

8-95  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**EVALUACION DEL IMPACTO**  
**AMBIENTAL**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
**P R E S E N T A**

**ENRIQUE HECTOR MELLADO MARROQUIN**

**México, D. F.**

**1979**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

	Pág.
1.- INTRODUCCION	1
2.- MARCO DE REFERENCIA	5
3.- DESCRIPCION DEL CONJUNTO AMBIENTAL	13
4.- METODOLOGIA	23
5.- RECOMENDACIONES PRINCIPALES PARA LA ELABORACION DE LA DECLARACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.	60
6.- CONCLUSIONES	64
7.- BIBLIOGRAFIA	66
8.- APENDICE	70

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

El presente trabajo, muestra un breve panorama de los impactos ambientales, es decir, de cualquier cambio que se produce en el ambiente, provocado por cualquiera de las distintas actividades de un proyecto (planeación, construcción, operación y mantenimiento), y sus evaluaciones.

Sobre este tema, es poco lo que se conoce en nuestro país, dado que a principios de 1978, fue cuando se comenzaron a elaborar las primeras Declaraciones de Impacto Ambiental, por lo que fue necesario consultar estudios realizados en Estados Unidos de Norteamérica, sobre las Evaluaciones y Declaraciones de Impacto Ambiental, debido a que los americanos, para el 1° de enero de 1970, ya habían realizado seiscientas Declaraciones de Impacto Ambiental.

Es importante anotar que la contaminación ambiental es un problema que día a día se va agravando en todo el mundo, y por lo tanto en México, donde por falta de un control ambiental adecuado, se ha llegado a situaciones críticas tales como: Los problemas de la contaminación atmosférica (smog), la mala distribución del uso del suelo, la contaminación de las aguas de algunos ríos, la contaminación de los pozos de extracción de agua potable por una mala progra

mación de las descargas de aguas negras, etc., el cual será solucionado después de mucho tiempo, porque, como señaló el Ing. Ariel Cano Vicario, titular de la Dirección General de Saneamiento del Agua de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, países poderosos económicamente, y dueños de tecnología específica, han tardado en reducir los índices contaminantes, más de 20 años. (1)

En la elaboración de las Declaraciones de Impacto Ambiental, se ha desarrollado una terminología nueva, que es la siguiente: 1) Declaración de Impacto Ambiental: es una declaración escrita bajo un formato según especificaciones gubernamentales, que representa un resumen del conjunto ambiental y de las evaluaciones ambientales.

El borrador de la Declaración de Impacto Ambiental se debe preparar para que sea revisado y comentado, de tal forma que se llegue a la Declaración definitiva.

2) Inventario ambiental: es una descripción completa del ambiente, tal y como existe en el área donde una acción propuesta en particular está bajo consideración. La descripción se obtiene de un listado de factores para los medios físico, biológico y cultural. El medio físico incluye áreas tales como: geología, topografía, recursos acuíferos, calidad del agua, calidad del aire, y climatología.-

---

(1) "El Control de la Contaminación no es cuestión de un señorio: Cano Vicario" Excélsior pág.9A, 27 de Septiembre de 1979.

El medio biológico, se refiere a la flora y la fauna del área. Los factores en el medio cultural, incluyen índices de población, distribución de la población, sitios arqueológicos e históricos, e indicadores de economía.

3) Evaluación ambiental: consiste en una metodología, por medio de la cual, los impactos ambientales de una acción propuesta, son cuantificados. Esta metodología incluye una recopilación detallada de los impactos posibles, de terminación de sus magnitudes o sus escalas, y la consideración de su significancia o importancia.

La metodología tiene que ser interdisciplinaria, sistemática y reproducible.

4) Impacto: es cualquier cambio en los aspectos físico, biológico y cultural del ambiente <sup>(2)</sup>, provocado por cualquiera de las actividades de la acción propuesta o el proyecto a desarrollar.

El proceso para la preparación de la Declaración de Impacto Ambiental es estudiando de acuerdo a cinco componentes: bases, conjunto ambiental, predicción y evaluación de los impactos, selección de la acción propuesta, y la preparación de la Declaración.

---

(2) Por ser los términos medio y ambiente, sinónimos, utilizo tan sólo uno de ellos para no incurrir en un error gramatical.

El presente trabajo está organizado de acuerdo a dichos componentes: el capítulo 1, abarca los requerimientos básicos y el marco de referencia. El capítulo 2, describe los factores ambientales que deben ser considerados en la definición del conjunto ambiental del área de estudio. El capítulo 3, presenta la metodología para la evaluación de Impacto Ambiental, que puede ser utilizada en la evaluación de las alternativas y acciones propuestas. Finalmente el capítulo 4, discute diferentes consideraciones para la elaboración de las Declaraciones de Impacto Ambiental.

La intención ha sido ensamblar la información pertinente tanto para el salón de clases como para la práctica.

## CAPITULO 2

### MARCO DE REFERENCIA

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) de una acción propuesta requieren de enfoques sistemáticos, reproducibles e interdisciplinarios. Lo sistemático se refiere a una consideración completa, ordenada y científica de los posibles impactos sobre cada uno de los siguientes aspectos: físico, biológico, cultural y socioeconómico del ambiente; los resultados de una evaluación deben ser reproducibles -- por otros grupos de investigadores; finalmente, se debe tener cierta información de otras áreas o disciplinas para -- asegurarse de haber elaborado un análisis completo.

#### 2.1 PROCESO DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA).

La figura 2.1 muestra cinco actividades llevadas al cabo en el proceso de la EIA. Algunas de las bases, que son requeridas para lograr la evaluación, están relacionadas con la descripción del conjunto ambiental, con la predicción y evaluación del impacto y con la preparación de la Declaración del Impacto Ambiental (DIA).

Con el fin de poder predecir y evaluar los impactos asociados con una acción propuesta, es necesario en segundo lugar describir el conjunto ambiental en el que la acción propuesta se habrá de llevar al cabo. Esto proporciona una información tanto para la predicción y evaluación --

que se puede realizar como para la preparación de la DIA.

El paso más importante en el proceso de la EIA y - el que necesita mayor grado de aplicación científica de tecnología, es el paso de la predicción y evaluación del impacto; este consiste en la proyección hacia el futuro del conjunto ambiental sin la acción propuesta y después realizar los cálculos necesarios o estudiar los enfoques para predecir el impacto de la acción propuesta y evaluar las consecuencias. La información de esta actividad pasa a ser parte de la siguiente, a fin de lograr la selección de la acción propuesta; además dicha información también será utilizada en la elaboración de la DIA.

La siguiente actividad es la que consiste en la -- concentración de toda la información del impacto con cada - alternativa; basados en esta información, así como en otros factores de decisión, tales como las consideraciones técnicas y económicas, se realiza la selección de la acción propuesta. Toda la información así obtenida pasa a formar parte del último paso en cuestión.

Finalmente, la última actividad consiste en la preparación de un borrador o proyecto de declaración del impacto ambiental, de acuerdo con las normas establecidas en cada país; este borrador pudiera pasarse a revisión en otras dependencias u oficinas de gobierno, de conformidad con normas y reglamentos locales, y en base a comentarios y sugerencias hechas por dichas dependencias, se elabora la DIA-- definitiva.

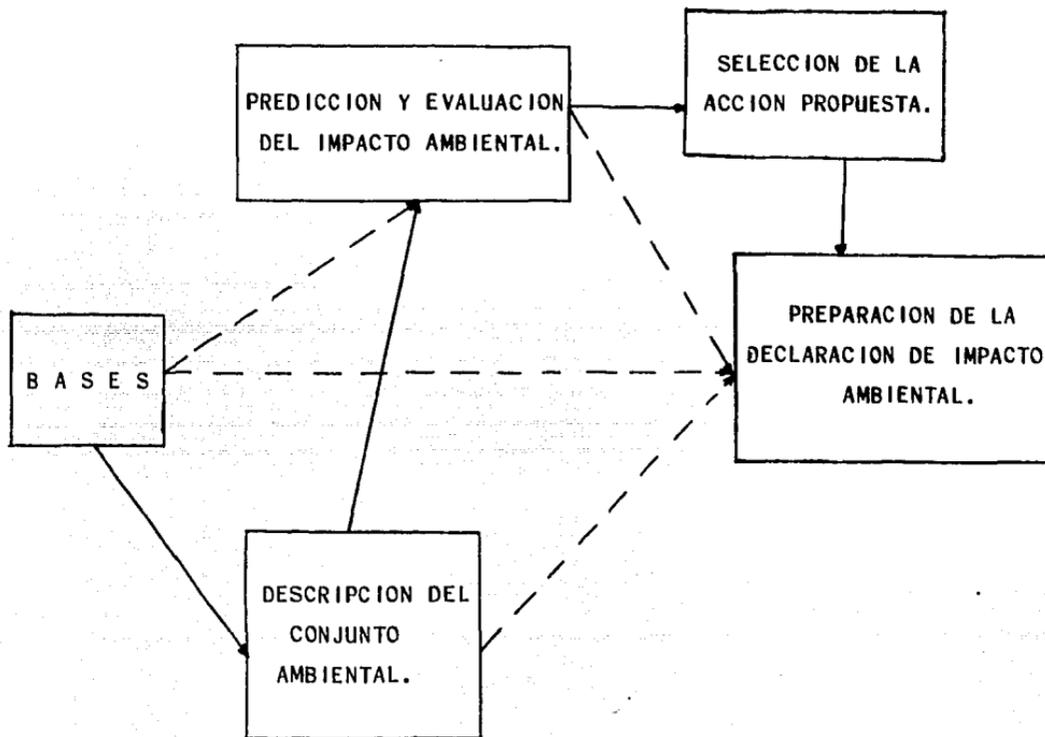


FIGURA 2.1 PROCESO PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Se ve que cada una de las cinco actividades se encuentra interrelacionada entre sí, como lo muestra la figura 2.1. Asimismo podemos observar que este proceso de evaluación ambiental es idealizado y, supone que dicha evaluación es llevada al cabo con mucha anterioridad al proyecto de la obra, para que las consideraciones ambientales puedan pasar a formar parte en la decisión de la alternativa para la solución de un problema en particular.

## 2.2 BASES DEL PROCESO.

Existen varios requisitos que deben tenerse en cuenta para lograr una buena evaluación ambiental; estos requisitos o bases son: a) conocimiento de todas las normas gubernamentales; b) conocimiento del problema y c) equipo interdisciplinario.

El estar en contacto con todas las normas que existan sobre la DIA permite una planeación más efectiva de cada uno de los pasos intermedios que nos llevan finalmente a la preparación de la DIA.

Ya que los diferentes tipos de proyectos presentan diferentes tipos de impactos sobre el ambiente, y las diferentes alternativas para una necesidad dada, exponen también diferentes impactos ambientales, es necesario estar familiarizados con las necesidades del proyecto y los diferentes tipos de posibles soluciones. Este concepto se muestra en la figura 2.2. Después de la indentificación de la necesidad de un proyecto o estudio, es necesario identifi-

car ciertas alternativas posibles como solución del proyecto. Como una de las alternativas que se deben de considerar en una acción propuesta es la de no-proyecto, o sea que debe considerarse la posibilidad de que no se lleve al cabo - el proyecto, la cual deberá incluirse junto con todas las - alternativas técnicas. Es necesario conocer a fondo y completamente los tipos de impactos asociados con las diversas alternativas.

Basados en el conocimiento general de las necesidades del proyecto y sus posibles soluciones, es necesario -- formar un grupo interdisciplinario para trabajar en el proyecto y en el proceso de la evaluación. Este grupo deberá - estar formado, como mínimo, de: un científico o un ingeniero, un biólogo y un arqueólogo. El grupo interdisciplinario más apropiado a un proyecto en particular deberá formarse - después de haber recabado cierta información sobre el tipo de proyecto. Cabe hacer la aclaración de que siempre se necesitará nombrar un director de dicho grupo.

### 2.3 DESCRIPCION DEL CONJUNTO AMBIENTAL:

Una descripción apropiada del conjunto ambiental - puede proporcionar cierta información básica para poder evaluar los posibles impactos asociados con todas las alternativas consideradas. No existe una sola lista de elementos - ambientales del conjunto que pueda ser apropiada para todas las evaluaciones. Algunas bases que nos pudieran servir para seleccionar los elementos incluidos en el conjunto ambiental son: Conocimiento de los impactos. Normas gubernamenta-

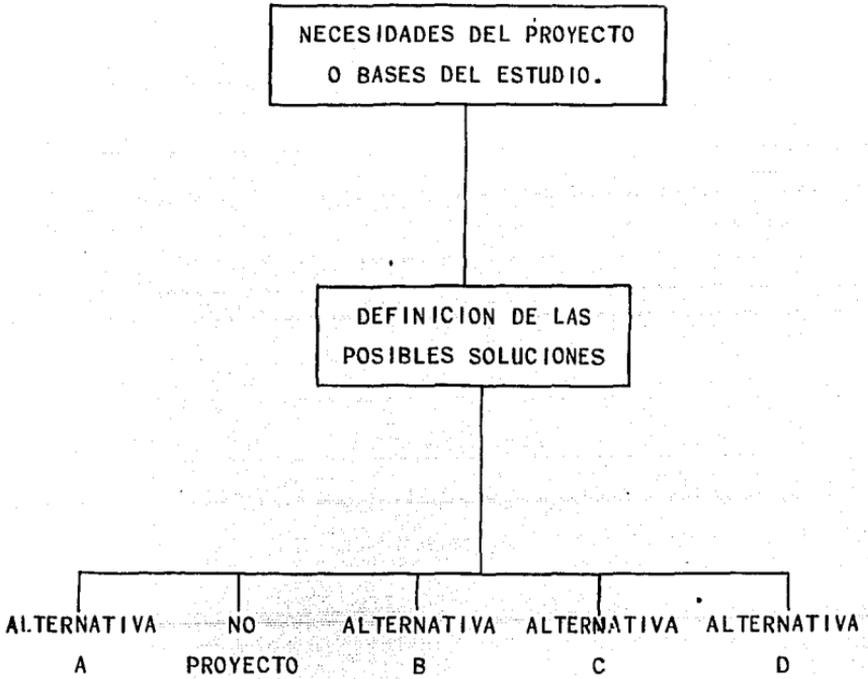


FIGURA 2.2 CONOCIMIENTO DEL ESTUDIO.

les, declaraciones anteriores y la metodología para el Análisis (EIA).

