

REVISTA ENERGETICA

24

Marzo - Abril/82
March - April/82



Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization

LOS PRECIOS DE LA ENERGIA: INSTRUMENTO DE POLITICA Y PLANIFICACION ENERGETICA **olade** ENERGY PRICING: A TOOL FOR ENERGY PLANNING AND POLICY - MAKING **olade** ENERGIA Y EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL **olade** ENERGY AND THE EVALUATION OF ITS ENVIRONMENTAL IMPACT **olade** COLOMBIA: ANTE LA NUEVA ERA DEL CARBON **olade** COLOMBIA: ON THE BRINK OF A NEW COAL ERA ✓

ENERGIA Y EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Dr. Alvaro Umaña Quesada
Coordinador de Planificación Energética A.I.
de OLADE

La Transformación y utilización de energía necesariamente producen cambios en el ambiente. En algunas ocasiones, la severidad de estos cambios y su impacto sobre el medio generan costos sociales reales que por lo general no se incluyen en el balance de costo/beneficio del proyecto en cuestión. Otras veces, los proyectos energéticos se ven afectados por su mismo impacto ambiental y cambia la vida útil o costos de la obra.

Por éstas y otras preocupaciones, ha sido necesario considerar sistemáticamente la relación entre la tecnología energética y el medio ambiente durante la planificación y evaluación de proyectos. Durante la década de los años setenta se hizo evidente la importancia de incluir aspectos ecológicos y ambientales en el diseño y planificación de todas las obras públicas y privadas de cierta magnitud; se comenzaron a desarrollar métodos para evaluación de proyectos, y se introdujeron nuevas leyes tendientes a institucionalizar tal procedimiento. Hoy día muchas naciones y organismos internacionales de financiamiento exigen que se estudie el impacto ambiental de los proyectos como un requisito previo a la aprobación de los mismos. Tanto por motivos relacionados con la utilización racional del patrimonio nacional y regional, al igual que por razones económicas, los países latinoamericanos deben sistematizar el estudio del impacto ambiental de las alternativas energéticas. Este procedimiento es a su vez un instrumento útil en la planificación nacional y

regional, y en la asignación de recursos en proyectos energéticos.

Estos hechos, llevaron a las naciones latinoamericanas a incorporar la protección ambiental dentro de los objetivos y funciones de OLADE dados en el Convenio de Lima, documento constitutivo de la organización. El Convenio establece como objetivos, promover la solidaridad de acciones entre los Estados Miembros para el aprovechamiento y defensa de los recursos naturales, al igual que promover la adopción de medidas eficaces con el fin de impedir la contaminación ambiental con ocasión de la explotación, transporte, almacenamiento y utilización de los recursos energéticos de la región.

Como respuesta a estos objetivos, OLADE reunió en Junio de 1981 un Grupo de Trabajo para sugerir acciones concretas en energía y medio ambiente para la década presente. Este Grupo recomendó a OLADE, incluir la dimensión ambiental en todas las actividades, desarrollar metodologías para evaluación del impacto ambiental de las diferentes tecnologías energéticas, y dar prioridad a la energía geotérmica en el desarrollo de la metodología. En noviembre del año pasado se convocó un Segundo Grupo de Trabajo para sentar las bases y definir los términos de referencia de la metodología de evaluación del impacto ambiental de proyectos geotérmicos.

En la actualidad OLADE está trabajando para llevar a la práctica esta metodología en varios Estados Miembros interesados. En la última sección del artículo se presenta un ejemplo de una posible estructura de la metodología aplicada a proyectos geotérmicos.

A continuación, se explica la razón de ser y la metodología general de la evaluación del impacto ambiental.

Qué es la evaluación de impacto ambiental?

La evaluación de impacto ambiental (EIA) se considera aquí en sentido amplio, como una metodología para estudiar la relación de un proyecto o actividad con su entorno natural y social. El procedimiento no se limita a la consideración de aspectos ecológicos, sino que pretende un enfoque integral en el que intervienen aspectos socioeconómicos, políticos y culturales.

Dentro de este marco se define **impacto ambiental** como cualquier cambio en los aspectos físico-químicos, biológicos, socioeconómicos o culturales del sistema ambiental que sean producto de actividades humanas relacionadas con un proyecto o sus alternativas. En este caso, los proyectos de interés son los relacionados con las diferentes opciones en tecnología energética.

La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento que debe cumplir con los siguientes **objetivos** principales:

- Garantizar que **todos** los factores ambientales de importancia relacionados con el proyecto o actividad hayan sido considerados.
- Proveer un formato **sistemático e interdisciplinario** para la evaluación de un proyecto y sus alternativas.

- Contribuir a la **comparación** de los efectos ambientales de las diferentes alternativas de un proyecto.
- Generar una estructura apropiada para la evaluación conjunta de aspectos técnicos, económicos, sociales, políticos y ambientales.
- Poner en relieve los efectos ambientales de importancia, de manera que dichos aspectos puedan ser tomados en consideración durante la etapa de planificación o fases iniciales del proyecto, sobre la base de prevenir y no tener que corregir problemas creados.
- Identificar aquellos aspectos en que hay **carencia de información** o **incertidumbre** acerca del proyecto y/o sus efectos, para tomar medidas adecuadas para proteger a la población.
- Internalizar los costos ambientales, asignando responsabilidad de los mismos.
- Delimitar y evaluar los efectos ambientales a **corto y largo plazo** de cada opción.
- Evaluar impactos ambientales **secundarios, indirectos o diferidos a distancia**.
- Identificar aquellos impactos donde puedan existir **interacciones no lineales, sinérgicas**, tales como umbrales en el efecto de contaminantes, problemas de estabilidad, etc.
- Lograr un mecanismo para aumentar la **información pública veraz y la participación popular**, organizada en la planificación y diseño de importantes proyectos de desarrollo.
- Considerar los efectos negativos en los aspectos cuantitativos y/o cualitativos de la producción agropecuaria y alimenticia.

