

**Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción
Programa de Licenciatura**

**Diseño de un modelo para la construcción de
un pozo geotérmico ambientalmente
sostenible**

**Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción**

ING HARTMAN GUIDO SEQUEIRA

Julio del 2002

Diseño de un modelo para la construcción de un pozo geotérmico ambientalmente sostenible.



Abstract

This report analyzes the different environmental aspects related with geothermal well construction, the environmental legislation regarding their construction, and the geothermal field development process. A model of the geothermal well construction process, which adheres to the concept of environmental sustainability is achieved. Also, a process for obtaining the governmental permits and an Environmental Impact Assessment guide is outlined.

The results show the feasibility of construction under the sustainability concept not only as a tool for the protection and conservation of the environment but also as an improvement of the construction process in terms of competitiveness.

Key Words: Geotermia, Desarrollo Sostenible, Pozo geotérmico, Medio ambiente, Construcción, Estudios de Impacto Ambiental.

Resumen

El presente documento analiza diferentes aspectos ambientales relacionados con la construcción de pozos geotérmicos, la legislación ambiental relacionada con construcción y el desarrollo de un campo geotérmico. Como resultado se obtiene un modelo del proceso de construcción de pozos geotérmicos, bajo el concepto de sostenibilidad ambiental. Se diseña un procedimiento guía para la tramitación de permisos ambientales y sobre los aspectos que deben ser considerados en la elaboración de los estudios de impacto ambiental.

Los resultados muestran la factibilidad de la construcción sostenible, no solo como una herramienta de protección del ambiente, si no también como una mejora de los procesos constructivos en términos de competitividad.

Palabras Clave: Geotermia, Desarrollo Sostenible, Pozo geotérmico, Medio ambiente, Construcción, Estudios de Impacto Ambiental.

Contenido

<i>Prefacio</i>	1
<i>Resumen ejecutivo</i>	2
<i>Introducción</i>	6
<i>Metodología</i>	7
<i>Construcción, medio ambiente y desarrollo sostenible</i>	8
DESARROLLO SOSTENIBLE.....	8
MEDIO AMBIENTE.....	8
<i>Legislación ambiental relacionada con proyectos de construcción</i>	16
MARCO LEGAL	16
LEGISLACIÓN VIGENTE.....	16
TRÁMITES AMBIENTALES.....	22
<i>Energía geotérmica</i>	24
GEOTERMIA EN COSTA RICA.....	24
PROCESO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS GEOTÉRMICOS	34
EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL POZO.....	46
<i>Resultados</i>	49
MODELO DE PROCESO PROPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO GEOTÉRMICO AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE	50
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL DE POZO	58
GUÍA PARA TRAMITAR ESTUDIOS AMBIENTALES ..	60
<i>Análisis de resultados</i>	66
ASPECTOS A INCORPORAR EN EL PROCESO.....	66
OBSERVACIONES FINALES	67
<i>Conclusiones</i>	68
<i>Apéndices</i>	70
<i>Anexos</i>	76

Prefacio

En los últimos años se han realizado esfuerzos importantes en busca de controlar el uso indiscriminado de los recursos naturales. Estos esfuerzos se han reflejado en la Constitución Política y su avance más importante se da con la aparición de la Ley Orgánica del Ambiente. Gracias a este nuevo panorama legal, las autoridades ambientales pueden impedir o incluso detener la construcción de un proyecto, si se comprueba un manejo ambiental inadecuado. Lo anterior incorpora un nuevo reto para las empresas y tiene efectos directos sobre la construcción, ya que exige que los aspectos ambientales formen parte del proceso. Para

enfrentar este nuevo reto es necesario un cambio en la visión de los desarrolladores de proyectos, así como en los centros universitarios, especialmente las carreras de ingeniería relacionadas con la construcción, los cuales deben incorporar el tema ambiental como parte integral de su planeamiento.

El objetivo del presente proyecto es involucrar a los profesionales de la construcción en el tema ambiental, diseñando un modelo de proceso que permita la construcción de un pozo geotérmico bajo el concepto de desarrollo sostenible.

Resumen ejecutivo

El rápido deterioro del balance ambiental a nivel mundial ha ocasionado que las leyes mundiales, incluyendo las costarricenses, sean más exigentes. Esto significa un efecto directo sobre los proyectos de construcción, ya que en la actualidad los aspectos ambientales son un requisito indispensable, que al no ser considerado puede significar serios atrasos o inclusive el fracaso del proyecto. Lo anterior hace evidente, que las consideraciones de tipo ambiental deben estar presentes en las fases de planeamiento, diseño y construcción de proyectos.

Objetivos

El objetivo general del presente estudio es el diseño de un modelo de proceso que permita la construcción de un pozo geotérmico bajo el concepto de desarrollo sostenible. Adicionalmente se plantean como objetivos específicos los siguientes:

- a) Realizar un estudio sobre los principales aspectos ambientales, que deben ser considerados en las etapas constructivas de los proyectos.
- b) Analizar la legislación ambiental vigente relacionada con la construcción.
- c) Diseñar una guía para tramitar permisos ambientales ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental y sobre los aspectos que deben considerarse en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.
- d) Concientizar a los profesionales de la ingeniería, sobre la relevancia de los aspectos ambientales para los proyectos de construcción.

Para lograr estos objetivos, se estudian temas relacionados con medio ambiente, recursos naturales, legislación ambiental y procedimientos vigentes para la tramitación y realización de estudios de impacto ambiental. Con base en esta información se realiza una evaluación ambiental que permite identificar que

impactos deben ser mitigados durante la construcción.

Construcción y medio ambiente

La estrategia que relaciona la construcción con la conservación ambiental, es el desarrollo sostenible. Esta estrategia busca una solución al creciente problema de la explotación y destrucción de los recursos naturales, promoviendo proyectos amigables con el medio. Propone soluciones a los problemas ambientales, mediante la implementación de sistemas de mitigación y control, así como la incorporación de las variables ambientales en las fases de diseño, construcción y posterior operación de proyectos.

Costa Rica cuenta con una de las comunidades biológicas más importantes del mundo, existen de 10 000 a 12 000 especies de plantas, 1499 especies de vertebrados, entre ellas 850 especies de aves y 205 especies de mamíferos. Debido a lo anterior se ha convertido en uno de los centros de convergencia más importante para el estudio de la ecología tropical a nivel mundial. De ahí la importancia de proteger nuestros recursos naturales. Para aplicar el modelo de desarrollo sostenible en los procesos constructivos es necesario conocer los aspectos ambientales que se ven afectados durante la construcción. Dentro de los más relevantes se pueden mencionar:

- a) Calidad del aire. La atmósfera contiene una serie de componentes que en concentraciones superiores a las normales pueden ser peligrosos para el ser humano y otros seres vivos. Las principales fuentes de contaminación del aire durante el proceso de construcción se originan en la operación de maquinaria, producto de la emisión de gases de combustión, levantamiento de polvo, ruido de los motores y humo, entre otras.
- b) Calidad de las aguas. Estas se ven afectadas por la erosión producida por movimientos de

tierra, derrames de aceites lubricantes y combustibles, productos químicos utilizados como aditivos, producción de basura y otros.

- c) Eliminación de la capa vegetal. Es importante que la deforestación y alteración del medio se limiten al área mínima necesaria del proyecto, evitando métodos o hábitos de construcción no conservacionistas.

Legislación Ambiental

Es necesario conocer cual es la legislación de tipo ambiental que regula las actividades constructivas. Esto permite garantizar la construcción de proyectos bajo el concepto de desarrollo sostenible, ya que la legislación Nacional en materia ambiental se orienta en este sentido.

La Constitución Política establece las bases para lograrlo, al incluir dentro de sus postulados el derecho a la vida y a un ambiente sano.

La Constitución cuenta con varios artículos que hacen referencia a la protección del medio:

Artículo 21: Establece que la vida es inviolable, en este sentido no se puede pensar en la inviolabilidad del derecho a la vida sin la existencia del derecho al ambiente, a un ambiente sano, ya que ambos son complementarios.

Artículo 50: (...) Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado por ello esta legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. El estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho (...).

Artículo 89: Establece como un fin cultural la protección de las bellezas naturales, lo cual directamente esta ligado a la protección del medio. Por lo que el estado se ve en la obligación de resguardarlo.

En respuesta a la necesidad de establecer un marco legal en materia ambiental que permita al estado y a la ciudadanía velar por el medio; el cuatro de octubre de 1995 se publica la **Ley Orgánica del Ambiente (LEY N° 7554)**.

Esta ley faculta a los ciudadanos para denunciar y exigir un ambiente sano,

estableciendo los instrumentos necesarios para el manejo adecuado del ambiente. Los principios que rigen esta ley son:

- a) El ambiente es patrimonio común de todos los habitantes.
- b) Todos tenemos derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado:
- c) El estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras.
- d) Quien contamine el ambiente o le cause daño será responsable conforme lo establezcan las leyes nacionales y los tratados internacionales vigentes.
- e) El daño del ambiente constituye un delito de carácter social, pues afecta las bases de la existencia de la sociedad; económico, porque atenta contra las materias y los recursos indispensables para las actividades productivas; cultural en tanto pone en peligro las formas de vida de las comunidades; y ético porque atenta contra la existencia misma de las generaciones presentes y futuras.

Energía geotérmica

La producción de energía geotérmica consiste en el aprovechamiento del calor interno del planeta. Para que este recurso sea explotable se requiere la presencia de condiciones geológicas especiales que originen un reservorio. El Campo Geotérmico Miravalles cuenta con un reservorio hipertérmico, el cual se origina por la existencia de cinco elementos básicos:

- a) Una fuente de calor.
- b) Un fuente de recarga de fluidos.
- c) Una capa de rocas permeable.
- d) Una capa sello de roca impermeable
- e) Un basamento de roca impermeable.

El sistema para la explotación de energía geotérmica lo componen, pozos productores, tuberías de conducción, unidades de separación, planta de generación (Turbinas, generadores, condensadores, torre de enfriamiento y subestación), lagunas de sedimentación y pozos de inyección. La **Figura R1** muestra una de las máquinas perforadoras usadas en Miravalles.

Modelo de construcción de pozos geotérmicos

Para la construcción y desarrollo de un proyecto geotérmico es necesario la perforación de pozos profundos. Este proceso se divide en cinco etapas principales:

- Ubicación del pozo.
- Construcción de la plataforma.
- Perforación de las etapas del pozo.
- Pruebas de producción.
- Conclusión del pozo.

Antes de diseñar un modelo constructivo ambientalmente sostenible, es necesario identificar en cuales etapas se generan mayores impactos y que aspectos ambientales se ven afectados. Su valoración se muestra en la **Tabla R1** y en los **Gráficos R1 y R2**.

Actividad / Impactos	Probabilidad	Intensidad	Temporalidad	Espacialidad	Reversibilidad	Valoración
Peso (%)	20	30	15	15	20	10
Construcción de accesos y plataformas 51.5						
Deforestación	5	5	10	2	10	6.3
Efectos en fauna	2	2	10	2	5	3.8
Pérdida del suelo y erosión	10	2	10	2	5	5.4
Cambios en el relieve	10	10	10	2	10	8.8
Contaminación de aguas	2	2	2	10	5	3.8
Cambio de uso del suelo	10	2	2	2	2	3.6
Generación de escombros	10	10	2	2	10	7.6
Contaminación del aire	2	2	2	2	2	2.0
Ruido	10	5	2	10	2	5.7
Visual	10	5	2	2	2	4.5
Construcción de Instalaciones de apoyo 3.2						
Visual	5	2	2	2	5	3.2
Construcción del pozo: 24.6						
Contaminación de suelos	2	2	2	2	5	2.6
Contaminación de aguas	2	2	2	10	5	3.8
Visual	2	2	2	2	2	2.0
Contaminación del aire	2	2	2	2	2	2.0
Contaminación de aguas	2	10	2	10	10	7.2
Erosión	2	2	2	2	5	2.6
Ruido	5	2	2	10	5	4.4
Pruebas de producción 22.4						
Contaminación del aire	5	2	2	2	5	3.2
Contaminación de aguas	2	2	2	2	5	2.6
Ruido	10	10	2	10	5	7.8
Visual	10	10	2	10	10	8.8

Tabla R1: Valoración de Impactos en cada etapa constructiva.

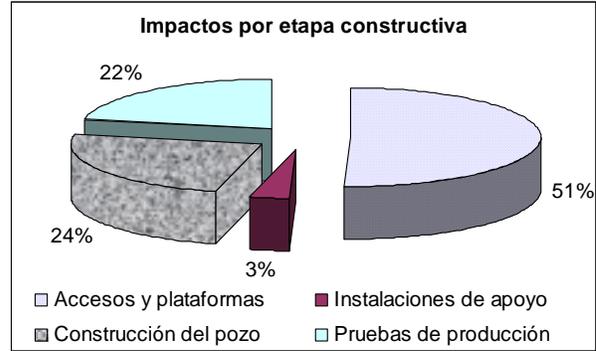


Gráfico R1: Impactos por etapa constructiva.

El **Gráfico 1** muestra una valoración de los impactos en cada etapa. Se observa que durante la construcción de accesos y la plataforma, se producen los mayores.

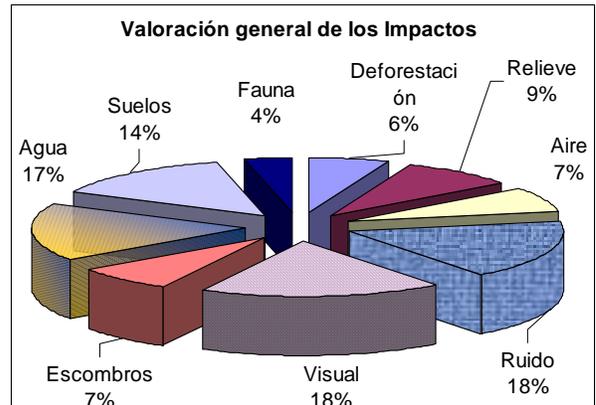


Gráfico R2: Valoración global de los impactos según su efecto sobre diferentes aspectos ambientales.

El **Gráfico R2** muestra una valoración global de los impactos producidos sobre los diferentes aspectos ambientales. El valor indica que porcentaje del impacto total corresponde a cada uno de los aspectos analizados.

Los aspectos visual, y el ruido tienen valores del 18% cada uno y el agua un 17% del impacto total del proyecto. Esto significa que los esfuerzos de mitigación deberían centrarse sobre estos.

Es importante señalar que esta valoración es general. Se supone que se producirá el impacto, sin embargo los valores varían de acuerdo al sitio donde se ubique el proyecto e

incluso podrían tener valoración cero (no estar presentes).

Basados en esta valoración se diseña una propuesta para el modelo del proceso constructivo de un pozo geotérmico, bajo el concepto de desarrollo sostenible y un plan de Gestión Ambiental para ser aplicado en la fase de construcción. Además se presenta una guía para la tramitación de permisos ambientales ante la SETENA y los aspectos que deben considerarse al elaborar Estudios de Impacto Ambiental.

Conclusiones

- 1) Es necesario que las carreras de ingeniería relacionadas con la construcción, incluyan en sus programas cursos sobre el tema ambiental.
- 2) Las empresas dedicadas a la industria de la construcción están obligadas a garantizar el

cumplimiento de los compromisos que se adquieren en los estudios ambientales.

- 3) La construcción de proyectos bajo el concepto de desarrollo sostenible en Miravalles, es un proceso técnica y económicamente factible, ya que se cuenta con todos los recursos necesarios para implementar el modelo propuesto.
- 4) La implementación de procesos constructivos bajo el concepto de desarrollo sostenible no requiere de modificaciones significativas dentro de los procesos tradicionales.
- 5) La construcción bajo el concepto de desarrollo sostenible mejora las condiciones de trabajo y aumentan la productividad.
- 6) La construcción bajo el concepto de desarrollo sostenible mejora las relaciones con comunidades cercanas al proyecto.
- 7) Las empresas constructoras tienen la obligación de velar por la conservación de los recursos naturales.
- 8) Las actividades y responsabilidades de tipo ambiental están presentes antes, durante y después de la construcción.



Figura R1 Máquina Perforadora utilizada en el Campo Geotérmico Miravalles.

Introducción

La protección ambiental y la construcción de proyectos que impulsen el crecimiento de la economía no son actividades independientes. No se puede pretender el desarrollo a costa del deterioro del medio, ni sacrificar el desarrollo por proteger el ambiente.

El nuevo modelo denominado "**desarrollo sostenible**" conlleva a reconocer la necesidad de utilizar en forma continua los recursos, comprendiendo que estos son agotables, por lo que deben ser usados racionalmente.

Este modelo plantea una estrategia de desarrollo basado en prevenir, compensar y mitigar el impacto negativo sobre el medio ambiente, garantizando una convivencia armoniosa con el entorno natural.

Desde este punto de vista la Ingeniería se enfrenta a un nuevo desafío, que introduce elementos ambientales al proceso. Su objetivo no se limita solo a la construcción del proyecto, sino que adquieren importancia los procedimientos de construcción utilizados y su impacto al medio.

Los centros educativos tendrán un papel de vital importancia capacitando a los profesionales en el campo ambiental, de manera que los procesos constructivos incorporen el análisis del medio en el diseño y planeamiento constructivo.

El objetivo principal de este estudio es generar interés sobre los aspectos ambientales y mostrar su relación con los procesos de construcción. A fin de lograrlo, se incluye un análisis de aspectos relacionados con el ambiente, la legislación vigente, el estudio de los procedimientos establecidos para tramitar permisos y los elementos que deben considerarse en la elaboración de estudios de impacto ambiental.

Los objetivos del presente proyecto son:

- a) Diseñar un modelo del proceso constructivo de un pozo geotérmico bajo el concepto de desarrollo sostenible.
- b) Realizar un estudio bibliográfico sobre los principales aspectos ambientales que deben ser considerados en las etapas constructivas de los proyectos.
- c) Analizar la legislación ambiental vigente aplicable a la construcción.
- d) Diseñar una guía para la tramitación de permisos ambientales ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental y sobre los aspectos que deben considerarse en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.
- e) Concientizar a los profesionales de la ingeniería sobre la relevancia de los aspectos ambientales en los proyectos de construcción.

Es importante señalar que los resultados pretenden ser un detonante que lleve a los profesionales interesados a profundizar en el tema.

La legislación y las tendencias ambientales se encuentran en constante cambio, por lo que la actualización en este ámbito también debe ser constante.

"La paz, el desarrollo y la protección ambiental, son independientes e indivisibles".

**Declaración de Río
Ambiente y Desarrollo
1992**

Metodología

La metodología empleada para el desarrollo del proyecto consistió en investigación bibliográfica y de campo. Se analizaron problemas relacionados con el medio ambiente, se efectuaron visitas a los sitios de trabajo, y se hizo una revisión de los procesos constructivos, planes y programas de trabajo utilizados en la construcción de pozos geotérmicos.

El proyecto se desarrollo en diferentes etapas. Inicialmente se revisó la bibliografía existente, relacionada con los impactos ambientales en las fases de construcción y la legislación ambiental.

Basados en esta información se elaboró un documento sobre legislación e impactos ambientales relacionados con la construcción.

En una segunda etapa se realizó una investigación en la SETENA. Basado en esta, se elaboró un procedimiento para la tramitación de permisos ante esta entidad, además de una guía sobre los aspectos que deben ser considerados en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.

En la etapa final se realizo un análisis de los procesos empleados para la construcción de un pozo geotérmico. Basado en este análisis se diseñó un modelo alternativo para un proceso constructivo, bajo el concepto de desarrollo sostenible.

Construcción, medio ambiente y desarrollo sostenible

El medio ambiente y la construcción, en la actualidad están altamente relacionados. Esta relación se da gracias a la aparición del concepto de desarrollo sostenible, que busca desarrollar proyectos en armonía con el medio, bajo los principios de conservación, prevención y mitigación de impactos negativos.

Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible ha sido planteado como una solución al uso indiscriminado de los recursos naturales. Este concepto se opone al enfoque del conservacionismo extremista (anteponer la conservación del medio al desarrollo y bienestar humano), debido a que busca un equilibrio entre dos elementos vitales, el desarrollo humano y conservación del medio.

El desarrollo sostenible promueve proyectos amigables con el medio, proponiendo soluciones a los problemas ambientales mediante la implementación de sistemas de mitigación y control, así como la incorporación de las variables ambientales en las fases de diseño, construcción y posterior operación de los proyectos. El objetivo principal de esta implementación es garantizar el desarrollo con un impacto negativo minimizado, e incluso produciendo impactos positivos. En sus inicios se conceptualizó el desarrollo sostenible con tres variables, desarrollo económico, equidad social y respeto por los recursos naturales. Actualmente se ha incorporado una nueva variable, la transparencia. Este nuevo enfoque lo que busca es que el desarrollo se lleve a cabo

con ética y en forma abierta hacia la sociedad, las instituciones y al exterior del país.

Medio Ambiente

El **Artículo 1** de la Ley orgánica del ambiente define ambiente como "*el sistema constituido por los diferentes elementos naturales que lo integran y sus interacciones e interpelaciones con el ser humano.*"

Por su parte el **Artículo 59** de la Ley Orgánica del Ambiente define la contaminación del ambiente como "*toda alteración o modificación del ambiente que pueda perjudicar la salud humana, atentar contra los recursos naturales o afectar el ambiente en general de la nación. (...).*"

Bajo estos conceptos la interacción de los proyectos de construcción y sus efectos sobre el medio es constante y relevante, por lo que es importante el conocimiento sobre aspectos ambientales que pueden verse afectados durante la ejecución de proyectos.

Biodiversidad

La biodiversidad es la variabilidad de organismo vivientes que componen un ecosistema. Incluye plantas, animales, microorganismos, seres humanos, etc.

Costa Rica cuenta con una de las comunidades biológicas más diversas del mundo, se estima que existen de 10 000 a 12 000 especies de plantas, 1499 especies de

vertebrados, entre ellas 850 especies de aves, y 205 especies de mamíferos.

La ubicación geográfica, variabilidad en el relieve, la condición de puente entre Norte y Sur América (que permitió la movilización y mezcla de especies a través del Istmo Centroamericano), las condiciones climáticas (influenciadas tanto por la existencia de costas en dos océanos como su ubicación latitudinal, dentro de la zona de convergencia inter-tropical), son factores que han beneficiado esta gran diversidad biológica.

Costa Rica se está convirtiendo en el centro de convergencia más importante para el estudio de la ecología tropical a nivel mundial.

Esto se refleja en las publicaciones con base en estudios científicos hechos en Costa Rica y en la capacitación internacional que en el campo de la ecología tropical, desempeñan instituciones como la Organización para Estudios Tropicales (OET), el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Fundación Neotrópica y otros.

La creciente afluencia de turismo recreativo y científico que busca en nuestras áreas silvestres, la observación, y el disfrute de la naturaleza y el estudio e investigación de especies y ecosistemas es otro punto a favor de la conservación de las riquezas naturales ya que significa una importante fuente de divisas y la generación de empleos para nuestro país.

Principales impactos de la construcción sobre medio ambiente

Toda actividad humana, entre ellas la constructiva genera cambios sobre el medio ambiente, estos pueden ser positivos o negativos. Los profesionales de la construcción deben emplear métodos que garanticen que estos cambios produzcan el mínimo impacto negativo.

Para diseñar procesos "de mínimo impacto", es necesario entender cuales factores serán alterados por la actividad constructiva. Dentro de los factores más relevantes en la construcción de pozos geotérmicos, se pueden mencionar, aire, suelos, agua, deforestación, desechos sólidos y líquidos, y el ruido entre otros. A continuación se presenta una descripción de cada uno de ellos.

Aire

El aire es un elemento vital para los seres vivos y por tanto debe protegerse. La ley orgánica del Ambiente en su **Artículo 49** contempla este aspecto al establecer " El aire es patrimonio común y debe utilizarse sin lesionar el interés general de los habitantes de la nación. Para tal fin, la calidad del aire, en todo el territorio nacional, debe satisfacer, por lo menos, los niveles permisibles de contaminación fijados por las normas correspondientes. Las emisiones directas, indirectas, visibles o invisibles, de contaminantes atmosféricos, particularmente los gases de efecto invernadero y los que afecten la capa de ozono, deben reducirse y controlarse, de manera que se asegure la buena calidad del aire.

Por lo anterior es evidente la importancia de conocer como las actividades constructivas pueden afectar el aire.

Fuentes de contaminación del aire

La atmósfera contiene componentes que en concentraciones superiores a las normales pueden ser peligrosos para los seres vivos. Las fuentes que originan el contenido excesivo de estos componentes se clasifican en tres categorías:

Fuentes fijas

Rurales (agricultura, minería, etc.), industriales (plantas energéticas, industria metalúrgica, industria química, etc.), comunales (calefacción, aire acondicionado, incineradores, basureros municipales, aguas negras, etc.).

Fuentes Móviles

Vehículos y maquinaria de combustión interna.

Fuentes naturales

Volcanes, materia orgánica en descomposición, fuentes biológicas, incendios forestales, entre otros.

Tipos de contaminantes del aire

Los contaminantes del aire generalmente se clasifican en partículas en suspensión, gases contaminantes y malos olores.

Materia Suspendida en Forma de Partículas (SPM)

Incluye el total de partículas suspendidas, provenientes de la combustión de hidrocarburos, polvo mineral (asbestos, cemento, carbón, etc.) y pigmentos de pintura, entre otros.

Contaminantes Gaseosos

Incluye compuestos de azufre (H_2S , SO_2 , SO_3 , etc.); de carbono (CO y CO_2); componentes nitrogenados (NO , NO_3 , NH_3), y sustancias orgánicas.

Olores

Algunos olores son producidos por agentes químicos tales como el H_2S , disulfuro carbónico (CS_2) y materia orgánica en descomposición, industrias, entre otros.

Factores que afectan la concentración de contaminantes

La concentración de los contaminantes del aire depende de la cantidad emitida, de las condiciones meteorológicas presentes y las áreas de dispersión.

Ruido

La legislación costarricense en el "**Reglamento para el Control del Ruido y Vibraciones**", Decreto Ejecutivo No 10541-TSS del 14 de setiembre, 1979, indica: **Artículo 7** establece "No

se permitirá dentro del lugar de trabajo intensidades superiores a 90 dB (A) para ruidos intermitentes o de impacto, ni mayor de 85 dB (A) respecto a ruidos continuos, si los trabajadores no están provistos del equipo personal adecuado que atenúe su intensidad hasta los 85 dB (A).

El ruido es todo sonido no deseado, que pueda producir trastornos fisiológicos o síquicos. La magnitud y molestia de los sonidos depende de factores tales como:

Frecuencia

La frecuencia de un sonido expresa el número de vibraciones por segundo. La unidad de medida es el hertz (Hz). En frecuencia bajas, las partículas de aire vibran lentamente produciendo tonos graves, por su parte en frecuencia altas la vibración es rápida y origina tonos agudos.

Intensidad

La intensidad es la cantidad de energía que transporta la onda por unidad de superficie y tiempo, a través de una superficie perpendicular a la dirección de propagación. Este factor se ve afectado por la distancia y por las barreras que puedan existir entre la fuente del sonido y su receptor.

Para determinar que tan fuerte es un sonido se utiliza como unidad de medida los decibeles (dB).

Debido a que el oído humano no responde de manera uniforme a todos los sonidos de todas las frecuencias, en la mayoría de las consideraciones del sonido se emplea la escala "nivel sonoro ponderada A" dB (A).

La velocidad de propagación de la onda sonora depende principalmente de la elasticidad y de la densidad del medio. En el aire y a una temperatura de 20 °C la velocidad del sonido es de aproximadamente 344 m/s.

La **Tabla No 1** muestra valores de referencia para algunas fuentes de ruido comunes.

Tabla 1 Niveles de sonidos de fuentes comunes

Fuente de emisión	Nivel dB(A)	Promedio Subjetivo
Avión Jet, despegando	130	Intolerables
Umbral del dolor	120	
	110	Muy Ruidoso
Vagoneta sin mufla	100	
	85	Ruidoso
Calle en ciudad grande	75	
Conversación normal a tres metros de distancia	65	
	60	Quieto
Area residencial en la noche	40	
Estudio de grabación	25	Muy Quieto
Umbral auditivo	0	

Efectos de la exposición a ruidos altos.

