



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA ECOLÓGICA.

ING. ERNESTO MURGUÍA VACA.



601474

G.- 601474

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION -----	1
2. LOS ECOSISTEMAS	
2.1 Principales sistemas ecológicos -----	3
2.2 Principales ecosistemas en el mundo -	7
2.2.1 Terrestre -----	7
2.2.2 Marinos -----	9
2.2.3 Aguas dulces -----	11
2.3 Factores de influencia en los ecosis- temas -----	13
2.3.1 Clima -----	14
2.3.2 Orografía -----	15
2.3.3 Suelos -----	15
3. ECOLOGIA DE LAS ZONAS ARIDAS	
3.1 Clasificación de zonas áridas -----	19
3.2 Zonas áridas en México -----	21
4. CICLOS NATURALES	
4.1 Nitrógeno -----	25
4.1.1 El nitrógeno en sistemas terres- tres -----	26
4.1.2 El nitrógeno en sistemas acuáti- cos -----	26
4.1.3 El ciclo del nitrógeno y la ac- tividad humana -----	26
4.2 Fósforo -----	28
4.3 Oxígeno -----	29
5. LA ENERGIA Y LOS ECOSISTEMAS -----	32
5.1 Distribución de la energía solar ----	33
5.2 La energía en la cadena alimenticia -	37

	Página
5.3 Aplicaciones y aprovechamiento de la energía natural -----	41
5.3.1 Energía eólica -----	41
5.3.2 Energía solar -----	44
5.3.3 Energía de los océanos -----	44
5.3.4 Biogas -----	46
6. AFECTACION DEL AMBIENTE POR CONTAMINACION	
6.1 Contaminación de aguas -----	50
6.1.1 Usos del agua según su calidad	52
6.2 Contaminación del aire -----	57
6.3 Contaminación de suelos -----	59
6.4 Contaminación ambiental originada por la emisión de ruido -----	63
7. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS OBRAS DE INGENIERIA -----	67
7.1 Guía para desarrollar informes sobre efectos ambientales -----	68
7.2 Elementos a considerar en análisis de efectos ambientales -----	72
7.3 Ejemplo de factores de estudios ambientales -----	80
7.3.1 Energéticos -----	80
7.3.2 Presas y almacenamientos -----	82
7.3.3 Ejemplo de descripción del eco sistema del camarón -----	91
8. METODOLOGIA PARA CALIFICAR EFECTOS AMBIENTALES -----	94
8.1 Método matricial en interacción ----	96
8.2 Listado -----	107
8.2.1 Método de Adkins Burke -----	107
8.2.2 Otros	108
9. LA PERCEPCION REMOTA EN INVESTIGACIONES DE INGENIERIA AMBIENTAL -----	122
10. BIBLIOGRAFIA -----	127

1. INTRODUCCION

Ecología es definida como la parte de la biología que estudia las relaciones entre los organismos y el medio en que viven. Esta definición es la que se sobreentiende actualmente, desde que fue empleada hace más de un siglo (1866) por el naturalista y biólogo alemán Ernest Haeckel, antes de él se tomaba la acepción originada por las raíces de la palabra y que etimológicamente significa la economía de los animales y las plantas.

No obstante, todavía en 1962, el naturalista Marston Bates escribió:

"La ecología bien puede ser la más importante de las ciencias, en relación con la subsistencia humana a largo plazo, pero se encuentra entre las menos comprendidas por el público en general"

quizá ésto sea originado por lo complejo que resulta el estudio de la ecología, tal como lo expresa el ecólogo Ramón Margalef:

"La ecología es una ciencia de síntesis que combina materiales de distintas disciplinas con puntos de vista propios. No es como un tronco de origen lejano que con el tiempo se ramifica y cada rama da la

correspondiente ciencia, sino que forma como varias raíces originadas independientemente, que más tarde confluyen en una disciplina".

Para corroborar ésto, la primera ley de la ecología según el biólogo Barry Commoner, dice que:

"Todo esta relacionado con todo lo demás"

y agrega que:

"El contínuo funcionamiento de cualquier organismo - depende del funcionamiento conjunto de muchos otros organismos; pero conocer esta interrelación, resulta en muchos casos casi imposible".

El ecólogo Bowen opina igual al expresar que:

"Un diagrama que muestre el movimiento de un solo -- elemento químico a través de un ecosistema puede -- ser pavorosamente complejo. En el ecosistema del - hombre que incluye instituciones y artefactos que - tropiezan con el medio y lo alteran, la interrela- ción es inimaginablemente compleja"

A pesar de estas dificultades, debe tenerse presente -- que sin un estudio profundo, no se puede dictaminar de -- la bondad de tal o cual acción. Al considerar estos -- conceptos ecológicos, es que se han hecho notar las con -- secuencias adversas de algunas obras, planeadas natura -- lmente para beneficio. Los ejemplos son típicos en el - combate de insectos y plagas en agricultura, en la cons -- trucción de grandes presas para almacenar agua y en la -- elaboración de productos industriales con objeto de in -- crementar el nivel de vida del hombre.

Dados tantos y contínuos casos con resultados no desea -- bles a corto y largo plazo y a que se está tomando con -- ciencia del desequilibrio que de seguir así se puede ge -- nerar, es que deben considerarse, por complicados que - resulten, los cambios que provoquen las obras de inge -- niería en general. De aquí el interés que tiene un es -- tudio específico de esta ciencia típicamente interdisci -- plinaria, que en gran parte le toca intervenir y aún di -- rigir, al ingeniero civil.

México, D.F., enero de 1982.

2. LOS ECOSISTEMAS

La raíz *oikos* (casa), ha dado origen a vocablos derivados tales como ecosistema y ecosfera. Con ecosistema se desea expresar a la comunidad de organismos que se mantiene a sí misma sean plantas o animales, considerada -- junto con su medio orgánico. Con ecosfera se trata de -- combinar los conceptos de ecosistema y biósfera.