La Evaluación del impacto ambiental requiere entonces de un enfoque **sistemático, interdisciplinario, integral, ordenado, y participativo.**

Para cumplir con los objetivos propuestos, es importante que el procedimiento considere los siguientes aspectos:

- El impacto ambiental del proyecto o acción propuesta
- Los efectos ambientales adversos que no pueden evitarse
- Las alternativas al proyecto o acción propuesta, incluyendo la opción de no-acción o abandono del proyecto.
- La relación entre usos locales a corto plazo y el mantenimiento o aumento de productividad a largo plazo.
- Las asignaciones irreversibles de recursos que conllevaría la ejecución del proyecto.

Puede apreciarse entonces que la EIA no es simplemente de carácter ecológico, sino también un instrumento importante en la planificación social.

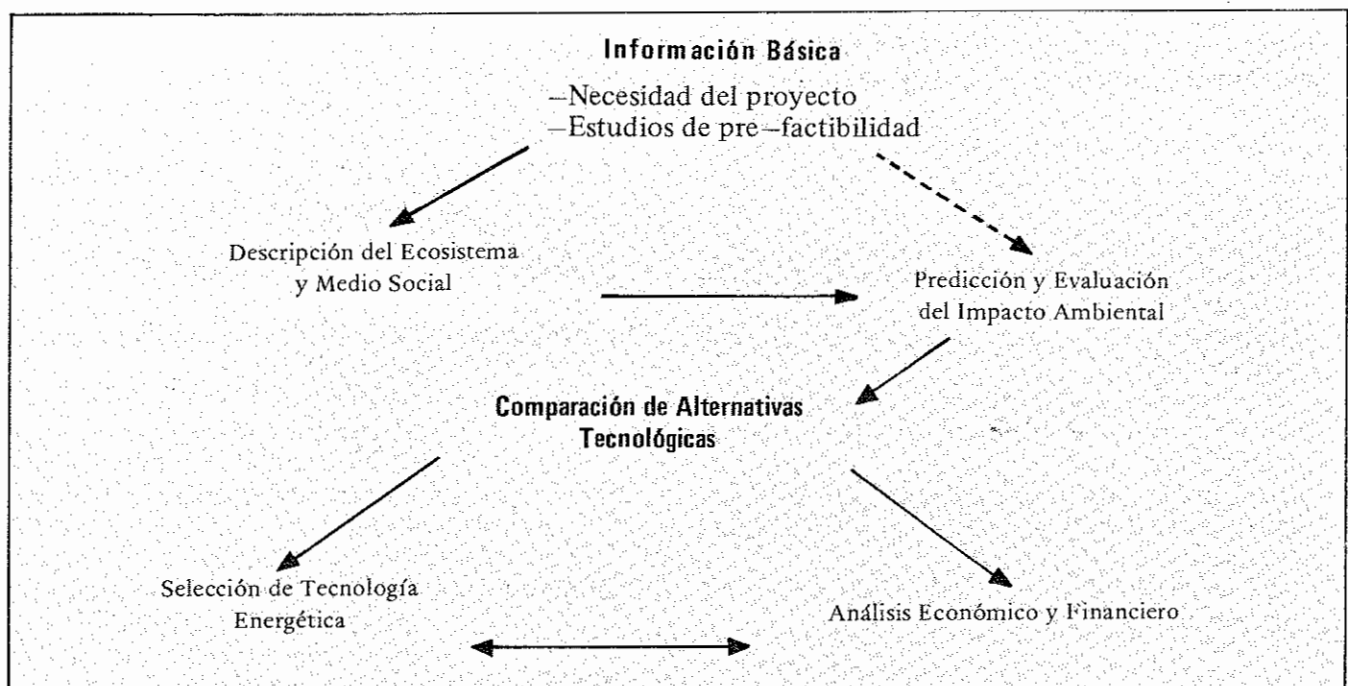
La evaluación de impacto ambiental comprende tres aspectos fundamentales:

- La **identificación** de variables ambientales de importancia
- La **predicción** del cambio anticipado en dicha variable, y la determinación de la magnitud o escala del cambio
- La **evaluación** de la importancia o severidad del cambio

Estas tres funciones analíticas (identificación, predicción, y evaluación) se consideran en la Tabla 1 conjuntamente con las metodologías utilizadas para ejecutar las funciones.

| TABLA 1 | |
|--|--|
| Clasificación de Metodologías para Evaluación de Impacto Ambiental | |
| Función | Metodologías |
| Identificación | <ul style="list-style-type: none"> - Descripción del sistema ambiental existente. - Determinación de los componentes del proyecto. - Determinación de los aspectos ambientales afectados por el proyecto. |
| Predicción | <ul style="list-style-type: none"> - Identificación de modificaciones ambientales significativas. - Predicción cuantitativa de los cambios significativos en el espacio y el tiempo. - Estimación de probabilidades de que ocurran los cambios postulados, y período en el que se espera que ocurran. |
| Evaluación | <ul style="list-style-type: none"> - Determinación de costos y beneficios a usuarios y población afectada por el proyecto. - Especificación y comparación de los costos y/o beneficios de las diferentes alternativas. |

En el caso específico de la evaluación de impacto ambiental de la tecnología energética, se pueden definir, en el proceso, varias etapas:



En las siguientes secciones de este artículo se consideran las diferentes etapas del proceso de evaluación de impacto ambiental de la tecnología energética.

