 |
| 6 | EVALUACIÓN FINANCIERA PRELIMINAR..... | 18 |
| 7 | SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PREDIO | 20 |
| 8 | EVALUACIÓN AMBIENTAL | 21 |
| 8.1 | Caracterización y análisis de la calidad ambiental actual del sitio..... | 21 |
| 8.2 | Diagnóstico de cumplimiento de la legislación ambiental | 22 |
| 8.3 | Evaluación de impactos ambientales..... | 22 |
| 8.4 | Propuesta de medidas de prevención, control y mitigación de los Impactos Ambientales. | 25 |
| 9 | CONCLUSIONES DEL ESTUDIO..... | 25 |
| | ANEXO I. CÁLCULO DE INDICADORES | 26 |
| | ANEXO 2. MONTO DE INVERSIÓN | 27 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 28 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 2.1 | Proyección del consumo del sistema de agua potable..... | 12 |
| Tabla 2.2 | Proyección del consumo del sistema de agua potable..... | 13 |
| Tabla 2.3 | Cálculo de las aguas residuales del sistema | 13 |
| Tabla 2.4 | Aportaciones de agua residual por cuenca | 13 |
| Tabla 4.1 | Matriz de alternativas..... | 15 |
| Tabla 5.1 | Selección de alternativas..... | 18 |
| Tabla 6.1 | Comparación de costos entre alternativas propuestas | 19 |
| Tabla 8.1 | Matriz de Leopold para la calificación de los impactos ambiental | 23 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 5.1 | Posibles decisiones para cada alternativa | 17 |
|------------|---|----|

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente guía es orientar al promotor del proyecto en la elaboración del estudio de evaluación de viabilidad para proyectos en materia de tratamiento de agua residual. La adecuada preparación de este estudio ayudará a determinar, ante una problemática existente, si se está planteando la solución técnicamente más adecuada, viable ambientalmente, de menor costo y financieramente posible.

El estudio deberá realizarse con información existente en las fuentes de las distintas dependencias federales, estatales, municipales y particulares, tales como el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), entre otras. Se hará especial énfasis en la búsqueda de estudios, anteproyectos y/o proyectos realizados por las distintas dependencias e instituciones competentes.

El estudio a este nivel, permitirá además, tener una idea del costo que tendría el proyecto, permitiendo con ello, presentar la solicitud de financiamiento de los estudios de preinversión y posteriormente para la ejecución del proyecto, ante el Banco Nacional de Obras (BANOBRAS) y el llenado de la ficha técnica requerida para el mismo fin.

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

El objetivo del estudio es determinar que ante una problemática existente, se esté planteando la solución técnicamente más adecuada, viable ambientalmente, de menor costo y financieramente posible. Lo anterior deberá realizarse con información existente y recorridos de campo y estudios específicos en caso de considerarse necesario.

En esta sección se deben detallar los siguientes puntos:

1.1 Datos de la empresa que presenta el estudio de viabilidad

En este apartado se deben incluir todos los datos de la empresa que presenta el estudio de viabilidad y del representante legal de la empresa ejecutora (en caso de que hubiera) como son: nombre, denominación o razón social de la empresa, registro federal de contribuyentes (RFC), dirección, nombre de los responsables del proyecto, y página web. Se debe describir la estructura organizacional de la empresa y un listado de los miembros responsables a cargo del estudio.

1.2 Entidades involucradas y beneficiarios

Indicar quienes son las entidades involucradas (municipio, organismo operador, Comisión Estatal de Agua (CEA), entre otros) y los beneficiarios del proyecto.

1.3 Objetivo del proyecto

Se especificará la prioridad del proyecto y la manera en que se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales que aplican a la dependencia o entidad encargada de la ejecución del proyecto. En el plano sectorial, el objetivo del tipo de proyectos aquí tratados debe estar ligado a los Objetivos Nacionales números 2 y 6 del Programa Nacional Hídrico 2007-2012, de la Comisión Nacional del Agua que dicen textualmente “Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento” y “Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos”.

2 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Este apartado considera los aspectos principales que permiten tener un panorama general de la situación actual de la región en estudio. Se consideran aspectos físicos, como la delimitación del área de estudio, las condiciones climatológicas e hidrológicas, información geológica y edafológica. Para la recopilación de información es imprescindible contar con datos reales para lo cual, será necesario realizar al menos una visita de campo, además de recopilar información en dependencias federales, estatales y municipales. A continuación se describe a detalle la información requerida en cada uno de los aspectos citados anteriormente.

2.1 Delimitación del área de estudio

Se deberá realizar una descripción de la localización física y las coordenadas geográficas de la localidad y de la zona en estudio, así como las jurisdicciones a las que pertenece, indicando en forma precisa sus principales límites políticos, su extensión territorial en km² y población actual estimada. Esta información debe plasmarse en el plano cuyas características se describen en el apartado 2.2.4.