Trauma acústico agudo

Es producido por ondas sonoras altas, asociadas en general a explosiones (sonidos de impacto). Una consecuencia normal de este fenómeno es el desgarro del tímpano.

Trauma acústico prolongado

Es producido por la exposición continua a niveles de ruido elevados (Generalmente superiores a los 85 dB(A)).

La **Tabla 2** presenta los máximos niveles de exposición al ruido que son recomendados por la norma técnica INTE 31-09-16-97. Los niveles de presión sonora en dB(A), según el tiempo de exposición por jornada laboral son presentados a continuación:

Tabla 2 Niveles de presión sonora según tiempo de exposición

Nivel de presión sonora dB (A)	Tiempo de exposición por jornada
80	24 Hr
82	16 Hr
85	8 Hr
88	4 Hr
91	2 Hr
94	1 Hr
97	30 Min.
100	15 Min.
103	7,50 Min.
106	3,75 Min.
109	0,2 Min.
112	0,1 Min.
140	no permitido

Efectos a corto plazo

Incremento del tono muscular, frecuencia respiratoria, ritmo cardiaco y la tensión diastólica. Variaciones en la circulación periférica y descenso del peristaltismo intestinal

Efectos a largo plazo

Aumento en la secreción de ciertas glándulas, cambios en la concentración hormonal, gastritis, ataques asmáticos, migrañas, insomnio, ansiedad, pérdida de la capacidad de concentración, etc.

Agua

Con relación al agua la Ley Orgánica del Ambiente establece en su Artículo 50 " *El agua es de dominio público, su conservación y uso sostenible son de interés social.*"

En Costa Rica el 63% del agua de consumo humano es obtenida de fuentes subterráneas, ya para finales de los 80's el 94,2 % de la población del país contaba con conexión directa a sus viviendas y fácil acceso al servicio de agua.

De los 10 millones de metros cúbicos de agua que se utilizan en actividades humanas, 6,3% se destina al consumo humano, 8,3% a uso agropecuario y un 81,7% a al generación de energía eléctrica.

Problemas para el abastecimiento del agua potable:

Existen diversos factores que limitan el abastecimiento de agua, siendo los más relevantes:

- El crecimiento desproporcionado de las áreas urbanas y su posible impacto en la futura oferta del agua.
- La contaminación y deterioro de las fuentes y el inadecuado mantenimiento y desarrollo de las redes de distribución.

- El factor estacional que reduce el flujo de las fuentes en la temporada de estío y obliga a mantener niveles constantes de abastecimiento.

Contaminación de las aguas superficiales

Los ríos, riachuelos y quebradas que cubren el territorio costarricense han servido como medios de eliminación de aguas negras, domésticas, industriales, agropecuarias, y desechos sólidos domésticos, lo que ha significado la pérdida de la mayoría de estas fuentes de agua en el casco urbano y en muchas poblaciones rurales.

En las zonas urbanas se señalan como principales contaminantes: las mieles de café, desechos industriales, excretas y coliformes fecales, desechos sólidos (basura doméstica, industrial, y agroindustrial), detergentes, aceites minerales, plásticos no biodegradables, residuos de canteras y tajos, envases metálicos y agroquímicos. En las zonas rurales se apuntan: agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes, desechos orgánicos de porquerizas, lecherías, beneficios, ingenios, tenerías) excretas orgánicas y basura doméstica.

Se han identificado 30 zonas acuíferas bajo riesgo de contaminación producto de actividades humanas. Los sistemas acuíferos ubicados bajo asentamientos con alta densidad de población se encuentran en riesgo de contaminación derivada de los desechos humanos y residuos industriales. Los acuíferos en regiones de cultivos intensivo están expuestos a la contaminación por agroquímicos, los desechos humanos, uso de tanques sépticos ubicados en sitios inadecuados o construidos en forma deficiente, etc.

Suelos

El elemento suelo es igualmente mencionado por la Ley Orgánica del Ambiente en su **Artículo 55**, el cual establece " *El Estado deberá fomentar la ejecución de planes de restauración de suelos en el territorio nacional.* "

El termino suelo, puede definirse como una combinación de material no consolidado,

compuesto por materia mineral, materia orgánica, agua, y aire. El volumen ocupado por cada uno de estos, en un suelo superficial ideal para el crecimiento de las plantas, sería, materia mineral, 45% materia orgánica 5%, agua 25% y aire 25%.

Los suelos están sufriendo cambios continuamente, por lo que puede decirse que su naturaleza es evolutiva y dinámica.

Bajo condiciones favorables se logrará la incorporación de algunos residuos orgánicos, animales, bacterias y hongos que se unen y establecen un complejo ecosistema que da como resultado el nutrimento y conformación de la materia orgánica o capa vegetal de los suelos.

Degradación de los suelos

La degradación de los suelos se produce tanto en forma natural como por la acción directa del hombre. Dentro de las actividades humanas que afectan la calidad de los suelos se pueden mencionar: El pastoreo excesivo del suelo, el viento barre los suelos desnudos de vegetación y arrastra la arena a tierras que inutiliza para el cultivo.

Además de la erosión eólica los suelos sufren la consecuencia de la erosión hídrica, produce arrastres de tierra que año tras año alcanzan millones de toneladas.

La causa principal de este tipo de erosión es la escasez de vegetación, la deforestación y la falta de técnicas de cultivo correctas.

Otro agente de degradación del suelo es el aumento de la salinidad y en otros casos de la alcalinidad del terreno, existe otra forma de deterioro de los suelos y es su compactación.

El uso de los productos químicos afecta la microflora y microfauna naturales, destruyendo insectos y bacterias beneficiosas para la agricultura, cuya carencia o falta disminuye la fertilidad de los suelos.

Deforestación

Los bosques constituyen un importante recurso, funcionan como reserva de la diversidad genética, proporcionan un suministro constante de productos forestales, contribuyen a regenerar

los suelos y a protegerlos contra la erosión, protegen las zonas situadas río abajo de las inundaciones y de la sedimentación, amortiguan las fluctuaciones climáticas, garantizan el suministro de agua y proveen los elementos necesarios para la recreación y el turismo.

El patrimonio forestal y el potencial biológico y escénico contenido en las áreas silvestres, constituye una de las mayores riquezas del país.

Es importante considerar que si la explotación de los bosques tropicales se lleva a cabo sin tener en cuenta sus características ecológicas, el recurso ya no podrá renovarse.

Deforestación en Costa Rica

De acuerdo con los estudios de la Dirección General Forestal (DGF) del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) y de la FAO, dos terceras partes del territorio nacional son de exclusiva aptitud forestal, de ese total aproximadamente un 54% tiene capacidad de bosque productivo comercial (aproximadamente el 35% del total del territorio) y el restante 46% es apto para la protección natural (30% del total del territorio nacional).

Del total del área deforestada desde 1966, un 65% correspondió a tierras de aptitud forestal, la deforestación se redujo a partir de 1987, a una tasa aproximada de 18 500 ha/año.

A principios de la década de los noventa la permanencia de bosques primarios era de aproximadamente 192 000 hectáreas con capacidad de producción forestal, y poco más de 40 000 ha de bosques secundarios, con potencial productivo a mediano plazo.

La deforestación, así como el mal uso de las tierras están generando una serie de impactos negativos, los cuales no han sido medidos en forma integral. Los efectos más relevantes que han resultado como consecuencia del proceso de deforestación.

- a) Deterioro de las cuencas hidrográficas:
- b) Aumento en la erosión
- c) Deslizamientos de tierras e inestabilidad de las laderas
- d) Disminución de la biodiversidad

Desechos sólidos y líquidos

Los desechos que son producidos por los seres humanos en sus diferentes actividades, pueden ser asimilados por la naturaleza, sin embargo esta capacidad de asimilación tiene límites y es ahí donde se inicia el grave problema del manejo de desechos, un problema que en la actualidad ha tomado dimensiones mundiales.

Existen diferentes formas de clasificar los desechos una de ellas los clasifica de la siguiente manera:

Tabla 3 Clasificación de desechos

Tipo	Descripción
Industriales	Son los desechos producidos por la actividad industrial, en el país las principales industrias productoras de desechos son la Bananera y la Industria del Café.
Ordinarios	Son desechos que generalmente proceden de actividades de tipo doméstico y que no entran dentro de la clasificación de peligrosos.
Peligrosos	Desechos especiales o peligrosos, sólidos líquidos, fluidos pastosos, que por sus características representan un peligro para la seguridad o la salud de personas o animales y que requieren de tratamientos especiales.

La contaminación por la existencia y manejo inadecuado de los desechos tanto sólidos como líquidos presenta varios problemas para el medio ambiente y para la salud de las personas.

Algunas formas de contaminación que se pueden destacar son:

- a) Las fugas o derrames intencionales o no, de aguas residuales que aportan organismos patógenos, detergentes, metales pesados, sustancias orgánicas tóxicas, solventes, grasas, aceites y desechos sólidos.
- b) La contaminación con desechos sólidos producto de actividades industriales, domésticas o de cualquier otro tipo, al ser

tratados en forma inadecuado, alteran las propiedades del recurso agua, ya sea por acumulación en suspensión, lixiviación por descomposición de la materia orgánica, incineración a cielo abierto, etc.

- c) Contaminación visual del entorno físico, al ser depositados en sitios inadecuados, deterioran el recurso hídrico para el consumo humano.

En la sección de resultados de este estudio, se analiza el efecto del proceso de construcción de un pozo geotérmico sobre los aspectos ambientales presentados en esta sección.

Legislación ambiental relacionada con proyectos de construcción

Costa Rica cuenta con un enorme potencial de recursos naturales, los cuales durante mucho tiempo fueron explotados en forma indiscriminada. Prueba de esto se plasmó en la Ley del ITCO, la cual establecía en sus inicios un impuesto a la tenencia de tierras incultas (tierras que no se trabajaban y por lo tanto se mantenían en estado natural).

Esta problemática obligó a crear regulaciones para la explotación de los recursos naturales. Como resultado, el cuatro de octubre de 1995 se publica la **Ley Orgánica del Ambiente (LEY Nº 7554)**. El fin de esta ley es crear el marco legal que permita velar por la conservación del ambiente, facultando a los ciudadanos para denunciar y exigir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

La industria de la construcción, al igual que cualquier otra actividad que genere impacto sobre el medio, se encuentra regulada por las leyes de protección ambiental. Por lo cual es de vital importancia que los involucrados en proyectos de construcción, tengan conocimiento sobre estas, así como, sobre los requisitos que se deben cumplir antes de iniciar la construcción de un proyecto.

Marco legal

Gonzales (1989) señala que el sistema jurídico actual para la protección de los recursos naturales y el ambiente de Costa Rica, es fiel reflejo de lo que nuestro estilo de desarrollo ha querido que sea. Con una alta dosis de intervención estatal y estando el poder político

altamente ligado al poder económico, la legislación en materia de ambiente no puede oponerse a estas características políticas de crecimiento, quedando supeditados los aspectos ecológicos a los económicos.

Argumento válido, ya que el crecimiento socio económico de los países, no puede estar supeditado a políticas conservacionistas desmedidas, por el contrario, deben permitir el desarrollo, garantizando que este sea sostenible.

La legislación actual permite la exigencia de un desarrollo sostenible, basando su importancia en la prevención o corrección de los posibles daños o faltas contra el ambiente, más que en la penalización de estos.

Legislación vigente

A continuación se presenta un breve análisis sobre legislación ambiental vigente, aplicable a los proyectos de construcción.

Convenios y tratados internacionales

Los tratados y convenios internacionales buscan un equilibrio global del medio, algunos ejemplos de tratados de carácter ambiental que ha suscrito Costa Rica son:

Declaración de Estocolmo 1972

Uno de sus postulados fundamentales establece: "Todos los hombres tienen derecho a un ambiente sano".

Igualmente establece el derecho a la tercera generación, el cual pretende que las futuras generaciones puedan disfrutar de los recursos naturales existentes.

Declaración de Río

Establece el compromiso de los países suscriptores por proteger y recuperar su medio ambiente.

Constitución de la República

La carta magna de la República establece el derecho a un ambiente sano, lo que implícitamente conlleva a la exigencia de lograr un desarrollo sostenible que garantice el derecho fundamental a la vida.

Artículo 21

Establece que la vida es inviolable, en este sentido no se puede pensar en la inviolabilidad del derecho a la vida sin la existencia del derecho al ambiente, a un ambiente sano, ya que ambos son complementarios.

Artículo 46

Los consumidores y usuarios tienen derecho a la protección de su salud, ambiente, seguridad e intereses económicos (...).

Artículo 50

(...) Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado por ello esta legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del

daño causado. El estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho (...).

Este artículo se refiere en forma directa al derecho al ambiente y dicta la obligación del estado y de los ciudadanos a su protección.

Artículo 89

Establece como un fin cultural la protección de las bellezas naturales, lo cual directamente está ligado a la protección del medio y en la obligación del Estado a resguardarlo.

Ley Orgánica del Ambiente

La **Ley N° 7554 (Ley Orgánica del Ambiente)** da los instrumentos necesarios para el manejo adecuado del ambiente. Prueba de esto se presenta en su **artículo 1** " *La presente ley procurará dotar, a los costarricenses y al estado, de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.*"

Los principios de esta ley son:

- a) El ambiente es patrimonio común de todos los habitantes: Significa que es, de modo figurativo, nuestra propiedad y por lo tanto debemos protegerlo.
- b) Todos tenemos derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado: Por lo tanto el derecho a reclamar ante su deterioro y la legitimidad para defenderlo legalmente, además el deber y la obligación de protegerlo.
- c) El estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras.
- d) Quien contamine el ambiente o le cause daño será responsable conforme lo establezcan las leyes nacionales y los tratados internacionales vigentes (El que contamina paga).
- e) El daño del ambiente constituye un delito de carácter social, pues afecta las bases de la existencia de la sociedad; económico, porque atenta contra las materias y los recursos indispensables para las actividades

productivas; cultural en tanto pone en peligro las formas de vida de las comunidades; y ético porque atenta contra la existencia misma de las generaciones presentes y futuras.

Los fines que persigue son:

- a) Fomentar y lograr la armonía entre el ser humano y su medio.
- b) Satisfacer las necesidades humanas básicas, sin limitar las opciones de las generaciones futuras.
- c) Promover los esfuerzos necesarios para prevenir y minimizar los daños que puedan causarse al ambiente.
- d) Regular la conducta humana, individual y colectiva y la actividad pública y privada respecto al ambiente, así como las relaciones y acciones que surjan del aprovechamiento y la conservación ambiental.

Ley de biodiversidad

La **Ley 7788** del 30 de abril de 1998 (**Ley de Biodiversidad**), es específica para la conservación de la biodiversidad del país. Esto queda claramente estipulado en su **artículo 1**, "*El objeto de la presente ley es conservar la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos (...)*".

El **Artículo 9.1** establece que **todos los seres vivos** tienen derecho a la vida independientemente de su importancia económica actual o potencial.

Su **Artículo 49** indica la obligación tanto del estado como de los ciudadanos de mantener los procesos ecológicos.

El **Artículo 92** establece la necesidad de presentar evaluaciones de impacto ambiental cuando a juicio de la Oficina Técnica sea necesario.

El **Artículo 105** da legitimidad a toda persona para actuar administrativa o jurídicamente en favor de la protección de la biodiversidad.

Ley Forestal

La **Ley No 7575 (Ley Forestal)** del 05 de febrero de 1996, establece los lineamientos para la protección y explotación de los bosques. Tal como lo indica su **Artículo 1** "*La presente ley establece, como función esencial y prioritaria del estado, velar por la conservación protección y administración de los bosques naturales (...)*", este mismo artículo establece la prohibición para la corta o aprovechamiento del bosque en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales del estado. Únicamente se autorizan labores de investigación, capacitación o ecoturismo y previa autorización del MINAE.

En su **artículo 27**, establece: "Solo podrán cortarse hasta un máximo de tres árboles por hectárea anualmente en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, después de obtener la autorización del Consejo Regional Ambiental. Si la corta sobrepasa de 10 árboles por inmueble, se requerirá la autorización de la administración forestal del estado."

Por su parte en el **artículo 34** establece: "Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el Poder Ejecutivo como de conveniencia nacional."

Ley de uso manejo y conservación de los suelos

El objetivo de la **Ley 7779 del 30 de abril de 1998** según su **Artículo 1** es proteger conservar y mejorar los suelos, mediante el fomento y la planificación ambiental adecuada.

El **Artículo 52** establece "Quien contamine o deteriore el recurso suelo, independientemente de la existencia de culpa o dolo o del grado de participación, será responsable de indemnizar, en la vía judicial que corresponda, y de reparar los daños causados al ambiente y a terceros afectados."

Trámite de concesión de aguas, el **Artículo 22** establece: "Las concesiones para el aprovechamiento de aguas destinadas a cualquier uso, deberán incluir la obligación del

usuario de aplicar técnicas adecuadas de manejo de agua para evitar la degradación del suelo, por erosión, revenimiento, salinización, hidromorfismo u otros efectos perjudiciales."

El reglamento de esta ley, Decreto Ejecutivo N° 29375 MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT establece:

Artículo 55 En los Planes Reguladores y Reglamentos de Zonificación que elabore el INVU y las municipalidades, necesariamente en los distritos urbanos y rurales, se clasificarán y zonificarán los suelos agrarios, conforme lo disponen los incisos a) y b) del artículo 13 de la Ley de Planificación Urbana.

Artículo 56 Para autorizar el cambio de uso del suelo agrícola a otros tipos de uso, necesariamente deberá de contarse con la aprobación del MAG, quien atendiendo a los Planes Nacionales y Planes de Área, así como a las regulaciones establecidas por SETENA, y los criterios establecidos por los Comités de Uso, Manejo y Conservación de Suelos por Áreas, determinará su procedencia o no considerando su valor agronómico. Dado su valor agronómico, y su valor patrimonial como activo nacional, en el futuro, en la planificación del urbanismo, se respetarán y reservarán en lo posible los suelos agrícolas

Artículo 57 En todo fraccionamiento y urbanización, deberán presentarse estudios de uso, manejo y conservación de suelos y aguas, para evitar la contaminación, degradación, erosión, sedimentación de embalses y obstrucción de alcantarillados.

Artículo 94 Las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, cuyas actividades pueden causar contaminación del suelo, agua y aire, deberán sujetarse en el ordenamiento jurídico sobre la materia y el presente reglamento.

Artículo 95 Toda persona física o jurídica, pública o privada que pretenda establecer una actividad generadora o potencialmente generadora de contaminación (a ubicarse en un área geográfica que no disponga de plan regulador) deberá sujetarse a las siguientes disposiciones básicas:

a) Para obtener el permiso de ubicación:

1. Solicitud formal ante la Dirección de Protección al Ambiente Humano (DPAH) del Ministerio de Salud, indicando claramente sus calidades y adjuntando los siguientes documentos:

2. Plano de catastro.
3. Breve descripción del proceso de producción de la actividad a desarrollar, incluyendo equipo y recurso humano a utilizar.
4. Presentar un diseño del sitio para las actividades del Grupo A, croquis para las actividades del Grupo D, según clasificación del Decreto de Permisos de Funcionamiento.
5. Certificado de uso del suelo por parte de la municipalidad respectiva, en caso de que la DPAH lo estime conveniente, y así lo solicite.
6. Además del solicitante, dependiendo de la actividad a desarrollar, deberá cumplir con lo dispuesto en los reglamentos, decretos y normas técnicas emitidas por el Ministerio de Salud o entes competentes en la materia según sea el caso.
 - Decreto 25364-MP-S-MINAH del 30 de julio de 1996.
 - Reglamento de Zonificación Parcial de Áreas Industriales en Zona Metropolitana, Decreto No. 25364-MP-S-MIVAH.
 - Decreto N° 18209-S del 23 de junio de 1998 "Reglamento sobre Higiene Industrial" y sus reformas.
 - Decreto N° 27378 del 19 de julio de 1997, Reglamento sobre Rellenos Sanitarios.
 - Decreto N° 19049-S del 7 de julio de 1989, Reglamento Cobro Manejo de Basuras.
 - Ley de Planificación Urbana, Ley N4240 y sus reformas.
 - Decreto N° 22815-S, Reglamento de Granjas Porcinas.
 - Decreto N° 22814-S, Reglamento de Granjas Avícolas.
 - Decreto N° 24874-S del 5 de febrero de 1996, Reglamento de Permisos Sanitarios de Funcionamiento para Sintetizadoras, Formuladeros, Reempacadoras y Reenvasadoras de Agroquímicos.
 - Reglamento sobre el Manejo y Control de la Gallinaza y Pollinaza, Decreto N° 29145-MAG-S-MINAE

- Decreto N° 21518-S, Normas de Ubicación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
 - Y otros que se refieran a permisos de ubicación de otras actividades no anotadas anteriormente.
- b) Para obtener el permiso de construcción:
1. El solicitante deberá de cumplir con lo dispuesto en la Ley de construcciones N° 833 del 4 de noviembre de 1949 y sus reformas, así como lo indicado en el Decreto N° 27967-MP-MIVAH-S-MEIC del 6 de julio de 1999, sobre el Reglamento para el Trámite de Visado de Planos para la Construcción y normas que regulan la obtención del Permiso de construcción dependiendo de la materia.
- c) Para obtener el permiso de funcionamiento:
1. El solicitante deberá cumplir con el Decreto Ejecutivo 27569-S, Reglamento General para el Otorgamiento del Permiso Sanitario de Funcionamiento por el Ministerio de Salud.
 2. Cuando existe plan regulador deberá adjuntarse Permiso de Uso del Suelo otorgado por la Municipalidad y cumplir con los puntos B y C del presente Artículo.

Ley de Aguas

El **Artículo 17**, de la **Ley 276** del 27 de agosto de 1942 y sus reformas establece, " Es necesaria autorización para el aprovechamiento de las aguas públicas, especialmente dedicadas a empresas de interés público o privado (...)"

En este caso corresponde a SENARA, otorgar la concesión de aguas, tanto en propiedad pública como privada.

Ley de conservación de la vida silvestre

Artículo 132 " Se prohíbe arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales,

esteros, turberas, pantanos, aguas dulces, y salobres o saladas.

Las instalaciones agroindustriales e industriales y las demás instalaciones, deberán estar provistas de sistemas de tratamientos para impedir que los desechos sólidos o aguas contaminadas de cualquier tipo destruyan la vida silvestre. La certificación de las aguas será dada por el Ministerio de Salud. (...)."

Este artículo es importante para los profesionales que tienen a cargo el diseño de las construcciones ya que deben tener presente estas disposiciones al diseñar los sistemas de disposición de las aguas.

Ley general de salud

La **Ley 5395** y sus reformas establece en su **Artículo 1** " La salud de la población es un bien de interés público tutelado por el estado.

A continuación se presentan algunos artículos de esta ley relacionados con el ambiente.

Artículo 262 establece " Toda persona natural o jurídica está obligada a contribuir a la promoción y el mantenimiento de las condiciones del medio ambiente natural y de los ambientes artificiales que permitan llenar las necesidades vitales y de salud de la población.

Artículo 263 Queda prohibida toda acción, práctica u operación que deteriore el medio ambiente natural o que alterando la composición o características intrínsecas de sus elementos básicos, especialmente el aire, agua y el suelo, produzcan disminución de su calidad y estética, haga tales bienes inservibles.

Artículo 264 El agua constituye un bien de utilidad pública y su utilización para el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.

Artículo 276 Solo con permiso del Ministerio de Salud podrán las personas naturales o jurídicas hacer drenajes o proceder a la descarga de residuos o desechos sólidos o líquidos u otros que puedan contaminar el agua superficial, subterránea, o marítima (...).

Artículo 279 Queda prohibido a toda persona natural o jurídica arrojar o acumular desechos sólidos en lugares no autorizados para el efecto, utilizar medios inadecuados para su transporte y acumulación y proceder a su utilización y tratamiento o disposición final

mediante sistemas no aprobados por el Ministerio de Salud.

Reglamento de reuso y vertido de aguas residuales

El **Artículo 3** establece, todo ente generador (persona física o jurídica, pública o privada, responsable del reuso de aguas residuales, o de su vertido en un cuerpo receptor o alcantarillado sanitario) será sujeto de aplicación de lo establecido en la Ley General de Salud y en el **Artículo 132** de la Ley de Conservación de Vida Silvestre. Los edificios, establecimientos e instalaciones a su cargo deberán estar provistos de los sistemas de tratamiento necesarios para que sus aguas residuales cumplan con las disposiciones del presente Reglamento, y se eviten así perjuicios a la vida silvestre, a la salud, o al bienestar humano

Ley de contratación administrativa

La Ley de contratación administrativa en su **Artículo 59** establece "El inicio del procedimiento de contratación de una obra pública siempre estará precedido, además de los requisitos establecidos en esta ley y sus reglamentos, por un estudio de impacto ambiental que defina los efectos de la obra. (...)."

Lo estipulado en esta ley es muy importante para las empresas constructoras, específicamente para aquellas que participan en concursos de obras públicas. Ya que las obliga a elaborar estudios ambientales, con lo que nuevamente se evidencia la importancia del tema para los profesionales de la construcción.

La Sala Constitucional en relación con el ambiente

La Sala Constitucional ha desempeñado un papel relevante en materia ambiental. A continuación se presentan extractos de algunas de sus resoluciones en favor del ambiente.

Voto No 3705-93

La vida humana sólo es posible en solidaridad con la naturaleza que nos sustenta y nos sostiene, no sólo el alimento físico, sino también como bienestar psíquico: Constituye el derecho que todos los ciudadanos tenemos que vivir en un ambiente libre de contaminación, que es la base de una sociedad justa y productiva.

Es así como el **artículo 21** de la Constitución Política señala: La vida humana es inviolable. Es de este principio constitucional de donde innegablemente se desprende el derecho a la salud, al bienestar físico, mental y social, derecho humano que se encuentra indisolublemente ligado al derecho de la salud y obligación del Estado de proteger la vida humana."

Voto 13705-93

Establece la legitimidad que tienen todas las personas para actuar legalmente en defensa de la naturaleza.

En materia Ambiental toda persona esta legitimada para actuar en favor de la naturaleza, sea "directamente" afectada o no. En este sentido directamente es un término relativo, ya que en realidad se refiere a si de momento el problema se encuentra afectándolo en primera instancia, ya que a lo postre todo problema del ambiente nos afectará a todos.

Voto 2034-96

Establece que el ambiente debe considerarse como un potencial de desarrollo que debe ser usado adecuadamente ya que de lo contrario podría ponerse en peligro el futuro de las próximas generaciones.

Se producen problemas ambientales cuando las modalidades de explotación de los recursos naturales dan lugar a la degradación de los ecosistemas en un ámbito superior a su capacidad de regeneración, establece el derecho que tiene el hombre a explotar los recursos para su propio desarrollo, sin embargo también indica la obligación que tiene de protegerlo a fin de garantizar que las generaciones futuras puedan disfrutarlo.

Voto 6073-94

La conservación del medio ambiente es una tarea que corresponde a todos por igual, a las instituciones públicas haciendo respetar la legislación vigente y promoviendo esfuerzos que prevengan o eliminen peligros para el medio ambiente, a los particulares acatando las disposiciones y respetando la legislación al respecto.

Voto 2237-96

Se refiere a los desechos indicando que somos los actores y las víctimas del problema por lo que debemos crear mayor conciencia sobre el mismo.

Voto 3521-96

Indica que el hecho administrativo de contar con la aprobación del estudio técnico de impacto ambiental, no genera o significa que se este autorizado para que este se ponga en marcha, sino que es solo uno de los requisitos previos en el proceso, y que corresponde al Ministerio de Salud Pública autorizar para que los proyectos puedan iniciar su operación.

Trámites ambientales

La legislación, establece una serie de requisitos ambientales previos a la obtención de permisos para la construcción de proyectos, los cuales se presentan a continuación:

Estudios de Impacto ambiental

El órgano estatal encargado de exigir, guiar, aprobar y fiscalizar todo lo referente a los estudios de impacto ambiental es la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).