Primero se analizan los aspectos relacionados con la descripción del medio natural y social, y luego se enfocan la predicción y evaluación del impacto ambiental. Finalmente se aborda el proceso de comparación y selección de alternativas.

Descripción de ecosistemas y medio social

Uno de los aspectos claves en la descripción del entorno ecológico y social del proyecto, es asegurarse que todos los factores ambientales que pueden verse afectados sean incluidos en el estudio. También es importante no dedicar recursos

cuantiosos a la descripción de aspectos secundarios que no tienen mayor relación con los proyectos. Desafortunadamente no existe una regla de aplicabilidad general para escoger los factores ambientales relevantes en cada proyecto.

Dos preguntas básicas sirven de guía en el proceso de selección de factores ambientales significativos:

1. ¿Tiene el proyecto impacto (negativo o positivo) en el factor ambiental?
2. ¿Puede el factor ambiental incidir (negativa o positivamente) en la construcción u operación del proyecto?

No es conveniente limitarse a un sólo procedimiento para obtener los factores ambientales im-

portantes en la descripción del entorno del proyecto, y en general es recomendable utilizar una combinación de los muchos métodos disponibles.

METODOLOGIA PROPUESTA PARA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS GEOTERMICOS

A continuación se presentan los componentes fundamentales de una metodología para la evaluación del impacto ambiental de las etapas de prefactibilidad, factibilidad y explotación de un proyecto geotérmico, así como las opciones de tratamiento y disposición que garanticen un aprovechamiento racional del recurso.

Etapas de prefactibilidad

Descripción del ecosistema y estudios básicos

Incluye una descripción cualitativa de las zonas identificadas en la prefactibilidad como prioritarias y de alto potencial. La información presentada en esta etapa se refiere únicamente al presente, sin incluir usos o tendencias futuras. Se pretende obtener una visión global del entorno del proyecto sin profundizar en los rubros considerados.

- Poblaciones existentes.
- Uso actual de la tierra.
- Recursos hídricos incluyendo patrones de drenaje.
- Clima.
- Geomorfología y vulcanología (basada en información del proyecto).

En caso de existir información acerca de reservas biológicas, parques nacionales y sismicidad de la zona en cuestión, también se incluiría en esta etapa.

Etapas de factibilidad

Descripción del ecosistema y estudios básicos

En esta etapa se consideran las mismas categorías incluidas anteriormente, pero con énfasis en el análisis cuantitativo, con mucho mayor detalle, y tomando en cuenta usos y tendencias futuras.

- Poblaciones dentro del área afectada incluyendo tendencias de crecimiento y/o migración.
- Patrones de uso de tierra y usos potenciales en el futuro.
- Recursos biológicos: Flora, fauna, ecosistemas frágiles, especies amenazadas, reservas y parques nacionales.
- Recursos hídricos de la región: ríos, lagos, etc.; con sus respectivos usos presentes y futuros. Patrones de drenaje y circulación subterránea. Sistemas de riego y suministro de agua potable.
- Geomorfología, vulcanología, sismicidad y asentamientos naturales.
- Clima.
- Infraestructura existente y prevista: carreteras, líneas de transmisión, etc.

Descripción del proyecto

- Geología: sismología, tectonismo, vulcanología.
- Características del reservorio: ubicación, profundidad, extensión, potencial y vida útil estimada.
- Características físico-químicas y termodinámicas del reservorio.
- Sistemas de conversión y consumo específico.
- Volúmenes y características físico-químicas del fluido extraído y desechado.
- Efluentes de la central incluyendo torre de enfriamiento, gases y aguas negras.

Evaluación del impacto ambiental del proyecto

- **Impacto sobre la calidad del aire**
 - Estudio base para establecer condiciones originales.
 - Efluentes de la planta: gases y partículas.
 - Ruido.
 - Contaminación térmica.
- **Impacto sobre la calidad del agua**
 - Estudio base para establecer condiciones originales.
 - Efluentes líquidos de la planta y composición de elementos mayores y trazas.
 - Concentraciones de elementos peligrosos en ríos, lagos y mar.
 - Contaminación térmica.
- **Impacto sobre los ecosistemas**
 - Estudio base para establecer condiciones originales.
 - Efectos sobre ecosistemas frágiles y especies amenazadas.
 - Efectos sobre la calidad de los suelos.
- **Impacto sobre la morfología y el paisaje**
 - Estudio base.
 - Efectos del proyecto.
- **Aspectos socioeconómicos**
 - Patrones de tenencia y uso de la tierra.
 - Cambios introducidos por el proyecto.
 - Reubicación de poblaciones.
 - Migración.
 - Cambios en la productividad.
 - Efectos sobre empleo en la región.

– **Contingencia**

- Incluyendo descontrol de pozos, rupturas de tuberías y desperfectos mecánicos.

Análisis de severidad y magnitud de efectos ambientales

- Calidad del aire.
- Recursos hídricos.
- Recursos biológicos.
- Productividad agrícola y otros usos de la tierra.
- Geotécnia.
- Salud pública y ocupacional.
- Paisaje y estética.