En efecto, al conocer los impactos asociados a --- ciertos tipos de proyectos podremos formar una lista de elementos que intervendrán en el conjunto ambiental; por ejemplo, en la preparación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para un aeropuerto es necesario considerar el impacto de las operaciones tanto sobre la calidad del aire como en el ruido; por lo tanto es necesario tener una descripción de la calidad del aire y los niveles de ruido en la vecindad de la zona donde se pretende construir el aeropuerto.

Además, también podemos encontrar elementos para nuestro conjunto ambiental, al analizar otras declaraciones de Impacto Ambiental ya realizadas para otros proyectos.

Por otro lado si recurrimos a los métodos utilizados en otras evaluaciones podremos encontrar una lista de elementos muy variada y bastante extensa.

Por último, se puede llevar al cabo una agrupación de cada uno de los elementos o parámetros en distintas ---- áreas; como sugerencia pudieramos decir que un arreglo adecuado sería dividir los elementos o parámetros en las siguientes categorías: físico-químicos, biológicos, culturales, y socioeconómicos.

## 2.4 PREDICION Y EVALUACION DEL IMPACTO.

Existen bastantes métodos y modelos que pueden ser

utilizados para predecir y evaluar los impactos posibles que causará un proyecto en particular en el aire, en el agua y en el ruido. También existen métodos menos cuantitativos para la predicción y evaluación de impactos en el ambiente biológico. La predicción de impactos en el medio cultural está asociada con la distribución geográfica de los recursos culturales en el área del proyecto.

## 2.5 SELECCION DE LA ACCION PROPUESTA

La selección de la acción propuesta para el proyecto puede ser realizada en base al juicio profesional o con ciertas técnicas especiales que se verán más adelante.

## 2.6 PREPARACION DE LA DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA).

En cuanto a la preparación de la declaración del impacto, podemos decir muy poco porque en nuestro país estas técnicas están en sus inicios, pero presentaremos más adelante, una serie de sugerencias y ayudas para la correcta elaboración de dicha declaración.

Este paso consiste únicamente en la recopilación de toda la información obtenida en los pasos anteriores y vaciarlos en un informe con un formato estandarizado de acuerdo a normas que deberán establecer las dependencias gubernamentales en nuestro país tal y como ya se tienen en otros países.

### CAPITULO 3 DESCRIPCION DEL CONJUNTO AMBIENTAL

Uno de los primeros pasos en el proceso de la evaluación del impacto ambiental, es el de describir el conjunto ambiental para el área de estudio del proyecto en cuestión. Esta descripción provee información básica con la que se puede lograr una buena comparación entre las distintas alternativas de la acción propuesta. Es recomendable, al hacer la descripción el agrupar todos los factores por categorías: físico-química, biológica, cultural y socioeconómica.

#### 3.1 OBJETO DE LA DESCRIPCION DEL CONJUNTO AMBIENTAL.

La descripción del conjunto ambiental tiene varios objetivos:

- A) El de formar una base para la evaluación del impacto ambiental (EIA) de la acción propuesta y sus alternativas.
- B) Proveer suficiente información de tal forma que los encargados de tomar la decisión, puedan lograr una comprensión completa tanto de las necesidades del proyecto, como de las características de la zona de estudio.
- C) Identificar cualquier elemento ambientalmente importante antes de llevar al cabo la acción propuesta.

- D) Detectar cualquier posible cambio ambiental potencialmente crítico.

### 3.2 SELECCION FINAL DE LOS ELEMENTOS

Uno de los aspectos básicos en la descripción del conjunto ambiental, es el de asegurar que todos los factores ambientales que tengan que ser considerados sean incluidos, mientras que al mismo tiempo, se excluyan aquellos elementos o factores que sean muy complicados y tengan muy poca importancia desde el punto de vista del impacto ambiental que la acción propuesta pudiera ocasionar. No existen normas o reglas en cuanto al número y tipo de los elementos que tienen que ser incluidos en la descripción, pero como ayuda para formar un criterio en la selección de dichos elementos ambientales, tomaremos como base las siguientes dos preguntas:

A) ¿Causará la acción propuesta o cualquiera de sus alternativas algún impacto, ya sea benéfico o perjudicial, sobre el elemento ambiental en cuestión?

B) ¿Ejercerá, el elemento ambiental, alguna influencia sobre el programa de construcción de proyecto o sobre su operación?

La aplicación de estas dos preguntas puede ser una herramienta muy útil para obtener la lista definitiva de los elementos. Varios métodos de análisis del Impacto Ambiental se han elaborado desde 1970 y la mayoría de ellos -

define entre 50 y 100 elementos ambientales diferentes que deben ser incluidos en la evaluación.

Cabe hacer notar que todas las personas relacionadas directamente con la evaluación deberán visitar la zona de estudio.

### 3.3 AYUDAS PARA LA ELABORACION DE LA LISTA DE ELEMENTOS AMBIENTALES.

El medio más efectivo para elaborar la lista de factores ambientales es empleando una combinación de distintas ayudas especialmente ajustadas para las necesidades de un proyecto en particular bajo consideración y que han sido desarrolladas por especialistas con experiencia en el tema.

Existen cuatro ayudas principales que se han utilizado en los Estados Unidos de Norteamérica, y que pueden ser de gran utilidad para otros países:

- a) Consultando las normas departamentales del gobierno norteamericano, porque en ellas encontramos un listado de algunos factores que deben ser incluidos.
- b) Conocimiento general relativo a los impactos anticipados en proyectos del tipo en cuestión.
- c) Consultando declaraciones de Impacto Ambiental ya formuladas y utilizando los listados de elementos ambientales en ellas.

d) Consultando la metodología aplicada.

A continuación vamos a enunciar algunos factores ambientales para un proyecto de un gasoducto:

1. Aprovechamiento del suelo: Se identifican los usos del suelo actuales y se describen las características del suelo en el área de estudio.

a) También se describen cada uno de los diferentes usos -- que se le esté dando al suelo (agricultura, industrias, recreación, residencial, etc). En seguida se localizan todas las vías de comunicación, ya sean caminos, carreteras, canales de navegación, ríos o tráfico aéreo; y -- por último se localizan las facilidades de transmisión y se identifican los recursos acuíferos.

b) Topografía, fisiografía y geología. Se hace una descripción topográfica, fisiográfica y geológica muy detallada del área de estudio; para el caso de nuestro país será conveniente estudiar e incluir las cartas de DETENAL (Dirección de estudios del territorio nacional).

c) Suelos. Se describen las características físicas y la composición química del suelo o los tipos de suelo en la zona.

d) Fallas geológicas. Se indica la posible ocurrencia de una falla en el área (terremotos, deslizamientos, erosiones, etc.).

2. Especies y Ecosistemas. Se identifican todas las especies y ecosistemas que serán afectados por la acción propuesta.

- a) Especies. Se clasifica la vegetación en el área de acuerdo a su importancia ya sea comercial o recreativa, describiendo las especies predominantes.
- b) Recursos Biológicos. Se describen los ecosistemas que sean raros o escasos en el área de estudio, así como cualquier recurso biológico que se vea en peligro en la acción propuesta.

3. Consideraciones Socioeconómicas. Se investiga si la acción propuesta pudiera tener un efecto importante sobre el área; se discute asimismo el futuro socioeconómico en la vecindad y la densidad de población. Se incluyen también distancias del sitio del proyecto a zonas cercanas, ya sean residenciales, urbanas, industriales, etc.

4. Ambientes hidráulico y atmosférico. Se describe el clima, y la calidad y cantidad de los recursos acuíf~~er~~o y del aire.

Con respecto al clima, se describen las condiciones climáticas que han prevalecido en la zona, y la media y máxima de las temperaturas mensuales, precipitación y velocidad y dirección del viento.

En cuanto a la hidrografía, se busca o se calcula-

la cuenca hidrológica, el drenaje, uso del agua, agua subterránea, manantiales, etc.

Y sobre el aire, ruido y calidad del agua se investiga todo al respecto por medio de datos estadísticos y técnicos.

5. Características Especiales. Se identifican todos los rasgos especiales de la zona, incluyendo los históricos, arqueológicos y estéticos.

Para el caso de proyectos relacionados con la construcción de una presa, podemos también elaborar una lista de posibles impactos:

#### 1. PERDIDA DIRECTA DEL SUELO Y SU PRODUCTIVIDAD.

##### A. -Usos específicos del suelo

-Agricultura y pastura.

-Bosques.

-Pantanos

##### B. -Productividad Comercial.

-Recursos minerales

-Criaderos Piscícolas.

#### II. PERDIDA O REACOMODO DE LUGARES ESPECIALES Y ARQUEOLOGICOS E HISTORICOS.

##### A. -Lugares arqueológicos e históricos

B. -Casas

C. -Vías de comunicación

- D. Cementerios
- E. Zonas recreativas.

### III. DAÑO AL HABITAT ANIMAL

- A. Tipo de habitat
- B. Perjuicio a las oportunidades de caza.

### IV. CAMBIO EN LA CALIDAD ESTETICA.

- A. Detrimento en la estética
- B. Mejoramiento en la estética

### V. ALTERACIONES EN LA CALIDAD DEL AGUA.

#### VI. IMPACTOS DEBIDOS O PROVOCADOS POR LA COLOCACION DE LA CORTINA.

#### VII. IMPACTOS OCASIONADOS POR LAS OBRAS DE EXCEDENCIAS.

#### VIII. EFECTOS AGUAS ABAJO DE LA OBRA

Al analizar cada uno de los impactos anteriores se obtiene una lista de elementos ambientales que serán afectados por dichos impactos.

Ahora podemos hablar de otra ayuda, puede ser el listado que se presenta a continuación, preparando por la Asociación de Investigación Geológica de los Estados Unidos de Norteamérica:

## 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

### A. -Tierra

- Recursos minerales
- Materiales de construcción\*
- Suelos
- Conformación de la superficie

### B. -Agua

- Superficial
- Del océano
- Subterránea.
- Su calidad.
- Temperatura.

### C. Atmósfera

- Calidad (gases, partículas, etc.)
- Clima
- Temperatura.

### D. -Procesos

- Inundaciones
- Erosiones
- Depósitos (sedimentación, precipitación).
- Estabilidad
- Movimientos eólicos

## II. CONDICIONES BIOLÓGICAS

### A. -Flora

- Arboles

- Arbustos.
- Pasto.
- Sembradíos.
- microflora.
- Plantas acuáticas.

**B. Fauna**

- Aves
- Animales terráqueos incluyendo réptiles.
- Peces y mariscos
- Insectos
- Microfauna.

**III. FACTORES CULTURALES**

- A.**
- Uso del Suelo
  - espacios abiertos
  - Bosques
  - Pantanos
  - Agricultura
  - Residencial
  - Comercial
  - Industrial
  - Minería.

**B. Recreación**

- Caza
- Pesca
- Natación

- Alpinismo
- Vacacional
- Días de campo

C. Estética e Interés Humano.

- Vistas escénicas
- Espacios abiertos
- Parques
- Monumentos
- Especies raras.
- Sitios históricos y arqueológicos.

D. Situación Social.

- Patrones culturales
- Sanidad y seguridad
- Empleos
- Densidad de población.

E. Facilidades

- Estructuras
- Red de transporte
- Servicios
- Basureros.

Y así podríamos continuar describiendo nuestro --- conjunto ambiental. Si quisieramos lograr una descripción-- más completa todavía, podemos recurrir a la bibliografía su gerida al final de este estudio.

## CAPITULO 4 METODOLOGIA

En los Estados Unidos de América se han desarrollado una gran cantidad de métodos para la evaluación del impacto ambiental. Un impacto puede ser definido como: cualquier cambio en los aspectos físico-químico, biológico, cultural y socioeconómico del ambiente, el cual puede ser atribuido a las actividades humanas en relación con las alternativas bajo estudio. La metodología para la evaluación provee un enfoque organizado para predecir y evaluar estos impactos.

### 4.1 OBJETO DE LOS METODOS PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Diferentes fines son cubiertos por los métodos para el análisis del impacto. Uno es el de asegurarse que todos los elementos que tengan que ser considerados, sean incluidos en el análisis. Este fin es adecuado, porque el ambiente es un sistema muy complejo de recursos físico-químicos, biológicos culturales y socioeconómicos, además de varios tipos de acciones pueden provocar interrelaciones e impactos muy complejos sobre dichos recursos.

Los métodos de análisis, deben proveer los medios para la evaluación de las alternativas sobre una base común. Muchas declaraciones de impacto ambiental, describen adecuadamente

damente los impactos ambientales de las acciones propuestas, pero a pesar de esto, consideran únicamente la evaluación - desde el punto de vista económico, de la acción propuesta . Los métodos proveen enfoques para evaluar total o parcialmente los impactos.

