

# MARCO REGULATORIO AMBIENTAL PARA GEOTERMIA EN EL SALVADOR

Luis A. Franco

Coordinador Unidad Ambiental

LaGeo S.A. de C.V.

Diciembre 2017

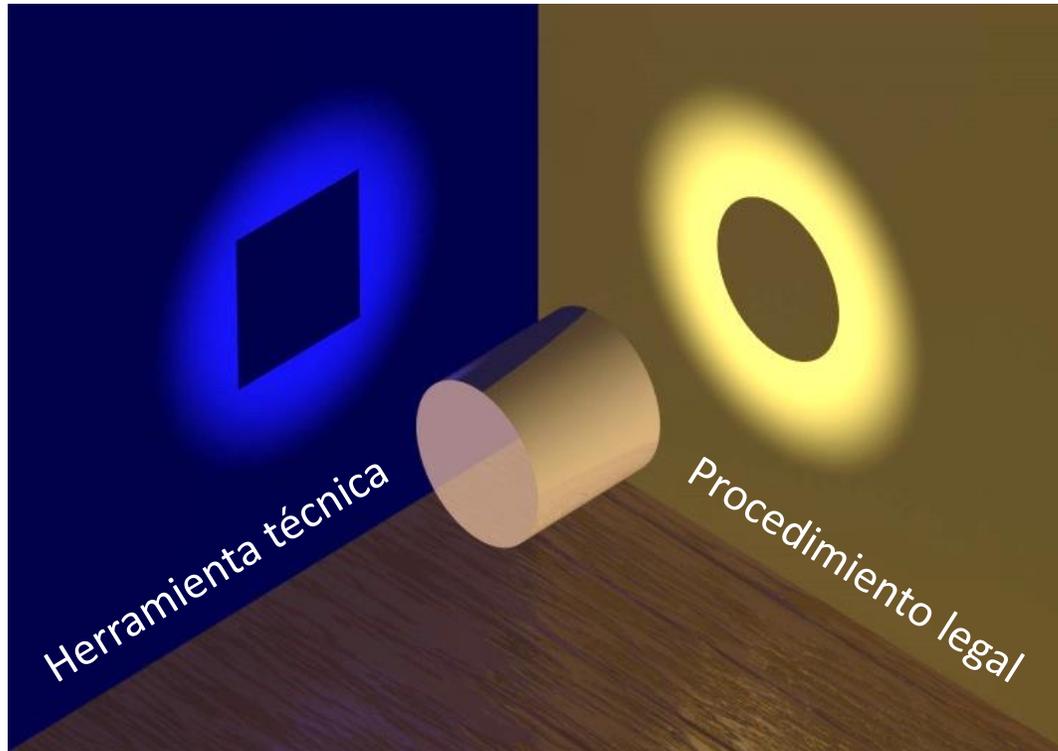
# CONTENIDO

- Conceptos de evaluación de impacto ambiental
- Geotermia y legislación ambiental en el salvador
- Proceso de EIA aplicada a proyectos geotérmicos
- EsIA de proyectos geotérmicos
- Conclusiones

# CONCEPTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

# CONCEPTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## ¿Qué es una EIA?

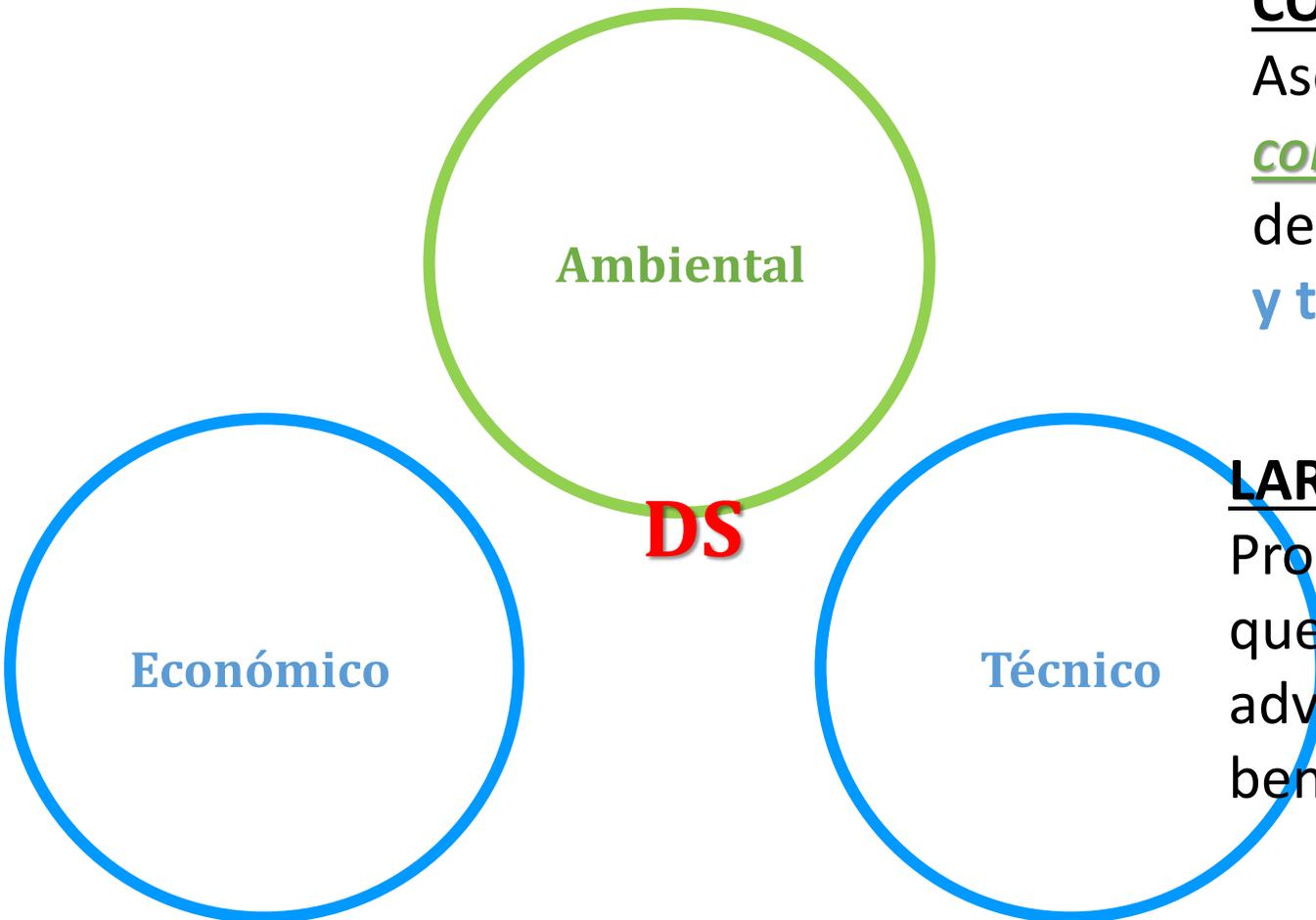


Herramienta técnica que *evalúa* los impactos ambientales que puede generar una intervención planificada (actividad, obra o proyecto) y *propone* las medidas (prevenir, mitigar o compensar) a fin de *ajustar* los impactos a *niveles de aceptabilidad*.

Procedimiento legal donde la autoridad competente toma la decisión de otorgar o no la viabilidad ambiental de la intervención solicitada, bajo términos y las condiciones establecidas en un acto administrativo (RFNEsIA/PA).

# CONCEPTOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## Objetivo de la EIA



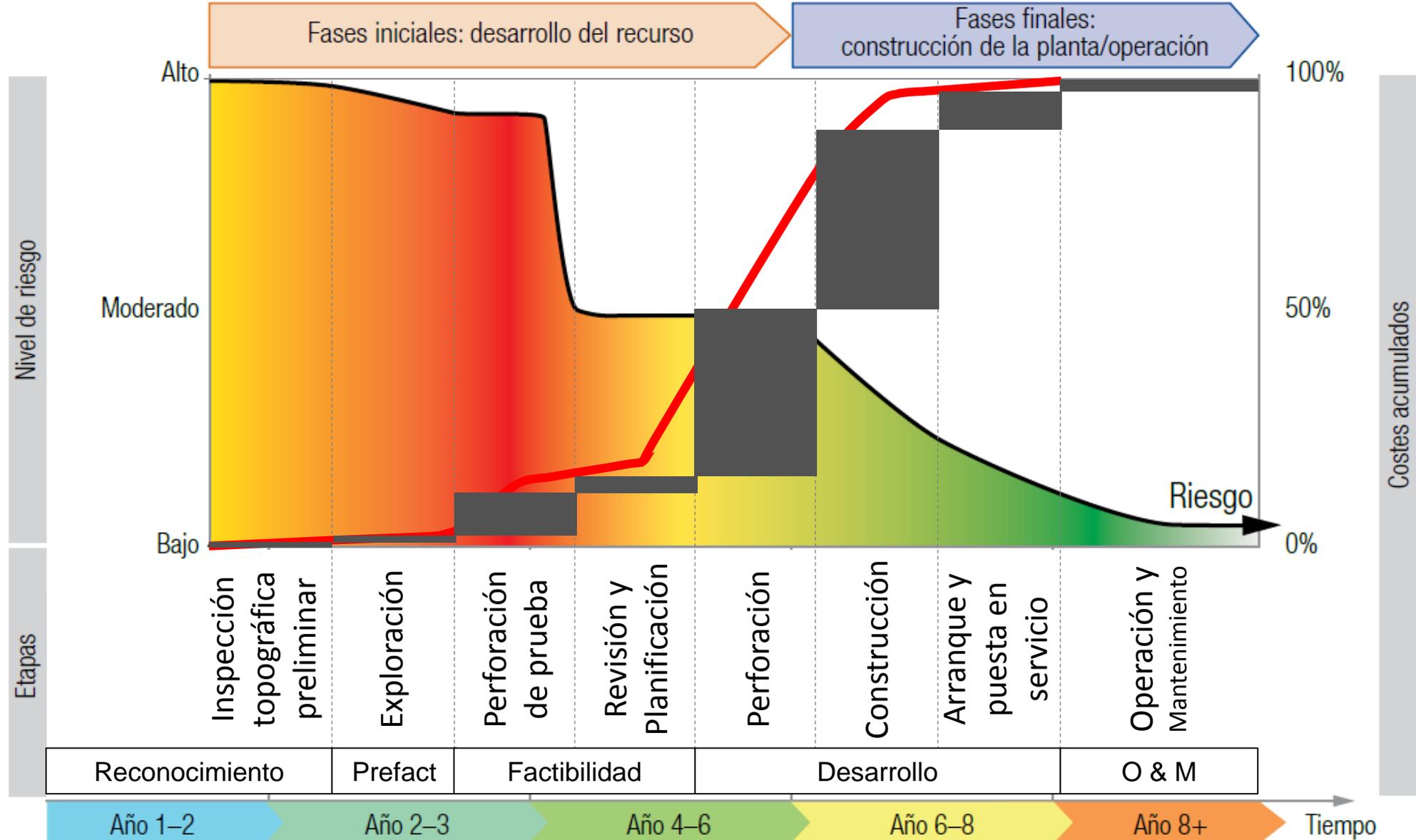
### CORTO PLAZO

Asegurar que los factores ambientales son considerados en el proceso de toma de decisiones junto con los **factores económicos y técnicos tradicionales** del proyecto.

### LARGO PLAZO

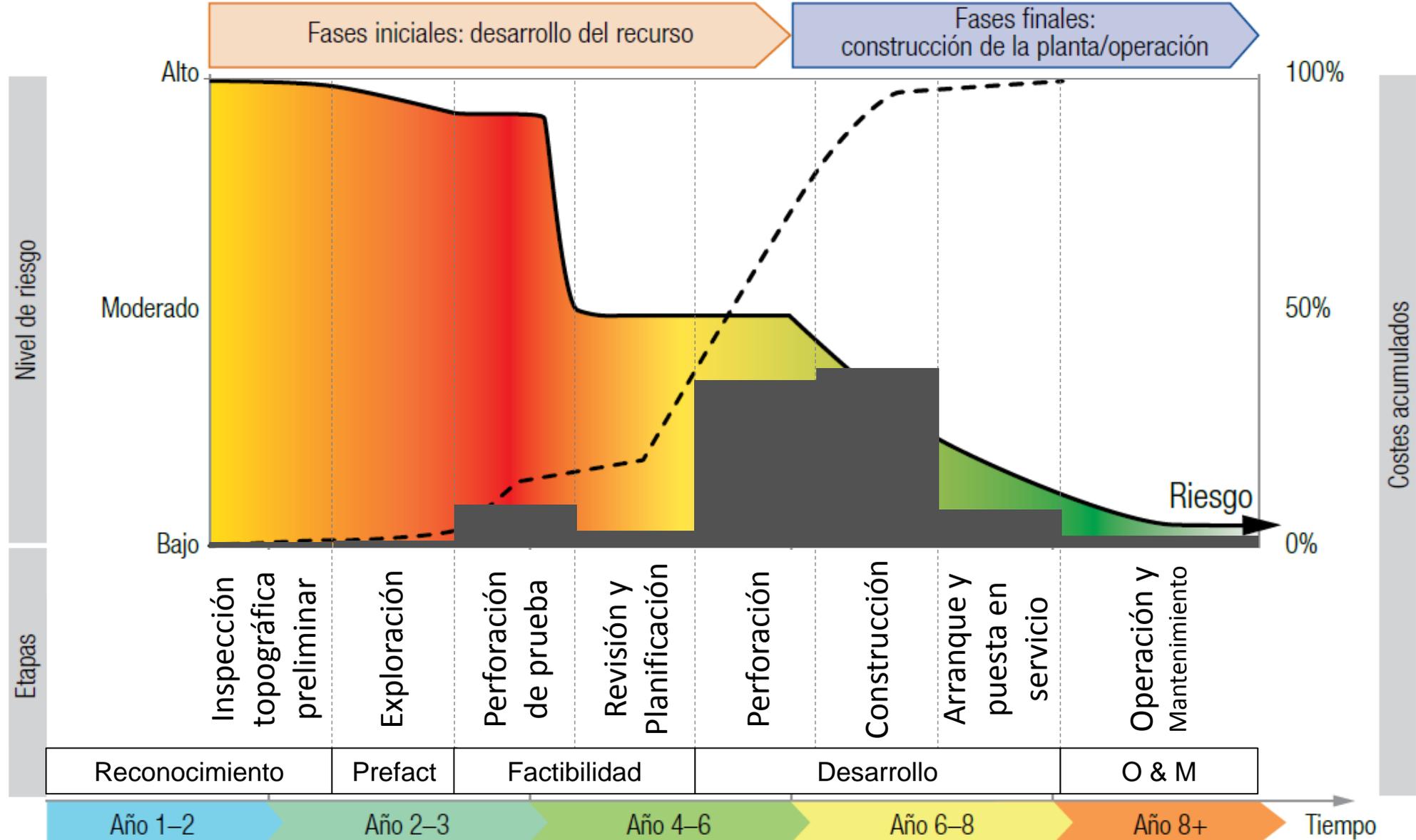
Promover el desarrollo sostenible garantizando que el proyecto evite o mitigue los impactos adversos e identifique oportunidades para los beneficios.

