



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

**Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.**

**El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.**

**Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.**

**Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.**

**Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.**

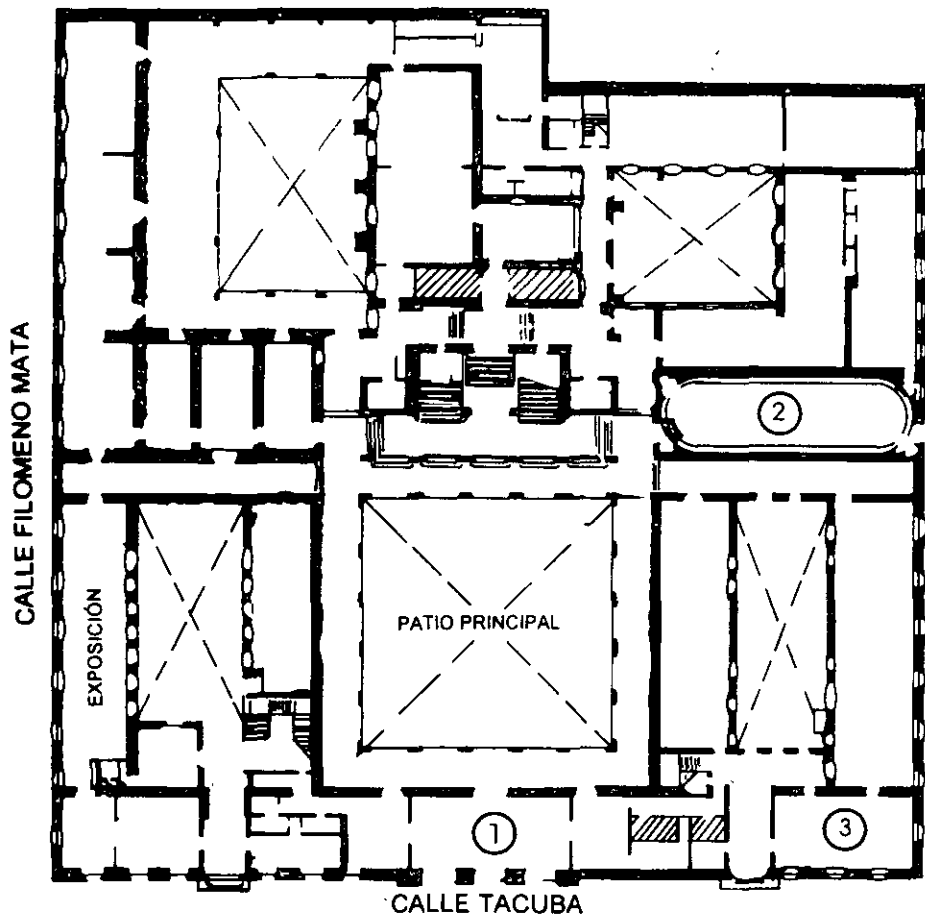
**Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.**

**Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.**

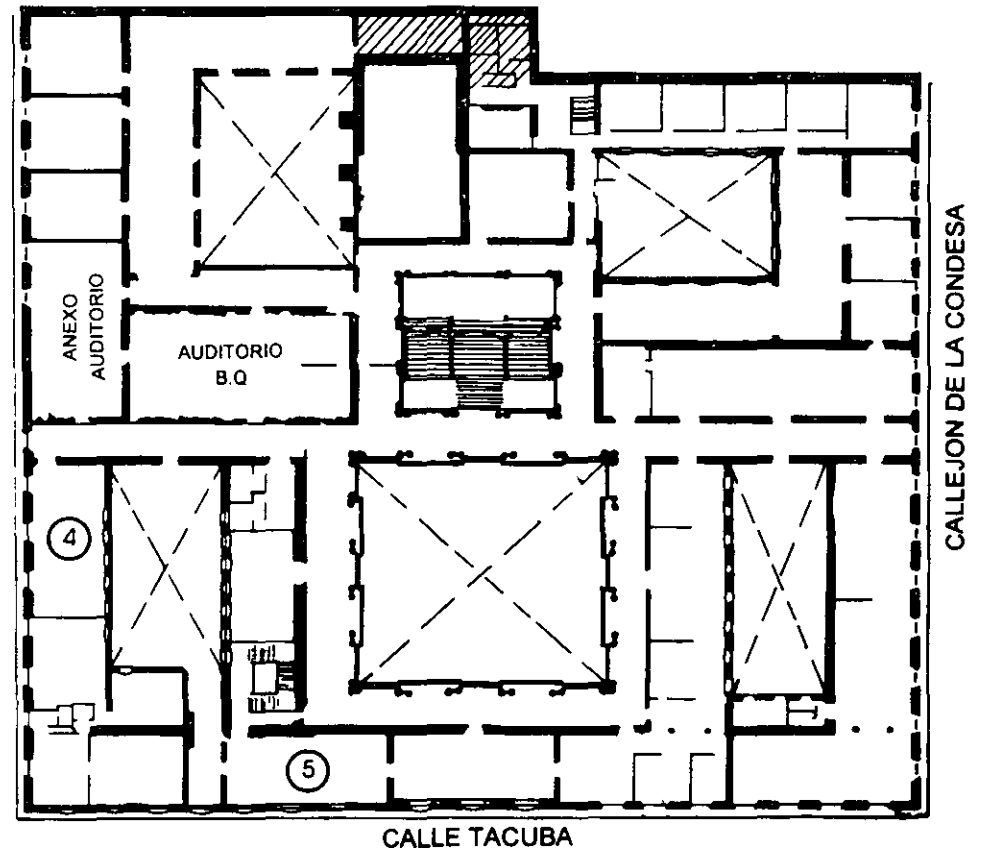
**Atentamente**

**División de Educación Continua.**

# PALACIO DE MINERIA

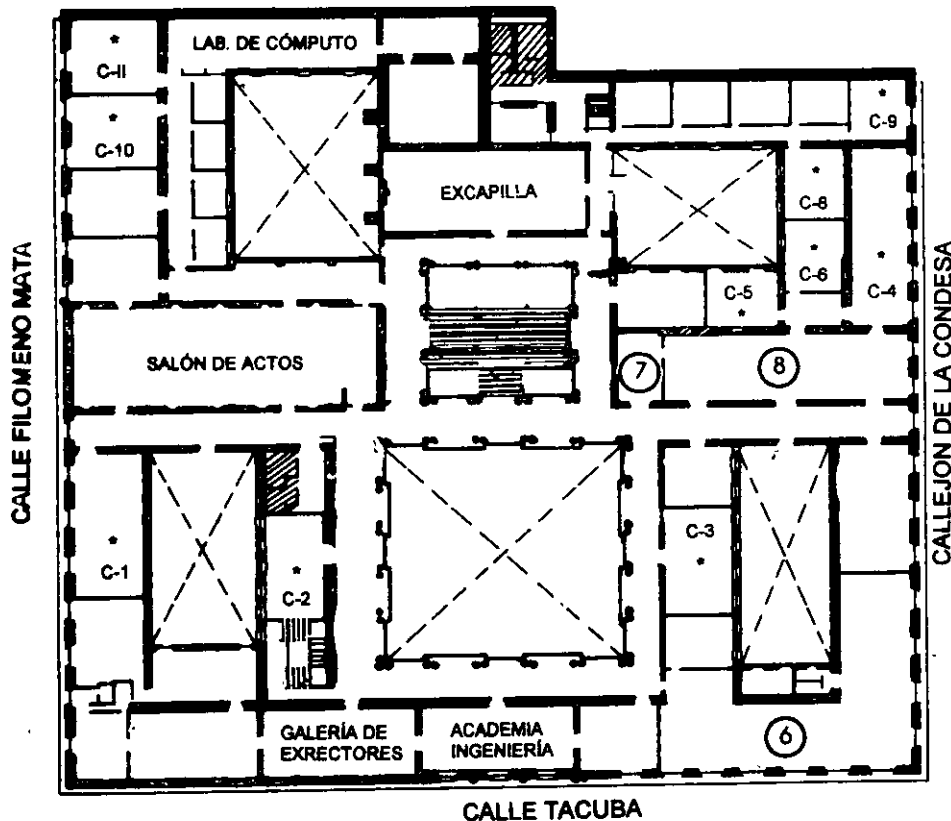


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

# PALACIO DE MINERIA



## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
3. LIBRERÍA UNAM
4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
6. OFICINAS GENERALES
7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
8. SALA DE DESCANSO

SANITARIOS

\* AULAS

**1er. PISO**



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA





FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

# CURSOS ABIERTOS

## CA-117 INDICADORES AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO DE CONDICIONANTES

DEL 15 AL 19 DE MARZO

### TEMA INDICADORES AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO DE CONDICIONANTES

EXPOSITORES: M. EN C. JORGE RAMOS DURON  
BIOL. MANUEL GALICIA PÉREZ  
BIOL. MARÍA DEL RAYO SOSA LUNA  
PALACIO DE MINERÍA  
MARZO DEL 2004

# INDICADORES AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO DE CONDICIONANTES

## INTRODUCCIÓN

1. Indicadores e índices ambientales
2. Indices de Desempeño Ambiental
3. Características de los Indicadores ambientales
4. Enfoques de clasificación de los indicadores ambientales
5. Metodología para la generación de Indices Ambientales
6. Generación de índices ambientales para una actividad o proyecto específico (Ejercicio)
7. El Proyecto de generación de Indices de Impacto Ambiental de la DGIRA

## INDICADORES AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO DE CONDICIONANTES

### INTRODUCCIÓN

Si tomamos en cuenta la definición de diccionario de indicador, esta nos dice que este término se aplica especialmente a los dispositivos o aparatos que sirven para poner de manifiesto un fenómeno en términos de magnitud física.

El uso de indicadores para determinar las condiciones de diferentes aspectos ambientales y socioeconómicos, se ha utilizado ampliamente por los investigadores, con el objeto de contar con una herramienta que refleje un fenómeno dado de manera confiable. Así, se han generado indicadores económicos, indicadores biológicos, indicadores políticos, etc. Por otro lado, estos indicadores generan índices que son los que reflejan la evolución de estos fenómenos.

Desde el punto de vista de las modificaciones que se presentan en el diferentes ecosistemas, los investigadores han venido desarrollando índices que reflejen las condiciones del mismo en un momento dado y que permita compararlas a través del tiempo ya sea por cambios dados de manera natural o inducida; un ejemplo de esto son los Indices de Diversidad y Abundancia, aplicados a comunidades. Y que se generaron desde principios del siglo XX.

Con el desarrollo tecnológico acelerado, el deterioro ambiental también se aceleró, surgiendo la necesidad de contar con instrumentos de regulación y control surgiendo así las leyes y reglamentos en materia de impacto ambiental hacia los años 60's.

El desarrollo de indicadores ambientales se inicio en 1988, cuando el grupo de los siete solicitó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) identificar indicadores ambientales para apoyar la toma de decisiones, tomando en consideración para ello tanto factores ambientales como económicos (Environment Canada, 1996).

El desarrollo histórico de los indicadores ambientales en el ámbito internacional, se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro 1**  
**DESARROLLO HISTORICO DE LOS INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL**  
**AMBITO INTERNACIONAL**

1987	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INICIA EL DESARROLLO DE CONCEPTOS SOBRE INDICADORES AMBIENTALES APLICADOS AL IMPACTO AMBIENTAL EN CANADA Y HOLANDA</li> </ul>
1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CUMBRE ECONOMICA DEL GRUPO DE LOS 7, EN LA QUE SE RESOLVIÓ, POR SUGERENCIA DE CANADA, SOLICITAR A LA OCDE QUE TRABAJARA EN EL DESARROLLO DE INDICADORES AMBIENTALES.</li> </ul>
1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LA OCDE PUBLICA SU CONJUNTO PRELIMINAR DE INDICADORES AMBIENTALES</li> <li>• PUBLICACIÓN DEL CONJUNTO PRELIMINAR DE INDICADORES AMBIENTALES NACIONALES DE CANADA</li> <li>• PUBLICACIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES REALIZADA POR EL GOBIERNO HOLANDES</li> </ul>
1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONFERENCIA DE NACIONES UNIDAS SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO, EN CUYA DECLARACION SE PROMUEVE EL DESARROLLO DE INDICADORES AMBIENTALES.</li> </ul>
1993	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LA DIVISIÓN DE ESTADÍSTICAS DE LAS NACIONES UNIDAS, JUNTO CON EL PNUMA, CONVOCARON A UNA REUNION CONSULTIVA DE EXPERTOS EN INDICADORES AMBIENTALES Y SUSTENTABILIDAD, PARA DISCUTIR LOS AVANCES EN LA MATERIA LOGRADOS EN DIFERENTES ORGANISMOS</li> <li>• PUBLICACIÓN EN CANADA DE UN CONJUNTO COMPLETO DE INDICADORES AMBIENTALES, PRIMERO DE UNA SERIE PERIÓDICA.</li> </ul>
1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LA OCDE PUBLICA SU CONJUNTO CENTRAL (CORE SET) DE INDICADORES AMBIENTALES.</li> <li>• BANCO MUNDIAL ORGANIZA UN TALLER TÉCNICO PARA BUSCAR BASES COMUNES PARA EL DESARROLLO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD, PARA DISCUTIR LOS AVANCES EN LA MATERIA LOGRADOS EN DIFERENTES ORGANISMOS</li> <li>• CONFERENCIA SOBRE CIUDADES SUSTENTABLES EUROPEAS, QUE MARCO UN PASO IMPORTANTE PARA EL DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TAREAS RELATIVAS A INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD.</li> </ul>

FUENTE: [www.semarnat.gob.mx/dggia/indicadores](http://www.semarnat.gob.mx/dggia/indicadores)

## 1. INDICES AMBIENTALES

En un sentido amplio, un "índice ambiental" es un número o una clasificación descriptiva de una gran cantidad de datos o información ambiental cuyo propósito principal es simplificar la información para que pueda ser útil a los quienes toman las decisiones y al público. De hecho, se pueden citar índices del medio ambiente (calidad del aire, calidad del agua, sensibilidad y diversidad ecológica, recursos arqueológicos, calidad visual y calidad de vida).