Identificación de costos y beneficios sociales y ecológicos

- Externalidades positivas y negativas.
- Efectos a distancia a mediano o largo plazo.

Emisiones tecnológicas de tratamiento y de disposición de efluentes

- Rangos aceptables (dinámicos y sujetos a las condiciones del país).
- Normas ambientales preferibles a normas de emisión.
- Tecnologías de tratamiento de gases y partículas.
- Tecnologías de tratamiento de efluentes líquidos.
- Reinyección.
- Disposición de desechos de perforación.
- Disposición del condensado.
- Sistemas de aislamiento.
- Tecnologías de control de ruido.

Ejecución del estudio: costos, recursos humanos, cronogramas

Recomendaciones

- Efluentes por tratar: niveles y tecnologías.
- Costos del tratamiento.

Etapas de explotación

Control ambiental

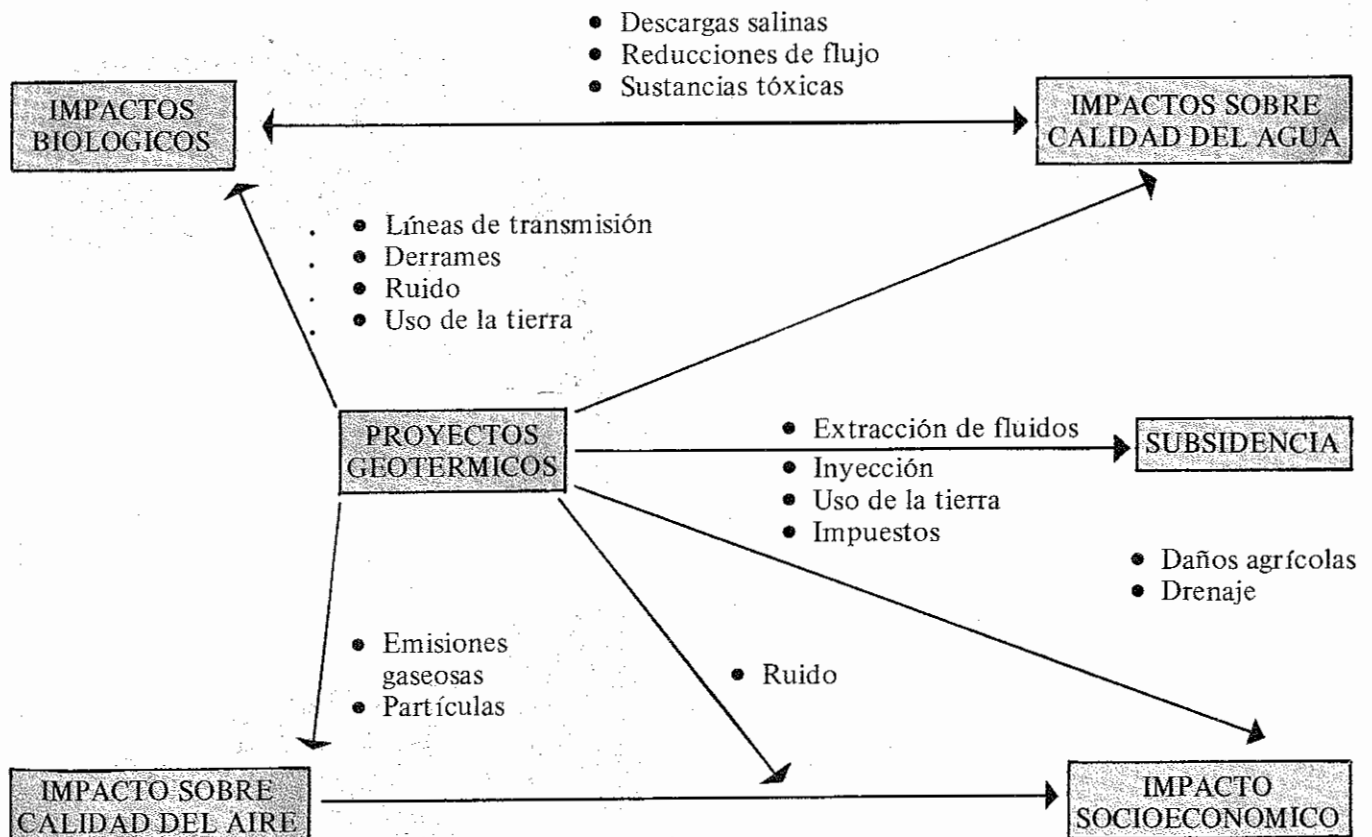
- Muestreo sistemático y/o eventual.
- Análisis y mediciones.
- Instrumentación.
- Planes de contingencia.

De considerarse necesario, se prepararán apéndices a la metodología para:

- Técnicas de análisis e instrumentación.
- Sistemas de tratamiento.
- Normas internacionales.