2.2 Marco Físico

En este apartado deberán describirse brevemente las principales características que permitirán tener un panorama general del marco físico de la región en estudio, entre las que se cuentan:

2.2.1 Condiciones climatológicas e hidrológicas

Se deberá realizar un breve análisis del clima del área en estudio proporcionando cuadros con el comportamiento general de los principales componentes climatológicos, como son: precipitación pluvial anual, así como los meses en los que se presenta el mayor porcentaje de lluvia; insolación; temperatura; evaporación; evapotranspiración; vientos y clasificación del clima; altitud e intemperismos severos, con datos mínimo de los últimos 5 años. El tipo de clima a la cual pertenece la región de estudio, debe estar de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García para la República Mexicana. Las cartas de climas se encuentran disponibles en www.inegi.gob.mx, y proporcionan información de los registros de temperatura y precipitación media anual de todas las estaciones meteorológicas.

En cuanto a la información hidrológica, esta deberá incluir una descripción de la hidrología de la región en estudio, identificando las cuencas y sus respectivas corrientes e indicando sus caudales y volúmenes anuales de escurrimiento, medios, mínimos y máximos. De existir información, se incluirán características de calidad de las aguas. Además, se deberá realizar una descripción de los recursos y aprovechamiento del agua subterránea, indicando sus características principales como: capacidades, caudales de extracción, calidad y usos. El análisis deberá realizarse por lo menos para los últimos 5 años.

2.2.2 Geología y Edafología

Se deberá proporcionar la información geológica general de la zona en donde se ubicará la planta de tratamiento donde se señalarán las características del suelo y toda aquella información que sea de utilidad. Esta información podrá encontrarse en cartas geológicas del INEGI, visitas de observación y estudios anteriores.

2.2.3 Plano base del área delimitada de estudio con sus principales características

Se incluirá un plano base del área en donde se ubicará la principal infraestructura de alcantarillado, la(s) planta(s) de tratamiento, indicando la principal infraestructura de conducción de las aguas residuales, tanto existente como de proyecto. Se delimitará el terreno y se indicará la superficie. De ser posible en el mismo plano, se indicará el sitio de vertido de las aguas residuales y los sitios de posibles reusos, indicando la infraestructura adicional necesaria, de ser el caso.

2.2.4 Salud e higiene

Enfermedades más comunes en el área de influencia del proyecto y si existe alguna relación con la carencia de agua potable en el municipio.

2.2.5 Características del entorno urbano

Se deben identificar las características urbanas de la localidad, el grado de desarrollo urbano alcanzado, densidad poblacional, entre otros.

2.2.6 Aspectos sociales

Dentro de los factores de carácter social se deben identificar los tipos de organización civil existentes en la población bajo análisis; los factores culturales involucrados tales como grado de educación, hábitos de higiene, uso eficiente del agua, entre otros. Entre los factores políticos se debe identificar los tiempos de cambios de poderes y la constitución, las fuerzas políticas en el municipio, estado y a nivel federal; por último, dentro de los factores normativos se deben considerar la existencia o no de leyes, normas, reglamentos que regulen la problemática que se pretende atender.

2.2.7 Características de las vías de comunicación en el área de influencia

Presentar información sobre la accesibilidad, existencia y condiciones de funcionalidad de los caminos. Información sobre vías de acceso, estado de las vías, sobre las vías al interior de la localidad, tipos de vías, entre otros.

2.2.8 Principales actividades económicas del área de influencia del proyecto y niveles de ingreso de la población

Mostrar información del ingreso promedio familiar, así como los tipos de producción y las actividades económicas predominantes y en qué forma las desarrollan (individual, cooperativas, obreros agrícolas, entre otros).

2.2.9 Contexto normativo

Se deben identificar los ámbitos legal y político que influenciarían en el desarrollo de las acciones para solucionar la problemática:

- a. Legal. Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, regionales y especiales, entre otros.
- b. Político. Estructura del congreso o del cabildo municipal, periodos de inicio y término de la gestión estatal y municipal, además de otros aspectos relevantes que puedan influir en la ejecución del proyecto.

| 2.3 Sistema de saneamiento y generación de aguas residuales

2.3.1 Identificación de puntos de descarga de aguas residuales

Será necesario utilizar un plano o croquis que indique el o los punto(s) de descarga de las aguas residuales, considerando gastos y calidad de las mismas (acorde a la información existente, indicando la fuente de información).

2.3.2 Obras hidráulicas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales

Se deberá evaluar la situación actual de la infraestructura existente en cuanto a alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de la localidad, indicando en primera instancia la cobertura y el esquema general de saneamiento para la localidad. Se deberá explicar donde se descargan actualmente las aguas residuales y sus impactos, las zonas que carecen de servicio, y en caso de existir infraestructura actual de saneamiento sus condiciones existentes como es antigüedad, capacidad, estado actual, eficiencia de operación, calidad del influente, calidad del efluente y caudal de operación.

Por otro lado, se deberán indicar las tarifas existentes para el alcantarillado y saneamiento. En caso de que existan colectores y emisores en la zona se deberá incluir información sobre su ubicación, antigüedad, capacidad y caudal de operación. Los colectores y emisores serán identificados en el mismo plano que se utilizó en la identificación de los puntos de descarga de aguas residuales.