En cuanto a los estudios de impacto, los índices ambientales son útiles, cumplen uno o mas de los siguientes objetivos:

- Resumir los datos ambientales existentes
- Comunicar información sobre la calidad del medio afectado
- Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad a la contaminación de una determinada categoría ambiental.
- Centrarse selectivamente en los factores ambientales claves
- Servir como base para la expresión del impacto al predecir las diferencias entre el valor índice con proyecto y el valor del mismo índice sin proyecto.

## SITUACIÓN ACTUAL EN MEXICO

Los programas de medio ambiente del sexenio de gobierno 1995-2000 y el actual, establecen como prioridad el desarrollo de un sistema de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental, como instrumento que permita:

- Evaluar el desempeño de las políticas ambientales
- Difundir la información de manera objetiva, mediante estadísticas y tendencias de la situación actual de los fenómenos ambientales.
- Hacer el derecho del público a la información ambiental de manera accesible.
- Contribuir a la adecuada planeación de las políticas ambientales.
- Avanzar en la modernización institucional, a través de la optimización del manejo de la información ambiental.

En esta etapa se incluyeron: calidad del aire, vida silvestre y áreas naturales protegidas, residuos peligrosos y municipales, agotamiento de la capa de ozono estratosférico y cambio climático.

El desarrollo de estos índices esta sujeto a la calidad de la información que existe o se puede generar. La información ambiental en México, cuando esta existe, presenta distintos niveles de calidad que hacen difícil, si no imposible, su comparación y validación. Por lo que se han definido tres grupos de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental, que corresponden a la calidad de la información que los sustentan:

### Laguna de información

indicador deseable que carece de información que lo sustente.

### Indicador en desarrollo

La información presenta algún problema relacionado a:

- Se desconoce la metodología empleada para generarla.
- Se basa en estimaciones generales
- Ha sido calculada utilizando metodologías distintas
- Proviene de fuentes no oficiales
- Esta incompleta

### Indicador completo

- la información cumple con los criterios técnicos para un indicador.

## 2. INDICES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

La información que se usa para construir indicadores ambientales es diversa, por lo que es necesario tener un marco conceptual que permita estructurar la información ambiental y hacerla mas accesible e inteligible. Por este motivo, se

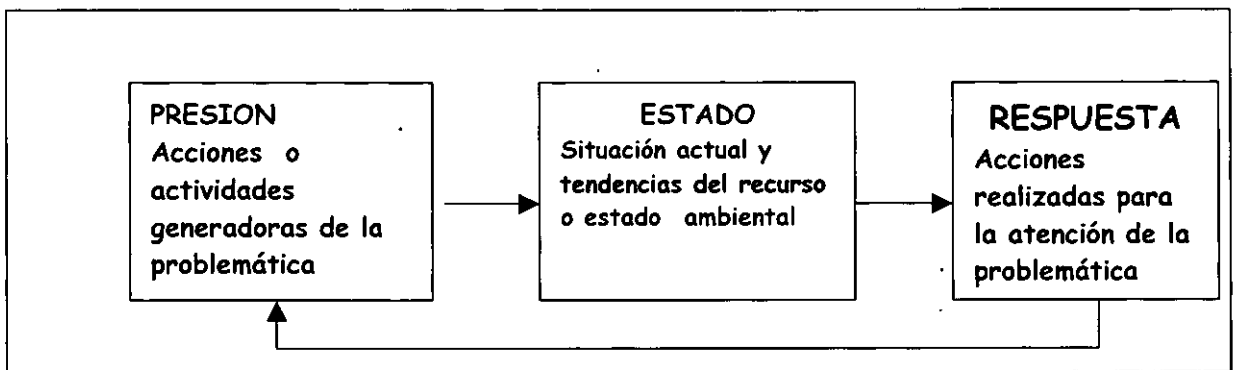


ha adoptado el esquema denominado "Presión-Estado-Respuesta" (PER) propuesto por Environment Canada y la OCDE.

El esquema de PER, se basa en una lógica de causalidad, presupone relaciones de acción y respuesta entre la actividad económica y el medio ambiente y se origina de planteamientos simples:

- ¿qué está afectando el ambiente?
- ¿cuál es el estado actual del medio ambiente?
- ¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?

Cada una de estas preguntas debe responderse con un conjunto de indicadores.

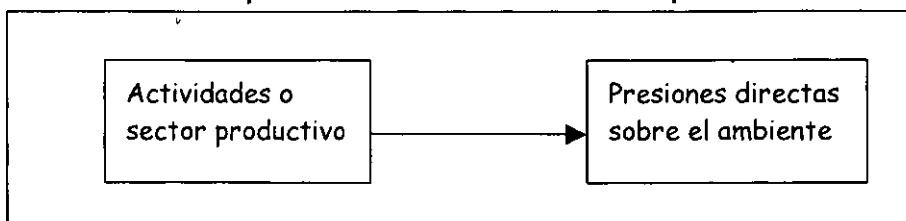


### Indicadores de Presión

Este tipo de indicadores describe las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas, como es el caso de las emisiones de gases a la atmósfera y su evolución en el tiempo.

Estos indicadores se clasifican en dos grupos: de presión directa y de presión indirecta sobre el ambiente. El primer grupo corresponde a las externalidades creadas por las actividades humanas como por ejemplo, el volumen de residuos generados por la emisión de contaminantes atmosféricos. Al segundo grupo corresponden tendencias en las actividades que crean externalidades ambientales, como por ejemplo las características de la planta vehicular e industrial. Estos indicadores de presión indirecta también son de importancia pues proporcionan elementos para pronosticar la evolución de la problemática.

### Componentes de indicadores de presión



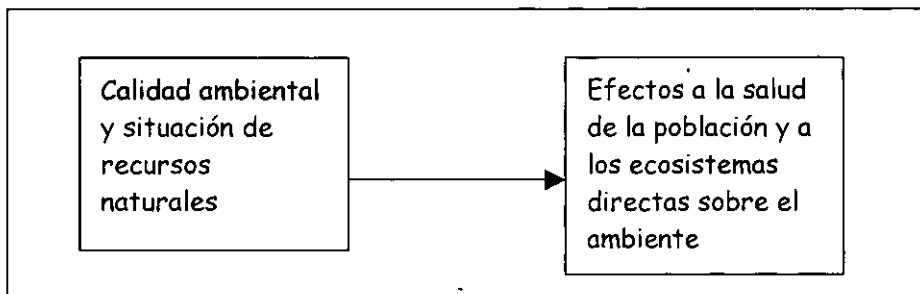
## Indicadores de estado

Se refieren a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales, por ejemplo, la calidad del aire evaluada a través de la medición de las concentraciones de contaminantes atmosféricos.

Este tipo de indicadores incluye los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro de la calidad ambiental.

Este tipo de indicadores incluye los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro de la calidad ambiental.

### Componentes de indicadores de estado

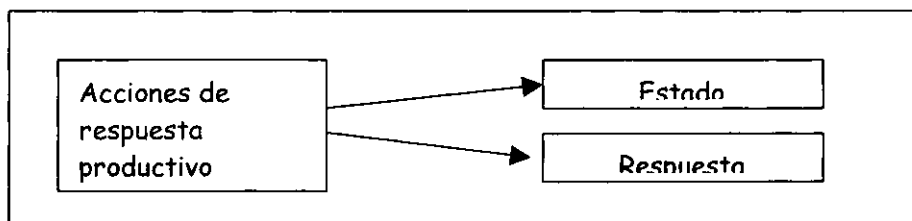


## Indicadores de Respuesta

Presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente. Estos indicadores son de los más embrionarios en su desarrollo, debido a la complejidad de medir cuantitativamente como una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental.

Las acciones de respuesta son dirigidas hacia dos aspectos, el primero los agentes de "presión", por ejemplo el establecimiento de tecnologías más limpias para disminuir el volumen de emisiones y por otro lado las que se dirigen a las variables de estado, como puede ser el establecimiento de criaderos de tortugas.

### Componentes de indicadores de respuesta



### **3. CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES AMBIENTALES**

El desarrollo de índices numéricos de clasificaciones de la calidad ambiental, la vulnerabilidad del medio o la contaminación potencial de las actividades humanas esta asociado con la realización de varias etapas genéricas. Estas incluyen la identificación del factor, la asignación de pesos de importancia relativa, el establecimiento de funciones de escala o de otros métodos de evaluación de factores, la determinación y realización de un adecuado método de agregación y la aplicación y verificación en campo.

La identificación del factor, consiste básicamente en definir los factores claves que pueden utilizarse como indicadores de calidad ambiental, de la susceptibilidad a la contaminación o del potencial de contaminación de tipo focal.

La identificación de los factores así como de los procesos Presión-Estado-Respuesta, debe basarse en el criterio profesional colectivo de expertos.

#### **Criterios de selección de indicadores**

La importancia del mensaje que transmite un indicador, esta limitada por la calidad de los datos que la sustentan, por lo que es necesario establecer criterios para asegurar que la información tenga la confiabilidad requerida.

#### **Requisitos que debe cumplir un indicador ambiental**

- Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales o respuestas de la sociedad
- Ser sencillo y fácil de interpretar y capaz de mostrar las tendencias a través del tiempo
- Ser aplicable a escala nacional o regional, según sea el caso.
- Proporcionar una base para las comparaciones internacionales
- Debe existir un valor del indicador, facilitando así su interpretación en términos relativos.

#### **Criterios técnicos deseables**

- Debe tener congruencia teórica y consistencia científica
- Debe basarse en consensos internacionales
- Debe ser capaz de relacionarse con modelos económicos

#### **Los datos utilizados para construir indicadores deben:**

- Generarse con una "razonable" relación costo/beneficio
- Ser de calidad, estar bien documentados y validados
- Poder actualizarse a intervalos regulares

## 4. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL AMBIENTE

### Definiciones

### Indicadores

La palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (p.e., una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (p.e., modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente, o sobre las relaciones entre tales variables.

El medio ambiente está compuesto por 5 componentes ambientales:

- Suelo
- Agua
- Aire
- Flora y Fauna
- Socioeconómico

Cada componente se divide a su vez en diferentes factores ambientales, tales como:

- Litología
- Procesos dinámicos
- Calidad del agua
- Calidad del aire
- Nivel de vida

Las características o condiciones de tales factores son los indicadores ambientales y es una expresión que puede ser medida de manera cuantitativa y otras de manera cualitativa.

Un factor puede presentar un indicador o varios indicadores, por ejemplo:

- Condiciones geomecánicas
- Grado de erosión
- Temperatura
- Niveles de Nox
- Salarios básicos

Estableciendo los indicadores para cada factor y para cada componente, las unidades de medida quedan automáticamente definidas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador.

Son hechos de carácter cuantitativo y cualitativo que expresan alguna forma de variable requerida, representando las características de calidad, fragilidad e importancia de un elemento o componente ambiental.

Son parámetros que señalan el estado actual de los elementos de un ecosistema; deben cumplir con una serie de estadísticas para su valoración y uso. Deben ser modelos empíricos de la realidad ambiental, cuyos valores y objetivos se pueden verificar.

Constituyen variables en lo posible medibles, que representen las características de calidad, fragilidad e importancia de un elemento o componente ambiental.

Como se define aquí, los indicadores incluyen información geográfica (georeferenciada), e información usada en manejo ambiental a cualquier escala y se han utilizado en las evaluaciones ambientales con tres propósitos:

- Definición de variables físico - bióticas y socioeconómicas que constituyen la línea base ambiental
- Medición de impactos
- Aplicados al seguimiento y monitoreo, evaluando la calidad del PMA

### **Categorías Usadas Como Indicadores Ambientales**

- **Tensores:** cualquier entidad física, química o biológica que puede inducir un efecto adverso en los ecosistemas o la salud humana (adaptado de RAF1992).
- **Presiones:** son las actividades humanas, los procesos naturales, y los tensores biofísicos derivados de estas actividades y procesos, que pueden contribuir para presionar la salud y bienestar humano, así como los componentes y funciones de ecosistemas.
- **Estado del ambiente:** son las condiciones y cambios en ecosistemas, salud y bienestar humano relacionados al ambiente, incluyendo una serie de condiciones de factores ambientales valorado.
- **Respuestas:** son las acciones humanas dirigidas a la observación y predicción del equilibrio ambiental, la salud humana y el manejo de los impactos que son considerados indeseables; p.e. respuestas sociales.