Se hace notar que el vocablo ecosistema es una palabra - compuesta y significa lo mismo que sistema ecológico, - que a su vez no debe confundirse con los estudios relativos a los ecosistemas bajo el aspecto de modelos matemáticos, los que cada vez aportan mayores facilidades para su estudio e interpretación.

2.1 Principales sistema ecológicos.

Los principales ecosistemas son:

Marinos

Estuarinos

De agua dulce o acuidulces

Terrestres

Esta subdivisión es la comúnmente aceptada por la mayoría de los ecólogos, aunque las partes de cada uno son tantas y específicas, que bien pudieran considerarse como verdaderos ecosistemas.

La subdivisión del ecosistema terrestre se debe en sentido estricto a los *biomas*. El bioma es la mayor unidad de comunidad terrestre que resulta conveniente identificar; por ejemplo:

Tundra
Bosque
Pradera
Chaparral
Desierto
Sabana
Montaña

con sus respectivas subdivisiones tales como:

Bosque boreal de coníferas
Bosque templado de coníferas
Bosque caducifolio templado
Bosque caducifolio tropical

Entre éstos existen interrelaciones que obedecen principalmente a factores climatológicos como lo muestra la figura No. 1. Las áreas de una determinada comunidad que constituye al fin un bioma, no tienen una frontera definida, tal como en parte ya se muestra en la figura 1; -- sin embargo, es difícil que se extiendan más allá de sus condiciones ambientales, dejando definida así una zona de influencia. A este fenómeno se le denomina *dispersión* y cabe aclarar que en la mayoría de los casos en que se observa la expansión de una especie en medios diferentes al normal, se debe en general a las perturbaciones que origina el hombre. Este fenómeno puede ser observado con bastante claridad en fotografías aéreas o imágenes de satélite, sobre todo cuando se emplea la banda o frecuencia adecuada.

Respecto al concepto de ecosistema, el naturalista Roger

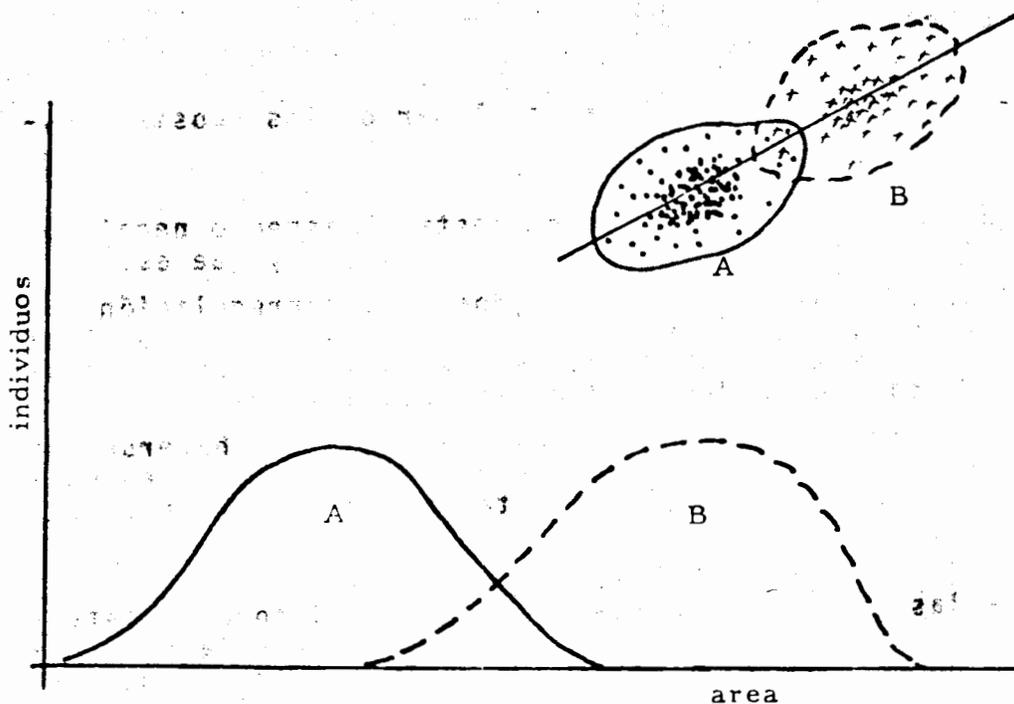


Figura No. 1. Fenómeno de DISPERSION entre especies

Dajoz dice en su tratado de Ecología que:

"El ecosistema es la unidad básica de la ecología, puesto que incluye a la vez los seres vivos y el medio en que viven, con todas las interacciones entre ellos".

El medio y la superficie que ocupa un ecosistema es el *biotopo* que está íntimamente ligado a la *biocenosis* o sea el conjunto de seres que lo habitan. El mismo Dajoz indica que:

"La mayor parte de los ecosistemas se han formado a lo largo de un proceso de evolución y son consecuencia de largos procesos de adaptación entre las especies y su medio"

y dice que solo hay tres biomas:

- Terrestre

Dulceacuícola

Marino

o sea que toma a los biomas en lugar de los ecosistemas - según lo antes indicado.

Además agrega algo que contrarresta el aspecto negativo que siempre se liga con la sobrepoblación y que es:

"Los ecosistemas están dotados de autorregulación y - son capaces de resistir, al menos hasta ciertos límites, las modificaciones del medio y las variaciones bruscas de la densidad de las poblaciones"

desde luego que al tratarse del hombre deben hacerse con sideraciones más delicadas que cuando se aplican estos - conceptos al medio acuático o terrestre para plantas o - animales.