2.4 Aprovechamiento actual y potencial de las aguas residuales

De acuerdo a la oferta de aguas residuales tratadas se deberá analizar la potencialidad de su uso.

En primera instancia se identificarán los usos actuales del agua residual, así como indicar si se utiliza todo el caudal disponible y de ser el caso, bajo que esquema de trato o concesión de las mismas.

Posteriormente se deben indicar los usos potenciales del agua residual tratada y en que usos, ya sea asociada a la calidad que va a arrojar la planta de tratamiento o a un tratamiento más avanzado.

Será necesario dar primordial atención a la administración de los aprovechamientos hidráulicos y al control de la contaminación del agua. Se deberán definir los conflictos provocados por razones de disponibilidad, en cantidad y calidad del agua. Con este fin, se identificarán y ubicarán todos y cada uno de los aprovechamientos actuales y potenciales de la localidad o de la región, en el área de influencia de estudio.

Se deberá dar atención especial a la investigación y determinación de concesiones del recurso hídrico en la región de estudio, en cada caso, la importancia de su permanencia o cancelación, fundamentando detalladamente los posibles conflictos que pudiera ocasionar la implantación de la solución motivo del presente estudio e identificando de las afectaciones por cancelación del riego con agua residual cruda.

2.5 Descripción de la problemática

Se debe definir brevemente la problemática identificada, las causas que lo generan y a quienes afectan las deficiencias detectadas identificadas en la zona de influencia de la situación problema.

2.6 Propósito del proyecto

Se deberá especificar el propósito del proyecto el cual deberá reflejar el resultado inmediato o consecuencia directa que se espera lograr con la ejecución del proyecto. Se deberá especificar cuál es la calidad de agua tratada que se busca y bajo que fundamento.

2.7 Análisis de oferta y demanda

2.7.1 Proyección de la población al horizonte del proyecto

En este apartado se deberán describir los factores socioeconómicos y demográficos de mayor influencia en el proyecto como son:

- Demografía. Se deberán considerar las proyecciones demográficas establecidas por CONAPO, considerando una proyección de 20 a 30 años de operación. En casos particulares, por ejemplo, cuando la población beneficiada sólo sea una parte de la población de cierta ciudad o municipio, la proyección se puede realizar por subcuencas basándose en las tomas de cada sector y/o los AGEB'S de INEGI.
- Crecimiento urbano e industrial y otros usos. En este apartado se deberá incluir la información sobre la configuración urbano-industrial actual, considerando las tendencias reales de crecimiento y tomando como referencias los lineamientos, acciones y políticas enmarcadas en los Planes de Desarrollo Estatal y Municipal. Se deberá realizar una estimación de las expansiones futuras y las tendencias de desarrollo.

2.8 Proyección de la generación de agua residual

Como primer punto se deberá determinar la producción y los principales usos y consumos de agua para cada uno de los sectores productivos de la población (Doméstico, Comercial, Gobierno e Industrial), *Fuente: Organismo Operador*. En caso de que exista capacidad instalada de tratamiento, se deberá considerar el gasto tratado, ubicación, calidad del influente y calidad del efluente de la planta.

Para la proyección se considerará el consumo que se tenga en la población al horizonte del proyecto por tipo de usuario basándose en los registros de micromedición existentes para obtener el futuro consumo total del sistema (*Fuente: Organismo Operador*). El gasto deberá

calcularse considerando una proyección de 20 a 30 años a partir del inicio estimado de operaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

La estimación de las aportaciones de aguas residuales se realizará partiendo de los consumos de diferentes tipos de usuarios hasta obtener el consumo total. Para ello será necesario el llenado de la Tabla 2.1 y Tabla 2.2. Posteriormente, se obtiene el caudal de aguas residuales colectadas considerando el uso consuntivo y otras aportaciones. Para este cálculo deberá considerarse la cobertura de agua potable y alcantarillado.

El factor de uso consuntivo, varía normalmente entre el 75% y 80%, se multiplica por el consumo de agua potable para obtener el agua residual generada. Los resultados obtenidos en este apartado se vaciarán en una tabla como la que se muestra en la Tabla 2.3.

De igual forma, para el cálculo del agua residual, se deberá realizar el análisis de las aportaciones por cuenca cuando se cuente con otras plantas de tratamiento en la misma zona en la que se pretende construir la planta. Éste valor deberá sumarse a las aguas residuales calculadas mediante los consumos totales del sistema. Los datos se vaciarán en la Tabla 2.4.