### **Indicadores De Política Ambiental**

Estos indicadores pertenecen a procesos políticos, los cuales no pueden ser evaluados de manera ambigua, sobre bases generalmente aceptadas. En aquellos casos, donde no obstante se desea alcanzar un modelo de evaluación empírico, se desarrollan indicadores asumiendo que reflejan la realidad.

### **Indices**

Es una agregación de estadísticas y/o indicadores, los cuales resumen a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

## **Valoración**

Expresa la pregunta específica o hipótesis a ser evaluada en una valoración ambiental, y es la base para la selección y medida de indicadores. Una valoración ecológica completamente definida, especifica la magnitud del efecto sobre una variable ambiental valorada que debe detectarse, así como el área afectada, el tiempo transcurrido antes de detectarse los efectos, y el nivel aceptable de incertidumbre (adaptado de Suter, 1993).

## **Atributos ambientales valorados**

Aspectos (componentes o procesos/funciones) de los ecosistemas, salud humana y medio ambiente relacionados al bienestar humano considerados importantes y potencialmente sometidos a riesgo por actividades humanas o riesgos naturales. **Similar al término, "componentes ambientales valorados,"** usados en la valoración de impacto ambiental, incluye tanto los procesos ambientales como los de la salud y bienestar.

## **Características De Los Indicadores**

**Los indicadores ambientales deben tener un conjunto de características significativas como:**

- Aplicables sobre un rango de diferentes ecosistemas y ambientes sociales y culturales.
- La recolección de los datos no debe ser difícil ni costosa.
- Deben ser los adecuados para el nivel de agregación requerido.
- Las mediciones deben tener temporalidad
- Deben representar los sistemas analizados.
- Deben ser sensibles a los cambios, manifestado tendencias.
- Deben incluir patrones biológicos.
- Deben permitir la comparación con valores patrones o condiciones extremas.
- Deben facilitar el análisis entre los procesos de evaluación y la asignación de los pesos.
- Debe relacionarse a cada efecto.
- Debe señalar los cambios debidos a los efectos ambientales.
- Deben ser de baja variabilidad natural.
- Debe tener experiencia como indicador en estudios similares.
- Contar con validez conceptual

- Tener un grado de correlación con otros indicadores
- Debe permitir la toma de decisiones rápidas, técnicas e idóneas.
- Permite controlar aspectos estratégicos y no de todo el sistema.

Sin embargo también es claro que:

- No son perfectos
- No son mediciones totales y directas de la realidad
- Se cree que un indicador es equivalente a un gráfico o una estadística.

### Clasificación De Indicadores Por Niveles.

Uno de los principales problemas en la evaluación ambiental consiste en la selección de las variables ambientales y la síntesis e integración de las mismas para que puedan ayudar a cuantificar el impacto de una acción.

El concepto de resiliencia ayuda a comprender el criterio de selección de las variables ambientales que serán utilizadas como indicadores, así como el grado de dependencia e influencia entre estos mismos parámetros. Debido a las múltiples interrelaciones entre los elementos ambientales, se debe abordar el problema a partir de la utilización de indicadores individuales, que permitan detectar cambios en la calidad de un sistema y que su agregación, facilite su comparación e interacción para evaluar los niveles de cambio en su conjunto.

El instituto de recursos internacionales (WRI), propone para escoger a los indicadores, dividirlos en tres tipos:

- **Los que analizan la oferta ambiental:** permiten detectar la existencia de recursos.
- **Los que analizan la sensibilidad o vulnerabilidad ambiental:** detectan procesos de degradación ambiental.
- **Los que analizan la producción:** establecen los problemas de rendimiento cuando se analizan los procesos naturales con base en recursos naturales.

No existen indicadores universales, puesto que las características ecosistémicas y antrópicas son diferentes dentro de una región o dentro de un país.

De acuerdo a las características de los indicadores, se establece un orden jerárquico, el cual las relaciones entre las categorías establecidas permite determinar la tipología del ecosistema, manifestándose por la interacción de indicadores a diferentes niveles.

### Indicadores de Tercer Nivel

Son los indicadores macros: Abióticos, Bióticos y Socioeconómicos; son conocidos como subcomponentes del sistema ambiental.

## Indicadores de Segundo Nivel

Son indicadores que definen patrones de importancia en el área estudiada y agrupan indicadores específicos de primer nivel, son conocidos como los diferentes medios de cada uno de los subcomponentes. Los indicadores de segundo nivel son: medio geológico, medio geomorfológico, medio climatológico, medio hidrológico, medio edáfico, vegetación, fauna, medio social, medio económico, medio cultural, medio demográfico, medio paisajístico.

## Indicadores de Primer Nivel o Específicos

Son cuantificables y cualificables, se caracterizan porque determinan patrones espaciales y funcionales de los ecosistemas, definiendo unidades ecológicas y de paisaje. A estos indicadores se les debe hacer el análisis de influencia - dependencia, con el objeto de identificar cuáles son los más importantes y cuáles son los más vulnerables dentro del ecosistema.

El análisis se hace a partir de la Matriz de evaluación de indicadores donde se cruzan los indicadores seleccionados y se determinan los parámetros más influyentes y los más vulnerables:

**MATRIZ 1. MATRIZ DE EVALUACIÓN**

Influye	IND.A	IND.B.	IND.C.	IND.D.	Sum. Dep
Depende					
Indicador A	0	1	1	0	2
Indicador B	1	0	0	0	1
Indicador C	1	1	0	1	3
Indicador D	1	0	0	0	2
Sumatoria Influencias	3	2	1	2	-----

Indicador con alto grado de dependencia: Indicador C.

Indicador con alto grado de influencia: Indicador A.

El indicador C, es el más sensible desde el punto de vista de impactos acumulativos y sinérgicos directos.

Aunque un indicador ayude a definir las características de un ecosistema, no siempre significa que tenga un valor relevante en la evaluación ambiental.



Se analizan los valores de Dependencia e Influencia por indicador, realizando la siguiente relación:

- Se diseña un plano de coordenadas donde las "x" corresponde a los valores de dependencias y las "y" corresponde a las influencias:

<b>INF</b>	20	I		
	15	II		
	10			
	5	IV		
		III		
0		<b>DEP</b>	5	10
			20	15

- CUADRANTE I: indicadores de mucha influencia, poca dependencia.
- CUADRANTE II: indicadores de mucha influencia, mucha dependencia.
- CUADRANTE III: indicadores de poca influencia, mucha dependencia.
- CUADRANTE IV: indicadores de poca influencia, poca dependencia.

Ecosistemas con la mayoría de indicadores en el cuadrante IV, son muy resistentes al cambio, son ecosistemas de alta resiliencia ambiental.

Ecosistemas con indicadores en el cuadrante II, son muy vulnerables a los tensores ambientales.

Los indicadores del cuadrante I, aunque resistentes, si llegan a ser afectados influyen de una manera alta en todo el ecosistema.

De igual manera para seleccionar los indicadores claves para el análisis ambiental, se obtiene el Grado de Dependencia: GD, el cual es igual a:

$$GD = \text{Sumatoria D}$$

$$\text{Sumatoria I}$$

Los indicadores con los valores más altos de GD, son los claves para las evaluaciones ambientales.

Otra forma de clasificar los indicadores, no es por niveles, sino reflejando los usos que el hombre le ha dado al medio natural:

**Fuente:** medio como abastecedor de bienes y servicios.

- Reservas de Bosques
- Reservas de Agua
- Tasas de Extracción
- Reservas mineras

**Sumidero:** medio como sitio o lugar de descarga de contaminantes.

- Emisiones de contaminantes
- Cantidades de residuos sólidos
- Estadon Tráfico
- Carga de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).

**Soporte o acogida:** medio como lugar donde se realizan las actividades mineras, agropecuarias e industriales.

- Capacidad de Renovación
- Uso potencial del suelo
- Biodiversidad.

## **Fundamentos Ecológicos y Ambientales**

### **La Resiliencia.**

La resiliencia es la medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

### **Los Factores Limitativos.**

Los organismos dependen para poder sobrevivir de ciertos elementos o condiciones mínimas, sin las cuales no se podría desarrollar con normalidad.

Entre los elementos se tienen ciertas cantidades mínimas de compuestos traza como Boro, Hierro, Zinc, Yodo, así como ciertas condiciones ambientales mínimas como oxígeno, temperatura, humedad.

***La Ley del Mínimo de Liebig*** (Justus Liebig, 1840). Hace referencia a las mínimas cantidades de elementos o condiciones ambientales necesarios para el desarrollo fisiológico y de reproducción de los organismos.

Para reproducirse y prosperar en una situación determinada, el organismo ha de tener materiales esenciales que son necesarios para el desarrollo la reproducción. Estos requisitos básicos varían con las especies y con las situaciones.

En condiciones de "estado constante", el material esencial disponible en cantidades que más se aproximen al mínimo crítico necesario propenderá a ser el material limitativo. (Odum, 1972).

Esta ley del mínimo es menos aplicable en condiciones de "estado transitorio", en que las cantidades de muchos de los elementos constitutivos, y por consiguiente sus efectos cambian rápidamente.

***La Ley de Tolerancia de Shelford*** (V.E. Shelford, 1913). Se refiere a que la existencia y prosperidad de un organismo (Incluyendo el hombre), dependen del carácter completo de un conjunto de condiciones.

La ausencia o el desmedro de un organismo o de un grupo de organismos pueden ser debidos a la deficiencia o al exceso cualitativo y cuantitativo de un factor ambiental, llevándolo a los límites de tolerancia, estabilidad o equilibrio de un organismo. (Odum, 1972).

La margen entre el mínimo y el máximo se denominan límites de tolerancia.

Los organismos pueden tener un amplio margen de tolerancia para un factor y un margen estrecho para otro factor.

Los organismos con amplios márgenes de tolerancia para todos los factores son los que tienen mayor probabilidad de estar extensamente distribuidos y mayor probabilidad de supervivencia.

Las condiciones ambientales al variar pueden afectar otras condiciones ambientales.

Cuando los factores ambientales se acercan lentamente a los límites de Tolerancia de un organismo, el organismo puede comportarse de las siguientes maneras:

- Desplazarse,
- Disminuir su población,
- Compensar el faltante,
- Evolucionar,

- Extinguirse.

Los grados de Tolerancia se expresan como: EURI donde son amplios los márgenes, y ESTENO cuando son estrechos los márgenes.

**Así, los organismos y el ser humano están regidos en la naturaleza por:**

- **La cantidad y variabilidad de materiales de los que existe como requisito mínimo, y por los factores ambientales que son críticos.**
- **Los límites de Tolerancia de los organismos mismos a éstos y a otros componentes del medio**

Para una evaluación ambiental, el grupo de trabajo debe analizar y seguir factores ambientales que puedan regir el comportamiento y tolerancia de ciertos organismos; estos factores son conocidos como factores limitativos.

#### **PRINCIPALES FACTORES AMBIENTALES LIMITATIVOS.**

- Temperatura.
- Radiación Solar.
- Agua.
- Acción conjunta de temperatura y humedad.
- Gases atmosféricos.
- Sales biogénicas: elementos macronutrientes y micronutrientes.
- Corrientes y Presión Atmosférica.
- El Suelo.
- El Fuego.
- El Microclima.

#### **APLICACIONES DE LOS FACTORES LIMITATIVOS A LA DETERMINACION DE INDICADORES**

Odum (1959), sugiere el uso de algunas características ecosistémicas, que pueden servir para la construcción de indicadores:

En general las especies "Esteno", son mucho mejores indicadores que las especies "Euri".



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

# CURSOS ABIERTOS

## DIPLOMADO DE IMPACTO AMBIENTAL

### CA 117. MÓDULO III INDICADORES AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO DE CONDICIONANTES

15 AL 19 DE MARZO

#### TEMA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

EXPOSITOR: BIO. MARÍA DEL RAYO SOSA LUNA  
M. EN C. JORGE RAMOS DURÓN  
BIO. MANUEL GALICIA PÉPEZ

PALACIO DE MINERÍA  
MARZO DEL 2004

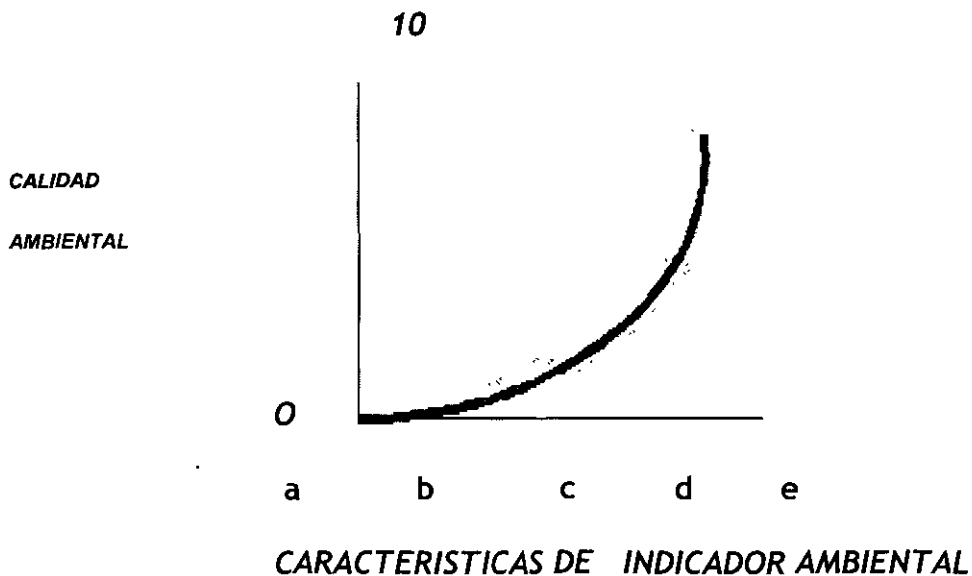
## 5. CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Dentro del proceso de construcción de indicadores, tras haber seleccionado los componentes ambientales afectados por el proyecto, obra o actividad, se seleccionan los factores ambientales según la matriz del ecosistema, luego se procede con la selección de los indicadores, los cuales deben cumplir los requisitos para ser un indicador.

