

UC14-FC  
Bi. Ambiental  
V335  
C.1



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS

**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA APLICAR LA  
ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL, PLANTEADA PARA  
LA ETAPA DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUAS SERVIDAS LA FARFANA.**

Seminario para optar al  
Título profesional de Biólogo con mención  
en Medio Ambiente

**PAMELA PAZ VÁSQUEZ MUÑOZ**

Director de Seminario de Título: Juan Antonio Garcés Durán

Santiago - Chile  
2003



ESCUELA DE PREGRADO- FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE



**INFORME DE APROBACIÓN DE SEMINARIO DE TÍTULO DE  
PREGRADO**

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, que el Seminario de Título presentado por la candidata:

**PAMELA PAZ VÁSQUEZ MUÑOZ**

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación de Seminario de Título, como requisito para optar al Título Profesional de Biólogo con Mención en Medio Ambiente, en el Examen Público de Defensa de Seminario de Título, el día 9 de Enero de 2003.

Prof. Juan Antonio Garcés Durán  
**Director de Seminario de Título**

.....

**LA COMISION**

Dr. Italo Serey Estay  
**Profesor corrector**  
**Presidente de la Comisión**

.....

Dr. Samuel Varas Guevara  
**Profesor corrector**

.....

Msc. Paulina Aldunce Ide  
**Profesor corrector**

.....

## DEDICATORIA

Con especial dedicación a Gabriela, Vicente y Boris,  
por el gran amor de familia que me han entregado siempre.

La luciérnaga proyecta su luz solamente cuando vuela  
... solamente cuando está en acción.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Aguas Andinas S.A. (ex EMOS S.A),  
en especial a todos los miembros del Area de Medio Ambiente,  
por su constante ayuda y preocupación hacia mi trabajo.

## INDICE DE MATERIAS

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO PARA EL ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS	6
3. METODOLOGÍA	19
3.1 Marco metodológico	19
3.2 Método	20
4. ANTECEDENTES GENERALES	24
4.1 Descripción de la empresa sanitaria en estudio	24
4.2 Descripción general del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana	26
4.3 Descripción del entorno antes del emplazamiento del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana	34
5. PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	38
5.1 Descripción de la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana	38
5.2 Configuración de alternativas para aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental en la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana	45
5.2.1 Configuración de Opción Tradicional	45
5.2.2 Configuración de un Manejo Ambiental Adaptativo	48
5.2.3 Configuración de un Sistema de Gestión Ambiental	53

6. RESULTADOS	61
6.1 Análisis FODA	61
6.1.1 Análisis medio externo	61
6.1.2 Análisis interno de cada alternativa	62
6.1.3 Análisis comparativo de las alternativas	66
6.2 Resultados de la comparación de las alternativas	71
7. DISCUSIÓN	76
8. RECOMENDACIONES	80
9. CONCLUSIÓN	85
10. BIBLIOGRAFÍA	88
11. ANEXOS	96

#### LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Resumen de procesos unitarios	30
Tabla 2	Resumen de los parámetros relacionados con el afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.	31
Tabla 3	Parámetros de calidad del efluente.	31
Tabla 4	Estimación de producción de lodos.	31
Tabla 5	Generación de residuos sólidos en la etapa de operación de la Planta La Farfana.	31
Tabla 6	Estructura Línea Base	35
Tabla 7	Resumen del Plan de Manejo Ambiental. Etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.	42
Tabla 8 a	Análisis medio externo	61
Tabla 8 b	Análisis Opción tradicional	62
Tabla 8 c	Análisis Manejo Ambiental Adaptativo	64
Tabla 8 d	Análisis Sistema de Gestión Ambiental.	65

Tabla 9	Evaluación de la Opción Tradicional	67
Tabla 10	Evaluación de un Manejo Ambiental Adaptativo	68
Tabla 11	Evaluación de un Sistema de Gestión Ambiental	69
Tabla 12	Análisis comparativo indicando fortalezas de las tres alternativas estudiadas.	70

#### LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Plantas de tratamiento del Plan de Saneamiento Hídrico de la Cuenca de Santiago y localidades periféricas.	25
Figura 2	Plano de ubicación de la Planta de Tratamiento Aguas Servidas La Farfana.	27
Figura 3	Esquema del tratamiento convencional de lodos activados.	29
Figura 4	Plano General Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana	32
Figura 5	Modelo utilizado en la Opción Tradicional	46
Figura 6	Modelo utilizado en un Manejo Ambiental Adaptativo	49
Figura 7	Modelo utilizado en un Sistema de Gestión Ambiental	54

#### LISTA DE FOTOS

Foto 1	Vista general Planta de Tratamiento de Aguas Servidas El Trebal. Línea de agua y línea de lodos.	33
Foto 2	Sector lagunas facultativas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santiago Poniente.	36
Foto 3	Vía de acceso Norte y predios agrícolas cercanos al lugar de emplazamiento de la planta.	37

## LISTA DE ABREVIATURAS

CONAF: Corporación Nacional Forestal  
CONAMA: Comisión Nacional de Medio Ambiente  
DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno  
EMOS S.A: Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias Sociedad Anónima  
EMAS: Eco-Management and Audit Scheme  
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations  
FODA: Fortalezas- Oportunidades- Debilidades- Amenazas  
ISO: International Organization for Standardization  
INN: Instituto Nacional de Normalización  
NCh: Norma Chilena  
NPS: Nivel de Presión Sonora  
ONG: Organización no Gubernamental  
OT: Opción Tradicional  
MAA: Manejo Ambiental Adaptativo  
SAG: Servicio Agrícola y Ganadero  
SESMA: Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente  
SGA: Sistema de Gestión Ambiental  
SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios  
SST: Sólidos Suspendidos Totales

## LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

Longitud: kilómetro (km)  
Volumen: mililitro (ml), metro cúbico (m<sup>3</sup>)  
Tiempo: segundo (s)  
Masa: tonelada (ton), kilogramo (kg), miligramos (mg), microgramos (µg).  
Temperatura: grado Celcius (°C)  
Nivel de presión sonora: decibeles (dB)

## RESUMEN

Para dar cumplimiento al Plan que contiene una Estrategia de Manejo Ambiental (resultado del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental), la empresa sanitaria Aguas Andinas S.A.(ex EMOS S.A.), ha aplicado a sus plantas de tratamiento la normativa ambiental y los requerimientos establecidos por la autoridad competente para su funcionamiento. Esta forma de actuar, en esta investigación ha sido denominada Opción Tradicional.

El presente seminario de título, tiene como objetivo general proponer una alternativa en relación con la Opción tradicional, que permita optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental, para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. Las alternativas a considerar son un Manejo Ambiental Adaptativo y un Sistema de Gestión Ambiental.

Dentro de esta investigación, se obtiene como resultado, que un Sistema de Gestión Ambiental es una opción que posee Fortalezas que permitirán a esta empresa, por un lado, alcanzar eficacia y soluciones óptimas en el desarrollo de la estrategia mencionada y por otro lado aprovechar oportunidades y minimizar amenazas provenientes del medio externo a la Planta La Farfana.

Entre las Fortalezas destacables de un Sistema de Gestión Ambiental se encuentra, la incorporación de una Política Ambiental, como marco de acción para la elaboración de procedimientos operativos sistemáticos y preventivos de impacto ambiental, la capacidad de contar con una estrategia de conformidad continua de la normativa ambiental vigente y un sistema de comunicación externa dirigido hacia autoridades y la comunidad involucrada con la actividad.

A partir de esta investigación, se concluye que un Sistema de Gestión Ambiental es la alternativa de gestión más completa y viable que permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. integrar y ajustar sistemáticamente el Plan de Manejo Ambiental en la etapa de operación de la Planta La Farfana desde un punto de vista

técnico, normativo, organizacional, económico, político y social, contribuyendo a su operatividad y optimización.

**Palabras claves:** Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, Estrategia de Manejo Ambiental, Opción Tradicional, Manejo Ambiental Adaptativo, Sistema de Gestión Ambiental, fortalezas.

## SUMMARY

To fulfill planning of an Environmental Management Strategy (as a result of the Environmental Impact Assessment process), Aguas Andinas Sanitary Company S.A (former EMOS S.A.) has implemented the environmental laws and requirements established by the competent authority for its sewage treatment plant. This proceeding has been called Traditional Option.

This study has as a principal objective to propose a different option to the traditional one, which allows optimization of the Environmental Management Strategy in the operation step of La Farfana Sewage Treatment Plant. Options considered are Adaptive Environmental Management and Environmental Management System.

The results of this investigation indicate that the Environmental Management System possess strengths, which by one side lets this company reach efficacious, efficient and optimal solutions in a decision making context. On the other side, improves opportunities and reduces threats that coming from the external environmental of La Farfana Plant.

Among the strengths of the Environmental Management System there is incorporation of an environmental policy. This policy includes a framework for elaborate operative systematic and preventive procedures to face environmental impact. It provides a strategy to continually accomplish environmental laws and an external communications system with involved authorities and community.

Since the results of this investigation, it can be concluded that the Environmental Management System is the most adequate choice for management. This strategy will allow to Aguas Andinas S.A. Company to integrate and systematically adjust the Environmental Management Planning to the operational stage at La Farfana Plant. The Environmental Management System is the most adequate from every point of view, it means technical, normative, organizational,

economic, political and social levels, contributing to the process operations and optimization for Aguas Andinas S.A.

**Key words: Sewage Treatment Plant, Enviromental Management Strategy, Traditional Option, Adaptive Environmental Management, Environmental Management System, strengths.**

## 1. INTRODUCCION

En la temática ambiental, uno de los primeros obstáculos que se producen es dar una definición precisa de Medio Ambiente (Soler, 1997). Dentro de las Ciencias Ambientales, este concepto ha sido señalado como las condiciones y factores vivos y no vivos (químicos y energía), que afecta a un organismo u otro sistema durante su tiempo de vida (Miller, 2001).

En nuestro país, dada la existencia de un Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el concepto de Medio Ambiente ha sido definido como *“el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”* (Ley N° 19300 Bases Generales del Medio Ambiente, 1994). De este modo el Medio Ambiente es indisociable e indispensable para el ser humano como fuente de recursos, soporte de actividades y receptor de residuos y efluentes.

Desde un punto de vista ambiental una empresa o actividad es un sistema técnico-social abierto, que interactúa con el Medio Ambiente. La relación más evidente que existe entre Empresa y Medio Ambiente corresponde al impacto ambiental, o alteración que la ejecución de un proyecto introduce en el medio, expresada por la diferencia entre la evolución de éste “sin” y “con” proyecto (Gómez, 1998). Esta alteración tanto positiva como negativa, puede ocurrir en la calidad de los distintos componentes, o relaciones ambientales y en la calidad de vida del ser humano.

El espíritu de una Evaluación de Impacto Ambiental, está centrado en la integración del proyecto con su entorno (Gómez, 1998), o integración ambiental, la cual opera sobre las relaciones mutuas entre el proyecto y el Medio Ambiente. Esto implica,

por un lado considerar el impacto ambiental generado por una actividad y por otro lado la aptitud o comportamiento del Medio Ambiente para ésta.

Actualmente la empresa Aguas Andinas S.A. (ex EMOS S.A.) se encuentra en la ejecución del Plan de Saneamiento de las Aguas Servidas de Santiago, a través de la construcción de plantas de tratamiento, colectores, interceptores y emisarios. Uno de los proyectos pertenecientes a este plan corresponde a la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana, el cual ingresó al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) a través de un Estudio de Impacto Ambiental, debido a que en la etapa de construcción provocará una alteración en el hábitat de comunidad de aves que habitan o visitan las lagunas y embalses que forman parte de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santiago Poniente, ubicada en la zona de emplazamiento de este proyecto.

Dentro del Estudio de Impacto Ambiental requerido, la empresa mencionada presentó una Estrategia de Manejo Ambiental para las etapas de construcción y operación de la Planta La Farfana. Esta Estrategia corresponde a un *“conjunto de medidas o acciones, orientadas a mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, atenuar los riesgos identificados, y lograr consenso con la comunidad involucrada en el proyecto”* (CONAMA, 1994).

Particularmente la forma de actuar de la empresa frente a una Estrategia de Manejo Ambiental ha consistido en que para implementar las acciones se ha aplicado a la actividad la normativa ambiental y los requerimientos establecidos por la autoridad para su funcionamiento, esta forma puede identificarse como Opción Tradicional (OT).

Si bien la empresa, en la etapa de operación de la Planta La Farfana, debe aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental planteada, para este proyecto la empresa no ha analizado alternativas en relación con la forma tradicional, que permitan alcanzar los objetivos de la estrategia mencionada.

A partir de una revisión bibliográfica previa, se han identificado dos alternativas en relación con la Opción Tradicional (OT), entre ellas se encuentra un Manejo Ambiental Adaptativo (MAA) y un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Un Manejo Adaptativo puede ser definido como una *“serie de acciones donde cada una de ellas se caracteriza por fases de retroalimentación y predisposición a modificar hipótesis de trabajo, objetivos, metas, resultados y acciones de manejo”* (Unión Mundial para la Naturaleza, 2000). La aplicación de este procedimiento para orientar el manejo ambiental de actividades que involucran la utilización de Recursos Naturales corresponde a la aproximación Manejo Ambiental Adaptativo (MAA), desarrollada inicialmente por Holling, C.S. alrededor de 1970. Este investigador concibe la evaluación y manejo ambiental como etapas de un proceso continuo, a partir de lo cual posteriormente Morrison y Bailey (1999) afirman que un Manejo Ambiental Adaptativo se constituye, dentro del contexto de la toma de decisiones, como una respuesta sistemática a la incertidumbre científica involucrada con la predicción de impacto ambiental.

La otra alternativa identificada como Sistema de Gestión Ambiental (SGA), se puede definir como *“aquella parte del sistema global de gestión que incluye la estructura organizacional, las actividades de planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental”* (NCh-ISO 14001 Of.97). Detrás de un Sistema de Gestión Ambiental existe la familia de Normas ISO 14000 que intentan estandarizar su implementación, por lo tanto la definición anterior es la que se utiliza principalmente.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, este seminario de título presenta como objetivo general, proponer una alternativa que permita optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental, para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. Las alternativas a considerar corresponden a la Opción Tradicional (OT), un Manejo Ambiental Adaptativo (MAA) y un Sistema de Gestión Ambiental

(SGA). Dentro de los objetivos específicos de esta investigación se encuentran: a) Describir la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana, b) Configurar las alternativas identificadas, c) Evaluar y seleccionar una alternativa que permita aplicar eficazmente la Estrategia de Manejo Ambiental señalada, y d) Proponer aspectos importantes que se deben considerar para implementar la alternativa seleccionada, integrando la Ecología.

Para seleccionar la alternativa que permita aplicar eficazmente la Estrategia de Manejo Ambiental planteada, se considerará la capacidad de cada una para integrar la planta en el Medio Ambiente donde estará emplazada. Esto implica que la alternativa debe permitir manejar los impactos que generará la operación de la Planta La Farfana, en componentes y relaciones ambientales (procesos) y debe considerar el comportamiento del Medio Ambiente para la planta (aptitud y riesgos ambientales). De este modo al término de esta investigación, la empresa podrá obtener información que puede ser utilizada en el proceso de toma de decisión asociado a la implementación de una de las alternativas diferentes a la Opción Tradicional.

En relación con el objetivo específico relacionado con la proposición de aspectos importantes que se deben considerar para implementar la alternativa seleccionada integrando la Ecología, es necesario hacer la siguiente precisión. En el contexto de cualquier Evaluación de Impacto Ambiental de un proyecto (y en particular el proyecto Planta La Farfana) se utiliza la definición de Medio Ambiente de la Ley 19300. Sin embargo, la ecología está directamente involucrada con esta definición sistémica de Medio Ambiente, dado que esta disciplina identifica los niveles conceptuales de ecosistema y paisaje. Lindeman (1942) señala que *“el ecosistema es un sistema compuesto por procesos físico-químicos y biológicos, que operan como parte de una unidad espacio temporal”*. Un ecosistema está formado de componentes bióticos y abióticos y las interacciones recíprocas entre ellos. La delimitación de un ecosistema, como de cualquier sistema, es arbitraria y esta basada en los objetivos de estudio.

El concepto de Paisaje se define como una *“área de tierra heterogénea compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que se repite en forma similar a lo largo de éste”* (Forman y Godron, 1986). También este concepto es definido como un *“sistema espacio temporal, complejo y abierto en constante intercambio de energía, materia e información donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales bióticos y abióticos, técnicos económicos y socioculturales”* (Mateo, 1991). El alcance del término ecosistema es más conceptual que espacial, en contraste con el término ecológico de paisaje, el cual es un concepto espacial, por su connotación geográfica.

En general es posible observar que en una Evaluación de Impacto Ambiental, el concepto de ecosistema es abordado en forma general y el concepto de paisaje se incluye desde un punto de vista estético, y no se observa su utilización en la comprensión de procesos ambientales que estén siendo afectados. Por lo tanto, en esta investigación se considerará la necesidad de incorporar estos conceptos ecológicos, si la actividad en estudio lo requiere.

v

## 2. MARCO TEÓRICO PARA EL ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

A continuación se presenta el marco teórico en el cual se fundamenta esta investigación, el cual incluye definiciones, enfoques, investigaciones y antecedentes útiles para el análisis de las alternativas identificadas.

### 2.1 Teoría de las Agencias

La implementación de la Estrategia de Manejo Ambiental, a través de cualquier alternativa, por parte de una empresa (entendido como organización descentralizada para la toma de decisiones), requiere utilizar una teoría o marco de referencia dirigido al comportamiento humano. Dentro de la administración existe la Teoría de las Agencias, la cual *“analiza los fenómenos que surgen en medios ambientes de agencias, esto es cuando una persona o grupo, denominado principal, delega la toma de decisiones y /o acción necesaria para conseguir un objetivo en otra persona o grupo denominado agente”* (González, 1992). Dentro de esta teoría esta relación es llamada agente - principal.

En sus orígenes esta teoría se ha aplicado principalmente en el ámbito financiero, dentro del cual, los economistas Jensen y Meckling (1976), pioneros en esta teoría, logran ampliar la literatura disponible sobre el compartir el riesgo entre individuos o grupos, al incluir los problemas de agencias. Este tipo de problemas ocurre cuando *“las metas u objetivos del principal y agente están en conflicto y es difícil para el principal verificar lo que el agente está realmente haciendo y si se ha comportado apropiadamente”* (González, 1992). La relación agente - principal requiere, que *“para el principal exista un costo positivo para vigilar al agente”* (Paredes, 1990). Además, esta teoría aborda el problema que surge cuando el principal y agente tienen distintas actitudes frente al riesgo y ambos pueden elegir acciones distintas para manejarlo.

Para el desarrollo de la Estrategia de Manejo Ambiental planteada, para la etapa de operación de la Planta La Farfana, esta teoría permite visualizar que la autoridad fiscalizadora involucrada se constituye como el principal y la empresa Aguas Andinas S.A. es el agente. Las acciones contempladas en la estrategia (presentada por la empresa) buscan cumplir con la normativa ambiental para poder operar la planta y la autoridad debe velar por su cumplimiento.

De acuerdo con la teoría de agencia, la empresa como agente buscará aumentar al máximo su ingreso económico (eficiencia) y actuará según sus propios intereses, mientras que la autoridad velará por el cumplimiento de la normativa para la protección ambiental eficiente incluyendo los intereses provenientes de actores sociales afectados. Según esta teoría, *“para tratar de minimizar acciones incorrectas, se producen costos, los que deberían ser asumidos por el agente y el principal”* (Muñoz, 1990).

Según González (1992), para abordar la relación entre principal-agente, pueden darse tres situaciones. Un caso posible implica que el agente garantice al principal que no tomará acciones que perjudiquen sus objetivos, sin embargo, le es imposible al principal o al agente, al costo cero, asegurar que el agente tomará decisiones óptimas, desde el punto de vista del principal. Otra situación considera que el principal puede incurrir en costos de monitoreo para limitar las actividades aberrantes del agente y así disminuir las divergencias del interés del principal. En las mayorías de las relaciones de agencia tanto el agente y el principal incurrirán en costos positivos de monitoreo, sin embargo, el principal puede dar confianza y delegar responsabilidad para la toma de decisiones.

La Teoría de Agencias es útil para poder analizar las alternativas dado que permite observar en cada una la participación tanto del principal (autoridad) y agente (empresa) y entender la viabilidad de cada alternativa para aplicar una estrategia de este tipo.

## 2.2 Definición de Manejo Ambiental y Gestión Ambiental

La distinción principal que cabe realizar para el análisis de las alternativas corresponde a los conceptos de Manejo Ambiental y Gestión Ambiental. En diversas oportunidades, ciertos autores utilizan indistintamente ambos conceptos, aunque éstos pueden ser diferentes en amplitud. En este sentido manejo puede ser semejante con administración, este último es un concepto general y más amplio e implica *“prever, organizar, dirigir, aplicar, coordinar y controlar un sistema a través de todo el capital humano a él adscrito, mientras que la gestión se refiere al hecho de efectuar determinadas actividades conducentes al logro de objetivos funcionales”* (Conesa, 1997 b). De este modo en esta investigación Manejo Ambiental se considera como prever posibles impactos ambientales, organizar y aplicar métodos y tareas conducentes a minimizarlos y se caracteriza por estar coordinado por organismos públicos. La Gestión Ambiental se define como la parte de la gestión empresarial que permite plantear objetivos y acciones específicas para prevenir y corregir impactos ambientales y comprende un conjunto de actividades, medios y técnicas tendientes a conservar los elementos de los ecosistemas y las relaciones ecológicas entre ellos (Conesa, 1997 b).

## 2.3 Marco teórico para la Opción Tradicional.

*“La planificación que normalmente se utiliza en muchos sectores o áreas de una actividad se basa en acontecimientos históricos, pronósticos y/o extrapolaciones, suponiendo que el comportamiento del futuro será similar al pasado. A su vez, tiene como presupuestos, que el logro de los objetivos que la institución se plantee, depende fundamentalmente de la voluntad y esfuerzo que ésta coloque para conseguirlos, más que de cómo valore las circunstancias o elementos externos que la afectan”* (Rojas y Salinas, 1985). Estos son los supuestos sustentadores de la Planificación Tradicional.

En vastos sectores empresariales las consideraciones ambientales se han incluido como otro más de los requisitos que los gobiernos imponen a la actividad empresarial y

han sido incorporadas en forma puntual, específica, transitoria o como un complemento a los usuales procedimientos de gestión (Contreras y Pino, 1995). En este caso *“la gestión se orienta al cumplimiento de normas y regulaciones ambientales, las cuales se aceptan como un costo de la actividad comercial, pero los esfuerzos de gestión son secundarios, de baja prioridad y sin coordinación entre las distintas áreas funcionales de la empresa”* (Malman, 1995). En este caso se aspira a la conformidad legal ambiental como un medio para operar sin interrupciones (Valdés, 2001).