La SETENA, fue creada mediante la Ley No 7557 del 04 de octubre de 1995 (**LEY ORGANICA DEL AMBIENTE**), en su **Artículo 83**,

"Se crea la Secretaria Técnica Nacional Ambiental, como órgano de desconcentración máxima del Ministerio de Ambiente y Energía, cuyo propósito fundamental será entre otros: armonizar el impacto ambiental con los procesos productivos.", otorgándole funciones de fiscalizador en materia ambiental.

El **Artículo 17**, de esta misma ley establece: " Las actividades humanas que alteren, destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la SETENA (...), su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos."

Las actividades de evaluación de la SETENA incluye tres procesos principales que son la Evaluación Ambiental Preliminar, el Estudio de Impacto Ambiental y el Monitoreo y Seguimiento. Estas actividades se encuentran reguladas por el decreto No 25705-MINAE, publicado en la gaceta No 11 del 16 de enero de 1997.

En dicho reglamento se establecen los estudios que pueden ser solicitados por la SETENA:

a) Estudio Ambiental Preliminar (FEAP). Este, solicita información general del proyecto, tal como: nombre, costo estimado, ubicación geográfica, tipo de actividad que se desarrollará, materia primas que necesita, tipos de desechos, y características ambientales básicas del área donde este se ubicará. El objetivo de esta evaluación inicial es determinar la viabilidad ambiental del proyecto y determinar la necesidad de realizar un EsIA. El decreto ejecutivo No 25705-MINAE establece en su **Artículo 20**: Las actividades o proyectos que deberán cumplir con la presentación del FEAP son las siguientes:

- Zonas comerciales o de servicios, con más de mil metros cuadrados.
- Proyectos agropecuarios (riego, actividad porcina, avícola, y otros.)

- Proyectos turísticos, con dimensiones mayores de cuatrocientos metros cuadrados o más de diez habitaciones.
- Proyectos urbanísticos, cinco mil metros cuadrados
- Proyectos agroindustriales
- Proyectos industriales con un número mayor de cuarenta operarios.

Estas actividades requieren de la presentación del FEAP, porque no necesariamente necesitarán un EslA, esto lo determina la SETENA de acuerdo a la información que sea suministrada.

Artículo 21. Conforme a la legislación vigente requerirán estudios de impacto ambiental las siguientes actividades:

- Permisos de explotación o concesiones de explotación Minera.
- Ejecución de obra pública.
- Generación y transmisión eléctrica.
- Exploración o explotación de hidrocarburos.
- Desarrollo productivo o de infraestructura dentro de los refugios de vida silvestre.
- Proyectos a desarrollar dentro de los refugios indígenas.
- Proyectos de desarrollo dentro de áreas definidas por la Comisión Nacional de Emergencias como de alto riesgo a las manazas naturales, exceptuándose obras en caso de declaratorio de emergencia.
- Proyectos que afecten el mar territorial en zonas pesqueras.
- Industria química.
- Proyectos de manejo y disposición final de desechos sólidos urbanos, industriales y peligrosos (Rellenos sanitarios, incineradores y otros.)
- Construcción de carreteras, aeropuertos, clínicas y hospitales.)

Artículo 22. Además se deberá presentar el EslA, en las siguientes áreas:

- Terrenos en propiedad privada dentro de áreas silvestres protegidas.
- En la zona marítimo terrestre, el área de uso restringido de aptitud turística.
- Areas con capacidad de uso forestal, donde se pretenda cambiar el uso de la tierra.

En el caso del **Artículo 22** se aplica a todo tipo de proyecto. Los proyectos referidos en los artículos 21 y 22, necesitan la presentación del EslA, sin embargo se recomienda presentar el FEAP, para que la SETENA facilite el Formulario de Términos de Referencia (FETER), indicando los alcances del EslA.

El **Artículo 84.d** de la Ley Orgánica del Ambiente establece que la SETENA debe realizar inspecciones de campo antes de emitir sus acuerdos.

- b) Estudio de Impacto Ambiental (EslA).** Estos, son informes técnicos que incluyen información muy detallada sobre el proyecto, así como del medio físico, biológico y social en el cual se ubicará. La SETENA en función del tipo de proyecto y el espacio geográfico establece cual debe ser el alcance del estudio.
- c) Monitoreo y Seguimiento Ambiental.** Consiste en la supervisión y vigilancia del cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos en el EslA contenidos en los planes de gestión ambiental.

En el **Capítulo de resultados** se presenta una guía para la presentación de Estudios de Impacto Ambiental, así como sobre los principales aspectos que debe incluir un EslA.

Energía geotérmica

La existencia de fenómenos naturales tales como las erupciones volcánicas, géisers y la actividad fumarólica, evidencian la cantidad de energía que se encuentra almacenada en las profundidades de la corteza terrestre en forma de calor, esta energía se conoce con el nombre de geotérmica.

Probablemente, desde sus inicios la humanidad ya hacía uso de la energía geotérmica, mediante el aprovechamiento del agua caliente de fuentes naturales tales como nacientes termales y fumarolas, calor que pudo ser usado para calentarse, bañarse e incluso cocinar.

Existe evidencia arqueológica que indica que desde hace 10 000 años los indios de Norte América ocupaban sitios alrededor de este tipo de manifestaciones termales, la historia describe como este recurso fue utilizado por Romanos, Japoneses Turcos, Islandeses, Neocelandeses y áreas de Europa Central para el baño, cocinar y calentarse.

En 1777 se inicia el uso formal de la geotermia en forma industrial, tras el descubrimiento de ácido bórico en algunas fuentes termales.

Más de 25 países cuentan con información suministrada por arqueólogos, historiadores, antropólogos, geógrafos, científicos e ingenieros, que evidencian el uso de la geotermia en el periodo anterior a la revolución industrial. Sin embargo hasta en 1904 aparece en Italia la primera planta para la producción de energía eléctrica utilizando la geotermia.

Hoy en día, la situación energética mundial se enfrenta a un nuevo panorama. El crecimiento acelerado de la población, junto al avance tecnológico, provoca una mayor demanda de recursos (calefacción, transporte, alimentos), obligando a buscar nuevas alternativas para la producción de energía eléctrica. Costa Rica no escapa a esta realidad por lo que dentro de las nuevas alternativas se introduce la explotación de la energía geotérmica.

Geotermia en Costa Rica

En 1963 el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), con la ayuda de una misión de las Naciones Unidas, inicia un programa de estudios científicos a fin de identificar potenciales zonas de interés geotérmico en el País. Producto de ésta investigación, se identificaron como áreas promisorias, sectores cercanos a los volcanes Tenorio, Miravalles y Rincón de la Vieja. Debido a la facilidades de infraestructura, se decidió iniciar estudios detallados en el área de Miravalles, como resultado, en marzo de 1994 inicia la operación de la primera planta geotérmica del país, (Planta Geotérmica Miravalles I) con capacidad para producir 60 MW.

Actualmente la producción del Campo Geotérmico Miravalles es de 147 MW, generados por tres plantas de producción (Miravalles I y Miravalles II) con capacidades de 60 MW cada una, y la planta Miravalles III con capacidad de 27 MW). Próximamente se ampliará la producción del campo con la instalación de una nueva planta de ciclo binario de 17 MW, que aprovechará la energía calórica presente en las aguas de reinyección.

La **Figura 1** muestra la ubicación del Campo Geotérmico Miravalles. Este se ubica en Fortuna de Bagaces, Guanacaste, a una distancia de San José de aproximadamente 225 kilómetros sobre la carretera interamericana.

La **Figura 2** muestra una vista panorámica de la ubicación del campo geotérmico, donde pueden apreciarse la ubicación de las tres plantas que actualmente se encuentran en producción.



Figura 1 Ubicación del campo Geotérmico Miravalles (Imagen JPG)



Figura 2 Vista panorámica del Campo Geotérmico Miravalles. Los puntos 1 y 2 muestran la ubicación de las Plantas I, II y la planta III respectivamente. Nótese la presencia del vapor que está siendo liberado por dos pozos productores en los que se estaban realizando pruebas de producción. (Imagen JPG).

Que es un proyecto geotérmico

En términos generales, un proyecto geotérmico como el Miravalles lo componen los siguientes elementos:

- a) Un reservorio líquido dominante.
- b) Pozos productores
- c) Tuberías de conducción
- d) Unidades de separación
- e) Planta de generación
- f) Lagunas de sedimentación
- g) Pozos de inyección.

El Campo Geotérmico Miravalles cuenta con un reservorio hipertérmico (fluidos a más de 235 °C), el cual se origina por la existencia de cinco elementos básicos:

- a) La existencia de una fuente de calor, generalmente de origen magmática.
- b) Un área de recarga, que restablezca las pérdidas de fluido.
- c) Una capa de roca permeable, en el cual se encuentra almacenado el fluido geotérmico (agua, vapor o una mezcla de ambos).
- d) Una capa de roca impermeable conocida como capa sello.
- e) Un basamento impermeable.

Explotación de la energía geotérmica

Para el aprovechamiento del recurso geotérmico se requiere la perforación de pozos con profundidades de 900 a 2500 metros. Su construcción consiste en la perforación de un hoyo en la corteza terrestre que permita alcanzar el reservorio.

En las primeras etapas los pozos se encuentran recubiertos con tuberías de acero y cementados a la formación rocosa. En su última

etapa (zonas de aporte de fluidos) se coloca tubería ranurada, sin cementar. Esta permite que los fluidos puedan ingresar al pozo y ser llevados a la superficie.

Existen diferentes tipos de pozos, los cuales según su funcionalidad se clasifican en:

Pozos productores

Son pozos con aptitudes productivas, utilizados para extraer los fluidos del reservorio.

La **Figura 3** muestra este tipo de pozos. Para su operación es necesario la instalación de válvulas en su parte superior, conocida como cabezal. Debido a las características químicas que presentan los fluidos del campo Miravalles, es necesario utilizar métodos para controlar la depositación de carbonatos de calcio (CaCO_3) en profundidad.

El método de control consiste en la inyección constante de un producto inhibidor dentro del pozo, el cual impide la formación de depósitos de CaCO_3 .

Pozos inyectores

Son utilizados para reintegrar los fluidos al reservorio después de utilizar su potencial de generación eléctrica.

Existen dos tipos de pozos de inyección:

- a) Pozos de inyección en caliente. Inyectan los fluidos provenientes de las unidades de separación, con temperaturas de 165 °C.
- b) Pozos de inyección en frío. Inyectan los fluidos provenientes de las lagunas de precipitación.

Pozos observadores

Son pozos utilizados para monitorear parámetros térmicos e hidráulicos del yacimiento geotérmico.



Figura 3 Pozo Productor. Se aprecia el sistema de control del pozo (1), la torre de inhibición de CaCO_3 (2), el silenciador (3), control del sistema de inhibición, y la tubería que conduce los fluidos bifásicos hasta la unidad de separación. . (Imagen JPG).



Figura 4 Unidad de separación (Satélite). Nótese los componentes del sistema. Separadores ciclónicos (1), los tanques que recolectan el agua separada (2), tuberías de bifásico procedente de los pozos productores (3), tuberías de inyección en caliente (4), silenciadores (5), tubería de conducción de vapor (6) y las unidades de control automático del sistema (7). (Imagen JPG).

Sistema de acarreo y separación de los fluidos

Los fluidos geotérmicos se encuentran almacenados en el reservorio a alta presión y temperatura. Estos son extraídos del reservorio mediante pozos de producción y transportados por sistemas de tuberías hasta los separadores ciclónicos (Unidades de Separación). En estas unidades se separa la fase líquida del vapor, el vapor es enviado a la planta de generación, donde es utilizado para mover las turbinas y la fase líquida es movilizada hacia pozos de inyección en caliente, desde los cuales son reintegrados al reservorio. A continuación se describe los componentes del sistema.

Unidades de separación

Su función es separar el líquido del vapor, garantizando los niveles de calidad establecidos para este último. Desde estas unidades el vapor es enviado a la turbina de generación y el líquido al sistema de inyección. La **Figura 4** muestra la distribución de las unidades separadoras, sus componentes principales son:

Separador ciclónico

Es el encargado recibir el fluido en estado bifásico (Agua + vapor) y separarlo enviando el vapor hacia Casa de Máquinas y el agua hacia los sistemas de inyección.

Silenciadores

Son dispositivos diseñados para reducir el ruido producido cuando no es posible enviar el vapor hacia la planta de generación.

Sistema de válvulas de control:

Permite controlar la presión de separación del sistema, evita que el líquido entre en la línea de vapor y que el vapor ingrese a la línea de líquido.

La **Figura 5** muestra la distribución de los diferentes componentes del sistema de separación.

Lagunas de precipitación

Su función es almacenar el condensado del vapor provenientes de las torres de enfriamiento y fluidos que no pueden ser integrados al sistema de inyección en caliente. Estas lagunas se encuentran recubiertas con geomembranas impermeables que evitan el contacto de los fluidos con el medio.

Transporte de fluidos

El vapor es conducido por tuberías de acero recubiertas con fibra de vidrio y láminas de aluminio, cuyo fin es minimizar las pérdidas de temperatura.

Las presiones y los cambios de temperatura, producen efectos de dilatación térmica en las tuberías, los cuales se controlan mediante dispositivos de compensación. La **Figura 10** muestra el sistema más utilizado en Miravalles.

El Campo Geotérmico Miravalles, cuenta con 46709 metros de tubería, de esta 23070 m son de inyección y 23639 m son tuberías de vapor y fluido bifásico.

Las tuberías cuentan con sistemas de válvulas para el drenaje de aguas remanentes y trampas para eliminar el condensado de vapor. La **Figura 6** muestra los diferentes tipos de válvulas utilizados. (Válvulas de drenaje, venteo y muestreo). A continuación se describen los diferentes componentes del sistema de conducción.

Tuberías de fluido bifásico

Transportan los fluidos bifásicos (agua + vapor) provenientes de los pozos productores hasta las unidades de separación.



Figura 5 Sistema de tuberías de control en las unidades de separación. (1) Sistema de silenciadores, (2) tubería de conducción de aguas de reinyección, (3) válvulas de control del fluido, (4) laguna de sedimentación. (Imagen JPG).

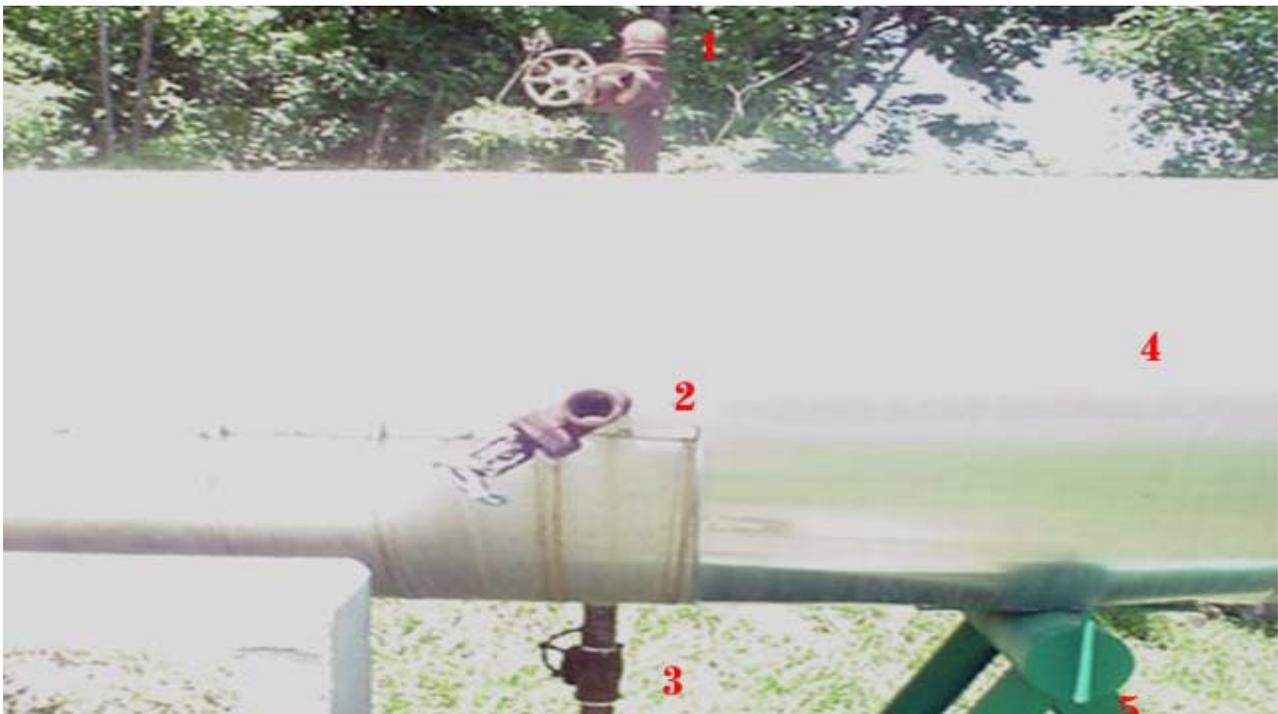


Figura 6 Válvulas. (1) Válvulas para despresurizar el sistema, (2) válvulas usadas para la toma de muestras, (3) válvulas para el drenaje de los fluidos remanentes en la tubería, (4) tubería de conducción. (Imagen JPG).



Figura 7 Campo Geotérmico en Islandia. Nótese el sistema de conducción de los fluidos y las omegas. (Imagen JPG).

Tuberías de vapor (vaporductos)

Transportan el vapor desde las unidades de separación hasta la planta de generación. (**Figura 8**).

Trampas de condensado de vapor

Son sistemas utilizados para eliminar en condensado en las líneas de vapor.

Tuberías de inyección

Transportan el líquido residual desde las unidades de separación hasta los pozos de inyección en caliente (**Figura 10**).



Figura 8 Tubería de conducción de vapor (Vaporducto). En el plano superior izquierdo puede apreciarse parte de las torres de enfriamiento pertenecientes a la unidad Casa de Máquinas II. (Imagen JPG).



Figura 9 Laguna de precipitación. Al fondo se pueden apreciar los silenciadores de una de las unidades de separación y una de las líneas de inyección en caliente presentes en el Campo Geotérmico Miravalles. (Imagen JPG).



Figura 10 Omega horizontal en el sistema de acarreo de fluidos (Tubería de Inyección en Caliente). Nótese el tipo y la distancia de los soportes empleado para suspender la tubería. (Imagen JPG).



Figura 11 Tubería de conducción de fluidos de reinyección. Nótese la válvula de bifurcación hacia un pozo de apoyo. (Imagen JPG).



Figura 12 Casa de Máquinas. En el plano izquierdo puede apreciarse las torres de enfriamiento y el sistema de conducción del vapor procedente de las unidades de separación. (Imagen JPG).



Figura 13 Turbina utilizada en la Planta Miravalles I. A la izquierda la imagen de la turbina que alimenta al generador a la derecha la turbina que se encuentra instalada. (Imagen JPG).

Proceso utilizado en la construcción de pozos geotérmicos

El personal encargado del diseño, planeamiento y perforación de los pozos en Miravalles, cuenta con amplia experiencia en el campo. Los procesos constructivos se encuentran cuidadosamente estudiados e incluyen mejoras en forma constante.

Diseño

Durante la etapa de diseño se requiere la intervención de un equipo de ingenieros y geocientíficos. El grupo geocientífico estudia las condiciones geológicas, geofísicas y geoquímicas del área de ubicación del pozo, a fin de elaborar una proyección de las condiciones esperadas. Con base en esta proyección, el equipo de ingenieros de perforación realiza el diseño geométrico del pozo (**Figura 14**) y elabora el plan de construcción.

Programas de construcción

Es el plan que se seguirá durante la construcción del pozo, este se divide en las siguientes programas:

- a) Programa secuencial de perforación. Describe el sistema que se usará para perforar, el número de etapas propuestas, su profundidad y diámetro y el tipo de ademe que se usará.
- b) Programa de herramienta. Presenta la secuencia y el tipo de herramienta que se utilizará en cada etapa del pozo.
- c) Programa de Barrenas. Especifica el tipo y la secuencia en el uso de las barrenas, de

acuerdo a las formaciones rocosas que se espera encontrar en el pozo.

- d) Programa de lodos. Describe la composición de los lodos que se utilizará dependiendo de las formaciones que se espera en cada una de las etapas de la perforación.
 - e) Programa de cementación. Contiene el diseño de las lechadas que deberán utilizarse para cementar los diferentes ademes en el pozo. Así como los procedimientos y métodos que deben utilizarse para su inyección.
 - f) Programa de seguimiento. Es la programación detallada día a día de lo que se espera debe ser el avance de la perforación. Se acompaña de un gráfico conocido como curva de perforación el cual gráfica el avance real contra el avance programado.
- En el **Apéndice 1** se presentan algunas tablas resumen de estos programas.

Construcción de la plataforma

Consiste en la preparación del terreno en el cual se instalará el equipo de perforación. Su área aproximada es de 90 m x 90 m, un área de 50 m x 80 m donde se coloca el equipo de perforación y un área para tres fosas (almacenamiento de agua, recolección de los materiales perforados). Las lagunas son impermeabilizadas, a fin de evitar la filtración de las aguas hacia el subsuelo.

Obras de apoyo

Se requiere la instalación de áreas para el personal de operación y control; talleres y sitios de preparación de muestras.

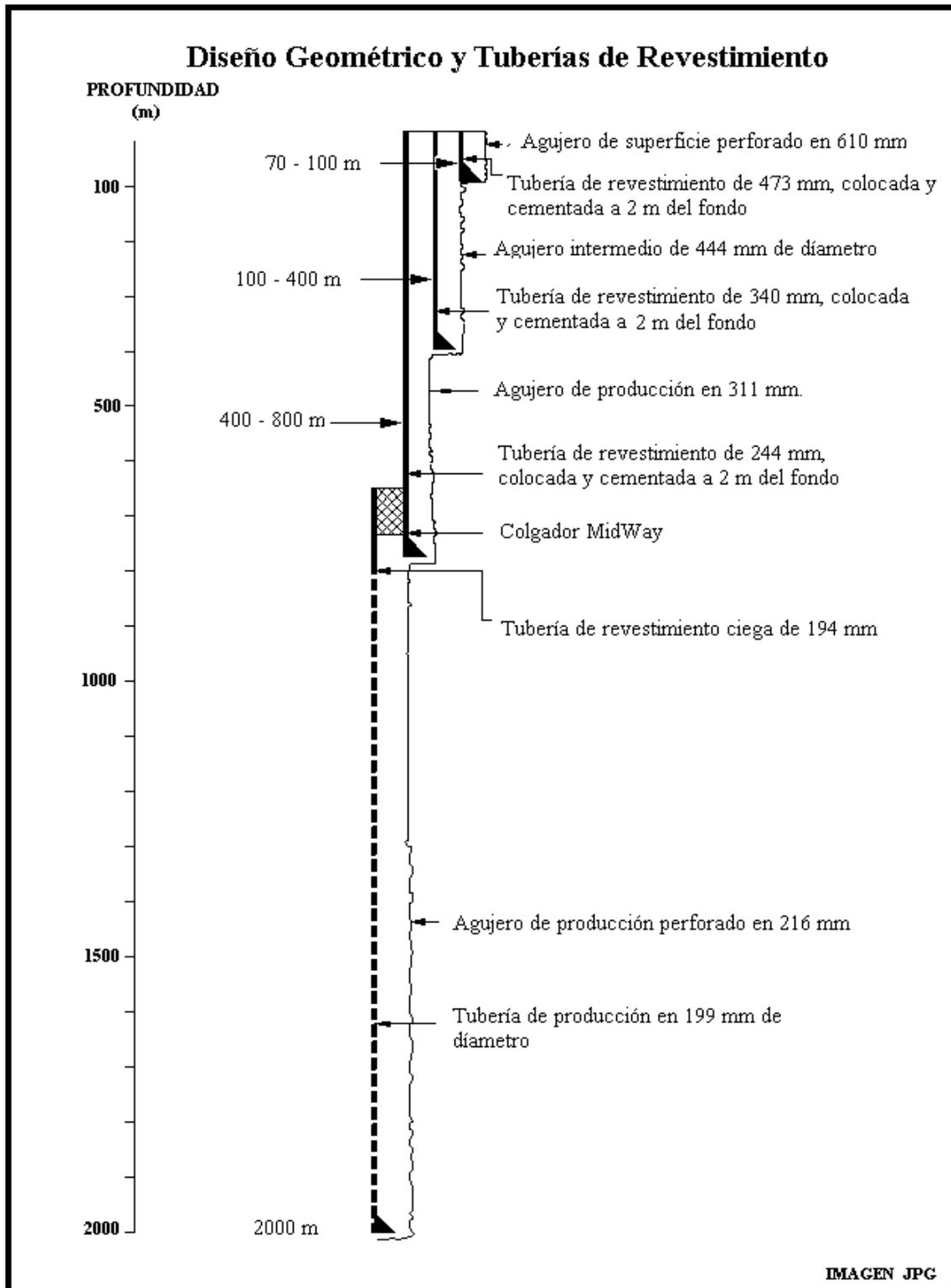


Figura 14 Diseño geométrico de un pozo geotérmico. (Imagen JPG).



Figura 15 Contrapozo. Nótese el sistema utilizado para unir el ademe con el cabezal de válvulas para el control del pozo. (Imagen JPG).



Figura 16 Plazoleta. Puede apreciarse la plataforma las tres lagunas. Nótese el contrapozo en el centro de la plazoleta y los caminos de acceso. (Imagen JPG).

Perforación profunda

La perforación consiste en la construcción de un agujero de gran profundidad y poco diámetro en la corteza terrestre. Su objetivo fundamental es la extracción de fluidos, ya sea vapor, agua caliente o una combinación de ambos.

En el caso del campo Miravalles la profundidad de las perforaciones puede variar entre 950 y 2500 metros. Para su construcción son necesarias las siguientes herramientas principales:

- a) La torre de perforación o mástil.
- b) La mesa rotatoria.
- c) Generadores de corriente alterna y corriente directa.
- d) Bombas de lodos.
- e) Tanques para lodos de perforación.
- f) Torre de enfriamiento de lodos.
- g) Zarandas vibratorias para lodos.
- h) Equipo para el control de explosiones.
- i) Silos para almacenamiento de cemento.
- j) Tanques de cemento
- k) Bombas para la inyección de lechadas de cemento.
- l) Compresores de aire.
- m) Herramientas de elevación.
- n) La barra Maestra
- o) Las barrenas.

Previo a la instalación de la torre de perforación es necesario construir un contrapozo de concreto reforzado (**Figura 15**), el cual funciona como guía al inicio de la perforación.

Los pozos se perforan en tres o cuatro diámetros, dependiendo de las condiciones geológicas. En zonas donde es bien conocida la formación, se perforan en tres etapas. En las zonas menos exploradas o donde se localicen mantos de aguas superficiales, se perforan en cuatro diámetros (cuatro etapas).

En los pozos construidos en Miravalles, la perforación inicia con un agujero de 609 mm, cuya profundidad puede alcanzar 250 m en pozos de tres etapas y 100 m para el caso de pozos de cuatro etapas.

La segunda etapa (agujero intermedio) se perfora en un diámetro de 444 mm, puede

alcanzar profundidades de 850 m en pozos de tres etapas y 500 m para pozos de cuatro etapas.

La tercera etapa, para pozos de tres etapas en un diámetro de 311 mm el cual corresponde al agujero productor con profundidades de 850 m alcanzando la zona del reservorio y en el caso de pozos de cuatro etapas alcanza profundidades de hasta 2 500 m.

En ambos casos, al encontrarse una zona permeable, se continúa la perforación, sustituyendo el lodo por un fluido constituido por agua y aire a fin de garantizar la extracción de la roca cortada y evitar la pérdida de permeabilidad.

Cuando los controles del fluido de perforación, muestren la presencia de fluido geotérmico, se realiza una prueba de producción, con el fin de evaluar la zona de aporte.

Proceso de perforación

El proceso de construcción durante la perforación puede dividirse en tres etapas básicas:

- a) Destrucción, corte o rompimiento de la roca.
- b) Desalojo del material perforado
- c) Revestimiento de las paredes de la perforación

Proceso de destrucción de la roca (Perforación)

Existen diferentes métodos para la destrucción de la roca (mecánicos, físicos y químicos), siendo el mecánico el más utilizado. Este método consiste en la aplicación de alta tensión (estática o dinámica) en la roca, hasta lograr su rompimiento. El método mecánicos más efectivo es el rotatorio, emplea una barrena la cual gira ejerciendo presión sobre la roca.