Otro objetivo, es el de proporcionar la información recabada en forma compacta, para la participación del sector público. Se tiene que cuidar que la información mencionada, no parezca llevar a conclusiones erróneas.

#### 4.2 ESTUDIOS COMPARATIVOS DE LOS DIFERENTES METODOS

A medida que los métodos de análisis se han desarrollado, se han realizado comparaciones periódicas de la metodología de acuerdo a ciertos criterios predeterminados. Dickert, Drobny y Smith, Warner y Preston, y Smith, realizaron varios análisis comparativos, de los distintos métodos para la evaluación del impacto. En cada uno de estos estudios, se proponen los criterios para el agrupamiento de dichos métodos y, además, varias comparaciones de ciertos métodos escogidos.

Dickert considera tres funciones analíticas asociadas con la evaluación del impacto:

- 1) identificación
- 2) predicción
- 3) evaluación (tabla 4.1).

Los métodos para la identificación de los impactos ambientales, pueden ayudarnos en la especificación de los alcances de los impactos ambientales, pueden ayudarnos en la especificación de los alcances de los impactos que pueden presentarse, incluyendo sus dimensiones espaciales y período. Generalmente, estos métodos resuelven las incertidumbres relativas a los componentes del proyecto, y sobre cuales elementos ambientales serán afectados por dichos componentes, Dickert reconoció tres tipos de métodos para la identificación: listados, matrices y redes. Los listados, contienen los factores ambientales que necesitan ser consignados o incluidos, relativos a los impactos de las alternativas. Una matriz, es un listado bidimensional que identifica varios tipos de acciones, así como los impactos posibles sobre los elementos ambientales. Y las redes, enfatizan las interrelaciones entre los diferentes elementos ambientales.

Los métodos para la predicción, implican la mayor aplicación de tecnología; esta área del análisis, es la menos desarrollada en términos de metodología específica, que puede ser aplicada directamente en la evaluación. Estos métodos quedan fuera del alcance de este trabajo, por lo que en caso de ser necesario, se deberá consultar la bibliografía anexa.

Los métodos asociados con la evaluación, incluyen dos métodos muy utilizados en Estados Unidos: Sistema de Evaluación Ambiental de BATTELLE y la Matriz Optima de Georgia, que se bosquejarán más adelante.

Drobny y Smith identificaron diez criterios que re presentan los requerimientos básicos en la metodología para la evaluación del impacto. Un método de análisis deberá ser comprensible, flexible, capaz de detectar los impactos gene rados por el proyecto, objetivo, capaz de asegurar la ali-- mentación o intervención de expertos, utilizar el nivel de destreza personal, emplear criterios definidos, proveer las magnitudes de los impactos, proveer el total de los impac-- tos posibles, y detectar las áreas ambientales sensitivas. Estos diez criterios forman la base para los estudios de -- Warner, Warner y Bromley y para el de Smith.

Warner en 1973, y Warner-Bromley en 1974, dividie-- ron la metodología para la evaluación del impacto ambiental en cinco clases principales:

- 1) Procedimientos ad-hoc
- 2) Técnicas de superposición
- 3) Listados
- 4) Matrices
- 5) Redes

Los procedimientos ad-hoc consisten en la forma--- ción de un grupo o equipo interdisciplinario de especialis tas, para identificar los impactos en cada una de sus co--- rrespondientes disciplinas (especialidades).

Las técnicas de superposición, describen enfoques-- ya desarrollados utilizados en la planeación. Estas técni-- cas, están basadas en el uso de una serie de planos o mapas--

TABLA 4.1 CLASIFICACION DE LA METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL, SEGUN DICKERT.

FUNCION	METODOLOGIA
IDENTIFICACION	Descripción del sistema ambiental-existente (actual). Determinación de los componentes - del proyecto. Definición del medio modificado por el proyecto (incluyendo todos sus componentes).
PREDICION	Identificación de las modificaciones ambientales significativas. Predicción de la cantidad y/o dimensiones de los cambios ambientales identificados. Estimación de la probabilidad de - que el impacto ocurra.
EVALUACION	Determinación de los costos y <u>beneficios</u> para los usuarios y población afectada por el proyecto. Especificación y comparación entre varias alternativas.

superpuestos, que representan factores ambientales o características del suelo. La técnica de superposición es generalmente efectiva en la selección de alternativas, así como en la identificación de ciertos tipos de impactos. Sin embargo, no puede ser utilizada para la cuantificación de impactos, ni para identificar las interrelaciones secundarias o terciarias. El uso de la computadora basado en esta técnica ya ha sido desarrollado.

Los listados representan diferentes tipos de impactos asociados con categorías particulares del proyecto. A -

partir de un listado de factores ambientales y/o impactos, se seleccionan y evalúan aquellos impactos probables asociados con la alternativa bajo consideración.

Las matrices son básicamente, listados generalizados en las cuales las actividades posibles del proyecto se representan en un eje, y las características o condiciones-potencialmente impactadas, en el otro.

Las redes expanden el concepto de matriz, introduciendo una red de causa-condición-efecto, que permite la identificación de efectos acumulativos o indirectos que no pueden describirse por medio de simples secuencias de causa-efecto, representadas por las matrices.

En 1973, Warner y Preston condujeron un estudio de 17 métodos para la evaluación del impacto, con el objetivo de compararlos; cuatro componentes de la evaluación fueron identificados: identificación del impacto, medición, interpretación y comunicación. Las tablas 4.2 a 4.5, contienen algunas preguntas que representan el criterio asociado con cada uno de dichos componentes. Los 17 métodos también fueron comparados respecto a: 1) necesidades de recursos, 2) facilidad de representación y 3) flexibilidad, que un cierto proyecto pueda tener, llegando a establecer los criterios mostrados en la tabla 4.6. Además la tabla 4.7 provee un resumen de la comparación de los 17 métodos mencionados.

En 1974, Smith utilizó 10 criterios para la comparación de 23 métodos para la evaluación del impacto ambiental que son:

TABLA 4.2. IDENTIFICACION DEL IMPACTO (WARNER Y PRESTON)

CRITERIO	PREGUNTAS
COMPRESIVIDAD	¿Proporciona el método, un rango amplio de impacto?
CLARIDAD	¿Se identifican parámetros ambientales específicos?
IMPACTOS DEL PROYECTO	¿Proporciona el método, diferentes medios para la identificación de los impactos?
DURACION	¿Establece el método, tanto los impactos en la etapa de construcción como en la de operación?
FUENTES DE INFORMACION	¿ Requiere el método, de la identificación de fuentes de información?

TABLA 4.3. MEDICION DEL IMPACTO (WARNER Y PRESTON)

CRITERIO	PREGUNTAS
INDICADORES EXPLICITOS	¿ Sugiere el método, indicadores específicos, medibles para la cuantificación del impacto?
MAGNITUD	¿Requiere de la determinación de la magnitud del impacto?
OBJETIVIDAD	¿Tiende el método, más a la medición objetiva, que a la subjetiva?

TABLA 4.4. INTERPRETACION DEL IMPACTO (WARNER Y PRESTON)

CRITERIO	PREGUNTAS
SIGNIFICANCIA	¿Requiere de una evaluación de <u>signi</u> <u>f</u> ficancia en una escala local, regio <u>n</u> al o nacional?
CLARIDAD	¿Requiere que los criterios y conclu <u>s</u> iones para la determinación de la <u>significancia</u> sean establecidos?
INCERTIDUMBRE	¿Identifica el grado de confianza de <u>impactos proyectados</u> ?
RIESGO	¿Enfoca los impactos con baja proba <u>b</u> ilidad de ocurrencia, pero con alto <u>peligro probable</u> ?
COMPARACION DE ALTERNATIVAS	¿Provee la manera de comparar las al <u>ternativas</u> ?
MODIFICACIONES	¿Permite que se agregue información <u>adicional sobre la medición e inter</u> <u>pretación del impacto</u> ?

TABLA 4.5. COMUNICACION DEL IMPACTO (WARNER Y PRESTON)

CRITERIO	PREGUNTAS
GRUPOS AFECTADOS	¿Compara los impactos con los grupos <u>humanos afectados</u> ?
DESCRIPCION DEL CONJUNTO	¿Requiere de una descripción del con <u>junto ambiental</u> ?
CONCLUSIONES	¿Contiene las conclusiones necesari <u>as</u> ?
IMPACTOS CLAVE	¿Sugiere la manera para identificar <u>los impactos clave</u> ?
REQUERIMIENTOS GUBERNAMENTALES	¿Se apega a los requerimientos de -- <u>las distintas dependencias guberna</u> <u>mentales</u> ?

1.- Ser comprensivo.- El ambiente contiene sistemas intrincados de elementos animados e inanimados, unidos entre sí por interrelaciones complejas, y una metodología adecuada deberá considerar los impactos en estos sistemas.

2.- Ser flexible.- La metodología deberá contener la suficiente flexibilidad, porque proyectos con diferentes magnitudes y escalas resultan con diferentes tipos de impactos.

3.- Ser capaz de detectar el verdadero impacto.- El impacto real, es aquel cambio en las condiciones del medio provocado por el proyecto, comparado con el cambio, natural que ocurrirá con las condiciones existentes.

4.- Ser objetivo.- La metodología tiene que ser objetiva, y deberá proveer medidas generales, imparciales y constantes. Un procedimiento objetivo y consistente provee una referencia firme que, periódicamente, puede ser actualizada, refinada y modificada.

5.- Asegurar la intervención de expertos.- La aportación de conocimientos profesionales deberá estar asegurada en la metodología.

6.- Utilizar el nivel de destreza.- Deberá de utilizarse al máximo el nivel de destreza personal.

7.- Emplear criterios explícitos y definidos.- Los criterios de evaluación utilizados para la determinación de

TABLA 4.6. NECESIDAD DE RECURSOS, FACILIDAD DE REPRESENTACION Y FLEXIBILIDAD

CRITERIO	PREGUNTAS
<b>NECESIDAD DE RECURSOS</b>	
NECESIDAD DE INFORMACION	¿Emplea información común, o necesita de estudios especiales?
NECESIDAD DE MANO DE OBRA	¿Se necesita de especialistas?
NECESIDAD DE TIEMPO	¿Cuánto tiempo se necesita para aprender el método?
COSTOS	¿Cuáles son los costos por usar el método?
TECNOLOGIA	¿Se necesita tecnología especial?
<b>FACILIDAD DE REPRESENTACION</b>	
AMBIGUEDAD	¿Es el método ambiguo?
TENDENCIA DEL ANALISIS	¿A qué grado ocurrirán los diferentes resultados dependiendo del analista?
<b>FLEXIBILIDAD</b>	
ESCALA DE FLEXIBILIDAD	¿Se aplica a proyectos con diferentes escalas?
RANGO	¿Se aplica a varios tipos de proyecto?
ADAPTABILIDAD	¿Se puede utilizar en varios conjuntos ambientales?

las magnitudes o importancia de los impactos, no deben ser asignados arbitrariamente, sino que la metodología deberá proveer criterios definidos y procedimientos explícitos.

8.- Evaluar la magnitud actual de los impactos. - Una evaluación basada en generalidades, es inadecuada.

9.- Presentar la evaluación completa de los impactos individuales, son necesarios para proveer una evaluación completa de los impactos.

10.- Señalar los impactos críticos.- La metodología debe proveer un sistema especial de seguridad, para -- descubrir y enfatizar los impactos críticos o peligrosos.- En algunos casos, se puede justificar una atención especial en el proceso de planeación de impactos con magnitud o intensidad pequeña.

TABLA 4.7. RESUMEN COMPARATIVO DE 17 METODOS (WARNER Y PRESTON)

	METODOS (a)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
TIPO (b)	C	C	CM	C	OM	C	OM	C	OM	M	C	N <sub>T</sub>	C	C	C	C	A
COMPRESIVIDAD (c)	L	S	S	S	S	S	L	S	L	S	S	L	L	S	S	S	S
CLARIDAD	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	S	L	S	L	L	N
IMPACTOS DEL PROYECTO	N	L	L	S	N	N	N	N	N	N	L	N	N	L	L	S	N
DURACION	N	L	L	L	N	S	N	N	S	N	N	S	L	L	N	N	N

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
FUENTES DE INFORMACION	N	N	S	L	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N
INDICADORES EXPLICITOS	N	L	L	L	L	N	S	S	L	N	L	N	S	S	S	S	N
MAGNITUD	N	L	L	L	L	L	L	N	L	S	S	N	L	L	S	L	N
OBJETIVIDAD	N	L	S	L	S	L	L	L	N	N	S	N	N	S	N	L	N
SIGNIFICANCIA	N	S	N	S	N	S	S	N	S	S	N	N	S	S	S	N	N
CLARIDAD	N	L	L	L	N	L	N	L	N	N	N	S	N	S	S	L	N
INCERTIDUMBRE	N	N	N	L	N	N	N	N	N	N	L	S	L	N	L	N	N
RIESGOS	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S
COMPARACION DE ALTERNATIVAS	L	L	L	S	L	L	N	L	L	N	L	N	L	L	L	L	N
MODIFICACIONES	L	L	L	L	S	E	S	E	S	L	E	E	S	E	L	L	E
PARTICIPACION SECTOR PUBLICO	N	N	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	S	N	L
GRUPOS AFECTADOS	N	N	S	N	N	N	N	N	S	N	N	N	S	N	N	S	L
DESCRIPCION DEL CONJUNTO	N	S	L	N	S	L	L	L	N	L	N	N	L	L	N	N	S
CONCLUSIONES	L	L	L	S	L	L	N	L	L	S	L	N	L	L	L	L	N
IMPACTOS CLAVE	N	L	L	N	L	L	L	L	S	S	N	N	N	S	N	L	N
REQUERIMIENTOS GUBERNAMENTALES	N	S	L	N	N	L	N	N	N	L	N	N	S	S	N	N	N
NECESIDAD DE RECURSOS	L	N	S	N	N	L	L	L	L	L	N	L	N	L	L	N	L
FACILIDAD DE REPRESENTACION	N	L	L	L	L	N	L	L	N	N	N	N	L	N	L	N	N
FLEXIBILIDAD	L	S	N	S	N	L	S	N	L	S	S	N	L	L	S	L	N

(a) 1, Adkins; 2, Dee (1972); 3, Dee (1973); 4, - Georgia; 5, Krauskopf; 6, Leopold; 7, Little; 8, Mcharc; -

9, Moore; 10, New York, 11, Smith; 12, Sorensen; 13, Stover; 14, Task Force; 15, Tulsa; 16, Walton,; 17, WSCC.