# FASES DEL DESARROLLO GEOTÉRMICO



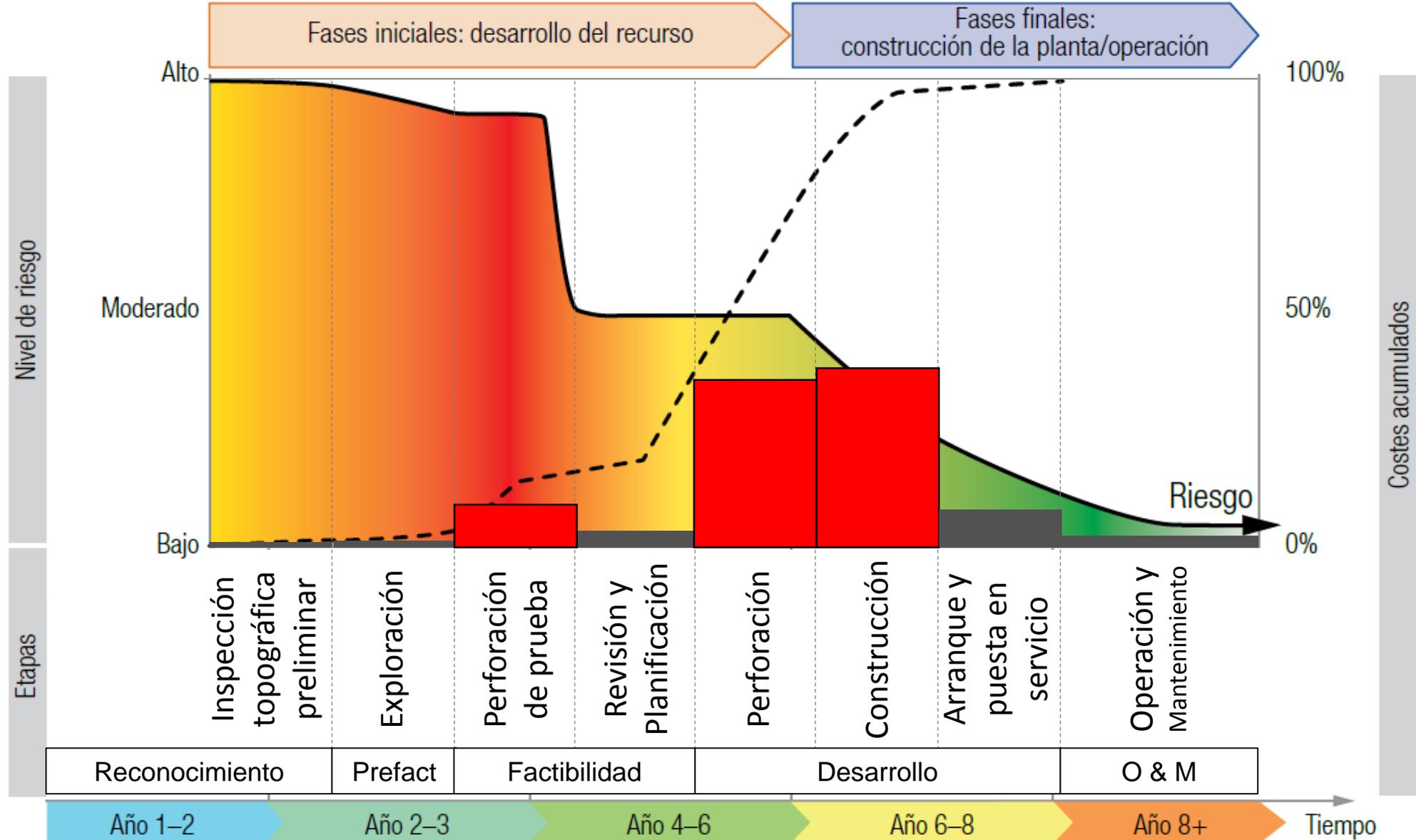
Fuente: Adaptado del Manual de Geotermia (ESMAP 2012).

# FASES DEL DESARROLLO GEOTÉRMICO



Fuente: Adaptado del Manual de Geotermia (ESMAP 2012).

# FASES DEL DESARROLLO GEOTÉRMICO



Fuente: Adaptado del Manual de Geotermia (ESMAP 2012).

# GEOTERMIA Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN EL SALVADOR

# GEOTERMIA Y LEGISLACION AMBIENTAL EN EL SALVADOR

## Antecedentes

1975 U-1 30 MW  
 1976 U-2 30 MW  
 1981 U-3 35 MW  
 1992 2U x 5 MW  
 1997 MARN  
 1998 LMA  
 1999 2U x 28 MW  
 1999 RGLMA