Dentro de este contexto una Opción Tradicional para abordar la variable ambiental implica una forma de actuar frente a una Estrategia de Manejo Ambiental, en la cual se implementan las acciones aplicando a la actividad la normativa ambiental vigente y los requerimientos establecidos por la autoridad para su funcionamiento.

Dentro de esta aproximación o estrategia de cumplimiento mínimo de las regulaciones ambientales, *“la posición más positiva es anticiparse a las tendencias de la legislación e introducir medidas de controles relevantes en forma previa a los requisitos legales”* (Contreras y Pino, 1995).

*“Los supuestos sustentadores de la Planificación Tradicional, son cada vez menos realistas, pues el presente se caracteriza por discontinuidad, cambios bruscos, globales y estructurales y riesgos inesperados”* (Rojas y Salinas, 1985). De este modo la Planificación Tradicional como herramienta muestra debilidades para responder a innumerables cambios y ha llevado a los planificadores a buscar alternativas más eficaces.

## 2.4 Marco teórico para un Manejo Ambiental Adaptativo.

Los fundamentos del concepto Manejo Adaptativo vienen desde el campo de la teoría de operación industrial en 1950 (Everett y Ebert, 1986). Este concepto ha sido definido en general, como una *“serie de acciones donde cada una de ellas se caracteriza por fases de retroalimentación y predisposición a modificar hipótesis de trabajo, objetivos, metas, resultados y acciones de manejo”* (UICN- Unión Mundial para la Naturaleza, 2000 a). De acuerdo con lo anterior los administradores pueden permanecer flexibles y adaptarse a la incertidumbre generada en el contexto de la toma de decisiones.

La aplicación de este procedimiento para orientar el manejo ambiental y la utilización de Recursos Naturales corresponde a la aproximación Manejo Ambiental Adaptativo desarrollada inicialmente por Holling (1978).

Según Johnson (1999), el Manejo de Recursos Naturales es ha menudo conducido bajo gran incertidumbre en cuanto a las condiciones futuras, relaciones entre componentes, empleo de las respuestas de manejo, objetivos de manejo e incluso abundancia de sus propios recursos. Dentro de este contexto el Manejo Ambiental Adaptativo corresponde a un *“enfoque de gestión aplicado a sistemas naturales complejos, que se basa en el sentido común y el aprendizaje por experiencia, recurriendo a la experimentación, la vigilancia y la adaptación de las prácticas en función de los conocimientos adquiridos”* (Bormann “y col.”, 1995)

En la aproximación Manejo Ambiental Adaptativo se reconocen explícitamente tres aspectos importantes: (Holling, 1978)

- En las decisiones sobre la planeación e implementación de acciones de manejo ambiental es necesario examinar variables económicas, sociales y ecológicas en un camino de integración.

- En el manejo ambiental se debe considerar varios y diversos actores interesados.
- La incertidumbre es inherente en todas las predicciones de impacto ambiental de las actividades humanas y en todo proceso de decisión.

Dentro de los principios de este enfoque de manejo se encuentran: aprendizaje y negociación de conflictos. Actualmente la estrategia manejo ecosistémico de los recursos naturales corresponde a una forma o enfoque basado en los principios de un Manejo Ambiental Adaptativo, dado que utiliza estos principios para lograr la sustentabilidad intergeneracional de ecosistemas explotados.

El enfoque de Manejo Ambiental Adaptativo reconoce y valora las formas no científicas de conocimientos provenientes de comunidades locales, lo cual indica un énfasis integrativo de distintas perspectivas.

La primera experiencia de Manejo Ambiental Adaptativo se realizó en un estudio canadiense denominado Gulf Island Recreation Land Simulation en 1968. Más tarde a principios de los años 1970 se introduce esta aproximación en Canadá como una iniciativa de gobierno, para manejar técnicamente recursos naturales. Desde su creación ha sido aplicada en más de 60 casos, principalmente en Norteamérica, también ha sido utilizada en algunos países de América Latina, entre ellos México, Sierra Norte de Oaxaca, donde su aplicación ha sido adaptada a las condiciones sociales y políticas de la región.

Dentro de la bibliografía existen diversas investigaciones que tratan con manejo de recursos naturales y que usan el término Manejo Adaptativo. Entre los temas de estas investigaciones se encuentran por ejemplo, plan de manejo de producción de salmones en Oregon (EE.UU.), plan de manejo forestal en California, Oregon y Washington (EE.UU.), efecto ecosistémico de compuestos tóxicos, efecto del fuego en el flujo de nutrientes, restauración de humedales y ecosistemas costeros. En particular se ha aplicado la aproximación de Manejo Ambiental Adaptativo en el ciclo del agua en la

zona urbana de Australia, en donde se incluye el manejo de impactos de proyectos como emisarios de descarga de aguas residuales al océano, proyectos de desarrollo urbano, proyectos recreacionales y de captación de aguas.

En Chile este enfoque se ha abordado, por ejemplo, dentro la legislación y manejo forestal para la cual se propone pasar desde una forma tradicional de manejo de bosques chilenos, a escala de rodales, a una aplicación de manejo adaptativo en el ámbito de cuencas hidrográficas y paisaje regional que permita la mantención de la integridad del bosque como ecosistema.

El Manejo Ambiental Adaptativo, en sus diversas aplicaciones, se concibe como una aproximación inductiva, en la cual se combina la teoría ecológica con el diseño de planes de intervención en la naturaleza y con el entendimiento de procesos de respuesta humana (Gunderson "y col.", 1994). Es importante destacar que los diferentes investigadores que han desarrollado esta aproximación reconocen explícitamente la existencia de actores (usuarios o stakeholders), dentro de un ecosistema, los cuales poseen distintas perspectivas. De acuerdo con lo anterior, un Manejo Ambiental Adaptativo esta orientado para lograr consenso entre los usuarios de un ecosistema.

El Manejo Ambiental Adaptativo, también es visto como una aproximación experimental a los problemas de manejo ambiental. Desde esta perspectiva en ciertas ocasiones el camino más efectivo es considerar las acciones de manejo como experimentos y diseñarlas para producir información crítica. Esta información ayuda a reducir la incertidumbre y proporciona una base amplia de conocimiento y experiencia que ayuda en el manejo en caso de incertidumbre continuada y en condiciones cambiantes. En este caso los encargados de manejar ambientalmente una actividad son experimentadores, dado que aprenden sobre la efectividad de las acciones de manejo ambiental, a través de su seguimiento en el tiempo. De este modo se observa que la esencia del Manejo Adaptativo es aprender haciendo (Johnson, 1999).

En el ámbito teórico las figuras fundamentales que caracterizan el Manejo Ambiental Adaptativo son: enfoque sistémico, modelos y el monitoreo. Una aproximación adaptativa para el manejo ambiental está basado en el concepto de ecosistema, de acuerdo a lo cual utiliza un enfoque sistémico como paradigma totalizador de los hechos para abordar los problemas. Los modelos permiten tener una visión del sistema que está siendo manejado (Walters, 1986), dado que en ellos se incluyen propiedades sistémicas esenciales, para luego seleccionar variables indicadores que permitan entender su conducta dinámica. Por otro lado el monitoreo implica registrar cambios en la conducta del sistema, a través de la medición de los indicadores, para posteriormente evaluar las acciones de manejo.

Dentro de investigaciones referidas con el concepto de Manejo Ambiental Adaptativo y su relación con el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental destacan Morrison y Bailey (1999), los cuales señalan que el Manejo Ambiental Adaptativo es aplicable como una respuesta sistemática a la incerteza científica de la predicción de impacto ambiental, dado que no siempre será posible predecir todos los resultados o impactos de un proyecto que ha sido evaluado, y haber propuesto acciones de manejo ambiental apropiadas, por lo tanto nuevas acciones pueden ser requeridas durante su implementación y operación en respuesta a eventos inesperados y otras pueden requerir modificaciones. Debido a esto el enfoque de Manejo Ambiental Adaptativo, en la operación de un proyecto permitirá que ciertas acciones puedan ser implementadas en ausencia de precisión en la predicción de impacto ambiental.

## 2.5 Marco teórico para un Sistema de Gestión Ambiental.

En 1987 con el Informe de Brundtland se define el desarrollo sostenible y se establece una serie de puntos centrales para la gestión ambiental, destacando principios que guiarían la relación recíproca entre empresa y medio ambiente. Dentro de éstos se encuentran principios internacionales que inspiran las políticas actuales de protección integral del Medio Ambiente. Además, se establecen principios de Gestión Ambiental

como la utilización de recursos naturales en función de las tasas que puede asumir el Medio Ambiente, situar las actividades empresariales en territorios que tengan una aptitud para acogerlos (capacidad de acogida) y evitar la emisión de efluentes por sobre la capacidad de recepción o asimilación del Medio Ambiente.

En el ámbito mundial es posible observar que la empresa en su evolución ha ido integrándose en el Medio Ambiente con una actitud más dinámica y activa, estableciendo una serie de compromisos ecológicos y de protección de los ecosistemas. Junto con este cambio de enfoque sobre la protección ambiental, surge en el sector industrial una demanda de elementos guías para incorporar la gestión ambiental dentro de sus actividades productivas, con una orientación estratégica.

En 1993, dentro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), organismo internacional no gubernamental con sede en Ginebra, se creó el Comité Técnico 207 (TC 207), sobre la Gestión Ambiental, con el objetivo de normalizar internacionalmente el tema. Este Comité se dividió en grupos de trabajo, y en conjunto crearon la familia de normas ISO 14000, las cuales corresponden a una serie de estándares genéricos que proporciona a las empresas la estructura para manejar distintos aspectos ambientales de sus actividades.

Dentro de los temas cubiertos por estas normas se encuentran: Sistemas de Gestión Ambiental, Auditoría Ambiental, Evaluación del comportamiento Ambiental. También se consideran temas relacionados con la Evaluación del producto como: Aspectos ambientales en las normas de productos, ecoetiquetado, evaluación del ciclo de vida.

En el ámbito internacional también existen otras normas que han influido en las actuales normas ISO 14000 y que comparten elementos, entre ellas se encuentra la Norma Británica 7750 (Sistema de Gestión Ambiental de la British Standard) y el

Reglamento EMAS (Reglamento de la Comunidad Económica Europea sobre gestión ambiental).

La existencia de estas normas demuestra un consenso mundial sobre la importancia de la gestión ambiental en la empresa como una exigencia social, obligación legal y condición imprescindible para un desarrollo sustentable.

La Norma Internacional ISO 14001 especifica los requisitos de un SGA, que permita a una organización asumir funciones concretas para proteger el medio ambiente con el cual interactúan. Esta norma es de aplicación internacional a cualquier centro de una empresa, independiente del sector al que pertenece.

En Chile la norma actualmente vigente para la implementación de un SGA certificable, corresponde a la *NCh-ISO 14001.Of 97* (Sistemas de Gestión Ambiental-Especificación con guía para el uso). Según esta norma, un SGA corresponde a *“aquella parte del sistema global de gestión que incluye la estructura organizacional, las actividades de planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental”*.

*“El desarrollo de SGA en la empresa surge de constatar que la sola superación técnica de los problemas ambientales no es suficiente sino que más bien la protección ambiental tiene que estar en la filosofía y en los objetivos de la empresa”* (Hinner, 1995).

Un SGA permite obtener una gestión orientada hacia y desde el Medio Ambiente (relación recíproca), para lograr la integración ambiental de una actividad en operación. Esta es la vía más correcta, pero no la más frecuente en el ámbito empresarial.

Con la aplicación de Sistemas de Gestión Ambiental las empresas incluyen de forma natural en su sistema de gestión general todos aquellos aspectos de sus actividades que pueden generar impacto sobre el medio ambiente (aspectos ambientales). Esto corresponde a un enfoque sistémico para integrar la gestión ambiental, dado que implica organizar la estructura de una empresa abordando las interrelaciones entre los diferentes departamentos o áreas de una actividad, como por ejemplo: área de diseño de productos, área de procesos utilizados para manufacturar los productos (según tipos y cantidad de energía y materias primas utilizadas), áreas relacionadas con la evaluación y manejo de los efectos en el Medio Ambiente de los procesos productivos.

Dentro del desarrollo de un SGA según la norma ISO 14001 se debe considerar aquellos principios internacionales que inspiran las políticas actuales de protección integral del Medio Ambiente, y principios de Gestión Ambiental, de modo que *“asegure nuestros derechos, responsabilidades, oportunidades y obligaciones ambientales”* (Sayre, 1997). Según Seoáñez y Angulo (1999), un SGA bien estructurado es la clave de nuestra propia supervivencia y la de otros organismos y miembros de un ecosistema.

*“Un SGA es el marco o método de trabajo que sigue una organización para lograr y mantener un determinado comportamiento de acuerdo con las metas que se hubiere fijado y como respuesta a normas, riesgos ambientales, presiones sociales, económicas y competitivas en permanente cambio”* (Conesa, 1997 b). En este sentido implementar un SGA dentro de una organización, implica utilizar una herramienta para obtener y controlar sistemáticamente un nivel de desempeño ambiental, establecido por la misma organización, el cual se sustenta por la obtención de un mejoramiento continuo y el cumplimiento de la legislación aplicable.

Dentro de un SGA el concepto clave corresponde al mejoramiento continuo, el cual implica que siempre habrá algún aspecto que mejorar y que la actitud de búsqueda del buen desempeño ambiental será permanente.

Una empresa o un centro de una empresa que quiera implantar un SGA tiene dos posibilidades, la primera es implementar un SGA siguiendo o no una norma, y solicitando un reconocimiento, como la certificación. Dado que los SGA varían en procedimientos y complejidad, la certificación externa garantiza a la empresa, que ha implementado un SGA siguiendo o no una norma, que presenta un sistema formal de gestión ambiental que cumple con los requisitos generales. La segunda posibilidad es implementar un SGA siguiendo o no una norma, sin solicitar ningún reconocimiento. En este caso, si bien el SGA que ha sido implementado puede cumplir con los requisitos generales, no existe una certificación externa que lo garantiza, y por lo tanto no se puede afirmar que se ha integrado adecuadamente la variable ambiental en la empresa mediante un sistema formal de gestión ambiental.

La implementación de un SGA bajo ISO 14001 está presentando un crecimiento exponencial y es un proceso en cadena, en el cual una empresa certificada exige a sus proveedores que también lo hagan. Según Seoáñez y Angulo (1999), dentro de la evolución de la certificación ISO 14001 por continentes, al año 1997 existen 5.017 empresas certificadas, en donde Europa figura con 2.921 empresas equivalentes a un 58,23 %. Valdés (2001) afirma que en el mundo existen aproximadamente 18.000 empresas que han certificado Sistemas de Gestión Ambiental según la norma ISO 14001 (Valdés, 2001). Dentro de esta cifra Japón, Alemania y el Reino Unido figuran con la mayor proporción con 3.982, 2.300 y 1.400 empresas respectivamente.

En Chile esta tendencia es incipiente, y las cifras aumentan constantemente, hasta 31/12/2001 existen 17 empresas certificadas ([www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/pdf/survey11thcycle.pdf](http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/pdf/survey11thcycle.pdf)), y hasta Noviembre 2002 según estudios de ProChile, existen alrededor de 30 empresas certificadas. Las principales empresas que han implementado un SGA bajo los requerimientos de la ISO 14001 y que han certificado son grandes empresas exportadoras entre ellas Forestal Millalemu, Forestal Licancel, Forestal Santa Fe, Cemento Melón, Escondida, Minera Candelaria. En el sector sanitario

las empresas se han acercado al tema a través de investigaciones dentro de las empresas ya certificadas.

Dependiendo del sector industrial, es posible detectar un mayor o menor interés en implementar un SGA. Dentro de las variables que influyen en estos sectores son vocación exportadora del sector y la gestión ambiental previa que han desarrollado.

En nuestro país la principal motivación para implementar este tipo de sistemas es *“responder a las exigencias de la normativa ambiental vigente, dado que estas están asociadas a instrumentos de gestión pública como el SEIA, Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación y Auditorías Ambientales”* (CONAMA-AMBAR, 2000).

En el caso de un proyecto nuevo que requiere de un Estudio de Impacto Ambiental, los compromisos relacionados con la legislación aplicable tendrán que formar parte del SGA. En cuanto a un Plan de Prevención o Descontaminación, este tiene exigencias ambientales complementarias a la normativa vigente, lo cual genera una mayor presión en los empresarios, esto directamente puede generar condiciones básicas para la implementación de SGA. Con respecto a las Auditorías Ambientales, su relación con los SGA es muy directa, dado que son los mecanismos más importantes dentro estos sistemas para identificar y posteriormente investigar causas de no conformidades.

A nivel mundial se sugiere que *“las administraciones competentes en materia de medio ambiente deben promocionar la estrategia de los SGA entre las empresas y entre el público, comunicando su existencia y explicando su significado”* (Seoáñez y Angulo, 1999). En Chile la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), esta siguiendo esta línea, ejemplo de aquello, es el desarrollo en el año 2000 de un estudio denominado *“Promoción e incentivo de la implementación de los SGA certificables en las empresas chilenas orientadas a mercados internacionales con exigencias ambientales”*.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Marco metodológico

En la realización de esta investigación se trabajará con un marco metodológico para el desarrollo de estrategias institucionales que ha sido utilizado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentación). Este marco metodológico considera la cobertura de las siguientes etapas:

- a) Negociación del objetivo
- b) Contexto relevante para el logro exitoso del objetivo previamente establecido
- c) Análisis de actores y factores relevantes para el logro de los objetivos
- d) Identificación de acciones relevantes
- e) Configuración de alternativas para aplicar la Estrategia
- f) Negociación de la alternativa pertinente para aplicar la Estrategia
- g) Proyección de implicancias y necesidades
- h) Inicio de implementación

En esta investigación se utilizará los contenidos de las etapas a), b), c), d), para describir la Estrategia Manejo Ambiental propuesta. Las etapas e), f), g) se utilizarán respectivamente como guía para configurar las alternativas identificadas, seleccionar una alternativa y determinar aspectos importantes que se deben considerar para implementar la alternativa seleccionada.

### 3.2 Método

Para lograr los objetivos específicos de esta investigación se realizarán las siguientes actividades:

- 1) Recolección de antecedentes generales relacionados con la empresa.
- 2) Caracterización de la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. Esta actividad contempla el análisis del Estudio de Impacto Ambiental y la Resolución de Calificación Ambiental que aprueba el proyecto presentado a la CONAMA RM.
- 3) Análisis de documentos para configurar las alternativas Opción Tradicional, Manejo Ambiental Adaptativo y Sistema de Gestión Ambiental. Entre la documentación a analizar se encuentran publicaciones científicas, libros, normas ISO, información existente en internet y en la intranet de la empresa.
- 4) Realización de entrevistas a informantes calificados, según una pauta preestablecida, de modo que se pueda completar, contrastar y/o confirmar la información obtenida.
- 5) Realización un análisis FODA de las alternativas

Dada la importancia de esta etapa en la investigación, a continuación se presenta mayor información con respecto a un análisis FODA.

La planificación estratégica corresponde a una herramienta administrativa útil para la toma de decisiones a largo plazo, dentro de la cual se analizan estrategias alternativas para desarrollar planes.

El método general de planeamiento estratégico adoptado amplia y universalmente es el denominado Análisis FODA, en el cual se identifican Oportunidades y Amenazas (análisis medio externo) y también Fortalezas y Debilidades (análisis medio interno).

Este análisis es una forma estructurada de elaborar un diagnóstico concreto de la realidad interna de una organización y su relación con el medio externo en el cual se desenvuelve ([www.bcrp.gob.pe/Espanol/Wmoneda/Moneda129/mon129\\_5.pdf](http://www.bcrp.gob.pe/Espanol/Wmoneda/Moneda129/mon129_5.pdf)).

En las últimas décadas el análisis FODA, ha alcanzado una gran importancia dentro de las técnicas de dirección estratégica en el ámbito empresarial ([www.uees.edu.ec/investigación/cuaderno4/tema5.PDF](http://www.uees.edu.ec/investigación/cuaderno4/tema5.PDF)), dado que es una herramienta que se utiliza para evaluar la situación presente y para obtener información relevante para seleccionar misiones y desarrollar estrategias alternativas aplicables que permitan lograr los objetivos planteados.

Además de ser utilizado como un método para generar alternativas, el análisis FODA también permite *“identificar problemas a la hora de plantear opciones, posibilidades o soluciones a cualquier metodología”* (Conesa, 1997 b).

Dentro de esta investigación, luego de configurar las alternativas, se procederá a realizar un análisis FODA, para obtener información que permita seleccionar aquella que sea más factible para aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la etapa de operación de la Planta La Farfana.

El análisis del medio externo corresponde a la identificación de Oportunidades y Amenazas que surgen del entorno general o ambiente en que está inmersa la empresa Aguas Andinas S.A. y que por lo tanto condicionan en forma positiva o negativa la aplicación de la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la etapa de operación de la Planta La Farfana.

El análisis del medio interno corresponde a la identificación (en las alternativas) de Fortalezas que permiten y Debilidades que impiden a la empresa Aguas Andinas S.A. aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental mencionada.

Para el análisis FODA se tomará en cuenta las peculiaridades de cada alternativa y la información disponible.

Dentro del análisis del medio externo, las Oportunidades se definieron como aquellos factores del entorno que resultan favorables, explotables y positivos para la aplicación de la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la etapa de operación de la Planta La Farfana. Las Amenazas se identificaron como los factores negativos del entorno y que pueden ser perjudiciales en ese mismo sentido.

Dentro del análisis interno de cada alternativa, las Fortalezas, se identificaron como aquellos recursos que controla, las capacidades, características, habilidades que posee o actividades que permite desarrollar positivamente. Las Debilidades de cada alternativa fueron determinadas como aquellos recursos que no controla, características o habilidades que no se posee y actividades que no desarrolla positivamente ([www.auxilioideas.com](http://www.auxilioideas.com)).

A partir de la identificación de Fortalezas y Debilidades de cada alternativa y las Amenazas y Oportunidades provenientes del medio externo (aplicación del análisis FODA), se obtienen enunciados que permiten agrupar la información, para posteriormente realizar la evaluación y comparación de las alternativas, y seleccionar aquella que sea más adecuada para la organización en estudio.

En general, la evaluación de una alternativa se define como *“la valoración que se le atribuye, en función del grado de utilidad y de los resultados de la misma”* (Conesa, 1997 b).

La evaluación de cada alternativa se realizará mediante el análisis del comportamiento de cada una de ellas en relación con un criterio de selección, es decir, un carácter o propiedad que permita formar un juicio.

El criterio de selección en esta investigación será el grado de utilidad o aptitud de cada una para: aplicar y optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental en la etapa de operación de la Planta La Farfana, aprovechar Oportunidades externas y contrarrestar las Amenazas provenientes del medio externo de la Empresa Aguas Andinas S.A.