La figura No. 1 muestra un resumen de impacto ambiental de los proyectos geotérmicos, cuyo análisis y medidas correctivas han sido incluidas en las diferentes etapas de la metodología propuesta anteriormente. Este ejercicio es útil porque ilus-

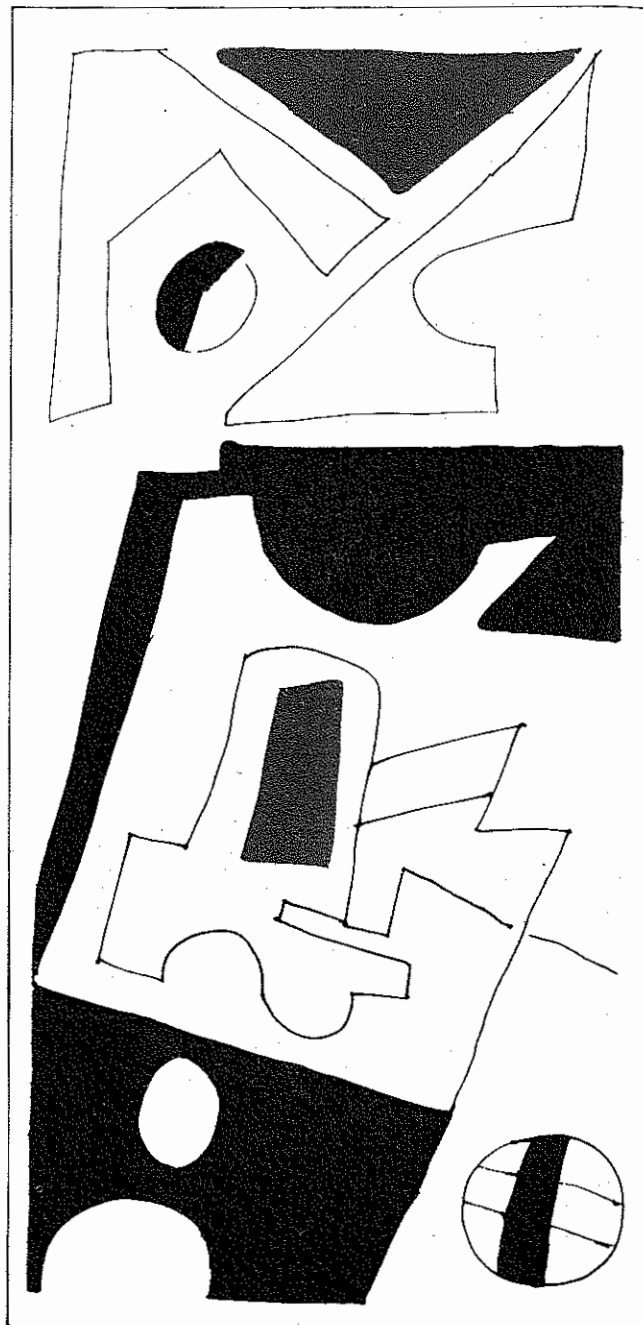
FIGURA No. 1



RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE PROYECTOS GEOTERMICOS

tra el procedimiento que se debe utilizar para controlar los efectos ambientales de la energía. Es importante resaltar que no sólo la geoterminia tiene impacto ambiental. El procedimiento descrito se puede aplicar a cualquier fuente y tecnología energética para constatar que cada una de ellas presenta impactos ambientales de diferentes magnitudes y severidad.

También vale recordar que toda utilización de energía conlleva ciertos costos inevitables, no sólo en su obtención y conversión, sino también en el ambiente. Aunque siempre hay cambios inevitables, la filosofía de la evaluación de impacto ambiental se fundamenta en **prevenir** y suministrar **alternativas de control** para aquellos impactos que podrían ser irreversibles o causar daños de gran magnitud. De allí la importancia que tiene OLADE en diseminar estas metodologías entre sus Estados Miembros y proveerlos de asesoría en la utilización de las mismas en sus propios países.



ENERGY AND THE EVALUATION OF ITS ENVIRONMENTAL IMPACT

Alvaro Umaña Quesada
Acting Coordinator of Energy Planning
OLADE

The transformation and use of energy necessarily produce changes in the environment. Sometimes, the severity of these changes and their impact generates real social costs, which are usually not included in the cost/benefit balance of the project in question. At other times, energy projects themselves are affected by their own environmental impact; and their lifetime, or the costs of the work they involve, are altered.

For these and other reasons for concern, it has become necessary to systematically consider the relationship between energy technology and the environment during the planning and evaluation of projects. The 1970's made evident the importance of including ecological and environmental aspects in the design and planning of all public and private sector works of a certain magnitude. Project evaluation methods began to be developed; and new laws, geared to institutionalizing these procedures, were introduced. Currently, many nations and international financial organizations require studies on the environmental impact of a project, as a prerequisite to its consideration and approval. Thus, for reasons related both to the rational use of the national and regional patrimony, and to economic reasons as well, the Latin American countries should systematize the study of the environmental impact of energy alternatives. This procedure is, in turn, a useful instrument for national and regional planning and for the allocation of resources in energy projects.

These facts led the Latin American nations to incorporate environmental protection into the objectives and functions of OLADE, as set forth in the Lima Agreement, the founding document of the organization. The Agreement establishes as objectives the promotion of solidarity of action among the Member States, for the utilization and defense of the natural resources, and the promotion of the adoption of effective measures, in order to impede environmental pollution derived from the exploitation, transportation, storage and use of the region's energy resources.

In response to these objectives, in June 1981 OLADE brought together a work group to suggest concrete actions in the area of energy and environment for this decade. The group recommended that OLADE include the environmental dimension in all of its activities and that it develop methodologies to evaluate the environmental impact of the different energy technologies, giving priority to geothermal energy.

In November of last year a second work group was called together to establish bases, and to define the terms of reference for, the environmental impact evaluation methodology for geothermal projects. The following section explains the justification for, and the general methodology of, an environmental impact evaluation; and the last section of this article provides an example of

a possible methodological structure, for application in geothermal projects. OLADE is currently working on the practical implementation of this methodology in several interested Member States.