2000 DAx CGA/CGB

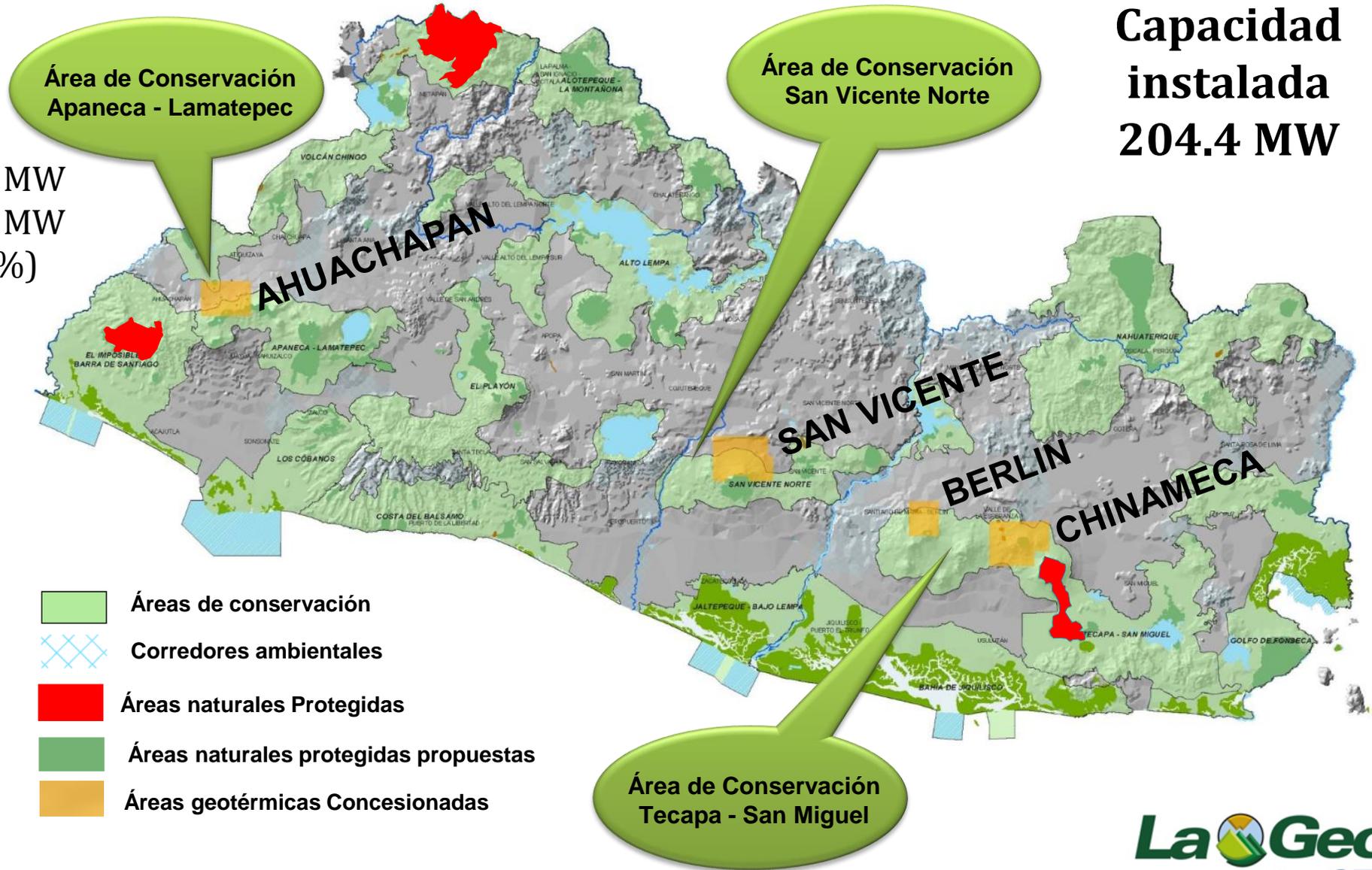
2007 U-3 44 MW  
 2008 CBB 9.4 MW

## A la fecha

42 años de generación  
 10 EsIA  
 ...EIA Planta SV y CHI

CGA 95 MW  
 CGB 56 MW  
 (73.9%)

Capacidad  
 instalada  
 204.4 MW



# JERARQUIA NORMATIVA SALVADOREÑA

## Constitución de la Republica de El Salvador Art. 117

*“Es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente para garantizar el desarrollo sostenible”* y declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional y restauración de los recursos naturales.



## MARN

Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales



## OBJETO DE LA LEY

Art.1 ... Proteger, conservar y recuperar el medio ambiente; el **uso sostenible de los recursos naturales** que permitan mejorar la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones; así como también, **normar la gestión ambiental**, pública y privada y la **protección ambiental** como obligación básica del Estado, los municipios y los habitantes en general; y **asegurar la aplicación de los tratados o convenios internacionales** celebrados por El Salvador en esta materia.

# PRINCIPIOS DE LA POLÍTICA NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Crear **cultura proteccionista**  
del medio ambiente

Incentivar la  
**eficiencia ecológica**

Fomento de la  
**cultura ambientalista**

**Principio de Prevención  
y Precaución** en la  
Gestión ambiental

**Reponer o compensar** los  
recursos utilizados

Desarrollo económico  
y social **compatible**  
con el medio ambiente

**Restauración y  
compensación** del daño  
causado

**Uso sostenible**, calidad,  
disponibilidad y recursos naturales

**Regulaciones para  
mejorar** el medio ambiente

Medio ambiente **sano y  
ecológicamente equilibrado**

**Criterio de efectividad** en la gestión  
pública del medio ambiente



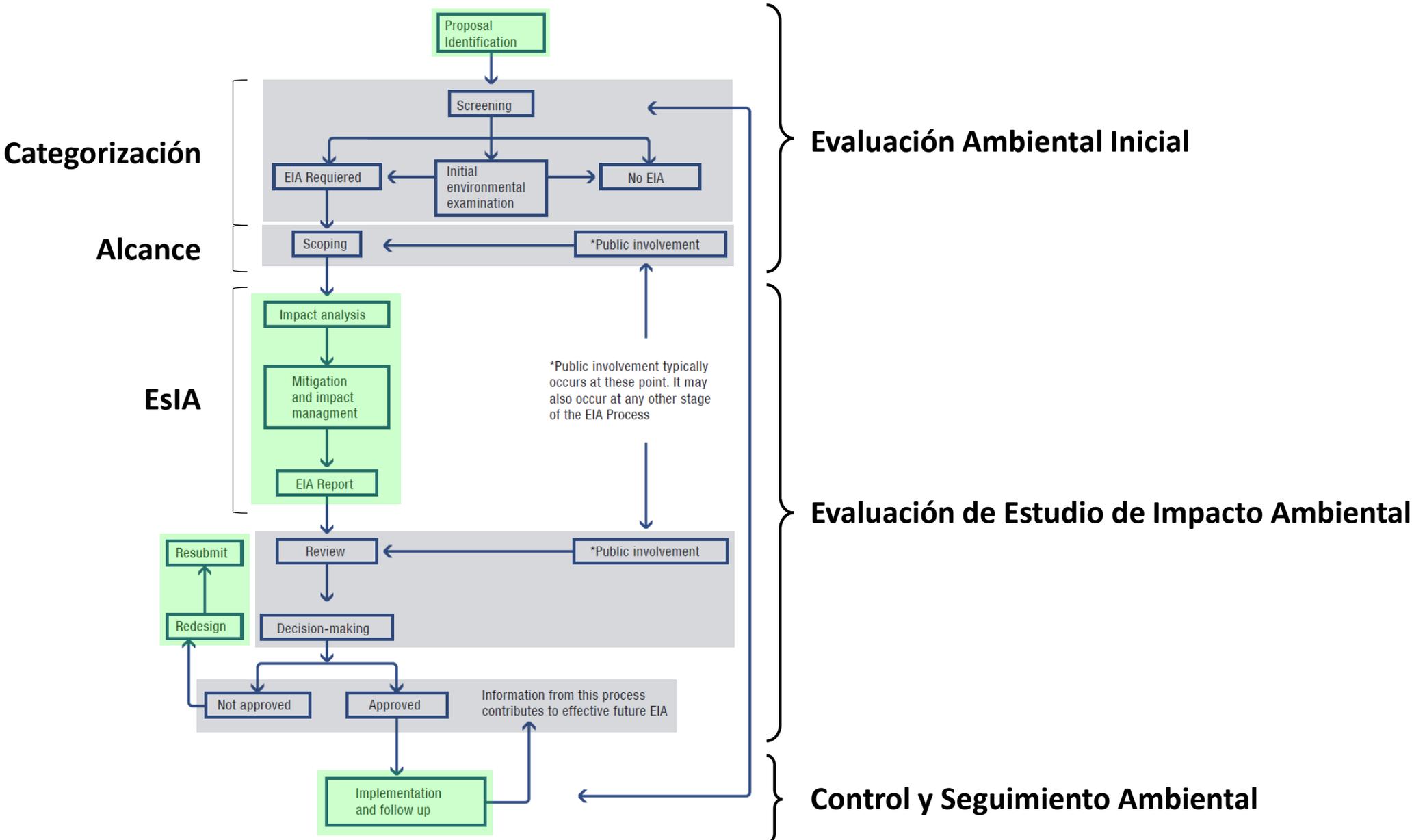
# INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA DEL MEDIO AMBIENTE

Art.16.- El proceso de **evaluación ambiental** tiene los siguientes instrumentos:

- a. Evaluación Ambiental Estratégica;
- b. Evaluación de Impacto Ambiental;
- c. Programa Ambiental;
- d. Permiso Ambiental;
- e. Diagnósticos ambientales;
- f. Auditorías ambientales; y
- g. Consulta Pública.



# PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



# PROCESO DE EIA APLICADA A PROYECTOS GEOTÉRMICOS

# PROCESO DE EIA APLICADA A PROYECTOS GEOTÉRMICOS

30 - ??? días

150 - 180 días

60

9-12

días

meses

20-30 días

Evaluación Inicial

Presentación del  
Formulario Ambiental  
Art. 22 LMA

Inspección al sitio  
del Proyecto

Calificación

## PRINCIPALES REQUISITOS TECNICOS Y LEGALES

El Acuerdo N° 278 del MARN define 24 requisitos que el desarrollador del proyecto está obligado a presentar junto al Formulario Ambiental para poder iniciar el proceso de EIA:

- (4) Referente al Formulario Ambiental
- (6) Información legal del desarrollador
- (3) Tenencia, servidumbre o autorización del propietario
- (1) Sobre el diseño CASI final del proyecto (120 planos)

10 Factores ambientales respecta a:  
• Ubicación del lugar, líneas de inspección, drenajes, comunicaciones  
• Acceso vehicular

- Patrimonio cultural (Arqueología y Paleontología)
- Abastecimiento de agua
- Aguas residuales
- Desechos solidos

# PROCESO DE EIA APLICADA A PROYECTOS GEOTÉRMICOS

## La categorización MARN

Acuerdo 277

Es un *instrumento de referencia y orientación* que ayuda a la autoridad ambiental a determinar:

- Nivel del impacto potencial del proyecto.
- Si requiere o no Estudio de impacto ambiental.

<b>Naturaleza de la actividad</b>	Relacionado al <u>tipo de proceso</u> a realizar y al <u>riesgo potencial asociado</u> .
<b>Envergadura del proyecto</b>	Asociado al <u>tamaño, extensión, superficie o volumen</u> .
<b>Naturaleza del impacto potencial</b>	Referido a la <u>sensibilidad del sitio</u> o al <u>estado de conservación</u> del ambiente donde se pretende ejecutar el proyecto.



Campo Geotérmico Berlín

# PROCESO DE EIA APLICADA A PROYECTOS GEOTÉRMICOS

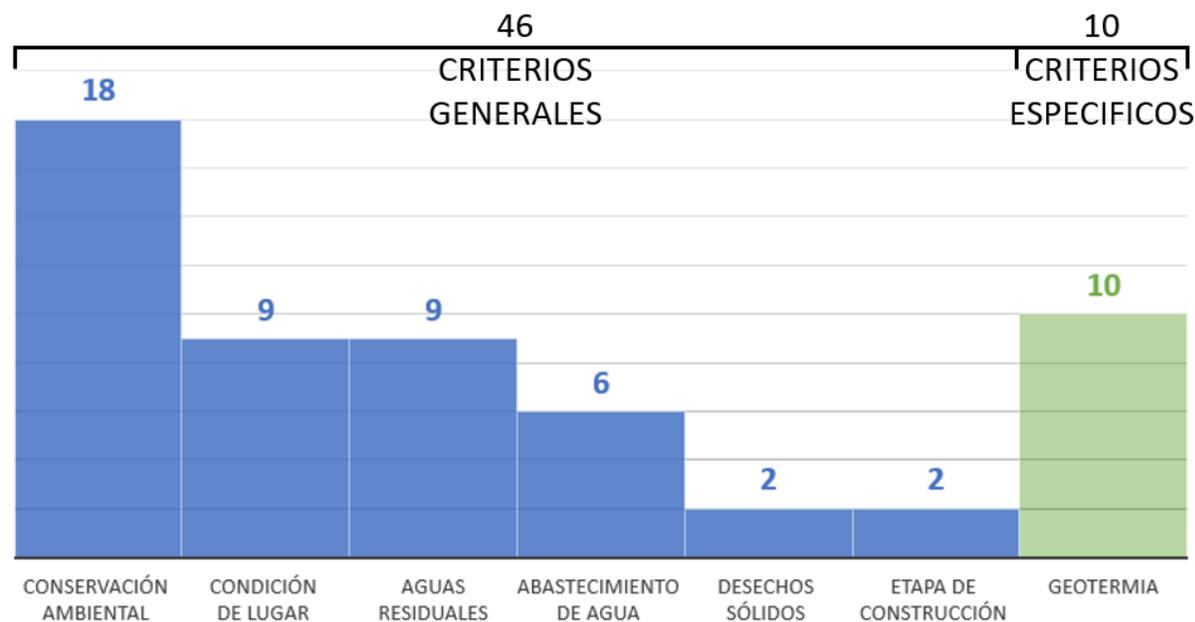
## Estructura de la categorización

ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS CON IMPACTO AMBIENTAL		
POTENCIAL BAJO	POTENCIAL LEVE	POTENCIAL MODERADO O ALTO
<b>PIAB</b>	<b>PIAL</b>	<b>PIAMA</b>
No requiere presentar Estudio de Impacto Ambiental (EslA).  El Titular puede solicitar nota de Categorización.	Con el Formulario Ambiental se determina que no requiere EslA.	Requiere Estudio de Impacto Ambiental

## Categorización de riesgo del proyecto del IFC



## Procedimiento para categorizar



# PROCESO DE EIA APLICADA A PROYECTOS GEOTÉRMICOS

Tipo de Criterio	Criterio	PIAB	PIAL	PIAMA
CIM	Estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos que no impliquen modificaciones en el sitio	Si	Si	Si
CIM	Perforación de pozos exploratorios, sin fines de producción y sin implantación de instalaciones superficiales permanentes	Si	Si	Si
CIA	Perforación de pozos exploratorios, sin fines de producción y requiere implantación de instalaciones superficiales permanentes	No	Si	Si
CC	Perforación de pozos de producción y reinyección en nueva plataforma	No	Si	Si
CIA	Perforación de pozos de producción y reinyección en plataforma existente	No	Si	Si
CIM	Líneas de acarreo en trazo existente sin ampliación de la franja	Si	Si	Si
CIM	Líneas de acarreo en un nuevo trazo	No	Si	Si
CC	Potencia de generación en planta de bocapozo en área concesionada	No aplica	Hasta 5 MW	Más de 5 MW
CC	Planta generadora por simple flasheo, doble flasheo o ciclo orgánico Rankine	No	No	Si
CIM	Limpieza y reparación de pozos, maquinaria, equipos, tuberías de acarreo y redes de distribución internas. Incluye estimulación	Si	Si	Si