Se define la calidad del indicador ambiental, en función de:

- Ofrecimiento de bienes y servicios ambientales.
- Capacidad de acogida.
- Calidad paisajística.
- Rareza ecosistémica.
- Estabilidad ecosistémica.

Tras la selección de los indicadores para el análisis ambiental, se la asignan valores de calidad ambiental de 0 a 1 en un sistema de coordenadas, donde en las "Y", se colocan los valores de Calidad ambiental, y en el eje de la "X", se colocan las características del indicador que se desean analizar. Ejemplo:



Así, para la curva anterior si el indicador presenta en la zona la característica b, la calidad ambiental es apenas 0.1; mientras si el indicador presenta la característica d, la calidad ambiental tiene un valor de 0.5.

El procedimiento para la construcción de indicadores es el siguiente:

- Se consulta información técnica, legal y social, relacionada al proyecto y al medio ambiente del área de influencia.

- Se seleccionan los componentes ambientales afectados.
- Para cada componente se seleccionan los factores ambientales afectados.
- Para cada factor se analizan los indicadores ambientales, que puedan servir para medir la calidad ambiental, la vulnerabilidad y el impacto ambiental.
- Se construye un gráfico X - Y.
- En el eje de las abscisas se hace una escala, donde se coloquen las características o valores del indicador ambiental, siendo el menor el que coincida con el origen de la coordenada X.
- En el eje de las ordenadas se hace una escala, donde el menor valor de la calidad ambiental coincida con el origen de la coordenada Y, y el mayor valor (1.0), esté en el extremo superior.
- Determinar el tipo de curva o función de transformación para la calidad ambiental y otra función para la vulnerabilidad ambiental.
- Analizar las funciones de transformación, con un grupo de expertos en cada área.
- Trabajar con las curvas, para calcular los índices de calidad ambiental los índices de vulnerabilidad ambiental y los impactos ambientales.

Un índice ambiental es una categorización numérica o descriptiva de una gran cantidad de información ambiental, con el propósito de simplificar tales datos, y hacer más fácil la labor de decisión ambiental.

Un índice ambiental es el producto de una manipulación matemática de un grupo de valores de indicadores definidos con relación a un estándar o valor deseable. Los Índices proporcionan una imagen sinóptica del medio o del grado de sustentabilidad.

Los índices resultan de valores derivados de la transformación de indicadores observados o predichos, también se consideran los índices como complejas transformaciones matemáticas de series de indicadores, en los cuales los indicadores individuales son ponderados de acuerdo a su importancia en el sistema ambiental evaluado. La información contenida en los indicadores se puede resumir, de forma simplificada en unos pocos índices.

En términos de una evaluación ambiental, los índices ambientales se usan para:

- Resumir los datos ambientales existentes.
- Comunicar esta información sobre la calidad del medio ambiente afectado.
- Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad de una categoría o elemento ambiental.
- Servir de base para expresar los impactos de las diferencias del índice evaluado, entre el valor del índice con el proyecto y el valor del índice sin proyecto.
- Auditar los impactos de proyectos.
- Evaluar los impactos integrados, expresados como cambios de índices de calidad ambiental (ICA).
- Seleccionar alternativas de uso..

## **LISTA DE INDICADORES**

### **INDICADORES GEOLÓGICOS**

#### **GEOINDICADORES GEOLÓGICOS**

- Características de la matriz
- Litología
- Contactos
- Pliegues
- Diaclasas
- Fallas geológicas
- Relación de las discontinuidades con la topografía

#### **GEOINDICADORES GEOMORFOLÓGICOS O GEODINÁMICOS**

- Relieve
- Geoformas típicas
- Procesos dinámicos
- Pendientes
- Superficies inundadas
- Dinámica fluvial
- Formas de erosión
- Ratas de erosión
- Características del drenaje
- Rasgos de procesos antiguos
- Patrones de la química del coral y del crecimiento
- Cortezas y Grietas de la superficie del desierto.
- Formación y reactivación de duna



- Magnitud, duración y frecuencia de tormentas de Actividad de tierra helada
- Fluctuaciones del glaciar
- Actividad de los Carst
- Niveles y salinidad de los lagos
- Nivel relativo del mar
- Sismicidad
- Posición de la línea costera
- Calidad del suelo
- Dinámica de flujo
- Morfología fluvial
- Almacenamiento y carga de los sedimentos de una corriente
- Régimen de temperatura subsuperficial
- Actividad volcánica

### **GEOINDICADORES GEOTÉCNICOS**

- Propiedades geomecánicas de la roca
- Geometría de los taludes naturales y de corte
- Grados de Inestabilidad
- Hundimientos
- Comportamiento geomecánico
- Factor de seguridad en los taludes
- Cambios en factores de seguridad
- Número de deslizamientos registrados
- Número de deslizamientos predichos
- Probabilidad de falla en taludes
- Falla de los taludes (deslizamientos)

### **GEOINDICADORES HIDROGEOLÓGICOS**

- Líneas de flujo
- Presiones
- Unidades hidrogeológicas
- Variaciones del nivel freático
- Transmisibilidad
- Capacidad de Infiltración en mm/minuto
- Calidad de las aguas subterráneas
- Química de las aguas subterráneas en la zona insaturada
- Nivel de las aguas subterráneas

## B. INDICADORES FÍSICO - QUÍMICOS.

Son indicadores de las condiciones físico - químicas del agua, también se incluyen algunos para medición de condiciones del suelo y del aire. Los indicadores físico - químicos son:

- Iones
- Nutrientes
- Gases disueltos
- DBO
- DQO
- Materia Orgánica
- Temperatura
- Color
- Turbidez
- Sólidos Disueltos
- Sólidos Suspendidos
- Sólidos Totales
- Conductividad
- Salinidad
- Transparencia
- pH
- Oxígeno disuelto
- Metales (Fe, Hg, Mg, Cu, Al, Pb)
- Nutrientes
- Materia orgánica
- Fenoles
- Aceites y grasas
- Detergentes
- Acido sulfídrico
- Metano
- Transparencia
- Pesticidas

A nivel de calidad de las aguas, los impactos en la calidad significan cambios en los indicadores ambientales debido a las acciones de una actividad o proyecto determinado.

La selección de los indicadores debe basarse en la naturaleza del proyecto, así como también en las características locales y regionales del medio donde se insertará, entre otros aspectos.

## C. INDICADORES HÍDRICOS.

Variable abiótica que señala un proceso o estado del ecosistema acuático.

Caracterizan el ecosistema afectado a través de las variables físico - químicas y sus variaciones espacio temporales.

Los Indicadores Hídricos son:

- Corrientes
- Nivel del Agua
- Oxígeno
- Temperatura
- Profundidades
- Sistema de cuencas
- Cuerpos de agua
- Usos del recurso hídrico
- Calidad del río
- Tratamiento de desechos

#### **D. INDICADORES CLIMATICOS**

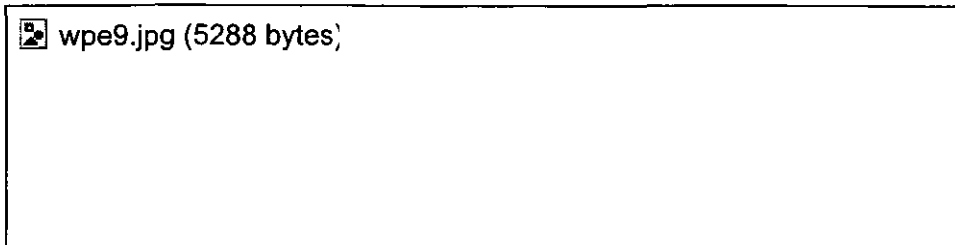
Son variables de las condiciones atmosféricas en cuanto a composición y presencia de ciertos elementos contaminantes, también se incluyen las variables de tipo meteorológico.

- Precipitación
- Temperatura
- Humedad relativa
- Vientos
- Evapotranspiración
- Balance hídrico
- Clasificación climática
- Emisiones atmosféricas
- Calidad del Aire.
- Variación en el nivel de ruidos
- Emisiones de CO<sub>2</sub>
- Emisiones de Sox
- Emisiones de Nox

#### **E. BIOINDICADORES**

Son variables biológica, ecológicas, especies, o poblaciones que al responder a las variaciones de un gradiente físico - químico, muestra un grado de tolerancia (T), por fuera del cual entra en condiciones de Resistencia (R), Estrés (E), o muerte:

Relacionado a los efectos de la contaminación, un organismo indicador es una especie seleccionada por su sensibilidad o tolerancia a varias clases de contaminantes o sus efectos. Por ejemplo la calidad del agua puede ser medida a través de diferentes tipos de organismos como las bacterias, los protozoos, algas, macroinvertebrados, macrófitas y peces.



Los indicadores bióticos tipifican la biota del ecosistema afectado mediante la observación de los cambios estructurales en el tiempo y en el espacio, y evalúan la vulnerabilidad del sistema mediante la tolerancia de las especies a las fluctuaciones naturales u ocasionadas por el proyecto (Resistencia), y su capacidad de recolonización (Elasticidad).

- Areas protegidas
- Fauna
- Usos del recurso fauna
- Especies en peligro de extinción
- Zonas de vida
- Aprovechamientos forestales
- Macroinvertebrados litorales
- Fitoplancton
- Perifiton
- Bentos
- Macrófitas acuáticas
- Peces
- Parámetros poblacionales: Tasas de reproducción, mortalidad, supervivencia.
- Parámetros comunitarios: Diversidad, Afinidad, Riqueza, Equitabilidad, Dominancia.
- Biomasa
- Biodiversidad.
- Funciones de los ecosistemas.
- Indicadores de deforestación.
- Composición de especies
- Especies en peligro de extinción

- Especies vulnerables
- Especies raras
- Especies endémicas

#### **F. INDICADORES BACTERIOLÓGICOS**

- Coliformes fecales
- Coliformes totales
- Streptococos fecales
- Mesófilos aerobios
- Mesófilos anaerobios

#### **G. INDICADORES EDAFOLÓGICOS**

- Aptitud de uso
- Clasificación agroedafológica
- Características físico - químicas
- Cobertura vegetal
- Superficies afectadas por calidad
- Erosión.
- Uso de fertilizantes

#### **H. INDICADORES PAISAJÍSTICOS**

- Contrastes cromáticos
- Cuenca visual
- Angulo de incidencia Visual

#### **I. INDICADORES SOCIALES.**

- Núcleos poblacionales urbanos
- Núcleos poblacionales rurales
- Distribuciones de la población por edad, sexo, conflictos sociales.
- Educación.
- Salud.
- Vivienda.
- Red vial.
- Servicios básicos
- Tenencia de tierra.
- Formas de explotación de la tierra.
- Actividades agrícolas
- Actividades pecuarias
- Actividades Mineras
- Asociaciones
- Organización comunal
- Zonas arqueológicas
- Valores culturales

- Generación de residuos
- Accidentes industriales
- Crecimiento económico
- Intensidad y abastecimiento energético
- Producción industrial
- Población

## CONSTRUCCIÓN DE INDICES

Es claro que un índice ambiental no es lo mismo que un indicador ambiental, ya que los indicadores se refieren a simples medidas de factores ambientales o especies, indicativos del sistema biofísico y socioeconómico.

Un índice ambiental es una categorización numérica o descriptiva de una gran cantidad de información ambiental, con el propósito de simplificar tales datos, y hacer más fácil la labor de decisión ambiental.

Un índice ambiental es el producto de una manipulación matemática de un grupo de valores de indicadores definidos con relación a un estándar o valor deseable. Los Indices proporcionan una imagen sinóptica del medio o del grado de sustentabilidad.

Los índices resultan de valores derivados de la transformación de indicadores observados o predichos, también se consideran los índices como complejas transformaciones matemáticas de series de indicadores, en los cuales los indicadores individuales son ponderados de acuerdo a su importancia en el sistema ambiental evaluado. La información contenida en los indicadores se puede resumir, de forma simplificada en unos pocos índices.