Las alternativas más adecuadas para aplicar una estrategia, a menudo son aquellas que ayudan a la organización a desarrollar capacidades, o fortalezas distintivas y aumentar su posición institucional a largo plazo. De acuerdo con lo anterior, para determinar el grado de utilidad o aptitud de cada alternativa para optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental, se considerará la existencia en ella de fortalezas que puede adquirir la organización para modificar su sistema de gestión y alcanzar eficacia en la implementación de las acciones o medidas de manejo planteadas en la Estrategia.

En cuanto al grado de utilidad o aptitud de cada alternativa para aprovechar Oportunidades externas y contrarrestar las Amenazas, se estudiarán las fortalezas existentes para abordar estas fuerzas externas.

En cuanto a las debilidades de cada alternativa, serán consideradas en el caso de su implementación.

## 4. ANTECEDENTES GENERALES

### 4.1 Descripción de la empresa sanitaria en estudio.

La empresa Aguas Andinas (ex EMOS S.A.) entrega a los habitantes de la ciudad de Santiago diferentes servicios relacionados con el recurso hídrico, entre ellos se encuentra la producción y distribución de agua potable y recolección de aguas residuales.

Actualmente la ciudad de Santiago *“cuenta con una completa cobertura de agua potable y alcantarillado, pero sólo una pequeña parte de las aguas servidas y recolectadas cuenta con tratamiento”* (EMOS S.A., 2000). Por esta razón la empresa Aguas Andinas S.A., está ejecutando el Plan de Saneamiento Hídrico de la Cuenca de Santiago y localidades periféricas. El objetivo de este plan, es tratar el 100% de las aguas servidas de la ciudad antes del año 2009, para luego devolverlas a los cauces naturales cumpliendo las normas vigentes, y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la cuenca.

El Plan de Saneamiento Hídrico de la Cuenca de Santiago, considera la construcción de tres grandes plantas de tratamiento y 10 plantas de tratamiento de menores dimensiones en localidades periféricas de Santiago (Figura 1). Dentro de las tres grandes plantas de tratamiento se encuentran El Trebal, con un caudal a tratar de 4,4 m<sup>3</sup>/s, La Farfana con un caudal a tratar de 8,8 m<sup>3</sup>/s, y Los Nogales con un caudal a tratar de 6,1 m<sup>3</sup>/s. Dentro de las plantas de tratamiento periféricas se encuentran Buin-Maipo, Paine, Valdivia de Paine, Isla de Maipo, San José de Maipo, El Monte, Talagante, Til- Til, Cuaracaví y La Obra.

Dentro de las obras adicionales que debe realizar la empresa para implementar este plan se encuentran colectores interceptores y emisarios de entrada a cada planta.



Figura 1. Plantas de tratamiento del Plan de Saneamiento Hídrico de la Cuenca de Santiago y localidades periféricas.

## 4.2 Descripción general del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.

A continuación se presentan los antecedentes generales de la actividad obtenidos desde el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.

### 4.2.1 Antecedentes generales de la actividad en estudio.

Mediante la operación de esta planta de tratamiento se pretende tratar el 50% de las aguas servidas del Gran Santiago, entregando un efluente que cumpla con la norma NCH 1333, y la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales Decreto N° 90.

La Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana, tiene su localización en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, específicamente en el sitio en que actualmente opera la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santiago Poniente, cuyos caudales serán incorporados a la Planta La Farfana.

La zona de emplazamiento está considerada dentro del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, como área destinada a Plantas de Macroinfraestructura Sanitaria. La ubicación proyectada de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana se basó en la existencia de un área suficiente para el emplazamiento de los procesos y actividades requeridas por una planta de las características proyectadas.

Dentro de la superficie utilizada para desarrollar esta actividad, se ha destinado para el año 2027, 60 ha para construcciones (procesos unitarios, oficinas, sala de control

de procesos, y laboratorio); 24 ha para áreas verdes, franja arborizada, laguna para la protección de la avifauna y vías de circulación.

**PLANO DE UBICACIÓN  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS LA FANFANA**

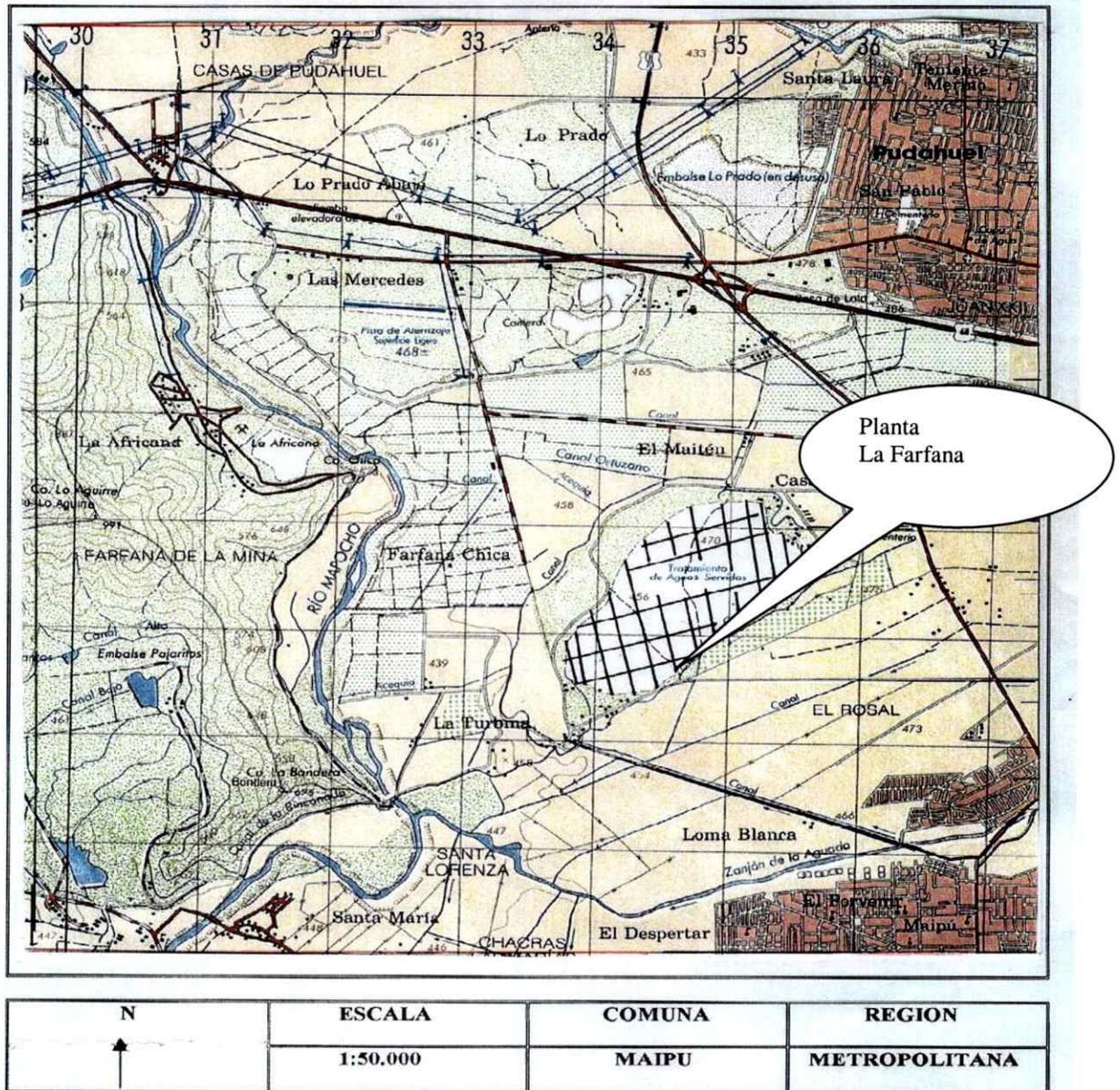


Figura 2. Plano de ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. (Fuente EMOS S.A., 2000)

#### 4.2.2 Tecnología y procesos implicados en el sistema de tratamiento de aguas servidas de la Planta La Farfana.

*“El tratamiento de las aguas servidas consiste en remover las sustancias o elementos contaminantes presentes en el caudal afluyente a la planta, a objeto de alcanzar calidades aptas para su reutilización o descargarlas en los cauces naturales sin afectar sus características. Esta remoción puede realizarse mediante procesos de tipo físico, químico y biológico”* (EMOS S.A., 2000).

En la Planta La Farfana, el sistema de tratamiento utilizado corresponde al tipo convencional, el cual utiliza procesos unitarios mecanizados.

La elección de la Tecnología de Lodos Activados Convencionales, se realizó considerando el volumen de aguas servidas a tratar, el grado de flexibilidad necesaria para enfrentar incertidumbres asociadas a la implementación de grandes proyectos de infraestructura sanitaria, los niveles de automatización y seguridad operacional, la superficie de terreno requerida, y la experiencia existente en el resto del mundo (EMOS S.A., 2000).

En una planta de tratamiento del tipo convencional *“el agua pasa a través de distintos procesos hasta lograr un efluente con las características deseadas; a esta secuencia, se le denomina línea de agua. Al remover los contaminantes del agua, se generan subproductos, con alto contenido de sólidos orgánicos, denominados lodos. Estos siguen un proceso separado que permite concentrarlos y estabilizarlos, para luego disponerlos en forma adecuada. Esta secuencia de procesos determina la línea de lodos”* (EMOS S.A., 2000).

La Figura 3 corresponde a un esquema del proceso de Lodos Activados Convencionales que utilizará la Planta La Farfana. En esta figura se observa que la “línea de agua” está compuesta, en lo básico por los procesos unitarios denominados:

Tratamiento Preliminar, Tratamiento Primario, Tratamiento Secundario y Desinfección, mientras que la “Línea de lodos”, estará conformada por los procesos de Espesamiento, Digestión Anaeróbica, Deshidratación (centrifugas y canchas de secado) y Disposición Final (monorelleno al interior de la planta u otra alternativa).

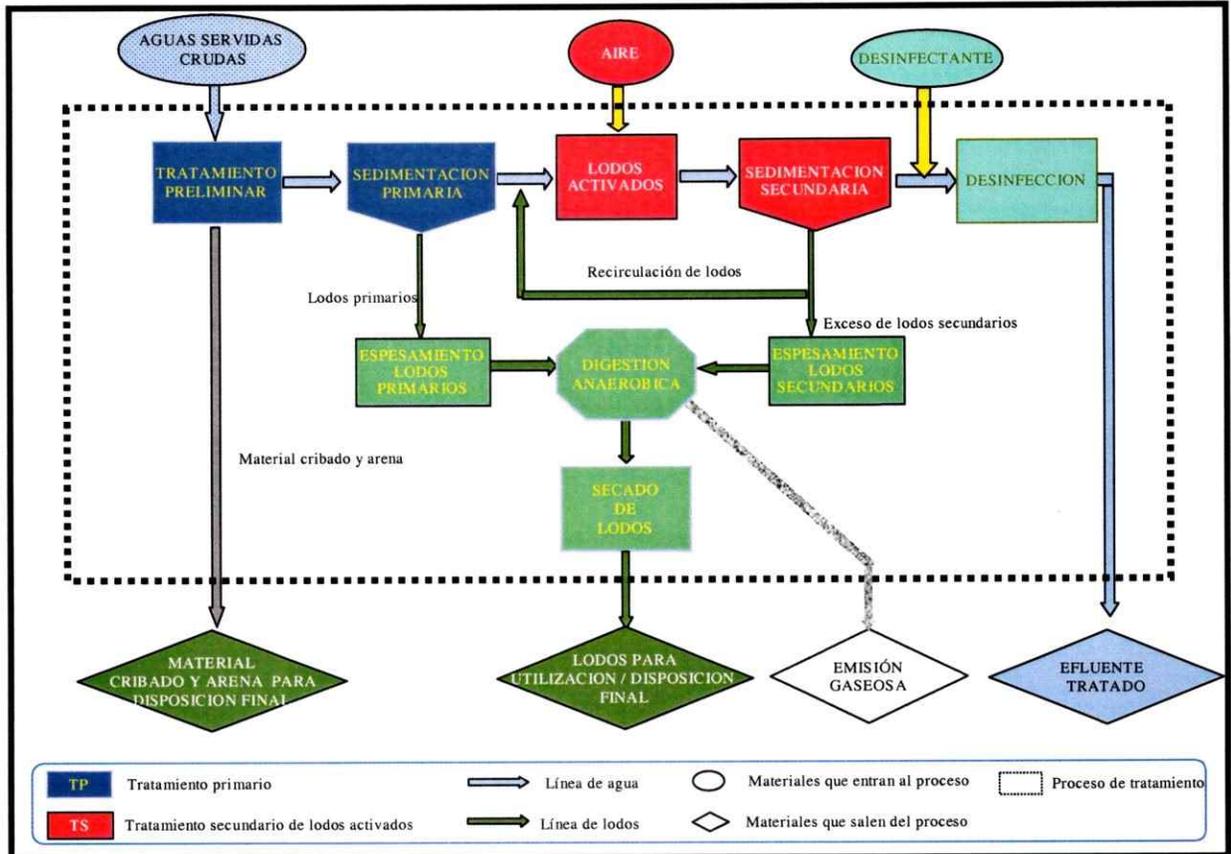


Figura 3. Esquema del tratamiento convencional de lodos activados. (Fuente EMOS S.A., 2000).

A continuación la Tabla 1 resume los procesos unitarios que conforman el sistema de la Planta La Farfana.

Tabla 1. Resumen de procesos unitarios. (Fuente EMOS S.A., 2000)

<p>Línea de Agua</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tratamiento Preliminar, incluye la remoción de sólidos gruesos y arenas mediante baterías de rejillas gruesas y finas, y desarenadores aireados.</li><li>• Tratamiento primario: el agua servida se hace circular a través de estanques de gran tamaño (sedimentadores primarios). En ellos, la velocidad del flujo es reducida, de modo que los sólidos sedimentables se depositan en el fondo, permaneciendo en suspensión la fracción más fina.</li><li>• Tratamiento secundario: corresponde al proceso de lodos activados, donde se realiza el abatimiento de la carga orgánica mediante oxigenación, y posteriormente separación del material suspendido de la fase líquida, generando un lodo secundario, posteriormente se desinfecta el efluente por medio de cloración.</li></ul>
<p>Línea de Lodos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Espesamiento: los sólidos removidos en el tratamiento secundario se llevan a espesadores que los concentran, con el fin de aumentar el porcentaje de materia sólida.</li><li>• Digestión anaeróbica: Este tratamiento producirá un <u>lodo estabilizado</u>, pues asegura un porcentaje de destrucción de los sólidos volátiles alrededor de un 50 a 55%, por lo tanto la materia orgánica, que puede fermentar en estas condiciones, realiza el proceso de fermentación en el digestor y por lo tanto a la salida de éste ya posee características de estable.</li><li>• Deshidratación (secado de lodos): la humedad de los lodos digeridos (estabilizados) es reducida mediante centrifugas de un 95% a un 75%, aproximadamente. Luego, se utilizan canchas de secado (secado de lodos al aire libre), que permiten obtener humedades del orden del 35%.</li><li>• Disposición final de lodos. La solución contemplada para la disposición de lodos durante los primeros cinco años de funcionamiento, es la construcción de un monorelleno en los terrenos de la Planta. Durante este período, se evaluará la ampliación del monorelleno u otra alternativa de disposición o reuso de lodos, es decir, utilización del lodo para recuperar suelos erosionados.</li></ul>

4.2.3 Parámetros de diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana  
(Fuente EMOS S.A., 2000)

A continuación se presentan los parámetros de diseño, tanto para las entradas como las salidas más importantes del sistema de tratamiento de aguas servidas.

Tabla 2. Resumen de los parámetros relacionados con el afluente de la Planta La Farfana.

Parámetros de diseño	Año		
	2004	2010	2027
Caudal medio anual [m <sup>3</sup> /s]	8,15	8,80	9,40
DBO <sub>5</sub> medio anual [kg/día]	240.206	220.493	235.526
Sólidos suspendidos totales medio anual [kg/día]	158.436	171.072	182.736

Tabla 3. Parámetros de calidad del efluente.

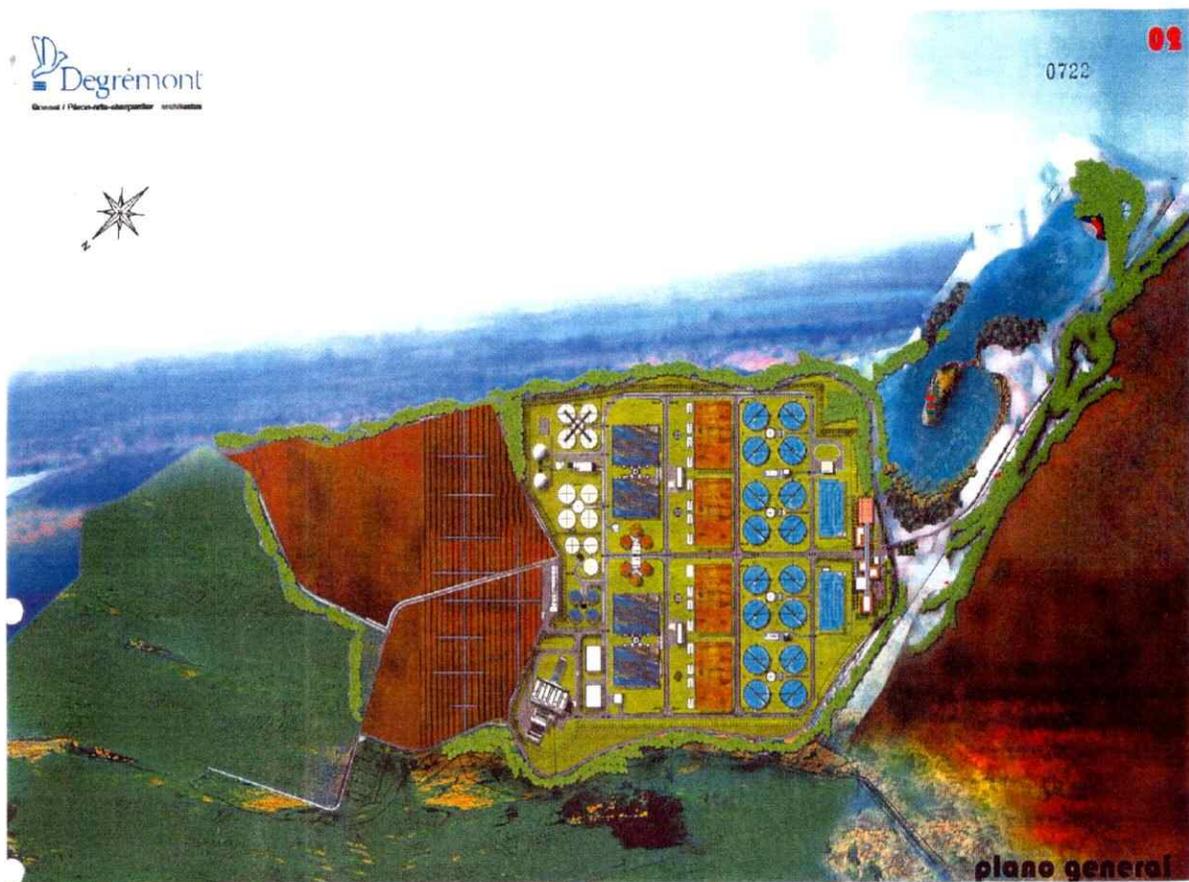
Parámetros	Unidades	Promedio
Coliformes fecales (media geométrica)	NMP/100 ml	≤ 1.000
DBO <sub>5</sub>	mg/l	≤ 35
Sólidos suspendidos totales	mg/l	≤ 35
pH	-	6 – 8,5

Tabla 4. Estimación de producción de lodos.

Producción de lodos base seca (ton/día)	Año		
	2004	2010	2027
Medio anual	128	137	157

Tabla 5. Generación de residuos sólidos en la etapa de operación de la Planta La Farfana.

Proceso unitario	Residuos Sólidos	Cantidad (m <sup>3</sup> /día)		
		Año 2003	Año 2010	Año 2027
Tratamiento Preliminar	Desechos varios	46	50	56



EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS SANITARIAS S.A. Planta de Tratamiento de Aguas Servidas la FARFANA

Figura 4. Plano General Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.



Foto 1. Vista general "Planta de Tratamiento de Aguas Servidas El Trebal". Línea de agua y línea de lodos.

#### 4.3 Descripción del entorno antes del emplazamiento del Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.

El Área de influencia contenida en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana”, consiste en un Área de Influencia Directa General y un Área de Influencia Indirecta General. El Área de Influencia Directa General comprende un sitio de 130 hectáreas donde se localizará el proyecto y un sector aledaño a la planta considerando un perímetro de 100 metros alrededor del recinto de emplazamiento. El Área de Influencia Indirecta General está constituida por toda la Región Metropolitana, por su impacto en la salud de la población del Gran Santiago.

La caracterización del Área de Influencia consiste en la descripción de las condiciones ambientales, realizada antes de la construcción y operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. Esta información permitió a la empresa determinar el impacto ambiental, por diferencia entre la situación presente y su evolución en ausencia del proyecto y la situación futura en caso de construcción y operación del proyecto. A partir de esta información se realizó la Evaluación de Impacto Ambiental y la Estrategia de Manejo Ambiental planteada.

A continuación en la Tabla 6, se presentan los componentes ambientales considerados en la línea base del Estudio de Impacto Ambiental de la Planta La Farfana y un resumen de sus características principales.