Entre las especies de organismos de un biotopo, existen - diversas interacciones a veces sin consecuencia para algunas de ellas o en ocasiones para disminuir o aumentar - su actividad. Según sea el efecto de la acción, se les - denomina como se indica a continuación:

- a) **NEUTRALISMO.** No tienen ninguna influencia una a otra.
- b) **MUTUALISMO (SIMBIOSIS).** Una necesita de la presencia de la otra.
- c) **COMPETENCIA.** Se ataca una a otra.
- d) **COOPERACION.** No importa si viven en conjunto, aunque obtienen ventajas.
- e) **COMENSALISMO.** Una aprovecha a la otra que no se afecta.
- f) **AMENSALISMO.** Una es inhibida (amensada) por otra que no se altera (inhibidora).
- g) **PARASITISMO.** Una depende de la otra que se afecta.
- h) **DEPREDAACION.** Una ataca a la otra para alimentarse.

Resumiendo este mismo en un cuadro, resulta el que se muestra bajo el número 1.

CUADRO No. 1

COMBINACION DE COHABITACION DE ESPECIES

TIPO DE INTERACCION	ESPECIES JUNTAS		ESPECIES SEPARADAS	
	A	B	A	B
Neutralismo	0	0	0	0
Mutualismo	+	+✓	-	-
Competencia	-	-	0	0
Cooperación	+	+	0	0
Comensalismo (A comensal de B)	+	0	-	0
Amensalismo (A amensal de B)	-	0	0	0
Parasitismo (A parásito de B)	+	-	-	0
Depredación (A depredador de B)	+	-	-	0

(0) La especie no se afecta en su desarrollo.
(+) El desarrollo de la especie se hace posible o se mejora.
(-) El desarrollo de la especie se disminuye o imposibilita.

2.2 Principales ecosistemas en el mundo

Antes de enunciar los fenómenos ecológicos que se llevan a cabo en ciertos biomas que caracterizan a los diversos ecosistemas en la República Mexicana, se presenta una descripción resumida de los principales ecosistemas en el mundo.

2.2.1 Terrestre

a) La tundra

Se caracteriza por ser un terreno abierto y llano de clima subglacial y subsuelo helado, falta de vegetación arbórea; suelo cubierto de musgos y líquenes; pantanoso en muchos sitios. Se hallan más de 60 especies de mamíferos entre insectívoros (musarañas), roedores (ardillas), carnívoros (armiño) y ungulados (reno). La adaptación a los alimentos y al clima es notable; los mamíferos en ocasiones se alimentan de hongos y de pequeños animales, la piel tiene mayor densidad de pelo en invierno. Hay unas 40 especies de aves que son principalmente migratorias que llegan a nidificar en verano.

Existen muchos mamíferos y aves de color blanco como -- una protección contra los depredadores. Los insectos son muy numerosos y capaces de resistir las bajas temperaturas.

Si de por sí es muy simple este ecosistema en la zona - ártica, lo es más en la antártida pues no aparecen los mamíferos y las aves están representadas solamente por los pingüinos que dependen más del medio acuático que - del terrestre.

b) La montaña

Las altas montañas ofrecen condiciones de vida muy especiales; la vegetación varía mucho en función de la orientación, naturaleza del suelo y tiempo que dura la nieve cubriéndola. Los vertebrados de alta montaña son poco numerosos; entre los invertebrados abundan los insectos. El apterismo es frecuente y significa una reacción contra la violencia del viento. Las adaptaciones al frío son numerosas.

Se diferencian por pisos cierta vegetación y también de acuerdo a la ubicación hay variedad según la altura considerada.

En las altas montañas tropicales el frío nocturno es el factor ecológico principal; influye al grado de que la vegetación se ha adaptado poderosamente, consiguiendo tipos morfológicos muy especiales exclusivos de este medio, como por ejemplo los fanerófitos escaposos megafilicos que son plantas de gran tamaño con una roseta terminal de grandes hojas.

c) Los bosques

La actual actividad humana ha provocado que las áreas - boscosas originales, se vayan sustituyendo por comunidades herbáceas. Según la densidad de árboles, se provoca un microclima especial que depende de la luz que penetra a través de las copas y de las variaciones de temperatura diurna y nocturna por el mismo motivo.

En los bosques la concentración de CO₂ en el aire es 11

geramente más elevada que en el campo.

El medio forestal es un ejemplo típico de ecosistema organizado en estratos superpuestos. La fauna del suelo es muy rica favoreciendo la transformación en humus, de las hojas, ramas y troncos caídos.

Los mamíferos son escasos y son raras las especies de gran tamaño; en cambio, los insectos y las aves son abundantes.

d) Estepas y sabanas

Las estepas se caracterizan por el predominio de gramíneas adaptadas a la sequía. Las estepas constituyen las praderas y las pampas en el continente americano. La fauna es rica en grandes herbívoros así como en roedores. Las sabanas contienen formaciones tropicales mezcladas con plantas bajas, arbustos aislados y árboles pequeños. Las sabanas se extendían originalmente sobre una superficie menor que la actual, ocupando sólo los claros de bosque. El fuego desempeña un papel importante en el mantenimiento de la sabana. El espectro biológico de la vegetación muestra un mayor porcentaje de terófitas (Plantas anuales) y geófitas que en los bosques.

2.2.2 Marinos

Los mares y los océanos ocupan 363 millones de km² de superficie, es decir, el doble de lo ocupado por las tierras emergidas. La profundidad media de los océanos es de 3800 m y en todo ese volumen se halla alguna forma de vida, como se ha corroborado hasta en las fosas más profundas, como la de las islas Marianas con 11034 m. al fondo.

a) El bentos

Comprende a los organismos que viven en el fondo, ya sean móviles o no, así como los que habitan tanto en la parte superior de los sedimentos como dentro de ellos. Los organismos libres no se alejan del fondo, aunque dentro de éstos, los cavadores se desplazan a través del sedimento. Ecológicamente se consideran 7 pisos según su nivel de profundidad.