(b) A, ad hoc; O, superposición; C, listado; M, - matriz; NT, redes.

(c) L, bajo; S, medio; N, nulo; e, no se ha com-  
probado.

#### 4.3. METODOS PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

##### A) MATRICES DE INTERACCION

El Método de las Matrices, iniciado por Leopold - en 1971, incorpora una lista de actividades del proyecto - en estudio, aunada con un listado de las características - ambientales potencialmente impactadas. El método consiste en la utilización de una matriz de 100 acciones específicas y 88 características ambientales. Un impacto es identificado en la interacción (interseccion) entre una acción y una característica ambiental impactada por esa acción. - La figura 4.1. muestra el concepto de la Matriz de Leopold.

ACCIONES QUE CAUSARAN IMPACTO

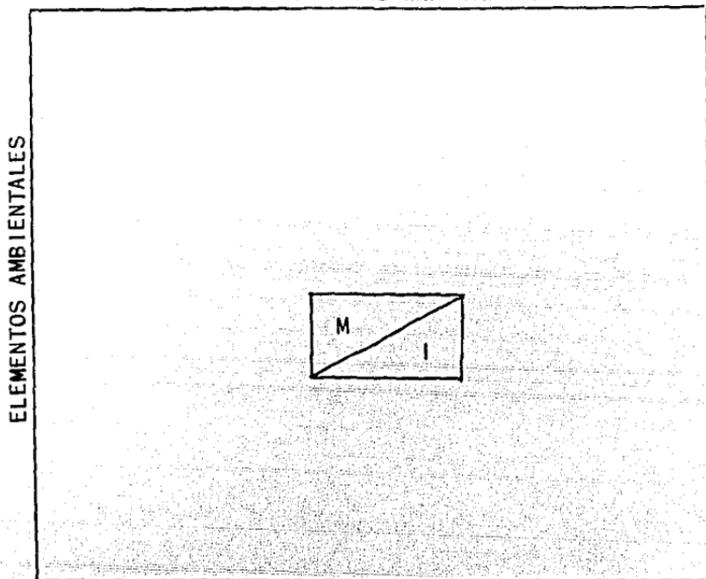


FIGURA 4.1 MATRIZ DE INTERACCION DE LEOPOLD

La tabla 4.8 contiene una lista de las 100 acciones y 88 características ambientales. En este método, cada acción y su probabilidad de provocar un impacto, sobre cada una de las características ambientales, debe ser considerada. Cuando el posible impacto es localizado, se deberá trazar una diagonal en el cuadro formado por, la intersección (cuadro interacción) de la acción que causará un impacto, y la característica impactada. El segundo paso, - consiste en asignar a la interacción, valores de magnitud e importancia.

La magnitud (M) de una interacción, como su nombre lo indica, es el tamaño de ella, y se cuantifica asig-

TABLA 4.8 ACCIONES Y CARACTERISTICAS AMBIENTALES EN EL METODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD.

ACCIONES		CARACTERISTICAS AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION	CATEGORIA	DESCRIPCION
A) Modificación del régimen.	a) Introducción de fauna diferente a la existente	A) Características físicas y químicas. 1.- Terrestre  2.- Agua  3.- Atmósfera  4.- Procesos	a) Recursos minerales
	b) Controles biológicos		b) Materiales para la construcción.
	c) Modificación del hábitat.		c) Suelos
	d) Alteración de las capas de suelo superficiales.		d) Perfiles del suelo
	e) Alteración de la hidrología subterránea.		e) Radiaciones
	f) Alteración de los escurremientos.		f) Características físicas especiales.
	g) Modificación de los cauces.		a) Superficial
	h) Canalización		b) Océanos
	i) Irrigación		c) Subterránea
	j) Modificación del clima		d) Calidad
	k) Incendios		e) Temperatura
	l) Pavimentación		f) Recarga
	m) Ruido y vibraciones		g) Nieve y hielo
B) Modificación del suelo y construcciones.	a) Urbanización	a) Calidad	
	b) Zonas y edificaciones industriales	b) Clima	
	c) Aeropuertos	c) Temperatura	
	d) Carreteras y puentes	a) Inundaciones	
	e) Caminos y brechas	b) Erosiones	
	f) Ferrocarriles	c) Sedimentación y precipitación.	
	g) Cableados	d) Solución	
		e) Absorción	
		f) Compactación y acomodo.	
	g) Estabilidad		
	h) Terremotos		
	i) Movimientos ólicos		

h) Líneas de transmisión y Tuberías.

i) Bardas y cercas

j) Corrección de cauces

k) Ampliación de cauces.

l) Canales

m) Presas

n) Puertos y estructuras portuarias.

o) Estructuras marítimas

p) Estructuras recreacionales

q) Perforación y explosivos

r) Cortes y rellenos

s) Túneles y estructuras subterráneas.

a) Perforaciones

b) Excavaciones superficiales.

c) Excavaciones subterráneas.

d) Perforación de pozos

e) Excavaciones

f) Talado de bosques

g) Pesca y caza comercial

a) Granjas

b) Ranchos

c) Pastizales

d) Granjas de prod. lácteos.

e) Generación de energía

f) Procesos minerales

g) Industria Metalúrgica

h) Industria Química

i) Industria Textil

j) Automóviles y Aeronaves

k) Refinadoras

l) Alimentos

### C) Recursos

### D) Procesos

### B) Condiciones biológicas

#### 1.- Flora

a) Árboles

b) Arbustos

c) Pasto

d) Sembradíos

e) Microflora

f) Plantas Acuáticas

g) Especies en peligro

h) Barreras

i) Corredores

a) Aves

b) Animales terrestres

c) Especies acuáticas

d) Organismos bentónicos

e) Insectos

f) Microfauna

g) Especies en peligro

h) Barreras

i) Corredores

a) Espacios abiertos

b) Zonas inundadas

c) Bosques

d) Pastizales

e) Sembradíos

f) Residencial

g) Comercial

h) Industrial

i) Zonas mineras.

a) Caza

b) Pesca

c) Navegación

d) Natación

e) Campamentos

f) Días de campo

g) Lugares de descanso

#### 2.- Fauna

### C) Factores Culturales.

#### 1.- Uso del suelo

#### 2.- Recreación

- m) Maderas
  - n) Industria del papel
  - o) Almacenes
- E) Alteración del Suelo
- a) Control de la erosión.
  - b) Reacomodo de zonas explotadas
  - c) Control desperdicios
  - d) Paisajes
  - e) Excavaciones Portuarias
  - f) Rellenos de marismas
- F) Renovación de Recursos
- a) Reforestación
  - b) Manadas
  - c) Recarga subterránea
  - d) Fertilización
  - e) Tratamiento de basuras
- G) Cambios en el - Trafico
- a) Automovilístico
  - b) Camionero
  - c) Ferroviario
  - d) Navegación
  - e) Aéreo
  - f) en ríos y canales
  - g) Navegación recreativa
  - h) Veredas
  - i) Cables
  - j) Comunicación
  - k) Tuberías
- H) Disposición y - Tratamiento de desperdicios.
- a) Al océano
  - b) Rellenos
  - c) Localización de zonas Sobrecargadas.
  - d) Disposición Subterránea
  - e) Disposición de metales.
  - f) Pozos de petróleo
  - g) Pozos profundos
  - h) Descargas de agua em - pletada en refrigeración.

- 3.- Estética e - interés humano.
- a) Panoramas
  - b) Zonas apartadas
  - c) Espacios abiertos
  - d) Proyectos
  - e) Características físicas especiales
  - f) Parques
  - g) Monumentos
  - h) Especies raras
  - i) Sitios históricos o arqueológicos
- 4.- Estatus cultural
- a) Patrones culturales
  - b) Salud y seguridad
  - c) Empleos
  - d) Densidad de población
- 5.- Facilidades y Actividades creadas
- a) Estructuras
  - b) Redes de transporte
  - c) Beneficios
  - d) Disposición de desperdicios.
  - e) Barreras
  - f) Corredores
- D) Relaciones Ecológicas.
- a) Salinización de los - recursos acuíferos
  - b) Eutroficación
  - c) Transmisión de enfermedades por medio de insectos.
  - d) Alimentos
  - e) Salinización de los - materiales en la superficie terrestre.
  - f) Abusos
  - g) Otros.

- i) Descargas Municipales
  - j) Descargas de líquidos
  - k) Lagunas de estabilización y oxidación.
  - l) Fosas scépticas
  - m) Emisiones
  - n) Lubricantes
- I) Tratamientos químicos.
- a) Fertilizantes
  - b) Descongelado de carreteras.
  - c) Estabilización del sulo.
  - d) Control de yerbas
  - e) Control de insectos
- J) Accidentes
- a) Explosiones
  - b) Fugas
  - c) Fallas en la operación
- K) Otros.

nándole un valor numérico en una escala del 1 al 10, siendo 10 la mayor magnitud, y el uno la menor. Valores del orden de 5, representan impactos de magnitud media. La asignación de la magnitud de una interacción, se deberá realizar de acuerdo a una evaluación objetiva de los hechos.

La importancia (I) de una interacción, está relacionada con la evaluación de las consecuencias de la interacción. La escala también varía del 1 al 10, teniendo -- una interacción muy impactante el valor de 10, y el de 1 a una con poca importancia. La asignación de los valores de importancia, está basada en el criterio subjetivo de cada uno de los profesionistas que intervienen en la evaluación (equipo multidisciplinario).

Una de las características más atractivas de la Matriz de Leopold, es la expansividad o contractividad, es decir, el número de acciones, puede ser aumentado o disminuído del total de 100 usado por Leopold, así como también las 88 características ambientales.

Las principales ventajas de la Matriz de Leopoldson:

- a) Sirve para lograr una identificación de los im pactos.
- b) Provee los medios para la interpretación de -- los impactos por medio de una representación - gráfica.

Si se suma por un lado, el número de columnas intersectadas, y el de renglones por el otro, podemos tener una base de comparación para la evaluación. Otra manera de lograr una comparación, es sumando los valores asignados a las magnitudes por un lado, y los asignados a la importancia por el otro. La matriz, también puede ser utilizada para identificar impactos tanto benéficos como perjudiciales por medio del uso de una nomenclatura adecuada, - tal como un signo positivo (+) para los impactos benéficos, y uno negativo (-) para los impactos nocivos. Otra manera de evaluar por medio de esta matriz, es asignando en lugar de valores numéricos, un color, por ejemplo rojo para los impactos críticos, y uno amarillo para los impactos de poca importancia, y de esta manera a simple vista, se pueden determinar las acciones que producen impactos críticos. La Matriz de Leopold, también puede ser utilizada para la -- identificación de impactos en varias fases de un proyecto-determinado.

En la tabla 4.8 no se consignan características - ambientales orientadas al aspecto socioeconómico, lo cual - no significa que no puedan ser anexadas para un análisis - en particular.

Se han desarrollado algunas variantes del método - de Leopold, como por ejemplo: la matriz de interacción pa - ra la identificación de impactos, que desarrolló el Depar - tamento de Carreteras de Oregon; los elementos de esta ma - triz se muestran en la tabla 4.9.

TABLA 4.9 MATRIZ DE INTERACCION PARA CARRETERAS

ACCIONES QUE PUEDEN PROVOCAR UN IMPACTO		CONDICIONES AMBIENTALES	
CATEGORIA	ACCION	CATEGORIA	ACCION
A) Elementos del diseño y localización.	a) Modificación del - - habitat.	A) Características físicas y químicas.	a) Recursos minerales (preciosos)
1. Modificación del régimen.	b) Alteración de la hidrología subterránea	1. Suelo	b) Recursos minerales (comunes)
	c) Canalizaciones		c) Suelos
	d) Irrigación		d) Perfiles
	e) Pavimentación	2. Agua	a) Superficial
2. Construcciones y transformación del suelo.	a) Carreteras y puentes		b) Oceánica
	b) Caminos y brechas		c) Subterránea
	c) Cercas y bardas		d) Nieve y hielo
	d) Excavación de canales		e) Recarga
	e) Corrección de cauces		f) Calidad
	f) Presas		g) Temperatura
	g) Muelles y escolleras	3. Atmósfera	a) Calidad
	h) Estructuras recreacionales		b) Clima
	i) Cortes y rellenos	4. Procesos	c) Temperatura
	j) Túneles y estructuras subterráneas.		a) Inundaciones
	k) Control de las erosiones		b) Erosiones
	l) Proyectos		c) Almacenamientos
	m) Excavaciones en puentes.		d) Solución
	n) Marismas		e) Compactación y recomodo de capas de suelo.
	o) Rutas escénicas		f) Estabilidad
	p) Reubicación de basureros.		g) Movimientos cíclicos
			h) Incendios
			i) Evaporación

3. Perforación de pozos.

4. Protección y renovación de recursos.

5. Cambios en el tráfico.

- a) Reforestación
- b) Zonas escénicas

- a) Ferroviario
- b) Automovilístico
- c) Camionero
- d) En ríos y canales
- e) Navegación recreativa.
- f) Brechas
- g) Comunicación
- h) Tuberías

B) Durante la construcción.