Tabla 6. Estructura de la Línea Base (Fuente EMOS S.A., 2000)

<p><b>COMPONENTES AMBIENTALES</b></p> <p><b>COMPONENTES FÍSICOS</b></p> <p><b>Clima</b> (Valle de Santiago): Temperatura media 14°C, precipitaciones 360 mm en promedio, dirección dominante viento: Sur- Sur- Oeste con un 23,4% y con velocidad promedio 18 Km/hr.</p> <p><b>Aire:</b> Partículas contaminantes PM 10 promedio: 77µg/m<sup>3</sup> N, altos niveles de olores por H<sub>2</sub>S (Ácido Sulhídrico) y MES (Metil-Etil-Sulfuro), niveles de ruido sobre los niveles máximos permitidos para zona I, II, III, con 93,8 dB debido paso constante de aviones, y con 36,2 dB sin paso de aviones.</p> <p><b>Agua superficial:</b> Río Mapocho y escurrimientos superficiales con niveles de coliformes fecales entre 7x 10<sup>6</sup> y 1,7 x 10<sup>7</sup> NMP/100 ml.</p> <p><b>Aguas subterráneas:</b> La calidad se ajusta a NCh 1333 y NCh 409.</p>
<p><b>COMPONENTES BIOLÓGICOS</b></p> <p><b>Flora y vegetación:</b> Area altamente intervenida sin especies de vegetación en categoría de amenaza según Libro Rojo de Vegetación de Chile (Conaf, 1989). Se identificaron 82 especies de plantas vasculares, de las cuales un 65 % corresponde a taxas alóctonos. En cuanto a las formas de crecimiento un 52 % de las especies corresponde a hierbas anuales, 30% hierbas perennes, 12 % arbustos y un 6 % de árboles. Con respecto a la vegetación, predomina espinal sabana <i>Acacia caven</i>, con cobertura de un 90 %. El estudio de la vegetación indica que en el área de emplazamiento del proyecto existe un proceso de recolonización postcultivo.</p> <p><b>Fauna:</b> Alta riqueza de especies de vertebrados: 1 anfibio, 4 reptiles, 6 mamíferos, 79 aves. De estas especies 14 se encuentran con problemas de conservación, de las cuales 4 son reptiles, 2 mamíferos y 8 aves. Dentro de las especies de aves nativas en estado de conservación Rara se encuentran por ejemplo: <i>Ardea cocoi</i> (Garza cuca), <i>Anas bahamensis</i> (Pato gargantillo) y <i>Chloephaga melanoptera</i> (Piuquén)</p>
<p><b>COMPONENTES SOCIOCULTURALES</b></p> <p><b>Asentamientos humanos:</b> Se encuentran los poblados de Casas Viejas con 300 habitantes, La Farfana con 600 habitantes y Sector Mina Pumacita con 20 habitantes.</p> <p><b>Infraestructura:</b> Zona sin instalaciones intradomiciliarias de agua potable y alcantarillado, luz eléctrica 90% en poblados de Casas Viejas y La Farfana, y 4 vías de acceso vial.</p> <p><b>Aspectos arqueológicos:</b> Sin rasgos arqueológicos superficiales.</p> <p><b>Paisaje y estética:</b> Tres unidades de paisaje, con calidad y fragilidad visual global media, que implica que el paisaje es capaz de absorber medianamente la intervención humana.</p>

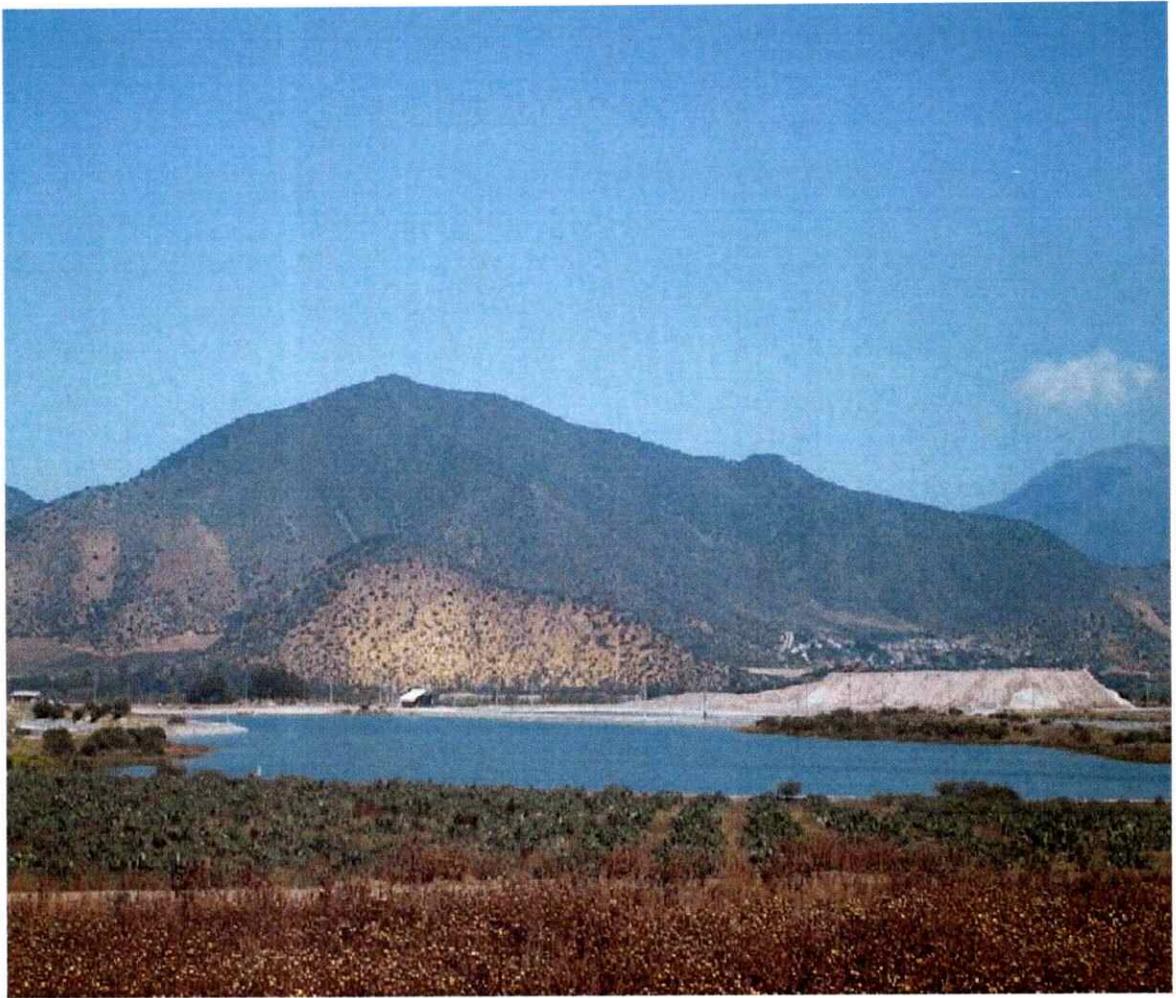


Foto 2. Sector lagunas facultativas de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Santiago Poniente.



Foto 3. Vía de acceso Norte y predios agrícolas cercanos al lugar de emplazamiento de la planta.

## 5. PRESENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

### 5.1 Descripción general de la Estrategia de Manejo Ambiental planteada para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.

Dentro del Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana, se incluye la Estrategia de Manejo Ambiental. De este modo se da cumplimiento al artículo 12 de la Ley 19300 y al artículo 58 y 63 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

La Estrategia de Manejo Ambiental que ha sido planteada por la empresa Aguas Andinas S.A., es el resultado de un conjunto de decisiones tomadas según el marco conceptual y legal que está implícito en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental existente en nuestro país.

En la Estrategia de Manejo Ambiental, para las etapas de construcción y operación de la Planta La Farfana, se presentan medidas de mitigación para minimizar o eliminar impactos ambientales negativos identificados, medidas de compensación para producir un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado, y medidas de contingencia ambiental y control de accidentes para prevenir la ocurrencia de situaciones no planificadas que pueden tener efectos adversos sobre el proyecto y que pueden afectar en forma negativa a la población y el Medio Ambiente.

También se consideran medidas de seguimiento ambiental, para seguir la evolución de la Línea Base por medio de la medición de variables, y muestreo en los diferentes componentes ambientales involucrados y la efectividad de las medidas de mitigación implementadas. Además, se consideran medidas para garantizar el cumplimiento de las normas y requerimientos aplicables a las actividades de operación de la Planta.

Dado que esta investigación se relaciona con la etapa de operación de la Planta La Farfana, a continuación se describen los elementos generales que constituyen una estrategia institucional.

#### 5.1.1 Objetivo estratégico.

La empresa con la aplicación de la Estrategia de Manejo Ambiental tiene por objetivo, alcanzar efectividad en la implementación de acciones o medidas para aminorar, evitar o compensar los impactos sobre el sistema ambiental en el cual se emplazará la planta y realizar las actividades de operación cumpliendo toda la normativa ambiental aplicable a esta actividad.

#### 5.1.2 Contexto relevante de la Estrategia de Manejo Ambiental.

Según el objetivo estratégico anteriormente planteado, el contexto relevante para lograrlo incluye principalmente aspectos, legales, sociales, técnicos y económicos.

De este modo la Estrategia de Manejo Ambiental debe estar ajustada a la normativa ambiental aplicable, a las características de la población cercana al área de emplazamiento de la Planta La Farfana. Además debe ser técnicamente apropiada y económicamente viable. Con respecto a este último aspecto la aplicación del plan tarifario que incluye el pago por servicio de disposición de aguas servidas con tratamiento, se constituye como una importante fuente de financiamiento de las actividades de operación de la planta y de las acciones de manejo ambiental contempladas (mitigación, compensación y contingencia).

### 5.1.3 Actores relevantes relacionados con el objetivo estratégico

Dentro de los actores directamente relacionados con el logro del objetivo estratégico, se encuentran organismos públicos con competencia ambiental, que están a cargo de las actividades de fiscalización, control y aprobación de programas de seguimiento ambiental. Entre estos se encuentran Servicio Agrícola y Ganadero de la Región Metropolitana (SAG RM), Servicio de Salud del Metropolitano del Ambiente (SESMA), Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana (CONAMA RM), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Ministerio de Transporte, Dirección General de Aeronáutica Civil, Servicio Regional Ministerial de Agricultura, Municipalidad Maipú y Pudahuel.

Otro actor relevante corresponde a la empresa Aguas Andinas S.A. que operará la Planta La Farfana, la cual estará encargada de la implementación y efectividad de las medidas de manejo propuestas y de otras medidas que permitan solucionar problemas técnicos de la operación (fallas en los procesos en las unidades de tratamiento).

Además, se encuentran actores del ámbito social, los cuales corresponden a la comunidad directamente involucrada con las actividades de la planta, organizaciones con personalidad jurídica, personas naturales y ONG' s.

### 5.1.4 Acciones relevantes a ejecutar para lograr el objetivo estratégico

La Estrategia de Manejo Ambiental para la etapa de operación de la Planta La Farfana fue organizada en un Plan de Manejo Ambiental, el cual fue estructurado en medidas o acciones para cada uno de los componentes analizados en la Línea Base. Específicamente este Plan de Manejo Ambiental considera: Plan de medidas de mitigación, de compensación, de contingencia ambiental y control de accidentes, seguimiento ambiental y cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

Dado que esta investigación se refiere a la etapa de operación de Planta La Farfana, a continuación se presenta un resumen general del Plan de Manejo Ambiental para esta etapa (Tabla 7).

Dentro del resumen se presentan medidas de diseño, polivalentes, generales y particulares que forman parte del plan de mitigación. Las medidas de diseño corresponden a aquellas que han sido incorporadas en la etapa de concepción y diseño de ingeniería de esta planta de tratamiento, y equivalen a modificaciones en elementos o procesos de la operación de la planta. Las medidas dirigidas a varios impactos se les denomina polivalentes, las medidas referidas al área de influencia de las actividades de la planta se definen como generales y las medidas dirigidas a impactos asociados a lugares concretos se denotan como particulares.

El Plan de compensación se dirige a compensar emisiones de PM-10, y el Plan de contingencia esta orientado a evitar situaciones no planificadas e impactos ambientales inesperados.

El plan de seguimiento ambiental fue definido para los distintos componentes ambientales afectados por las actividades de la Planta La Farfana. Cabe señalar que dentro de la Resolución de Calificación Ambiental, se considera la factibilidad de redefinir la necesidad, modalidad y frecuencias de las mediciones establecidas en función de los resultados obtenidos y según lo establezca el organismo ambiental competente. Dentro del plan de seguimiento ambiental también se considera la incorporación, de los registros y mediciones al informe de auditoría ambiental externa, especialmente aquellas realizadas en los componentes agua subterránea y suelo.

Tabla 7. Resumen del Plan de Manejo Ambiental, etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana (Fuente EMOS S.A., 2000)

Componente Ambiental	Impacto	Tipo de medida	Medida
Aire PM	Aumento PM	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calderas y quemadores emisiones certificadas por fabricante</li> </ul>
Aire PM	Emisión de PM	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento de caminos</li> </ul>
Aire PM	Emisión de partículas desde canchas de secado y monorrelleno por acción del viento	Particular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación eficiente en las canchas de secado (transporte de lodos a monorrelleno con la humedad adecuada)</li> </ul>
Aire PM	Aumento PM	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantación y manejo de una pantalla vegetal en el perímetro de la Planta</li> </ul>
Aire PM	Aumento de emisiones de PM-10	Compensación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de compensación de emisiones de PM-10 en un 150% respecto de las emisiones reales de calderas y quemadores de gases residuales</li> </ul>
Aire PM	Aumento de emisiones de PM-10	Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestreo isocinético en chimeneas</li> <li>Monitoreo de concentración ambiental de PM-10</li> <li>Caracterización química del material particulado</li> </ul>
Aire Gases	Aumento de Gases	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calderas y quemadores emisiones certificadas por fabricante</li> <li>Lavador de gases (reducción de H<sub>2</sub>S en biogas)</li> </ul>
Aire Gases	Emisión accidental de gases durante transporte de productos	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de normas de seguridad en transporte y manejo de sustancias peligrosas (en particular Cl gaseoso)</li> </ul>
Aire Gases	Emisión de gases por altos SSV en lodo dispuesto	Particular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiente control del proceso de digestión anaeróbico (lodo estabilizado)</li> </ul>
Aire Gases	Emisión de gases	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantación y manejo de una pantalla vegetal en el perímetro de la Planta</li> </ul>
Aire Gases	Emisión de gases	Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medición de emisiones de metano NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y CO a la salida del sistema de combustión</li> <li>Monitoreo puntual de la concentración de metano sobre a superficie del monofill</li> <li>Monitoreo continuo de la concentración de hidrocarburos metánicos y no metánicos</li> </ul>

Continuación Tabla 7			
Aire olores	Emisión de olores por problemas de operación de la planta	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tecnología con bajo potencial de emisión de olores, alto grado de flexibilidad, duplicación de procesos, equipos de reserva frente a fallas</li> <li>Centrifugas (deshidratación de lodos) en edificio de lodos</li> </ul>
Aire Olores	Aumento de olores	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adecuada mantención de equipos y procedimientos operacionales efectivos</li> </ul>
Aire Olores	Emisión de olores por problemas de operación de la Planta	Particular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de un sistema de retiro permanente de residuos sólidos provenientes del sistema de cribado</li> <li>Eficiente control del proceso de digestión anaeróbico (lodo estabilizado)</li> </ul>
Aire Olores	Emisión de olores	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantación y manejo de una pantalla vegetal</li> </ul>
Aire Olores	Emisión de olores	Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medición de H<sub>2</sub>S en las zonas de tratamiento preliminar y lodos</li> <li>Caracterización de olores y factores que determinan su aparición</li> <li>Monitoreo concentración de compuestos odoríferos</li> <li>Monitoreo concentración de amoníaco</li> </ul>
Agua Calidad Superficial/ subterránea Suelo	Infiltración de líquidos percolados por mal manejo en drenaje de unidades de lodos	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canchas de secado asfaltadas, con área de descarga de lodos, recolección de escorrentía y recirculación para tratamiento</li> <li>Monorelleno con revestimiento impermeable, sistema de recolección de percolados y escorrentía superficial, recirculación para tratamiento</li> </ul>
Agua superficial/ calidad	Descarga de contaminantes por incumplimiento de las eficiencias de tratamiento	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de protocolos de operación y mantenimiento</li> </ul>
Agua superficial/ calidad Suelo calidad	Emisión contaminantes debido al mal manejo o disposición de efluentes de laboratorio	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Manejo de efluentes de laboratorio</li> </ul>
Agua Calidad	Contaminación de la napa por infiltración de materia orgánica o combustible	Contingencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prohibición de acopio de residuos orgánicos y/o lodos en lugares no autorizados</li> <li>Disposición de combustibles en recipientes sellados y en lugares apropiados</li> </ul>
Agua		Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro continuo del caudal afluente y efluente de la planta La Farfana</li> <li>Medición de parámetros del afluente</li> <li>Medición de parámetros del efluente</li> <li>Monitoreo de cumplimiento según D.S. N° 90</li> </ul>

Continuación Tabla 7			
<b>Agua Subterránea</b>		Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro semanal del nivel de tres pozos de observación en el sector del monofill y del nivel estático de pozos de suministro de agua potable</li> <li>• Registro de nivel de la napa subterránea</li> <li>• Medición mensual de los parámetros asociados a la NCh 409, en el pozo de agua potable y piezómetros</li> </ul>
<b>Flora y fauna</b>		Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la laguna ambiental</li> <li>• Seguimiento del prendimiento y desarrollo de la vegetación plantada</li> <li>• Seguimiento de la diversidad y abundancia de reptiles</li> <li>• Seguimiento de la diversidad y abundancia de aves acuáticas</li> </ul>
<b>Social</b>	Ocurrencia de accidentes laborales	General	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de normas de seguridad laboral</li> </ul>
<b>Social</b>		Seguimiento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de accidentes laborales</li> <li>• Evaluación de la percepción de la comunidad La Farfana y Casas Viejas, con respecto a la Planta</li> </ul>
<b>Paisaje y estética</b>	Cambio cuenca visual	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laguna Ambiental</li> <li>• Edificios con diseño arquitectónico armónico con el entorno</li> </ul>
<b>Paisaje y estética</b>	Cambio cuenca visual	Polivalente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantación y manejo de una pantalla vegetal en el perímetro de la Planta</li> </ul>

5.2 Configuración de alternativas para aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental propuesta para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.

### 5.2.1 Configuración de Opción Tradicional

#### 5.2.1.1 Objetivos de una Opción Tradicional

El eje principal de acción considerado en esta alternativa establece como objetivos:

- Implementar y articular eficaz y eficientemente las acciones o medidas de mitigación, compensación, contingencia ambiental, control de accidentes, seguimiento ambiental y cumplimiento de la normativa ambiental contenidas en los planes que conforman la Estrategia de Manejo Ambiental desarrollada para la etapa de operación de la Planta La Farfana.
- Cumplir con la totalidad de las condiciones y requisitos que han sido establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental que aprueba el proyecto.

### 5.2.1.2 Modelo utilizado en la Opción Tradicional

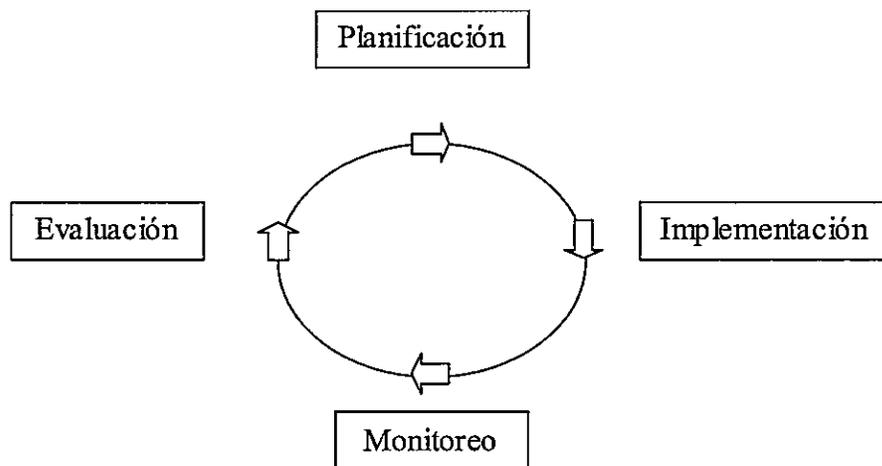


Figura 5. Modelo utilizado en la Opción Tradicional

### 5.2.1.3 Metodología utilizada en la Opción Tradicional

Esta Opción Tradicional se sustenta en la realización de etapas, las cuales se ajustan al modelo presentado anteriormente.

a) Planificación. Consiste en la elaboración de los planes que integran la Estrategia de Manejo Ambiental. Esta etapa es desarrollada durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

b) Implementación. Corresponde a la implementación de las medidas consideradas en cada plan, según el diseño previamente establecido y aprobado como resultado del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Para esta etapa se designan responsabilidades a personas involucradas con cada medida. Esta etapa también implica desarrollar un esquema de tareas y plazos de implementación, en donde pueden incluirse actividades previas de entrenamiento del personal.

c) Monitoreo. Se caracteriza por la medición de variables en los componentes ambientales para seguir la evolución de la línea base estudiada.

d) Evaluación. De los contenidos del programa de monitoreo y la efectividad de las medidas de mitigación, compensación y contingencia adoptadas para operar una actividad, esta etapa puede realizarse mediante una Auditoría Ambiental externa. A partir de los resultados obtenidos en esta etapa, se puede incorporar modificaciones en los programas monitoreo y también se puede concluir la implementación de nuevas medidas de mitigación complementarias con el objetivo de cumplir lo establecido en la Resolución de Calificación Ambiental aprobatoria del proyecto.

Junto con estas etapas se contempla la realización de informes, para presentarlos a los organismos fiscalizadores y sancionadores.

#### 5.2.1.4 Actores implicados en la Opción Tradicional.

Dentro de los actores implicados en una Opción Tradicional se encuentran:

a) Encargados de implementar las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental para la etapa de operación de la actividad.

b) Organismos con competencia ambiental, los cuales se encargan de fiscalizar, según corresponda, cumplimiento de normas, programas de seguimiento ambiental, requisitos y condiciones establecidas en la Resolución de Calificación Ambiental aprobatoria del proyecto involucrado. Dentro de estos organismos también se encuentran los organismos encargados de sancionar por incumplimiento de los aspectos anteriores.

c) Población humana que interactúa directamente con la actividad.

## 5.2.2 Configuración de un Manejo Ambiental Adaptativo

### 5.2.2.1 Objetivos de un Manejo Ambiental Adaptativo

Un Manejo Ambiental Adaptativo es una aproximación de manejo integral que tiene por objetivo fundamental elaborar un Plan de Manejo Ambiental funcional capaz de adecuarse a situaciones que no han sido contempladas en su diseño (Holling, 1978).

El Manejo Ambiental Adaptativo toma como punto de partida la incertidumbre científica con respecto a la estructura y procesos naturales y la considera dentro del proceso de planeación, a partir de lo cual resulta un Plan de Manejo Ambiental flexible, capaz de absorber los cambios y evolucionar, tanto en su contenido, como en su implementación.

Dentro de los objetivos específicos de un Manejo Ambiental Adaptativo se encuentran: (Walters, 1986)

- Proporcionar un marco de trabajo conceptual para integrar información socioeconómica y ecológica, para luego elaborar y evaluar las acciones que permitan manejar sistemas ambientales complejos con alto nivel de uso humano y fluctuación.
- Reducir parte de la incertidumbre científica implicada en el conocimiento de la dinámica del Medio Ambiente y en la predicción de impacto ambiental.
- Facilitar la detección de él o los problemas prioritarios y las restricciones que dificultan la implementación de un efectivo manejo ambiental.
- Incrementar, el conocimiento (aprendizaje) en los usuarios (stakeholders) de un sistema ambiental, entre ellos, los gestores de una actividad, las autoridades competentes y la comunidad afectada, para reducir los conflictos que puedan generarse.