Tabla 2.2 Proyección del consumo del sistema de agua potable

| Año | Tomas industriales (tomas) | Consumo industrial m ³ /toma/mes | Demanda industrial (m ³ /s) | Tomas Gobierno (tomas) | Consumo Gobierno m ³ /toma/mes | Demanda Gobierno (m ³ /s) | Consumo del sistema (m ³ /s) |
|-----|----------------------------|---|--|------------------------|---|--------------------------------------|---|
| - | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tabla 2.3 Cálculo de las aguas residuales del sistema

| Año | Consumo del sistema (m ³ /s) | Aguas residuales (m ³ /s) | Situación sin proyecto | | Situación con proyecto | |
|-----|---|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| | | | Capacidad actual (m ³ /s) | Balance (m ³ /s) | Capacidad con proyecto (m ³ /s) | Balance (m ³ /s) |
| - | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Tabla 2.4 Aportaciones de agua residual por cuenca

| Año | Aportación de aguas residuales domésticas (L/s) | | Aportación de aguas residuales no domésticas (L/s) | | Aguas residuales totales (L/s) | | |
|-----|---|----------|--|----------|--------------------------------|----------|-------|
| | Cuenca 1 | Cuenca 2 | Cuenca 1 | Cuenca 2 | Cuenca 1 | Cuenca 2 | Total |
| | - | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

3 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez identificada la problemática y logrando definir que el problema es la descarga de aguas residuales que realiza la población y que impacta en la salud de la misma y contamina su entorno, se propondrán las alternativas que podrían solucionarla.

Dentro de las propuestas de solución, se deberá considerar la intercepción de todos los escurrimientos o descargas de agua residual y su integración al sistema general, en el cual se analizarán las alternativas de conducir la totalidad de las aguas residuales generadas a una planta de tratamiento (con más de una ubicación) o bien, a varias de ellas. Las alternativas de solución tomarán en cuenta, la implementación de sistemas de captación de agua, colectores y emisores. Para cada una de las alternativas se elaborarán esquemas que permitan visualizar claramente cada alternativa planteada, incluyendo un listado de las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

4 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se deben caracterizar las alternativas identificadas con respecto a los factores que se consideran relevantes para la descripción de cada alternativa como son: **Mercado y Tamaño, Disponibilidad de insumos, Tecnología, Monto de inversión y Marco institucional, político y ambiental.** La descripción de cada alternativa se verá reflejada en la creación de una matriz, donde se identifique la alternativa analizada y los factores mencionados con anterioridad. La insuficiencia de información sobre algún punto específico impondrá la necesidad de analizarlo con mayor profundidad en una etapa posterior de análisis (etapa de preinversión).

Así mismo, en esta etapa se determina el horizonte de planeación¹, donde se considera en primer lugar la duración de los estudios de preinversión, el año en que se solicita autorización para el proyecto (año 0), y la etapa de diseño, construcción y operación para estimar el tiempo de vida útil del mismo. Además, este periodo se utiliza para realizar las proyecciones de oferta y demanda. Para determinar el horizonte de planeación de alternativas con diferente vida útil, se debe estimar la vida útil de los principales activos del proyecto; por ejemplo, en caso de contar con un proyecto que tenga una vida útil de 7 años, se fijará el horizonte de planeación a 7, 14 ó 21 años, de acuerdo al criterio para seleccionarlo.

¹ *Horizonte de planeación:* Considera la etapa de preinversión, año base y la etapa de ejecución (diseño, construcción y operación)

Horizonte de evaluación: Se encuentra en función de la definición del año base y la etapa de ejecución.

En la Tabla 4.1 se muestra un ejemplo de la información que debe ser analizada de cada alternativa.

Tabla 4.1 Matriz de alternativas

| Condicionantes | Alternativa 1 |
|----------------------------------|---|
| Mercado y Tamaño | <p>Se debe indicar la siguiente información de la zona de influencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Para la determinación del mercado se identifica la oferta y demanda (Anexo II) de la situación proyectada al horizonte de evaluación. A partir de lo anterior se determinará el diferencial oferta-demanda con el fin de obtener una primera conclusión sobre la suficiencia o insuficiencia de la oferta actual ii. Tamaño estimado a partir del diferencial oferta demanda |
| Disponibilidad de insumos | <p>Este punto debe identificar la disponibilidad de los insumos principales en el proyecto y los inconvenientes que representa el no tenerlos en la zona de ejecución del mismo. Lo anterior, deberá conducir por sí mismo al rechazo de la alternativa, y su aceptación seguiría sujeta al resto del análisis de las condiciones. Como ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Facilidad de conseguir insumos requeridos para el óptimo funcionamiento de la PTAR, en términos de accesibilidad y disponibilidad. ii. Mano de obra calificada, semicalificada y no calificada requerida para la operación de la PTAR. iii. Se deberán definir los recursos y las cantidades de reactivos químicos necesarios para la operación exitosa de la planta e incluir los costos en el rubro de operación y mantenimiento. iv. Se deberán estimar los requerimientos actuales y futuros de energía (en Kwh/año) e incluir los costos en el rubro de operación y mantenimiento, indicando la tarifa (clase y monto) utilizada. |
| Tecnología | <ul style="list-style-type: none"> i. Se debe identificar la disponibilidad de la tecnología requerida en territorio nacional y la accesibilidad de tecnología importada. |
| Monto de inversión | <ul style="list-style-type: none"> i. Se trata de estimar la magnitud de la inversión e identificar el tipo de financiamiento del proyecto en |