En términos de una evaluación ambiental, los índices ambientales se usan para:

- Resumir los datos ambientales existentes.
- Comunicar esta información sobre la calidad del medio ambiente afectado.
- Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad de una categoría o elemento ambiental.
- Servir de base para expresar los impactos de las diferencias del índice evaluado, entre el valor del índice con el proyecto y el valor del índice sin proyecto.
- Auditar los impactos de proyectos.
- Evaluar los impactos integrados, expresados como cambios de índices de calidad ambiental (ICA).
- Seleccionar alternativas de uso.

## LISTA DE INDICES AMBIENTALES

## A. INDICES FÍSICO - QUÍMICOS

### Indice medio de Calidad del Aire (IMECA)

Se han delineado 10 criterios para el Indice Medio de Calidad del Aire (IMECA)

- Que sea fácilmente entendible por el público.
- Incluye contaminantes principales
- Relaciona la calidades del aire estándar.
- Relaciona la contaminación del aire.
- Puede ser calculada de una manera simple.
- Se basa en premisas científicas.
- Es consistente con los niveles de contaminación percibidos.
- Se le puede manejo espacial.
- Exhiben variación día a día.
- Disponible para estudios posteriores.

Se consideran cinco contaminantes para el índice: Partículas suspendidas totales, SO<sub>2</sub>, CO, Oxidantes y NO<sub>2</sub>, los cuales son analizados individualmente en el Índice. El valor del índice va de 1 a 100.

El procedimiento para calcular un subíndice para cada contaminantes es:

$$\text{Subíndice } X_i = \frac{\text{Concentración del contaminante} * 100}{\text{Norma nacional o local}}$$

Entre los índices de Calidad del Aire están:

- ICAIRE.
- ORAQI.

### 2. Indice Medio de Calidad del Agua (ICA)

A pesar de que existen varios índices para calidad del agua, uno de los más utilizados es el: "Indice de Calidad del Agua". (ICA), desarrollado en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional de E.U. Los indicadores utilizados son:

- Oxígeno disuelto.
- Coliformes Fecales
- pH

- Demanda bioquímica de Oxígeno.
- Nitratos
- Fosfatos
- Desviación de la temperatura.
- Turbidez
- Sólidos Totales.

El rango de valores del ICA va de 0 a 100, y su cálculo es:

- Determinar la calidad de cada variable o indicador de 0 a 100, según el valor hallado en campo.
- Multiplicar este valor de calidad por el peso de cada variable (Según la FSN):
- Oxígeno disuelto: 0.17
- Coliformes Fecales: 0.15
- PH:: 0.12
- Demanda bioquímica de Oxígeno: 0.10
- Nitratos: 0.10
- Fosfatos: 0.10
- Desviación de la temperatura: 0.10
- Turbidez: 0.08
- Sólidos Totales: 0.08
- Sumar todos los valores
- Comparar el valor final con la siguiente tabla:

CARACTERISTICA DEL AGUA	VALOR NUMERICO
Muy mala	0 - 25
Mala	26 - 50
Media	51 - 70
Buena	71 - 90
Excelente	91 - 100

## B. INDICES BIÓTICOS

Cooper y Zedler (1980), describen un índice para evaluar la sensibilidad relativa a perturbaciones de un ecosistema de una región. La sensibilidad ecológica de cada área de un ecosistema está dado por:

- Importancia del ecosistema



- Rareza o abundancia de un ecosistema comparado a otros ecosistemas de una región.
- Resiliencia del ecosistema.

Con este índice se pueden diseñar mapas de sensibilidad ambiental y ecológica. El índice ecológico define 4 niveles de sensibilidad:

- Areas de sensibilidad mínimas: áreas resistentes a los tensores ambientales
- Areas de sensibilidad moderada.
- Areas de sensibilidad alta.
- Areas de sensibilidad máxima: áreas con mínima resistencia a los tensores ambientales.

Otros índices que se han determinado para el componente biótico son:

- Sistema sapróbico: zonas polisapróbica, zona alfamesosapróbica, betamesosapróbica y Oligosapróbica.
- Índice de Pantle y Buck.
- Índice de Palmer para fitoplancton
- Sistema de Patrick
- Índice de Margalef
- Índice de Shannon
- Índice de Nygaard para fitoplancton
- Índice de Diversidad
- Índice de Afinidad
- Índice de riqueza
- Índice de Equitabilidad
- Índice de Dominancia
- Biomasa
- Productividad
- Índice de Polución Potencial

### C. INDICES EDAFOLOGICOS.

Dependiendo del objetivo del estudio ambiental, se pueden obtener diversos índices edafológicos para evaluar:

- Aptitud de Uso del suelo.
- Conflicto de uso.
- Potencial agrícola.
- Productividad
- Erosión del suelo.

Entre los índices edafológicos se tienen:

Índice de Calidad agrológica.

Índice de Erosión (FAO).

## EJEMPLOS DE INDICES GENERADOS EN MÉXICO

Cuadro 2.2. Ejemplo de indicadores ambientales de turismo en Quintana Roo, propuestos por Frausto y Giese (1999).	
Problemas o riesgos	Indicadores
Recursos de agua dulce	a) Escasez /disponibilidad de agua dulce b) Calidad fisicoquímica del agua dulce (incluyendo salinización)
Protección de recursos biológicos/degradación arrecifal	a) Biodiversidad de especies en el arrecife b) Contaminación fisicoquímica del agua de mar y surgencias cerca de arrecifes c) Conteo de coliformes fecales en playas d) Número de especies raras/número de especies en peligro de extinción e) Quejas de turistas acerca del agua de las playas
Manejo de desechos sólidos	a) Volumen de desechos sólidos por habitante y área b) Naturaleza y tipo de desechos sólidos
Educación ambiental	a) Educación directa a operadores, buzos y visitantes b) Número y nivel de cursos de educación ambiental
Densidad de visitantes por área determinada	a) Número de turistas por área específica (arrecife, centro de la ciudad, parque natural, etcétera) por temporada
Contaminación visual	a) Porcentaje de línea de playa con o sin alteración (construcción de edificios elevados a la orilla de la playa)
Acceso público a playas	a) Porcentaje de playas abiertas al público
Fondos económicos para protección ambiental	a) Porcentaje (cantidad) de ingresos en áreas clave de uso dedicados a la protección del ambiente
Fuente: Pereira, 2002.	

**Cuadro 4.11. Caracterización de los Indicadores Clase A propuestos para la determinación de la efectividad del PEIA.**

Indicadores	CRITERIOS DE SELECCIÓN							Relevancia en el PEIA
	Medible	Varía en el tiempo	Instrumento regulador	Información previa	Replicabilidad	Relación con proyectos turísticos	Costo de la medición	
Reducción de áreas conservadas (hectáreas perdidas/año)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Cobertura o densidad de organismos (% de cobertura)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Densidad de flora y fauna silvestres (organismos/m <sup>2</sup> )	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Diversidad de especies arrecifales (Índice)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Conservación de especies protegidas (Índices)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Sucesión de comunidades (índices de comunidades)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Frecuencia de conductas (conductas observadas/unidad de tiempo)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Pérdida de humedales (ha/año)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Fragmentación de hábitats	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Baja
Concentración de plaguicidas en organismos (µg/kg)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Densidad de poblaciones no objetivo de plaguicidas (org/m <sup>2</sup> )	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Sobrevivencia de especies reubicadas (% de sobrevivencia)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Presencia o ausencia de especies exóticas (Índice)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Baja
Consumo de agua para riego de áreas verdes (m <sup>3</sup> /ha/día)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Baja
Línea de playa con o sin alteración (%)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Baja
Volumen generado de residuos sólidos (kg/habitante)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Cambios de uso de suelo (ha o m <sup>2</sup> )	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Superficie afectada por obras (m <sup>2</sup> o hectáreas)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Volúmenes de agua no tratada (m <sup>3</sup> /seg)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Fracción de agua tratada respecto a la colectada (%)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Acresión o erosión de costas (cm/año)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Recambio en cuerpos de agua modificados (m <sup>3</sup> /día)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Impacto visual de obras (% de la cuenca visual afectada)	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta
Cursos de educación ambiental	Si	Si	PEIA	*	Si	Alta	N.P.	Alta

\* Varía en cada caso, por lo que en no se emplea en este momento para descartar indicadores.  
PEIA: Componente del medio a proteger a través del PEIA o materia de su competencia.  
L.D.: Regulado por una legislación (norma, reglamento, etc.) distinta al PEIA.  
N.P.: El costo de la determinación no hace que su uso sea prohibitivo

**Cuadro 4.5. Indicadores ambientales propuestos, relacionados con los principales tipos de obra considerados en el sector turístico.**

Obra	Tema	Presión	Indicador	Forma de medición	Unidad	Observaciones
Hoteles	CSL	Cambio de uso suelo	Áreas conservadas/ Área total del proyecto	Cuantificar las áreas en campo o fotografía aérea	Ha o m <sup>2</sup>	El cambio de uso de suelo debe autorizarse a través del PEIA
	CSL	Desmonte y despilme	Superficie afectada	Cuantificar las áreas en campo o fotografía aérea	Ha o m <sup>2</sup>	
	BDT	Remoción y reubicación de especies nativas	Porcentaje de supervivencia	Transplantes vivos/Total de trasplantes	%	No hay normas aplicables.
	SCH	Consumo de agua potable	Oferta del recurso	Registros de organismos que proporcionan el servicio	m <sup>3</sup> /hab/año	
	SCH	Generación de aguas residuales	Volumen tratado	Registros de la planta de tratamiento	m <sup>3</sup> /día	
	SCH	Extracción de agua de pozos	Abatimiento de mantos freáticos	Medición de la profundidad de el cuadro de agua	m	
	RES	Generación de desechos sólidos	Volumen por habitante y tiempo	Estadísticas del sistema de recolección	Kg/hab/día	
	RES	Generación de desechos sólidos	Naturaleza y tipo de desechos sólidos	Determinación de la composición promedio mediante muestreo	% de cada material	
	PSJ	Modificación del paisaje	Impacto visual de obras	Estimación o encuesta		Elemento con alto grado de subjetividad
	SAC	Alimentación o creación de playas artificiales	Acresión-erosión de costas (m o cm por año)	Perfiles de playa o fotografía aérea	cm/año	
Marinas	CSL	Cambios de uso suelo	Áreas conservadas/ Área total del proyecto	Cuantificar las áreas en campo o fotografía aérea	Ha o m <sup>2</sup>	El cambio de uso de suelo debe autorizarse a través del PEIA
	SAC	Dragados	Composición de fauna bentónica	Muestreo de organismos sobre o en el sustrato	Organismos/m <sup>2</sup>	
	SAC	Modificación de línea costera	Acresión-erosión de costas (cm por año)	Perfiles de playa o fotografía aérea	cm/año	
	SAC	Obras de protección	Recambio de agua de la zona protegida	Desarrollo de modelo de recambio	m <sup>3</sup> /día	
	SAM	Cambios en las características fisicoquímicas del agua	Valor de cada parámetro individual	Obtener muestra y analizarlas en laboratorio	Pueden incluir (1): olor, color (escala Pt/Co), transparencia (cm), salinidad (‰), oxígeno disuelto (mg L <sup>-1</sup> ), DBO <sub>5</sub> (mg L <sup>-1</sup> ), fosfatos totales (mg L <sup>-1</sup> ), amonio (mg L <sup>-1</sup> ), nitrógeno total (mg L <sup>-1</sup> ), nitratos (mg L <sup>-1</sup> ), pH, temperatura (mg L <sup>-1</sup> )	
	SAM	Generación de contaminantes en áreas para mantenimiento y servicios	Concentración de sustancias individuales	Obtener muestra y analizarlas en laboratorio	Pueden incluir (1): metales pesados (µg/L), grasas y aceites (µg/L o presencia/ausencia), coliformes totales (NMP 100/mL), coliformes fecales (NMP 100/mL)	

**Cuadro 4.5. Indicadores ambientales relacionados a los principales tipos de obra considerados en el sector turístico (continuación).**