1) El piso supralitoral está situado por encima del nivel de las más altas mareas y es alcanzado solamente por salpicaduras; en él se desarrollan los líquenes del género *verrucaria*. Sobre las playas arenosas dominan los crustáceos anfípodos (*talitrus*, *orchestia*) así como numerosos insectos.

2) El piso mesolitoral está situado en la zona de balance de las mareas, por tanto los organismos viven en constante cambio de emersión e inmersión. En zonas tranquilas se desarrollan las algas faeofíceas; en medios muy agitados disminuyen dando lugar a numerosos invertebrados: gasterópodos; poliquetos; briozoarios. Este piso está ocupado frecuentemente por poblaciones de mejillones y ostras.

3) El piso infralitoral llega hasta donde la luz se vuelve un factor limitante; es variable según la claridad de las aguas: 15 m. en latitudes altas; 30 a 40 m. en el Mediterráneo; y 80 m. en regiones tropicales. Se hallan algas fotófilas, esencialmente faeofíceas y los madreporarios que dan origen a los arrecifes de coral.

4) El piso circalitoral se extiende hasta donde la luz llega al límite posible al desarrollo de ciertas algas poco exigentes en iluminación; puede descender hasta unos 200 m. Lo ocupan las algas rodofíceas calcáreas, el coral rojo, equinodermos y poliquetos.

5) El piso batial ocupa el talud continental y los niveles de 2000 a 3000 m; se limita a veces por la isoterma 4°C. Se encuentran corales blancos, madreporarios de los géneros *amphelia* y *cophetia* y en la base, pequeños lamelibranquios, escafópodos, espongiarios y diversos de cápodos.

6) El piso abisal corresponde a la gran llanura abisal - hasta 6000 ó 7000 m. Su fauna es muy pobre aunque sobre los fangos se hallan holoturoideos, asteroideos, lamelibranquios y poliquetos.

7) El piso hadal ocupa las fosas más profundas de más de 6000 ó 7000 m. Esta caracterizado por la pobreza de su fauna aunque se encuentran holoturoideos, actinias, poli-

quetos, moluscos y algunos crustáceos.

b) El plancton

Está formado por el conjunto de organismos suspendidos en el agua que se dejan transportar por las corrientes; esto no imposibilita al movimiento propio y ascensos y descensos verticales. El fitoplancton está limitado a la zona superficial iluminada; el zooplancton se extiende hasta mayores profundidades. Los animales del plancton se alimentan por filtración de organismos microscópicos y materia orgánica en suspensión (apendiculares, copépodos) o por depredación (nidarios, anélidos). En general suben durante el día y bajan durante la noche lo que da lugar a la fuente alimenticia de la zona abisal. Esto explica el por qué cuando la profundidad aumenta, disminuyen los detritívoros y aumentan los depredadores.

c) El necton

Lo constituye el conjunto de especies que viven libremente en el agua. Los peces desempeñan el papel más importante. Muchas especies viven a expensas del plancton -- formando cadenas alimenticias muy cortas.

2.2.3 Aguas dulces

Su ecología está regida principalmente por la velocidad de la corriente, naturaleza del fondo, temperatura del agua, cantidad de oxígeno disuelto y la composición química del agua.

a) Manantiales

Dado su origen, los manantiales mantienen condiciones poco variables, sobre todo en temperatura. En aguas frías viven algunas algas y musgos así como planarias, crustáceos, anfípodos y larvas diversas.

En aguas con temperatura arriba de 30°C comienzan a disminuir la población de vegetales y más de insectos, aunque existen especies de crustáceos como el *thermosbaena mirabilis* que se desarrolla cuando existen temperaturas entre 45° y 48°C; a 30°C ya no se les encuentra.

b) Ríos

Influye en ellos la pendiente y anchura del cauce, - que a su vez intervienen en la velocidad del agua, temperatura y cantidad de oxígeno disuelto. Los peces se desarrollan según estas características como se observa en el diagrama de la figura No. 2.

Se consideran ecológicamente 4 tramos.

1) Tramo de la trucha. Denominado también torrente de montaña o tramo superior de los ríos. Las aguas son agitadas y ricas en oxígeno; por la misma agitación no se desarrolla plancton pero sí el bentos fijo sobre las rocas (*cladophora*) y musgos. Todo insecto y pez de esta zona está adaptado para fijarse o nadar.