Para realizar esta operación es necesario el uso de herramienta especializada. Dentro de los elementos principales se encuentran el mástil, el bloque de corona, el bloque viajero, el gancho, los elevadores, la barra maestra, y la barrena. A continuación se describen estos componentes.



Figura 17 Sistema de válvulas de control del flujo del pozo. En la parte inferior la válvula maestra o principal, a la izquierda la válvula que regula el flujo hacia las unidades de separación, a la derecha la válvula que controla el flujo hacia el silenciador. (Imagen JPG).



Figura 18 Laguna para el almacenamiento de agua en la plataforma. Se puede apreciar la geomembrana de impermeabilización de la laguna. (Imagen JPG).

El mástil o torre de perforación

El mástil es el que permite la manipulación de la herramienta de perforación (**Figura 24**). En el caso de Miravalles, se cuenta con dos unidades de perforación, la altura de las torres es de 43,28 metros y tiene una capacidad de carga de 500 toneladas.

Herramientas de elevación

Se conoce como herramientas de elevación al conjunto de cables y poleas que es utilizado para introducir y retirar los ademes, y tubería de perforación. Esta se compone de varios elementos.

Bloque de Corona

El bloque de corona es un arreglo de poleas montado en vigas en la parte superior de la torre o mástil. La mayoría de los bloques de corona tienen de cuatro a siete poleas de hasta 1,5 metros de diámetro montadas en fila en un pasador central.

El bloque viajero

El bloque viajero es también un grupo de poleas que suben y bajan desde la parte superior del mástil hasta la mesa rotatoria (**Figura 20**). Este tiene en su parte inferior un gancho, el cual soporta la barra maestra. La capacidad de carga de los bloques viajeros puede variar entre 5 y 650 toneladas.

El gancho

Es una pieza de conexión conectada al bloque viajero que sirve para sujetar las piezas necesarias para perforar (**Figura 20**).

El gancho tiene la capacidad de girar logrando hasta doce posiciones diferentes. Un fuerte resorte en su interior funciona como amortiguador del peso, evitando daños en las tuberías al enroscarlas o desenroscarlas.

Elevadores

Son abrazaderas que sujetan la tubería, de manera que esta pueda introducirse o retirarse del pozo.

La barra maestra

El término barra maestra hace referencia a los componentes que se encuentran desde la unión giratoria hasta la barrena. La **Figura 19** muestra las diferentes piezas que componen la barra maestra.

Los diferentes elementos que componen la barra maestra son:

El cuadrante

También llamado Kelly, es un tubo de acero, puede tener forma cuadrada, hexagonal o triangular. Este tubo se acopla a la unión giratoria y transmite la fuerza a la barrena mediante la sarta de perforación. El Kelly puede medir de 11,28 a 16,46 metros de longitud. Normalmente se colocan dos válvulas de seguridad en cada extremo del cuadrante, con el objetivo de impedir que presiones ascendentes provenientes del pozo penetren al cuadrante o a la manguera de lodos.

Sarta de perforación

La forman la tubería de perforación y sus uniones. La tubería de perforación es un tubo de acero que puede tener un diámetro de 6,04 a 16,83 centímetros y una longitud entre 8,32 y 13,72 metros.

Portabarrenas.

Son tubos de acero de mucho peso cuyas funciones son proporcionar peso a la barrena, evitar fuerzas de pandeo en la tubería de perforación, servir como péndulo para mantener la verticalidad del pozo y alinear la barrena con la sección del pozo que ya ha sido perforada.

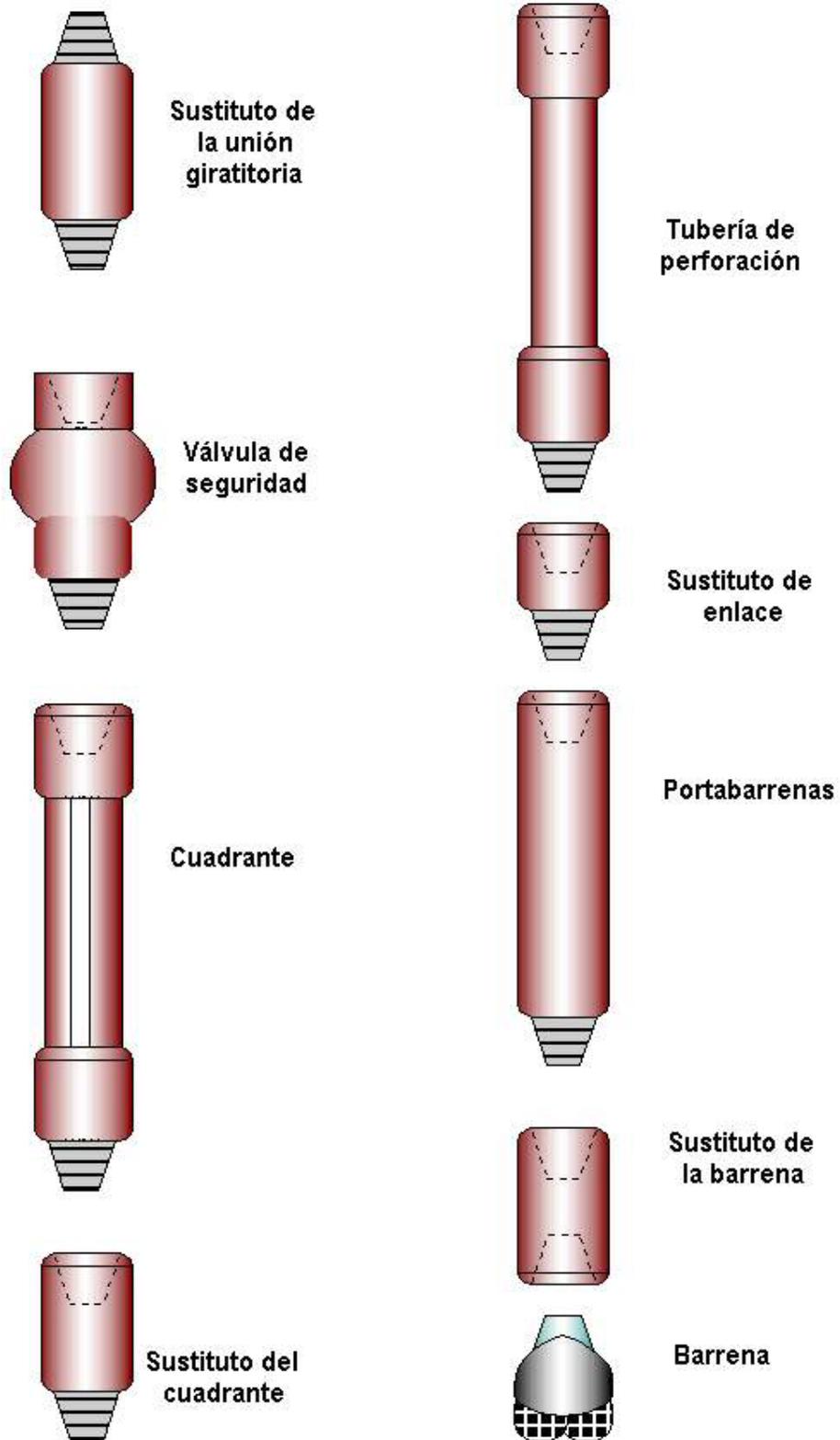


Figura 19 Componentes de la barra maestra. (Imagen JPG).



Figura 20 Bloque viajero y gancho. A la izquierda se aprecian las poleas, a la derecha el sistema de seguro del gancho. (Imagen JPG).



Figura 21 Mesa rotatoria. Es la que transmite la fuerza a la barrena. (Imagen JPG).



Figura 22 Sistema de preventores del pozo. Permite controlar el pozo. (Imagen JPG).

Sustitutos de la barra maestra

Son elementos que se emplean para extender la vida útil de la barra maestra. Son secciones cortas de tubería con roscas en ambos extremos usados para conectar las diferentes partes de la barra maestra. Se utilizan sustitutos para el cuadrante, el portabarrenas y sustitutos de la barrena. La función de estos es proteger las uniones roscadas de los elementos que deben enroscarse y desenroscarse con mayor frecuencia.

La barrena de perforación.

El costo de la perforación es muy elevado por lo que debe tenerse especial cuidado con el uso de las herramientas de perforación, especialmente con las barrenas (elemento perforador). Debe planificarse cuidadosamente el programa de barrenas ya que un viaje desde el fondo para cambiar una barrena en mal estado demanda mucho tiempo, aumentando en forma significativa el costo de la perforación.

La eficiencia con que la barrena perfora depende de varios factores, tales como el estado físico de la barrena, el peso aplicado sobre esta, la velocidad de giro, la eficiencia del sistema de enfriamiento y el tipo de formación que se este perforando.

Existen diferentes tipos de barrenas, el uso de cada tipo depende de la formación que se deba penetrar. Lo ideal es seleccionar una barrena que pueda perforar de manera eficiente en los diferentes tipos de material que se espera encontrar durante el proceso de construcción del pozo, ya que esto disminuirá el número de viajes para reemplazarla.

Desalojo del material perforado (Sistemas de circulación)

Sus objetivos son: el desalojo (traer a superficie) del material cortado por la barrena en el frente de la perforación, servir como lubricante y sistema de enfriamiento de la barrena, dar estabilidad a las paredes de la formación e impedir la entrada de fluidos de la formación dentro del pozo.

El lodo es impulsado mediante bombeo a través del vástago hueco de la tubería de perforación, regresando a la superficie por el espacio anular que queda entre la tubería y las paredes del pozo.

Composición de los lodos de perforación

Lodos a base de agua

Son los más utilizados, la composición de los lodos depende de las características de la formación que se esté perforando. El lodo debe tener la capacidad de formar una costra en la superficie de la formación a fin de prevenir derrumbes y a la vez debe ser lo suficientemente viscoso (grueso) para acarrear los ripios o cortados hasta la superficie.

El uso de la bentonita para preparar lodos a base de agua es común, la bentonita es una arcilla que reacciona con el agua dulce formando un fluido viscoso con la capacidad de formar un buen lodo.

En algunas formaciones que contienen arcillas de bajo grado, el agua más los ripios forman lodos naturales que son aceptables, sin embargo a medida que la profundidad del pozo aumenta es necesario mejorar las características del lodo mediante tratamientos químicos. Estos tratamientos modifican las características iniciales de los lodos ya sea aumentando o disminuyendo su viscosidad.

Dependiendo de las condiciones de perforación así es necesario modificar las propiedades del lodo a fin de que el proceso de perforación sea eficiente.

Circulación de lodos.

La circulación del lodo empieza por los tanques de lodo, con líneas de succión que comunican a las bombas. Las bombas envían el lodo a través de la barra maestra hasta la barrena, el lodo regresa hasta la superficie a través del espacio anular del pozo acarreando los ripios del fondo, continua por las líneas de descarga hasta la zaranda vibratoria (la cual separa los cortados) y llega nuevamente a los tanques de lodo.

Sistemas de circulación de aire.

Como alternativa al uso de los lodos de perforación se utiliza aire comprimido o una mezcla de aire y agua. La perforación utilizando este sistema es más rápida y barata y evita la pérdida de permeabilidad en zonas de producción.

El aire limpia de manera más eficiente los ripios del fondo, realiza un excelente trabajo de enfriamiento y transporta de manera rápida los residuos de roca a la superficie, sin embargo estas ventajas se ven claramente afectadas por dos desventajas, la primera es la imposibilidad de dar soporte a las paredes y la segunda es el no evitar que los fluidos de la formación ingresen al pozo, dos de las funciones principales que debe cumplir un fluido de perforación.

Revestimiento de las paredes del pozo (Cementación)

Colocación de ademe o Tubería de revestimiento del pozo

Una vez que se llega a la profundidad requerida, se colocan los ademes en el agujero.

Normalmente se colocan de tres a cuatro tuberías concéntricas en el pozo, todas de acero de alta calidad, las cuales se fijan a la roca mediante la inyección de lechada en el espacio anular entre el ademe y el agujero perforado.

Cementación de un pozo geotérmico

La temperatura en el pozo es elevada (60 °C a 120 °C), lo que obliga al empleo de cementos especiales tipo H o tipo G, resistentes a las altas temperaturas. Adicionalmente se requiere el uso de aditivos que mejoren las características de la lechada. Entre los aditivos más comunes se pueden citar: reductores de filtrado, reductores de densidad, reductores de fragua, reductor de fricción, etc.

Para la inyección de la lechada se utilizan un equipo especial, compuesto por bombas de

alta presión, dosificadores y equipo de mezcla. En Miravalles el diseño de la cementación incluye tres tipos de lechada:

Lechada de producción

Es la lechada que se coloca entre los ademes (primeros 200 - 250 metros del pozo).

Lechada de relleno

Es la que queda entre la lechada de producción y la de cola, tiene la característica de poseer menor densidad (1.57 kg/l), para esto se utiliza esferelita (25%), componente que la hace liviana, condición necesaria para vencer el peso de columna que se genera por los altos volúmenes de inyección.

Lechada de cola

Esta tiene la característica de tener alta densidad (1,87 kg/l) se emplea para cementar los primeros 200 metros desde el fondo hacia la superficie.

Preparación e inyección

Para preparar la lechada se cuenta con tanques de almacenaje y circulación a los cuales llegan dos suministros, uno de agua y otro de cemento.

El agua y el cemento son mezclados mediante paletas mecánicas que dan origen a una mezcla inicial, esta es posteriormente succionada y bombeada a través de tuberías que recirculan la mezcla, produciendo mayor homogeneización.

Para la inyección hacia el pozo se cuenta con un sistema de bombeo el cual mediante mangueras se bombea la lechada desde los tanques hasta el fondo del pozo.

Cementación

La cementación consiste en la inyección de lechadas de cemento especial con el objetivo de anclar los ademes, además impermeabilizan las zonas de contacto entre la tubería y la formación, reduciendo los efectos de corrosión y la

migración de gases entre la unión de la tubería y la formación.

Existen diferentes métodos para cementar pozos geotérmicos, entre ellos:

- a) Método slab-ing.
- b) Método de cementación inversa.
- c) Método de cementación con portezuela.

La cementación puede completarse en una operación o en varias. La primera operación se denomina cementación primaria, si es necesario otras operaciones estas se conocen como cementaciones complementarias.

Para la cementación se sigue el siguiente procedimiento:

- a) Se colocan centralizadores y se baja la tubería de perforación hasta el cople del anillo flotador. Los centralizadores son accesorios que permiten mantener la tubería de perforación centrada en el ademe, ayudando a mejorar la distribución de la lechada.
- b) Se circula lodo para llenar la tubería de revestimiento y enfriar la zona. Esta circulación se mantiene para determinar la existencia de pérdidas de circulación. Las pérdidas son disminuciones en el volumen de retorno del lodo debido a que este se queda en la formación por rupturas de la misma o por la presencia de grietas o fallas.
- c) Si se determina la existencia de pérdidas de circulación, se procede a inyectar un aditivo sellador de pérdidas.
- d) Se inyecta agua con un aditivo lavador de enjarre, este aditivo tiene la función de remover las capas de lodo que han quedado en la formación.
- e) Se inyecta agua con un aditivo espaciador, cuyo fin es separar el lodo de la lechada evitando la floculación.
- f) Se inyecta la lechada para la cementación, hasta obtener retorno en superficie o hasta completar la inyección del volumen calculado.
- g) En caso de no tener retorno, se suspende la inyección de lechada, se coloca un tapón y se desplaza el cemento que ha quedado en la tubería, se retira la tubería de perforación y se espera el tiempo necesario para la fragua, antes de iniciar con un nuevo proceso de cementación.

Después de la fragua se continua con la siguiente etapa del pozo. Si sé esta en una de las zonas finales, se han realizado pruebas de producción y estas han sido satisfactorias, se coloca el ademe de producción. Finalmente se instala el sistemas de válvulas para el control del pozo.

De esta manera después de retirar el equipo de la plataforma se da por concluido el proceso de perforación.



Figura 23 Barrena de perforación. Barrena de dientes fresados. (Imagen JPG).



Figura 24 Torre de perforación. Apertura durante prueba de producción. (Imagen JPG).

Evaluación ambiental del proceso de construcción del pozo

Para diseñar un proceso constructivo ambientalmente sostenible es necesario identificar los aspectos ambientales que podrían ser impactados durante el proceso de construcción. Para esto es necesario realizar una evaluación ambiental. Las evaluaciones ambientales abarcan las etapas de construcción y posterior operación de los proyectos, sin embargo por los alcances del presente estudio únicamente se evalúa la etapa constructiva. A continuación se presenta la evaluación ambiental del proceso en estudio, esta etapa correspondería al punto 10 de los alcances contenidos en el Formulario de Términos de Referencia (FETER).

Parámetros de evaluación

Impacto ambiental.

El impacto sobre los aspectos ambientales considerados pueden ser positivos o negativos. En este caso interesa estudiar los impactos negativos por lo que no serán considerados los impactos positivos.

Probabilidad

Indica la probabilidad de que el efecto se presente. Para identificar la probabilidad de los impactos se utilizarán los indicadores alta (AP), media (MP) y baja (BP).

Intensidad del impacto.

Se refiere al grado de incidencia de la acción, cuantifica el impacto como baja, media, alta, de acuerdo con las características del medio, del

proyecto de acuerdo a su temporalidad, espacialidad y reversibilidad.

Temporalidad del impacto

Se refiere al tiempo que se supone permanecerá el efecto después de su aparición. Para identificar la temporalidad de los impactos se utilizarán los indicadores temporal (T) y permanente (P).

Extensión del impacto

Se refiere al área de influencia teórica. Para identificar la extensión de los impactos se utilizarán los indicadores local (L), regional (R).

Reversibilidad del impacto

Indica el grado de recuperación que se puede obtener después del impacto. Para identificar la reversibilidad de los impactos se utilizarán los indicadores reversible (Rv) e irreversible (Iv).

Valoración de los Impactos

Corresponde a la cuantificación del impacto. Indica la severidad del mismo de acuerdo a la evaluación de las variables analizadas (Probabilidad, Intensidad, temporalidad y extensión, reversibilidad).

En cada uno de los casos el valor máximo es 10, al valor intermedio se le asigna 5 y al mínimo 2. En el caso de la probabilidad se le da un valor adicional de cero, que representa el caso cuando no existe ninguna posibilidad de que el impacto se presente y por lo tanto no se considera en los análisis.

Probabilidad	Intensidad	Temporalidad	Extensión	Reversibilidad	Valor
Alta	Alta	Permanente	Regional	Irreversible	10
Media	Media			Mitigable	5
Baja	Baja	Temporal	Local	Reversible	2
Ninguna					0

A cada una de las variables se les asigna un peso, los cuales se designan de la siguiente manera:

Probabilidad	Intensidad	Temporalidad	Extensión	Reversibilidad	Valor
20	30	15	15	20	100

Ejemplo

Consideremos un caso crítico en el cual todas las variables para valorar el impacto son máximas. En ese caso la valoración del impacto sería también máxima, 10.

Probabilidad	Intensidad	Temporalidad	Extensión	Reversibilidad	Valor
Alta	Alta	Permanente	Regional	Irreversible	
10	10	10	10	10	50
$10 \cdot 0.2$	$10 \cdot 0.3$	$10 \cdot 0.15$	$10 \cdot 0.15$	$10 \cdot 0.2$	10

A continuación se presenta en forma tabular los resultados obtenidos de la evaluación ambiental del proceso de construcción de un pozo geotérmico.

Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando un proceso general o modelo que pueda aplicarse en cualquier condición, en el que se asume que todos los impactos se están produciendo y se valora el posible efecto sobre el medio que se generaría de acuerdo a lo que representa la construcción del

pozo. Sin embargo debe tenerse presente que los impactos dependen de contexto en el que se ubica el proyecto y por lo tanto al evaluarlos en condiciones específicas podrían no presentarse.

Por lo anterior, estos resultados no significan que la construcción de los pozos geotérmicos afectan en el grado presentado al medio. Por el contrario es necesario realizar un estudio particular a fin de determinar como se ve afectado el medio por la construcción de un determinado pozo geotérmico.

Actividad / Impactos	Probabilidad	Intensidad	Temporalidad	Espacialidad	Reversibilidad	Valoración
Peso (%)	20	30	15	15	20	10
Construcción de accesos y plataformas						51.5
<i>Deforestación</i>	5	5	10	2	10	6.3
<i>Efectos en fauna</i>	2	2	10	2	5	3.8
<i>Pérdida del suelo y erosión</i>	10	2	10	2	5	5.4
<i>Cambios en el relieve</i>	10	10	10	2	10	8.8
<i>Contaminación de las aguas</i>	2	2	2	10	5	3.8
<i>Cambio de uso del suelo</i>	10	2	2	2	2	3.6
<i>Generación de escombros</i>	10	10	2	2	10	7.6
<i>Contaminación del aire</i>	2	2	2	2	2	2.0
<i>Ruido</i>	10	5	2	10	2	5.7
<i>Visual</i>	10	5	2	2	2	4.5
Construcción de Instalaciones de apoyo						3.2
<i>Visual</i>	5	2	2	2	5	3.2
Construcción del pozo:						24.6
<i>Contaminación de los suelos</i>	2	2	2	2	5	2.6
<i>Contaminación de las aguas</i>	2	2	2	10	5	3.8
<i>Visual</i>	2	2	2	2	2	2.0
<i>Contaminación del aire</i>	2	2	2	2	2	2.0
<i>Contaminación de las aguas</i>	2	10	2	10	10	7.2
<i>Erosión</i>	2	2	2	2	5	2.6
<i>Ruido</i>	5	2	2	10	5	4.4
Pruebas de producción						22.4
<i>Contaminación del aire</i>	5	2	2	2	5	3.2
<i>Contaminación de las aguas</i>	2	2	2	2	5	2.6
<i>Ruido</i>	10	10	2	10	5	7.8
<i>Visual</i>	10	10	2	10	10	8.8

Figura 25 Evaluación de los impactos que produce la construcción de un pozo geotérmico sobre el medio ambiente. (Imagen Excel).

La **Figura 25** muestra la valoración de los impactos de la construcción de un pozo geotérmico sobre el medio, agrupando estos impactos por clases o aspectos ambientales obtenemos cuales de ellos son los más afectados.

Para los efectos de este estudio se consideran relevantes los aspectos ambientales con valoraciones superiores a 6,0 (seis).

En la sección de resultados se presenta el análisis de la evaluación ambiental.

Resultados

Para diseñar un modelo de proceso constructivo ambientalmente sostenible es necesario identificar cuales son las actividades que causan efectos negativos sobre el medio. Cuando han sido identificados, mediante una evaluación ambiental, se recomiendan actividades para controlarlos.

Esta sección presenta la evaluación de impacto ambiental, obtenida como resultado del análisis del proceso de construcción de un pozo geotérmico.

Se presenta el diseño de una propuesta para el modelo del proceso constructivo de un pozo geotérmico, ambientalmente sostenible y el plan de Gestión Ambiental, para ser aplicado en la fase de construcción.

Finalmente se presenta una guía para el trámite de permisos ambientales ante la SETENA y los aspectos que deben considerarse en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.

A continuación se presentan los resultados obtenidos

Modelo de proceso propuesto para la construcción de un pozo geotérmico ambientalmente sostenible

Evaluación ambiental

La **Figura 26** y la **Figura 27** muestra los resultados obtenidos de la evaluación ambiental realizada.

Según los criterios utilizados los impactos ambientales con valoraciones superiores a 6,0 son significativos y deben tomarse medidas para su control.

Con base en esta información se determina que aspectos deben ser incorporados en la fase de diseño del proceso constructivo del pozo.

La **Figura 26** indica que la actividad que representa mayor impacto ambiental es la construcción de la plataforma, seguido de la construcción del pozo.

La **Figura 27** muestra los aspectos ambientales que reciben mayor impacto por la construcción del pozo. Estos son el ruido con una valoración global del 18%, el efecto visual con un valor del 18% y en tercer lugar el impacto sobre el agua con un 17%. De los aspectos evaluados únicamente los efectos sobre la fauna tienen una valoración inferior a 6,0, por lo que no se considera dentro del diseño del análisis del proceso.

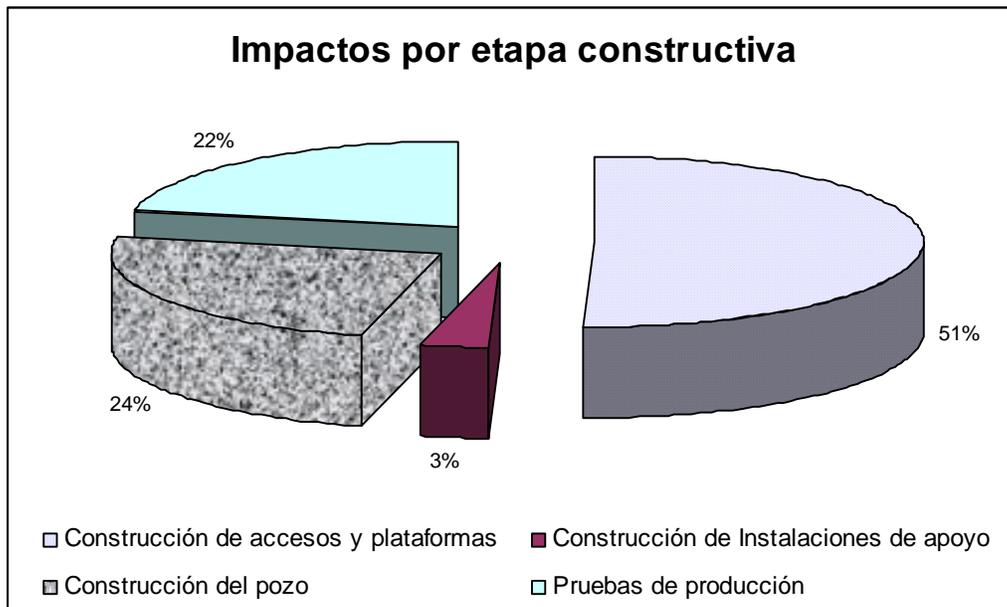


Figura 26 Valoración de los Impactos ambientales en cada etapa de la construcción del pozo geotérmico. Nótese que es en la etapa de construcción de la plataforma en la que se produce el mayor impacto sobre el medio ambiente. (Imagen Excel).

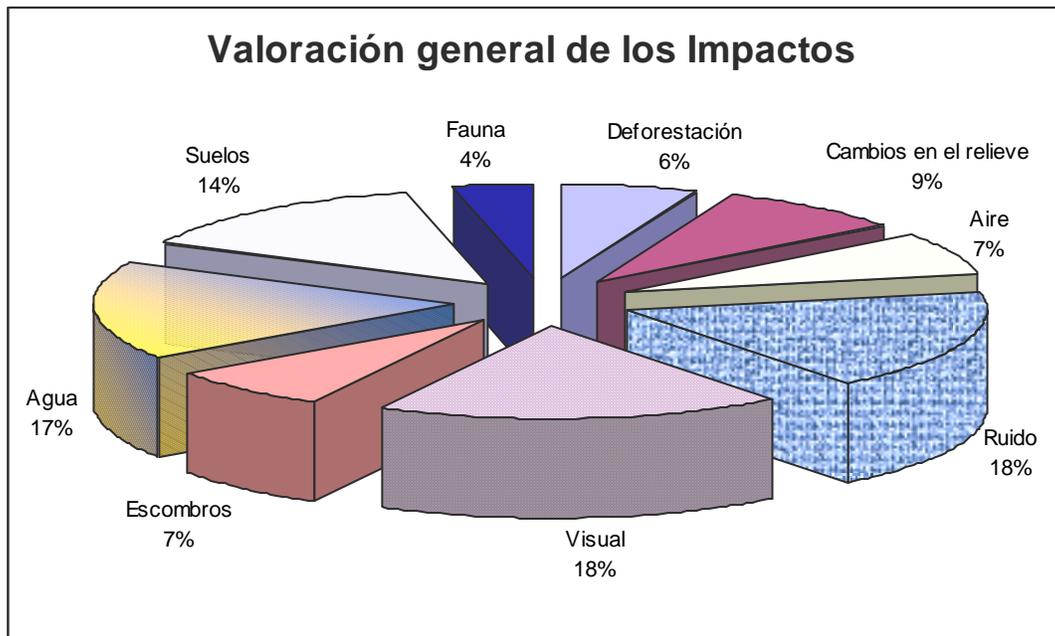


Figura 27 Valoración de los impactos considerando la suma de los efectos producidos en las diferentes etapas de la construcción del pozo. Nótese que los aspectos ambientales que reciben mayor impacto son el ruido, el aspecto visual y el agua. (Imagen Excel).