Obra	Tema	Presión	Indicador	Forma de medición	Unidad	Observaciones
Campo de Golf	CSL	Cambio de uso suelo	Áreas conservadas/ Área total del proyecto	Cuantificar las áreas	m <sup>2</sup>	El cambio de uso de suelo debe autorizarse a través del PEIA
	CSL	Desmonte y despalme	Superficie afectada	Cuantificar las áreas en campo o fotografía aérea	Ha o m <sup>2</sup>	
	BDT	Uso de Plaguicidas	Densidad de las poblaciones distintas al objetivo	Muestreo de especies selectas de fauna nativa	Individuos /ha	Requiere datos poblaciones antes del proyecto
	BDA	Uso de Plaguicidas	Acumulación en organismos acuáticos	Requiere datos de concentración antes del proyecto	µg/kg	
	SAM	Uso de Plaguicidas	Concentración en flora o fauna	Requiere datos de concentración antes del proyecto	µg/kg	
	SCH	Consumo de agua para riego	Volumen de agua requerido para el mantenimiento de áreas verdes	Revisar registros y bitácoras del proyecto	m <sup>3</sup> /ha	
	BDT	Introducción de flora exótica para ornato	Presencia o ausencia	Identificación de especies	Organismos identificados	
	BDT	Remoción y reubicación de especies nativas	Porcentaje de supervivencia	Transplantes vivos/Total de trasplantes	%	
	RES	Generación de restos de vegetación	Volumen por área en régimen de mantenimiento	Cuantificar los residuos antes de su disposición	kg/m <sup>2</sup>	
Desarrollos inmobiliarios	PSJ	Modificación del paisaje	Grado de alteración visual	Valoración cualitativa	Escala nominal	No hay normas aplicables.
	CSL	Desmonte y despalme	Superficie afectada	Cuantificar las áreas en campo o fotografía aérea	Ha o m <sup>2</sup>	
	SCH	Generación de aguas residuales	Volúmenes de agua no tratada	Volumen de descarga menos el volumen tratado	m <sup>3</sup> /día	
	SCH	Generación de aguas residuales	Agua tratada/Agua colectada	Registros de la planta de tratamiento	m <sup>3</sup> /día	
	CSL	Cambios de uso suelo	Áreas conservadas/ Área total del proyecto	Cuantificar las áreas en campo o fotografía aérea	Ha o m <sup>2</sup>	
Proyectos en zona costera	PSJ	Cambios en el paisaje	Porcentaje de línea de playa con o sin alteración	Determinación sobre fotografías	%	No hay normas aplicables.
	SAC	Construcción de obras costeras	Acresión-erosión de costas	Batometrías o perfiles	cm por año	
	CUR	Restricción del uso playas y áreas naturales	Forma de accesos para la población local	Identificar y contar el número de accesos o sitios de acceso restringido	Puntos de acceso	El acceso puede ser limitado, aunque la ley lo prohíbe
	BDT	Alteración de los patrones de alimentación de la fauna silvestre	Frecuencia de la conducta	Censo y observación de organismos por periodos definidos	Conducta/ unidad de tiempo	
	BDT	Alteración de los patrones de apareamiento de la fauna silvestre	Frecuencia de la conducta	Censo y observación de organismos por periodos definidos	Conducta/ unidad de tiempo	
	BDA	Destrucción de corales para la venta souvenirs.	Densidad de especies en el arrecife	Muestreo en campo aleatorio o por transectos	Organismos/ unidad de área	

Cuadro 4.5. Indicadores ambientales relacionados a los principales tipos de obra considerados en el sector turístico (continuación).						
Obra	Tema	Presión	Indicador	Forma de medición	Unidad	Observaciones
Proyectos en zona costera (cont.)	BDA	Destrucción de arrecifes coralinos por los turistas que caminan sobre ellos.	Biodiversidad de especies en el arrecife	Muestreo en campo aleatorio o por transectos	Número de especies	
	CUR	Violación por los turistas de códigos de conducta de la población local	Frecuencia de la conducta	Encuesta entre la población residente	Inconformidades/ pobladores	Este impacto ambiental no es regulado a través del PEIA
	BDA	Alteración de vegetación sumergida	% de cobertura o densidad de organismos	Muestreos aleatorios o con transectos usando equipo subacuático	Organismos/ unidad de área	

(1) La concentración de contaminantes en el agua está regulada por mecanismos distintos al PEIA

Cuadro 4.2. Temas propuestos con mayor relevancia para el PEIA, en relación al sector turístico.			
	Tema	Clave	Observaciones
<b>Relevantes</b>	Perdida de biodiversidad terrestre	BDT	Uno de los principales impactos del sector turístico es la transformación de grandes áreas para la construcción de infraestructura, con la consecuente pérdida de flora y fauna terrestres.
	Perdida de biodiversidad acuática	BDA	La explotación de recursos hídricos para proveer al sector turismo puede afectar la diversidad acuática. Aun cuando a la mayoría de los establecimientos turísticos se les exige controlar sus descargas de aguas, esto no siempre ocurre con los centros urbanos relacionados.
	Paisaje	PSJ	Es común la modificación del paisaje por la aparición de nuevos desarrollos turísticos.
	Stress en ambientes marinos	SAM	Algunas actividades asociadas al turismo pueden incidir en ambientes marinos.
	Stress en ambientes costeros	SAC	Las actividades turísticas inciden en muchos casos en zonas costeras con el desarrollo de obras y actividades.
	Cambio de uso del suelo	CSL	El PEIA ambiental puede autorizar o negar los cambios de uso de suelo. Muchos proyectos turísticos requieren dicho cambio para la construcción de infraestructura
	Degradación del suelo	DSL	Los cambios de uso de suelo en muchos casos conllevan la pérdida y degradación de suelos de manera permanente.

## DESARROLLO DE INDICES PARA SELECCIÓN DE PROYECTOS

a) **Selección Ponderada.** En este caso, el método que se empleará en primer lugar para la selección de casos consiste en la aplicación de una serie de criterios para definir que proyecto puede ofrecer información valiosa acerca de su relevancia, destacándolo entre varios proyectos de un mismo sector. El primer criterio que se debe considerar en este caso es el estado o grado de avance del proyecto, el cual debe encontrarse ya en una etapa activa y por tanto, con todo su potencial para impactar el medio. En algunos casos, cuando los proyectos presentan características que los hacen muy complejos, podría desearse evaluar la utilidad de las medidas de mitigación y condicionantes para la etapa de construcción o para alguna subetapa.

Una vez que se han identificado los proyectos en operación se deben analizar las Manifestaciones de Impacto Ambiental para extraer la información necesaria para hacer uso de un “Índice de Relevancia” para el seguimiento ( $R$ ), en el cual se asignan valores relativos a diferentes aspectos de los proyectos y se combinan para obtener una puntuación para cada proyecto, estableciéndose que los proyectos de mayor relevancia en el sector turístico tienen puntuaciones por arriba de 40 puntos, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$R = A_{proy} K (P_h) \left( 0.2 (\log S)^2 + \sum E_{Nat} + \sum E_{Proy} \right)$$

Donde:

- $R$  = Relevancia o Importancia de darle seguimiento a un proyecto.
- $A_{proy} = A_{Preparación} + A_{Construcción} + A_{Operación}$ .
  - $A_{Preparación} = 0$  si no se ha iniciado la preparación del sitio, 0.5 si se ha iniciado, 1 si se ha concluido.
  - $A_{Construcción} = 0$  si no se ha concluido la etapa de construcción, 0.5 si se ha concluido.
  - $A_{Operación} = 0$  si no se ha iniciado la preparación del sitio, 0.5 si se ha iniciado.

El término  $A$  se refiere al avance del proyecto al momento de iniciar el seguimiento. En este caso se intenta dar un mayor peso a los proyectos en los que se han concluido las etapas de preparación del sitio y construcción, por lo que ya se encuentran en operación.

- $k$  = Constante de Escala (0.4545). Para hacer que los valores calculados queden restringidos a un rango entre 0 y 100, a fin de facilitar su interpretación, se ha introducido el factor  $k$ . De esta forma, al final el valor máximo que puede alcanzar un proyecto es de 100 puntos. Este factor podrá adecuarse posteriormente, si se identifican proyectos con puntuaciones mayores.
- $P_h$  = Factor de Desarrollo del Sitio. Este factor se refiere al grado de presencia de asentamientos o actividades humanas en los alrededores del sitio. La puntuación más baja es para los sitios donde hay una fuerte presencia humana, como zonas urbanas, trazado de calles o avenidas, comunidades colindantes con carreteras, etc. La puntuación más alta es para

los lugares en los que la presencia humana es mínima e incluya no más que un acceso de terracería con localidades o servicios de pocas casas rusticas.

Cuadro 4.1. Puntuación para el factor de desarrollo del sitio.	
Características	Puntuación
Sitio localizado dentro de una zona urbana completamente desarrollada	0.5
Sitio localizado en una zona fraccionada con introducción de servicios pero sin una ocupación completa de los lotes circundantes.	1
Sitio localizado en una zona rural, en las cercanías de algún poblado, con superficies naturales y acceso a servicios.	2
Sitio localizado en una zona sin presencia de actividades humanas o presencia poco significativa.	3

- **S = Superficie Ocupada por el Proyecto en m<sup>2</sup>.** La magnitud de los impactos provocados por un proyecto no es necesariamente proporcional a la superficie que ocupa. Por esta razón, en la fórmula el término asociado a la superficie tiene un peso atenuado a través de la obtención del logaritmo base 10, de forma que la selección de algún proyecto con mayor superficie ocurrirá sólo en el caso en que todas las demás variables sean similares.
- **Elementos Naturales.** Para el cálculo del valor de los aspectos naturales asociados o afectados por el proyecto en la fórmula se han incluido 8 elementos. Estos elementos se suman para obtener una puntuación única, e incluyen los siguientes conceptos:
  - $E_{Nat1}$  = Localización respecto a zonas naturales bajo algún régimen de protección o control, siendo el valor 0 si no se halla dentro de una ANP u ordenamiento, 1 si está en una zona con uso de suelo para conservación en un ordenamiento, 2 si está cerca de los límites de una ANP y 4 si está dentro de una ANP.



Cuadro 4.2. Puntuación para el factor de desarrollo del sitio.	
Características	Puntuación
El sitio se encuentra fuera de Áreas Naturales Protegidas o no está incluida en ningún plan de ordenamiento ecológico o plan de desarrollo	0
El sitio está localizado en una zona que ha sido destinada a un uso de conservación por un plan de desarrollo o un ordenamiento ecológico del territorio, sin tratarse de una ANP.	1
El sitio se localiza en las cercanías de una ANP y puede influir sobre ella aun cuando ninguna de sus actividades u obras se encuentre dentro de la ANP.	2
El sitio se localiza dentro de una ANP, en cualquiera de sus zonas (de amortiguamiento, núcleo, aprovechamiento, conservación, etc.)	4

- $E_{Nat2}$  = Sistemas acuáticos (SA) en el área de influencia, sumando un punto por cada uno. Los sistemas acuáticos se consideran de especial relevancia por los recursos que pueden contener y por ser un elemento que puede movilizar contaminantes, ampliando la zona de influencia del proyecto. Aquí se consideran como SA: 1) zona costera, 2) cuerpos costeros semicerrados (esteros y lagunas costeras), 3) humedales, 4) ríos, 5) lagos, 6) arroyos estacionales, 7) presas y estanques artificiales.
- $E_{Nat3}$  = la integridad ecológica se refiere a la continuidad del hábitat, es decir, a la forma en la que el sitio del proyecto se relaciona con otras extensiones de terreno en su condición original, de manera que exista por ejemplo, libre tránsito de fauna silvestre y otros flujos de energía..

Cuadro 4.3. Puntuación para la integridad ecológica del sitio.	
Características	Puntuación
Baja, cuando la zona se encuentra aislada de otras zonas en buen estado de conservación	1

donde puedan hallarse los elementos del sistema natural original.	
Media, cuando la zona se encuentra en buen estado de conservación y con acceso limitado a otras zonas naturales.	2
Alta, cuando el sitio del proyecto forma parte de un sistema natural que abarca una gran extensión, siendo probable que el proyecto interfiera en procesos naturales de migración y tránsito de especies silvestres.	3

- $E_{Nat4}$  = Es el número de tipos de vegetación presentes en el sitio del proyecto, antes de iniciar, de acuerdo con la clasificación del INEGI de las comunidades vegetales, o bien las de Rzedowski (1978) y/o Miranda y Hernández (1963). En el primer caso se describen 18 tipos de vegetación, mientras que en el segundo se reconocen al menos 13. Estos autores han sido seleccionados por su amplia aceptación y por encontrarse entre los criterios recomendados en las guías para la elaboración de las manifestaciones de impacto ambiental.

<b>Cuadro 4.4. Tipos de Vegetación según Rzedowsky (1978) y Miranda y Hernández (1963).</b>	
<b>Rzedowsky (1978)</b>	<b>Miranda y Hernández X. (1963)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque tropical perennifolio</li> <li>• Bosque tropical subcaducifolio</li> <li>• Bosque tropical caducifolio</li> <li>• Bosque espinoso</li> <li>• Pastizal</li> <li>• Matorral xerófilo</li> <li>• Bosque de Quercus</li> <li>• Bosque de coníferas</li> <li>• Bosque mesófilo de montaña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selva alta perennifolia, selva alta o mediana subperennifolia</li> <li>• Selva alta o mediana subcaducifolia</li> <li>• Selva baja caducifolia</li> <li>• Selva baja subperennifolia (en parte), selva baja espinosa perennifolia, selva baja espinosa caducifolia</li> <li>• Pastizales, zacatonales, vegetación de páramos de altura, sabanas</li> <li>• Matorral espinoso con espinas laterales; cardonales; tetecheras, etc.; izotales; nopales; matorral espinoso con espinas terminales; matorral inerme parvifolio; magueyales, lechuguillales, guapillales, etc.; chaparrales; vegetación de desiertos áridos are-</li> </ul>

**Cuadro 4.4. Tipos de Vegetación según Rzedowsky (1978) y Miranda y Hernández (1963).**

<b>Rzedowsky (1978)</b>	<b>Miranda y Hernández X. (1963)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetación acuática y subacuática (vegetación marina litoral, manglar, popal, tular y carrizal, vegetación flotante, vegetación sumergida, otras comunidades herbáceas anfibias o subacuáticas, vegetación halófila)</li> </ul>	<p>nosos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encinares</li> <li>• Pinares, bosque de abetos u oyameles</li> <li>• Selva mediana o baja perennifolia, bosque caducifolio (en parte)</li> <li>• Manglar; popal; tulares, carrizales, etc.; bosque caducifolio (en parte)</li> </ul>

- $E_{Nat5}$  = Es el número de especies de flora halladas en el sitio del proyecto que se encuentran enlistadas en la norma NOM-ECOL-059-2001. Las especies consideradas en esta norma son 962. Aunque no se trata de especies vegetales, aquí se incluye también a los hongos, de los cuales 42 especies están en alguna categoría de riesgo. La determinación del número de especies presentes se realizará a partir de la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental.