Perforación de pozos



Estudios de exploración



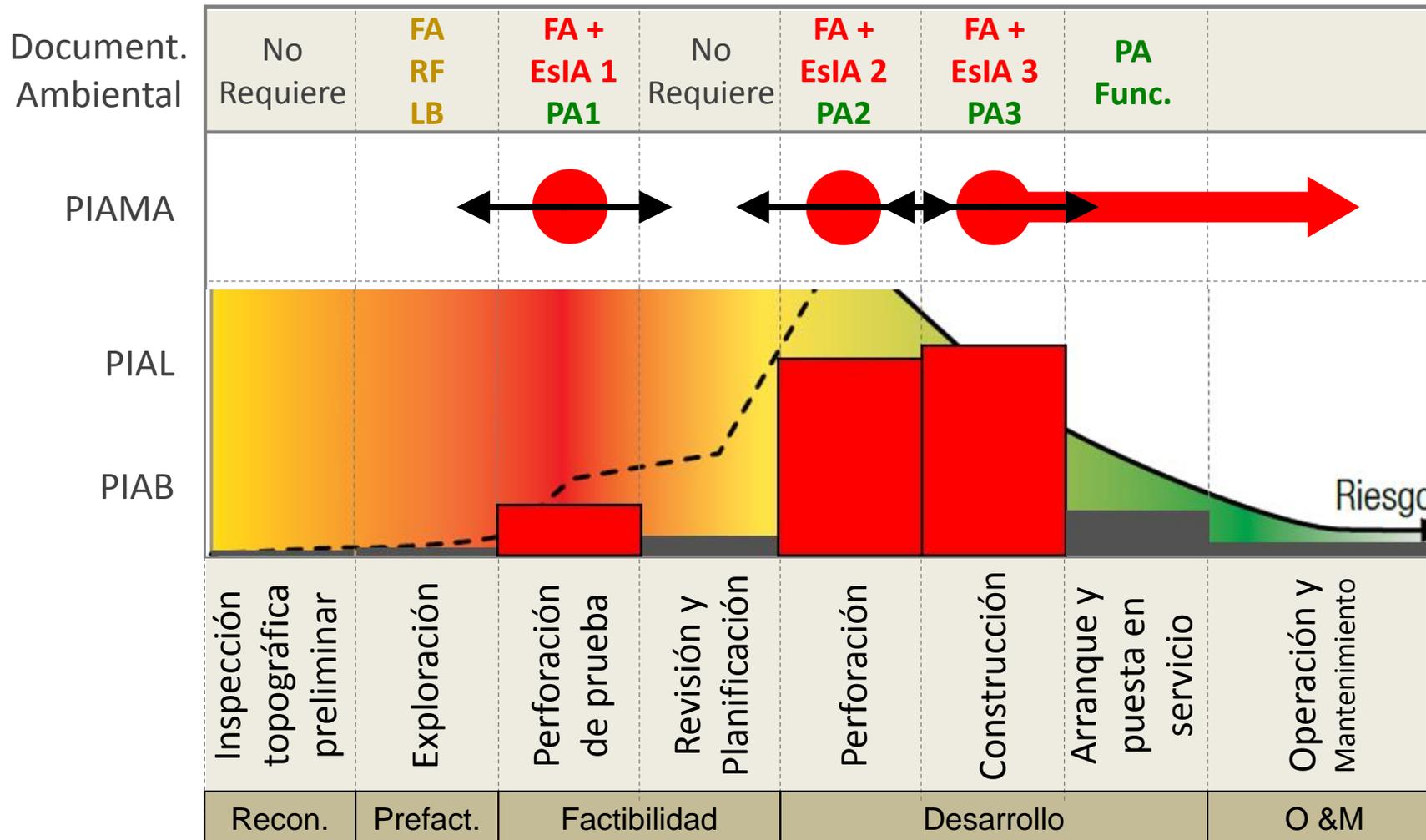
Mantenimiento



Construcción (Planta y líneas)

(CIM) Criterio de Impacto Medio  
 (CIA) Criterio de Impacto Alto  
 (CC) Criterio Crítico

# PROCESO DE EIA APLICADA A PROYECTOS GEOTÉRMICOS



## PREVIO A LA FASE

- Iniciar el proceso de EIA al llenar FA
- Categorizar y elaborar TdR
- Requerir EsIA + CP
- Elaborar EsIA + CP
- Revisar EsIA + CP
- Requerir Fianza A → Aprobar PA

## DURANTE A LA FASE

- Ejecutar PMA y PMoA
- Controlar y dar seguimiento
- Elaborar Informes de DA
- Realizar IA por denuncias

## AL TERMINAR LA FASE

- Realizar AA de cumplimiento
- Liberar Fianza Ambiental
- De no superar AA se ajusta PMA

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS GEOTÉRMICOS

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Contenido Mínimo según MARN, El Salvador:

Resumen ejecutivo

Título y autores

Tabla de contenido

Resumen ejecutivo

1

Objetivo y alcance del proyecto

Descripción del proyecto y de sus alternativas

Consideraciones jurídicas y de normativa ambiental aplicables

2

Descripción, caracterización y cuantificación del medio ambiente actual

3

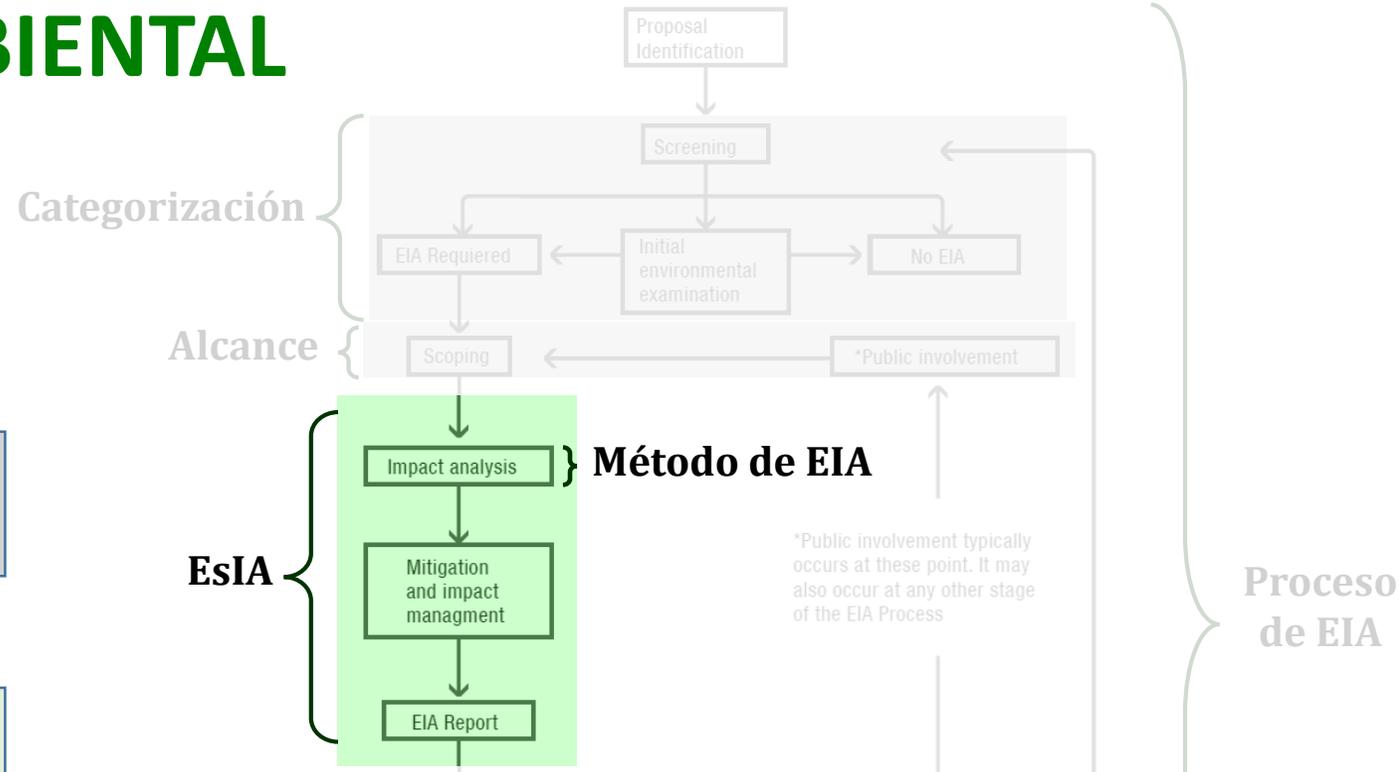
Identificación, priorización y cuantificación de los impactos ambientales

