
LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Dr. Victor M. Ponce

• INTRODUCCIÓN •

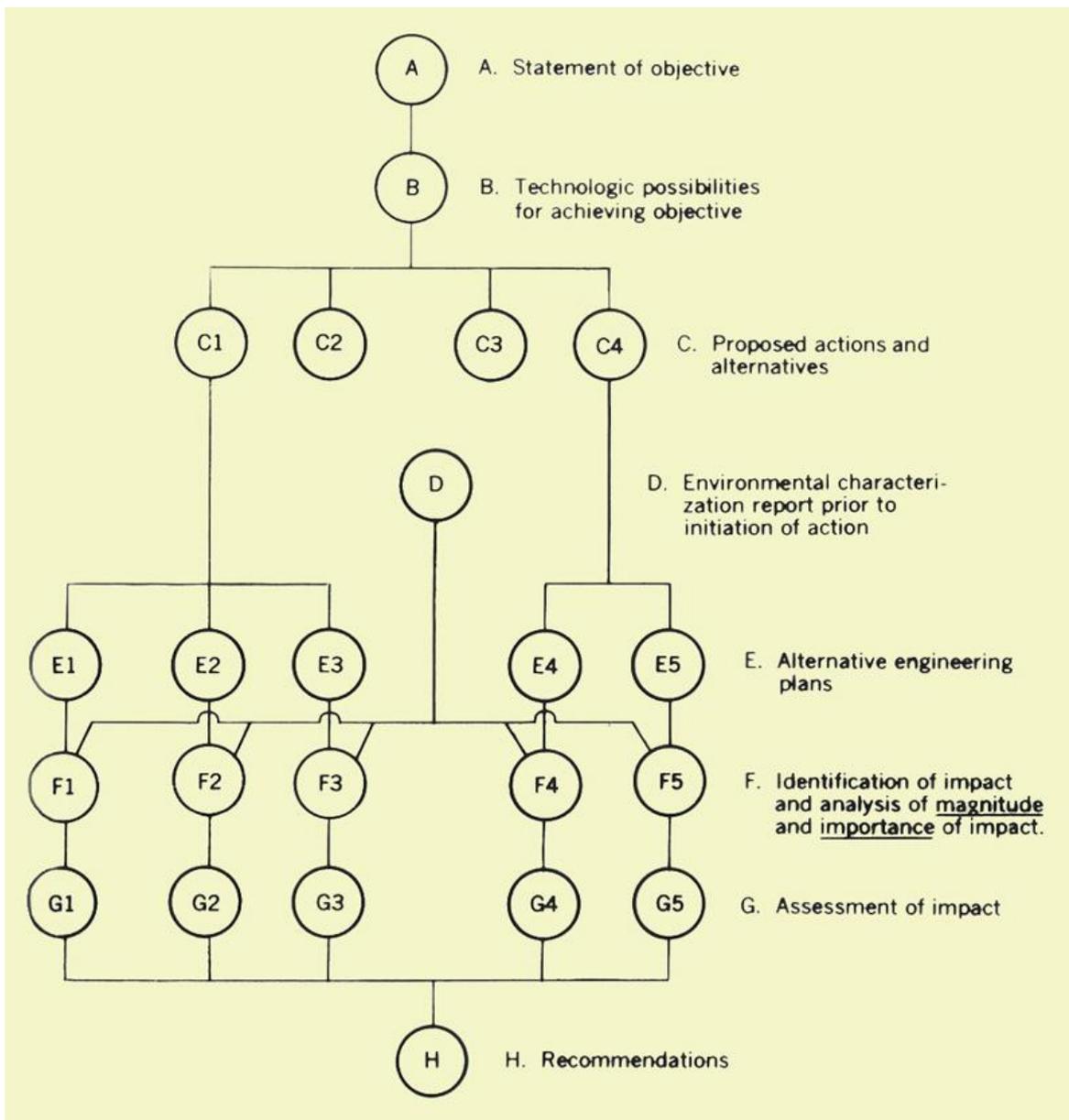
Este documento describe la matriz de Leopold, un procedimiento para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto de desarrollo y, por tanto, para la evaluación de sus costos y beneficios ecológicos (Leopold et al., 1971). Esta evaluación constituye una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EE.UU. de 1969. La ML establece un sistema para el análisis de los diversos impactos. El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

• PROCEDIMIENTO •

La evaluación del impacto ambiental es la penúltima de una serie de pasos o etapas que se describen a continuación (Fig. 1):

- Declaración de los objetivos del proyecto.
- Análisis de las posibilidades tecnológicas para lograr el objetivo.
- Declaración de una o varias acciones propuestas, incluyendo alternativas, que puedan causar impacto ambiental.
- Descripción de las características y condiciones del medio ambiente, antes del inicio de las actividades.
- Descripción de las acciones propuestas, incluyendo un análisis de costos y beneficios.
- Análisis de los impactos ambientales de las acciones propuestas.
- Evaluación de los impactos de las acciones propuestas sobre el medio ambiente.
- Resumen y recomendaciones.