### 5.2.2.2 Modelo incorporado en un Manejo Ambiental Adaptativo

El modelo incorporado en un Manejo Ambiental Adaptativo contiene los siguientes componentes interrelacionados:

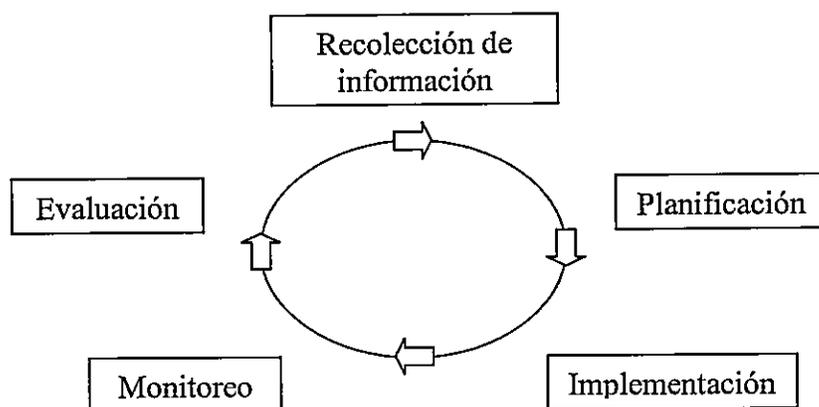


Figura 6. Modelo utilizado en un Manejo Ambiental Adaptativo

### 5.2.2.3 Metodología de un Manejo Ambiental Adaptativo

Dentro de un Manejo Ambiental Adaptativo, la figura central corresponde al enfoque sistémico para abordar los problemas de manejo ambiental. Esto involucra realizar un modelo conceptual del sistema ambiental, es decir, establecer componentes y relaciones principales entre ellos. La esencia de un modelo corresponde a la representación de propiedades esenciales, en función de las cuales se seleccionan variables indicadores que serán monitoreadas para entender la conducta dinámica del sistema. Los modelos generados de un sistema ambiental pueden ser ensamblados en un Sistema de Información Geográfica (SIG), lo cual permite alcanzar una visión a escala de paisaje de los problemas de manejo ambiental.

Según Lee (1999) el Manejo Ambiental Adaptativo ha sido desarrollado como una aproximación más que como una herramienta práctica, con lo cual existe dificultad para establecer una metodología clara. Sin embargo, investigaciones de Bormann “y col” (1995) señalan que un Manejo Ambiental Adaptativo consiste en las siguientes etapas:

#### a) Recolección de información relevante

En esta etapa se realiza la recolección de información importante proveniente de informantes claves de distintos sectores o actores involucrados en el sistema ambiental, entre la cual se encuentra aquella que permita conocer la estructura y dinámica del sistema que está siendo manejado.

En un Manejo Ambiental Adaptativo, esta información es utilizada para conducir la elaboración y mejoramiento continuo de planes de Manejo Ambiental, dado que los participantes revisan y modifican continuamente las acciones de manejo ambiental implementadas y sitúan sus esfuerzos para proponer alternativas.

La información es obtenida a través de talleres locales o regionales, los cuales pueden utilizarse como foros de negociación para concertar intereses y evitar conflictos generados durante el manejo ambiental (Gilmour "y col", 1999).

#### b) Planificación

En esta etapa se elabora un Plan que contiene las acciones previstas y seleccionadas para manejar los impactos ambientales en un sistema ambiental determinado. La elaboración de este Plan se realiza según la información relevante obtenida de la etapa anterior.

#### c) Implementación

Con la implementación de estos planes se prueban las respuestas de los ecosistemas y la conducta de la población humana frente a la aplicación de las medidas de manejo ambiental. Esta etapa de implementación, se observa como una etapa de exploración y aproximación experimental continua a los problemas involucrados en el manejo ambiental.

#### d) Monitoreo

Una característica fundamental del Manejo Ambiental Adaptativo es la implementación y desarrollo de programas de monitoreo periódico que permitan evaluar críticamente el cumplimiento de los objetivos predefinidos de manejo (Sociedad Biológica de Chile, 1994).

El monitoreo implica registrar cambios en la conducta del sistema que está siendo manejado. Esta etapa de monitoreo se realiza a través de la medición de variables ambientales que se comporten como indicadores claves y que permitan conocer el estado común de los hechos (Hilborn, 1998). En esta etapa de monitoreo se incorpora el método científico, ya que la información obtenida por la medición de tales variables ambientales (indicadores claves), permite evaluar científicamente si las acciones de manejo fueron adecuadas.

Este tipo de monitoreo consiste en desarrollar un mecanismo de autoevaluación y seguimiento continuo de los planes de manejo ambiental que han sido implementados. El objetivo de este tipo de monitoreo es proporcionar, una retroalimentación de las consecuencias ambientales de las diferentes actividades que se desarrollen en un sistema ambiental complejo, de modo que la información obtenida permita establecer acciones de manejo ambiental alternativas.

#### e) Evaluación

En esta etapa se determina cuales acciones de manejo ambiental implementadas funcionan y cuáles no, es decir, se evalúa la efectividad de las medidas de manejo ambiental. De este modo ciertas acciones o medidas de manejo ambiental pueden ser cambiadas o perfeccionadas según el grado de información obtenida al respecto.

En esta etapa se evalúan acciones de manejo ambiental alternativas, en relación con las aquellas que ya fueron implementadas. En un procedimiento de Manejo Ambiental Adaptativo, existe un proceso de aprendizaje y producción de cambios desde la experiencia.

#### 5.2.2.4 Actores involucrados en un Manejo Ambiental Adaptativo

##### a) Encargados de operar y manejar ambientalmente una actividad

Dentro de los actores involucrados en un Manejo Ambiental Adaptativo se encuentran los encargados de operar y manejar ambientalmente una actividad. Estos actores participan activamente en las etapas de planificación e implementación anteriormente descritas.

##### b) Científicos

Los científicos que asesoran a los encargados de operar y manejar ambientalmente una actividad son actores involucrados, ya que se encargan de incorporar el método científico a la etapa de monitoreo de las variables indicadores claves y evaluar científicamente la efectividad de las acciones de manejo ambiental implementadas.

##### c) Población afectada por una actividad y los informantes claves

En un Manejo Ambiental Adaptativo, también se distinguen como actores relevantes la población afectada por la actividad y los informantes claves, como presidentes de juntas de vecinos u otros representantes de la comunidad cercana. Estos actores participan principalmente en el monitoreo, evaluación y recopilación de información y están en interacción permanente con los encargados de operar y manejar ambientalmente una actividad.

#### d) Autoridad u organismo estatal con competencia ambiental

Otro actor importante considerado corresponde a la autoridad u organismo estatal que tenga competencia ambiental según el tipo de actividad considerada. La autoridad es un actor involucrado, ya que evalúan, aprueban o modifican los planes de manejo ambiental que son presentados por parte del encargado de un proyecto para sus distintas etapas. Además, se establecen las condiciones o requisitos que debe cumplir obligatoriamente el encargado de una actividad para que ésta entre en operación. En este sentido la autoridad también influye, mediante la fiscalización y aplicación de políticas particulares, en la realización de un Manejo Ambiental Adaptativo.

### 5.2.3 Configuración general de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

#### 5.2.3.1 Objetivos de un SGA

El objetivo principal de un SGA es facilitar a una organización, un mecanismo estructurado para incorporar la variable ambiental en todos los ámbitos de sus decisiones. De este modo una empresa puede lograr integrar sus actividades con componentes y procesos que forman parte del medio ambiente en donde está situada. Esta integración se traduce en reducir los impactos ambientales negativos asociados a su actividad, productos o servicios, gestionar riesgos ambientales y alcanzar un mejoramiento continuo de su comportamiento ambiental.

Dentro de los objetivos específicos de un SGA se encuentran: (Conesa,1997 b)

- Generar las políticas y procedimientos operativos internos necesarios para alcanzar los objetivos ambientales establecidos por una organización.
- Identificar, caracterizar, valorar y prevenir los efectos que puede producir una actividad en el medio ambiente.

- Analizar y gestionar medidas apropiadas frente a los riesgos generados a consecuencia de los efectos ambientales.
- Garantizar el cumplimiento de la legislación aplicable.
- Informar oportunamente, tanto interna como externamente, el comportamiento ambiental de la organización.

### 5.2.3.2 Modelo de SGA considerado en la NCh- ISO 14001. Of 97

El modelo de SGA que considera la NCh- ISO 14001.Of 97 está basado en el proceso dinámico cíclico consistente en: Planificar, implementar, verificar y revisar. A continuación se presentan los componentes del modelo de SGA según NCh- ISO 14001.Of97:

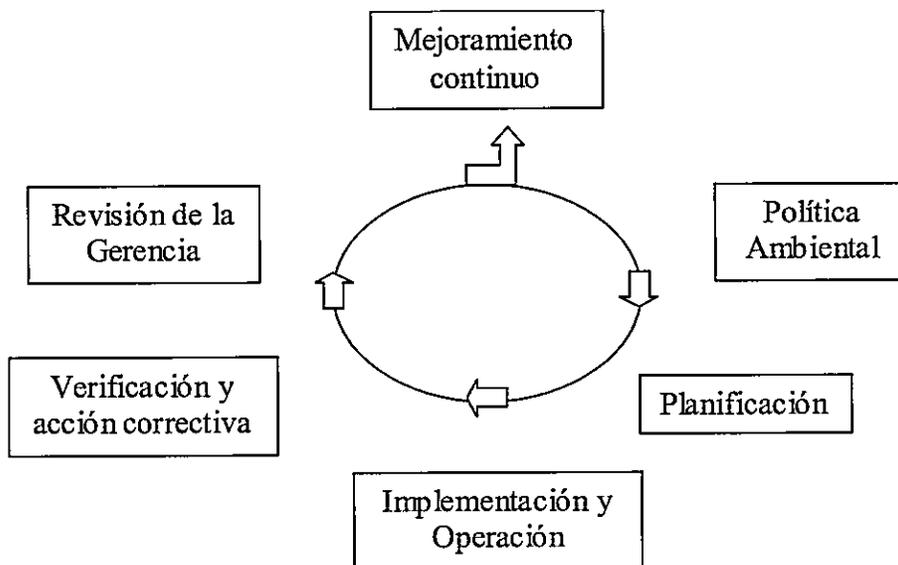


Figura 7. Modelo utilizado en un Sistema de Gestión Ambiental (NCh- ISO 14001 Of.97)

### 5.2.3.3 Metodología utilizada para implementar y operar un SGA

Los SGA pueden variar de una organización a otra en procedimientos y en complejidad, no obstante, dado que un SGA forma parte del sistema general de gestión de una organización, se ha establecido una metodología consistente en el cumplimiento de las siguientes etapas fundamentales interrelacionadas:

a) Establecer una Política Ambiental en la empresa.

Establecer una Política Ambiental corresponde a realizar una declaración formal por parte de la alta gerencia de la organización, con respecto a sus *“intenciones y principios, en relación con su desempeño ambiental global, que proporciona un marco para la acción y para el establecimiento de sus objetivos y metas ambientales”* (NCh – ISO 14001 Of.97).

*“La Política Ambiental es el conductor de la implementación y del mejoramiento del SGA de la organización, de modo que tal organización pueda mantener y potencialmente mejorar su desempeño ambiental”* (NCh-ISO 14001Of.97).

Esta política permite reflejar el compromiso de la Alta Gerencia por un mejoramiento continuo y por el cumplimiento de la legislación aplicable.

Una Política Ambiental *“debe tener la claridad suficiente para ser entendida por las partes interesadas internas y externas de una organización, además, debería ser examinada y revisada periódicamente para reflejar los cambios en las condiciones y en la información”* (NCh- ISO 14001Of.97).

b) Desarrollar un proceso de Planificación.

Una vez definida la Política Ambiental de una organización, el paso inmediato es la elaboración de un plan que desarrolle esa política. Esta Planificación, según la *NCh-ISO 14001Of.97* incluye:

- Identificación de aspectos ambientales de sus actividades, productos o servicios. Estos aspectos corresponden a aquellos que pueden ser controlados, son prioritarios y en los cuales se puede tener influencia. Para esta etapa, la organización debe realizar una revisión ambiental inicial, en donde se incluya la revisión de requisitos legales y reglamentarios, identificación de aspectos ambientales que pueden tener impactos significativos, examen de prácticas y procedimientos de gestión ambiental existentes y registros de incidentes previos y las conclusiones derivadas de su análisis.
- Identificación de requisitos legales u otros que sean aplicables a los aspectos ambientales previamente identificados.
- Establecimiento y mantención de objetivos y metas ambientales. Los objetivos ambientales son propósitos de carácter global que surgen de la política ambiental de la organización. Las metas ambientales son requisitos detallados de desempeño ambiental, aplicables a la organización o a partes de ella, que surgen desde los objetivos ambientales. Estos objetivos y metas ambientales se establecen para cada función y nivel pertinente dentro de la organización.
- Establecimiento y mantención de uno o varios programas de gestión ambiental, que permitan alcanzar los objetivos y metas ambientales previamente establecidas. Este tipo de programas considera por un lado las responsabilidades para alcanzar los objetivos y metas en cada función y nivel organizacional, y por otro lado los medios y plazos para lograrlos. Estos programas son elementos claves para la implementación exitosa de un SGA.

c) Implementar y operar el SGA (*NCh- ISO 14001Of.97*).

Esta etapa incluye lo siguiente:

- Definición, documentación y comunicación de las funciones, responsabilidades y autoridades para facilitar una gestión ambiental efectiva (*NCh- ISO 14001Of.97*). Las responsabilidades ambientales no sólo están limitadas a la función ambiental, sino que también pueden incluir otras áreas de la organización, como la gerencia de operaciones o funciones del personal diferentes de las ambientales(*NCh- ISO 14001Of.97*). La alta gerencia de la organización debe nombrar uno o varios representantes específicos de la gerencia quienes deben tener funciones, responsabilidades y autoridad adicional a la que ya tienen, para asegurar que los requisitos del SGA se cumplan, y para informar sobre el comportamiento del SGA a la alta gerencia para proceder con su revisión y sustentar el mejoramiento continuo.
- Capacitación y entrenamiento del personal que desempeñen labores que puedan generar impacto ambiental significativo. Este personal en particular desempeña funciones claves en la gestión ambiental de la empresa.
- Comunicación interna (entre diferentes niveles y funciones de la organización) y externa (hacia partes interesadas) de los aspectos ambientales y el SGA de la organización.
- Documentación del SGA. El propósito principal de esta etapa es obtener una descripción apropiada del SGA implementado y de los métodos de actuación realizados para alcanzar una adecuada gestión ambiental. Dentro de los documentos requeridos principalmente se encuentran: Política Ambiental, manual de gestión Ambiental, procedimientos ambientales y las instrucciones de trabajo.
- Establecimiento y mantención de un control de documentos. Se debe establecer y

mantener un control los documentos requeridos para la implementación de un SGA bajo la norma ISO 14001.

- Identificación de operaciones y actividades relacionadas con los aspectos ambientales significativos.
- Identificación de eventualidad y respuesta ante accidentes y situaciones de emergencia, con el objetivo de prevenir y mitigar impactos ambientales asociados.

d) Verificación y acción correctiva de las no conformidades (*NCh- ISO 14001Of.97*).

- Establecimiento y mantención de monitoreo y medición regular de las características claves de sus operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo sobre el Medio Ambiente.
- Definición de responsabilidad y autoridad con el objetivo de manejar e investigar no conformidades, para posteriormente tomar medidas correctivas frente a los impactos ambientales e implementar acciones preventivas.
- Identificación, mantención y disposición de registros de resultados de actividades de capacitación, de resultados de las auditorías y revisiones realizadas, y de toda información pertinente dentro del SGA.
- Establecimiento y mantención de programas y procedimientos para las auditorías periódicas del SGA, con el objetivo de determinar si el SGA implementado es conforme con medidas apropiadas de gestión ambiental (de acuerdo a los principios) y con los requisitos de la norma ISO 14001, bajo la cual se implementó el SGA. Además, permite obtener información para que la gerencia evalúe el SGA.

e) Revisar y evaluar el SGA implementado(NCh- ISO 14001Of.97).

Esta etapa corresponde a una Revisión de la Alta Gerencia de la organización, a intervalos determinados, de la adecuación, conveniencia y efectividad del SGA para mantener el compromiso de la mejora continua. Esta revisión se realiza según la información necesaria que ha sido reunida y documentada durante el desarrollo del SGA.

Esta revisión considera posibles cambios en la política ambiental, objetivos u otros elementos del SGA (retroalimentación).

#### 5.2.3.4 Actores involucrados en un Sistema de Gestión Ambiental

##### a) Empresa

La empresa es la organización que, por medio de la Alta Gerencia, ejerce un control global de las actividades que se realizan dentro del centro donde se implementa y opera un SGA.

La Alta Gerencia debe definir y documentar la Política Ambiental de la empresa, además, debe evaluar y revisar el SGA a intervalos definidos, para asegurar su adecuación y eficacia en forma continuada.

##### b) El centro

El centro corresponde a un subsistema de grado inferior que pertenece a una empresa, y es la organización en donde se implementa y opera un SGA. Por lo tanto es en este centro donde se desarrollan las actividades que tienen efecto ambiental, y en las cuales de debe identificar los aspectos ambientales significativos.

c) El certificador

Una vez implementado un SGA en un centro, éste puede solicitar la revisión del mismo a un cuerpo objetivo, imparcial, independiente, capacitado y debidamente acreditado.

La revisión consistirá, a grandes rasgos en examinar la evaluación inicial la política, el programa, el sistema de gestión ambiental, y la auditoría interna, a efecto de comprobar que se ajustan a la norma según la cual se implementó (*NCh-ISO 14001*).

En particular el certificador debe estar acreditado por un organismo de acreditación, que garantice su imparcialidad e independencia.

d) Grupos interesados

Cualquier parte interesada corresponde a todo individuo o grupo relacionado o afectado por las actuaciones ambientales de una organización y que tienen interés y preocupación por ellas.

Dentro de los posibles grupos interesados se encuentran:

- Sector Público: organismos estatales con competencia ambiental.
- Sector Privado: entidades financieras, empresarios, sindicatos, trabajadores, inversionistas, accionistas, contratistas, compañías de seguros, proveedores, clientes, competidores.
- Sociedad Civil: Asociaciones de vecinos, ONG's y grupos ecologistas, consumidores, medios de comunicación y público en general.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Análisis FODA

#### 6.1.1 Análisis del medio externo

A continuación la tabla 6.a presenta un análisis del medio externo general para las tres alternativas, el cual se relaciona directamente con el contexto de la Estrategia de Manejo Ambiental para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana.

Tabla 8.a. Análisis medio externo.

Oportunidad	Amenaza
1. El reciente desarrollo de los organismos públicos con competencia ambiental en la regulación y fiscalización de las actividades de una planta de tratamiento de este tipo, permite a la empresa Aguas Andinas S.A., interactuar favorablemente con tales organismos.	1. Dada la inexperiencia de las autoridades involucradas en la fiscalización de actividades de la planta en operación, se puede producir un exceso de controles.
2. La ciudadanía en general presenta necesidades de información con respecto a impactos y efectos ambientales de actividades nuevas que se realizan su entorno cercano, lo cual es una oportunidad para entregar información que permita lograr la aceptación de la existencia de la Planta La Farfana en la comunidad aledaña.	2. Reclamos de la comunidad por actividades de operación de la planta (olores).
3. La entrada en vigencia del Reglamento sobre manejo de lodos no peligrosos, establecerá un marco legal para la disposición de lodos fuera del área de emplazamiento de la Planta de tratamiento La Farfana	3. Existencia de modificaciones a la normativa aplicable al sector o vigencia de nuevas normas ambientales más restrictivas en sus contenidos.
4. La posible existencia de una norma de calidad de agua, y el desarrollo, por parte de la CONAMA, de un Plan de Prevención y Descontaminación hídrica de la Región Metropolitana, podrá ayudar a legitimar la actividad de tratamiento de aguas servidas.	4. Ocurrencia descargas de Riles no controlados, eventos naturales estacionales (exceso de aguas lluvias) o accidentales dentro o fuera de la zona de emplazamiento, que pueden afectar la operación de la de la "Planta de tratamiento La Farfana".

### 6.1.2 Análisis interno de cada alternativa

En esta etapa se identifican fortalezas y debilidades según las áreas relevantes para organizar los resultados y permitir análisis posteriores. Estas áreas se seleccionaron según las categorías comúnmente utilizadas en los análisis FODA realizados dentro de la planificación estratégica.

Dentro de las áreas relevantes utilizadas se encuentran:

- a) Manejo de impactos ambientales
- b) Normativa ambiental aplicable
- c) Políticas y procedimientos institucionales
- d) Proceso de toma de decisiones
- e) Estandarización
- f) Recursos humanos
- g) Recursos económicos
- h) Comunicación externa

A continuación en las tablas 8.b, 8.c y 8.d se presenta el análisis de Fortalezas y Debilidades de cada alternativa.

Tabla 8.b. Análisis Opción tradicional.

Área relevante	Fortaleza	Debilidad
Manejo de impacto ambiental	Enfatizará en el cumplimiento de los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental para controlar impactos ambientales significativos identificados y aquellos inesperados.	Enfatizará en actividades de cumplimiento de los requisitos o condiciones legales establecidas por la autoridad y en la dimensión técnico administrativo de las acciones o medidas de manejo ambiental establecidas en los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental.
Normativa ambiental	Permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. asignar responsabilidades para implementar acciones de cumplimiento de la normativa aplicable u otros requerimientos o condiciones establecidas para la operación de la Planta La Farfana.	No posee un sistema para revisar y actualizar la normativa ambiental aplicable a una planta de tratamiento de aguas servidas.

Continuación Tabla 8.b.		
Políticas y Procedimientos institucionales	No se identifican fortalezas	No se considera una política como marco de acción para orientar el planteamiento de objetivos, implementación de acciones y procedimientos específicos considerados en la Estrategia de Manejo Ambiental.
Proceso de toma de decisiones	Realiza la etapa de control de gestión mediante resultados obtenidos a partir de monitoreo ambiental, inspecciones, vigilancias e informes.	<p>Predominan decisiones individuales, sobre las grupales que integren el proceso de planificación en todos los niveles funcionales de la futura de la Planta La Farfana.</p> <p>Predominan decisiones intuitivas, reactivas y no programadas.</p> <p>No permite seleccionar información en el monitoreo ambiental, mediante parámetros indicadores, para modificar las acciones de manejo ambiental consideradas en la Estrategia de Manejo Ambiental.</p>
Estandarización	No se identifican fortalezas	No posee una norma o estándar guía para su implementación en la Planta La Farfana.
Recursos Humanos	No se identifican fortalezas	No involucra toda la estructura organizacional para articular la Estrategia de Manejo Ambiental lo cual se traduce en un menor compromiso por manejar efectivamente los impactos ambientales que generará la operación de la Planta La Farfana.
Recursos económicos	Incorporará eficiencia en la planificación de las medidas de manejo ambiental adicionales.	<p>No permite identificar cambios necesarios que permitan el ahorro de los costos de operación general de la Planta La Farfana.</p> <p>Implica costos que no son compensados por los beneficios posibles de obtener a través de la minimización de costos operacionales (Contreras y Pino, 1995)</p>
Comunicación externa	Permitirá presentar periódicamente los resultados mediante informes, lo cual favorece el acceso de información y comunicación con organismos ambientales competentes, en caso de fiscalización o inspecciones durante la operación de la Planta La Farfana.	<p>No se consideran mecanismos explícitos para responder a las inquietudes de la comunidad afectada.</p> <p>No considera adecuadamente la dimensión social para aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental</p>

Tabla 8.c. Análisis Manejo Ambiental Adaptativo.