La **Figura 28** muestra el modelo de proceso propuesto para la construcción de un pozo geotérmico. Este modelo se basa en el utilizado actualmente, con la variante de incluir los aspectos ambientales que según la evaluación ambiental realizada tienen mayores impactos. En el modelo se incorporan los procesos paralelos que deben seguirse para garantizar el tratamiento adecuado de los impactos. A continuación se describen los diferentes subprocesos en cada una de las etapas de construcción del pozo.

cambiar la ubicación del sitio. Si existiera desde el punto de vista técnico ésta posibilidad, se selecciona un nuevo sitio. De no ser posible entonces se continúa el proceso.

- b)** Debe determinarse la necesidad de solicitar permisos para cortar árboles. Si existen árboles en la zona de construcción, debe tramitarse la solicitud ante la dirección forestal del MINAE. De ser aprobada la solicitud, se continúa el proceso. Si por el contrario la respuesta es negativa, deberá modificarse la ubicación del pozo.

Ubicación del pozo.

El proceso inicia con la definición de la ubicación del pozo. Cuando ha sido seleccionado el sitio, se procede a realizar una evaluación ambiental. Esta evaluación considera los siguientes aspectos:

- a)** La ubicación seleccionada causa el menor impacto ambiental. Si la respuesta es negativa entonces debe analizarse la posibilidad de

Construcción de plataforma y accesos

Consiste en la preparación del sitio donde se realizará la construcción del pozo.

Este proceso se subdivide en varias etapas, durante las cuales se deben desarrollar procesos ambientales paralelos.

Los procesos que se mantienen durante toda la etapa constructiva son:

- a) **Monitoreo del ruido.** Su objetivo es garantizar que los niveles de ruido producidos por la maquinaria no sobrepasen los límites establecidos. Para esto se realizan mediciones continuas. Si alguno de los equipos no cumple con los límites permitidos debe separarse del proceso y entrar en reparación o ser sustituido. Una vez que se ha corregido el problema el equipo reingresa al proceso y continúa el monitoreo.
- b) **Monitoreo de emisiones de gases de combustión.** Su objetivo es garantizar que la maquinaria cumple con las normas de emisiones de gases contaminantes. Si el control detecta un equipo que no cumple con los límites permitidos, debe ser separado del proceso y enviado a reparación, o sustituido. Una vez que se corrige el problema regresa al proceso.
- c) **Monitoreo de fugas de aceites lubricantes y combustibles:** El objetivo es garantizar que la maquinaria no presenta fugas y que los métodos de almacenamiento de este tipo de materiales es adecuado. En el caso de detectarse equipos que presentan fugas, este debe ser separado del proceso y enviado a reparación, o ser sustituido. Una vez que se corrige el problema puede regresar al proceso. En el caso del almacenamiento debe garantizarse que este es adecuado y no representa el riesgo de derrames.

Construcción del pozo

Consiste en la perforación de las diferentes etapas del pozo, así como colocar y cementar las tuberías de revestimiento. Paralelamente deben realizarse los siguientes procesos de tipo ambiental:

- a) **Monitoreo del ruido:** Es el mismo proceso realizado en la fase de construcción de la plataforma y accesos, solo que además de la maquinaria pesada incluye la maquinaria de perforación.
- b) **Monitoreo de emisiones:** Es el mismo proceso realizado en la fase de construcción de la plataforma y accesos, solo que además de la

maquinaria pesada incluye la maquinaria de perforación.

- c) **Monitoreo de fugas de aceites lubricantes y combustibles:** Es el mismo proceso realizado en la fase de construcción de la plataforma y accesos, solo que además de la maquinaria pesada incluye la maquinaria de perforación.
- d) **Monitoreo de la calidad de las aguas:** Su objetivo es detectar posibles mezclas de aguas de la perforación con aguas de fuentes superficiales cercanas al sitio de perforación. El proceso consiste en la toma de muestras a las cuales se les realizan análisis químicos. Si los análisis indiquen la presencia de contaminación, se realiza un estudio para determinar su origen. En caso de determinarse que la fuente es ajena al proceso, se continúa con la actividad y se comunica a las autoridades competentes la situación. Si el origen de la contaminación se asocia al proceso, se realiza una inspección de las condiciones de las lagunas y las geomembranas, a fin de detectar derrames o fugas las cuales deben ser reparadas en forma inmediata.
- e) **Control de niveles de polvo:** En caso de detectarse niveles de polvo que sobrepasen los límites recomendados, debe realizarse una aplicación de algún producto para su control.

Pruebas de producción

Tienen el objetivo de determinar si la producción del pozo es comercialmente explotable, en cuyo caso, este puede ser concluido.

Durante estas pruebas se determina la permeabilidad, el volumen de fluidos producidos, la temperatura, la presión y las características químicas de los fluidos que produce el pozo.

Paralelo a este proceso se realizan las siguientes actividades ambientales:

- a) **Monitoreo del ruido.** Si los niveles de ruido producidos por el pozo superan los límites permitidos, debe modificarse el sistema de silenciadores. Dentro de las alternativas que pueden implementarse están: colocar una cama de piedra en el fondo del silenciador, inyectar agua en la línea de vapor. Si ninguna de estas alternativas funciona deberá modificarse el diseño del silenciador.

- b)** Monitoreo de emisiones. Si los niveles de gases son excesivos hasta el punto de representar peligro, se debe detener la prueba e implementar un sistema para su control, ya sea con tratamientos químicos o mejorando el sistema de dispersión de los gases.
- c)** Monitoreo de la calidad de las aguas. Es el mismo procedimiento que se aplica en los procesos anteriores.

Si los resultados de las pruebas son satisfactorios, se coloca el ademe de producción (ranurado), se retira la herramienta de perforación, se instala el sistema de válvulas de control del pozo y se da por finalizado el proceso de construcción, retirando el equipo de la plataforma.

Proceso para la construcción de un pozo geotérmico ambientalmente sostenible

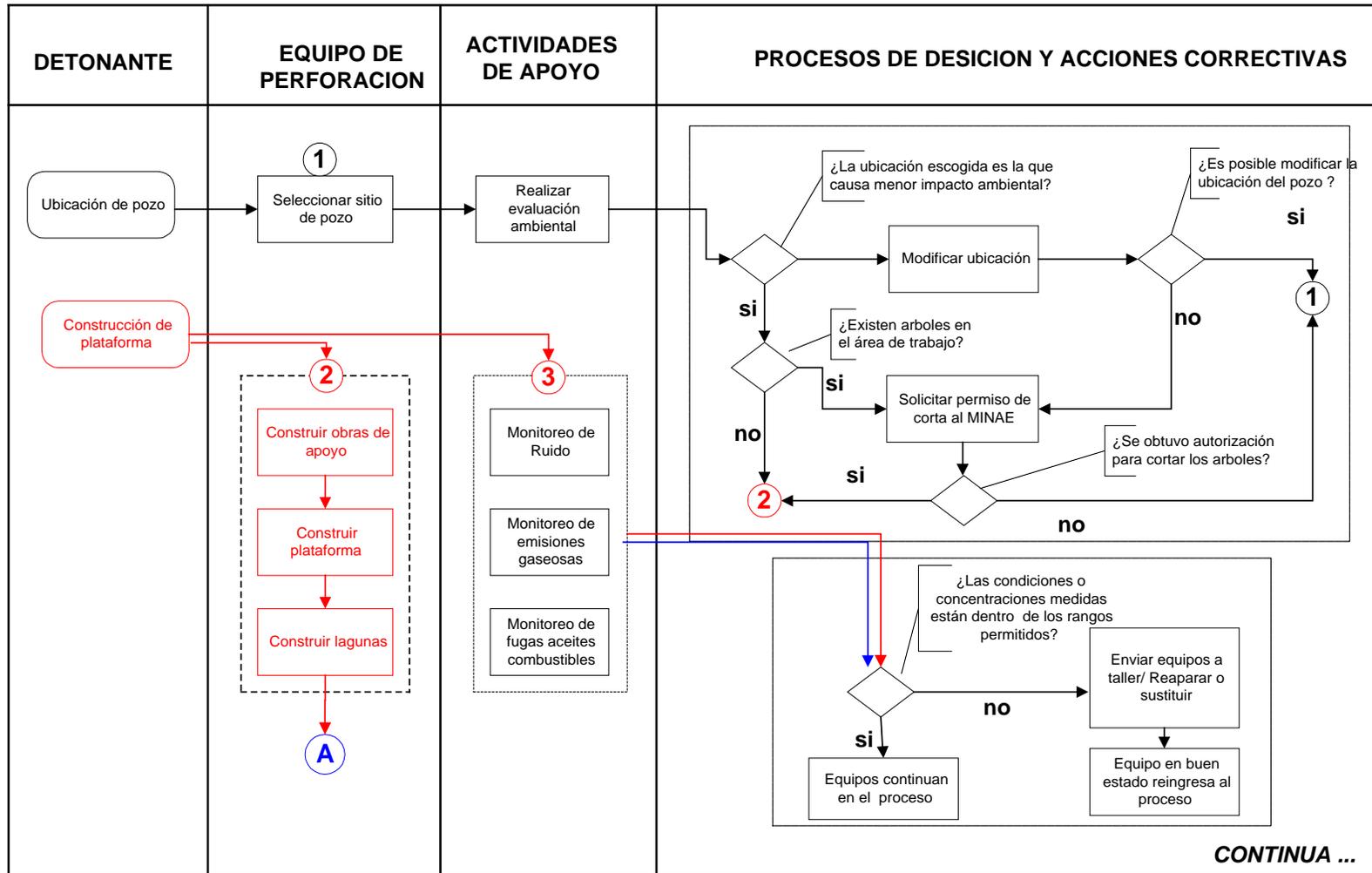


Figura 28 Flujo del modelo de proceso para la construcción de un pozo geotérmico ambientalmente sostenible. (Imagen Visio).

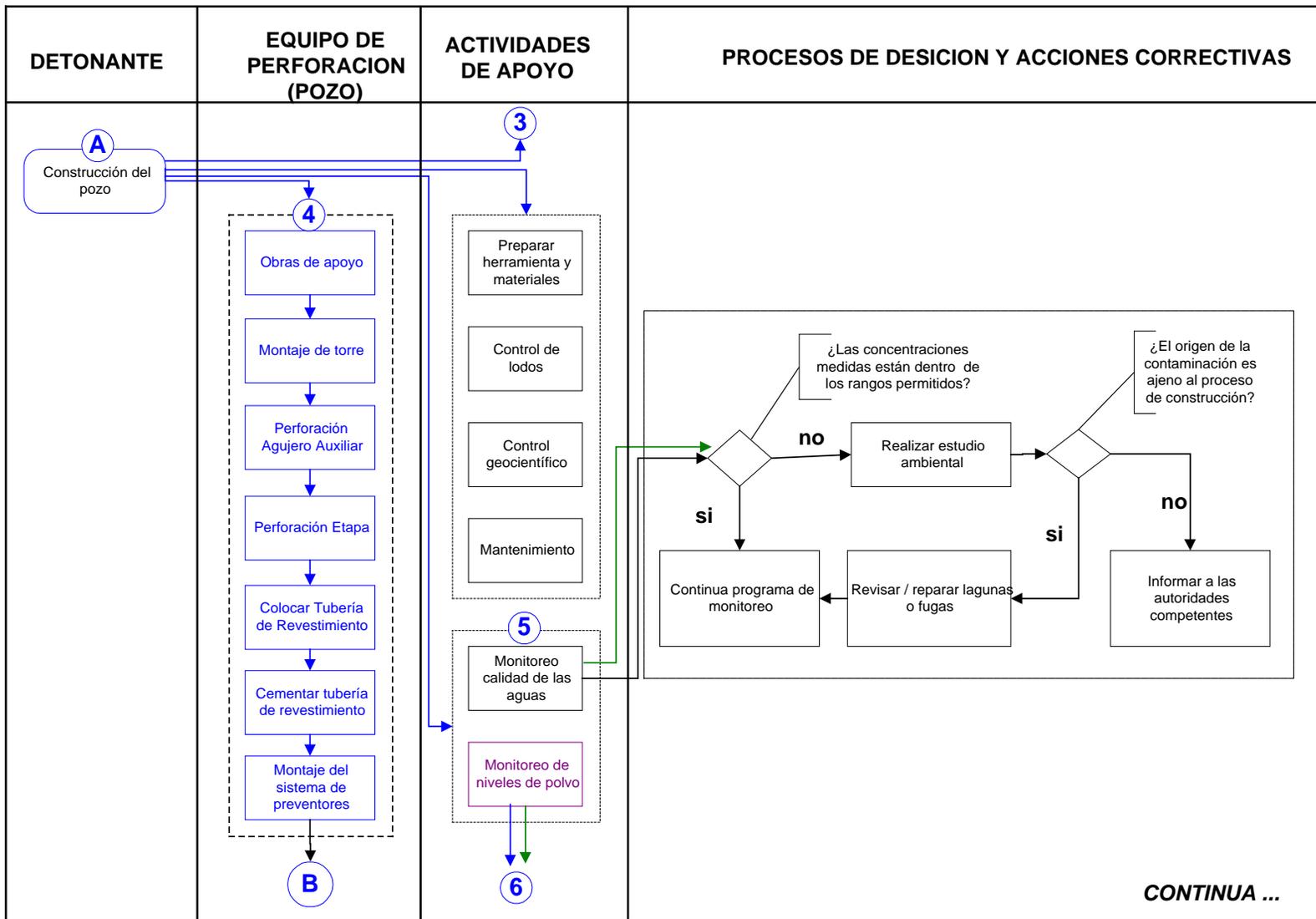


Figura 28 Flujo del modelo de proceso para la construcción de un pozo geotérmico ambientalmente sostenible. (Imagen Visio).

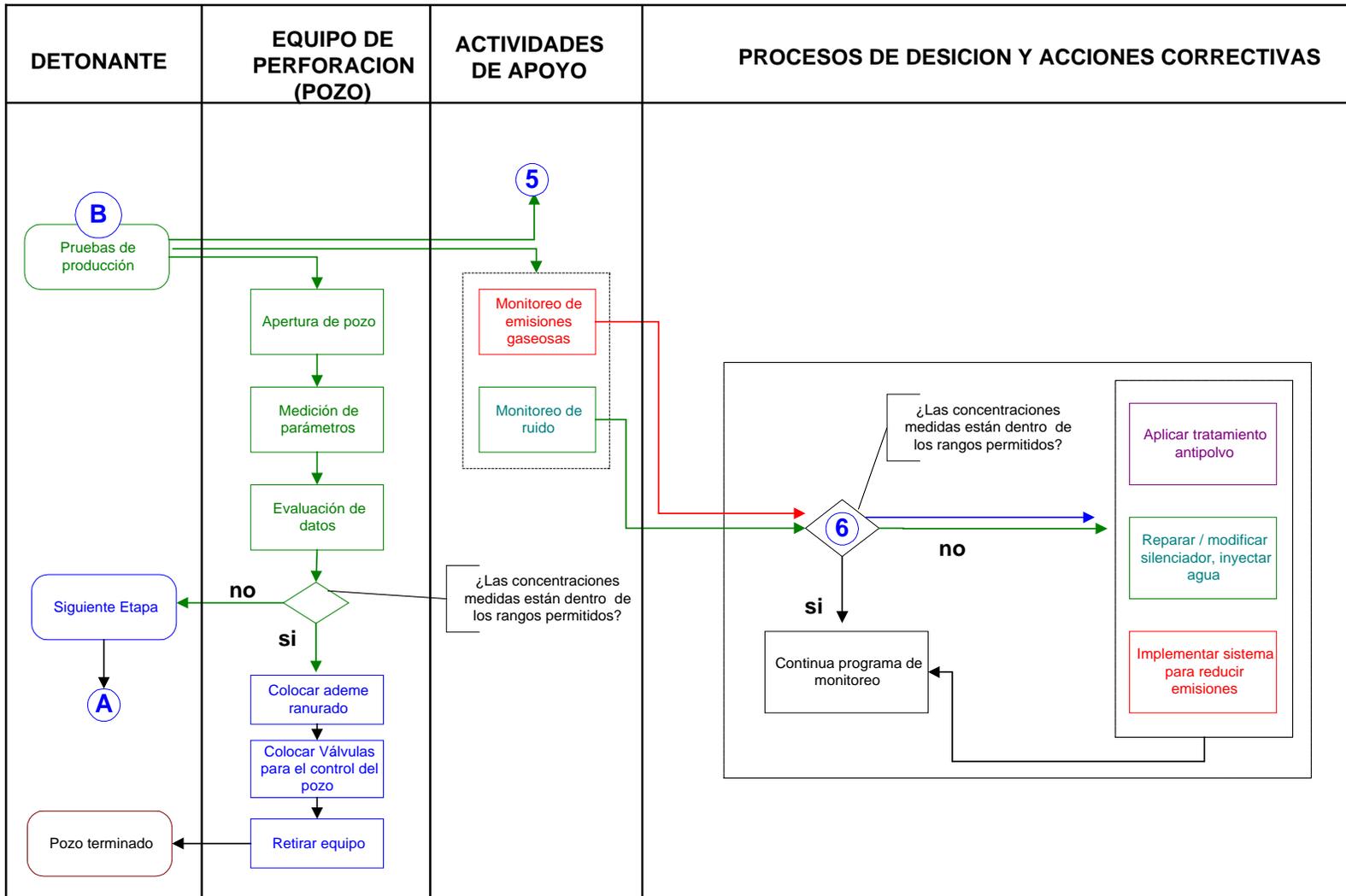


Figura 28 Flujo del modelo de proceso para la construcción de un pozo geotérmico ambientalmente sostenible. (Imagen Visio).

Plan de gestión ambiental de pozo

Objetivo

Garantizar que el proceso de construcción (perforación) de los pozos geotérmicos cumpla con las regulaciones ambientales vigentes.

Con el propósito de diseñar un plan eficiente se divide el proceso en las siguientes etapas:

- a) Etapa previa al inicio de las actividades de construcción del pozo.
- b) Etapa de construcción del pozo
- c) Etapa posterior a la construcción del pozo.

Etapa previa al inicio de las actividades de construcción

Los aspectos ambientales más importantes que deben ser considerados antes del inicio de las actividades de perforación como parte del programa de gestión ambiental son:

Documentación de las condiciones iniciales del sitio

Esta documentación consiste en una descripción detallada de las condiciones naturales en la que se encuentra el sitio antes de iniciar las actividades de perforación. Deberá tenerse registros tales como fotografías, videos o mapas planimétricos del área a intervenir.

Evaluación de alternativas:

Su propósito es determinar la conveniencia de ubicar la plataforma en el sitio seleccionado. Se debe realizar una valoración ambiental del sitio. Esta valoración debe incluir un análisis de la flora y fauna existente en el sitio, así como su ubicación

respecto a fuentes de agua natural (ríos, nacientes frías o calientes, quebradas, pozos para el suministro de aguas para el consumo humano), cercanía con áreas pobladas, impacto de tipo visual, evidencias arqueológicas, etc.

Caracterización de las condiciones ambientales del sitio sin intervenir

Esta caracterización consistirá en un análisis de las condiciones naturales del sitio, a fin de obtener información que permita realizar comparaciones posteriores. Esta caracterización debe incluir:

- a) Características físico químicas de las aguas
- b) Niveles de ruido
- c) Condiciones de la calidad del aire.

Inspección de Lagunas de desechos

Consiste en inspeccionar y detectar posibles fugas o desbordamientos en estas lagunas, con el fin prevenirlas y de ser necesario corregirlas.

Aspectos a considerar durante la construcción

Monitoreo de acuíferos cercanos

Consiste en la toma de muestras de agua, a fin de determinar o detectar posibles influencias del proceso sobre su calidad, de manera que este pueda ser corregido.

Condiciones de las lagunas en uso

Consiste en inspeccionar y detectar posibles fugas o desbordamientos en estas lagunas, con el fin prevenirlas y de ser necesario corregirlas.

Monitoreo de emisiones gaseosas

En caso de producirse emisiones de gas durante la perforación, se realizan estudios para determinar los tipos de gases que emanan.

Niveles de ruido

Seguir el programa de control de niveles de ruido, a fin de detectar niveles que sobrepasen los límites. En este caso el encargado deberá, en conjunto con mantenimiento y Gestión Ambiental analizar la situación, a fin de tomar medidas y corregir el problema.

Manejo de aceites lubricantes y combustibles

El manejo de aceites y lubricantes debe realizarse en forma estricta, según los procedimientos y recomendaciones de almacenaje y manejo.

Manejo de desechos

Debe implementarse el programa de reciclaje y manejo de desechos. Es importante crear conciencia en el personal mediante actividades de educación sobre el tema.

Aspectos a considerar al finalizar la construcción.

Tratamiento final de fluidos

Los fluidos producto de la perforación deben ser reintegrados al pozo.

Condiciones finales de la plataforma de perforación

Al finalizar la perforación deben retirarse de la plataforma los escombros, basura u otro tipo de desechos.

Reconstrucción del sitio

Se hará un análisis de las condiciones finales del sitio para determinar que acciones pueden ser tomadas. Con el objetivo que la condición final del sitio sea, en la medida de lo posible, similar a la inicial.

Levantamiento de cercas

El levantamiento de cercas alrededor de las plataformas de perforación tiene como objetivo principal evitar el ingreso de animales o personas que podrían sufrir algún accidente dentro de estas áreas. Especialmente en aquellos casos en los cuales las lagunas se encuentran llenas o se estén realizando pruebas en los pozos.

Construcción de barreras verdes

Su objetivo es mantener inalterado el paisaje natural, de tal forma que la actividad geotérmica sea lo menos perceptible posible, armonizando el desarrollo con el entorno o medio físico natural.

Guía para tramitar estudios ambientales

Para determinar que modificaciones son necesarias en el proceso tradicional de construcción,, a fin de obtener un proceso constructivo ambientalmente sostenible, es necesario realizar una evaluación ambiental que permita definir cuales aspectos del medio serán afectados en forma significativa.

El estudio de impacto ambiental (EslA) es la herramienta utilizada para determinar los efectos de un proyecto sobre el medio. A continuación se presentan los requisitos que se deben cumplir para la presentación de los EslA.

Definición de estudio de impacto ambiental

Es un estudio técnico que permite identificar y predecir los efectos que ejercerá una actividad sobre el medio ambiente, para conducir a un dictamen que apruebe o rechace el proyecto, así como las recomendaciones para que se enmienden las fallas en que se hubiera incurrido. El EslA incluye los efectos específicos, una evaluación global de los mismos, las alternativas de mayor beneficio ambiental, un programa de control y un programa de monitoreo.

Procedimiento para solicitar la aprobación de permisos ambientales

PASO 1. Presentación de FEAP o el EslA

Para esto el decreto ejecutivo No 25705-MINAE establece en su **Artículo 20**: Las actividades o

proyectos que deberán cumplir con la presentación del FEAP son las siguientes:

- a) Zonas comerciales o de servicios, con más de mil metros cuadrados.
- b) Proyectos agropecuarios (riego, actividad porcina, avícola, y otros.)
- c) Proyectos turísticos, con dimensiones mayores de cuatrocientos metros cuadrados o más de diez habitaciones.
- d) Proyectos urbanísticos, cinco mil metros cuadrados
- e) Proyectos agroindustriales
- f) Proyectos industriales con un número mayor de cuarenta operarios.

Estas actividades requieren de la presentación del FEAP, porque no necesariamente necesitarán un EslA, esto lo determina la SETENA de acuerdo a la información que sea suministrada.

Artículo 21. Conforme a la legislación vigente requerirán estudios de impacto ambiental las siguientes actividades:

- a) Permisos de explotación o concesiones de explotación Minera.
- b) Ejecución de obra pública.
- c) Generación y transmisión eléctrica.
- d) Exploración o explotación de hidrocarburos.
- e) Desarrollo productivo o de infraestructura dentro de los refugios de vida silvestre.
- f) Proyectos a desarrollar dentro de los refugios indígenas.
- g) Proyectos de desarrollo dentro de áreas definidas por la Comisión Nacional de Emergencias como de alto riesgo a las amenazas naturales, exceptuándose obras en caso de declaratorio de emergencia.
- h) Proyectos que afecten el mar territorial en zonas pesqueras.
- i) Industria química.

- j) Proyectos de manejo y disposición final de desechos sólidos urbanos, industriales y peligrosos (rellenos sanitarios, incineradores y otros.)
- k) Construcción de carreteras, aeropuertos, clínicas y hospitales.)

Artículo 22. Además se deberá presentar el EsIA, en las siguientes áreas:

- a) Terrenos en propiedad privada dentro de áreas silvestres protegidas.
- b) En la zona marítimo terrestre, el área de uso restringido de aptitud turística.
- c) Areas con capacidad de uso forestal, donde se pretenda cambiar el uso de la tierra.

En el caso del **Artículo 22** se aplica a todo tipo de proyecto.

Los proyectos referidos en los artículos 21 y 22, necesitan la presentación del EsIA, sin embargo es recomendado que previamente se presente el Formulario de Estudio Ambiental Preliminar, para que la SETENA facilite el Formulario de Términos de Referencia que es el que define los alcances del EsIA.

PASO 2. Adquisición y Presentación del FEAP

El FEAP debe adquirirse en las oficinas de la SETENA, ubicadas en Sabanilla de Montes de Oca, para lo cual previamente debe hacerse un depósito a los números de cuenta del MINAE (pueden solicitarse al teléfono (506) 225 7548 de SETENA) en alguno de los Bancos del Estado por el monto correspondiente al costo del Formulario (Actualmente ¢1500)

Una vez completada la información, el FEAP se presenta.

La SETENA cuenta con un plazo de quince días a partir de la recepción del formulario para resolver si es necesaria la realización del EsIA en cuyo caso facilitará la guía para la elaboración del estudio.

Una vez presentado el FEAP existen tres tipos de respuesta que se pueden obtener de la SETENA en caso de que el proyecto cuente con la viabilidad ambiental adecuada:

- a) Solicitud de una Declaración Ambiental, que puede incluir información técnica muy específica y una lista de compromisos y condiciones ambientales.
- b) Solicitud de la presentación de un Plan de Gestión Ambiental, Responsable Ambiental y el depósito de un monto de garantía ambiental
- c) Solicitud de la presentación del EsIA.

PASO 3. Presentación del Estudio de Impacto Ambiental

En caso de tratarse de proyectos bajo los alcances de los **Artículos 21 y 22**, o que de acuerdo a la información del FEAP, la resolución de la SETENA dictamine la necesidad de presentar un EsIA, esta entregará un Formulario de Términos de Referencia (FETER), en el cual especifica que aspectos debe contener el EsIA y que tipo de profesionales deben conformar el equipo que tendrá a cargo la elaboración del mismo. Estos profesionales deben estar incorporados como consultores ante la SETENA. Si la secretaria determina que es necesario un EsIA exhaustivo, deberá incluirse todos los términos contenidos en el FETER.

Documentación necesaria para presentar el EsIA

Para la presentación del EsIA deberá entregarse a la SETENA:

Original y cuatro copias del EsIA, firmados por el representante legal del proponente y los profesionales y consultores responsables del documento, según lo indicado por SETENA en el FETER. Además de un disquete con una copia del EsIA en formato ASCII.

Un Original y una copia del resumen ejecutivo que debe incluir:

- a) Introducción
- b) Objetivos (Localización, Entidad propietaria, Justificación)
- c) Descripción del proyecto (Fases, Obras complementarias)

- d) Características ambientales del área de influencia (Resumen del diagnóstico ambiental)
- e) Impactos positivos y negativos del proyecto al ambiente y del ambiente al proyecto.
- f) Acciones correctivas o de mitigación y prevención.
- g) Plan de Gestión Ambiental del proyecto
- h) Conclusiones (Compromisos Ambientales)

El proyectista al entregar el EslA deberá entregar el original con el recibido de la o las municipalidades respectivas.