1. Modificación del régimen

- a) Intraducción de flora y fauna diferente de la existente.
- b) Controles biológicos
- c) Alteración de la superficie.
- d) Alteración del drenaje.
- e) Control de cauces
- f) Incendios

2. Construcciones

- a) Uso de explosivos
- b) Rellenos
- c) Desmontes y despalmes
- d) Presas

3. Extracción de recursos.

- a) Explosivos
- b) Excavaciones superficiales

B) Condiciones Biológicas.

1. Flora

- a) Árboles
- b) Arbustos
- c) Pasto
- d) Sembradíos
- e) Microflora
- f) Plantas acuáticas
- g) Especies en peligro
- h) Barreras
- i) Corredores

2. Fauna

- a) Aves
- b) Animales terrestres
- c) Peces y mariscos
- d) Otras especies acuáticas.
- e) Insectos
- f) Microfauna
- g) Especies en peligro de extinción.
- h) Barreras
- i) Corredores

C) Factores Culturales

1. Uso del suelo

- a) Zonas apartadas
- b) Espacios abiertos
- c) Zonas inundadas
- d) Bosques
- e) Pastizales
- f) Agricultura
- g) Residencial
- h) Comercial
- i) Ríos y lagos

- c) Excavaciones subterráneas
  - d) Perforación de pozos
  - e) Excavaciones en general.
4. Cambios en el tráfico.
- a) Ferroviario
  - b) Automovilístico
  - c) Camiones
  - d) En canales y ríos
  - e) Navegación de placer
  - f) Brechas
  - g) Comunicaciones
  - h) Tuberías
5. Re-ubicación y disposición de desperdicios.
- a) Rellenos
  - b) Sobrecargas
  - c) Descargas de líquidos
  - d) Emisiones
  - e) Lubricantes
6. Estabilización química del suelo
7. Accidentes
- a) Explosiones
  - b) Fugas
  - c) Fallas en la operación
- C) Operación
1. Tratamiento de desperdicios
- a) Descargas
  - b) Fosas sépticas
  - c) Emisiones
2. Tratamientos químicos
- a) Fertilización
  - b) Descongelado
  - c) Control de yerbas
  - d) Control de insectos
3. Accidentes
- a) Explosiones
  - b) Fugas
  - c) Fallas en la operación

## 2. Recreación

- a) Caza
- b) Pesca
- c) Navegación
- d) Natación
- e) Alpinismo
- f) Caminatas
- g) Excursiones
- h) Lugares de descanso
- i) Deportes de invierno
- j) zonas con atractivos para coleccionistas

## 3. Estética e interés humano.

- a) Paisajes
- b) Zonas apartadas
- c) Espacios abiertos
- d) Proyectos
- e) Características físicas especiales
- f) Parques
- g) Monumentos
- h) Especies raras
- i) Zonas históricas y arqueológicas
- j) Presencia de características incompatibles

## 4. Estatus Cultural

- a) Patrones Culturales
- b) Salud
- c) Densidad de población
- d) Instituciones
- e) Grupos migratorios
- f) Grupos económicos

5. Facilidades y actividades creadas
- a) Estructuras
  - b) Transportación
  - c) Facilidades
  - d) Disposición de desperdicios
  - e) Barreras
  - f) Corredores
  - g) Actividades gubernamentales.

## B) LISTADOS

Los listados representan uno de los métodos básicos más utilizados en la evaluación del impacto ambiental. Existen cuatro tipos de listados:

a).- Listados simples.- Consisten, como su nombre lo indica, en una lista de parámetros pero sin datos adicionales, respecto a la medición e interpretación de los impactos. Un ejemplo de este tipo de listados, es el desarrollado por el Departamento de transportación de los Estados Unidos Americanos, que consiste, básicamente en la descripción de los impactos asociados con los proyectos de transporte. La tabla 4.10 contiene los impactos ambientales probables en un proyecto de tranportación, organizados tanto por su importancia, como por cada una de las fases del proyecto. Dichos impactos pueden ser benéficos o perjudiciales, dependiendo de las circunstancias específicas.

La única ventaja de este método, en relación con la interpretación del impacto es la de contar con un equipo interdisciplinario, para evaluar la significancia de los impactos, en una escala del 0 al 10.

## C) LISTADOS DESCRIPTIVOS

Este método consiste únicamente, en listados de actividades del proyecto, acompañadas del impacto que causarían sobre las características ambientales. Debido a -

TABLA 4.10. IMPACTOS AMBIENTALES PROBABLES PARA UN PROYECTO DE CARRETERAS

CATEGORIA	Planeación y Diseño	Construcción.	Operación
I. Impactos por ruido		x (a)	x
A) Salud Pública			
B) Uso del suelo			
II. Impactos en el aire		x	x
A) Salud Pública			
B) Uso del suelo			
III. Impactos en el agua		x	x
A) Subterránea			
1. Alteración del nivel freático			
2. Drenaje			
B) Superficial			
1. Nivel del mar			
2. Rellenos y excavaciones			
3. Drenaje			
C) Calidad			
IV. Impactos en la erosión del suelo.		x	x
A) Uso del suelo			
B) Contaminación			
V. Impactos ecológicos		x	x
A) Flora			
B) Fauna			
VI. Impactos Económicos	x	x	x
A) Uso del suelo			
B) Impuestos	x	x	x
C) Empleos			
D) Servicios Públicos			
E) Ingresos	x	x	x
F) Daño en los recursos.		x	x
VII. Impactos socio-políticos.	x	x	x

A) Uso de recursos - culturales			
B) Tipo de vida	x	x	x
C) Grupos raciales y étnicos	x	x	x
D) Seguridad Personal.		x	x

VIII. Impactos estéticos y visuales.

A) Paisajes		x	x
B) Urbanismo			
C) Ruido			
D) Calidad del aire			
E) Calidad del agua			

\* (a) Denota un impacto tanto negativo como positivo, dependiendo de las circunstancias.

lo laborioso que es el buscar el impacto que causaría determinada actividad. Este método se ha utilizado con computadora, de tal forma que al alimentarla con determinadas actividades, obtendremos los impactos clasificados de acuerdo a las categorías siguientes:

1.- Indica que el posible impacto deberá ser evaluado cada vez que se realice la actividad generadora.

2.- Indica que el impacto está casi siempre presente, pero que podrá no existir, dependiendo de las circunstancias particulares.

3.- Indica que el impacto se presenta en un número predecible de casos, y su presencia deberá ser considerada en circunstancias particulares.

4.- Indica que la actividad en cuestión no provocará impacto sobre la característica ambiental.

Como se puede ver, la computadora facilita mucho el trabajo, porque en un proyecto común y corriente, podríamos tener cientos de actividades y características ambientales que tendríamos que analizar una por una, para lograr una correcta evaluación.

#### C) LISTADOS POR ESCALA

Consiste, en un listado de los posibles impactos-

que serán provocados por la ejecución del proyecto, pero - adjudicándoles un valor numérico con signo aritmético, para indicar si el impacto es benéfico (+) o nocivo (-). Adkins y Burke desarrollaron este método para proyectos de - transportación, adjudicando a los impactos de las distintas alternativas, valores que varían de (-5) a (+5).

En la tabla 4.11 se muestra un ejemplo del Método desarrollado por Adkins y Burke, para la evaluación del impacto ambiental; en dicho ejemplo, dos alternativas de proyecto son consideradas adjudicándoles un valor que varía - de (-5) a (+5) de acuerdo a lo expuesto anteriormente. Para lograr una correcta evaluación, habrá necesidad de obtener el total de valores positivos y el de negativos, paracada alternativa, y calcular la relación entre el total de valores positivos, y el total de valores negativos para cada alternativa, y además, obtener la suma algebraica de todos los valores, y calcular la relación con respecto al total de valores positivos y negativos. Otro ejemplo, pero con factores más generales se muestran en la tabla 4.12.

#### D) LISTADOS POR ESCALAS PONDERADAS

Este método, fue desarrollado en 1972 por la compañía norteamericana Battelle-Columbus, y consiste en la - descripción de los factores ambientales incluidos en cual-quier listado, pero con la asignación de valores y unida-des de importancia. La figura 4.2 nos muestra los pará-metros ambientales individuales organizados en 4 categorías,

TARLA 4.11 EJEMPLO DEL METODO DE ADKINS-BURKE

A) Comunidad		
1. Ruido	-2	-1
a) Adyacente a la autopista	-2	-1
b) Resto de la zona	+3	+1
2. Contaminación del aire		
a) Adyacente a la autopista	+2	+1
b) Resto de la zona	+5	+2
3. Drenaje		
a) Adyacente a la autopista	+1	0
b) Resto de la zona	0	0
4. Abastecimiento de agua		
a) Contaminación del agua	0	0
b) Cantidad de agua	0	0
5. Disposición de desperdicios	0	0
6. Flora	0	0
7. Fauna	0	0
8. Parques	+5	+2
9. Zonas de recreo	+5	0
10. Zonas Arqueológicas	0	0
11. Sitios Históricos	+2	+1
12. Espacios Abiertos	+3	+1
13. Aspectos visuales		
a) Adyacentes a la autopista	+3	+1
b) Resto del área	+2	+0
14. Seguridad		
a) Tránsito	+3	+1
b) Peatones	+5	+1
c) Otros	-	-
15. Otros		
B) Usuarios		
1. Visibilidad	+3	+1
2. Estética	0	+1
3. Paisajes	+1	+3
4. Riesgos	+3	-1

ALTERNATIVA

	1	2
Nº de valores positivos	15	12
Nº de valores negativos	1	2
Promedio de valores positivos	0.94	0.86
suma algebraica de valores	44	14
Promedio de valores	2.75	1.00

TABLA 4.12 CUADRO COMPARATIVO DE VALORES EN EL METODO DE ADKINS-BURKE

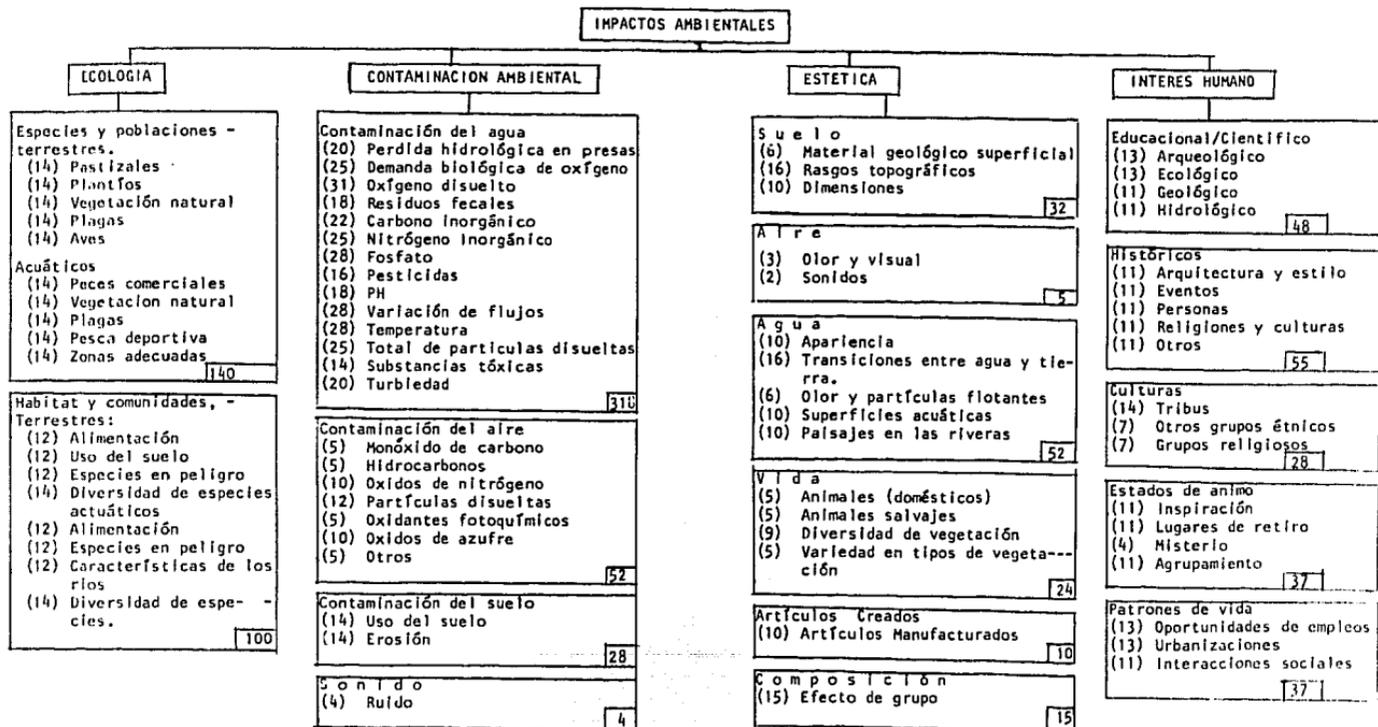
	No. de valores positivos.	No. Total de valores negativos	No. Total de valores	Suma Algebraica de valores.	Promedio de valores positivos	Promedio de valores
<b>TRANSPORTE</b>						
Area Local						
Alternativa 1	7	6	13	18	0.54	1.38
Alternativa 2	4	2	6	1	0.67	0.17
Zona metropolitana						
Alt. 1	8	0	8	34	1.00	4.25
Alt. 2	6	1	7	7	0.86	1.00
<b>AMBIENTAL</b>						
Alt. 1	15	1	16	44	0.94	2.75
Alt. 2	12	2	14	14	0.86	1.00
<b>SOCIOLOGIA</b>						
Comunidad						
Alt. 1	9	2	11	27	0.82	2.46
Alt. 2	6	3	9	-1	0.67	-0.11
Metropolitano						
Alt. 1	9	0	9	31	1.00	3.44
Alt. 2	6	1	7	7	0.86	1.00
<b>ECONOMICO</b>						
Alt. 1	15	14	29	27	0.52	0.93
Alt. 2	14	14	28	-11	0.50	-0.39
<b>TODOS LOS VALORES</b>						
Alt. 1	63	23	86	181	0.73	2.10
Alt. 2	48	48	71	17	0.68	0.24

17 componentes, y 78 parámetros. Este método, fue desarrollado para proyectos relacionados con los recursos acuíferos, y tiene como ventaja principal, la de expresar los impactos ambientales en unidades proporcionales. Los pasos incluidos en la determinación de dichas unidades, incluyen la transformación de los valores de los parámetros, a una escala de calidad ambiental (CA) en la asignación de valores de importancia, llamados unidades de importancia (UI) para cada parámetro, y en la obtención de las unidades de impacto ambiental (UIA).