Fuente: Leopold et al. (1971).

Fig. 1 Diagrama de flujo para el desarrollo de programas de acciones.

El análisis del impacto ambiental (F) requiere la definición de dos aspectos de cada una de las acciones que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente. El primer aspecto es la "magnitud" del impacto sobre sectores específicos del medio ambiente. El término "magnitud" se usa aquí en el sentido de grado, tamaño, o escala. El segundo aspecto es la "importancia" de las acciones propuestas sobre las características y condiciones ambientales específicas. La magnitud del impacto puede ser evaluada en base a hechos; sin embargo, la importancia del impacto se basa generalmente en un juicio de valor. Los valores numéricos de magnitud (cuantitativos) e importancia (cualitativos) reflejan un estimado de los impactos de cada acción (G).

El último ítem (H) del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un resumen y recomendaciones. Esta sección del informe detalla:

- Las bondades de las acciones propuestas;
- Las razones en las cuales se basa la elección de las acciones; y
- el plan para el logro de los objetivos establecidos.

La Figura 2 muestra los componentes de un estudio de impacto ambiental usando la matriz de Leopold.

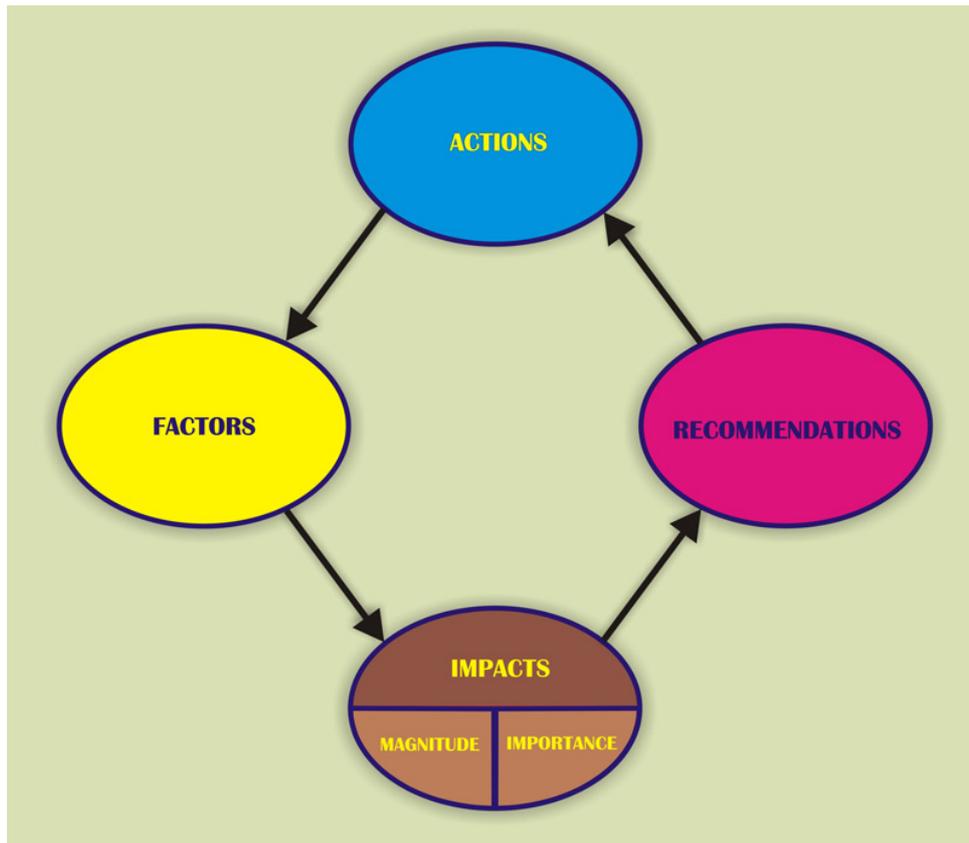


Fig. 2 Componentes de un estudio de impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold.

• DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL •

La Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se compone de cuatro elementos básicos:

1. Análisis de la necesidad de las acciones propuestas (A, B y C).
2. Descripción del entorno en el cual las acciones se llevarán a cabo (D).
3. Discusión de las acciones propuestas (E).
4. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) de las acciones propuestas sobre diversos factores ambientales (F y G), y un resumen y recomendaciones (H).

El ítem 1 considera toda la gama de valores, incluyendo los económicos y ecológicos.

El ítem 2 contiene una descripción de los elementos y factores del medio ambiente, con especial énfasis en los aspectos únicos o raros. Este ítem proporciona información para permitir una evaluación objetiva de los factores ambientales que podrían verse afectados por las acciones propuestas, e incluye todos los factores que conforman el ecosistema de la zona.

El ítem 3 incluye la discusión de posibles alternativas de diseño, y de los métodos o enfoques para lograr el objetivo de desarrollo propuesto. Todas las acciones que tienen un impacto sobre el medio ambiente se incluyen en la lista.

El ítem 4 contiene la evaluación del impacto, el cual consta de cuatro partes:

1. Una lista de los impactos sobre las características y condiciones del medio ambiente,
2. Una evaluación de la magnitud de cada impacto.
3. Una evaluación de la importancia de cada impacto.
4. La combinación de las evaluaciones de magnitud y importancia en un resumen.

• LA MATRIZ DE LEOPOLD •

El análisis se realiza con la matriz de Leopold (ML) (Leopold et al., 1971). Esta matriz tiene en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. Este formato provee un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales.

El número de acciones que figuran en el eje horizontal es de 100 (Cuadro 1). El número de los factores ambientales que figuran en el eje vertical es de 88 (Cuadro 2). Esto resulta en un total de 8,800 interacciones. En la práctica, sólo algunas de las interacciones involucran impactos de tal magnitud e importancia para justificar un tratamiento detallado.

| Cuadro 1. Acciones listadas en el eje horizontal de la matriz de Leopold. | | |
|---|---|---|
| <p>ACCIONES</p> <p>•</p> <p>[Acciones propuestas las cuales pueden causar impacto ambiental]</p> <p>•</p> | <p>A. Modificación del régimen</p> | a. Introducción de flora o fauna exóticas |
| | | b. Controles biológicos |
| | | c. Modificación de hábitat |
| | | d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo |
| | | e. Alteración del flujo de agua subterránea |
| | | f. Alteración de patrones de drenaje |
| | | g. Control de ríos y modificación de flujo |
| | | h. Canalización |
| | | i. Irrigación |
| | | j. Modificación del clima |
| | <p>B. Transformación del terreno y construcción</p> | k. Quema de bosques |
| | | l. Pavimentación |
| | | m. Ruido y vibraciones |
| | | a. Urbanización |
| | | b. Sitios y edificios industriales |
| | | c. Aeropuertos |
| | | d. Carreteras y puentes |
| | | e. Caminos y senderos |
| | | f. Ferrocarriles |
| | | |

| | |
|--------------------------------|--|
| | g. Cables y ascensores |
| | h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores |
| | i. Barreras, incluyendo cercas |
| | j. Dragado y enderezamiento de canales |
| | k. Revestimiento de canales |
| | l. Canales |
| | m. Presas y embalses |
| | n. Muelles, malecones, marinas, y terminales marítimos |
| | o. Estructuras de altamar |
| | p. Estructuras de recreación |
| | q. Perforación y voladura |
| | r. Corte y relleno |
| | s. Túneles y estructuras subterráneas |
| C. Explotación de recursos | a. Perforación y voladura |
| | b. Excavación de superficie |
| | c. Excavación del subsuelo |
| | d. Perforación de pozos |
| | e. Dragado |
| | f. Tala de bosques |
| | g. Pesca comercial y caza |
| D. Procesamiento | a. Agricultura |
| | b. Ganadería y pastoreo |
| | c. Plantas de engorde de ganado |
| | d. Plantas de producción de leche |
| | e. Generación de energía |
| | f. Procesamiento de minerales |
| | g. Industria metalúrgica |
| | h. Industria química |
| | i. Industria textil |
| | j. Automóviles y aeronaves |
| | k. Refinación de petróleo |
| | l. Alimentos |
| | m. Madera |
| n. Pulpa y papel | |
| o. Almacenamiento de productos | |
| E. Modificación | |