4

Programa de Manejo Ambiental, Cronograma y su Monitoreo

Bibliografía

Anexos



Es el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

# DESCRIPCION DEL PROYECTO

- Tipo y naturaleza
- Capacidad instalada
- Trazos de líneas de acarreo y transmisión
- Accesos
- Instalaciones provisionales
- Mano de obra requerida

- Político-administrativa
- Espacial (WGS84/Lambert)
- ANP o RAMSAR
- Colindantes

- Nombres y RPSEA
- Área de especialidad



Alternativas y alcance

Descripción de actividades

Ubicación

Equipo EsIA

ETAPAS	ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDADES
Etapa de Construcción de Obras Civiles e Instalación de Equipos Electromecánicos	Preparación del sitio	Levantamiento topográfico
		Instalaciones provisionales
		Transporte de maquinaria e insumos para la construcción
		Limpeza del sitio
		Trazo y nivelación
	Adecuación de acceso	Construcción de calle de concreto hidráulico
		Construcción de obra de paso
	Construcción de la Unidad	Construcción de infraestructura para manejo de escorrentía
		Excavación e instalación para red de tuberías
		Construcción de edificación e infraestructura para la Unidad
	Montaje Electromecánico	Desmontaje de instalaciones provisionales y retiro de maquinaria
		Transporte de equipos mecánicos y eléctricos, maquinaria e insumos
Montaje de tuberías, equipos mecánicos y eléctricos de la Unidad		
Pruebas de funcionamiento		
Etapa de Funcionamiento	Operación de la Unidad y Mantenimiento	Retiro de maquinaria utilizada para el montaje
		Funcionamiento del ciclo primario con agua geotérmica
		Funcionamiento del ciclo secundario con Isopentano y generación eléctrica
		Funcionamiento del ciclo de enfriamiento con agua de condensado
		Funcionamiento del sistema para inhibición de sílice
		Funcionamiento del sistema contra incendios
		Mantenimientos
Otras Actividades	Generación de residuos o desechos	Generación residuos sólidos comunes
		Generación residuos sólidos especiales
		Generación de residuos líquidos ordinarios
		Generación de residuos líquidos especiales

# FACTORES AMBIENTALES



*No debe ser **enciclopédica**, suficientemente **específica y detallada** para poder **predecir los impactos** y **marco de referencia** para **comparar y monitorear los impactos***

## Físico/Químico

Hidrológico  
e hidráulico

Caracterización de las cuencas en las que se encuentra el proyecto y determinación de los caudales máximos de las cuencas .  
Elaboración del análisis hidráulico e identificación las zonas vulnerables.

Suelos y  
geotécnico

Determinación de las propiedades físicas del subsuelo, su estratigrafía, el establecimiento del nivel de fundación y la capacidad de carga en dicho nivel.

Geológico

Caracterización geomorfológica, geológica y edafológica del área de estudio. Generación de mapas de uso de suelo, unidades litoestratigráficas, geología estructural y pendientes.

Calidad de  
aire y ruido

Caracterización y cuantificación de la calidad de aire en proyecto y AID del proyecto de los niveles de Ruido y emisiones de H<sub>2</sub>S y Material Particulado (PTS, PM10 y PM2.5.)

Calidad de  
agua

Descripción, caracterización y cuantificación de la calidad de agua en el sitio y AID del proyecto de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y caudal.

Riesgos  
naturales

Análisis por riesgos de deslizamientos, lahares, terremotos, erupciones en las áreas de intervención del proyecto.

# ESTUDIOS AMBIENTALES

# ESTUDIOS AMBIENTALES

## Biológico/Ecológico

Flora

Elaboración del inventario forestal de los árboles y arbustos a talar en el Área Directamente Afectada. Volumen de CO<sub>2</sub> secuestrado. Estado de amenaza o peligro de extinción según Listado MARN 2015 y UICN. Propuesta de plan de reforestación.

Fauna

Elaboración del inventario de fauna en el Área Directa e Indirectamente Afectada. Estado de amenaza o peligro de extinción según Listado MARN 2015 y UICN. Propuesta de protocolo de rescate y conservación de especies silvestres. Rutas de vuelo (A y Q)

Ecosistemas

Caracterización del ecosistema en ADA y AID. Zonas de vida y distribución de especies. Propuestas de medidas para la conservación de la vida silvestre.

# ESTUDIOS AMBIENTALES

## Social/Cultural

Matriz legal

Leyes primarias, secundarias, ordenanzas, normas técnicas, jurisprudencia, principios ambientales y doctrinas ambientales de incidencia ambiental aplicables al proyecto.

Socio  
económico

Diagnóstico de los impactos sociales y económicos que resultan del proyecto.