What is environmental impact?

The evaluation of environmental impact is considered here in a broad sense, as a methodology to study the relationship of a project or activity to its natural or social setting. The procedure is not limited to the consideration of ecological aspects, but attempts to provide an integral focus in which socio-economic, political and cultural aspects intervene.

Within this framework, **environmental impact** is defined as any change in the physical, chemical, biological, socio-economic, or cultural aspects of the environmental system, which is the product of human activities related to a given project or its alternatives. In this case, the projects of interest are those related to the different energy technology options.

The evaluation of environmental impact is a procedure that should comply with the following **main objectives**:

- To guarantee that all of the important environmental factors related to the project or activity have been considered.
- To provide a systematic, interdisciplinary format for the evaluation of a project and its alternatives.
- To contribute to the comparison of the environmental effects of the different project alternatives.
- To generate an appropriate structure for the

joint evaluation of technical, economic, social, political, and environmental aspects.

- To stress the important environmental effects, so that these aspects can be kept in mind during the planning or initial stages of the project, in order to prevent, rather than correct, any problems that could arise.
- To identify those aspects where information is lacking or where uncertainty exists about the project and/or its effects, in order to take suitable measures to protect the population.
- To internalize the environmental costs and assign responsibility for the same.
- To define and evaluate the short- and long-term environmental effects of each option.
- To evaluate the secondary, indirect, or deferred environmental impacts.
- To identify those impacts where there can be non-linear, synergistic interactions, such as thresholds in contamination effects, stability problems, etc.
- To create a mechanism to increase reliable public information and organized popular participation in the planning and design of important development projects.
- To consider negative effects in the quantitative and/or qualitative aspects of agricultural/livestock activities and food production.

The evaluation of environmental impact, then, requires a systematic, interdisciplinary, integral, orderly, and participatory focus.

In order to accomplish the proposed objectives,

it is important that the procedure consider the following aspects:

- environmental impacts of the proposed project or activity.
- adverse environmental effects that cannot be avoided.
- alternatives to the proposed project or activity, including the option of no action or project abandonment.
- relationships between local short-term uses and the maintenance or increase in productivity in the long term.
- allocations of resources that the project implementation would necessarily entail.

Thus, it can be appreciated that an evaluation of environmental impact is not simply an exercise of an ecological nature, but also an important instrument for social planning.

The evaluation of environmental impact includes three fundamental aspects:

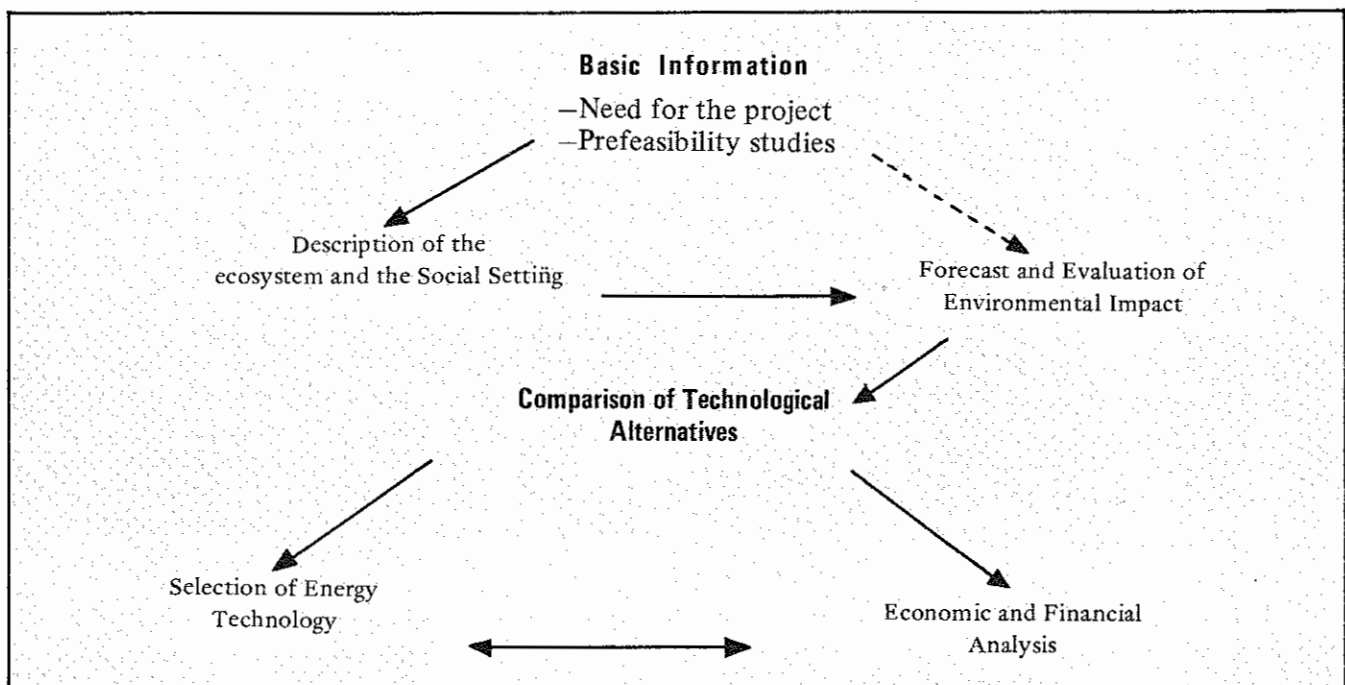
- identification of important environmental variables.
- forecast of anticipated changes in those variables and determination of the magnitude or scale of the change.
- evaluation of the importance or severity of the change.