La transformación de valores de los parámetros a la escala de calidad ambiental (CA), está basada en el hecho de que existe un rango de valores que puede tener un determinado parámetro. Por ejemplo, el oxígeno disuelto en el agua, normalmente variará entre 0 y 10 mg/litro, mientras que el total de partículas suspendidas en la atmósfera, variará entre 20 y varios miles de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Para poder transformar estos valores de los parámetros en una escala de calidad ambiental, se deberán trazar gráficas para cada uno de los 78 parámetros, en donde los valores de los parámetros van en el eje de las "x" (abscisas), y las de calidad ambiental en el de las "y" (ordenadas). La calidad ambiental variará de 0 a 1 en donde 0 representa mala calidad, y 1 buena calidad.

Por otro lado, la asignación de las unidades de importancia para cada parámetro, tendrá que ser asignada de acuerdo al orden de importancia de cada uno, basado en

FIGURA 4.2 SISTEMA DE EVALUACION AMBIENTAL DE BATTELLE-COLUMBUS. LOS NUMEROS EN PARENTESIS SON UIA; Y LOS DE LOS RECTANGULOS REPRESENTAN EL TOTAL.



criterio personal. Como ejemplo de esta técnica, consideremos que tenemos que distribuir 100 unidades de importancia (UI) entre 3 factores. Después de que el grupo disciplinario se pone de acuerdo para juzgar la importancia de cada uno de los 3 factores, suponemos que llegan a la conclusión de que el factor B es más importante que el C, y tanto B como C, más importantes que el factor A. En seguida se le asigna el valor de 1.0 al factor B y el factor C se considera relativo al B, y se le asigna un valor que varíe entre 0 y 1. Supongamos que se considera la mitad de importancia de C con respecto a B, y que el factor A se le considera 1/5 de importancia en base al C, entonces el av al ú o de cada factor se realiza como sigue:

$$\text{Factor B} = 1 \text{ UI}$$

$$\text{Factor C} = 0.5 \text{ UI}$$

$$\text{Factor A} = \underline{0.1 \text{ UI}}$$

$$\Sigma = 1.6 \text{ UI}$$

$$\text{Factor B} = \frac{1.0}{1.6} (100) = 63$$

$$\text{Factor C} = \frac{0.5}{1.6} (100) = 31$$

$$\text{Factor A} = \frac{0.1}{1.6} (100) = 6$$

De acuerdo a la técnica expuesta, se llegó a la asignación de las UI en la figura 4.2; empezando por las 4 categorías, se hizo una distribución de 1000 UI, después - en cada categoría, se hizo la distribución de las UI en ca da co mpo ne nte, y por último lo mismo para cada parámetro.

El método en sí, consiste en los siguientes pasos:

1.- En primer lugar, se distribuyen los 1000 UI - en las categorías, componentes y parámetros, que para el - caso de un proyecto de recursos acuíferos ya está hecho en la tabla 4.2.

2.- En seguida, se dibujan las gráficas de calidad ambiental (CA) para cada uno de los 78 parámetros.

3.- Se obtienen los valores reales de cada parámetro y los que tendrá con el proyecto.

4.- Se toman las gráficas correspondientes con ambos valores, para obtener los valores de CA, uno para el caso actual (sin proyecto), y otro para el caso futuro -- (con proyecto).

5.- Con los valores obtenidos, se aplica la siguiente fórmula para encontrar el valor de las unidades de impacto ambiental (UIA) totales:

$$UIA = \sum_{i=1}^{78} W_i \cdot CA_i(\text{con}) - \sum_{i=1}^{78} W_i \cdot CA_i(\text{sin})$$

$i$  = número de parámetro (1 a 78)

$W_i$  = unidades de importancia (UI) de cada parámetro  $i$

$CA_i(\text{con})$  = coeficiente de calidad ambiental de parámetro  $i$  con proyecto.

$CA_i(\text{sin})$  = sin proyecto

Para mayor claridad de este método se sugiere con  
sultar el apéndice en donde viene mejor detallado.

## CAPITULO 5 .

### RECOMENDACIONES PRINCIPALES PARA LA ELABORACION DE LA DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Se han realizado varios estudios y revisiones a las declaraciones de impacto ambiental (DIA), en los que se encontraron deficiencias en la redacción, una frecuente falta de continuidad, descripción inadecuada del ambiente, falta de documentación y referencias, muy pocos ejemplos, y pocas gráficas. Y por esta razón, este capítulo está -- orientado a proporcionar algunas consideraciones prácticas y sugerencias para elaborar la DIA.

#### 5.1. USO DE GRAFICAS, MAPAS Y DIBUJOS

El uso de mapas, fotografías, gráficas, croquis, etc., en la DIA, resulta de gran valor tanto para las personas que tienen que revisarla, como para las que tienen que tomar la decisión.

Existen varios tipos de mapas, los cuales son importantes para casi todas las DIA: a) los mapas topográficos, que permite visualizar las características del terreno, así como el drenaje superficial de la zona; b) los planos de USO DEL SUELO, que están tomando una importancia -- que va en aumento cada día; c) también se pueden utilizar mapas para mostrar las características ambientales de la --

zona, tales como los niveles de calidad del aire, los niveles de ruido, distribución de especies animales y vegetales, y sitios arqueológicos e históricos; y d) los mapas que nos pueden servir para describir las características socioeconómicas, tales como la distribución de la población, ingresos, sistemas y redes de transporte.

Muy útiles son también para la DIA, las fotografías que ilustran el conjunto ambiental para la acción propuesta, porque debemos tomar en cuenta al elaborar nuestra declaración, que muchas personas involucradas en la autorización de la DIA, no están familiarizadas con la zona de estudio. Las fotografías son muy útiles también para describir las condiciones del ambiente que necesitan mejorarse, como por ejemplo, si se propone una obra de almacenaje de agua para el control de avenidas, unas fotografías que describan los daños ocasionados por la inundación más reciente, serían muy útiles para establecer las necesidades del proyecto.

El uso de dibujos, planos arquitectónicos e ingenieriles sencillos, pueden ayudar al lector para concebir los impactos visuales de la acción propuesta sobre el medio.

## 5.2. DOCUMENTACION NECESARIA

Muchas declaraciones de impacto ambiental se caracterizan por una falta de documentación adecuada, refe--

rente a las fuentes de información y a la metodología empleada, lo que debe evitarse porque es muy importante indicar los factores ambientales considerados como no valiosos para la declaración del impacto. Por ejemplo, si se determina que en una área no se encuentran especies animales o vegetales en peligro por la acción propuesta, tendrá que ser asentado así en la declaración, porque de no incluirse, puede provocar que al ser revisada la declaración, se concluya que no fueron considerados dichos factores.

Es necesario también, que la declaración contenga todas las referencias necesarias, para evitar que las personas que la revisen dictaminen que no se llevó al cabo un estudio bastante completo. Y para esto, existen muchas técnicas de referencia que pueden ser utilizadas, tales como: notas de pie de página, listados de referencias sugeridas, etc.

Toda la información necesaria, para lograr una mejor comprensión del problema en estudio, y sus soluciones, deberá ser anexada a la declaración, por medio de apéndices, dejando los resultados finales en el texto.

Y, finalmente, la DIA puede ser mejorada, utilizando una división por secciones, y estableciendo un orden tanto de cada sección, como de las figuras y tablas empleadas.

### 5.3. SUGERENCIAS GENERALES PARA LA REDACCION

Algunas de las sugerencias más importantes para la redacción de la DIA, son las siguientes:

1.- No utilizar palabras abreviadas, ni demasiado rebuscadas, porque pueden ser lógicas para el que redacta, pero difíciles de comprender para los que revisan.

2.- Debe procurarse que la declaración sea lo más breve posible, y a la vez lo más clara.

3.- No utilizar generalidades, sino por el contrario, especificar todo.

4.- La información tanto positiva como negativa - referente a la acción propuesta, deberá ser presentada, y

5.- La declaración deberá llevar continuidad y orden.

## CAPITULO 6 CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente, considero que los métodos más útiles en nuestro país, para las Evaluaciones de Impacto Ambiental, son el de la Matriz de Leopold, y el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) de Battelle-Columbus, por las siguientes razones:

### Matriz de Leopold:

a) Es un método muy flexible porque se le pueden añadir o quitar elementos de cualquiera de los renglones o columnas, de acuerdo a las necesidades particulares del -- proyecto en estudio.

b) Por medio de este método, se muestran visualmente los impactos, los cuales son calificados por medio de valores de importancia, o por medio de colores, por lo que es más accesible para su estudio, así como para su consulta.

c) Porque puede ser utilizada cualquiera de las fases del proyecto bajo consideración: construcción, operación y postoperación.

Uno de los inconvenientes que presenta, es que el método le presta poca importancia al aspecto socioeconó

mico, inconveniente que es común a casi todos los métodos estudiados.

Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) de Battelle  
-Columbus:

a) Es el método más preciso y organizado, porque presenta una información completa detallada.

b) Mide los impactos en unidades comunes.

El inconveniente que presenta, es que sólo es -- aplicable a proyectos de recursos acuíferos, por su poca -- flexibilidad, y al igual que el de Leopold, no le da importancia a los factores socioeconómicos.

Y por último considero importante anotar, que en nuestro país, el aspecto económico, influye grandemente -- también para aprobar o rechazar un proyecto independientemente de los resultados que se obtuvieran si se realizaran las Declaraciones de Impacto Ambiental.

Sería conveniente, que las autoridades motivaran de alguna forma a los profesionistas, para que al presentar -- éstos un proyecto, aunaran a éste la Declaración de Impacto Ambiental respectiva, con el fin de conocer los cambios que se producirán en el medio.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- National Environmental Policy Act of 1969, PL 91-190, 91st Cong., S. 1075, Jan 1, 1970.
- 2.- Warner, M. L: "Environmental Impact Analysis: Examination of Three Methodologies", p. 28, Ph. D. dissertation, University of Wisconsin, Madison, 1973.
- 3.- Dickert, T. G.: Methods For Environmental Impact - - Assessment: A Comparison, in Thomas G. Dickert and -- Katherine R. Dorney (eds.), "Environmental Impact - - Assessment: Guidelines and Commentary", pp. 127-143,- University of California, Berkeley, 1974.
- 4.- Drobny, N. L., and M. A. Smith: Review of Environmental Impact Assessment Methodologies, internal working paper, Battelle-Columbus, Columbus, Ohio, 1973.
- 5.- Warner, M.L., and D.W. Bromley: "Environmental Impact Analyses: A Review of Three Methodologies," Tech. -- Rept., Wisconsin Water Resources Center, University - of Wisconsin, Madison, 1974.
- 6.- Warner, M. L., and E. H. Preston: "A Review of Environmental Impact Assessment Methodologies", report -- prepared by Battelle-Columbus for U.S. Environmental- Protection Agency, Washington, D.C., Oct. 1973.
- 7.- Smith, M. A.: "Field Test of an Environmental Impact- Resources Center, Georgia Institute of Technology, -- Atlanta, Aug. 1974.
- 8.- Dee, Norbert, et al.: "Environmental Evaluation System for Water Resource Planning", final report prepared by Battelle-Columbus for Bureau of Reclamation, - Jan. 31. 1972.
- 9.- Odum, E. P., et al.: "Optimum Pathway Matrix Analysis

Approach to the Environmental Decision-Making Process", Institute of Ecology, University of Georgia, - Athens, 1971.