Area relevante	Fortaleza	Debilidad
Manejo de impacto ambiental	<p>Permite reducir la incertidumbre con respecto a la estructura y dinámica de un ecosistema donde se generarán los impactos de la Planta La Farfana.</p> <p>Enfatiza en el cumplimiento y en mayor flexibilidad en la implementación de los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental controlando impactos ambientales significativos identificados y aquellos inesperados.</p>	<p>No está dirigida a la revisión constante de procesos involucrados en la Planta La Farfana para identificar y manejar los impactos ambientales significativos.</p>
Normativa ambiental	<p>Influirá en que la empresa Aguas Andinas implemente acciones de cumplimiento de la normativa aplicable u otros requerimientos o condiciones establecidas para la operación de la Planta La Farfana.</p>	<p>No se identifican debilidades</p>
Políticas y procedimientos institucionales	<p>No se identifican fortalezas</p>	<p>No se considera una política como marco de acción para orientar el planteamiento de objetivos, implementación de acciones y procedimientos específicos considerados en la Estrategia de Manejo Ambiental.</p>
Proceso de toma de decisiones	<p>Proceso de toma de decisiones sistemático.</p> <p>Permite selección de parámetros indicadores claves en el monitoreo ambiental, para obtener información relevante que permita modificar las acciones de manejo ambiental.</p>	<p>Fomenta una postura participativa, en donde pueden prevalecer intereses personales que impidan la toma de decisiones efectiva.</p> <p>Se puede producir inadecuada atención a información no científica</p>
Estandarización	<p>No se identifican fortalezas</p>	<p>No posee una norma o estándar guía para su implementación en la Planta La Farfana.</p>
Recursos Humanos	<p>No se identifican fortalezas</p>	<p>No es capaz de involucrar la estructura organizacional en la empresa Aguas Andinas S.A. para articular la Estrategia de Manejo Ambiental.</p>
Recursos Económicos	<p>Su implementación en la Planta La Farfana no implica costos económicos significativos adicionales para la empresa Aguas Andinas S.A.</p>	<p>No permite identificar cambios necesarios que permitan el ahorro de los costos de operación general de la Planta La Farfana.</p>
Comunicación externa	<p>Permitirá recopilar información proveniente de la comunidad aledaña a la Planta La Farfana, para posteriormente dar respuesta oportuna a sus inquietudes o exigencias.</p> <p>Reconoce explícitamente las distintas perspectivas de los actores involucrados en el manejo ambiental y reduce los conflictos.</p>	<p>No enfatiza en documentación de procedimientos y actividades que permita mejorar la comunicación con organismos ambientales competentes durante el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental.</p> <p>Requiere cambio en filosofía en el manejo ambiental y flexibilidad en las instituciones relacionadas (Jonhson, 1999)</p>

Tabla 8.d. Análisis Sistema de Gestión Ambiental.

Area relevante	Fortaleza	Debilidad
Manejo de impacto ambiental	<p>Dará cumplimiento a los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental, a través de un programa de gestión ambiental.</p> <p>Permitirá el estudio y evaluación sistemática del impacto ambiental, bajo condiciones normales y anormales de funcionamiento de la planta.</p> <p>Desarrollará procedimientos, acciones correctivas y preventivas frente a impactos inesperados y posibles riesgos ambientales.</p>	No se identifican debilidades
Normativa ambiental	<p>Permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. implementar una estrategia de conformidad continua de la normativa ambiental, la cual evitará multas o sanciones por incumplimiento y obtendrá credibilidad y confianza ante organismos con competencia ambiental.</p> <p>Permitirá establecer responsabilidades para implementar acciones de cumplimiento, y procedimientos de identificación de normas aplicables.</p>	No se identifican debilidades
Políticas y procedimientos institucionales	<p>Considera una Política Ambiental, por lo tanto la empresa tendrá un marco de acción para orientar el planteamiento de objetivos, implementación de acciones y detallar procedimientos específicos considerados en el Plan de Manejo Ambiental.</p>	No se identifican debilidades
Proceso de toma de decisiones	<p>Proceso de toma de decisiones sistemático para obtener el mejoramiento continuo</p> <p>Fomenta decisiones programadas y proactivas. Permitirá realizar una etapa de control de gestión a través de indicadores de gestión, monitoreo de parámetros claves de las actividades de operación de la Planta La Farfana y Auditoría del SGA.</p>	Un SGA requiere control de documentos para demostrar externamente la existencia de un SGA dentro de la Planta La Farfana (certificación), con lo cual se puede generar un exceso de documentación y dificultar la utilización de un SGA como método de trabajo.
Estandarización	<p>Presenta un estándar guía <i>NCh-ISO 14001 Of.97</i> para su implementación, reconocido en nuestro país por el Instituto Nacional de Normalización, y utilizado a nivel mundial por diversas organizaciones para demostrar objetivamente (mediante la certificación externa), la incorporación de la variable ambiental dentro de su gestión.</p>	No se identifican debilidades
Recursos Humanos	<p>Involucra toda la estructura organizacional, lo cual fomentará la cooperación y comunicación entre los miembros de la Planta para desarrollar la Estrategia de Manejo Ambiental y manejar efectivamente los impactos ambientales que generará la operación de la Planta La Farfana.</p> <p>Estimulará participación, comunicación y capacitación interna en relación con temas ambientales.</p>	Las personas involucradas con la operación de la Planta La Farfana deberán destinar tiempo adicional para la implementación del SGA.

Continuación tabla 8.d		
Area relevante	Fortaleza	Debilidad
Recursos Económicos	Incorporará eficiencia y eficacia en la planificación de las mediadas de manejo ambiental adicionales requeridas. Permite el ahorro de costos de operación de la Planta La Farfana a mediano y largo plazo, dado que mejorará la eficiencia de los procesos, y disminuirá los costos derivados de indemnizaciones, trabajos de limpieza y/o descontaminación o por multas.	La implementación de un SGA implicará a la empresa Aguas Andinas altos costos económicos directos e indirectos por operación y certificación del sistema.
Comunicación externa	Permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. establecer Sistemas de comunicación continua con procedimientos para, documentar y contestar a inquietudes externas de la comunidad relacionada directamente con la Planta La Farfana.  Permitirá mejorar la comunicación con organismos ambientales en caso de fiscalización o en la obtención de permisos o autorizaciones.	No se identifican debilidades

### 6.1.3 Análisis comparativo de las alternativas

En este análisis se compararon las alternativas en función de las Fortalezas que permitan optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental y fortalezas que permitan aprovechar oportunidades externas y minimizar las amenazas externas identificadas anteriormente.

La alternativa seleccionada, luego de este análisis, debe poseer un conjunto de soluciones que sean coherentes y sean sinérgicas entre sí, de modo que produzca una potenciación de sus efectos para lograr los objetivos planteados en la Estrategia de Manejo Ambiental en la operación de la Planta La Farfana.

En las tablas 9, 10 y 11 se presenta la evaluación de las alternativas y en la tabla 12 el análisis comparativo.

Tabla 9. Evaluación de la alternativa Opción tradicional.

Area relevante	Fortaleza	Contribuye a optimizar la EMA	Aprovecha Oportunidad	Contrarresta Amenaza
Manejo de impacto ambiental	Enfatizará en el cumplimiento de los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental para controlar impactos ambientales significativos identificados, y aquellos inesperados.	✓	×	✓(4)
Normativa Ambiental	Permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. asignar responsabilidades específicas para implementar acciones de cumplimiento de la normativa aplicable u otros requerimientos o condiciones establecidas para la operación de la Planta La Farfana.	✓	✓(3,4)	✓(3)
Políticas y Procedimientos institucionales	No se identifican fortalezas	---	---	---
Proceso de Toma de decisiones	Realiza la etapa de control de gestión mediante resultados obtenidos a partir de monitoreo ambiental, inspecciones, vigilancias e informes.	×	×	×
Estandarización	No se identifican fortalezas	---	---	---
Recursos Humanos	No se identifican fortalezas	---	---	---
Recursos económicos	Incorporará eficiencia en la planificación de las medidas de manejo ambiental adicionales.	✓	×	×
Comunicación externa	Permitirá presentar periódicamente los resultados mediante informes, lo cual favorece el acceso de información y comunicación con organismos ambientales competentes, en caso de fiscalización o inspecciones durante la operación de la Planta La Farfana.	×	✓(1)	✓(1)

✓: Fortaleza que cumple con la condición

×: Fortaleza que no cumple con la condición

( ): Indica la Oportunidad aprovechada o la Amenaza contrarrestada según tabla 8 a.

Tabla 10. Evaluación de la alternativa Manejo Ambiental Adaptativo.

Area relevante	Fortaleza	Contribuye a optimizar la EMA	Aprovecha Oportunidad	Contrarresta Amenaza
Manejo de impacto ambiental	<p>Enfatizará en el cumplimiento y en mayor flexibilidad para implementar los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental, y controlar impactos ambientales significativos identificados, y aquellos inesperados.</p> <p>Permite reducir la incertidumbre con respecto a la estructura y dinámica de un ecosistema donde se generarán los impactos de la Planta La Farfana.</p>	<p>✓</p> <p>✓</p>	×	✓(4)
Normativa Ambiental	Influirá en que la empresa Aguas Andinas implemente acciones de cumplimiento de la normativa aplicable u otros requerimientos o condiciones establecidas para la operación de la Planta La Farfana.	✓	✓(3,4)	✓(3)
Políticas y Procedimientos institucionales	No se identifican fortalezas	---	---	---
Proceso de Toma de decisiones	<p>Proceso de toma de decisiones sistemático.</p> <p>En el monitoreo ambiental, selecciona parámetros indicadores claves a nivel de ecosistema, para obtener información relevante que permita modificar las acciones de manejo ambiental</p>	✓	×	×
Estandarización	No se identifican fortalezas	---	---	---
Recursos Humanos	No se identifican fortalezas	---	---	---
Recursos económicos	Su implementación en la Planta La Farfana no implica costos económicos significativos adicionales para la empresa Aguas Andinas S.A.	✓	×	×
Comunicación externa	Permitirá recopilar información proveniente de la comunidad aledaña a la Planta La Farfana, para posteriormente dar respuesta oportuna a sus inquietudes o exigencias.	✓	✓(2)	✓(2)
	Reconoce explícitamente las distintas perspectivas de los actores involucrados en el manejo ambiental y reduce los conflictos.	✓	✓(1,2)	✓(1,2)

✓: Fortaleza que cumple con la condición

×: Fortaleza que no cumple con la condición

( ): Indica la Oportunidad aprovechada o la Amenaza contrarrestada según tabla 8 a.

Tabla 11. Evaluación de la alternativa Sistema Gestión Ambiental.

Area relevante	Fortaleza	Contribuye a optimizar la EMA	Aprovecha Oportunidad	Contrarresta Amenaza
Manejo de impacto ambiental	<p>Dará cumplimiento a los planes de la Estrategia de Manejo Ambiental, a través de un programa de gestión ambiental.</p> <p>Permitirá el estudio y evaluación sistemática del impacto ambiental, bajo condiciones normales y anormales de funcionamiento de la planta.</p> <p>Desarrollará procedimientos, acciones correctivas y preventivas frente a impactos inesperados y posibles riesgos ambientales.</p>	<p>✓</p> <p>✓</p> <p>✓</p>	×	✓(4)
Normativa ambiental	<p>Permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. implementar una estrategia de conformidad continua de la normativa ambiental, la cual evitará multas o sanciones por incumplimiento y obtendrá credibilidad ante organismos ambientales.</p> <p>Permitirá establecer responsabilidades para implementar acciones de cumplimiento, y procedimientos de identificación de normas aplicables.</p>	<p>✓</p> <p>✓</p>	✓(3,4)	✓(3)
Políticas y Procedimientos institucionales	<p>Considera una Política Ambiental, por lo tanto la empresa tendrá un marco de acción para orientar el planteamiento de objetivos, implementación de acciones y detallar procedimientos específicos considerados en el Plan de Manejo Ambiental.</p>	<p>✓</p>	×	×
Proceso de toma de decisiones	<p>Proceso de toma de decisiones sistemático para obtener el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de la planta.</p> <p>Permitirá realizar una etapa de control de gestión a través de indicadores de gestión, monitoreo de parámetros claves de las actividades de operación de la Planta La Farfana y Auditoría del SGA.</p>	<p>✓</p> <p>✓</p>	×	×
Estandarización	<p>Presenta un estándar guía NCh-ISO 14001 Of.97 para su implementación.</p>	<p>✓</p>	×	×
Recursos Humanos	<p>Involucra toda la estructura organizacional, lo cual fomentará la cooperación y comunicación entre los miembros de la Planta.</p> <p>Estimulará participación y formación interna en relación con temas ambientales.</p>	<p>✓</p>	×	×

Área relevante	Fortaleza	Optimiza EMA	Aprovecha Oportunidad	Contrarresta Amenaza
Recursos económicos	Incorporará eficiencia y eficacia en la planificación de las medidas de manejo ambiental adicionales requeridas. Permite el ahorro de costos de operación de la Planta La Farfana a mediano y largo plazo, dado que mejorará la eficiencia de los procesos, y disminuirá los costos derivados de indemnizaciones, trabajos de limpieza y/o descontaminación.	✓	×	×
Comunicación externa	Permitirá a la empresa Aguas Andinas S.A. establecer Sistemas de comunicación continua con procedimientos para, documentar y contestar a inquietudes externas de la comunidad relacionada directamente con la Planta La Farfana.	✓	✓(2)	✓(2)
	Permitirá mejorar la comunicación con organismos ambientales en caso de fiscalización o en la obtención de permisos o autorizaciones.	✓	✓(1)	✓(1)

✓: Fortaleza que cumple con la condición

×: Fortaleza que no cumple con la condición

( ) : Indica la Oportunidad aprovechada o la Amenaza contrarrestada según tabla 8 a.

Tabla 12. Análisis comparativo indicando fortalezas de las tres alternativas estudiadas.

Alternativa	Evaluación
Opción Tradicional	Carece de Fortalezas en las áreas Política, Estandarización, Recursos Humanos para optimizar la EMA. Carece de Fortalezas para aprovechar la Oportunidad 2 y para contrarrestar la Amenaza 2
Manejo Ambiental Adaptativo	Carece de Fortalezas en las áreas Política, Estandarización, Recursos Humanos para optimizar la EMA Posee Fortalezas para aprovechar Oportunidad 1,2,3,4 y para contrarrestar la Amenaza 1,2,3,4.
Sistema de Gestión Ambiental	Posee Fortalezas en todas las áreas para optimizar la EMA Posee Fortalezas para aprovechar Oportunidad 1,2,3,4 y para contrarrestar la Amenaza 1,2,3,4.

## 6.2 Resultados finales de la comparación de las alternativas

Al estudiar la Estrategia de Manejo Ambiental en la etapa de operación de la Planta La Farfana, se obtuvo que el Plan de Manejo Ambiental está compuesto principalmente por medidas de mitigación preventivas incorporadas en la etapa de diseño de ingeniería de la Planta. Sin embargo, cuenta con diversos planes, procedimientos, programas o sistemas que se deben implementar y especificar por ejemplo: protocolos de operación y mantenimiento de la planta, plan de manejo de efluentes de laboratorio, sistema de retiro de residuos sólidos, protocolo de disposición de combustibles, y programa de comunicación a la comunidad. En particular respecto al plan de seguimiento ambiental, se considera evaluar la necesidad, modalidad y frecuencia de las mediciones consideradas, con la autorización previa correspondiente.

Al observar las fortalezas de las alternativas identificadas: Opción Tradicional, Manejo Ambiental Adaptativo y Sistema de Gestión Ambiental, se obtuvo diferencias en el grado de utilidad de cada una para optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental en la operación de la Planta La Farfana, y para aprovechar oportunidades y para minimizar las amenazas provenientes del medio externo de la empresa Aguas Andinas S.A.

En cuanto al área estudiada como Manejo de impacto ambiental, la Opción Tradicional enfatiza en el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental (acciones) según aspectos técnicos – administrativos. En esta alternativa se observa rigidez, para incorporar aspectos ecológicos que requiere el desarrollo de la Estrategia de Manejo Ambiental, en cuanto al seguimiento de la Laguna Ambiental. Con respecto a esta misma área, la alternativa Manejo Ambiental Adaptativo introduce mayor flexibilidad para abordar aspectos ecológicos involucrados, dado que permite reducir la incertidumbre estructural del ecosistema relacionado con la Planta La Farfana. En cambio un Sistema de Gestión Ambiental a través del programa de gestión que incluye, posee flexibilidad para abordar tanto aspectos técnicos de operación de la Planta y aspectos ecológicos, relacionados con la laguna ambiental.

Dentro de la Tabla 9, se observa que la Opción Tradicional, en el área de Proceso de toma de decisiones, realiza la etapa de control de gestión a través de informes, con resultados obtenidos en forma puntual en el monitoreo ambiental (en inspecciones) y no en forma sistemática ajustada a procedimientos previamente establecidos. Por lo tanto, el proceso de toma de decisiones se ajustará a normas y a condiciones de la autoridad, y la fortaleza que posee en esta área no es suficiente para lograr efectividad en la implementación de acciones propuestas en los planes que contiene la Estrategia de Manejo Ambiental. Con respecto a las alternativas Manejo Ambiental Adaptativo y Sistema de Gestión Ambiental (Tabla 10 y Tabla 11 respectivamente), ambas alternativas proporcionan un enfoque sistemático a la toma de decisiones en el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental y en ambas alternativas se destaca en el monitoreo ambiental la selección de parámetros indicadores claves. Sin embargo, dentro de un Manejo Ambiental Adaptativo, estos parámetros indicadores se relacionan con el estado del ecosistema. En cambio un Sistema de Gestión Ambiental posee un mecanismo integrado de información institucional que considera: auditoría del sistema implementado, elaboración de indicadores de gestión que estarán relacionados directamente con el comportamiento ambiental de la Planta. Este mecanismo permitirá a los operadores de la Planta La Farfana tomar decisiones (correctivas y preventivas), en forma continua, crítica y más asertiva en función de la normativa aplicable, lo cual permite dedicar el tiempo necesario para tomar decisiones menos estructuradas y rutinarias, por ejemplo frente a riesgos inesperados.

En el área política interna y procedimientos institucionales, un Sistema de Gestión Ambiental posee una Política Ambiental, la cual es una fortaleza adicional importante que permite introducir programación a las decisiones y hacer más específicos los procedimientos generales establecidos en el Plan de Manejo Ambiental, disminuyendo la improvisación. La Opción Tradicional y un Manejo Ambiental Adaptativo (Tabla 9 y Tabla 10 respectivamente), carecen en su modelo del elemento política ambiental institucional. Por lo tanto con su implementación predominarán decisiones no programadas de acciones de manejo ambiental alternativas, las cuales se

encontrarán fuera del proceso rutinario de toma de decisiones y demandará la obtención de información, tiempo y preparación adicional en los encargados de operar la Planta.

Con respecto a aspectos organizativos de la Planta o la empresa, para aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental, la Opción Tradicional y un Manejo Ambiental Adaptativo (Tabla 9 y Tabla 10 respectivamente) no poseen fortalezas en el área de Recursos Humanos. Por un lado Opción Tradicional considera que sólo las personas responsables de implementar el Plan Manejo Ambiental, controlarán su cumplimiento y los problemas que pueden surgir se abordan en este nivel funcional, quedando ligado a la experiencia personal de los encargados, prevaleciendo decisiones puntuales, individuales por sobre las grupales y sin un enfoque integral. Un Manejo Ambiental Adaptativo no posee fortalezas en ésta área, dado que no permite abordar la estructura organizativa de una empresa o actividad debido a su enfoque interinstitucional. En cambio un Sistema de Gestión Ambiental (Tabla 11) permite considerar la estructura organizacional, pero asume que ciertos niveles funcionales tienen la visión de conjunto, es decir, incluye factores grupales e individuales para aplicar la Estrategia de Manejo Ambiental.

En el área estudiada como Estandarización la Opción Tradicional y Manejo Ambiental Adaptativo (Tabla 9 y Tabla 10 respectivamente) no poseen fortalezas, es decir, no poseen una norma o estándar guía para su implementación. En particular con respecto a la Manejo Ambiental Adaptativo, existen evidencias que esta alternativa experimenta problemas en su implementación dado que ha sido abordada como aproximación más que como una herramienta práctica. Mientras que un Sistema de Gestión Ambiental (Tabla 11) presenta concretamente la Norma ISO 14001 para su implementación.

En el área Recursos Económicos, la implementación de un Manejo Ambiental Adaptativo (Tabla 11) no implicaría costos económicos adicionales a la empresa, y serían asumidos por los organismos gubernamentales en el caso de su implementación. La Opción Tradicional no implicaría costos económicos adicionales a la empresa y

permitiría lograr eficiencia en planificación de medidas de manejo ambiental. Sin embargo, un Sistema de Gestión Ambiental incorpora eficiencia en las medidas y ahorro de costos por operación que superan los costos de su implementación, los cuales pueden ser amortizados.

Las oportunidades y amenazas identificadas en el este estudio, están relacionadas principalmente con actores sociales como la comunidad aledaña a la Planta y las autoridades. En la Tabla 9 se observa que la Opción Tradicional posee fortalezas para aprovechar la posible interacción favorable de la empresa con organismos ambientales competentes, en cuanto a fiscalización (oportunidad 1) y contrarrestar la generación de exceso de controles o fiscalización por parte de estos mismos organismos (amenaza 1). Sin embargo, carece de fortalezas para aprovechar la oportunidad relacionada con la entrega de información que permita lograr la aceptación de la Planta La Farfana en la comunidad aledaña (oportunidad 2), y para contrarrestar la amenaza señalada como reclamos de la comunidad por actividades de operación de la Planta La Farfana (amenaza 2).

Dentro de las oportunidades relacionadas con la normativa aplicable, se encuentra la futura existencia de un reglamento de manejo de lodos no peligrosos y una norma de calidad de agua (oportunidad 3 y 4 respectivamente). Al respecto se observa que la Opción Tradicional permite aprovechar esta oportunidad a través de las responsabilidades de cumplimiento, en cambio un SGA, lo hará a través de una estrategia de conformidad continua de la normativa aplicable, más que responsabilidades lo cual permite a la empresa adquirir un rol activo en la actualización de estas normas. Un Manejo Ambiental Adaptativo no es una alternativa dirigida a una sólo institución, por lo tanto este aspecto se aborda de forma interinstitucional.