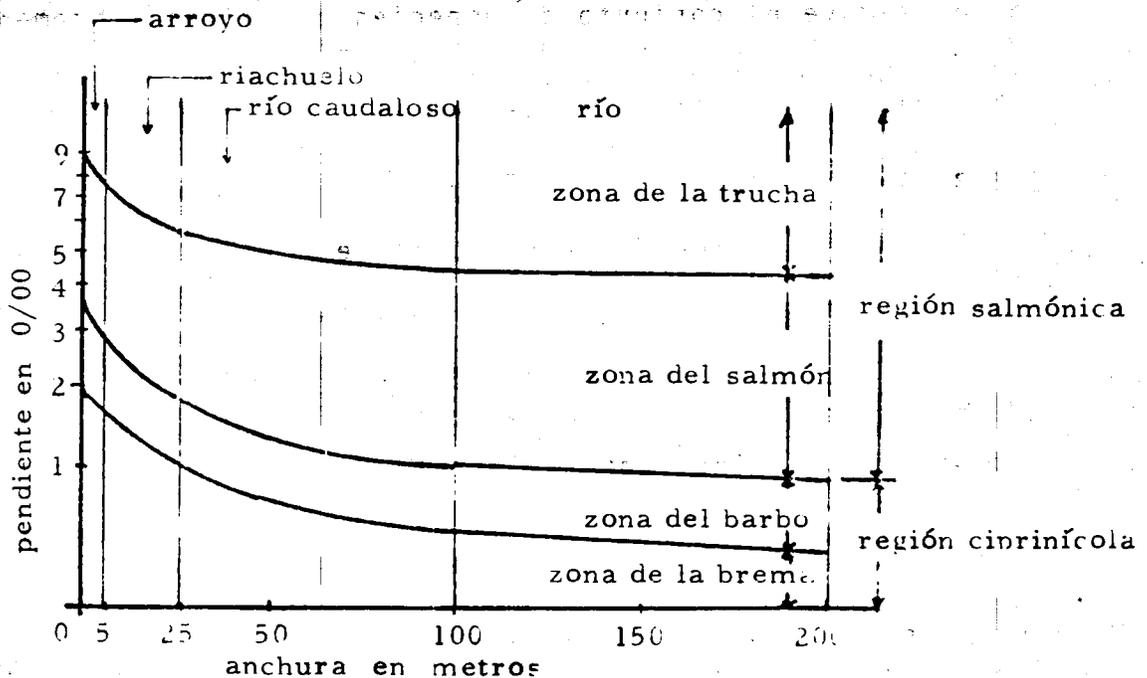


FIGURA No. 2 Diagrama de HUET indicando las zonas piscícolas en función de la anchura y pendiente del río.

2) Tramo del salmón. Sigue a la anterior y se caracteriza por un cauce más ancho y disminución de la velocidad; por esta última causa, el fondo se cubre de arena y piedras. Los peces y las especies acuáticas prevalentes no poseen dispositivos de fijación. Se desarrollan principalmente efemerópteros y friganélidos.

3) Tramo del barbo. El curso es más remansado y corre por las llanuras; sobre las orillas abundan las fanerógamas y en aguas lentas potamoplancton (diatomeas, rotíferas y copéodos).

4) Estuario. Último tramo en contacto con aguas marinas por lo que se incrementa su contenido salino y se hallan especies propias de esa agua. Se desarrolla una fauna muy particular denominada madícola sobre el musgo de las rocas (ubiquistas y eumadícolas).

c) Lagos

En los lagos y lagunas se distinguen tres zonas:

1) Zona de litoral. La luz penetra fácilmente y se desarrollan fanerógamas fijas al fondo. La fauna es rica y variada. En la arena abundan protozoarios, rotíferos, nemátodos y copéodos.

2) Zona limnética. Libre de vegetación enraizada, llega hasta el límite fotosintético; esta zona no existe en lagunas someras. Generalmente se termina a los 30 m. de profundidad. Comienzan a adquirir importancia los dípteros quironómidos.

3) Zona profunda. Solamente existe en los lagos de gran profundidad. La flora está ausente; el plancton, muy pobre, tiene movimiento vertical como en el caso marino.

2.3 Factores de influencia en los ecosistemas

En cada región se tienen modificaciones que caracterizan el desarrollo de flora y fauna así como sus interrelaciones; en esto influye principalmente el clima y el tipo de suelo o medio acuático en su caso. Con objeto de reducir tan amplios temas, se hace una breve descripción del clima y del suelo solamente para la República Mexicana.

2.3.1 Clima

En la República Mexicana se distinguen dos zonas climáticas específicas: la tropical y la templada cuya división la constituye el Trópico de Cáncer; sin embargo, de acuerdo a la altitud, se halla una gran variedad entremezclada en ambas zonas.

De acuerdo al régimen térmico se han establecido tres -- grandes grupos:

- 1) Megatérmico, que comprende la zona cálida a tropical.
- 2) Mesotérmico, que incluye las zonas templadas, semi-fría y fría.
- 3) Extremoso, que es típico de zonas secas en donde el ámbito de variación de la temperatura es muy amplio, presentando una temperatura media desde menor a 0°C hasta mayor de 40°C.

El clima se ve fuertemente influenciado por la humedad y por tanto por el régimen de lluvia. Según el grado de humedad se distinguen los climas siguientes:

- húmedos
- semihúmedos
- semisecos
- secos

La distribución de las lluvias en el territorio nacional se presenta de manera irregular. La mayor precipitación durante el año, se registra en la porción del país localizada al sur del paralelo 23°, con algunas excepciones.

Aunque las lluvias se distribuyen prácticamente durante todo el año, se concentran principalmente de junio a octubre, denominándose por ello lluvias de verano; en mayo se presentan en forma irregular.

Por la posición geográfica de la República Mexicana, entre los paralelos 32°43' y 14°32' de latitud norte, posee tipos de climas semejantes a los países que se hallan

en esa zona tales como Argelia, Libia, Egipto, Mali, Norte de Nigeria y Sudán entre otros. Un ejemplo más, es el clima árido propio de las zonas desérticas, que se localiza entre los 30° y 32° de latitud norte, como en África el desierto del Sahara y en México los desiertos de Sonora y el de Semalayuca, éste último en Chihuahua. El clima tropical que en México se localiza entre los 15° y 18° de latitud norte en los estados de Tabasco, Veracruz, Campeche, Chiapas y parte de Guerrero, es el mismo que se encuentra en las zonas medias de los países africanos de Senegal, Costa de Marfil y el Sur de Nigeria que corresponden a la misma situación geográfica.

2.3.2 Orografía

Las diversas formas del terreno juegan un importante papel en el tipo de clima, de suelos y de vegetación, los que a su vez influyen sobre la actividad agrícola, ganadera, forestal, industrial y de una manera muy especial sobre los asentamientos humanos; en resumen, la orografía se relaciona íntimamente con ecosistemas específicos como los anteriormente enunciados.

El territorio mexicano presenta en su superficie gran diversidad de formas y relieves que en términos generales puede dividirse en montañas y altiplanicies; contiene también importantes superficies planas constituidas por las llanuras costeras y depresiones como la del Balsas y la localizada en la región central de Chiapas. Por último, las mesetas o llanuras elevadas denominadas altiplanicies: la altiplanicie mexicana que se divide en la Meridional o del Centro y la Septentrional o del Norte.