- 10.- Dee, Norbert, et al.: "Planning Methodology for Water Quality Management; Environmental Evaluation System", Battelle-Columbus, Ohio, July 1973.
- 11.- Viohl, R. C., Jr., and K. G. M. Mason: Environmental Impact Assessment Methodologies: An Annotated Bibliography, Counc. Planning Libr. Exchange Biblio. 691, - Nov. 1974.
- 12.- Leopold, L. B., et al.: A Procedure for Evaluating -- Environmental Impact, Geolog Surv Oire. 645. 1971.
- 13.- Federal Aviation Administration: Procedures for Environmental Impact Statment Preparation, FAA Order - - 1050.1A, Washington, D.C., June 19, 1973.
- 14.- Oregon Highway Department, personal communication, Ju ly, 1973.
- 15.- Chase, G. B.: Matrix Analises in Environmental Impact Assessment, paper presented at the Engineering Founda tion Conference on Preparing Environmental Impact -- Statements, Henniker, N.H., July 29-Aug. 3, 1973.
- 16.- Moore, J. L., et al.: A Methodology for Evaluating Ma nufacturing Environmental Impact Statements for Dela ware's Coastal Zone, app. D, report prepared by - - - Battelle-Columbus, for the State of Delaware, June -- 15, 1973.
- 17.- Sorensen, J. C.: "A Framework for Identification and Control of Resource Degradation and Conflict in the Multiple Use of the Coastal Zone", University of Cali fornia, Berkeley, June, 1971.
- 18.- Economic Development Administration: "Final Environ-- mental Statement, Fruit/Church Industiral Park, Fresno, California", Washington, D.C., Feb. 1973.
- 19.- A. D. Little, Inc.: "Transportation and Environment:-

Synthesis for Action: Impact of National Environmental Policy Act of 1969 on the Department of Transportation", 3 vols., prepared for Office of the Secretary, Department of Transportation", 3 vols., prepared for Office of the Secretary, Department of Transportation, July 1971.

- 20.- Federal Power Commission: Implementation of the National Environmental Policy Act of 1969, Order 485, Order Amending Part 2 of the General Rules to Provide - Guidelines for the Preparation of Applicants' Environmental Reports Pursuant to Order 415-C, Washington, - D. C., June 7, 1973.
- 21.- Lee, E. Y. S., et al.: "Environmental Impact Computer System", Tech. Rept. E-37, Construction Engineering - Research Laboratory, U.S. Army, Champaign, Ill., - - Sept. 1974.
- 22.- Jain, R. K., et al.: "Environmental Impact Assessment Study for Army Military Programs", Tech. Rept. D-13,- Construction Engineering Research Laboratory, U.S. Army, Champaign, Ill, Dec. 1973.
- 23.- U.S. Atomic Energy Commission: "Preparation of Environmental Reports for Nuclear Power Plants", pp. 4.2-15-4.2-57, Regulatory Guide 4.2, Washington, D.C., -- Mar. 2, 1973.
- 24.- Adkins, W. G., and D. Burke, Jr.: "Social, Economic - and Environmental Factors in Highway Decision Making", Res. Rept. 148-4, Texas Transportation Institute, -- Texas A&M University, College Station, Nov. 1974.
- 25.- Soil Conservation Service: "Environmental Assessment-Procedure", U.S. Department of Agriculture, Washington, D. C., May. 1974.
- 26.- Corps of Engineers: Preparation and Coordination of - Environmental Statements, app. C, Regulation 1105-2-507, Department of the Army, Washington, D.C., Apr. - 15, 1974.
- 27.- Canter, L. W., P. G. Risser, and L. G. Hill: "Effects

Assessment of Alternate Navigation Routes from Tulsa, -  
Oklahoma to Vicinity of Wichita, Kansas", University-  
of Oklahoma, Norman, June 1974.

28.- Curso "Evaluación de Impacto Ambiental". Apuntes Cen-  
tro de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, -  
U.N.A.M. México, D.F. Enero 1978.

A P E N D I C E

METODO PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL  
DESARROLLADO POR BATELLE-COLUMBUS

Este método es conocido en los Estados Unidos Americanos con el nombre de Sistema de Evaluación Ambiental - (S.E.A.) y fue desarrollado para la evaluación de los impactos en proyectos para aprovechamiento de aguas. El sistema es jerárquico por naturaleza, mide los impactos en unidades proporcionales y resalta las áreas ambientales sensitivas. En este método se utilizan cuatro niveles de información:

Nivel 1.- Información General.-

Categorías Ambientales

Nivel 2.- Información Media.-

Componentes Ambientales

Nivel 3.- Información Específica.-

Parámetros Ambientales

Nivel 4.- Información al detalle.-

Valores ambientales

Estos niveles de información están relacionados esquemáticamente como se muestra en la figura A-1 .

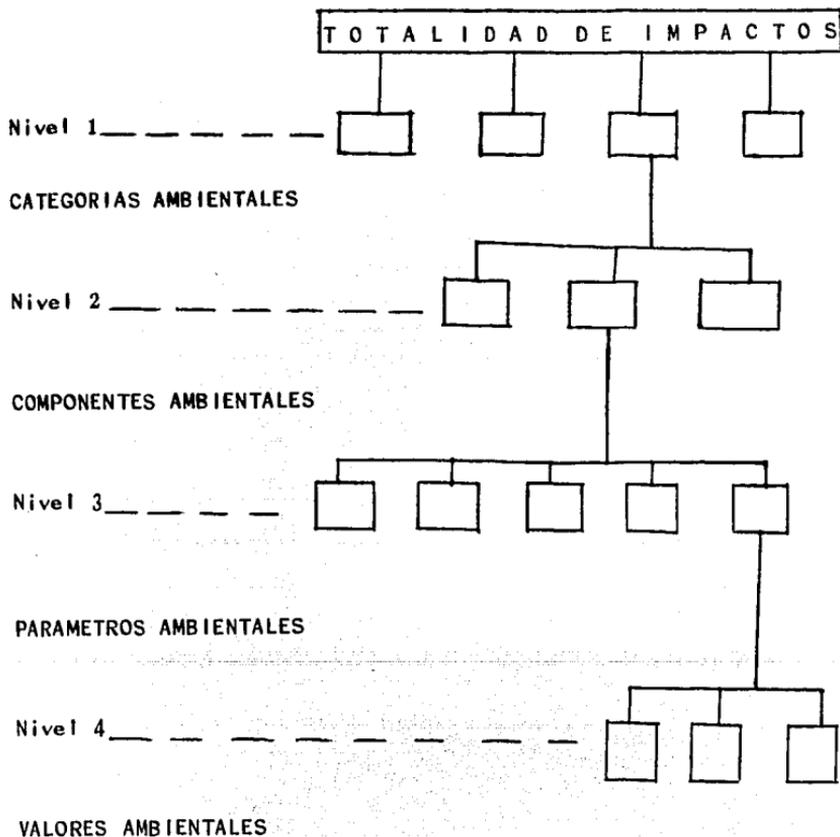


Figura A.1. Estructura Jerárquica del sistema de evaluación ambiental de Batelle-Columbus

El nivel tres es el de mayor importancia en este método. Cada parámetro ambiental representa un aspecto de la importancia ambiental que deba ser considerada por separado. Para la selección de los parámetros que debieran -- ser incluidos en el S.E.A., se establecieron los siguientes requisitos:

- + Los parámetros deben ser indicadores de la calidad ambiental.
- + Deben ser fáciles de medirse físicamente.
- + Deben ser tales que puedan medirse bajo una escala específica.
- + El listado total de parámetros deberá ser lo -- más compacto posible.

Al agrupar parámetros similares, se obtendrán los componentes ambientales y a su vez al agrupar los componentes en áreas comunes se obtendrán las categorías ambientales. Los valores ambientales constituyen la información -- necesaria para obtener una estimación de los parámetros; -- esta información puede ser obtenida de registros, historias, etc.

Un proyecto de aprovechamiento de aguas puede -- crear impactos, tanto benéficos como adversos sobre el ambiente. Debido a que las propiedades del ambiente no son -- comúnmente medidas en unidades proporcionales, resulta complicado evaluar los efectos ambientales de un determinado -- proyecto y para salvar esta dificultad el S.E.A. presenta-

la técnica para transformar todos los parámetros en unidades proporcionales. Esta técnica consiste en tres pasos importantes:

1.- Transformar los rangos de valores estimados en cada uno de los parámetros a valores de Calidad Ambiental (C.A.).

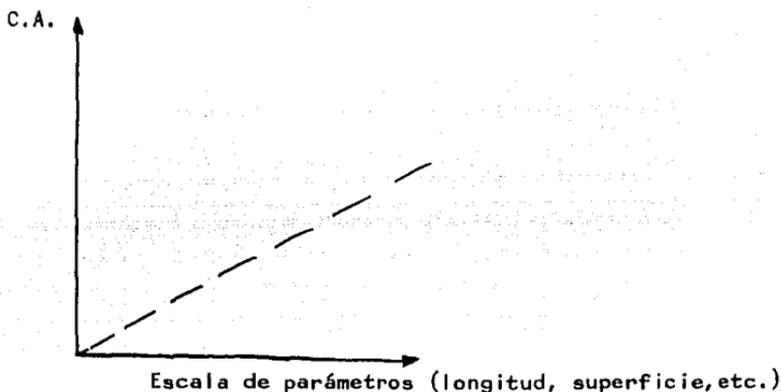
2.- Asignar valores a todos los parámetros de acuerdo a su importancia.

3.- Multiplicar los valores de Calidad Ambiental de cada parámetro por su respectivo valor de importancia, para encontrar así las unidades comunes deseadas.

En el S.E.A. el valor de la Calidad Ambiental se asigna dentro de un rango que va de cero, para mala calidad, a uno para muy buena calidad.

La transformación de los valores estimados a valores de calidad ambiental se lleva a cabo mediante el uso de una función que relaciona varios niveles de valores estimados con los correspondientes niveles de calidad ambiental (ver figura A-2). Los valores estimados son obtenidos de los valores ambientales del nivel 4 del S.E.A.

FIGURA A-2.- Función Típica



La base principal para desarrollar las gráficas - debe ser la información científica; dicha información especificará la forma y los puntos de inflexión de la curva. - Cuando no se tenga la información suficiente se tendrá que suponer la gráfica.

Para lograr graficar la curva, el S.E.A. sugiere- los siguientes pasos:

1.- Obtenga, cuando sea factible la información, a las relaciones entre los parámetros y la calidad ambiental.

2.- Ordene la escala de los parámetros de tal ma- nera que el menor valor del parámetro sea cero y que vaya- en aumento en dirección positiva (no permita que aparezcan valores negativos).

3.- Divida la escala de calidad ambiental (0 a 1) en intervalos iguales y exprese la relación entre un determinado intervalo y el parámetro. Continúe así hasta haber obtenido la curva.

4.- Los pasos del 1 al 3 deberán ser realizados por cada uno de los especialistas del grupo interdisciplinario y posteriormente se deberá obtener una curva promedio.

5.- Comente con el grupo interdisciplinario la curva promedio obtenida y haga las modificaciones necesarias.

6.- Repita los pasos del 1 al 5 hasta obtener las curvas de todos los parámetros.

7.- Repita el procedimiento con el mismo grupo o con otro, con el fin de aumentar la fidelidad.

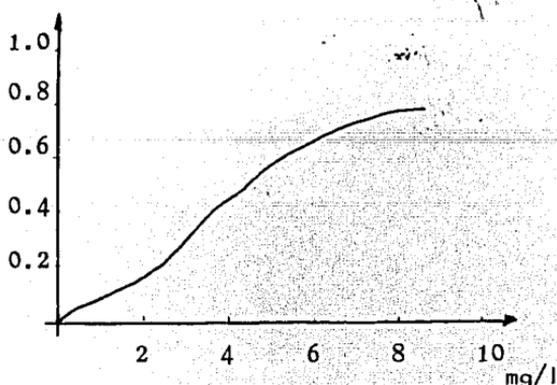
Por ejemplo, suponiendo que tratamos de obtener la curva para el parámetro: OXIGENO DISUELTO; que es el más utilizado como parámetro de la calidad ambiental; un nivel bajo de oxígeno disuelto afecta considerablemente a los peces y a otras especies de vida acuática y su ausencia total nos conduce a una condición anaeróbica, acompañada del olor peculiar y de la afectación a la estética de la zona.

La concentración del oxígeno disuelto en el agua-

depende de la temperatura de ésta y del contenido de sólidos disueltos; la facilidad del agua para retener el oxígeno disuelto disminuye al aumentar la temperatura y las partículas disueltas.

El oxígeno requerido por los peces varía con sus especies y edades, en regla general basada en mediciones físicas se puede afirmar que un rango entre 3 y 6 mg/l es el nivel crítico para casi todos los peces. Abajo de 3 mg/l ya se habrán dañado las especies acuáticas y arriba de 6 mg/l varía en forma no-lineal. Con estos datos se podrá ahora graficar la curva mostrada en la figura A-3.

C.A. FIGURA A-3.- Oxígeno Disuelto



Cada uno de los parámetros utilizados en el S.E.A. representa una parte del total del ambiente. Por lo tanto es muy importante visualizar dichas partes como parte del sistema ambiental; sin embargo se debe reconocer que algunos parámetros son más importantes que otros. Los paráme-

tros de poca importancia no se pueden descartar porque siguen siendo parte del sistema. Por lo tanto a cada parámetro se le deberá asignar un valor de importancia expresado en Unidades de Importancia de los Parámetros (U.I.P.), de un total de 1000 U.I.P. distribuidos entre todos los parámetros. Los valores de U.I.P. asignados por Batelle-Columbus deben ser respetados cuando se tenga un proyecto con los mismos parámetros, con el fin de establecer una base de comparación para todos los distintos proyectos que se evalúen. La asignación de los valores de importancia llevada al cabo por Batelle y Columbus está basada en un criterio socio-psicológico y en procedimiento DELPHI (ver referencias).