A través de esta investigación se observa que la Opción Tradicional fomenta decisiones reactivas frente a posibles variantes que escapan a la voluntad de quienes estén encargados de desarrollar el Plan de Manejo Ambiental. Un Manejo Ambiental

Adaptativo fomenta decisiones proactivas, frente a estas variantes, pero desde una perspectiva interinstitucional más general, en cambio un SGA además de fomentar decisiones proactivas, ayuda concretamente a la empresa a tomar control de las actividades que desarrolle en el Medio Ambiente. Frente a la posible ocurrencia de eventos naturales accidentales o descargas de riles no controlados (amenaza 4), un SGA permite concretamente a la empresa el desarrollo de procedimientos operativos o de contingencia específicos para tomar control de las actividades efectuadas y lograr reducir riesgos que afecten al Medio Ambiente.

Como resultado final se obtiene que para la optimización de la Estrategia de Manejo Ambiental, la Opción Tradicional y un Manejo Ambiental Adaptativo, carecen de fortalezas en áreas como políticas y procedimientos, estandarización de la alternativa y recursos humanos. En cambio un Sistema de Gestión Ambiental, presenta fortalezas en todas las áreas estudiadas, las cuales se comportan de manera sinérgica entre sí, produciendo potenciación de sus efectos para alcanzar eficacia y soluciones óptimas en la implementación del Plan de Manejo Ambiental.

Además, si bien un Sistema de Gestión Ambiental y un Manejo Ambiental Adaptativo coinciden en aprovechar todas las oportunidades y contrarrestar todas las amenazas relacionadas con la comunidad y autoridad, difieren en el enfoque dado al tema. En un Manejo Ambiental Adaptativo predomina el enfoque interinstitucional, en cambio un SGA presenta un enfoque institucional, en donde se incorpora un sistema de comunicación externa.

Según la tabla 12, en la cual se comparan las alternativas identificadas, un SGA posee fortalezas que pueden ser adquiridas por la organización para modificar su sistema interno de gestión. Por lo tanto un SGA es la herramienta más completa y viable que permite a la empresa Aguas Andinas optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental en la operación de la Planta La Farfana, y abordar en forma adecuada las fuerzas externas a la empresa que inciden en el desarrollo de la Estrategia mencionada.

## 7. DISCUSIÓN

Dado que el objetivo del estudio fue proponer una alternativa que permita optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental, para la etapa de operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana, perteneciente a la empresa Aguas Andinas S.A., el escenario de resolución o elección de una alternativa, se ajusta a un nivel institucional.

Las alternativas, Opción Tradicional, Manejo Ambiental Adaptativo y Sistema de Gestión Ambiental, fueron estudiadas en cuanto a Fortalezas o capacidades para influir en el sistema de gestión de la empresa (en la operación de la Planta). En el análisis de alternativas para aplicar el Plan de Manejo Ambiental de la Planta La Farfana, se consideró aspectos involucrados en la implementación de cualquier plan, entre ellos: proceso de toma de decisiones, aspectos técnicos, organizativos, económicos, legales, políticos y sociales (articulación de actores).

Dentro de esta investigación se obtuvo que la Opción Tradicional, utiliza la normativa ambiental aplicable a la actividad como instrumento principal para implementar el Plan de Manejo Ambiental, dado que esta opción se ajusta a la Planificación Tradicional, en la cual la conformidad legal se observa como un medio para operar una actividad sin interrupciones (Valdés, 2001). La Opción Tradicional, es una alternativa no sistemática, sin un programa de actuaciones y donde la incorporación de la variable ambiental se realiza en decisiones de carácter puntual, específicas, transitorias, reactivas, lo cual se ajusta a las afirmaciones de Contreras y Pino (1995). Además esta alternativa no permite considerar en forma constante la comunidad directamente involucrada con la Planta La Farfana, por lo cual la Opción Tradicional se observa como una alternativa que no acerca a esta organización a lograr un desempeño que permita una adecuada protección ambiental.

En relación con las otras dos alternativas, si bien un Manejo Ambiental Adaptativo y un Sistema Gestión Ambiental comparten elementos conceptuales, ésta última alternativa se mantiene en un nivel institucional, dado que teóricamente se ha propuesto como un método de trabajo que sigue una organización para coordinar y obtener sistemáticamente un desempeño ambiental adecuado.

Un Manejo Ambiental Adaptativo, al estar definido como un enfoque de manejo aplicado a sistemas naturales complejos (Bormann “y col.”, 1995) caracterizados por una fuerte relación con variables biológicas, implica la articulación de los diferentes actores involucrados para establecer una red inter-institucional de intercambio de información y aprendizaje para diseñar planes de intervención en la naturaleza combinando la teoría ecológica (Gunderson “y col.”, 1994). Por lo tanto esta alternativa posee un nivel focal o énfasis inter-institucional, el cual no permite modificar la estructura organizacional de la empresa Aguas Andinas S.A. para aplicar el plan y optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental.

En relación con un Sistema de Gestión Ambiental, el nivel focal corresponde a la empresa como institución, y no es un sistema ambiental como en el caso de la alternativa Manejo Ambiental Adaptativo. En este caso de estudio el sistema ambiental se constituye como un nivel superior que impondrá restricciones al funcionamiento de la Planta La Farfana.

En nuestro país la principal motivación para implementar un SGA es responder a las exigencias de la normativa ambiental vigente, dado que éstas se encuentran asociadas a instrumentos de gestión pública como el SEIA (CONAMA – AMBAR, 2000). De este modo un SGA abordará el manejo de impacto ambiental según el Área de Influencia Directa dado que su implementación estará relacionada con el Estudio de Impacto Ambiental, y por lo tanto quedará vinculado a aspectos jurisdiccionales o legales. Sin embargo, esta alternativa, a través del programa de gestión ambiental da dinamismo y flexibilidad, en el desarrollo del Plan Manejo Ambiental y en la integración ambiental de

esta actividad incorporando aspectos económicos, técnicos, articulando diferentes actores y variables biológicas implicadas en la operación de la Planta La Farfana.

Al respecto, es necesario destacar que si la Cuenca de Santiago se visualiza como un sistema ambiental, y se requiere manejar en forma integral los Recursos Hídricos involucrados, un Manejo Ambiental Adaptativo podría ser viable como alternativa. En este caso la Empresa Aguas Andinas S.A., con sus diferentes plantas es un actor o usuario de la cuenca y el Plan de Manejo Ambiental de la Planta La Farfana, podría ser desarrollado junto con los planes de las otras plantas de tratamiento involucradas.

Particularmente con respecto a un Manejo Ambiental Adaptativo se ha observado que ha tenido problemas en su implementación, principalmente relacionados con trasladar esta aproximación desde la teoría a la práctica (Iles, 1996). Además la capacidad adaptativa de este enfoque de manejo se encuentra sujeto a la coordinación por poderes públicos, a condiciones socioeconómicas, políticas y a un marco legal que lo fomente (UICN, 2001 b). De este modo para ser aplicado a este tipo de actividad y a este tipo de estrategia ambiental es necesario otro contexto de país.

Con respecto a la Teoría de Agencias presentada en el marco teórico, si bien se ha aplicado principalmente en el ámbito financiero, hoy se está aplicando a todo tipo de situaciones, tanto de índole administrativa como de diseño de sistemas de información y en el control de gestión (González, 1992). En particular, para este estudio la teoría de Agencias, permite confirmar las diferencias encontradas entre las alternativas. A partir de esta teoría, las tres alternativas estudiadas se constituyen como tres casos de relación agente- principal, o relación empresa - autoridad. La Opción Tradicional implica que la empresa Aguas Andinas S.A. (agente) es capaz de garantizar a la autoridad (principal) que no tomará acciones perjudiciales y en caso contrario realizará acciones correctivas o de compensación ambiental. En este caso tanto la autoridad y la empresa incurrirán en costos de monitoreo ambiental.

Un Manejo Ambiental Adaptativo corresponde a otro tipo de relación agente-principal, en donde la autoridad asume un rol activo en el monitoreo ambiental para limitar las actividades aberrantes de los diferentes actores o agentes de un sistema ambiental desde una perspectiva integrativa y participativa.

En la mayoría de las relaciones agente- principal tanto el agente como el principal asumen un rol en el monitoreo ambiental, sin embargo, la autoridad da confianza y delega mayor responsabilidad en este aspecto al agente, quien debe asumir los costos que ello conlleva. Esta situación es posible de observar dentro de un SGA, dado que la empresa al implementar este sistema tiende a la autofiscalización ambiental y la autoridad adquiere confianza en su gestionar. Esta relación predominante agente-principal es abarcada por un SGA, a través de lo cual es posible comprender el incremento exponencial de su implementación en las empresas a nivel mundial.

De los aspectos discutidos anteriormente y según el contexto de nuestro país se observan las razones por las cuales un SGA se selecciona como la alternativa más viable para que la empresa aborde ámbito externo, modifique su sistema interno de gestión y logre eficacia en el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental.

## 8. RECOMENDACIONES

### 8.1 Recomendaciones para la implementación de la alternativa seleccionada.

Dado que SGA es un instrumento de Gestión Ambiental conocido y difundido ampliamente permite el análisis ex ante de implicancias y recomendaciones.

A continuación se presentan recomendaciones según las distintas etapas que requiere la implementación y operación de un SGA.

#### a) Política Ambiental.

Se recomienda que la política ambiental esté claramente adaptada a las necesidades de cualquiera de las Plantas de tratamiento de aguas servidas o de la empresa Aguas Andinas S.A., de tal modo que sea aplicable en caso de la implementación de un SGA en otra planta.

#### b) Planificación. Identificación de aspectos ambientales.

Esta etapa es clave dentro de un SGA, porque en torno a estos aspectos ambientales se realiza el programa ambiental del SGA. Se recomienda que en su identificación se consideren elementos de las actividades o productos de la Planta que interactúen con el medio ambiente ya sea en componentes y relaciones existentes. Además, se recomienda realizar esta etapa por un equipo formado por personas pertenecientes a la organización, pero también considerando asesoría externa.

Para esta etapa, el Estudio de Impacto Ambiental de la Planta La Farfana, puede ser utilizado como un elemento auxiliar en la Revisión ambiental inicial requerida, dado que corresponde a una primera fase de diagnóstico en la cual se conoce el grado de cumplimiento de la normativa aplicable a la planta. Este estudio es una base de partida

para planificar actividades futuras en la implementación del SGA y es útil para elaborar el programa ambiental, sin embargo, se debe considerar que esta información fue obtenida en un período corto de tiempo y pasa a ser información teórica.

c) Implementación y operación del SGA.

Se recomienda que la implementación de un SGA esté guiado y se realice por un equipo de trabajo que forme parte de la empresa, que represente el compromiso de la gerencia por la implementación de un SGA y que sus integrantes estén capacitados en ISO 14000. Además, se recomienda la contratación de asesoría externa para facilitar el proceso, en especial la interpretación de la norma *NCh-ISO 14001.Of 97* y en la redacción de procedimientos e instrucciones de trabajo durante la operación del SGA, debido a que este es un punto importante a auditar externamente.

Para la implementación de un SGA, se recomienda un análisis particular que permita identificar claramente las partes involucradas para considerarlas oportunamente. Se recomienda potenciar durante la operación del SGA, procesos de comunicación externa dirigidos a autoridades, comunidad aledaña a la Planta La Farfana y a empresas en general sobre la experiencia en la implementación, dado que esto también es evaluado en las auditorías externas para mantener la certificación ISO 14001.

Con respecto a la capacitación interna para la implementación de un SGA, se recomienda enfatizar en la formación previa en ISO 14000 para conformar un equipo que guíe la implementación del SGA, en especial la identificación de aspectos ambientales. También se recomienda la formación de auditores internos, eligiendo personal que actualmente desempeñe funciones distintas, pero que durante la operación de un SGA pueden relacionarse.

En este aspecto se debe considerar que la Planta La Farfana en operación presentará aproximadamente 80 personas desempeñando funciones, este es un número

bajo en comparación con otras organizaciones, por lo tanto la etapa de capacitación y la implementación de un SGA no será un proceso complejo. A esto se agrega la existencia en la empresa de una Gerencia de Técnica y Calidad, que posee un Area de Medio Ambiente, la cual puede actuar como asesor y guiar la implementación de un SGA en la Planta, sobretodo en el desarrollo de una cultura organizacional dentro de la empresa.

Se recomienda en la operación del SGA, optar por un Sistema descentralizado donde el comando y las decisiones se realice a través de distintas áreas en la organización de la Planta La Farfana y que su efectividad no dependa de un área particular, sino de distintas. Además, la comunicación de resultados debe ser a través de reuniones de comités de trabajo, además de informes permanentes.

En cuanto a la documentación dentro del SGA, se recomienda la utilización de la intranet para disponer procedimientos e instrucciones de trabajo durante la operación del SGA, esto es conveniente en caso de procedimientos de contingencia ambiental, dado que las personas más que memorizar documentos, deben estar informados de la ubicación del procedimiento, la manera de utilizarlos y sus contenidos principales.

También es importante recordar que la decisión de implementar un SGA y su certificación depende de los incentivos o estímulos externos que pueda tener la empresa Aguas Andinas S.A. y la influencia de las instituciones que están detrás de ella, por lo tanto es una decisión política institucional.

#### d) Verificación y acción correctiva.

En la etapa de seguimiento monitoreo ambiental se recomienda la selección de parámetros indicadores de aspectos de las actividades de la Planta La Farfana que puedan tener impacto significativo en componentes y relaciones ambientales significativas entre ellos, para posteriormente implementar acciones correctivas y preventivas eficaces.

#### e) Revisión de la Gerencia.

En esta etapa se realiza la revisión del SGA completo, por lo tanto se recomienda la selección constante de la documentación obtenida de tal forma que el proceso sea eficaz.

#### 8.2 Aspectos importantes para implementación de la alternativa seleccionada identificados desde la ecología.

Un SGA es un método de gestión que permitirá abordar las actividades principales de esta planta, como por ejemplo la operación, mantenimiento del sistema de tratamiento y retiro de residuos sólidos. Sin embargo, también deberá incorporar actividades como el manejo de lodos y el funcionamiento de la laguna ambiental, a través de la cual la empresa pretende establecer un nuevo ecosistema para la preservación del hábitat de las aves.

En este sentido para optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental, por medio de un SGA se recomienda incorporar conceptos ecológicos en la gestión de la Planta La Farfana. Uno de ellos es el concepto de Paisaje, que permite adquirir una perspectiva integradora y sistémica, a través de la cual, identificar la planta como un componente técnico-económico, el cual se integrará a un paisaje que contiene componentes naturales y socioculturales. Según este concepto puede observarse que el manejo o posible aplicación benéfica de lodos en el suelo influirá en los ecosistemas presentes, en su interacción y en la heterogeneidad del Paisaje.

Actualmente la empresa se encuentra en el desarrollo del Sistema de Información Geográfico (SIG) para determinar áreas en donde disponer lodos en la Región Metropolitana, y por lo tanto se recomienda aplicar este método asociado con el concepto de ecológico de Paisaje.

El otro concepto corresponde al de ecosistema aplicable al funcionamiento de la laguna ambiental. En particular, es importante destacar que en la etapa de diseño de la planta se consideró la construcción de una Laguna Ambiental de 15 Há para la protección del hábitat y la conservación de la biodiversidad de las 79 especies de aves identificadas, la investigación ecológica y la educación ambiental, lo cual permitirá un uso de terreno sustentable. De este modo la empresa incorporó información biológica dentro del proceso de toma de decisiones y se constituye como un actor privado en la conservación de la biodiversidad. Esta laguna será una zona dedicada a la conservación de la biodiversidad de aves fuera del Sistema de Areas Silvestres Protegidas, que puede permitir conectividad entre distintas áreas de conservación.

Si bien en el diseño de la laguna se han considerado aspectos funcionales del hábitat de especies como la vegetación y las dietas de las aves, es necesario la incorporación del concepto de ecosistema durante el desarrollo del seguimiento ambiental.

Desde la perspectiva ecológica es importante considerar la existencia en la laguna de componentes abióticos y bióticos y una relación recíproca entre ellos, que determinará su funcionamiento, dinámica y evolución. En este sentido, los datos obtenidos en la etapa de seguimiento ambiental, como por ejemplo la diversidad de aves, pueden asociarse al concepto ecológico de ecosistema. Esto implica en primer lugar considerar la laguna ambiental como un sistema, en donde se desarrollarán procesos de flujo de materia y energía entre componentes abióticos y bióticos. De este modo, la variación de la diversidad de aves puede interpretarse en función de la ocurrencia de cambios en las condiciones fisicoquímicas del agua o en el flujo de nutrientes hacia plantas acuáticas o hacia microorganismos presentes que constituyen la dieta de las diferentes especies de aves, o según otro tipo de posibles relaciones por determinar.

## 9. CONCLUSIÓN

A través de la presente investigación se observa que en la Estrategia de Manejo Ambiental, planteada para la etapa de operación de la Planta La Farfana, existe una estructura, es decir, un orden y presentación de las medidas en diferentes planes (mitigación, compensación, contingencia, seguimiento ambiental, cumplimiento de la normativa aplicable). Si bien las medidas se establecen según los componentes ambientales, se observa que en su elaboración se utilizó una visión sistémica del Medio Ambiente.

Dentro del Plan de mitigación las medidas están clasificadas en diferentes tipos: diseño, generales, particulares, polivalentes, lo cual indica que durante el desarrollo de la Estrategia de Manejo Ambiental, la Empresa Aguas Andinas S.A., utilizó diversas características conceptuales existentes para incorporar tales medidas.

En esta investigación, luego de la evaluación de las alternativas configuradas, se obtiene que tanto la Opción Tradicional como el Manejo Ambiental Adaptativo son alternativas unidireccionales, que organizarán y aplicarán técnicas para mitigar o compensar los impactos ambientales de la Planta La Farfana. Por otro lado, un SGA es un método de trabajo bidireccional, dirigido a lograr un control interno de la organización para mitigar, prevenir los impactos ambientales, y disminuir los riesgos que éstos pueden ocasionar en el Medio Ambiente y luego afectar las operaciones de la planta. En contraste con las otras alternativas estudiadas, un SGA es un instrumento de gestión ambiental estratégica, con un marco conceptual que orientará a la empresa Aguas Andinas S.A., como institución, a tomar decisiones en forma sistemática y enfrentar sus problemas ambientales en forma integral, alcanzando los objetivos económicos de esta planta y dando respuesta a exigencias sociales.

Un SGA se configura como la alternativa más viable para optimizar la Estrategia de Manejo Ambiental en la etapa de operación de la Planta La Farfana, dado que es

capaz de influir en el Sistema Global de Gestión de la planta, es decir, en la estructura organizacional, proceso de toma de decisiones, criterios de asignación de recursos, recursos humanos y en la forma de abordar el medio externo, permitiendo articular y dar respuesta a oportunidades y amenazas para cumplir con los objetivos planteados en la estrategia. De este modo esta alternativa permite a la empresa integrar y ajustar sistemáticamente el Plan de Manejo Ambiental planteado, desde un punto de vista técnico, normativo, organizacional, económico, político y social, contribuyendo a su operatividad o desarrollo práctico.

Dado que el SGA implicará cambio de actitud (culturización) en los distintos niveles de la organización de la Planta y también de la empresa, el compromiso de los individuos puede transformar el SGA desde una visión burocrática a un proceso efectivo y estratégico. Al respecto, dentro de las limitaciones que se deben superar para implementar un SGA, se encuentran la falta de información e incorporación de un lenguaje (conceptos) sobre materias ambientales entre diversas áreas de la empresa, insuficiente apoyo y liderazgo directivo para implementar este sistema. En cuanto a los costos económicos de su implementación, se recomienda estudiar metodologías para incorporarlos en los sistemas contables de la empresa.

Un SGA debe entenderse como una herramienta que permite a la empresa Aguas Andinas S.A., integrar la Planta La Farfana como un componente en el Medio Ambiente. Para lograr esto último, durante la implementación del SGA en la planta se debe implementar medidas dirigidas a prevenir o corregir impactos no sólo en componentes ambientales, sino que también considerando las relaciones entre éstos. Además, se debe considerar la incorporación de conceptos ecológicos como paisaje en el manejo de lodos y el concepto de ecosistema durante el seguimiento ambiental de la laguna construída para la protección de la avifauna.

Dado que un SGA es una estrategia institucional, puede ser perfeccionada a lo largo de su implementación en la planta. Al respecto la Gestión Ambiental previa

realizada por la empresa es de suma importancia. En este sentido, se distinguen tres aspectos importantes, el primero corresponde a la etapa de diseño de la Planta La Farfana, en la cual, la selección de tecnología, localización de la planta, la capacidad de acogida del territorio, se realizó según las aptitudes del Medio Ambiente.

El segundo aspecto implica la prioridad dada a las relaciones con la comunidad aledaña a la Planta, según lo cual se realizó el proceso de participación ciudadana temprana. El tercer aspecto corresponde a la elaboración de la Estrategia de Manejo Ambiental con un enfoque preventivo.

De este modo la empresa Aguas Andinas S.A. tiene una aproximación previa, hacia la integración de la Planta La Farfana en el Medio Ambiente y se encuentra en una condición favorable para implementar un SGA que continúe con este proceso.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Atlas, R. y Bartha, R. 1998. Microbial Ecology. Fundamentals and Applications. Benjamin/Cummings Publishing Company Inc, California.

Bases del Campo, F. 1996. Análisis FODA para el Servicio al Cliente. Memoria para optar al título de Ingeniero Comercial. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Chile. Santiago.

Bormann, B.T.; Martin, J.R.; Wagner, F.H.; Wood, G.; Alegria, J.; Cunningham, P.G.; Brookes, M.H.; Friesema, P.; and Henshaw, J. 1995. Adaptive management: Common ground where managers, scientists, and citizens can accelerate learning to achieve ecosystem sustainability. Stewardship Workshop. EE.UU.

CHILE. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 1994. Ley N° 19300: Bases Generales del Medio Ambiente.

CHILE. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 1997. Decreto N° 30. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

CONAMA. 1994. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Conceptos y antecedentes básicos, Santiago.

CONAMA - AMBAR. 2000. Promoción e incentivo de la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental en empresas chilenas, Santiago.

Conesa, V. 1997 a. Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid.

- Conesa, V. 1997 b. Instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid.
- Conesa, V. 1997 c. Auditorías Ambientales. Guía Metodológica. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid.
- Contreras, L. y Pino, C. 1995. Sistema de Gestión Ambiental en las empresas. Tecnocap Limitada, Antofagasta.
- Direcció general de Qualitat Ambiental. 1997. Guía para la implantación y el desarrollo de un Sistema de Gestión Ambiental. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Catalunya.
- EMOS S.A. 2000. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana. Santiago.
- Everett, E. y Ebert R. 1986. Production and operations management: concepts, models and behavior. Prentice - Hall. Engelwood Cliffs, New Jersey.
- Forman, R. y Godron M. 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Gilmour, A., G. Walkerden, y J. Scandol. 1999. Adaptive management of the water cycle on the urban fringe: three Australian case studies. Conservation Ecology 3(1): 11.[online] URL: <http://www.consecol.org/Journal/vol3/iss1/art11/> [consulta: 30-10-2001]
- Gómez, D. 1998. Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Agrícola Española, Madrid.