| Condicionantes | Alternativa 1 |
|---|--|
| | <p>cuestión</p> <p>ii. Fuentes de recursos para el proyecto en cuestión tomando en cuenta que éste se incorporará al PROMAGUA (ANEXO 2)</p> <p>iii. Se debe estimar el costo del total del proyecto para llevarlo a cabo, para cada alternativa considerada (para la etapa de ejecución y de operación y mantenimiento).</p> |
| <p>Marco legal, político y ambiental</p> | <p>i. Marco institucional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos • Constitución Estatal • Reglamentos municipales, estatales y federales • Tipo de normatividad con respecto al uso de suelo • Tipo de disposiciones reglamentarias en el municipio <p>ii. Marco político</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructura del congreso o del cabildo municipal • Periodos de inicio y término de la gestión estatal y municipal • Organización de la sociedad civil <p>iii. Marco ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se deben identificar los impactos ambientales que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o el medio ambiente. • Se deberá indicar y calcular la cantidad de subproductos generados durante el tratamiento del agua residual que tienen un valor económico o de reúso y que pueden representar ventajas adicionales al tratamiento del agua. Por ejemplo, cierto tipo de lodos que pueden ser utilizados como inóculo de otras plantas de tratamiento, lodo como mejorador de suelos o fertilizante (biosólido), biogás con valor energético, etc. Asimismo se deberá exponer la posibilidad de la generación de gas. |

5 ORDENACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Serán reglas, primero que en la revisión de cada uno de los puntos de intersección en la matriz de posibilidades se deba basar exclusivamente en la información y datos disponibles, sin recurrir a elaboraciones e interpretaciones específicas, es decir, sólo lo que se encuentre disponible en fuentes secundarias. Segundo, que se aplique el criterio de aceptación de la Figura 5.1.

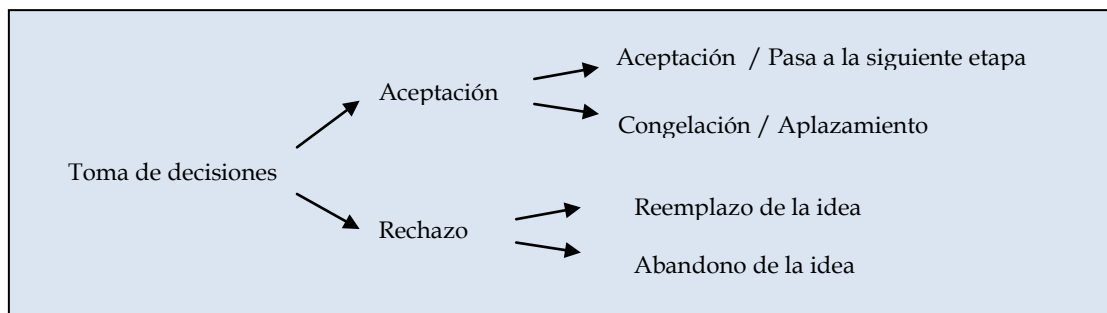


Figura 5.1 Posibles decisiones para cada alternativa

La decisión es **aceptar** o **rechazar** la idea. La **aceptación** implica que de un primer análisis no surja algún impedimento para llevar a cabo la idea planteada. De lo contrario sería descartada. El hecho de aceptar la idea no quiere decir que pasa a una etapa posterior, puede suceder que se decida *aplazar o congelar* la idea por razones que deban considerarse en cada situación o por no disponer de la información necesaria para sustentar la idea. En todo caso, se hará la sugerencia de obtener la información faltante en una etapa posterior.

Cuando una idea es **rechazada**, puede conducir a reemplazar la idea por otra (indicando cuál es la razón para cambiarla) o al abandono de la idea (confirmando el rechazo). La carencia de información sobre un punto particular –a menos que indique claramente la inviabilidad de la idea-, lejos de pensar en su rechazo impondrá la necesidad de analizarlo con mayor profundidad e importancia en la etapa de preinversión.

Para la selección de las alternativas que sean capaces de resolver la problemática identificada, se debe realizar la evaluación de las mismas identificando en cada intersección de la matriz si existe la información suficiente en cada uno de los condicionantes para su análisis, concluyendo si se acepta o rechaza la idea (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Selección de alternativas

| Condicionantes | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Alternativa 4 |
|--|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Mercado y tamaño | Existe | Existe | No Existe | Existe |
| Disponibilidad de insumos | Existen | Existen | -- | No Existen |
| Tecnología | Existe | Existe | -- | -- |
| Monto de inversión | \$ Monto | \$ Monto | -- | -- |
| Marco legal, político y ambiental | Se cumple | Se cumple | -- | -- |
| Veredicto | Aceptada/ Viable | Aceptada/ Viable | Rechazada/ Inviabile | Rechazada/ Inviabile |

Esta selección tiene el objetivo de servir de filtro para descartar aquellas alternativas que no conducen a resultados aceptables.