| | |
|--|--|
| del terreno | a. Control de erosión y terrazas |
| | b. Sellado de minas y control de desechos |
| | c. Rehabilitación de minas a tajo abierto |
| | d. Paisajismo |
| | e. Dragado de puertos |
| | f. Drenaje de humedales y pantanos |
| F. Renovación de recursos | a. Reforestación |
| | b. Gestión de vida silvestre |
| | c. Recarga de agua subterránea |
| | d. Aplicación de fertilizantes |
| | e. Reciclaje de residuos |
| G. Cambios en el tráfico | a. Red ferroviaria |
| | b. Automóviles |
| | c. Camiones |
| | d. Transporte de carga |
| | e. Aviones |
| | f. Ríos y canales |
| | g. Botes de placer |
| | h. Senderos |
| | i. Cables y ascensores |
| | j. Comunicación |
| | k. Tuberías y conductos forzados |
| H. Emplazamiento y tratamiento de residuos | a. Vertido en los océanos |
| | b. Rellenos sanitarios |
| | c. Colocación de residuos mineros |
| | d. Almacenamiento debajo del terreno |
| | e. Eliminación de basura |
| | f. Inundación de pozos de petróleo |
| | g. Colocación de pozos de petróleo |
| | h. Agua de enfriamiento industrial |
| | i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación |
| | j. Descarga de efluentes municipales |
| | k. Lagunas de estabilización y oxidación |
| | l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos |
| | m. Emisiones de chimeneas al aire libre |
| | n. Lubricantes usados |

| | | |
|--|--------------------------|---------------------------------------|
| | I. Tratamientos químicos | a. Fertilización |
| | | b. Deshielo de carreteras |
| | | c. Estabilización de suelos |
| | | d. Control de malezas |
| | | e. Control de insectos con pesticidas |
| | J. Accidentes | a. Explosiones |
| | | b. Vertidos y filtraciones |
| | | c. Falla operacional |
| | K. Otros | a. A ser determinado |
| | | b. A ser determinado |

| Cuadro 2. Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold. | | | |
|--|---|--------------|---|
| FACTORES • [Características y condiciones existentes en el medio ambiente] • | A. Características físicas y químicas | 1. Tierra | a. Recursos minerales |
| | | | b. Materiales de construcción |
| | | | c. Suelos |
| | | | d. Forma del terreno |
| | | | e. Ondas electromagnéticas y radiación de fondo |
| | | | f. Condiciones físicas únicas |
| | | 2. Agua | a. Superficial |
| | | | b. Océano |
| | | | c. Subterránea |
| | | | d. Calidad del agua |
| | | | e. Temperatura |
| | | | f. Recarga |
| | | | g. Nieve, hielo y hielo perenne |
| | | 3. Atmósfera | a. Calidad del aire (gases, partículas) |
| | | | b. Clima (micro, macro) |
| | | | c. Temperatura |
| | | 4. Procesos | a. Avenidas |
| | | | b. Erosión |
| | | | c. Deposición (sedimentación, precipitación) |
| | | | d. Solución |
| e. Adsorción (intercambiop iónico) | | | |

| | | |
|---------------------------|---------------------|---|
| | | f. Compactación y asentamiento |
| | | g. Estabilidad de taludes (deslizamientos) |
| | | h. Esfuerzo-deformación (terremotos) |
| | | i. Movimientos de masas de aire |
| B. Condiciones biológicas | 1. Flora | a. Árboles |
| | | b. Arbustos |
| | | c. Pastos |
| | | d. Productos agrícolas |
| | | e. Microflora |
| | | f. Plantas acuáticas |
| | | h. Especies en peligro |
| | | h. Barreras |
| | | i. Corredores |
| | 2. Fauna | a. Pájaros |
| | | b. Animales terrestres, incluyendo reptiles |
| | | c. Peces y moluscos |
| | | d. Organismos bénticos |
| | | e. Insectos |
| f. Microfauna | | |
| g. Especies en peligro | | |
| h. Barreras | | |
| i. Corredores | | |
| C. Factores culturales | 1. Uso de la tierra | a. Vida silvestre y espacios abiertos |
| | | b. Humedales |
| | | c. Bosques |
| | | d. Pastoreo |
| | | e. Agricultura |
| | | f. Residencial |
| | | g. Comercial |
| | | h. Industrial |
| | | i. Minería y extracción de materiales |
| | 2. Recreación | a. Caza |
| | | b. Pesca |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | c. Navegación por placer |
| | d. Natación |
| | e. Camping y caminatas |
| | f. Salidas al campo |
| | g. Centros de vacaciones y placer |
| 3. Interés estético y humano | a. Vistas escénicas |
| | b. Calidad de vida silvestre |
| | c. Calidad de espacio abierto |
| | d. Diseño del paisaje |
| | e. Condiciones físicas únicas |
| | f. Parques y reservas forestales |
| | g. Monumentos |
| | h. Especies o ecosistemas raros y únicos |
| | i. Sitios y objetos históricos o arqueológicos |
| | j. Presencia de elementos raros |
| 4. Aspectos culturales | a. Patrones culturales (estilo de vida) |
| | b. Salud y seguridad |
| | c. Empleo |
| | d. Densidad de población |
| 5. Facilidades y actividades humanas | a. Estructuras |
| | b. Red de transporte |
| | c. Redes de servicios |
| | d. Manejo de residuos |
| | e. Barreras |
| | f. Corredores |
| D. Relaciones ecológicas | a. Salinización de recursos hídricos |
| | b. Eutroficación |
| | c. Insectos vectores de enfermedades |
| | d. Cadenas tróficas |
| | e. Salinización del terreno |
| | f. Aumento del área arbustiva |
| | g. Otros |
| E. Otros | a. A ser determinado |