**Cuadro 4.5. Número de especies incluidas en la NOM-ECOL-059-2001.**

<b>CLASE</b>	<b>ESPECIES</b>
Anfibios	196
Aves	371
Hongos	42
Invertebrados	46
Mamíferos	293
Peces	185
Plantas	962
Reptiles	386
<b>TOTAL</b>	<b>2,481</b>
Fuente: SEMARNAT, 2001.	

- $E_{Nat6}$  = Es la raíz cuadrada del número de especies animales reportadas en el sitio del proyecto. La raíz se obtiene para evitar un peso excesivo a los sitios en que se reportan muchas especies. En este caso se considera que la biodiversidad es una de las características más importantes para definir la importancia del sitio del proyecto desde el punto de vista ambiental y por tanto es importante incluir un termino con la cantidad de especies que se estimó habitaban en ese lugar.
- $E_{Nat7}$  = Es el número de especies de fauna halladas en el sitio del proyecto que se encuentran enlistadas en la norma NOM-ECOL-059-2001. Las categorías consideradas incluyen anfibios, aves, invertebrados, mamíferos, peces y reptiles (cuadro 4.5). Cuando en el sitio se encuentren especies catalogadas en peligro de extinción se darán 3 puntos adicionales para sumar a los ya obtenidos.
- $E_{Nat8}$  = Valor del hábitat, referido a los recursos que ofrece el sitio para sostener a poblaciones de la fauna nativa, independientemente de su estado de conservación o de la continuidad del hábitat. Este tipo de recursos puede incluir zonas de abrevadero o fuentes de alimentación o áreas naturales de refugio, anidación, etcétera.

- **Elementos del proyecto:**

- $E_{proy1}$  = Es el número de obras y/o actividades que conforman el proyecto. Los elementos considerados que se relacionan con la clasificación de la actividad turística son muy diversos y puede incluir una o más construcciones mayores, obras especiales o vías de acceso, aplicado a obras del sector turístico, incluyendo pero no limitado a:
  - ❖ Construcción de infraestructura para hospedaje, como son los hoteles, moteles y albergues.
  - ❖ Construcción y operación de servicios y atracciones, como marinas, campos de golf, parques de diversiones, parques acuáticos, etc.
  - ❖ Construcciones menores destinadas para establecimientos que pueden incluir restaurantes, bares, agencias de viajes u operadoras de tours.
  - ❖ Infraestructura para comunicaciones y transportes, que comprenden aeropuertos, carreteras, ferrocarriles y terminales marítimas.

- ❖ Proyectos para restauración o formación de playas, así como la creación de arrecifes artificiales.

En este caso, en lugar de dar puntuaciones por cada categoría de obra se dan puntos por las obras o actividades que se realizan en la etapa de preparación del sitio (desplante, nivelación, dragados, desviación de cauces, etc.), construcción y operación.

- $E_{\text{proy2}}$  = Es el número de residuos diferentes que se generan en el desarrollo del proyecto, independientemente de las medidas de control adoptadas, recibiendo un punto por cada residuo. Los residuos considerados son: 1) aguas residuales, 2) emisiones a la atmósfera, 3) 4) residuos peligrosos, residuos sólidos y 5) lodos activados. Los residuos peligrosos tienen una puntuación de tres puntos.
- $E_{\text{proy3}}$  = Factor de riesgo del proyecto. Aquí el riesgo se considera de acuerdo con el tipo de evaluación que se estimó necesaria para el proyecto. Cuando no se le solicitó informe de riesgo el valor es 0, una evaluación de riesgo de primer nivel es de 3 puntos y de segundo nivel es de 10 puntos.

Toda la información requerida para la ponderación se debe obtener directamente de las manifestaciones de impacto ambiental. En el caso de las MIA's realizadas con la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Turístico, Modalidad Particular, publicada en 2002, la información se puede encontrar de acuerdo con el cuadro 4.6, que se describe a continuación:

**Cuadro 4.6. Fuentes de información y valores para la ponderación del proyecto a través de la Manifestación de Impacto Ambiental (Guía para el Sector Turístico, 2002).**

Concepto	Puntuación	Ubicación de la Información
Superficie	$0.2 (\log S)^2$ , con la superficie en $m^2$ .	Capítulo II, Punto II.1.5; Dimensiones del proyecto
Localización respecto a áreas naturales protegidas	0 a 4	Capítulo III. 0 si no está fuera de algún área natural protegida, 1 si está en un ordenamiento con usos de conservación y 4 si está en una área natural protegida
Sistemas acuáticos en el área de influencia	Número de sistemas acuáticos	Capítulo IV.2.1, apartados D y E e información sobre zona costera, si aplica.
Integridad Ecológica	Baja, Media o Alta, con puntuaciones de 1, 2 y 3 respectivamente	Capítulo IV.2.5, Memoria Fotográfica
Tipos de Vegetación	Número de Tipos de Vegetación	Capítulo IV, Apartado A, mapas de vegetación.
Especies de flora en NOM-059-ECOL-2001	Número de Especies, con 3 puntos adicionales si una o más especies están en peligro de extinción.	Capítulo IV, Apartado A
Especies de fauna	Raíz Cuadrada del número de especies presentes en el sitio	Capítulo IV, Apartado B
Especies de fauna en NOM-059-ECOL-2001	Número de Especies, con 3 puntos adicionales si una o más especies están en peligro de extinción.	Capítulo IV, Apartado B
Valor del Hábitat	Bajo, Medio o Alto, con puntuaciones de 1, 2 y 3 respectivamente	Capítulo IV.2.5, memoria fotográfica.
Elementos del proyecto	Un punto por cada elemento del proyecto claramente diferenciado	Capítulo II, puntos II.1.2 y II.2.10, Apartado II.2
Residuos generados en la	Un punto por cada tipo de residuo, con 3 puntos por	Capítulo II, puntos II.2.9 y II.2.10

**Cuadro 4.6. Fuentes de información y valores para la ponderación del proyecto a través de la Manifestación de Impacto Ambiental (Guía para el Sector Turístico, 2002).**

Concepto	Puntuación	Ubicación de la Información
etapa de operación	residuos peligrosos	
Factor de Riesgo	0 si no hay evaluación de riesgo, 3 si la hay de de primer nivel y 10 si la hay de segundo nivel.	Expediente



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM  
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**

# **CURSOS ABIERTOS**

## **DIPLOMADO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**CA-117**

### **INDICADORES AMBIENTALES Y SEGUIMIENTO DE CONDICIONANTES**

**TEMA**

## **RESUMEN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**EXPOSITOR: BIOL. MARÍA TERESA ADAME GONZÁLEZ  
PALACIO DE MINERÍA  
MARZO DEL 2004**





**IMPACTO  
AMBIENTAL**

**Biol. Ma. Teresa Adame González**

# Aspectos del EIA

---

- Descripción del proyecto y sus alternativas, dividido en sus distintas etapas.
- Descripción del medio físico natural y social de la zona de ubicación del proyecto, antes de la implantación de éste.
- Identificación, descripción y evaluación de los impactos que ocasionan la acción
- Descripción de los impactos inevitables
- Descripción de las medidas preventivas, correctivas o mitigatorias
- Descripción de los impactos residuales, después de tomar las medidas del punto anterior.
- Dispositivos de monitoreo del medio en las etapas de puesta en servicio y operación.
- Descripción del abandono

# Antecedentes

---

- Nivel de Vida:
  - Estado de Salud Física,
  - Mental y
  - Social de la Población
- Aspectos sociales
  - Educación,
  - Cobijo,
  - Protección,
  - Nutrición y
  - Espiritu.

# Etapas del proyecto integradas en el EIA

---

- **Descripción de las Actividades del Proyecto**
  - Localización y Preparación del sitio
  - Construcción
  - Operación
- **Aspectos del Ambiente**
  - Terrestres
  - Acuáticos
  - Atmosféricos
  - Estéticos

# Descripción de las Actividades del Proyecto I

---

- Localización y Preparación del Sitio de la Obra
- Caminos de Acceso
- Alteraciones del Drenaje
- Análisis del Sitio
- Cruce de Corrientes
- Pruebas Hidrológicas
- Control de Plagas
- Análisis Ambiental
- Servicios
- Limpieza del Sitio
- Manejo de Residuos
- Quema
- Almacén de Productos
- Excavación

# Descripción de las Actividades del Proyecto II

---

- Superficie de Terreno Requerido
- Programa de Construcción
- Montaje de Instalaciones
- Tipo de Actividad
- Clase y Cantidad de Recursos Naturales que habrán de Aprovecharse

# Descripción de las Actividades del Proyecto

## Construcción

---

- Caminos de Acceso
- Limpieza del Sitio
- Excavación
- Explosiones y Perforaciones
- Demoliciones
- Relocalización de Edificios
- Cortes y Rellenos Túneles y Estructuras Subte.
- Control de Erosión
- Alteración de Drenaje
- Cruce de Corrientes
- Dragado y Const. de Canales
- Revestimiento de Canales
- Rompeolas y Muelles
- Estructuras Marinas

# Descripción de las Actividades del Proyecto

## Operación

---

- Limpieza del Bosque o Capa Vegetal
- Excavaciones
- Remoción de Suelo
- Explosiones y Perforaciones
- Dragado
- Operación de Equipo
- Requerimientos de Energía
- Movimientos Vehiculares
- Servicios
- Manejo de Residuos
- Almacenamiento de Productos
- Fugas y Derrames
- Control de Plagas
- Control de Humos y Polvos



# Aspectos Ambientales Terrestres

---

- Ruido
  - Intensidad
  - Duración
  - Repetición
- Suelo
  - Tipo de suelo F.A.O.
  - Erosión
- Uso de Areas Inundables
- Zonas de Amortiguamiento
- Compatibilidad de los Usos del Suelo
- Características Fisicoquímicas (pH, M.O., Textura, etc.)
- Asentamiento y Compactación
- Estabilidad
  - Deslizamientos
  - Hundimientos
- Movimientos Telúricas

# Aspectos Ambientales II

## Terrestres

---

- **Biológicos**
  - **Especies y Poblaciones**
  - **Vegetación (Dominancia y Diversidad)**
  - **Fauna Silvestre (Dominancia y Diversidad)**
- **Energía**
- **Relación Costo-Beneficio**

# Aspectos Ambientales

## Atmósfericos

---

- Atmósfera
  - Aire
    - ❖ Calidad
    - ❖ Humedad
  - Vientos
    - ❖ Velocidad
    - ❖ Dirección
  - Inversión Térmica
  - Clima
- Precipitación de Materiales

# Aspectos Ambientales Acuáticos

---

## Agua

- Modificación del Flujo
- Cambios de Calidad

## Alteración de Fondos y Bordos

## Drenaje

## ■ Parámetros Físicoquímicos

- pH
- O<sub>2</sub>
- Transparencia
- Color
- Turbidez
- Olor, etc.

## ■ Sedimentos

- Color
- Textura
- Cambios F.Q.

# Aspectos Ambientales III

## Socioeconómicos

---

### □ Sociales

- Demografía
- Tenencia de la Tierra
- Economía Regional
- Empleo y Mano de Obra
- Infraestructura Habitacional
- Salud Pública, Educación y Servicios
- Paisaje
- Calidad de Vida
- Culturales

# CAMBIO CLIMATICO.

---

- Son las variaciones en los promedio de los valores de los elementos meteorológicos de una amplia región, a lo largo de un período de tiempo, las cuáles provocan alteraciones en el clima original de esa zona
  - Temperatura
  - Precipitación
  - Humedad
  - etc.

# CUENCA

---

- Es un área delimitada por partes altas, esto da lugar a que sea receptor de aguas de lluvia, escurrimientos y caudales de ríos.

# EFECTO DE INVERNADERO

---

- Proviene de la acumulación, en la atmósfera, de gases que permiten el paso de la radiación de onda corta del sol, durante el día y que bloquean la propagación de la radiación de onda larga de la tierra durante la noche, evitando así el enfriamiento de la superficie terrestre. A consecuencia de este efecto, la tierra conserva una temperatura media de 15°C.
- Los principales gases de invernadero son: el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el Ozono ( $\text{O}_3$ ) y el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).


