Una vez concluida la evaluación de la matriz, se elaborará una lista de las alternativas seleccionadas que podrían dar solución a la problemática identificada.

6 EVALUACIÓN FINANCIERA PRELIMINAR

Al finalizar, la selección de las alternativas probables se deberá realizar una primera evaluación financiera preliminar, para determinar la viabilidad de cada una.

En este apartado se debe presentar el monto total de inversión y el costo de operación y mantenimiento para las alternativas seleccionadas. Los datos se presentan como se indica en la Tabla 6.1. En esta Tabla se desglosa un estimado de los costos, como el título lo sugiere, para cada una de las alternativas propuestas. Además se tiene que incluir la vida útil estimada del proyecto y se identificarán las fuentes de recursos para la realización del proyecto.

Se debe incluir un desglose de los costos principales de inversión, de operación y mantenimiento de cada alternativa, para la debida justificación de los mismos, mostrando

un listado con el estimado para los principales activos, pasivos y mostrando sus respectivas fuentes o referencias (cotizaciones).

Tomando como referencia los datos de la Tabla 6.1, se realizará una evaluación financiera seleccionando de esta manera, la(s) alternativa(s) viable(s) del listado anterior. Como sigue:

1. Tomar en cuenta cada una de las alternativas consideradas dentro de cada solución definida.
2. Se determinarán sus ingresos y costos dentro del horizonte de evaluación del proyecto.
3. Si no hay ingresos, o son de difícil cuantificación se aplicará el Costo Anual Equivalente (CAE)², tomando en consideración cual de las circunstancias se puede presentar:
 - Que las alternativas que se consideren tengan el mismo número de años de vida útil, y
 - Que tengan diferentes periodos de vida.
4. Al finalizar la evaluación de las alternativas, se considerará la que presente el menor CAE o VPC como la alternativa viable para solucionar la problemática.

Tabla 6.1 Comparación de costos entre alternativas propuestas

| Alternativa | Capacidad instalada (m ³ /s) | Breve descripción Técnica | Monto total de inversión (\$) | Costo de Operación fijo (\$/m ³) | Costo de Operación variable (\$/m ³) | Costo de Mantenimiento (\$/año) | Vida útil | ¹ VPC (\$) | ² CAE |
|-------------|---|---------------------------|-------------------------------|--|--|---------------------------------|-----------|-----------------------|------------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |

¹VPC: Valor presente de Costos
²CAE: Costo Anual Equivalente

² En el Anexo I se muestra como obtener estos índices.

7 SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PREDIO

Identificada la mejor alternativa de solución, se deberá seleccionar el sitio para la ubicación del proyecto. Para ello se deberán explicar los criterios técnicos, económicos y de políticas de fomento considerados para su selección, señalando en el análisis las características de otros sitios que fueron o estén siendo evaluados y que representen una alternativa al propuesto y, estableciendo los factores que llevaron a considerar al sitio propuesto respecto a otro(s) y aquellos que resultaron negativos o desfavorables para los otros sitios. Estos criterios deberán colocarse en orden de importancia, incluyendo las variables ambientales, de riesgo ambiental, tecnológicos, aspectos jurídicos, económicos y sociales aplicables.

Una vez seleccionado el sitio, se deberá incluir la siguiente información del mismo:

- a) Ubicación física indicando: estado, municipio, ciudad y localidad.
- b) Localización geográfica: indicando las coordenadas geográficas en mapas topográficos (INEGI) y delimitando el polígono que conformará el área del proyecto.
- c) Superficie total requerida en ha o m², la cual se deberá indicar en un mapa topográfico.
- d) Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra (esta información también deberá indicarse en un mapa topográfico) considerando accesos terrestres, aéreos, marítimos y/o fluviales.
- e) Situación legal del predio y/o sitio de ubicación del proyecto, y tipo de propiedad, mencionando si el sitio del proyecto es propio, expropiado, etc. Señalando en su caso, si el tipo de propiedad es privada, ejidal, federal, estatal o de algún otro tipo y su valor de adquisición.
- f) Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y colindancias (indicando la orientación de estas últimas en un plano), señalar el tipo de clasificación de suelo empleado (INEGI, Ordenamientos ecológicos del territorio, planes y/o programas de desarrollo urbano, etc.). También se deberá mencionar el uso que se dio al suelo con anterioridad, analizando un periodo mayor a los 10 años.
- g) Ubicación de fuentes de suministro de energía eléctrica (subestaciones, última línea de acometida, disponibilidad de suministro, distancia entre la planta y lugar de donde se podría suministrar energía eléctrica), entre otros.
- h) Mencionar las afectaciones, indemnizaciones y reubicaciones a que se incurra en caso de ser utilizado para la realización de la obra y,
- i) Presentar el convenio de adquisición del predio.