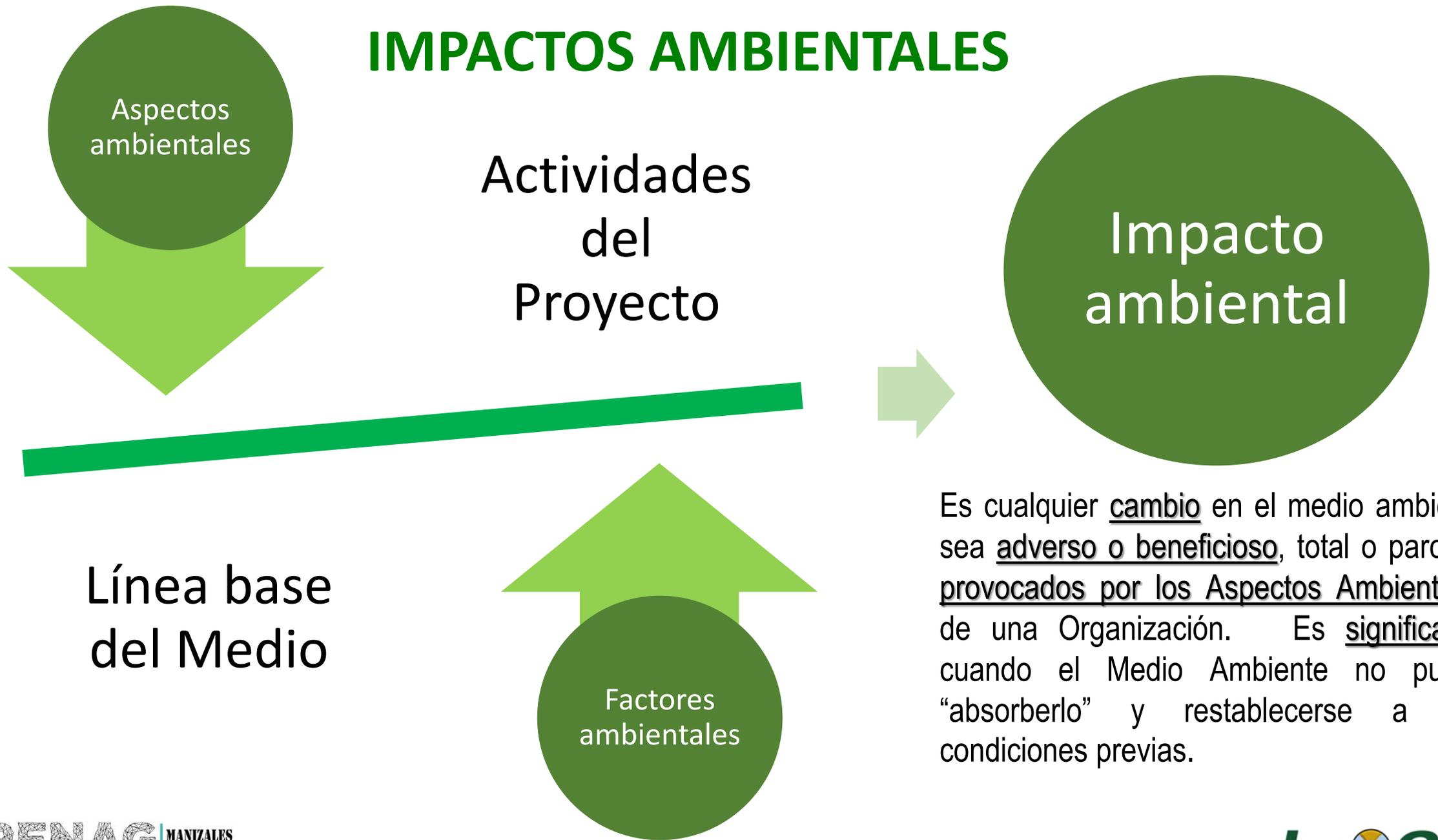
Cultural

Realización del análisis de no afectación al patrimonio cultural en el área donde se ubicará el proyecto (Patrimonio Arqueológico y Paleontológico)

Riesgos  
laborales

Análisis de riesgos laborales identificando los peligros a los que estarán expuestos los trabajadores durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

# IMPACTOS AMBIENTALES



Es cualquier cambio en el medio ambiente sea adverso o beneficioso, total o parcial , provocados por los Aspectos Ambientales de una Organización. Es significativo cuando el Medio Ambiente no puede “absorberlo” y restablecerse a sus condiciones previas.

# Métodos para identificar y evaluar impactos ambientales

Types of Method in EIA	Advantages	Disadvantages	Examples
Checklists	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Easily to use and understand.</li> <li>- It is a very good method for selecting location and priorities definitions.</li> <li>- Simple classification and weighing.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It does not make a difference between direct or indirect impacts.</li> <li>- It does not establish a link between action and impact.</li> <li>- Weighing process can be controversial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple</li> <li>- Descriptive</li> <li>- Scaled</li> <li>- Scoring</li> </ul>
Matrices	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It links action and impact</li> <li>- It is a very good method to present results</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It is difficult to differentiate between direct and indirect impacts</li> <li>- It exists the possibility of duplicating impact scores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leopold</li> <li>- Stepped</li> <li>- Scoring</li> <li>- WB method</li> <li>- Moore</li> <li>- Clack</li> <li>- Canter</li> <li>- ESCAP</li> </ul>
Network systems	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It links action and impact</li> <li>- Useful to simplify secondary studies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It could become complex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sorensen</li> <li>- Applied networks</li> <li>- Impact trees and chains</li> </ul>
Overlay mapping (GIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Easily to understand</li> <li>- It is a very good tool for locating projects and impacts</li> <li>- It is used to approach closely and show potential impacts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It could be overwhelming</li> <li>- Inadequate for evaluating occurrence probability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transparent superposition</li> <li>- Tricart</li> <li>- Falque</li> <li>- Mc. Harg</li> </ul>
Indicator based methods	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It is more accurate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It requires trained environmentalist or specific specialists</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Holmes</li> <li>- Georgia University method</li> <li>- Davies</li> <li>- Global Index</li> </ul>
Simulation methods	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It admits a temporary variable.</li> <li>- It permits a very accurate forecast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It requires trained environmentalist or specific specialists</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systems analysis</li> </ul>
Quantitative methods	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allows to describe affected environment</li> <li>- It permits impact prediction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Communication of results can be complex.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batelle-Columbus</li> </ul>

## Priorizar y mitigar impactos ambientales

IMPACTO AMBIENTAL		MEDIDA AMBIENTAL													
		M-UC1	M-UC2	M-UC3	M-UC4	M-UC5	M-UC6	M-UC7	M-UC8	M-UC9	M-UC10	M-UC11			
SC-UC1	Cambio en los hábitos de vida	-48	X		X	X	X	X	X						
SC-UC2	Aumento de tráfico vehicular	-21	X	X	X										
FQ-UC2	Consumo de agua	-18									X				
FQ-UC3	Contaminación hídrica	-18										X	X	X	
FQ-UC4	Incremento en los niveles de ruido	-18		X			X	X							
FQ-UC6	Contaminación del aire por gases	-18													
SC-UC3	Modificación del paisaje	-18													
FQ-UC4	Incremento en los niveles de polvo	-15							X						
BE-UC1	Perturbación y migración de especies silvestres	-14													
FQ-UC1	Afectación al suelo	-12											X	X	

# MEDIDAS AMBIENTALES

## Programa de Manejo Ambiental (PMA)

Contenido:

- Medida
- Ubicación.
- Costo
- Tiempo
- Responsable
- Momento de ejecución
- Resultado esperado

## Programa de Monitoreo Ambiental (PMoA)

Contenido:

- Medida
- Acciones sujetas a monitoreo.
- Ubicación del monitoreo
- Frecuencia del monitoreo
- Método
- Responsable
- Parámetro de verificación
- Interpretación de resultado
- Retroalimentación

# ACCIONES RECOMENDADAS PARA LA GESTION AMBIENTAL

ACCIONES O PROGRAMAS DE MEDIDAS AMBIENTALES		Reconocimiento	Prefactibilidad	Factibilidad	Desarrollo	O & M
1	Manejo de la información ambiental	X	X	X	X	X
2	Manejo y disposición de desechos sólidos y aguas residuales		X	X	X	X
3	Gestión social y relaciones con los interesados		X	X	X	X
4	Manejo y disposición de fluidos geotérmicos			X	X	X
5	Monitoreo y control de ruido			X	X	X
6	Monitoreo y control de la calidad del aire			X	X	X
7	Monitoreo de la calidad y cantidad de agua			X	X	X
8	Planes de reforestación y conservación de vida silvestre			X	X	X
9	Gestión de riesgos naturales			X	X	X
10	Gestión de riesgos laborales			X	X	X
11	Monitoreo de subsidencia					X
12	Programa de manejo y monitoreo ambiental del EsIA			X	X	X

# CONCLUSIONES

- Las fases del desarrollo geotérmico en El Salvador en las que se identifican mayores impactos potenciales y requerimiento de la elaboración de un EsIA son la relativas a la perforación y construcción.
- El desarrollo geotérmico requiere una planificación ambiental que contemple la ejecución de actividades relacionadas al proceso de EIA antes, durante y después de cada una de las fases del proyecto a fin garantizar la buena ejecución del proyecto.
- Los campos geotérmicos en El Salvador se encuentran dentro de áreas de conservación. La gestión ambiental de los proyectos geotérmico hacen posible la compatibilidad de las actividad industrial en un entorno de conservación.