These three analytical functions (identification, prediction, and evaluation) are considered in Table 1, together with the methodologies used to implement them.

TABLE 1
CLASSIFICATION OF METHODOLOGIES FOR THE EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT

| Function | Methodologies |
|----------------|---|
| Identification | <ul style="list-style-type: none"> - Description of the existing environmental system. - Determination of the project components. - Determination of the environmental aspects affected by the project. |
| Forecasting | <ul style="list-style-type: none"> - Identification of significant environmental modifications. - Quantitative prediction of significant changes in time and space. - Estimate of the probabilities that the postulated changes will occur and the period in which they are expected to occur. |
| Evaluation | <ul style="list-style-type: none"> - Determination of costs and benefits for consumers and for the population affected by the project. - Specification and comparison of the costs and benefits of the different alternatives. |

In the specific case of the environmental impact of energy technology, several stages can be discerned in the evaluation process:



In the following sections of this article, the different stages of the evaluation process are considered in terms of the environmental impact of energy technology.

First of all, the aspects related to the description of the natural and social setting are analyzed, and then focus is placed on the forecast and assessment of the environmental impact. Finally, the process of comparing and selecting alternatives is discussed.

Description of Ecosystems and Social Settings

One of the key aspects in the description of the ecological and social setting of a project is to assure that all of the environmental factors that can be affected have been included in the study. It is important not to dedicate large amounts of resources

to the description of secondary aspects that have no major relationship to the project. Unfortunately, there is no generally applicable rule for selecting the environmental factors that are relevant to each project.

However, two basic questions can serve as a guide in the process of selecting significant environmental factors:

1. Does the project have an impact on the environment (either positive or negative)?
2. Can the environmental factor have a bearing (positive or negative) on the construction or operation of the project?

When obtaining the important environmental factors in the description of a project setting, it is

not convenient to limit oneself to only one procedure; and in general, it is recommendable to use a combination of many of the available methods.

METHODOLOGY PROPOSED FOR THE EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF GEOTHERMAL PROJECTS

Below are presented the basic components of a methodology for the evaluation of the environmental impact of the prefeasibility, feasibility and exploitation stages of a geothermal project, as well as the treatment and disposal options that would guarantee a rational use of the resource.

Prefeasibility Stage

Description of the Ecosystem and Basic Studies

This includes a qualitative description of the large-potential areas identified in the prefeasibility stage as high priorities. The information presented in this stage refers only to the present and does not include future trends or uses. An attempt is made to obtain an overview of the project setting, without going into depth in the areas considered:

- existing populations
- current land use
- water resources, including drainage patterns
- climate
- geomorphology and vulcanology (based on information from the project)

Should information exist on the biological reserves, national parks, and seismicity of the area in question, this would also be included in this stage.

Feasibility Stage

Description of the Ecosystem and Basic Studies

In this stage the same categories included in the previous stage are considered, but with emphasis on the quantitative analysis, with more detail, and taking into account future trends and applications.

- Populations within the affected area, including growth and/or migration trends.
- Patterns of land use and potential future uses.
- Biological resources: flora, fauna, fragile ecosystems, endangered species, national parks and reserves.
- Regional hydro resources: rivers, lakes, etc., and their respective present and future uses.
- Drainage and subsurface circulation patterns. Irrigation systems and potable water supply.
- Geomorphology, vulcanology, seismicity, and natural settlements.
- Climate.
- Existing and anticipated infrastructure: highways, transmission lines, etc.

Project Description

- Geology, seismology, tectonics, vulcanology.
- Reservoir characteristics: location, depth, extension, potential, and estimated life span.
- Physical, chemical, and thermodynamic characteristics of the reservoir.
- Conversion systems and specific consumption.
- Volumes and physical and chemical characteristics of the fluid extracted and its wastes.
- Effluents from the power station, including cooling towers: gases, and wastewaters.

Evaluation of the Project's Environmental Impact

Impact on the quality of air

- Base studies to establish the original conditions

- Plant effluents: gases and particles.
- Noise.
- Thermal contamination.

Impact on the quality of water

- Base study to establish original conditions.
- Liquid effluents from the plant: composition of large elements and trace elements.
- Concentration of harmful elements in rivers, lakes, and seas.
- Thermal contamination.

Impact on ecosystems

- Base study to establish original conditions.
- Effects on fragile ecosystems and endangered species.
- Effects on soil quality.

Impact on morphology and landscape

- Base study.
- Effects of project.

Socio-economic Aspects

- Landholding and land use patterns.
- Changes introduced by the project.
- Relocation of the population.
- Migrations.
- Productivity changes.
- Effects on employment in the region.

Contingencies

- Including runaway wells, ruptured pipes and mechanical defects.

Analysis of Severity and Magnitude of Environmental Effects

- Air quality.
- Hydro resources.
- Biological resources.
- Agricultural production and other land uses.
- Geotechniques.
- Public and occupational health.
- Landscapes and aesthetics.

Identification of Social and Ecological Costs and Benefits

- Positive and negative external factors.
- Medium- and long-term effects.