Se estima que de la superficie total del territorio nacional, dos terceras partes corresponden a regiones montañosas y la otra tercera parte a superficies más o menos planas.

2.3.3 Suelos

Los suelos corresponden a las características atmosféricas de cada región y en cada uno surgen diferentes tipos de vegetación, de fauna y en general, distintas condiciones ambientales.

Por su estructura geológica hay una gran diversidad de -

suelos en el país, al grado de que se dice que en México existen casi todos los tipos de suelos del mundo si bien sujetos a modalidades debidas a su situación geográfica y su clima.

Por la importancia que tienen los suelos dentro de la ecología, se hace a continuación una descripción de los tipos principales.

a) Suelos desérticos y semidesérticos (*sierozem*). Se localizan donde los climas son muy áridos y la humedad por tanto, es escasa. La vegetación se presenta en forma de matorrales y la precipitación en esas áreas no supera los 300 mm. anuales. Ocupan una superficie de 341 mil kilómetros cuadrados y se localizan en la península de Baja California, excepto las tierras altas; la planicie costera de Sonora; el Centro, Norte, Noreste y Sureste de Chihuahua; Noreste de Durango y Noroeste de Coahuila; Noreste de Zacatecas; Sur de Nuevo León y Norte de San Luis Potosí y prácticamente todo Aguascalientes. Hay otros núcleos pequeños de estos suelos desde la Cañada del estado de Oaxaca, al Valle de Tehuacán, Valsequillo y una corta área de Veracruz.

b) Suelos castaños (*chestnut*). Son suelos de climas secos, con deficiencias de humedad, por ello la vegetación se presenta en forma de zacates bajos. La precipitación es de 300 a 500 mm. de lluvia anual. Ocupan 325 mil kilómetros cuadrados y se encuentran localizados en el Noroeste y Este de Coahuila, Norte de Nuevo León y Noroeste de Tamaulipas, una angosta faja en el contacto oriental de la Sierra Madre Occidental y la Altiplanicie; al Centro del estado de Chihuahua hasta Durango, y se prolonga al Sur y Sureste de Zacatecas y Suroeste de San Luis Potosí y pequeñas porciones de Guanajuato y Querétaro; además una faja en la parte media de la vertiente -- del pacífico de la Sierra Madre Occidental en Sonora y Sinaloa.

c) Suelos negros. Estos suelos se encuentran en las zonas de clima templado semiseco, con inviernos fríos y veranos calientes. Su vegetación crece vigorosamente en primavera y verano por las altas temperaturas y la humedad adecuada, lo que los hace ser suelos de alto valor agrícola. Ocupan una superficie de 300 mil kilómetros cuadrados; las lluvias alcanzan de 600 a 1,000 mm. anuales.

les. Estos suelos se localizan en las vertientes oriental y poniente de la Sierra Madre Occidental; la parte media y Sur de la Altiplanicie del Centro; la Sierra Volcánica Transversal; las Sierras Madres Oriental y del Sur; los Valles Centrales de Oaxaca la zona Mixteca; Puebla y Estado de México.

d) Suelos de pradera. Se localizan en zonas de transición de los climas húmedos boscosos (templados) a los secos y por ello se desarrollan pastos altos. La precipitación media anual es de 1,000 mm. Sin embargo, se considera que solo existen 108 mil kilómetros cuadrados de estos suelos, dispersos a lo largo de toda la planicie costera del Noroeste, parte del Istmo de Tehuantepec y pequeña porción del Occidente de Chiapas, penetrando en el valle del Río Balsas hasta los estados de Morelos y Puebla, así como a los valles del río Mezcala en el Suroeste de Chiapas; también se han localizado en la Huasteca, en la parte veracruzana de la planicie del Golfo de México.

e) Suelos de rendzina. En estos suelos la vegetación es muy variable por localizarse en climas húmedos, con lluvias abundantes (más de 1,500 mm. de precipitación media anual). De ellos existen 92 mil kilómetros cuadrados en el país, localizados en la mayor parte de la planicie costera tamaulipeca, Oriente de San Luis Potosí, Noroeste de Veracruz, Norte de Hidalgo y Sur y Sureste de la península de Yucatán.

f) Suelos lateríticos, Terra Rosa y Gley. Los climas tropicales húmedos, de lluvias abundantes superiores a 1,750 mm. de precipitación media anual, son condiciones particulares en este tipo de suelos. Los lateríticos se encuentran en los estados de Veracruz y Chiapas, y los gley en la región de la Chontalpa. Los de terra rosa cubren la mayor parte de la Península de Yucatán. Estos tipos de suelos cubren 219 mil kilómetros cuadrados.

Los tipos de suelos mencionados de a) a f), ocupan en total una superficie de 1,385,198 km², que equivalen al 70.7 por ciento de la superficie del país y representan el 100 por ciento de la superficie arable.

g) El resto de los suelos mexicanos (573 003 km²) son -

de los llamados cafés forestales y podzólicos, que son terrenos montañosos con pendientes superiores al 25 -- por ciento, es decir, con escaso o nulo potencial para la agricultura.

01 29

600

21

2

9

01

100

0600

6

0

100

002

0

0

3. ECOLOGIA DE LAS ZONAS ARIDAS

La región de suelos secos y calientes cubren algo más de la tercera parte de la superficie terrestre; cada zona posee una ecología característica dependiente de sus condiciones que casi siempre marca la cantidad de lluvia precipitada. Debido a esta limitante, las regiones secas son poco productivas y no soportan desarrollos agrícolas importantes; no obstante, cerca de 60 millones de personas en el mundo, viven directamente en la interfase de desierto y tierra arable, formando parte de la mayoría de los países pobres.