8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

8.1 Caracterización y análisis de la calidad ambiental actual del sitio

Realizar un diagnóstico biológico, social y económico del área destinada para la construcción de la planta con la finalidad de identificar las características más significativas del sitio que podrían verse afectadas por la acción propuesta. Los aspectos que deberán describirse se mencionan a continuación:

- **Diagnóstico biológico:** será necesario identificar el tipo de vegetación terrestre en el área del proyecto y zona circundante indicando su distribución en ambas; valores de importancia de las especies; estado de conservación de la vegetación y riqueza florística (utilizando los índices de diversidad, por ejemplo el de Simpson y/o Shanon, entre otros); usos de la vegetación en la zona (especies de uso local y de importancia para etnias o grupos locales y especies de interés comercial). Señalar si existen especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área de estudio.

En cuanto a fauna terrestre se describirán las especies existentes en el área de estudio, distribución, especies más representativas o indicadoras de alguna particularidad (endemismos, perturbación, etc.), especies de consumo humano y en peligro de extinción según la NOM-059-ECOL-1994.

- **Diagnóstico social:** se deberá identificar la distribución y ubicación de núcleos poblacionales cercanos al proyecto y de su área de influencia; número y densidad de habitantes por núcleo poblacional identificado; tasa de crecimiento poblacional; tipos de organizaciones sociales predominantes; características de morbilidad y mortalidad y sus posibles causas; índice de analfabetismo; presencia de grupos étnicos y religiosos y calidad de vida en la zona de estudio.
- **Diagnóstico económico:** Se deberá especificar la región económica (según INEGI) a la que pertenece el sitio para la realización del proyecto; el índice de pobreza (según CONAPO); el producto interno bruto e incidencia del desarrollo de la región; las actividades productivas incluyendo el ingreso per cápita por rama de actividad productiva; la población económicamente activa y el índice de desempleo.

8.2 Diagnóstico de cumplimiento de la legislación ambiental

En este apartado se establecerá el cumplimiento del proyecto respecto de la legislación ambiental federal y local aplicable en materia de aguas residuales. Con respecto a las actividades de la acción propuesta se identificará cual es su incidencia en el ambiente y se relacionarán las normas oficiales mexicanas que le apliquen y sus límites permisibles tanto para agua residual tratada como para lodos y biosólidos generados durante la operación de la planta.

Será necesario relacionar las actividades de la acción propuesta, con los Planes y Programas de Desarrollo Federales y Locales, para identificar si se inserta en acciones de cumplimiento de éstos. Se identificará si la acción propuesta afecta algún Área Natural Protegida (ANP) y el cumplimiento de los Programas de manejo de ANP.

8.3 Evaluación de impactos ambientales

Se evaluarán las alteraciones ambientales favorables o desfavorables que se producen por la implementación del proyecto. Para la evaluación se desarrollará una matriz indicando cuál será su incidencia y su grado de alteración. Considerando una serie de criterios de valoración y calificación se puede ponderar entre un escenario sin el proyecto (situación actual) y otro escenario con el proyecto. Teniendo esta evaluación se determinará qué factores ambientales son más susceptibles a afectarse y cuáles son las acciones del proyecto que causan ese impacto ambiental.

Se podrán utilizar los métodos más comunes para la evaluación de impactos ambientales, entre ellos se encuentra la Matriz de Leopold, Lista de Control (Check list), Métodos de superposición, Matriz de interacción causa y efecto, Método de Batelle-Columbus, Matriz de Cribado, Diagrama de Flujo, entre otros. El ejecutor del proyecto deberá seleccionar aquella que considere, sea la mejor opción para realizar su evaluación.

A manera de ejemplo se muestra la metodología a seguir para la evaluación de impactos ambientales utilizando la Matriz de Leopold (Tabla 8.1). El primer paso consiste en identificar las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

1. **Magnitud:** valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad o la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo (+) para los efectos positivos y (-) para los negativos.
2. **Importancia:** valor ponderal, que da el peso relativo del potencial impacto, se escribe en la mitad inferior derecha del cuadro. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

Tabla 8.1 Matriz de Leopold para la calificación de los impactos ambiental

Matriz de Leopold
(Magnitud/Importancia)

| ACTIVIDADES DEL PROYECTO | COMPONENTES DEL AMBIENTE | | | | | | | | | | | EVALUACION | | |
|---|--|------------------|-------------------------|------------------|---------------|-------------------|------------|----------|------------------------------|----------------------|--------|-----------------|-----------------|--|
| | AIRE | | AGUA | | SUELO | | VEGETACION | | FAUNA | MORFOLOGIA Y PAISAJE | | | SOCIO-ECONOMICO | |
| | Calidad del Aire (Emisión de partículas) | Niveles de Ruido | Disponibilidad del Agua | Calidad del Agua | Uso del Suelo | Calidad del suelo | vegetales | animales | Modificaciones en el paisaje | Comerciales y | Empleo | Infraestructura | Salud | |
| PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmante y despilme | | | | | | | | | | | | | | |
| Trazo y nivelación de áreas desmontadas | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones | | | | | | | | | | | | | | |
| Traslado y uso de maquinaria y equipo | | | | | | | | | | | | | | |
| Obras provisionales | | | | | | | | | | | | | | |
| CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de excavación, relleno y compactación | | | | | | | | | | | | | | |
| Uso de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | | | | |
| Obras de edificación | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalaciones hidráulicas, mecánicas y eléctricas | | | | | | | | | | | | | | |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | |
| Tratamiento del agua residual | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento de equipo y unidades de proceso | | | | | | | | | | | | | | |
| EVALUACION | | | | | | | | | | | | | | |