Emissions, Effluent Treatment and Disposal Technologies

- Acceptable ranges (dynamic and subject to the country's conditions).
- Environmental standards, preferably emission standards.
- Gas and particle treatment technologies.
- Liquid effluent treatment technologies.
- Reinjection.
- Drilling waste disposal.
- Condensate disposal.
- Insulation systems.
- Noise control technologies.

Execution of the Study: Costs, Human Resources, Timetable

Recomendations

- Effluents to be treated: levels and technologies
- Treatment costs.

C. Exploitation Stage

Environmental Control

Systematic and/or occasional sampling.
Analyses and measurements.
Instrumentation.
Contingency plans.

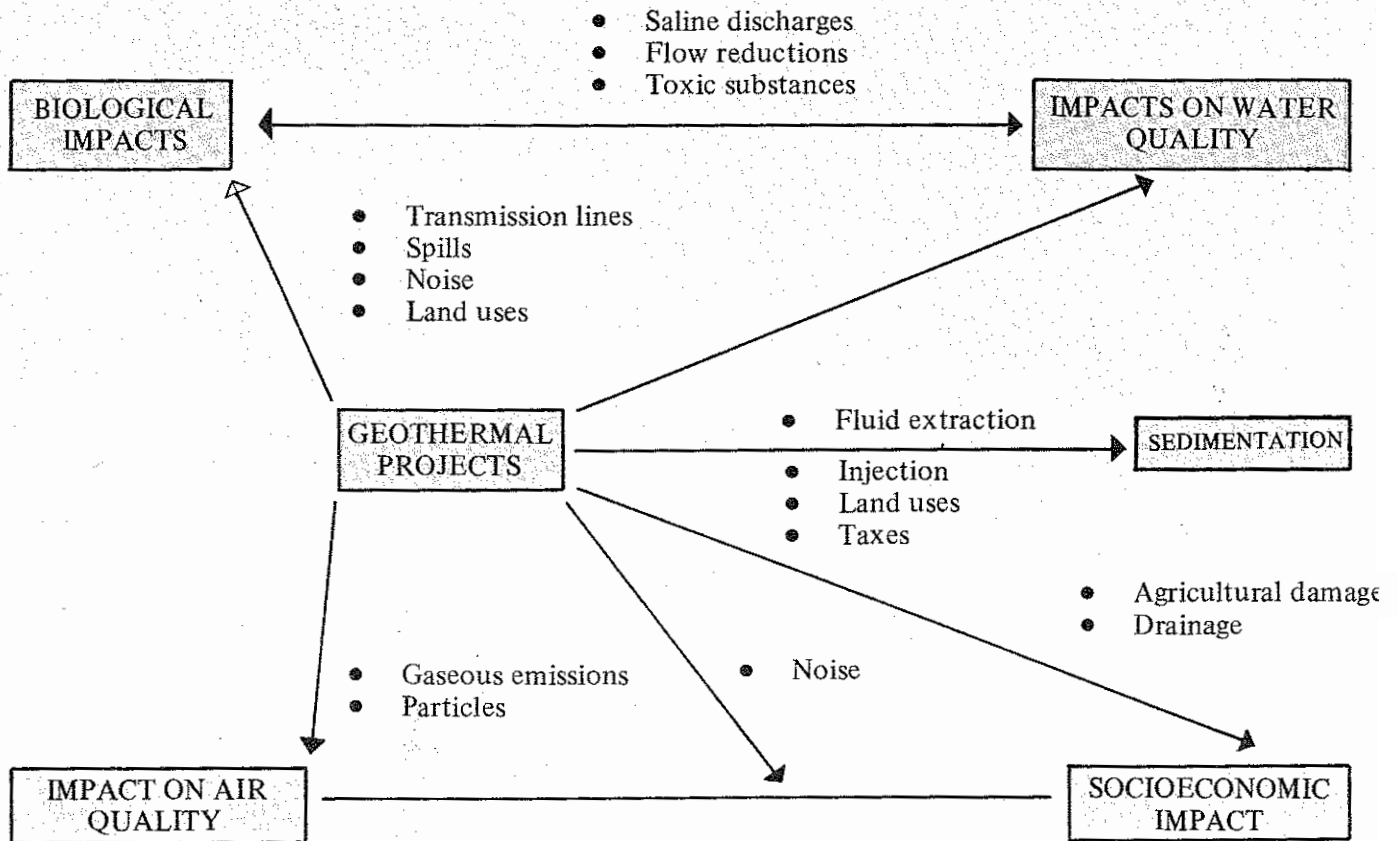
Should it be considered necessary, appendices

to the methodology will be prepared for the following areas:

- Analysis and implementation techniques.
- Treatment systems.
- International standards.

Figure 1 provides a summary of the environmental impacts of geothermal projects, the analysis of, and corrective measures for which have been included in the different stages of the methodology

FIGURE 1



SUMMARY OF THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF GEOTHERMAL PROJECTS

proposed previously. This exercise is useful, because it illustrates the procedure that should be used to control the environmental effects of energy. It is important to stress that not only geothermal energy has an environmental impact; the procedure described above can be applied to any energy source or technology, to prove that each one of them has an environmental impact, although of different magnitudes and severity.

It is also worthwhile to recall that all energy uses carry with them certain inevitable costs, not only in terms of obtaining and converting the energy, but also in terms of their environmental effects. Although there are always inevitable changes, the philosophy behind the environmental impact analyses is based on prevention, and the supply of control alternatives for those impacts that could be irreversible or that could cause great damage. Thus, the importance of OLADE's dissemination of these methodologies, and advising of them, in its Member States.