Una vez que la SETENA recibe el documento lo incorpora a la lista de proyectos recibidos y lo envía a la Oficina de Relaciones Públicas del MINAE a fin de que sea divulgado en los medios de comunicación.

Cuando se cumple con lo anterior la SETENA rinde su resolución, para lo cual tiene un plazo de 45 días, los cuales se cuentan después de recibida la información completa.

La SETENA podrá por una única vez y mediante anexo solicitar ampliaciones y modificaciones que considere necesarias.

Después de presentado el anexo debe resolver en definitivo.

PASO 4. Anexos

En caso de que falte cumplir con algún requisito o necesitar completarse los mismos, la SETENA otorga al proyectista un plazo no mayor de treinta días, a fin de que subsane los errores e incluya información faltante. En caso de no cumplirse con los plazos o no entregarse la información completa se archivará la solicitud.

La información contenida en los expedientes del EslA es de carácter público y podrá ser consultada por cualquier persona u organización.

PASO 5. Apelaciones a la resolución de SETENA

Según lo estipulado en el **Artículo 18 de la Ley Orgánica del Ambiente**, las resoluciones de la SETENA deben ser fundamentadas y razonadas y serán de acatamiento obligatorio tanto para

particulares como para entes y organismos públicos.

Si la resolución de la SETENA no es la que el proyectista o sus consultores considera adecuado, podrán interponer un recurso de revocatoria y apelación ante el Ministro del Ambiente y Energía, en un plazo de tres días hábiles a partir de que haya sido notificado.

PASO 6. Declaración de Cumplimiento de Compromisos Ambientales

Después de aprobado el EslA, debe presentarse en el plazo de diez días posteriores a la notificación, un original y copia de la Declaración de Cumplimiento de Compromisos Ambientales El original deberá venir con el recibido correspondiente de la o las municipalidades en cuyas jurisdicciones se ubique el proyecto.

PASO 7. Pago de Garantías de cumplimiento

Las Garantías de cumplimiento deberán rendirse y acreditarse ante la SETENA antes de la aprobación del EIA, en un plazo no mayor de quince días después de la notificación respectiva.

Según el **Artículo 30** del Decreto 25705-MINAE, el monto de las garantías ambientales establecidos por la SETENA, se podrá rendir de la siguiente manera:

- a) Mediante el depósito de dinero en efectivo en la cuenta de fondos de custodia del Fondo Nacional Ambiental, debiendo presentarse la boleta respectiva o depósito en la administración interesada.
- b) Mediante lo establecido en el artículo 37.2 del Reglamento a la Contratación Administrativa (Decreto Ejecutivo No 25038-H), que se depositarán en la cuenta de Fondos en Custodia del Fondo Nacional Ambiental, a saber:
- c) Depósito de bono de garantía de instituciones aseguradoras reconocidas en el país, o uno de los bancos del Sistema Bancario Nacional o del Banco Popular y de Desarrollo Comunal.

- d) Certificados de depósito a plazo.
- e) Bonos del Estado o sus Instituciones.
- f) Cheques certificados o de gerencia de un Banco del Sistema Bancario Nacional.

Aspectos que deben considerarse para presentar el EsIA

Aspectos metodológicos generales

Los objetivos generales de un Estudio de Impacto Ambiental son:

- a) Identificar y describir los recursos ambientales existentes en el área del proyecto.
- b) Describir y en la medida de lo posible cuantificar los efectos del proyecto sobre esos recursos, tanto negativos como positivos.
- c) Describir posibles alternativas al proyecto propuesto que lleven a los mismos resultados pero con menores efectos ambientales.
- d) Establecer medidas de mitigación, compensación y planes de manejo ambiental para enfrentar los efectos y para casos de contingencia

Los objetivos generales planteados para la elaboración de los EsIA, pretenden responder a cuatro preguntas básicas para determinar la influencia que tendrá el proyecto sobre el medio:

- a) ¿Qué ocurrirá como resultado del proyecto?
- b) ¿Cuál será el alcance de los cambios dentro del contexto en el que se ubica el proyecto?
- c) ¿Son importantes los cambios que producirá el proyecto?
- d) ¿Que se puede hacer con respecto a estos cambios?

Analizando de manera global la información que contiene un estudio de impacto ambiental, esta se puede agrupar de acuerdo a las respuestas que la información solicitada da a estas preguntas:

¿Qué ocurrirá como resultado del proyecto?

La respuesta a esta pregunta está contenida en el punto 9, Diagnóstico Ambiental (ver estructura del informe estudio de impacto ambiental), en el cual se evalúa la parte biológica, social y antropológica, mediante una descripción de estas variables y la inclusión del proyecto dentro de ese contexto.

¿Cual será el alcance de los cambios y que tan importantes son?

La evaluación de Impacto Ambiental EIA, punto 10, deberá responder a estas preguntas. En esta sección se determina que efectos producirá el proyecto sobre los diferentes aspectos ambientales, incluidos en el estudio y se cuantifica la importancia de su efecto sobre el medio.

¿Qué se puede hacer con respecto a estos cambios?

El punto 11. Medidas de Mitigación y 12. Plan de Gestión Ambiental, incluyen las estrategias que deben seguirse para mitigar los efectos del proyecto sobre el medio (11) y como se logrará el cumplimiento de las mismas (12).

Estas respuestas permitirán a las autoridades competentes decidir si el proyecto es ambientalmente viable. De ser así aprobarán el EsIA y el proyectista podrá continuar los trámites e iniciar el proyecto.

Alcances del EsIA

En esta fase inicial se determina como se compondrá y que aspectos contendrá el estudio. Esta etapa generalmente esta definida por los criterios de la SETENA. Según lo establece la Ley N° 7554 en su Artículo 18, complementado en el Artículo 11, sección m y el Artículo 20 del reglamento N° 25705-MINAE, la SETENA debe facilitar la guía correspondiente para la elaboración del EsIA, conocida como FETER. Esta es preparada con fundamento en la información que el proyectista proporciona en el FEAP.

Estructura del informe estudio de impacto ambiental

De acuerdo a lo establecido por la SETENA en el Formulario de Términos de Referencia, el EsIA exhaustivo debe contener las siguientes secciones:

1. Índice

2. Resumen Ejecutivo

3. Introducción

4. Información General

- 4.1 Información sobre la persona física o jurídica
- 4.2 Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA
- 4.3 Términos de referencia del EIA realizado

5. Descripción del Proyecto

- 5.1 Ubicación geográfica
- 5.2 Ubicación político administrativa
- 5.3 Resumen del proyecto
- 5.4 Condiciones legales del proyecto
- 5.5 Area estimada del proyecto y área de influencia
- 5.6 Fases de desarrollo
 - 5.6.1 Actividades a realizar en cada fase del proyecto
 - 5.6.2 Tiempo de ejecución
 - 5.6.3 Flujograma de actividades
 - 5.6.4 Infraestructura a desarrollar
- 5.7 Equipo a utilizar
 - 5.7.1 Fase de construcción
 - 5.7.1.1 Movilización de equipo
 - 5.7.1.2 Frecuencia de movilización
 - 5.7.2 Fase de operación
 - 5.7.2.1 Flujo vehicular esperado
 - 5.7.2.2 Mapeo de rutas mas transitadas
- 5.8 Necesidades de recursos durante la operación
 - 5.8.1 Servicios básicos
 - 5.8.1.1 Agua
 - 5.8.1.2 Electricidad
 - 5.8.1.3 Alcantarillado (aguas servidas)
 - 5.8.1.4 Vías de acceso
 - 5.8.1.5 Transporte publico
 - 5.8.1.6 Otros
 - 5.8.2 Mano de obra
 - 5.8.2.1 Durante la construcción
 - 5.8.2.2 Durante la operación

- 5.8.2.3 Campamentos
- 5.8.2.4 Especialidad
- 5.9 Disposición de desechos
 - 5.9.1 Fase de construcción (énfasis en tóxicos)
 - 5.9.1.1 Sólidos
 - 5.9.1.2 Líquidos
 - 5.9.1.3 Gaseosos
 - 5.9.1.4 Reciclables y/o reusables
 - 5.9.1.5 Inventario y manejo de sustancias peligrosas
 - 5.9.2 Fase de operación (énfasis en tóxicos)
 - 5.9.2.1 Sólidos
 - 5.9.2.2 Líquidos
 - 5.9.2.3 Gaseosos
 - 5.9.2.4 Reciclables y/o reusables
 - 5.9.2.5 Inventario y manejo de sustancias peligrosas
- 5.10 Concordancia con el plan de uso de la tierra
- 5.11 Análisis financiero y ajuste económico preliminar
 - 5.11.1 Estudio financiero
 - 5.11.1.1 Monto global de la inversión
 - 5.11.1.2 Costos y beneficios operacionales directos
 - 5.11.1.3 Flujo de caja anual
 - 5.11.1.4 Calculo del VAN y TIR

6. Descripción del Ambiente Físico

- 6.1 Formaciones geológicas regionales
 - 6.1.1 Unidades Geológicas locales
 - 6.1.2 Análisis estructural y evaluación
 - 6.1.3 Caracterización geotécnica
 - 6.1.4 Mapa geológico del AP y AID
- 6.2 Geomorfología
 - 6.2.1 Descripción geomorfología
 - 6.2.2 Mapa geomorfológico
- 6.3 Caracterización de suelos
- 6.4 Clima
- 6.5 Hidrología
 - 6.5.1 Aguas superficiales
 - 6.5.1.1 Calidad del agua
 - 6.5.1.2 Caudales máximos, mínimos y promedios
 - 6.5.1.3 Cotas de inundación
 - 6.5.1.4 Corrientes mareas y oleaje
 - 6.5.2 Aguas subterráneas
 - 6.5.2.1 Caracterización de acuíferos
 - 6.5.2.2 Mapa de elementos hidrogeológicos
- 6.6 Calidad del aire

- 6.6.1 Ruido
- 6.6.2 Olores
- 6.7 Amenazas naturales
 - 6.7.1 Amenaza sísmica
 - 6.7.2 Amenaza volcánica
 - 6.7.3 Movimiento de masa
 - 6.7.4 Erosión
 - 6.7.5 Inundaciones
 - 6.7.6 Otros
 - 6.7.7 Mapa de susceptibilidad

7. Descripción del Ambiente Biológico

- 7.1 Flora
 - 7.1.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción
 - 7.1.2 Especies indicadoras
- 7.2 Fauna
 - 7.2.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción
 - 7.2.2 Especies indicadoras
- 7.3 Ecosistemas frágiles

8. Descripción del Ambiente Socioeconómico

- 8.1 Uso actual de la tierra
- 8.2 Características de la población
 - 8.2.1 Empleo
 - 8.2.2 Tenencia de tierra en sitios aledaños
- 8.3 Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular
- 8.4 Servicios de emergencia disponibles
- 8.5 Servicios básicos disponibles
- 8.6 Percepción local sobre el proyecto
- 8.7 Infraestructura comunal
- 8.8 Sitios arqueológicos
- 8.9 Sitios históricos culturales
- 8.10 Paisaje

9. Diagnostico Ambiental

10. Evaluación de Impactos

11. Medidas de Mitigación

12. Plan de Gestión Ambiental

- 12.1 Ejecutor de las medidas
- 12.2 Monitoreo
- 12.3 Cronograma de ejecución
- 12.4 Plan de recuperación ambiental post operacional
- 12.5 Plan de contingencia
- 12.6 Costos de la gestión ambiental

13. Ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis costo - beneficio final.

- 13.1 Valoración monetaria del impacto ambiental
- 13.2 Valoración monetaria de las externalidades sociales
- 13.3 Cálculo del VAN social

14. Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

15. Otros términos específicos

16. Equipo profesional mínimo, que debería elaborar el EsIA.

- 16.1 Geólogo (general, geofísico, geotecnista)
- 16.2 Biólogo
- 16.3 Geógrafo
- 16.4 Ingeniero Civil (Hidrología Sanitaria, Ambiental, Estructural)
- 16.5 Ingeniero Agrónomo, Agrícola, Forestal.
- 16.6 Hidrogeólogo
- 16.7 Arquitecto
- 16.8 Antropólogo, Sociólogo
- 16.9 Químico, Ingeniero Químico
- 16.10 Abogado Ambiental
- 16.11 Economista Ambiental
- 16.12 Ingeniero Industrial
- 16.13 Otro

La cantidad de información que debe incluirse en el estudio depende de la importancia ambiental del proyecto. Por lo anterior es conveniente presentar el FEAP, para la que la SETENA indique cuales aspectos del FETER deben ser incluidos en el estudio.

Análisis de resultados

El estudio de los procesos utilizados para la construcción de un pozo geotérmico muestra la necesidad de mejorar aspectos relacionados con el medio ambiente. A continuación se presentan las recomendaciones que deben ser incorporadas.

Aspectos a incorporar en el proceso.

Diseño del pozo

- a) Incluir dentro del equipo diseñador un especialista en asuntos ambientales que incorpore las variables ambientales al proceso.
- b) Utilización de técnicas de perforación direccionales las cuales permiten la perforación de varios pozos desde la misma plataforma. Esto significa la reducción del impacto causado por la construcción de plataformas, caminos de acceso, lagunas de tratamiento, sistemas de conducción de tuberías y efectos visuales, entre otros. El **Apéndice C** muestra un esquema comparativo de la distribución superficial en campos geotérmicos, utilizando perforación tradicional y perforación direccional.

Programas de construcción

- a) Incluir dentro de los programas, un plan de gestión ambiental para la construcción del pozo.

Construcción de Plataforma

- a) Obtención de permisos forestales, previo al inicio de cualquier labor debe realizarse un estudio del sitio a fin de determinar la necesidad de realizar trámites forestales.
- b) Manejo de los materiales de excavaciones. Debe realizarse un análisis de alternativas para la construcción de la plataforma y seleccionar un sitio adecuado para el depósito de los materiales que sean removidos.
- c) Es importante realizar valoraciones de costo beneficio, antes de ubicar en forma definitiva la plataforma. Esta valoración consiste en el análisis de las diferentes opciones disponibles para ubicar el pozo, a fin de seleccionar el sitio que cause el menor impacto ambiental.
- d) Incluir sistemas de drenajes para las aguas de lluvia a fin de controlar la erosión del suelo por el efecto de las corrientes que se puedan formar.

Obras de apoyo

- a) Es necesario diseñar e implementar un programa para el tratamiento o manejo de los desechos. Debe prestarse principal atención al manejo de desechos fecales.
- b) Debe crearse e implementarse un procedimiento para el manejo de derrames de aceites lubricantes y combustibles.
- c) Es importante establecer un procedimiento de emergencia, sobre las medidas y acciones que se deben seguir en caso de presentarse un incendio, ya sea en la plataforma o sus alrededores.

Etapas de Perforación

- a) Es necesario establecer un programa para el monitoreo de ruido. Deben realizarse mediciones en las cercanías de la plataforma de perforación, a fin de detectar niveles de ruido que sobrepasen los límites establecidos y tomar las medidas necesarias a fin de corregir el problema.
- b) Para el manejo de aceites y lubricantes, es necesario construir sistemas especiales para su almacenaje. Se recomienda construir bandejas metálicas de manera que en casos de derrames estas los retengan.
- c) Manejo de basura. Se recomienda utilizar los basureros municipales. De esta forma, aunque el costo de transporte sea mayor, se evita el problema de colocar desechos en sitios inapropiados. En el caso de productos reutilizables debe establecerse un programa para su separación y reciclaje.
- d) Control del polvo. La construcción de un pozo implica necesariamente el movimiento y mejora los suelos. Esto significa la presencia de polvo producido por el levantamiento de los finos generando erosión y contaminación. Se recomienda aplicar productos para su control.

Actividades al finalizar la perforación.

- a) Los fluidos producto de la perforación deben ser inyectados al pozo.
- b) Debe realizarse un análisis de las condiciones finales del sitio para determinar que acciones pueden ser tomadas. Con el objetivo que la condición final del sitio sea, en la medida de lo posible, similar a la inicial.
- c) Se deben construir barreras verdes con el objetivo es mantener inalterado el paisaje natural, de tal forma que la actividad geotérmica sea lo menos perceptible posible, armonizando el desarrollo con el entorno o medio físico natural.

Observaciones finales

Las empresas dedicadas a la industria de la construcción están obligadas no solo a tramitar permisos ambientales, sino también a garantizar el cumplimiento de los compromisos que se adquieren en los estudios ambientales.

La construcción de proyectos bajo el concepto de desarrollo sostenible no requiere modificaciones significativas de los procesos tradicionales, por el contrario, únicamente se requiere la incorporación de procesos paralelos que permitan controlar los aspectos relacionados con el ambiente y ayuden a tomar medidas y decisiones para disminuir los efectos negativo sobre el medio.

La incorporación de consideraciones de carácter ambiental como parte integral de los procesos de construcción, no solo ayuda a mejorar la relación entre el proyecto y el medio ambiente, si no que también permiten mejorar las condiciones de trabajo de los colaboradores, aumentando por lo tanto su productividad. Igualmente mejora las relaciones con las comunidades cercanas al proyecto, lo que significa menores riesgos de oposición, eliminando la posibilidad de sabotajes, manifestaciones o acciones legales en su contra.

Disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, es un derecho de las generaciones actual y de futura. La conservación, la protección y el rescate de los recursos naturales es nuestra obligación, todos estamos legitimados para velar por su buen uso y denunciar cualquier acción que los ponga en riesgo.

Las actividades y responsabilidades de tipo ambiental que se adquieren al construir un proyecto no se limitan únicamente a las labores durante el proceso de construcción, por el contrario están presentes antes de su inicio, durante la construcción y después de finalizado

Conclusiones

Es necesario que las carreras de ingeniería relacionadas con la construcción, incluyan en sus programas cursos sobre el tema ambiental.

Las empresas dedicadas a la industria de la construcción están obligadas a garantizar el cumplimiento de los compromisos que se adquieren en los estudios ambientales.

La construcción de proyectos bajo el concepto de desarrollo sostenible en Miravalles, es un proceso técnico y económicamente factible, ya que se cuenta con todos los recursos necesarios para implementar el modelo propuesto.

La implementación de procesos constructivos bajo el concepto de desarrollo sostenible no requiere de modificaciones significativas dentro de los procesos tradicionales.

La construcción bajo el concepto de desarrollo sostenible mejora las condiciones de trabajo y aumenta la productividad.

La construcción bajo el concepto de desarrollo sostenible mejora las relaciones con comunidades cercanas al proyecto.

Las empresas constructoras tienen la obligación de velar por la conservación de los recursos naturales.

Las actividades y responsabilidades de tipo ambiental están presentes antes, durante y después de la construcción.

Bibliografía

Kevin L. Brown, **ENVIRONMENTAL SAFETY AND HEALTH ISSUES IN GEOTHERMAL DEVELOPMENT**. WGC2000, Kazuno Japan, 2000.

Campos Gomez Irene, **SANEAMIENTO AMBIENTAL**. Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2000.

García E. Jaime, et al, **AMBIENTE PROBLEMÁTICA Y OPCIONES DE SOLUCIÓN**. Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2000.

Organización Latinoamericana de Energía, **GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE EXPLOTACIONES GEOTÉRMICAS CON FINES ENERGÉTICOS**. OLADE, Quito Ecuador, 1993

Zeledón, Ricardo (Compilador), **CÓDIGO AMBIENTAL**. Editorial Porvenir S.A., Costa Rica 1998.

Brenes V. Jaime, **Apuntes del Curso Aspectos técnicos y administrativos en la tramitación de proyectos**. (legislación aplicada a la construcción), Cartago, 2001

Leandro H. Grettel, **Apuntes del Curso Diseño de procesos constructivos**, Cartago, 2001.

Perforación profunda, 2002. **PROCESOS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DE POZOS**. Campo geotérmico Miravalles. Comunicación personal.

Armstead, H. **ENERGÍA GEOTÉRMICA**. Limusa, México, 1989.

Apéndices

Apéndice A

Programas de perforación.

Programa de Herramienta							
Rosca	Descripción	Peso U (Kg/m)	Long (m)	Peso (Kg)	PesoAC. (tons)	Peso Flotado (tons)	PESO Disponible (tons)
7.5/8 Reg.	Barrena de 610 mm(24")		0.60	528	0,528	0,454	0,34
7.5/8 Reg.	Rimador de 610 mm(24")		1,87	887	1,415	1,217	0,91
7.5/8 Reg.	Amortiguador		3,17	1000	2,415	2,077	1,56
7.5/8 Reg.	Estabilizador		1.72	816	3,231	2,779	2,08
7.5/8 Reg.	1 Barra de 254 mm (10")	362	9,45	3417	6,648	5,717	4,29
7.5/8 Reg.	Estabilizador		3,17	1000	7,648	6,577	4,93
7.5/8 Reg.	2 Barras de 254 mm (10")	362	18,90	6834	14,482	12,455	9,34
6.5/8 Reg.	6 Barras de 203 mm (8")	218	57,00	12426	26,908	23,141	17,36
4.1/2XH	3 Barras de 159 mm(6 1/2")	131	28,35	3827	30,735	26,432	19,82
4.1/2XH	3 Barras de HW114 mm (4 1/2")	85,39	27,42	1672	32,407	27,870	20.90

Programa de Barrenas

Etapa	Barrera			Perfora		Horas	Peso	Rpm
	#	Diam (mm)	Tipo	De	A		Ton	
1	1	610	111	0.00	100.00	150-200	10-20	80-150
	2	610	111	100.00	250.00	150-200	10-20	80-150
2	3	444	311	250.00	475.00	75-125	15-40	50-100
	4	444	311	475.00	625.00	75-125	15-40	50-100
	5	444	335	625.00	850.00	150-200	15-40	40-80
3	6	311	214	850.00	1000.00	75-125	15-20	50-100
	7	311	214	1000.00	1150.00	75-125	15-20	50-100
	8	311	214	1150.00	1300.00	75-125	15-20	50-100
	9	311	316	1300.00	1530.00	80-150	15-40	50-70
	10	311	316	1530.00	1760.00	80-150	15-40	50-70
	11	311	316	1760.00	2000.00	80-150	15-40	50-70
4	12	216	311	900.00	1025.00		11-25	40-80
	13	216	311	1025.00	1250.00		11-25	40-80
	14	216	617	1250.00	1400.00	30-35	13-20	35-65
	15	216	617	1400.00	1550.00	30-35	13-20	35-65
	16	216	315	1500.00	1775.00	50-85	11-25	40-80

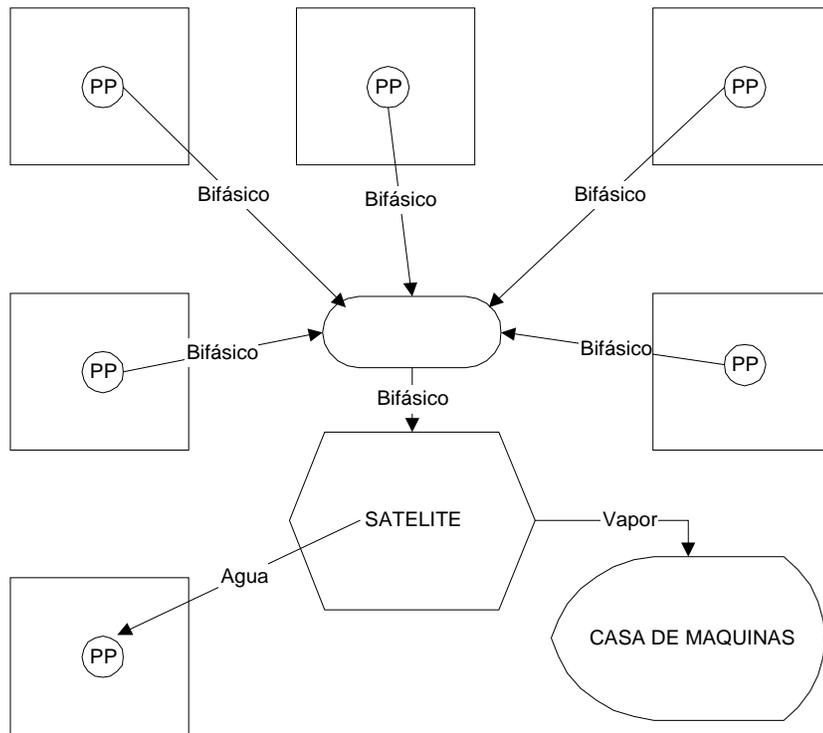
Programa de Lodos				
Característica	Etapa I	Etapa II	Etapa III	Unidad
Viscosidad Marsh	55/60	42/45	42/45	Seg/qt
Densidad	1.05	1.08	1.08	Gr/cc
% de Arena	0.20	0.20	0.20	%
í pH	7	10/11	10/11	
Filtrado	10/13	15	15	Cc
Enjarre	1.50	1.5	1.5	Mm
Viscosidad Plástica	40	21	21	Cps
Punto de Cedencia	32	15	15	lb/100p2
Resistencia al gel	2/4/6	0/2/5	0/2/5	lb/100p2
Sólidos Activos	42.75/57.0	57	57	Kg/m3
Sólidos Totales	3	5	5	%

Diseño de Cementos

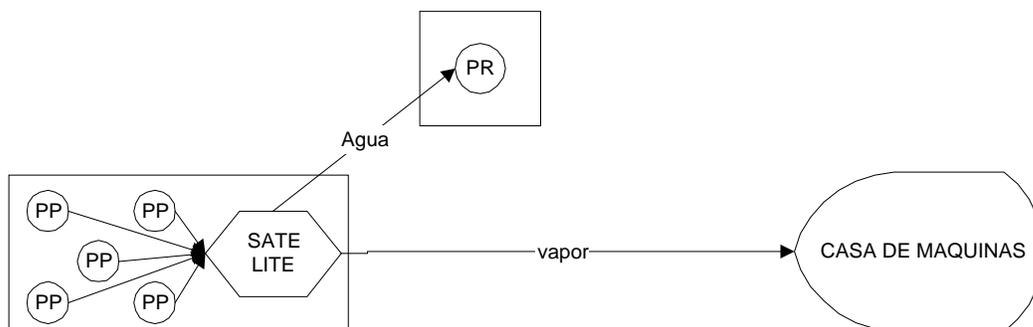
Diseño de Cementos		
ETAPA I	Lechada 1	
	Cemento	100%
	Harina Silica	35%
	CFR-2	0%
	Hallad 22A	0%
ETAPA II	Lechada de cola	
	Cemento H	100%
	Harina Silica	35%
	CFR-2	0.30%
	Hallad 22A	0.40%
	Lechada de relleno	
	Cemento H	100%
	Harina silica	35%
	Esferelita	15%
	Bentonita	1.54%
ETAPA III	Lechada de producción	
	Cemento H	100%
	Harina Silica	35%
	CFR-2	0.30%
	Hallad 22A	0.40%

Apéndice B

Esquema comparativo perforación vertical vs direccional



Modelo de sistema superficial para la explotación utilizado en el Campo Geotérmico Miravalles



Modelo de sistema superficial de explotación utilizado perforación direccional

Figura 28 Modelo comparativo simplificado entre la explotación de campos geotérmicos usando el método de perforación vertical y usando perforación direccional. Nótese la diferencia en cuanto al número de plataformas, necesidad de líneas de conducción y caminos de acceso. (Imagen Visio).

Anexos

Anexo 1

[Ley Orgánica del ambiente](#)

LEY ORGÁNICA DEL AMBIENTE N° 7554

LA ASAMBLEA LEGISLATIVA DE LA REPÚBLICA
DE COSTA RICA

DECRETA:

CAPÍTULO I

Disposiciones Generales

Artículo 1°- Objetivos

La presente ley procurará dotar a los costarricenses y al Estado, de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

El Estado, mediante la aplicación de esta ley, defenderá y preservará ese derecho, en busca de un mayor bienestar para todos los habitantes de la Nación. Se define como ambiente el sistema constituido por los diferentes elementos naturales que lo integran y sus interacciones e interrelaciones con el ser humano.