3.1 Clasificación de zonas áridas.

La clasificación de zonas desérticas se basaron en un principio solamente en los datos de precipitación, fijándose entre 500 y 250 mm. anuales para las semidesérticas y menos de 250 mm. al año para las de carácter desértico. Sin embargo, no es precisamente la cantidad de lluvia la que define el grado de aridez, sino la relación entre la precipitación y la columna anual de agua necesaria para la subsistencia y desarrollo de las plantas en una región.

Por otro lado, las necesidades de agua de las plantas va

rían bajo condiciones atmosféricas diferentes, de manera que una misma cantidad de lluvia puede ser suficiente en un lugar e insuficiente en otro, debido por ejemplo, a las distintas temperaturas.

Tratando de conciliar tanto las características pluviométricas como el aspecto de desarrollo agrícola, se definen o conocen a las zonas áridas de la siguiente manera:

a) Con relación a la lluvia se considera que zona árida es aquella cuya precipitación pluvial media anual es menor de 250 mm. y zona semiárida, aquella donde varía de 250 a 500 mm; en general con altas temperaturas en verano y bajas en invierno, siendo los resultados de estas condiciones la existencia de plantas xerófitas principalmente y dificultad para obtener cosechas de temporal cosechables de cereales en ningún año. Donde las condiciones de lluvia y temperatura mejoran, las cosechas de temporal de cereales son de muy bajo rendimiento y se pierden totalmente en un 50 por ciento de los años de cultivo aproximadamente.

b) Existen fórmulas que relacionan los datos climatológicos con la vegetación y la agricultura de la región -- que han sido adaptados para definir en la República Mexicana el grado de aridez de una zona; la fórmula propuesta por Emberger (1956) y adaptada a nuestras condiciones por Stretta y Muciño es:

$$IA = \frac{(M + m) (M - m) (m + 45)}{p}$$

IA = Índice de aridez

M = Temperatura máxima promedio del mes más caluroso en °C

m = Temperatura mínima promedio del mes más frío en °C

(M-m) = Evaporación expresada en función de las temperaturas extremas definidas anteriormente. Se admite que la evaporación es en general tanto mayor, cuanto mayor es la oscilación anual de la temperatura.

p = Precipitación pluvial media anual en mm.

45 = Grados centígrados de temperatura.

Se definen según los datos las siguientes variaciones en las zonas áridas:

INDICE	TIPO
Menor de 38	Húmedo
De 38 a 100	Transición
De 100 a 400	Semiárido
De 400 a 1000 o más	Arido

3.2 Zonas áridas en México

Las zonas áridas en México abarcan una superficie de 806 663.44 km² representando un 41 por ciento del área total del país. Viven actualmente (1977) unos 8.4 millones de personas, equivalentes a un 17.4 por ciento de la población total. Son 19 estados con 534 municipios los que tienen terrenos áridos; en tres estados se considera árida toda su superficie: Baja California Norte; Baja California Sur; y Aguascalientes (véase Fig. No. 3).

Terrenos con el mayor grado de aridez, se presenta en la península de Baja California y el estado de Sonora. En los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango existe la extensión árida más importante de la Mesa del Norte. La tercera región menos árida está localizada en los estados de Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Sur de Nuevo León y Tamaulipas, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo.

La zona árida hacia el sur de la República es la de Tlaxcala, Puebla y Oaxaca, originada por la ausencia de vientos húmedos provenientes del Golfo y del Pacífico por las altas serranías que circundan esta zona.

Uno de los principales problemas de las zonas áridas es la baja productividad en el sector agropecuario y la escasa explotación de los recursos naturales. Se puede decir que la zona árida es propia para el desarrollo de la ganadería y muy limitadamente para la agricultura de temporal y de riego; rica en minerales metálicos tales como oro, plata, fierro, estaño, mercurio, antimonio, manganeso, tungsteno, zinc, cobre y plomo principalmente y minerales no metálicos como carbón, azufre, yeso, talco, sales de -