No todas las acciones y factores listadas en los Cuadros 1 y 2 se aplican a un proyecto dado. Además, en algunos casos pueden considerarse otras acciones y factores no listadas. De acuerdo a Leopold et al. (1971), el número de interacciones de un proyecto típico varía entre 25 y 50.

La manera más eficaz de utilizar la matriz es identificar las acciones más significativas. En general, sólo alrededor de una docena de acciones serán significativas. Cada acción se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical. Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa. La discusión en el texto del informe deberá indicar si la evaluación es a corto o a largo plazo.

Se evalúan las casillas marcadas más significativas, y se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla para indicar la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor magnitud, y 10 la mayor). Asimismo, se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia relativa de los efectos.

El siguiente paso es evaluar los números que se han colocado en las casillas. Es conveniente la construcción de una matriz reducida, la cual consiste sólo de las acciones y factores que han sido identificados como interactuantes. Debe tomarse especial atención a las casillas con números elevados. El alto o bajo número en cualquier casilla indica el grado de impacto de las medidas. La asignación de magnitud e importancia se basa, en la medida de lo posible, en datos reales y no en la preferencia del evaluador.

El sistema de calificación requiere que el evaluador cuantifique su juicio sobre las probables consecuencias. El esquema permite que un revisor siga sistemáticamente el razonamiento del evaluador, para asistir en la identificación de puntos de acuerdo y desacuerdo. La matriz de Leopold constituye un resumen del texto de la evaluación del impacto ambiental.

• EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL •

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) consiste en una discusión de cada una de las casillas marcadas con los números más altos de magnitud e importancia. Las columnas que tienen un gran número de factores marcados se examinan en detalle, independientemente de los números asignados. Del mismo modo, las filas que tienen un gran número de acciones marcadas se examinan en detalle, independientemente de los números.

La discusión comprende los siguientes aspectos:

1. Una descripción de la acción propuesta.
2. El probable impacto de la acción sobre cada factor identificado.
3. Los efectos ambientales adversos que no se puedan evitar.
4. Las alternativas a la acción propuesta.
5. La relación entre el uso humano del medio ambiente a corto plazo y el mantenimiento y mejora de la productividad del ecosistema a largo plazo.
6. Cualquier compromiso irreversible e irrecuperable de recursos involucrados en la acción propuesta.

7. Otros aspectos levantados por agencias del gobierno federal, estatal, y local, y por organizaciones y personas individuales apropiadas.

El texto de la EIA es un análisis de la asignación de números de magnitud y importancia de los impactos. Debe incluir una discusión de las principales características de la acción propuesta y de los ecosistemas afectados. Debe incluir también una descripción de la geografía, entorno físico, vegetación, clima y otros datos sobre la física, química, y biología de la acción propuesta y del ecosistema afectado. Sin embargo, la cantidad de detalle sólo debe ser el necesario para evaluar el impacto ambiental. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una parte intrínseca de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

• CONCLUSIONES •

La matriz de Leopold es una manera simple de resumir y jerarquizar los impactos ambientales, y concentrar el esfuerzo en aquéllos que se consideren mayores. La ventaja de la matriz es su recordatorio de toda la gama de acciones, factores, e impactos. En la medida de lo posible, la asignación de magnitud debe basarse en información de hecho. Sin embargo, la asignación de importancia puede dejar cierto margen para la opinión subjetiva del evaluador. Esta separación explícita de hecho y opinión es una ventaja de la matriz de Leopold.

BIBLIOGRAFÍA

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

150608