8.4 Propuesta de medidas de prevención, control y mitigación de los Impactos Ambientales.

Una vez que se han identificado, analizado y cuantificado los impactos ambientales se deberán incluir los siguientes aspectos:

- a) Acciones preventivas que estén orientadas a evitar la ocurrencia de los impactos previstos.
- b) Acciones de adecuación y control, cuando se produzcan los impactos y sea posible abordar sus causas a través de mejoras en los procesos que los generan.
- c) Acciones de mitigación cuando sea posible reducir los efectos de los impactos en el ambiente y salud, por limitaciones técnicas o económicas sean estos impactos reales o potenciales.

9 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

En esta sección se debe exponer de forma clara los argumentos por los cuales el proyecto debe realizarse, para lo cual se deberán exponer en forma concisa las principales conclusiones a las que se llega con el análisis realizado tanto del estudio de viabilidad técnica como del tipo ambiental.

Deben señalarse las limitaciones o condicionantes con las que se elaboró o concluyó el estudio, ya sean de información, tiempo, particularidades del proyecto u organismo operador, razones institucionales, geográficas, físicas, etcétera, así como las variables que presentaron mayor problema en su estimación. Es importante señalar que se debe buscar, soportar o garantizar la realización de los supuestos considerados en el estudio, para que se cumpla con la rentabilidad esperada del proyecto.

Por último, se deben mencionar todas aquellas variables que afecten la construcción y operación de la planta, como podría ser el caso de infraestructura existente o de proyectos en desarrollo que podrán verse afectados por la realización del proyecto.

Finalizando así, el estudio de viabilidad para la solicitud de financiamiento del proyecto.

ANEXO I. CÁLCULO DE INDICADORES

- *Valor Presente de Costos (VPC)*

Para proyectos de inversión que tengan la misma vida útil, deberá calcularse el *Valor Presente de Costos (VPC)*; se debe elegir el que represente el menor costo de *VPC*.

El *VPC* se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

C_t = Costos totales en el año t

r = Tasa social de descuento

t = Año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones.

n = Número de años del horizonte de evaluación.

- *Costo Anual Equivalente (CAE)*

Para realizar la evaluación preliminar deberá considerarse el cálculo del *Costo Anual Equivalente (CAE)* para proyectos que tengan diferente vida útil al igual que fijar el horizonte de planeación al mínimo común múltiplo de las vidas útiles de las alternativas analizadas, eligiendo la que represente el menos valor de *CAE*.

El *CAE* se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$CAE = (VPC) \left[\frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1} \right]$$

Donde:

m = Número de años de vida útil del activo

VPC = Valor presente del costo total del proyecto (esto es, monto total de inversión, gastos de operación y mantenimiento y otros gastos asociados).

r = Tasa social de descuento

ANEXO 2. MONTO DE INVERSIÓN

Se debe calcular el **monto de inversión** para cada una de las alternativas planteadas. Las **Fuentes de los recursos** son las entidades que aportarán dinero para el proyecto. De acuerdo a las reglas de operación del Fondo Nacional de Infraestructura, éste aportará 50% del valor del proyecto sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA), por lo que la empresa privada que participe en el proyecto debe aportar el otro 50% más el 100% del IVA. (Ver Tabla A 1)

Tabla A 1 Fuentes de los recursos de las alternativas planteadas

| Fuente de recursos en el año : 20__ | | | | | |
|-------------------------------------|------|---------|--------------------|------|---------|
| FONADIN | | | PRIVADO | | |
| Porcentaje sin IVA | 50% | \$_____ | Porcentaje sin IVA | 50% | \$_____ |
| | | | IVA | 100% | \$_____ |
| Total | __%. | \$_____ | | __%. | \$_____ |
| Inversión total con IVA | | | | | \$_____ |

BIBLIOGRAFÍA

1. **CONAGUA.** Metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población. [En línea] Septiembre de 2008. <http://www.conagua.gob.mx/Espaniol/ConsultaPublicaciones.aspx?id=+++Publicaciones+CONAGUA%7c++PUBLICACIONES%7c8%7c0%7c0%7c0%7c0>.
2. **SHCP.** *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.* s.l. : Diario Oficial de la Federación, 2008.
3. **CONAGUA.** *Metodologías de evaluación socioeconómica para proyectos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y protección a centros de población.* s.l. : Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2008.
4. *Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos.* s.l. : Gobierno de Chile, Ministerio de Planificación.
5. **CEPEP.** *Metodología General para la Evaluación de Proyectos.* 2008.
6. —. *Guía General para la Preparación y Presentación de Estudios de Evaluación Socioeconómica de Proyectos para la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales.* 2006.