Artículo 2°- Principios

Los principios que inspira esta ley son los siguientes:

- a) El ambiente es patrimonio común de todos los habitantes de la Nación, con las excepciones que establezcan la [Constitución Política](#), los convenios internacionales y las leyes. El Estado y los particulares deben participar en su conservación y utilización sostenibles, que son de utilidad pública e interés social.
- b) Todos tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente sostenible para desarrollarse, así como el deber de conservarlo, según el artículo 50 de nuestra Constitución Política.
- c) El Estado velará por la utilización racional de los elementos ambientales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio nacional. Asimismo, está obligado a propiciar un desarrollo económico y ambientalmente sostenible, entendido como el desarrollo que satisface las necesidades humanas básicas, sin comprometer las opciones de las generaciones futuras.

El Estado propiciará, por medio de sus instituciones, la puesta en práctica de un sistema de información con indicadores ambientales, destinados a medir la evolución y la correlación con los indicadores económicos y sociales del país.

Artículo 3°- Participación conjunta para cumplir objetivos

El Gobierno fijará un conjunto armónico e interrelacionado de objetivos, orientados a mejorar el ambiente y manejar adecuadamente los recursos naturales.

A estos objetivos deberán incorporarse decisiones y acciones específicas destinadas a su cumplimiento, con el respaldo de normas, instituciones y procedimientos que permitan lograr la funcionalidad de esas políticas.

Artículo 4°- Fines

Son fines de la presente ley:

- a) Fomentar y lograr la armonía entre el ser humano y su medio.
- b) Satisfacer las necesidades humanas básicas, sin limitar las opciones de las generaciones futuras.
- c) Promover los esfuerzos necesarios para prevenir y minimizar los daños que pueden causarse al ambiente.
- d) Regular la conducta humana, individual o colectiva, y la actividad pública o privada respecto del ambiente, así como las relaciones y las acciones que surjan del aprovechamiento y la conservación ambiental.
- e) Establecer los principios que orienten las actividades de la Administración Pública en materia ambiental, incluyendo los mecanismos de coordinación para una labor eficiente y eficaz.

Artículo 5°- Apoyo institucional y jurídico

Para desarrollar y aplicar los principios generales de esta ley, el sistema contará con los organismos institucionales y gubernamentales; también con las competencias que otras leyes asignen a las demás instituciones del Estado.

CAPÍTULO II

Participación Ciudadana

Artículo 6°- Participación de los habitantes

El Estado y las municipalidades, fomentarán la participación activa y organizada de los habitantes de la República, en la toma de decisiones y acciones tendientes a proteger y mejorar el ambiente.

Artículo 7°- Creación de los Consejos Regionales Ambientales

Se crean los Consejos Regionales Ambientales, adscritos al Ministerio del Ambiente y Energía; como máxima instancia regional desconcentrada, con participación de la sociedad civil, para el análisis, la discusión, la denuncia y el control de las actividades, los programas y los proyectos en materia ambiental.

Artículo 8°- Funciones

Las funciones de los Consejos Regionales Ambientales, son las siguientes:

- a) Promover, mediante actividades, programas y proyectos, la mayor participación ciudadana en el análisis y la discusión de las políticas ambientales que afecten la región.
- b) Analizar, discutir y pronunciarse sobre la conveniencia y la viabilidad de las actividades, los programas y los proyectos que en materia ambiental,

promueva el Ministerio del Ambiente y Energía o cualquier otro ente del Estado.

- c) Atender denuncias en materia ambiental y gestionar, ante los órganos pertinentes, las acciones respectivas.
- d) Proponer actividades, programas y proyectos que fomenten el desarrollo sostenible y la conservación del ambiente en la región.
- e) Desarrollar y poner en práctica actividades, programas y proyectos de educación, que fomenten las bases de una nueva actitud hacia los problemas del ambiente y sienten los fundamentos para consolidar una cultura ambiental.

Artículo 9°- Integración

Los Consejos Regionales Ambientales, estarán integrados de la siguiente manera:

- a) Uno de los gobernadores provinciales que atienden la región, quien lo presidirá.
- b) Un representante de la Liga de Municipalidades.
- c) Un representante de las organizaciones ecológicas.
- d) Un representante de cada uno de los Consejos Regionales relacionados con el ambiente que operen en la región.
- e) Un representante de los gobiernos estudiantiles de centros de enseñanza secundaria ubicados en la región.
- f) Un representante de las cámaras empresariales que operen o estén representadas en la región.

Artículo 10.- Sesiones de los Consejos

Los Consejos Regionales Ambientales se reunirán, en forma ordinaria, una vez al mes y, en forma extraordinaria, cuando sean convocados. Los miembros no percibirán ningún tipo de remuneración, su labor en el Consejo será ad honórem, durarán en sus cargos dos años y podrán ser reelegidos.

Artículo 11.- Nombramiento de miembros

Los miembros de este Consejo serán escogidos por el Ministerio del Ambiente y Energía, de una terna que presentarán los sectores mencionados en el artículo 9 de esta ley.

CAPÍTULO III Educación e Investigación Ambiental

Artículo 12.- Educación

El Estado, las municipalidades y las demás instituciones, públicas y privadas, fomentarán la inclusión permanente de la variable ambiental en los procesos educativos, formales y no formales, de los programas de todos los niveles. El objeto será adoptar una cultura ambiental par alcanzar el desarrollo sostenible.

Artículo 13.- Fines de la educación ambiental

La educación ambiental relacionará los problemas del ambiente con las preocupaciones locales y la política nacional de desarrollo; además, incorporará el enfoque interdisciplinario y la cooperación como principales fórmulas de solución, destinadas a promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.

Artículo 14.- Participación de medios de comunicación colectiva

Los organismos estatales encargados de dictar las políticas ambientales promoverán la creación de los instrumentos necesarios para que los medios de comunicación colectiva, con base en la función social que ejercen, favorezcan la formación de una cultura ambiental hacia el desarrollo sostenible de los habitantes de la Nación.

Artículo 15.- Investigaciones y tecnología

El Estado y sus instituciones promoverán permanentemente la realización de estudios e investigaciones sobre el ambiente. Se ocuparán de divulgarlos y apoyarán el desarrollo y la aplicación apropiados de tecnologías modernas y ambientalmente sanas.

Artículo 16.- Copias de informes de investigaciones

Sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual y lo que disponga la legislación vigente, los investigadores quedan obligados a entregar, al Consejo Nacional de Investigaciones en Ciencia y Tecnología, una copia de sus informes finales en materia ambiental cuando sus investigaciones:

- a) Hayan sido financiadas total o parcialmente por el Estado.
- b) Se realicen en terrenos o instalaciones estatales.
- c) Se lleven a cabo mediante instituciones u organizaciones nacionales e internacionales apoyadas por el Estado.

CAPÍTULO IV Impacto Ambiental

Artículo 17.- Evaluación de impacto ambiental

Las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental creada en esta ley. Su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos. Las leyes y los reglamentos indicarán cuáles actividades, obras o proyectos requerirán la evaluación de impacto ambiental.

Artículo 18.- Aprobación y costo de las evaluaciones

La aprobación de las evaluaciones de impacto ambiental, deberá gestionarse ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental; estas evaluaciones deberán ser realizadas por un equipo interdisciplinario de profesionales, inscritos y autorizados por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, de conformidad con las

guías elaboradas por ella. El costo de las evaluaciones de impacto ambiental correrá por cuenta del interesado.

Artículo 19.- Resoluciones

Las resoluciones de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental deberán ser fundadas y razonadas. Serán obligatorias tanto para los particulares, como para los entes y organismos públicos.

Artículo 20.- Cumplimiento de las resoluciones

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental establecerá instrumentos y medios para dar seguimiento al cumplimiento de las resoluciones de la evaluación de impacto ambiental. En los casos de violación de su contenido, podrá ordenar la paralización de las obras. El interesado, el autor del estudio y quienes lo aprueben, serán, directa y solidariamente, responsables por los daños que se causen.

Artículo 21.- Garantía de cumplimiento

En todos los casos de actividades, obras o proyectos sujetos a la evaluación de impacto ambiental, el organismo evaluador fijará el monto de la garantía de cumplimiento de las obligaciones ambientales que deberá rendir el interesado. Esta garantía será hasta del uno por ciento (1%) del monto de la inversión. Cuando la actividad no requiera construir infraestructura, el porcentaje se fijará sobre el valor del terreno involucrado en el proyecto.

La garantía debe ser de dos tipos:

- a) De cumplimiento durante el diseño y la ejecución del proyecto.
- b) De funcionamiento para el período, que puede oscilar de cinco a diez años, dependiendo del impacto del proyecto y del riesgo de la población de sus alrededores.

La garantía de cumplimiento se mantendrá vigente durante la ejecución o la operación de la obra, la actividad o el proyecto y se revisará anualmente para ajustarla a los requerimientos de la protección ambiental.

Artículo 22.- Expediente de la evaluación

Las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, tendrán el derecho a ser escuchadas por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, en cualquier etapa del proceso de evaluación y en la fase operativa de la obra o el proyecto. Las observaciones de los interesados serán incluidas en el expediente y valoradas para el informe final.

Dentro de los cinco días hábiles siguientes al recibo de una evaluación de impacto ambiental, la Secretaría Técnica Nacional Ambiental remitirá un extracto de ella a las municipalidades, en cuya jurisdicción se realizará la obra, la actividad o el proyecto. Asimismo, le dará profusa divulgación, por los medios de comunicación colectiva, a la lista de estudios sometidos a su consideración.

Artículo 23.- Publicidad de la información

La información contenida en el expediente de la evaluación de impacto ambiental será de carácter público y estará disponible para ser consultada por cualquier persona u organización.

No obstante, los interesados podrán solicitar que se mantenga en reserva información integrada al estudio, si de publicarse afectare derechos de propiedad industrial.

Artículo 24.- Consulta de expedientes

Los criterios técnicos y los porcentajes de ponderación para analizar los estudios de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, deben ser de conocimiento público.

CAPÍTULO V Protección y mejoramiento del ambiente en asentamientos humanos

Artículo 25.- Integración de programas

La autoridad competente adoptará las medidas necesarias para que los programas de salud pública dirigidos a la población coincidan con los dirigidos al ambiente humano, a fin de lograr una mejor salud integral.

Artículo 26.- Acciones prioritarias

La autoridad competente otorgará prioridad a las acciones tendientes a la protección y el mejoramiento del ambiente humano. Para ello,

- a) Promoverá la investigación científica permanente en materia de epidemiología ambiental.
- b) Velará por el control, la prevención y la difusión de los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que afecten el bienestar físico, psíquico y social de la población y el equilibrio ambiental.
- c) Propiciará el establecimiento de áreas verdes comunales y de recreación, necesarias para el disfrute sano y espiritual de los residentes en los asentamientos humanos.

Artículo 27.- Criterios

Para proteger y mejorar el ambiente humano, se considerarán los siguientes aspectos fundamentales:

- a) Edificaciones.
- b) Centros de trabajo.
- c) Sustancias tóxicas o peligrosas y desechos en general.
- d) Productos y materias que entren en contacto directo con el cuerpo humano.
- e) Fauna nociva para el hombre.
- f) Actividades o factores sociales inadecuados para el desenvolvimiento humano.

CAPÍTULO VI Ordenamiento Territorial

Artículo 28.- Políticas del ordenamiento territorial

Es función del Estado, las municipalidades y los demás entes públicos, definir y ejecutar políticas nacionales de ordenamiento territorial, tendientes a regular y promover los asentamientos humanos y las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico-espacial, con el fin de lograr la armonía entre el mayor bienestar de la población, el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del ambiente.

Artículo 29.- Fines

Para el ordenamiento territorial en materia de desarrollo sostenible, se considerarán los siguientes fines:

- a) Ubicar, en forma óptima, dentro del territorio nacional las actividades productivas, los asentamientos humanos, las zonas de uso público y recreativo, las redes de comunicación y transporte, las áreas silvestres y otras obras vitales de infraestructura, como unidades energéticas y distritos de riego y avenamiento.
- b) Servir de guía para el uso sostenible de los elementos del ambiente.
- c) Equilibrar el desarrollo sostenible de las diferentes zonas del país.
- d) Promover la participación activa de los habitantes y la sociedad organizada, en la elaboración y la aplicación de los planes de ordenamiento territorial, y en los planes reguladores de las ciudades, para lograr el uso sostenible de los recursos naturales.

Artículo 30.- Criterios para el ordenamiento

Para el ordenamiento territorial nacional, se considerarán, entre otros, los siguientes criterios:

- a) El respeto por las características culturales, históricas y sociales de las poblaciones humanas involucradas y su distribución actual sobre el territorio.
- b) Las proyecciones de población y recursos.
- c) Las características de cada ecosistema.
- d) Los recursos naturales, renovables y no renovables, las actividades económicas predominantes, la capacidad de uso de los suelos y la zonificación por productos y actividades agropecuarias, en razón de consideraciones ecológicas y productivas.
- e) El efecto de las actividades humanas y los fenómenos naturales sobre el ambiente.
- f) El equilibrio que necesariamente debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales.
- g) La diversidad del paisaje.
- h) La infraestructura existente.

Artículo 31.- Desarrollo urbanístico

Para lo dispuesto en el artículo 29 anterior, se promoverá el desarrollo y el reordenamiento de las ciudades, mediante el uso intensivo del espacio urbano, con el fin de liberar y conservar recursos para otros usos o para la expansión residencial futura.

CAPÍTULO VII

Áreas silvestres protegidas

Artículo 32.- Clasificación de las áreas silvestres protegidas

El Poder Ejecutivo, por medio del Ministerio del Ambiente y Energía, podrá establecer áreas silvestres protegidas, en cualquiera de las categorías de manejo que se establezcan y en las que se señalan a continuación:

- a) Reservas forestales.
- b) Zonas protectoras.
- c) Parques nacionales.
- d) Reservas biológicas.
- e) Refugios nacionales de vida silvestre.
- f) Humedales.
- g) Monumentos naturales.

Esas categorías de manejo y las que se creen en el futuro, serán administradas por el Ministerio del Ambiente y Energía, salvo las establecidas en el artículo 33 de esta ley. Las municipalidades deben colaborar en la preservación de estas áreas.

Artículo 33.- Monumentos naturales

Se crean los monumentos naturales como áreas que contengan uno o varios elementos naturales de importancia nacional. Consistirán en lugares y objetos naturales que, por su carácter único o excepcional, su belleza escénica, o su valor científico, se resuelva incorporarlos a un régimen de protección. Los monumentos naturales serán creados por el Ministerio del Ambiente y Energía y administrados por las municipalidades respectivas.

Artículo 34.- Medidas preventivas

En las áreas silvestres protegidas propiedad del Estado, corresponde al Ministerio del Ambiente y Energía, adoptar medidas adecuadas para prevenir o eliminar, tan pronto como sea posible, el aprovechamiento o la ocupación en toda el área y para hacer respetar las características ecológicas, geomorfológicas y estéticas que han determinado su establecimiento.

Artículo 35.- Objetivos

La creación, la conservación, la administración, el desarrollo y la vigilancia de las áreas protegidas, tendrán como objetivos:

- a) Conservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.
- b) Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.
- c) Asegurar el uso sostenible de los ecosistemas y sus elementos, fomentando la activa participación de las comunidades vecinas.

- d) Promover la investigación científica, el estudio de los ecosistemas y su equilibrio, así como el conocimiento y las tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos naturales del país y su conservación.
- e) Proteger y mejorar las zonas acuíferas y las cuencas hidrográficas, para reducir y evitar el impacto negativo que puede ocasionar su mal manejo.
- f) Proteger los entornos naturales y paisajísticos de los sitios y centros históricos y arquitectónicos, de los monumentos nacionales, de los sitios arqueológicos y de los lugares de interés histórico y artístico de importancia para la cultura y la identidad nacional.

Artículo 36.- Requisitos para crear nuevas áreas

Para crear áreas silvestres protegidas propiedad del Estado, cualquiera sea la categoría de manejo que él establezca, deberá cumplirse previamente con lo siguiente:

- a) Estudios preliminares fisiogeográficos, de diversidad biológica y socioeconómicos, que la justifiquen.
- b) Definición de objetivos y ubicación del área.
- c) Estudio de factibilidad técnica y tenencia de la tierra.
- d) Financiamiento mínimo para adquirir el área, protegerla y manejarla.
- e) Confección de planos.
- f) Emisión de la ley o el decreto respectivo.

Artículo 37.- Facultades del Poder Ejecutivo

Al establecer áreas silvestres protegidas, cualquiera sea su categoría de manejo, el Poder Ejecutivo, por medio del Ministerio del Ambiente y Energía, queda facultado para incluir, dentro de sus límites, las fincas o partes de fincas particulares necesarias para cumplir con los objetivos señalados en esta ley y para instrumentarlos de acuerdo con el respectivo plan de manejo o crear las servidumbres legales para la protección ecológica y el cumplimiento de la presente ley.

Cuando se trate de parques nacionales, reservas biológicas o refugios nacionales de vida silvestre estatales, los terrenos serán adquiridos por compra, expropiación o ambos procedimientos, previa indemnización. En los casos de reservas forestales, zonas protectoras, refugios de vida silvestre mixtos y humedales, los predios o sus partes también podrán comprarse o expropiarse, salvo que, por requerimiento del propietario, se sometan voluntariamente al régimen forestal. Esa sujeción será inscrita en el Registro Público de la Propiedad, como una afectación al inmueble, que se mantendrá durante el tiempo establecido en el plan de manejo.

Las fincas particulares afectadas, según lo dispuesto en este artículo, por encontrarse en parques nacionales, reservas biológicas y refugios de vida silvestre, sólo quedarán comprendidas dentro de las áreas silvestres protegidas estatales, a partir del momento en que se haya efectuado legalmente el pago o la expropiación, salvo cuando se sometan voluntariamente al régimen forestal.

Se faculta al Poder Ejecutivo para que, por medio del Ministerio del Ambiente y Energía, realice las expropiaciones, contempladas en este artículo, de

conformidad con lo establecido en la [Ley de Expropiaciones](#) N° 7495 del 3 de mayo de 1995.

Artículo 38.- Reducción de las áreas silvestres protegidas

La superficie de las áreas silvestres protegidas, patrimonio natural del Estado, cualquiera sea su categoría de manejo, sólo podrá reducirse por Ley de la República, después de realizar los estudios técnicos que justifiquen esta medida.

CAPÍTULO VIII

Recursos marinos, costeros y humedales

Artículo 39.- Definición de recursos marinos y costeros

Se entiende por recursos marinos y costeros, las aguas del mar, las playas, los playones y la franja del litoral, las bahías, las lagunas costeras, los manglares, los arrecifes de coral, los pastos marinos, es decir praderas de fanerógamas marinas, los estuarios, las bellezas escénicas y los recursos naturales, vivos o no, contenidos en las aguas del mar territorial y patrimonial, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental y su zócalo insular.

Artículo 40.- Definición de humedales

Los humedales son los ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces, salobres o salados, incluyendo las extensiones marinas hasta el límite posterior de fanerógamas marinas o arrecifes de coral o, en su ausencia, hasta seis metros de profundidad en marea baja.

Artículo 41.- Interés público

Se declaran de interés público los humedales y su conservación, por ser de uso múltiple, estén o no estén protegidos por las leyes que rijan esta materia.

Artículo 42.- Delimitación de zonas protegidas

El Ministerio del Ambiente y Energía, en coordinación con las instituciones competentes, podrá delimitar zonas de protección de determinadas áreas marinas, costeras y humedales, las cuales se sujetarán a planes de ordenamiento y manejo, a fin de prevenir y combatir la contaminación o la degradación de estos ecosistemas.

Artículo 43.- Obras e infraestructura

Las obras o la infraestructura se construirán de manera que no dañen los ecosistemas citados en los artículos 51 y 52 de esta ley. De existir posible daño, deberá realizarse una evaluación de impacto ambiental.

Artículo 44.- Obligatoriedad de la evaluación

Para realizar actividades que afecten cualquiera de los ecosistemas citados en los artículos 51 y 52 de esta ley o amenacen la vida dentro de un hábitat de esa naturaleza, el Ministerio del Ambiente y Energía exigirá al interesado una evaluación de impacto ambiental.

Artículo 45.- Prohibición

Se prohíben las actividades orientadas a interrumpir los ciclos naturales de los ecosistemas de humedal, como la construcción de diques que eviten el flujo de aguas marinas o continentales, drenajes, desecamiento, relleno o cualquier otra alteración que provoque el deterioro y la eliminación de tales ecosistemas.

CAPÍTULO IX Diversidad biológica

Artículo 46.- Soberanía del Estado sobre la diversidad biológica

El Estado ejercerá la soberanía sobre la diversidad biológica, como parte de su patrimonio natural. Son de interés público las actividades destinadas a conservar, mejorar y, en lo posible, a recuperar la diversidad biológica del territorio nacional; también las dirigidas a asegurar su uso sostenible. Para ejecutarlas, se tomarán en cuenta los parámetros definidos por el Poder Ejecutivo, así como los siguientes criterios:

- a) La protección y la conservación de los ecosistemas naturales, la diversidad de las especies, la diversidad genética en el territorio nacional y la vigilancia de las zonas de reproducción.
- b) El manejo de la diversidad biológica integrado a la planificación de cualquier actividad relativa a los elementos del ambiente.
- c) La protección y el desarrollo de técnicas reproductoras de especies endémicas, en peligro o en vías de extinción, para recuperar su estabilidad poblacional.
- d) El uso de la investigación y la monitoria para definir estrategias y programas de protección y manejo de los hábitat o las especies.
- e) La promoción del fortalecimiento y el fomento de estaciones biológicas para el estudio, la recuperación y el repoblamiento de especies silvestres de flora y fauna.
- f) La reproducción controlada de especies con fines científicos, sociales y económicos.

Artículo 47.- Actividades de interés público

La investigación, la explotación y la comercialización de la diversidad biológica deberán reconocerse como actividades de interés público. La explotación y la comercialización de la flora y la fauna silvestres como bienes de dominio público, serán reguladas por el Estado.

CAPÍTULO X Recurso forestal

Artículo 48.- Deber del Estado

Es obligación del Estado conservar, proteger y administrar el recurso forestal. Para esos efectos, la ley que se emita deberá regular lo relativo a la producción, el aprovechamiento, la industrialización y el fomento de estos recursos, garantizando su uso sostenible, así como la generación de empleo y el mejoramiento del nivel de vida de los grupos sociales directamente relacionados con las actividades silviculturales.

CAPÍTULO XI

Aire

Artículo 49.- Utilización

El aire es patrimonio común y debe utilizarse sin lesionar el interés general de los habitantes de la Nación. Para tal fin,

- a) La calidad del aire, en todo el territorio nacional, debe satisfacer, por lo menos, los niveles permisibles de contaminación fijados por las normas correspondientes.
- b) Las emisiones directas o indirectas, visibles o invisibles, de contaminantes atmosféricos, particularmente los gases de efecto invernadero y los que afecten la capa de ozono, deben reducirse y controlarse, de manera que se asegure la buena calidad del aire.

CAPÍTULO XII

Agua

Artículo 50.- Dominio público del agua

El agua es de dominio público, su conservación y uso sostenible son de interés social.

Artículo 51.- Criterios

Para la conservación y el uso sostenible del agua, deben aplicarse entre otros, los siguientes criterios:

- a) Proteger, conservar y, en lo posible, recuperar los ecosistemas acuáticos y los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico.
- b) Proteger los ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico.
- c) Mantener el equilibrio del sistema agua, protegiendo cada uno de los componentes de las cuencas hidrográficas.

Artículo 52.- Aplicación de criterios

Los criterios mencionados en el artículo anterior, deben aplicarse:

- a) En la elaboración y la ejecución de cualquier ordenamiento de recurso hídrico.
- b) En el otorgamiento de concesiones y permisos para aprovechar cualquier componente del régimen hídrico.
- c) En el otorgamiento de autorizaciones para la desviación, el trasvase o la modificación de cauces.
- d) En la operación y la administración de los sistemas de agua potable, la recolección, la evacuación y la disposición final de aguas residuales o de desecho, que sirvan a centros de población e industriales.

CAPÍTULO XIII

Suelo

Artículo 53.- Criterios

Para proteger y aprovechar el suelo, se considerarán, entre otros, los siguientes criterios:

- a) La relación adecuada entre el uso potencial y la capacidad económica del suelo y el subsuelo.
- b) El control de prácticas que favorezcan la erosión y otras formas de degradación.
- c) Las prácticas u obras de conservación de suelos y aguas que prevengan el deterioro del suelo.

Artículo 54.- Aplicación de criterios

Los criterios para proteger y aprovechar el suelo se considerarán:

- a) En la determinación de usos, reservas y destinos del suelo.
- b) En los servicios de apoyo, de naturaleza crediticia, técnica o investigativa, que otorgue la Administración Pública a las actividades ligadas al uso del suelo.
- c) En los planes, los programas y los proyectos de conservación y uso de los suelos.
- d) En el otorgamiento, la modificación, la suspensión o la revocación de permisos, concesiones o cualquier otro tipo de autorización sobre el aprovechamiento del suelo y del subsuelo.

Artículo 55.- Restauración de suelos

El Estado deberá fomentar la ejecución de planes de restauración de suelos en el territorio nacional.

CAPÍTULO XIV Recursos energéticos

Artículo 56.- Papel del Estado

Los recursos energéticos constituyen factores esenciales para el desarrollo sostenible del país. El Estado mantendrá un papel preponderante y dictará las medidas generales y particulares, relacionadas con la investigación, la exploración, la explotación y el desarrollo de esos recursos, con base en lo dispuesto en el Plan Nacional de Desarrollo.

Artículo 57.- Aprovechamiento de recursos

El aprovechamiento de los recursos energéticos deberá realizarse en forma racional y eficiente, de tal forma que se conserve y proteja el ambiente.

Artículo 58.- Fuentes energéticas alternas

Para propiciar un desarrollo económico sostenible, la autoridad competente evaluará y promoverá la exploración y la explotación de fuentes alternas de energía, renovables y ambientalmente sanas.

CAPÍTULO XV Contaminación

Artículo 59.- Contaminación del ambiente

Se entiende por contaminación toda alteración o modificación del ambiente que pueda perjudicar la salud humana, atentar contra los recursos naturales o afectar el ambiente en general de la Nación. La descarga y la emisión de contaminantes, se ajustará, obligatoriamente, a las regulaciones técnicas que se emitan. El Estado adoptará las medidas que sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación ambiental.

Artículo 60.- Prevención y control de la contaminación

Para prevenir y controlar la contaminación del ambiente, el Estado, las municipalidades y las demás instituciones públicas, darán prioridad, entre otros, al establecimiento y operación de servicios adecuados en áreas fundamentales para la salud ambiental, tales como:

- a) El abastecimiento de agua para consumo humano.
- b) La disposición sanitaria de excretas, aguas servidas y aguas pluviales.
- c) La recolección y el manejo de desechos.
- d) El control de contaminación atmosférica.
- e) El control de la contaminación sónica.
- f) El control de sustancias químicas y radiactivas.

Estos servicios se prestarán en la forma que las leyes y los reglamentos específicos lo determinen, procurando la participación de la población y sus organizaciones.

Artículo 61.- Contingencias ambientales

La autoridad competente dictará las medidas preventivas y correctivas necesarias cuando sucedan contingencias por contaminación ambiental y otras que no estén contempladas en esta ley.

Artículo 62.- Contaminación atmosférica

Se considera contaminación de la atmósfera la presencia en ella y en concentraciones superiores a los niveles permisibles fijados, de partículas sólidas, polvo, humo, vapor, gases, malos olores, radiaciones, ruidos, ondas acústicas imperceptibles y otros agentes de contaminación que el Poder Ejecutivo defina como tales en el reglamento.

Artículo 63.- Prevención y control del deterioro de la atmósfera

Para evitar y controlar el deterioro atmosférico, el Poder Ejecutivo, previa consulta con los organismos representativos del sector productivo, emitirá las normas técnicas correspondientes y exigirá la instalación y operación de sistemas y equipos adecuados para prevenir, disminuir y controlar las emisiones que sobrepasen los límites permisibles.

Artículo 64.- Prevención de la contaminación del agua

Para evitar la contaminación del agua, la autoridad competente regulará y controlará que el manejo y el aprovechamiento no alteren la calidad y la cantidad de este recurso, según los límites fijados en las normas correspondientes.