- González, O. 1992 Génesis de la Teoría de las Agencias y su aplicación. Contabilidad, teoría y práctica 26:13-22.
- Gross, P. y Hajek, E. 1998. Indicadores de Calidad y Gestión Ambiental. Alfabetas Artes gráficas. Santiago.
- Gunderson, L. H., C. S. Holling and S. S. Light. 1994. Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions. Columbia University Press, New York.
- Hax, A. y Majluf, N. 1993. Gestión de empresa con una visión estratégica. Ediciones Dolmen. Santiago.
- Hilborn, R. y Sibert, J. 1988. Marine Policy: 115-116.
- Hinner, H. 1995. Gestión Ambiental Estratégica en la empresa. Ambiente y Desarrollo vol XI N° 3: 65-68.
- Holling, C.S. (Ed). 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. John Wiley y Sons, New York.
- Iles, A. T. 1996. Adaptive Management: Making environmental law and policy more dynamic, experimental and learning. Environmental and Planning Law. Journal 13 (4): 288- 308.
- Induambiente. 2000. Los Instrumentos del 2000 (Especial de certificación). Rev. 42: 16-19.
- Induambiente. 2000. Los Instrumentos del 2000 (Especial de certificación). Rev. 42: 38-39.

Induambiente. 2000. Los Instrumentos del 2000 (Especial de certificación). Rev. 42: 80-81.

Instituto Nacional de Normalización. 1997. Norma Chilena Oficial *NCh-ISO 14001*. Of.97. Sistemas de Gestión Ambiental - Especificación con guía para el uso. Santiago.

Instituto Nacional de Normalización. 1997. Norma Chilena Oficial *NCh-ISO 14004* Of.1997. Sistemas de Gestión Ambiental- Guías generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.

Jensen, M. y Meckling, W. 1976. The Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Finance Economics*, Volumen 3 N°4.

Johnson, B.L. 1999. Introduction to the special feature: adaptive management - scientifically sound, socially challenged?. *Conservation Ecology* 3(1):10. [online] URL: <http://www.consecol.org/Journal/vol3/iss1/art10/> [consulta: 30-10-2001]

Johnson, F. y Williams, K. 1999. Protocol and practice in the adaptive management of waterfowl harvests. *Conservation Ecology* 3(1): 8 [online] URL: <http://www.consecol.org/Journal/vol3/iss1/art8/> [consulta: 30-10-2001]

Lee, K. N. 1999. Appraising adaptive management. *Conservation Ecology* 3(2):3.[online] URL: <http://www.consecol.org/Journal/vol3/iss2/art3/> [consulta: 30-10-2001]

Lindeman, R. L. 1942. The trophic - dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23:399-418.

- Malman, S. 1995. ISO 14000: Nuevas orientaciones ambientales y desempeño de la empresa chilena. *Ambiente y Desarrollo* vol XI N°4: 42-48.
- Mateo, J. 1991. *Geoecología de los Paisajes*. Universidad de los Andes. Mérida.
- Miller, G.T. 2001. *Environmental Science*. Editorial Brooks /Cole Thomson Learning, Canada.
- Morrison, A. y Bailey, J. 1999. Exploring the EIA/ Environmental Management Relationship. *Environmental Management* 3: 281-295.
- Muñoz, J.P. 1990. Conceptos e implicancias para las organizaciones de la Teoría de Agencia. Serie Docencia N° 23. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Chile, Santiago.
- Paredes, R. 1990. Teoría de Agencia. Escuela de Economía y Administración N° 63. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Chile, Santiago.
- Rojas, P. y Salinas, H. 1985. El proceso de planificación estratégica: un modelo de aplicación en salud. *Revista Administración en Salud* N° 13. Programa Interfacultades en Administración en Salud, Universidad de Chile, Santiago.
- Sayre, D. 1997. Dentro de ISO 14000: la ventaja competitiva de la gestión Ambiental. Ediciones Castillo, Monterrey.
- Seoáñez, M. y Angulo I. 1999. *Manual de Gestión Medioambiental de la empresa*. Ediciones Mundi - Prensa, Madrid.

- Shindler, B. y Cheek, K. 1999. Integrating citizens in adaptive management: a propositional analysis. *Conservation Ecology* 3(1):9.[online] URL: <http://www.consecol.org/Journal/vol3/iss1/art9/> [consulta: 29-10-2001]
- Sociedad de Biología de Chile. 1996. La nueva legislación forestal y el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos chilenos. Documento de Trabajo. Panel Científico sobre Bosques Nativos.
- Soler, M. 1997. Manual de Gestión del Medio Ambiente. Editorial Ariel, Barcelona.
- Unión Mundial para la Naturaleza - UICN. 2000 a. Enfoque de ecosistemas. Quinta Reunión del Organo Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Montreal.
- Unión Mundial para la Naturaleza - UICN. 2000 b. Utilización Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica. Quinta Reunión del Organo Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Montreal.
- Unión Mundial para la Naturaleza - UICN. 2001. Cambio Climático y Biodiversidad: Cooperación entre el Convenio sobre Diversidad Biológica y la Convención Marco sobre Cambio Climático. Sexta Reunión del Organo Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico. Montreal.
- Valdés, S. 2001. La Gestión Ambiental Estratégica en la Empresa Moderna. *Economía y Administración* 139:69-72.
- Walters, C.J. 1986. Adaptive management of renewable resources. Macmillan Publishing Company, New York.

Walters, C. 1997. Challenges in adaptive management of riparian and coastal ecosystems. *Conservation Ecology* 1(2):1  
[online] URL: <http://www.consecol.org/Journal/vol1/iss2/art1/> [consulta: 30-10-2001]

**Sitios www (word wide web) y publicaciones electrónicas.**

[Biblioteca.udg.es/gespm/foro/reunion1htm-36k](http://Biblioteca.udg.es/gespm/foro/reunion1htm-36k) [consulta: 10-8-2001]  
<http://www.mesoamerica.org.mx/uzachi/BiodOax/BDUZACHI1.htm>  
[consulta: 9-10-2001]  
<http://www.faoinfo.org/biblioteca/capacitacion/modulo4/m4b.htm>  
[consulta: 9-10-2001]  
[http://www.bcrp.gob.pe/Espanol/Wmoneda/Moneda129/mon129\\_5.pdf](http://www.bcrp.gob.pe/Espanol/Wmoneda/Moneda129/mon129_5.pdf)  
[consulta: 9-10-2001]  
<http://ns.fcs.ucr.ac.cr/~geografia/foda.htm>[consulta: 9-10-2001]  
<http://coplade.jalisco.gob.mx/desarrollo.html>[consulta: 9-10-2001]  
[http://espanol.geocities.com/de\\_lama/fodatum02.html](http://espanol.geocities.com/de_lama/fodatum02.html) [consulta: 9-10-2001]  
[http://cueyatl.uam.mx/~cuaree/24\\_13.html](http://cueyatl.uam.mx/~cuaree/24_13.html)[consulta: 9-10-2001]  
[FAQ\\_Spanish/iso14000faq\\_spanish.html](http://FAQ_Spanish/iso14000faq_spanish.html)[consulta: 9-10-2001]  
<http://www.ijc.org/focus/v23i3/col03.html> [consulta: 9-10-2001]  
<http://uib.gym.itesm.mx/islas/Datos.PDF> [consulta: 15-10-2001]  
[http://azul.bnct.ipn.mx/ipn\\_politicas/modelo.htm](http://azul.bnct.ipn.mx/ipn_politicas/modelo.htm)[consulta: 17-10-2001]  
<http://uib.gym.itesm.mx/hs/pm/pmaspec4.htm>[consulta: 30-10-2001]  
<http://citeseer.nj.nec.com/context/201562/0> [consulta: 30-10-2001]  
<http://www.mef.gob.pe/fonafe/convenios/manualpe.htm> [consulta: 13-11-2001]  
<http://uib.gym.itesm.mx/hs/pm/pmaspec4.htm>[consulta: 13-11-2001]  
<http://www.gse.mq.edu.au/Research/adaptive/adaptive2.htm> [consulta: 13-11-2001]  
<http://citeseer.nj.nec.com/context/201562/0> [consulta: 13-11-2001]  
<http://www.orst.edu/instruction/anth481/ectop/ecadm.html>[consulta: 13-11-2001]  
<http://www.javeriana.edu.co/Facultades/fear/ensayos/ensayo1.pdf>  
[consulta: 13-11-2001]

[http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/PolAmbEco/cap\\_6.htm](http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/PolAmbEco/cap_6.htm)  
[consulta: 9-01-2002]

<http://club.telepolis.com/ralcain/gestion.htm>[consulta: 9-01-2002]

[http://www.minas.unalmed.edu.co/facultad/programas/pregrado/industrial/SEMI9/Semi\\_9](http://www.minas.unalmed.edu.co/facultad/programas/pregrado/industrial/SEMI9/Semi_9) [consulta: 9-01-2002]

<http://www.forosanitario.com/articulos.asp?IDArt=10>[consulta: 9-01-2002]

<http://www.icpna.edu.pe/ABLA/Eva%20Flores.htm>[consulta: 11-01-2002]

<http://sbch.conicyt.cl:9090/sociedad/bosques1.htm> [consulta: 31-01-2002]

<http://www.uees.edu.ec/investigacion/cuaderno4/tema5.PDF>[consulta: 31-01-2002]

<http://www.auxilioideas.com>[consulta: 31-01-2002]

<http://www.isfa.com/server/web/sportboys/sjuliolozada.htm> [consulta: 31-01-2002]

<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea27s/ch05.htm> [consulta: 31-01-2002]

<http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/html/8cap4.htm>  
[consulta: 31-01-2002]

[http://www.cep.unep.org/nicaragua/CEPNET\\_BID/Website/pais/Estudio%20caso,%20b](http://www.cep.unep.org/nicaragua/CEPNET_BID/Website/pais/Estudio%20caso,%20b)  
[consulta: 31-01-2002]

[http://www.upsq.edu.ec/upsq/ocp/Sec%207/Sec7\\_PMA\\_Const\\_maa3\\_Rev%202\\_fin.p](http://www.upsq.edu.ec/upsq/ocp/Sec%207/Sec7_PMA_Const_maa3_Rev%202_fin.p)  
[consulta: 31-01-2002]

<http://www.tanswer.cl/TA/EMS.htm>[consulta: 31-01-2002]

<http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/pdf/survey11thcycle.pdf> [consulta: 10-11-2002]

Anexo 1.

Fotos de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas El Trebal.

Línea de agua

Foto N°1. Cribado. Tratamiento preliminar



Foto N° 2. Contenedores. Tratamiento preliminar (rejilla fina)



Foto N° 3. Desarenadores

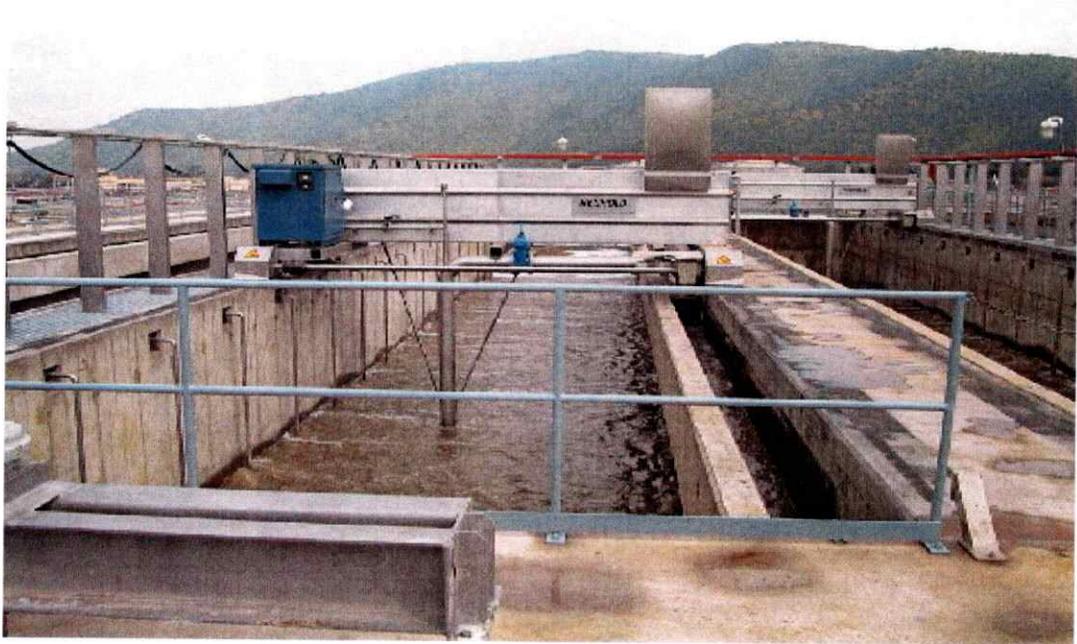


Foto N° 4. Aireadores

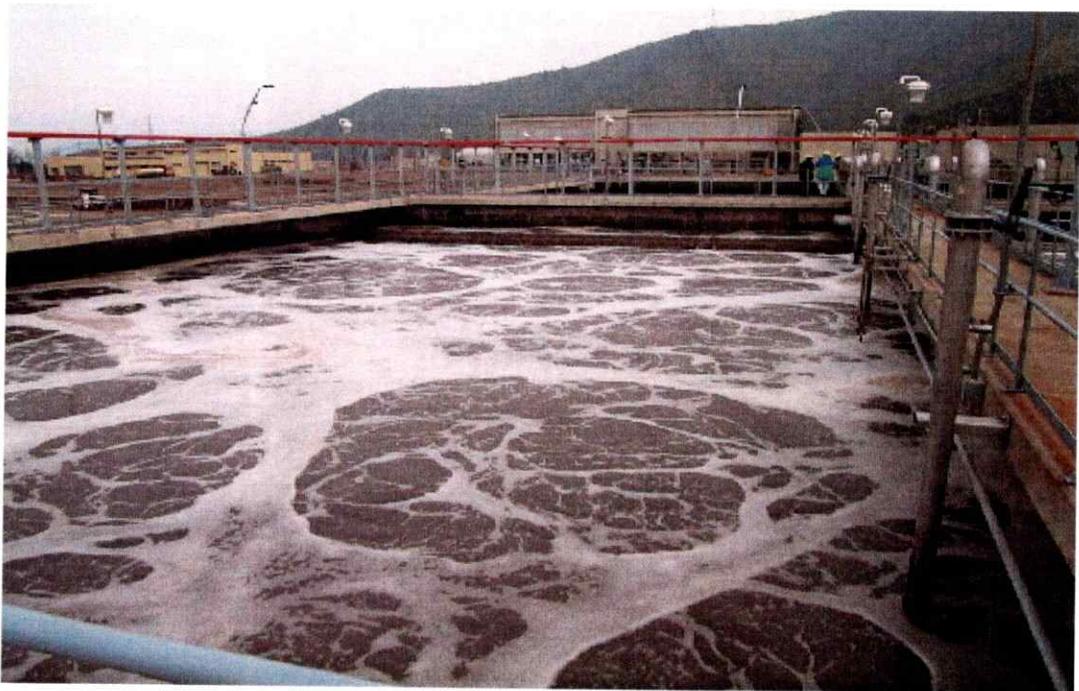


Foto N° 5. Clarificadores primarios



Foto N° 6. Clarificadores secundarios

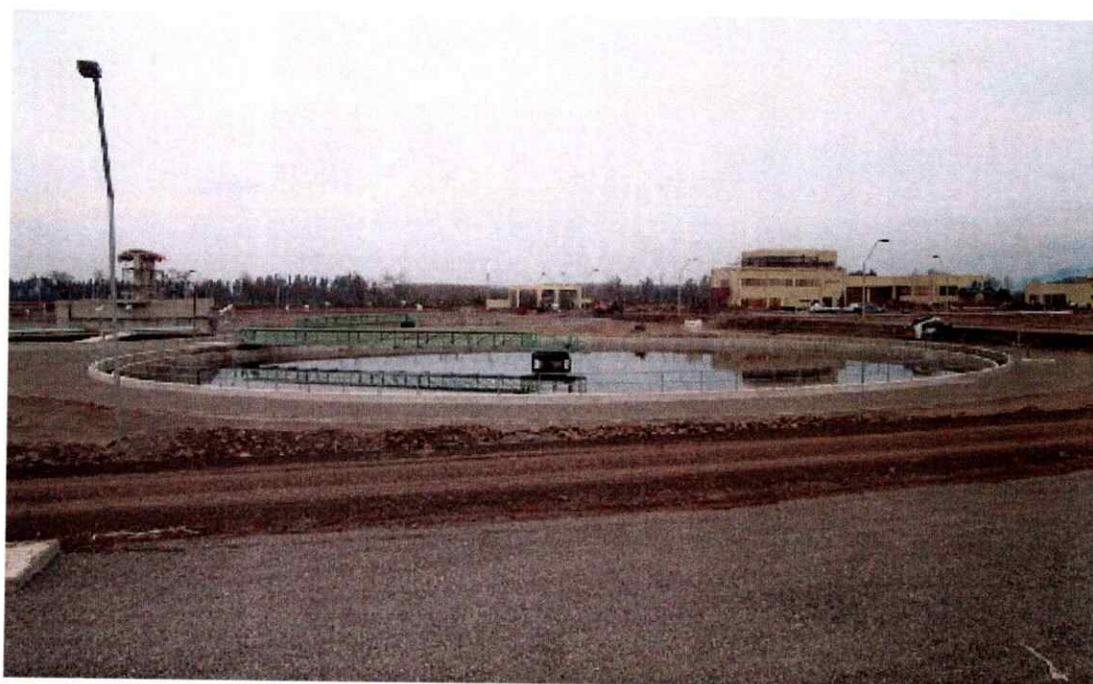


Foto N° 7. Edificio de cloración y cámara de contacto



### Línea de Lodos

Foto N° 8. Espesadores de lodos.

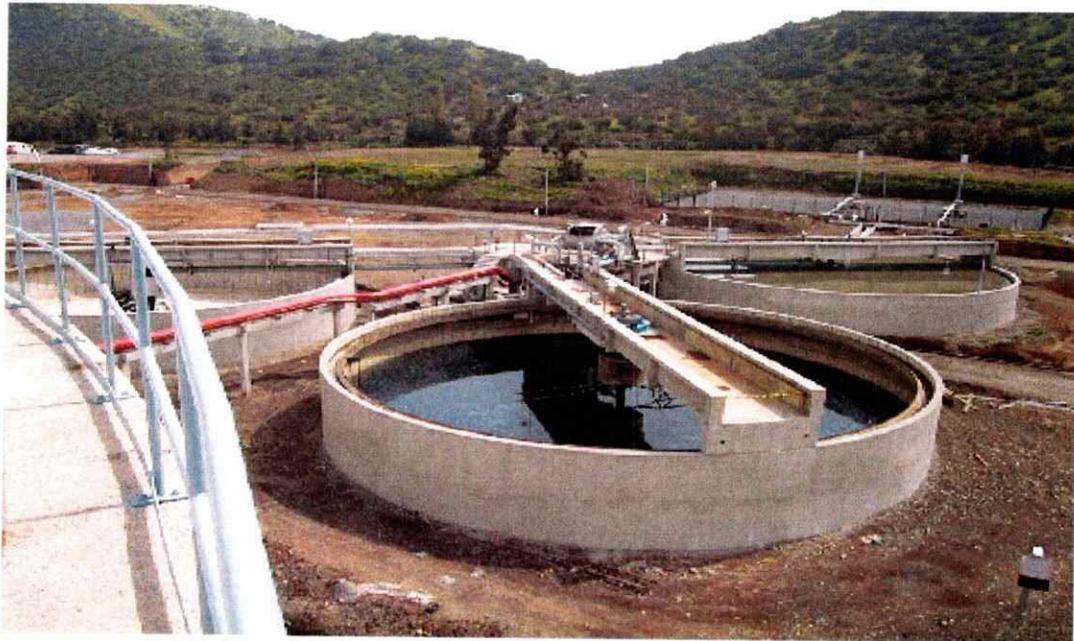


Foto N° 9. Digestores de lodos (parte superior)



Foto N° 10. Calderas



Foto N° 11. Antorcha

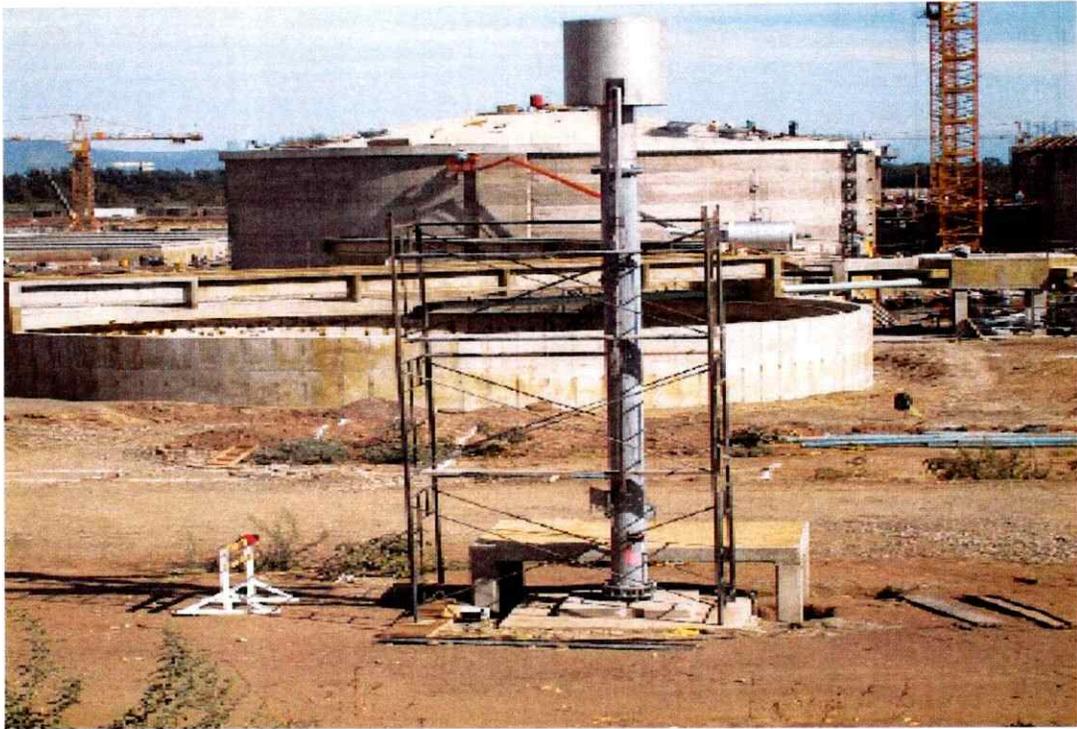


Foto N° 12. Gasómetro



Foto N° 13. Canchas de secado.