# Elementos de los diversos métodos

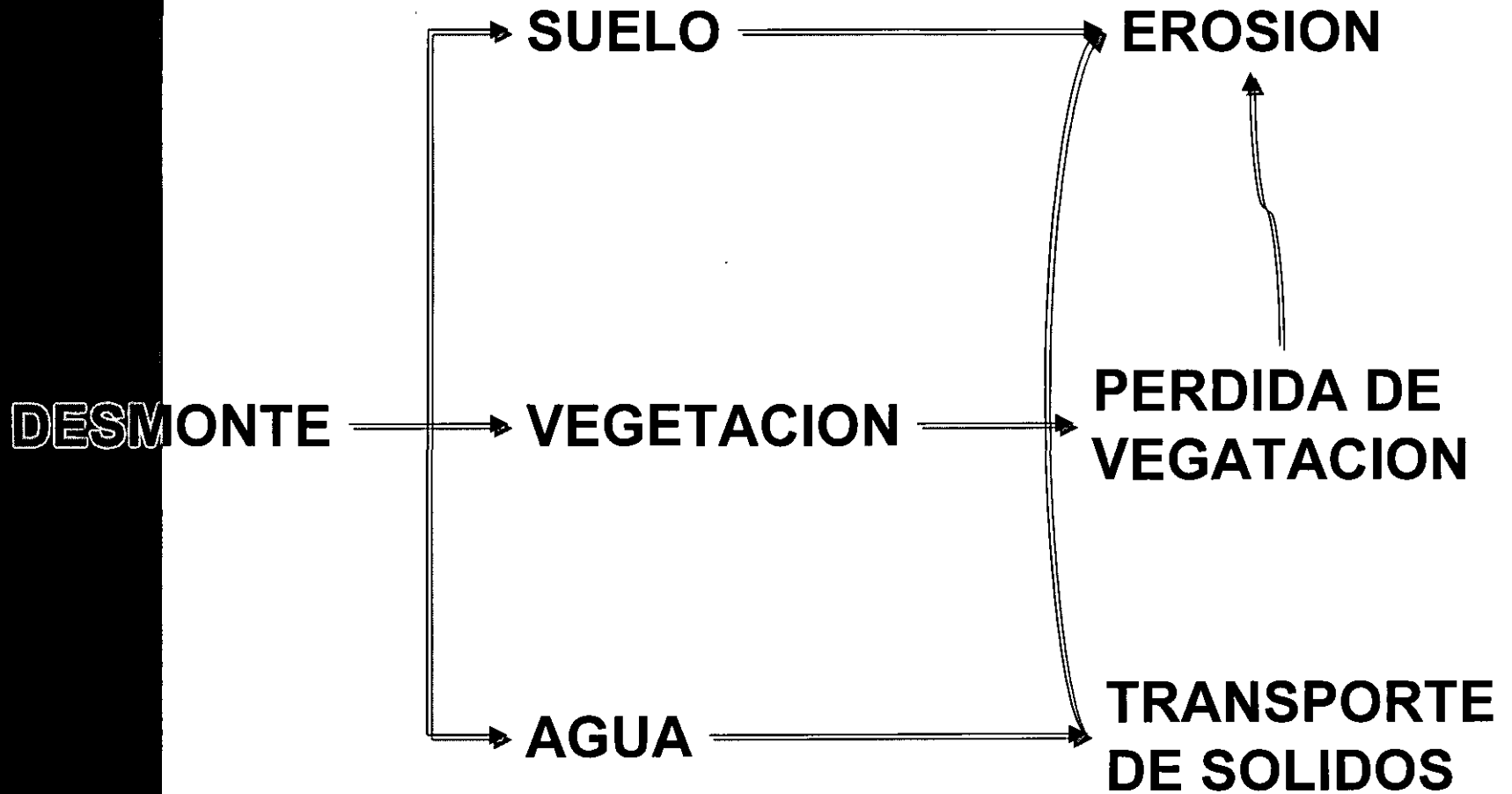
---

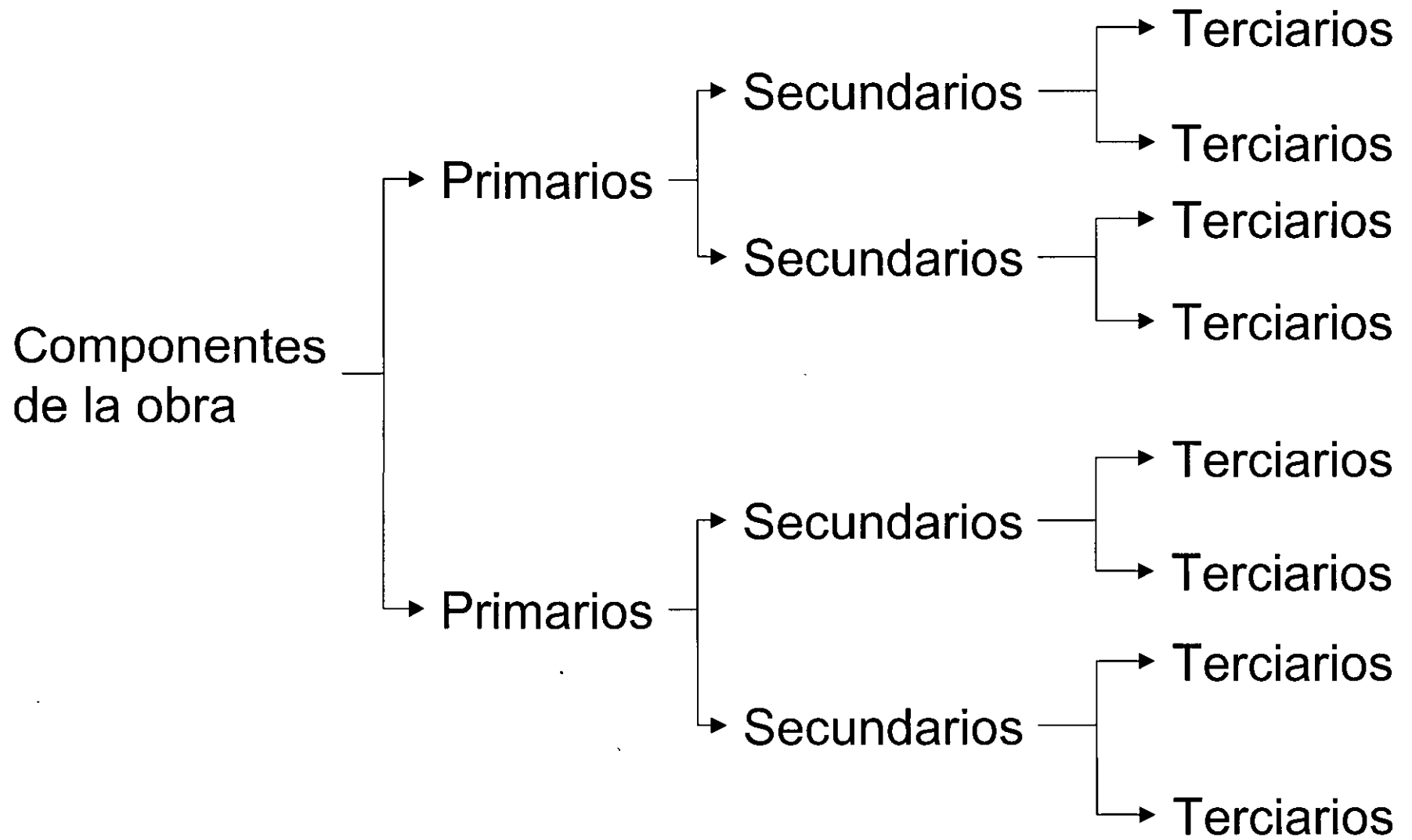
- Definición del impacto
- Ordenación de rangos/ponderación
- Determinación del impacto
- Integración de impactos
- Asignación del impacto
- Sensibilidad/validación
- Medición del impacto
- Tratamiento de incertidumbre
- Transformación de escala

# LISTADOS

ACTIVIDAD	TIPO DE RESIDUO PROBABLE
 Acarreo en carretilla de material de la excavación	 Suspención de partículas de polvo.
 Contratación de mano de obra	 Residuos sólidos de tipo doméstico.
 Despalme	 Materia orgánica como raíces y tallos.  Partículas de polvo en suspensión.
 Excavación a mano de cepa	 Partículas de polvo en Suspención.
 Plantilla de concreto pobre	 Bolsas de cemento.
 Relleno con material de la excavación	 Partículas en suspensión de polvo.
 Trazo y nivelación de terreno para desplante de estructuras	 Partículas en suspensión de polvo.

# REDES





# MATRIZ

Microsoft Excel - matriz de construccion																	
Archivo Edición Ver. Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?																	
Arial 10 N X S  Series... \$ € % 000 +0 00 +0 0																	
AK7 =																	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
6				FACTORES DE LA OBRA													
7				CONSTRUCCION													
8				CARGA DE TOLERANCIA, DORSA Y AREA DE ESTACIONAMIENTO													
9				Cimentación													
10				Estructuras													
11				Albanilería													
12	Azulejar o impermeabilizaciones																
13	Rejisteros y drenos																
14	Mazetas																
15	Cancelerías																
16	Vidriería																
17	Carpintería																
18	Cerrajería																
19	Pintura																
20	FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE																
21	FACTORES FISICQUIMICOS																
22	AGUA																
23	SUBTERRANEA		ALTERACION DEL FLUJO														
24			CAMBIO DE CALIDAD														
25			ALTERACION DEL FONDO O BORDE														
26	SUPERFICIAL		CARACT. DEL DRENAJE														
27			VARIACION DEL FLUJO														
28			CAMBIO DE CALIDAD														
29	RUIDO																
30	INTENSIDAD																
31	DURACION																
32	SUELO																
33	EROSION																
34	USO ADECUADO DEL SUELO																
Datos / Importancias / MATRIZ / RESULTADOS / Desarrollo /																	
Listo																	
MAY NUM																	

# Fuentes de información

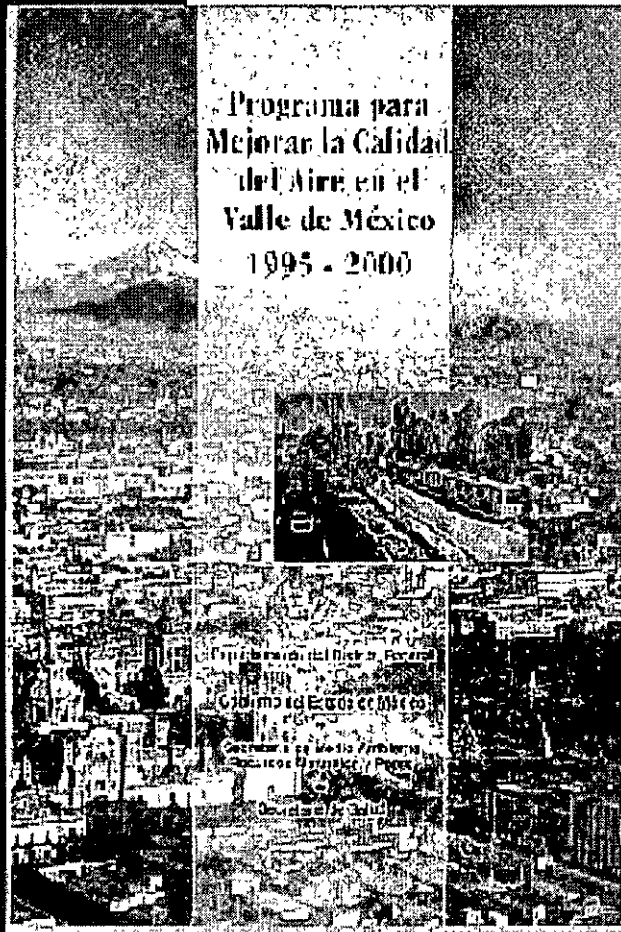
---



- PROYECTO EJECUTIVO Y BASES DE DISEÑO DE LA OBRA
- FORMATO PARA PRESENTACION DE M.I.A.
- RECOPIACION DE INFORMACION DEL MEDIO
- ESTUDIOS DE CAMPO

# Fuentes de información II

---



- Compilar información oficial generada por las diversas instituciones gubernamentales y que tengan carácter de Ley.
  - Normas
  - Planes
  - Programas
  - Declaratorias
  - Acuerdos.

# Fuentes de información III



- Compilar la información estadística, diagnóstica, de registros, estudios, documentos de archivos de las instituciones gubernamentales, privadas, educativas y de investigación vinculada con la zona bajo estudio.
- Publicaciones especializadas sobre temas específicos que describan la circunstancia local en materia de flora, fauna, contaminación ambiental, hidrología, geología, etc.
- Muestreos de indicadores que permitan validar los datos en materia de calidad ambiental.



# Fuentes de información IV

---

- Recorridos de reconocimiento a efecto de localizar los potenciales sitios de descargas de aguas residuales, verificar la presencia de formaciones vegetales y el grado de perturbación que presentan.
- Cartografía, tablas, cuadros, gráficas, imágenes, fotografía relacionadas con el sitio en donde se desarrollará el proyecto.
- Colecciones científicas



# VALORACION DE ECOSISTEMAS

## Importancia y Limitaciones

---

- **Reconocer y Valorar las Características de los Ecosistemas sujetos a probable afectación**
- **Legislación para Realizar la Descripción de los Ecosistemas Incompletas o Ausentes.**
- **Solo se Presentan las Normas Técnicas para la calidad de agua en Procesos Industriales**
- **Para Especies Amenazadas y en Peligro de Extinción**