Las unidades de Impacto Ambiental son -- asignadas primero distribuyendo 1000 U.I.P. en las cuatro categorías, después en los 17 componentes y finalmente en los 78 parámetros. Dicha asignación es realizada por el grupo interdisciplinario, y se encuentran consignadas en la figura 4.2. del capítulo de Metodologías.

Los pasos que se deberán seguir en la asignación de los valores de importancia son:

- 1.- Seleccione el grupo interdisciplinario y explique a cada especialista los conceptos necesarios para llevar al cabo la correcta distribución.

- 2.- Ordene en una lista las categorías, componentes o parámetros que serán evaluados de acuerdo a su impor

tancia.

3.- Asigne un valor de uno (1) a la primera categoría de la lista. Después compare la segunda categoría con la primera, para saber cuánto vale la segunda comparada con la primera, expresando dicho valor en decimales -- ( $0 \leq x \leq 1$ ).

4.- Continúe así hasta haber terminado la lista.

5.- Obtenga todos los valores en porcentajes y exprese los con un común denominador; obtenga un promedio de todos los valores obtenidos por el grupo interdisciplinario.

6.- Ajuste los valores decimales obtenidos en el paso anterior si la cantidad de parámetros en un grupo es distinto a la de otro.

7.- Multiplique los valores obtenidos por las -- U.I.P. que fueron asignadas para el grupo en cuestión.

8.- Repita los pasos del 2 al 7 para todas las -- categorías, componentes y parámetros en el S.E.A.

9.- Repita todo el procedimiento con otro grupo -- o con el mismo para obtener un mejor resultado.

Veamos un ejemplo numérico: supongamos que se tienen tres componentes (A, B, C) que fueron seleccionados y ordenados de acuerdo a los pasos 1 y 2. Estos componentes

consisten en 8 parámetros, 4 en A; 2 en B y 2 en C. Elaboramos un listado por orden (paso 2): B, C, A. En seguida asignamos un valor de uno a B y comparamos con C para obtener otro valor de importancia, elaborando lo mismo para A. (paso 3).

$$B = 1$$

$$C = 1/2 \text{ de importancia con respecto a B}$$

$$A = 1/2 \text{ de importancia con respecto a C}$$

$$B = 1$$

$$B = 1/1.75 = 0.57$$

$$C = 0.50$$

$$C = 0.5/1.75 = 0.29$$

en porcentaje

$$A = \frac{0.25}{1.75}$$

$$A = 0.25/1.75 = \frac{0.14}{1.00}$$

$$B = 0.57 \times 1/4 = 0.14$$

$$C = 0.29 \times 1/4 = 0.07$$

común denominador

$$A = 0.14 \times 1/2 = \frac{0.07}{0.28}$$

$$B = 0.14/0.28 = 0.50$$

$$C = 0.07/0.28 = 0.25$$

$$A = 0.07/0.28 = \underline{0.25}$$

$$\Sigma = 1.00$$

Paso 6:  $B = 0.50/2 = 0.25$

$$C = 0.25/2 = 0.135$$

$$A = 0.25/4 = 0.0625$$

Paso 7: (suponiendo que se van a distribuir 20 U.I.P.)

$$B = 20 \times 0.50 = 10$$

$$C = 20 \times 0.25 = 5$$

$$A = 20 \times 0.25 = 5$$

En el Sistema de Evaluación Ambiental, los impactos son medidos en Unidades de Impacto Ambiental (U.I.A.), que están en función de las Unidades de Impacto Ambiental y de la calidad ambiental. De esta manera se podrán equilibrar los impactos adversos con los beneficios de acuerdo a sus U.I.A.

El S.E.A. se utiliza aplicando la ecuación #1 primero para el ambiente seguro sin el proyecto y después con el proyecto. Una diferencia en las U.I.A. entre estas dos condiciones constituye ya sea un impacto adverso (pérdida de U.I.A.) o beneficio (ganancia de U.I.A.).

$$\begin{array}{l} \text{ECUACION \#1.- Unidades de} \\ \text{impacto am-} \\ \text{biental} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Unidades de} \\ \text{importancia} \\ \text{de los pará} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Calidad Am-} \\ \text{biental.} \end{array}$$
  
$$(U.I.A.) = (U.I.P.) \times (C.A.)$$

Al realizar una evaluación, resulta de mucha importancia el reconocer o detectar aquellos elementos frágiles del ambiente que serán afectados por el proyecto. Estos elementos frágiles del ambiente nunca son los mismos - aunque los proyectos resulten ser similares; no existe nin

guna regla general para identificarlos, por lo tanto cada parámetro deberá ser considerado como un elemento potencialmente frágil para cada proyecto.

Los pasos principales para cada aplicación del método en cuestión son:

- 1.- Definición de las fronteras del proyecto.
- 2.- Obtención de los valores de los parámetros.
- 3.- Determinación de las Unidades de Impacto Ambiental.
- 4.- Localización de las acciones críticas.
- 5.- Redacción del informe.

Las fronteras sirven para establecer tanto las consideraciones físicas y temporales como los ecosistemas afectados.

Los impactos ambientales se pueden presentar en distintas partes del área del proyecto y en sus diferentes etapas.

Las áreas físicas que deberán ser consideradas están divididas en cuatro sectores:

- a) Aguas arriba de la obra.
- b) En el lugar de la obra.
- c) A lo largo de las rutas de transferencia de un sector del proyecto a otro.
- d) Aguas abajo.

En cuanto a las consideraciones relativas al tiempo, es necesario establecer valores tanto para los impactos "con" el proyecto como para la condición "sin" proyecto y a su vez, en la consideración "con" proyecto se deberá tomar en cuenta las condiciones a corto plazo (etapa de construcción) y a largo plazo (operación).

Batelle y Columbus sugieren la utilización de una hoja de trabajo tal y como se muestra en la Figura A-4.

Medición del parámetro: _____				
Fecha: _____				
físico tiempo	Aguas arriba	en el lugar	transferencia	aguas abajo
"sin" proyecto				
"con" proyecto				
"con" proyecto operación				

Figura A-4 Hoja de trabajo

Las fuentes más comunes para obtener los valores de los parámetros incluyen las Dependencias federales, estatales y municipales; Universidades; grupos privados; publicaciones y en ciertas ocasiones la medición directa.

Todas las mediciones de los parámetros tendrán -- que ser vaciadas en las hojas de trabajo mencionadas anteriormente.

Hasta aquí, ya se tienen las hojas de trabajo para cada uno de los 78 parámetros; cada una de éstas tendrá que ser transformada en valores de calidad ambiental para cada parámetro, tanto para la condición "con" proyecto como, para la de "sin" proyecto. Esto se logra (1) asignando valores de importancia, basados en el juicio profesional a todos los elementos de la evaluación (aguas arriba, en el lugar, construcción, etc), (2) multiplicando, dicho valor de importancia por el valor medido de cada parámetro y (3) sumando los cuadros de la hoja de trabajo para las dos condiciones del proyecto.

$$\text{Valor estimado del parámetro ("con" o "sin")} = \sum_i^n \sum_j^m C_{ij} X_{ij}$$

donde:  $i$  = espacio

$j$  = tiempo

$C_{ij}$  = valor de la importancia en el cuadro

$X_{ij}$  = valor medido del parámetro en el cuadro.

$n$  = número de áreas (espacios) considerados

$m$  = número de factores de tiempo considerados

Veamos un ejemplo, con los datos medidos de los parámetros que se muestran en la hoja de trabajo de la figura A-5, y para el caso del parámetro OXIGENO DISUELTO -

( OD ) tenemos:

$$\begin{aligned} \text{"sin"} &= 1 [0.25(8) + 0.50(10) + (0)0 + 0.25(8)] = \\ &= 2 + 5 + 2 = 9 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{"con"} \text{ (construcción)} &= 0.25 [0.25(4) + 0.50(2) + 0.1(5) + 0.15(4)] \\ &= 0.25 ( 1+1+0.5+0.6) = 0.77 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{"con"} \text{ (operación)} &= 0.75 [0.25(4) + 0.5(4) + 0.1(4) + 0.15(4)] = \\ &= 0.75 (1+2+0.4+0.6) = 3 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL "con"} = 3.77 \text{ mg/l}$$

FIGURA A-5

espacio tiempo	aguas arriba Importancia= I=0.25	en el lugar I=0.50	transferencia. I sin = 0 I con = 0.10	aguas abajo I sin = 0.25 I con = 0.15
"sin" el proyecto	corriente modificada $\frac{8+6+10+8=8\text{mg}/4}{4}$	corriente modificada $\frac{8+12=10\text{mg}/1}{2}$	-----	corriente modificada $\frac{6+6+10+10=8\text{mg}/1}{4}$
construc ción "con" el proyecto I=0.25	pronosticada $\frac{4+2+6+4=4\text{mg}/1}{4}$	pronosticada $\frac{1+3=2\text{mg}/1}{2}$	pronosticada $\frac{4+6+5=5\text{mg}/1}{3}$	pronosticada $\frac{2+2+6+6=4\text{mg}/1}{4}$
operación "con" el proyecto- I=0.75	pronosticada $\frac{4+2+6+4=4\text{mg}/1}{4}$	pronosticada $\frac{4+4=4\text{mg}/1}{2}$	pronosticada $\frac{4+4+4=4\text{mg}/1}{3}$	pronosticada $\frac{3+3+5+5=4\text{mg}/1}{4}$

Con estas estimaciones de los parámetros obtenidos, se entra en las curvas graficadas. El valor así obtenido, es un indicador de la calidad ambiental; el cual deberá aproximarse a dos decimales. Para el ejemplo en cuestión, recurrimos a la gráfica adecuada (figura A-3) como sigue.

Para la condición "sin" proyecto = 9 mg/1, entramos en el eje de las "x" para obtener un valor de C.A. = -1.0 en el eje de las "y". Igual procedemos para la condición "con" proyecto, obteniendo C.A = 0.30.

Para poder obtener una evaluación en Unidades de Impacto Ambiental (U.I.A.) para las dos condiciones del proyecto será necesario determinar las U.I.A. para cada parámetro y después sumar todas las U.I.A. de los 78 parámetros de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\text{Impacto Ambiental} = \text{Evaluación "con"} - \text{Evaluación "sin"} \text{ en UIA}$$
$$IA = \sum_{i=1}^{78} W_i C_i A_i \text{ (con)} - \sum_{i=1}^{78} W_i C_i A_i \text{ (sin)}$$

donde:  $i$  = número de parámetros

$W_i$  = valor de importancia del parámetros, en UIP

$CA_i$  = calidad ambiental obtenida de las gráficas

En esta fórmula, un cambio (-) negativo indica un Impacto Ambiental adverso y un valor (+) positivo uno benéfico.

Para nuestro ejemplo:

suponiendo un =

$$CA_j(\text{con}) = 0.30$$

$$CA_j(\text{sin}) = 1.00$$

$$W_i CA_j(\text{con}) - W_i CA_j(\text{sin}) = (3 \text{UIP}) (0.3) - \\ - 31(\text{UIP}) (1.00) = -21.70 \text{UIA}$$

así se deberán obtener todos los valores de los 78 parámetros y sumarlos, para obtener el impacto ambiental en U.I.A.

Los elementos ambientales deberán ser asignados - de una etiqueta mayor o menor; estas etiquetas indican donde se hace necesaria una mayor investigación. Existen cuatro reglas para poder determinar si un cambio negativo constituye una etiqueta y además para saber su tipo.- Cada una de éstas reglas está basada en un cambio de la Calidad Ambiental del parámetro medido por la diferencia de las evaluaciones "con" y "sin" proyecto.

Para parámetros relacionados con la ecología:

REGLA #1. Cuando el cambio negativo de la C.A. - de las condiciones "con" y "sin" proyecto en por ciento, se encuentra entre 5 y 10% se trata de una etiqueta menor.

REGLA #2. Cuando el cambio negativo de la C.A. - de las condiciones "con" y "sin" proyecto en por ciento es mayor de 10% es una etiqueta mayor.

Para todos los demás parámetros:

REGLA #3. Cuando el cambio negativo de la C.A. - de las condiciones "con" y "sin" proyecto es  $\leq 0.1$  en --

valor absoluto  $0 \leq 30\%$ , es una etiqueta menor.

REGLA #4. Cuando el cambio negativo de la C.A. - de las condiciones "con" y "sin" proyecto es  $\geq 0.1$  en valor absoluto o  $\geq 30\%$ , es una etiqueta mayor.

Para nuestro ejemplo:

C.A. con = 0.3

diferencia = 0.70

C.A. sin = 1.00

$$(C.A. \text{ con} = 0.3) - (C.A. \text{ sin} = 1.00) = - 0.70$$

es un valor negativo

$$\text{Cambio (5)} = \frac{0.70}{1.00} \times 100 = 70\%$$

y como se trata de un parámetro no ecológico, aplicando la regla #4 ya que es  $>30\%$ , se trata de una etiqueta mayor, - indicando que se le deberá prestar mucha atención al parámetro en cuestión (O.D).

Así se deberá proceder para los 78 parámetros y - separar las etiquetas mayores para su investigación.

Es aconsejable incluir todos los resultados importantes del Análisis, en una tabla general, para lograr una mayor facilidad en la visualización total de la evaluación.

La tabla general, originalmente empleada en el S. E.A. incluye tres resultados importantes del análisis:

- 1.- Impactos Ambientales netos expresados en Unidades de Impacto Ambiental.
- 2.- Etiquetas mayores.
- 3.- Necesidades de Información.