Artículo 65.- Tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales de cualquier origen deberán recibir tratamiento antes de ser descargadas en ríos, lagos, mares y demás cuerpos de agua; además, deberán alcanzar la calidad establecida para el cuerpo receptor, según su uso actual y potencial y para su utilización futura en otras actividades.

Artículo 66.- Responsabilidad del tratamiento de los vertidos

En cualquier manejo y aprovechamiento de agua susceptibles de producir contaminación, la responsabilidad del tratamiento de los vertidos corresponderá a quien produzca la contaminación. La autoridad competente determinará la tecnología adecuada y establecerá los plazos necesarios para aplicarla.

Artículo 67.- Contaminación o deterioro de cuencas hidrográficas

Las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, estarán obligadas a adoptar las medidas adecuadas para impedir o minimizar la contaminación o el deterioro sanitario de las cuencas hidrográficas, según la clasificación de uso actual y potencial de las aguas.

Artículo 68.- Prevención de la contaminación del suelo

Es obligación de las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, evitar la contaminación del suelo por acumulación, almacenamiento, recolección, transporte o disposición final inadecuada de desechos y sustancias tóxicas o peligrosas de cualquier naturaleza.

Artículo 69.- Disposición de residuos contaminantes

En el manejo y aprovechamiento de los suelos, debe controlarse la disposición de los residuos que constituyan fuente de contaminación. Las actividades productivas evitarán descargas, depósitos o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en el suelo.

Cuando no se pueda evitar la disposición de residuos contaminantes, deberán acatarse las medidas correctivas necesarias que determine la autoridad competente. Cuando corresponda, el Estado, las municipalidades y la empresa privada promoverán la recuperación y el tratamiento adecuado de los desechos para obtener otros productos o subproductos.

Artículo 70.- Importación de desechos

Se prohíbe importar desechos de cualquier naturaleza, cuyo único objeto sea su depósito, almacenamiento, confinamiento o disposición final, así como el trasiego de desechos peligrosos y tóxicos por el territorio costarricense. Esta prohibición no regirá cuando los desechos señalados en el reglamento de esta ley, sean para reciclar o reutilizar, salvo los desechos radiactivos o tóxicos a los que no se permitirá el ingreso.

Artículo 71.- Contaminación visual

Se considerará contaminación visual, las acciones, obras o instalaciones que sobrepasen, en perjuicio temporal o permanente del paisaje, los límites

máximos admisibles por las normas técnicas establecidas o que se emitan en el futuro.

El Poder Ejecutivo dictará las medidas adecuadas y promoverá su ejecución mediante los organismos, los entes públicos y las municipalidades, para prevenir este tipo de contaminación.

Artículo 72.- Conservación del Paisaje

La autoridad competente promoverá que los sectores públicos y privados participen en la conservación del paisaje. Cuando para realizar una obra se necesite afectarlo, el paisaje resultante deberá ser, por lo menos, de calidad igual que el anterior.

CAPÍTULO XVI Producción Ecológica

Artículo 73.- Agricultura ecológica

Se entenderá por agricultura ecológica la que emplea métodos y sistemas compatibles con la protección y el mejoramiento ecológico sin emplear insumos o productos de síntesis química. La agricultura orgánica o biológica es sinónimo de agricultura ecológica.

El Estado promoverá la agricultura ecológica u orgánica como actividad complementaria a la agricultura y la agroindustria tradicional. El Ministerio de Agricultura y Ganadería será el ente rector de las políticas para este sector. Asimismo, incluirá la inscripción y el control de las agencias de certificación de productos.

Se impulsará la investigación científica y la transferencia de tecnología para que este sector pueda desarrollarse por la vía privada. Esta opción contribuirá al desarrollo sostenible, para detener las consecuencias en el mal uso de los agroquímicos, la contaminación ambiental y el deterioro de los recursos ecológicos.

Artículo 74.- Certificaciones

Para calificar un producto como ecológico, deberá tener una certificación otorgada por una agencia nacional o internacional acreditada ante el Estado costarricense.

Para la producción ecológica en fincas o la elaboración de bienes y productos en plantas industriales, se requerirá la certificación de una agencia acreditada. En el procesamiento o elaboración de bienes ecológicos, tanto las materias primas como los aditivos y los componentes secundarios, deberán estar igualmente certificados.

Artículo 75.- Productos orgánicos o en transición

Para calificar como orgánico un producto agrícola o un aparcera, no se le debe haber aplicado productos de síntesis química durante tres años por lo menos.

En caso contrario podrá calificarse sólo como producto en transición hasta que cumpla los tres años requeridos. Respecto a la calificación de productos

orgánicos o en transición, se seguirán las normas dictadas por los organismos internacionales de producción ecológica.

Artículo 76.- Comisión Nacional de Agricultura Ecológica

Se crea la Comisión Nacional de Agricultura Ecológica, como órgano asesor del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Estará integrada por los siguientes miembros honorarios:

- a) Un representante del Ministerio de Agricultura y Ganadería, quien la presidirá.
- b) Un representante de las universidades estatales, con experiencia en la transferencia de tecnología para agricultura orgánica y vinculado a ella.
- c) Tres representantes de las organizaciones de productores orgánicos de Costa Rica, que cumplan con los requisitos para calificar como tales de acuerdo con la normativa de la presente ley y su reglamento.
- d) Un representante de las cámaras empresariales, que desarrollen proyectos o programas para fomentar la agricultura orgánica.
- e) Un representante de agencias de certificación orgánica, acreditadas ante la instancia correspondiente en el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

CAPÍTULO XVII

Organización administrativa

Artículo 77.- Creación del Consejo Nacional Ambiental

Se crea el Consejo Nacional Ambiental como órgano deliberativo y de consulta, con funciones de asesoramiento al Presidente de la República en materia ambiental.

Artículo 78.- Funciones

Serán funciones del Consejo Nacional Ambiental las siguientes:

- a) Analizar, preparar y recomendar las políticas generales para el uso sostenible de los recursos naturales y del ambiente en general, así como las acciones de gobierno relativas a esos campos.
- b) Recomendar las políticas ambientales dentro de los procesos de planificación para el desarrollo, con el fin de asegurar la conservación del entorno global.
- c) Promover el desarrollo de sistemas y medios que garanticen la conservación de los elementos del ambiente, para integrarlos al proceso de desarrollo sostenible, con la participación organizada de las comunidades.
- d) Recomendar e impulsar políticas de desarrollo acordes con los principios establecidos en esta ley, para incorporar la variable ambiental en el proceso de desarrollo socioeconómico en corto, mediano y largo plazo.
- e) Proponer y promover las políticas para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas, orientadas al uso sostenible de los elementos ambientales.
- f) Conocer y aprobar los informes y el programa anual de trabajo de la Secretaría Ejecutiva del Consejo.
- g) Promover las reformas jurídicas pertinentes en materia ambiental.

- h) Preparar el informe anual sobre el estado del ambiente costarricense.
- i) Dictar su reglamento.
- j) Las labores necesarias para el mejor cumplimiento de sus fines.

Artículo 79.- Integración

El Consejo Nacional Ambiental estará integrado por:

- a) El Presidente de la República o, en su representación, el Ministro de la Presidencia, quien lo presidirá.
- b) El Ministro de Planificación Nacional y Política Económica.
- c) El Ministro de Ambiente y Energía.
- d) El Ministro de Salud.
- e) El Ministro de Agricultura y Ganadería.
- f) El Ministro de Educación Pública.
- g) El Ministro de Ciencia y Tecnología.

Para cumplir con sus fines, el Consejo podrá convocar la participación de cualquier otro ministro, asesor, consejero presidencial o jerarca de entes descentralizados o empresas públicas.

Artículo 80.- Sesiones

El Consejo se reunirá ordinariamente una vez al mes y, extraordinariamente, cuando el Presidente lo convoque. Se levantará un acta de los asuntos tratados en cada sesión.

Artículo 81.- Secretaría Ejecutiva

La Secretaría Ejecutiva del Consejo le corresponderá al Ministro del Ambiente y Energía, quien fijará las agendas, dará seguimiento a los acuerdos adoptados por el Consejo y los evaluará permanentemente. Asimismo, apoyará a los demás miembros en la preparación de ponencias y materiales técnicos que sustenten los asuntos por tratar.

Artículo 82.- Funciones de la Secretaría Ejecutiva

La Secretaría Ejecutiva del Consejo tendrá las siguientes funciones:

- a) Velar por la ejecución y el cumplimiento de las políticas generales y los demás acuerdos adoptados por el Consejo en el cumplimiento de sus funciones.
- b) Coordinar las acciones tendientes a la formulación y ejecución de programas que, en materia ambiental, desarrollen los entes y los órganos del Estado.
- c) Informar al Consejo sobre el avance de las acciones en materia ambiental, desarrolladas por los entes y órganos del Estado.
- d) Elaborar los informes y el programa anual de trabajo de la Secretaría Ejecutiva y someterlos oportunamente al conocimiento y la aprobación del Consejo.
- e) Confeccionar y llevar las actas del Consejo.
- f) Cualesquiera otras necesarias asignadas por el Consejo, de conformidad con la ley.

Artículo 83.- Creación de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental

Se crea la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, como órgano de desconcentración máxima del Ministerio del Ambiente y Energía, cuyo propósito fundamental será entre otros armonizar el impacto ambiental con los procesos productivos.

Artículo 84.- Funciones de la Secretaría Técnica

Las funciones de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental son las siguientes:

- a) Analizar las evaluaciones de impacto ambiental y resolverlas dentro de los plazos previstos por la Ley General de la [Administración Pública](#).
- b) Recomendar las acciones necesarias para minimizar el impacto sobre el medio, así como las técnicamente convenientes para recuperarlo.
- c) Atender e investigar las denuncias que se le presenten en lo relativo a la degeneración o al daño ambiental.
- d) Realizar las inspecciones de campo correspondientes antes de emitir sus acuerdos.
- e) Aprobar y presentar informes de labores al Ministro del Ambiente y Energía, en su calidad de Secretario Ejecutivo del Consejo.
- f) Elaborar guías para las actividades, obras y proyectos de evaluación de impacto ambiental, así como gestionar su disposición y divulgación.
- g) Recomendar al Consejo, mediante el Ministro del Ambiente y Energía, las políticas y los proyectos de ley sobre el ambiente, surgidos de los sectores de la actividad gubernamental.
- h) Fijar los montos de las garantías para cumplir con las obligaciones ambientales, los cuales deberán depositar los interesados, con la decidida periodicidad y el monto de los tratos.
Para rendir esas garantías se acata lo dispuesto en el reglamento de la Contratación Administrativa.
- i) Realizar labores de monotoría y velar por la ejecución de las resoluciones.
- j) Establecer fideicomisos, según lo estipulado en el inciso d) del artículo 93 de esta ley.
- k) Cualesquiera otras funciones necesarias para cumplir con sus fines.

Artículo 85.- Integración de la Secretaría Técnica

La Secretaría Técnica Nacional ambiental estará integrada por los siguientes miembros:

- a) Un representante del Ministerio del Ambiente y Energía, quien será el Secretario General.
- b) Un representante del Ministerio de Salud, con especialidad en ingeniería sanitaria.
- c) Un representante del Instituto Costarricense de Acueductos y alcantarillados, con especialidad en hidrología.
- d) Un representante del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con especialidad en agronomía.
- e) Un representante del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, con especialidad en ingeniería civil.

- f) Un representante del Instituto Costarricense de Electricidad, con especialidad en desarrollo energético.
- g) Un representante de las universidades estatales, con especialidad en biología.

Se autoriza a las instituciones enumeradas en este artículo, para que puedan destacar permanentemente a su representante en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental. Cuando lo requiera, esta Secretaría podrá solicitar ayuda técnica a otras instituciones del Estado.

Las resoluciones se tomarán por mayoría simple de sus miembros.

Artículo 86.- Eficiencia

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental deberá responder a las necesidades de eficiencia y eficacia en el análisis de las evaluaciones de impacto ambiental, de conformidad con las normas específicas, viables y funcionales para la conservación del ambiente orientada hacia el desarrollo sostenible.

Artículo 87.- Recursos

Cabrá recurso de revocatoria contra los acuerdos firmes de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental y de apelación ante el Ministro del Ambiente y Energía, de conformidad con lo establecido por la Ley General de la [Administración Pública](#).

Artículo 88.- Reglamentación y funcionarios

Los integrantes de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental serán funcionarios de tiempo completo, con dedicación exclusiva y prohibición para el ejercicio de sus actividades personales, profesionales o particulares. Serán nombrados por seis años y deberán dividirse en dos grupos para que la mitad de sus miembros se elija en el medio período. Sus deliberaciones y resoluciones se adoptarán en comisión plenaria, de conformidad con el reglamento de funcionamiento interno que el Poder Ejecutivo emitirá en el plazo de tres meses, contados a partir de la vigencia de esta ley. Su remoción sólo podrá ser acordada cuando exista falta grave o incumplimiento de lo que establecen ésta u otras leyes.

Artículo 89.- Inspecciones

Los miembros de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental deberán realizar inspecciones para verificar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en la materia, así como de las resoluciones que dicte esta Secretaría. Estas inspecciones deberán efectuarse periódicamente o cuando las autoridades competentes lo consideren conveniente. De todas las inspecciones se levantará un acta.

Artículo 90.- Deberes y derechos laborales de los miembros

Los miembros de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental estarán sujetos a las mismas obligaciones y gozarán de los mismos derechos laborales que la institución a la cual pertenecen.

Artículo 91.- Aporte de recursos

La Secretaría Técnica Nacional Ambiental contará con una unidad técnica-administrativa y las instituciones representadas en la Secretaría deberán aportar recursos humanos y logísticos para su funcionamiento normal. Para ello, deberán efectuar las reservas presupuestarias correspondientes.

CAPÍTULO XVIII Financiamiento

Artículo 92.- Presupuesto para la Secretaría Técnica

Para cumplir con los fines de esta ley, el Poder Ejecutivo incluirá, en el Presupuesto Nacional de la República, las reservas presupuestarias requeridas para el funcionamiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

Artículo 93.- Creación del Fondo Nacional Ambiental

Para alcanzar los fines de esta ley y financiar el desarrollo de los programas de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, se crea el Fondo Nacional Ambiental, cuyos recursos los constituirán:

- a) Legados y donaciones.
- b) Contribuciones de organismos nacionales e internacionales, privados o públicos, de acuerdo con los respectivos convenios.
- c) Garantías de cumplimiento ejecutadas, que se perciban con base en lo establecido en esta ley.
- d) Fondos puestos en fideicomiso, provenientes de convenios de préstamos internacionales para financiar actividades o proyectos relacionados con el ambiente.
- e) Ingresos procedentes de la venta de guías de evaluación de impacto ambiental, publicaciones y demás documentos necesarios para cumplir con los fines de la presente ley.

Artículo 94.- Utilización de los recursos

Los recursos del Fondo podrán utilizarse para contratar servicios personales en forma temporal, y servicios no personales; adquirir materiales, suministros, maquinarias, equipo, vehículos, repuestos y accesorios; comprar inmuebles y pagar por construcciones, adiciones, mejoras, transferencias corrientes de capital y asignaciones globales y, en general, para desarrollar los programas de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental; así como para sufragar los costos en que incurra la autoridad competente al realizar las obras o las actividades a las que se refiere el artículo 97 de esta ley.

Artículo 95.- Administración y supervisión del Fondo

Las sumas recaudadas serán remitidas a la caja única del Estado. El Ministerio del Ambiente y Energía, por medio de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, deberá presentar anualmente, al Ministerio de Hacienda, el anteproyecto de presupuesto de esos recursos, para cumplir con la programación de gastos corrientes de capital y objetivos fijados en esta ley.

En forma trimestral, el Ministerio de Hacienda realizará las transferencias o los desembolsos de la totalidad de los recursos recaudados al Fondo Nacional Ambiental.

En caso de incumplimiento de lo dispuesto en el párrafo precedente, el Ministerio del Ambiente, por medio de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, requerirá al Tesorero Nacional o, en su defecto, a su superior, para que cumpla con esta disposición. De no proceder, responderá personalmente y le será aplicable lo dispuesto en el artículo 330 del Código Penal.

Los ingresos que, según dispone esta ley, forman parte del Fondo Nacional Ambiental, serán depositados en un fondo patrimonial del Sistema Bancario Nacional.

Para cumplir con las funciones señaladas en esta ley, ese Ministerio, mediante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, podrá suscribir los contratos de administración que requiera.

Artículo 96.- Depósito de los fondos

Los recursos que no sean utilizados en el período vigente se constituirán en superávit del Fondo y podrán emplearse, mediante modificación presupuestaria, según los objetivos fijados en esta ley.

Artículo 97.- Autorización para contribuir

Se autoriza a las instituciones del Estado y a las municipalidades para incluir, en sus presupuestos, las partidas anuales que estimen convenientes con el propósito de contribuir a los programas y proyectos de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

CAPÍTULO XIX Sanciones

Artículo 98.- Imputación por daño al ambiente

El daño o contaminación al ambiente puede producirse por conductas de acción u omisión y les son imputables a todas las personas físicas o jurídicas que la realicen.

Artículo 99.- Sanciones administrativas

Ante la violación de las normativas de protección ambiental o ante conductas dañinas al ambiente claramente establecidas en esta ley, la Administración Pública aplicará las siguientes medidas protectoras y sanciones:

- a) Advertencia mediante la notificación de que existe un reclamo.
- b) Amonestación acorde con la gravedad de los hechos violatorios y una vez comprobados.
- c) Ejecución de la garantía de cumplimiento otorgada en la evaluación de impacto ambiental.
- d) Restricciones, parciales o totales, u orden de paralización inmediata de los actos que originan la denuncia.
- e) Clausura total o parcial, temporal o definitiva, de los actos o hechos que provocan la denuncia.

- f) Cancelación parcial, total, permanente o temporal, de los permisos, las patentes, los locales o las empresas que provocan la denuncia, el acto o el hecho contaminante o destructivo.
- g) Imposición de obligaciones compensatorias o estabilizadoras del ambiente o la diversidad biológica.
- h) Modificación o demolición de construcciones y obras que dañen el ambiente.
- i) Alternativas de compensación de la sanción, como recibir cursos educativos oficiales en materia ambiental; además, trabajar en obras comunales en el área del ambiente.

Estas sanciones podrán imponerse a particulares o funcionarios públicos, por acciones u omisiones violatorias de las normas de esta ley, de otras disposiciones de protección ambiental o de la diversidad biológica.

Artículo 100.- Legislación aplicable

La legislación penal, el Código Penal y las leyes especiales establecerán las figuras delictivas correspondientes para proteger el ambiente y la diversidad biológica.

Artículo 101.- Responsabilidad de los infractores

Sin perjuicio de las responsabilidades de otra naturaleza que les puedan resultar como partícipes en cualquiera de sus formas, los causantes de las infracciones a la presente ley o a las que regulan la protección del ambiente y la diversidad biológica, sean personas físicas o jurídicas, serán civil y solidariamente responsables por los daños y perjuicios causados. Solidariamente, también responderán los titulares de las empresas o las actividades donde se causen los daños, ya sea por acción o por omisión.

CAPÍTULO XX El contralor ambiental

Artículo 102.- Contralor del Ambiente

Se crea el cargo de Contralor del Ambiente, adscrito al despacho del Ministro del Ambiente y Energía, quien lo nombrará. Su tarea será vigilar la aplicación correcta de los objetivos de esta ley y de las que, por su naturaleza, le correspondan.

Estará obligado a denunciar cualquier violación de esta ley y las conexas, ante la Procuraduría Ambiental y de la Zona marítimo terrestre, así como ante el Ministerio Público.

CAPÍTULO XXI Tribunal Ambiental Administrativo

Artículo 103.- Creación del Tribunal Ambiental Administrativo

Se crea un Tribunal Ambiental Administrativo con sede en San José y competencia en todo el territorio nacional.

Será un órgano desconcentrado del Ministerio del Ambiente y Energía, con competencia exclusiva e independencia funcional en el desempeño de sus atribuciones. Sus fallos agotan la vía administrativa y sus resoluciones serán de acatamiento estricto y obligatorio.

Artículo 104.- Integración del Tribunal

El Tribunal Ambiental Administrativo estará integrado por tres miembros propietarios y tres suplentes, todos de nombramiento del Consejo Nacional Ambiental, por un período de seis años. Serán juramentados por el Presidente de este Consejo.

Artículo 105.- Requisitos de los miembros del Tribunal

Para ser miembro del Tribunal Ambiental Administrativo, se requiere ser profesional con experiencia en materia ambiental. Un miembro propietario y su respectivo suplente, deberán ser abogados.

Los miembros deben trabajar a tiempo completo y ser personas que, en razón de sus antecedentes, títulos profesionales y reconocida competencia en la materia, sean garantía de imparcialidad y acierto en el desempeño de sus funciones. Anualmente, este Tribunal elegirá de su seno un presidente, un vicepresidente y un secretario. El reglamento interno regulará su reposición por parte de los suplentes.

Artículo 106.- Principios jurídicos

El Tribunal Ambiental Administrativo deberá realizar sus funciones sujeto a los principios de oralidad, oficialidad, celeridad e inmediatez de la prueba. Deberá ajustar su actuación al procedimiento y las normas de funcionamiento establecidos en el presente código y, supletoriamente, a la Ley General de la Administración Pública, Libro Segundo, Capítulo “Del [Procedimiento Ordinario](#)”.

Artículo 107.- Contenido de la denuncia

La denuncia deberá contener:

- a) El nombre y el domicilio del denunciante y del denunciado, si se conoce.
- b) Los hechos o los actos realizados contra el ambiente.
- c) Pruebas, si existen.
- d) Indicación del lugar para notificaciones.

Artículo 108.- Procedimiento del Tribunal

Al recibir la denuncia, el Tribunal identificará al denunciante y siempre oír a la persona a quien pueda afectar el resultado de la denuncia, salvo si la gravedad del hecho denunciado amerita tomar medidas inmediatas. Posteriormente, podrá notificar el resultado.

Artículo 109.- Asesoramiento al Tribunal

El Tribunal Ambiental Administrativo tiene la obligación de asesorarse por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, cuando el caso planteado en la denuncia así lo amerite. También, puede ser asesorado por cualquier organismo, nacional e internacional o por personas físicas o jurídicas.

Artículo 110.- Celeridad del Trámite

De oficio, el Tribunal Ambiental Administrativo deberá impulsar el procedimiento y el trámite de los asuntos de su competencia, con la rapidez requerida por la situación afectada.

El fallo deberá dictarse en un término no mayor de treinta días: en casos especiales, el plazo podrá ampliarse hasta por treinta días más.

Se establece la obligación de la administración de dar respuesta pronta y cumplida.

Artículo 111.- Competencia del Tribunal

El Tribunal Ambiental Administrativo será competente para:

- a) Conocer y resolver, en sede administrativa, las denuncias establecidas contra todas las personas, públicas o privadas, por violaciones a la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales
- b) Conocer, tramitar y resolver, de oficio o a instancia de parte, las denuncias referentes a comportamientos activos y omisos que violen o amenacen violar las normas de la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales.
- c) Establecer, en vía administrativa, las indemnizaciones que puedan originarse en relación con los daños producidos por violaciones de la legislación tutelar del ambiente y los recursos naturales.
- d) Las resoluciones del Tribunal Ambiental Administrativo serán irrecurribles y darán por agotada la vía administrativa.

Artículo 112.- Plazos para el Tribunal

El trámite ante el Tribunal Ambiental Administrativo no estará sujeto a ninguna formalidad. La denuncia podrá presentarse por cualquier medio de comunicación, incluso oral. Cuando no sea escrita, deberá ratificarse durante los siguientes ocho días naturales.

Presentada la denuncia ante una autoridad que no sea el Tribunal Ambiental Administrativo, ésta deberá remitírsela al Tribunal para su atención y trámite en un término no mayor de tres días.

CAPÍTULO XXII

Disposiciones finales

Artículo 113.- Cartera crediticia ambiental

El Sistema Bancario Nacional podrá abrir una cartera crediticia ambiental destinada a financiar los costos de reducción de la contaminación en procesos productivos, mediante créditos a una tasa de interés preferencial que determinará el Banco Central de Costa Rica.

Cuando los procesos productivos impliquen el uso del suelo, para el financiamiento, el Sistema Bancario Nacional deberá exigir un plan de manejo y uso de las tierras de conformidad con capacidad de uso.

Artículo 114.- Premio Guayacán

Se crea el premio anual "GUAYACAN", que consistirá en una medalla de oro con un guayacán grabado, como símbolo de la lucha persistente por el mejoramiento del medio. Será otorgado una vez al año por el Presidente de la República a la persona, física o jurídica, nacional o extranjera, que demuestre haber contribuido en forma efectiva al mejoramiento del ambiente nacional.

Artículo 115.- Adiciones

Se adicionan las siguientes disposiciones:

- a) El artículo 48 bis a la Ley Orgánica del Ministerio de Salud, N°5412, del 8 de noviembre de 1973, el cual constituirá la Sección III, que se denominará "De los Servicios de Salud Ambiental" y estará en el Libro II. El texto dirá:
"Artículo 48 bis.- Las personas físicas o jurídicas, privadas o públicas, que requieran permisos o autorizaciones del Ministerio de Salud relativos al control de los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que afecten el ambiente humano, contribuirán económicamente con el pago del servicio, conforme a las normas que dicte ese Ministerio y con las limitaciones establecidas en la Ley de la [Administración Financiera](#) de la República."
- b) El artículo 70 bis a la Ley de Planificación Urbana, N°4240, del 15 de noviembre de 1968, cuyo texto dirá:
"Artículo 70 bis.- Las personas físicas o jurídicas, privadas o públicas, que requieran permisos o autorizaciones del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, relativos a la aprobación de anteproyectos, permisos de construcción, usos del suelo y segregaciones, así como cualquiera otros de su competencia, contribuirán económicamente con el pago del servicio, según las normas que dicte la Junta Directiva de ese Instituto y con las limitaciones estipuladas en la Ley de la [Administración Financiera](#) de la República."

Artículo 116.- Ministerio del Ambiente y Energía

El Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, creado por [Ley N°7152](#), se llamará en adelante Ministerio del Ambiente y Energía.

Artículo 117.- Reglamento

El Poder Ejecutivo reglamentará las disposiciones contenidas en esta ley dentro del plazo de tres meses, contados a partir de la vigencia de esta ley.

Artículo 118.- Vigencia

Rige a partir de su publicación.

Disposiciones Transitorias

Transitorio I.- Las evaluaciones de impacto ambiental que se encuentren en trámite al publicarse esta Ley Orgánica del Ambiente, continuarán su tramitación de acuerdo con las presentes disposiciones.

Transitorio II.- Previa consulta con los organismos representativos del sector productivo, los entes competentes establecerán los plazos prudenciales

para controlar y reducir la contaminación; asimismo, promoverán los medios, para que el sector productivo integre ambos procesos dentro de sus actividades.

Transitorio III.- La Comisión interinstitucional de control y evaluación de estudios de impacto ambiental, creada mediante el Decreto Ejecutivo N°23783-MIRENEM, del 28 de octubre de 1994, pasará a ser la Secretaría Técnica Nacional Ambiental que se crea mediante el artículo 83 de esta ley.

Transitorio IV.- Para cumplir con lo dispuesto en el artículo 88 de esta ley, cinco de los miembros nombrados cesarán en sus cargos cumplidos tres años de su nombramiento y los otros cinco permanecerán seis años. Todos podrán ser reelegidos y después de la reelección, serán nombrados por períodos de seis años.

Comuníquese al Poder Ejecutivo

Asamblea Legislativa.- San José, a los veintiocho días del mes de setiembre de mil novecientos noventa y cinco.- Antonio Alvarez Desanti, Presidente.- Alvaro Azofeifa Astúa, Primer Secretario.- Manuel Ant. Barrantes Rodríguez, Segundo Secretario.

Dado en la Presidencia de la República.- San José, a los cuatro días del mes de octubre de mil novecientos noventa y cinco.

Ejecútese y Publíquese

REBECA GRYNSPAN MAYUFIS.- El Ministro de Recursos Naturales, Energía y Minas a.i. Marco Antonio González Salazar.- 1 vez.- C-1200.- (60444).