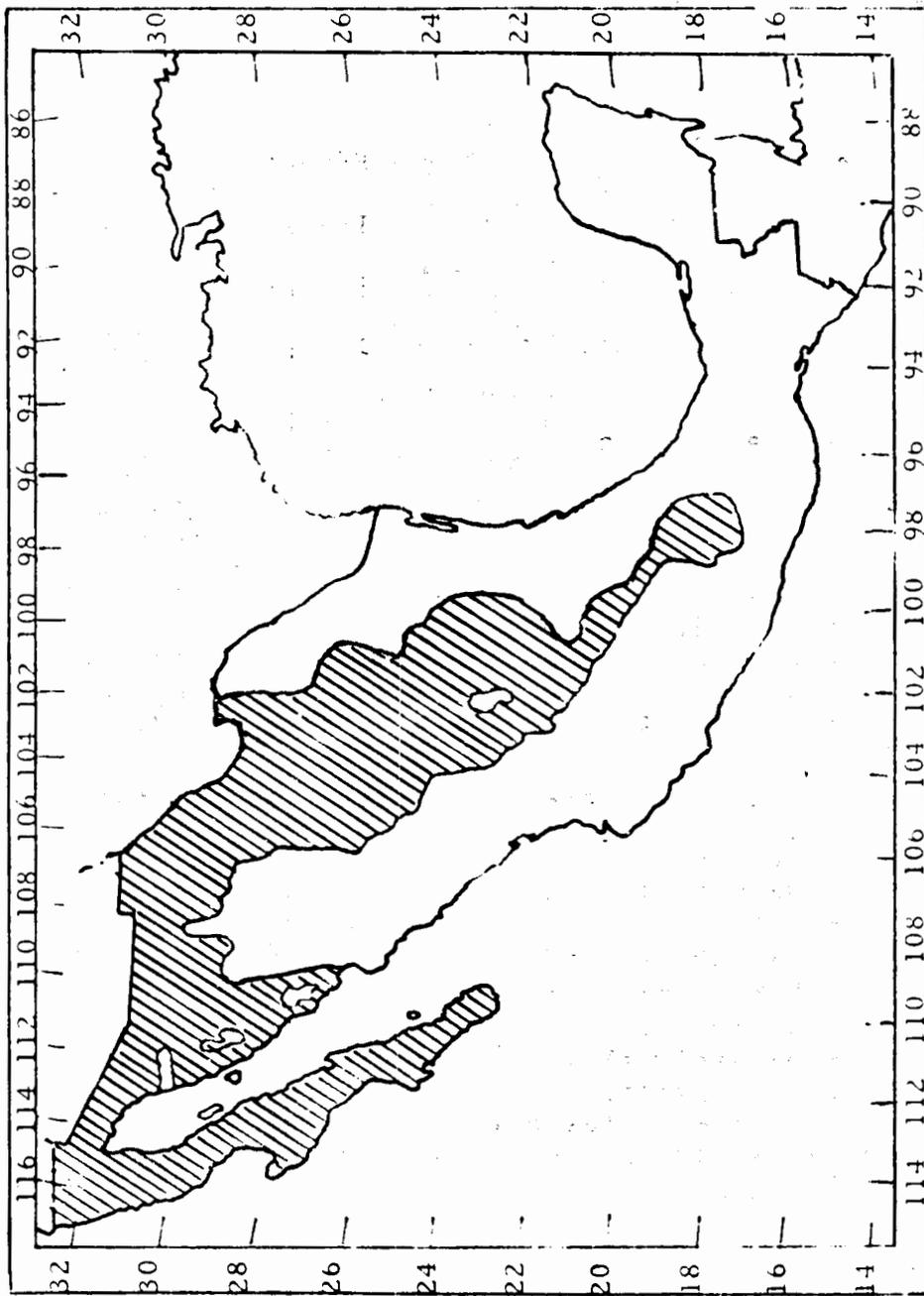


FIGURA No. 3 Zonas áridas en la República Mexicana.

potasio, arena sílica, cloruro de sodio, caolín, cal, barita, cuarzo y magnesita. Por lo tanto, los habitantes de las zonas áridas viven principalmente de la cría y explotación del ganado mayor y menor y de los cultivos de temporal, entre los que se encuentran el maíz, frijol, cebada, sorgo y frutales, teniendo como actividades complementarias el tallado de la fibra de lechuguilla y palma, la extracción de la cera de candelilla y de la bús— queda de minerales que pueden beneficiar directamente como es el mercurio. Todas estas actividades dan con el resultado general de una baja economía, propia de las zonas áridas a nivel mundial.

En México, la Comisión Nacional de las Zonas Áridas estima que se encuentran unas 3000 especies vegetales clasificadas en 800 géneros y 124 familias, entre las que destacan por su aprovechamiento local las siguientes:

a) Guayule (*Parthenium Argentatum Gray*)

Producto: hule 10 a 15 por ciento

Subproductos:

Resinas 2 por ciento

Corcho 1 por ciento

Pasta celu

lósica 40 por ciento

b) Palma china (*Yucca filifera y Yucca descipiens*)

Producto: Esteroides

Subproductos:

Aceite comestible

Forrajes

c) Palma pita (*Yucca treculiana*)

Producto: Fruto como alimento humano

d) Jojoba

Producto: Cera líquida 50 por ciento

e) Cañiagria

Producto: Taninos curtientes

- Subproducto: Almidón
- f) Candelilla (*Euphorbia antisifilítica o cerífica*)
Producto: Emulsión preservadora de frutas
- g) Gobernadora (*Correa tridentata*)
Producto: Harina forrajera
Subproducto: Acido nordibidio
Guayarético (antioixidante de grasas y aceites)
Resinas fenólicas
- h) Maguey (*Agave wislinzeni*)
Producto: Bebida alcohólica (mezcal) azúcar y proteína
- i) Cortadillo (*Nolina microcaspá*)
Producto: Fibra dura
- j) Garambullo (*Myrthillus geometrízans*)
Producto: Fruto para preparar dulces, mermeladas y colorantes.

La Comisión Nacional de las Zonas Áridas ha investigado el mercado potencial de los productos que se pueden obtener de estas especies más los de otras 390, para lograr beneficios de inmediato, sobre todo de los que actualmente se importan.

4. CICLOS NATURALES

La Ecología adquiere más importancia cuando se considera que dentro de las interrelaciones organismo-ambiente, existen varios factores que juegan un importante papel en la transformación de compuestos orgánicos o simples elementos químicos que son cíclicos en la naturaleza. Desde este punto de vista, al ingeniero civil le deben interesar principalmente el del Nitrógeno, del Fósforo y del Oxígeno, como elementos que intervienen en muchos fenómenos biológicos y que están relacionados con problemas de contaminación.

4.1 Nitrógeno

El nitrógeno es un constituyente esencial de todo organismo vivo. Muchas sustancias, independientemente de los alimentos, lo contienen y son por tanto también de gran importancia para el uso del hombre; asimismo es fundamental el proceso de conversión por fijación del nitrógeno molecular en el aprovechamiento biológico. Los ejemplos de la necesidad del nitrógeno pueden multiplicarse, pero todos ellos conducen a una transformación cíclica de equilibrio establecido.

En general, el ciclo del nitrógeno dentro del sistema terrestre se muestra en la figura No. 4.

4.1.1 El Nitrógeno en sistemas terrestres.

En un ecosistema terrestre establecido o maduro, el nitrógeno forma un ciclo balanceado y sumamente cerrado; generalmente el 95 por ciento del nitrógeno es reciclado y solamente un 5 por ciento es transferido o reemplazado a otros sistemas.

Las prácticas agrícolas o forestales son los que principalmente modifican el ciclo; tienen en esto una gran influencia la erosión del suelo.

4.1.2 El Nitrógeno en sistemas acuáticos

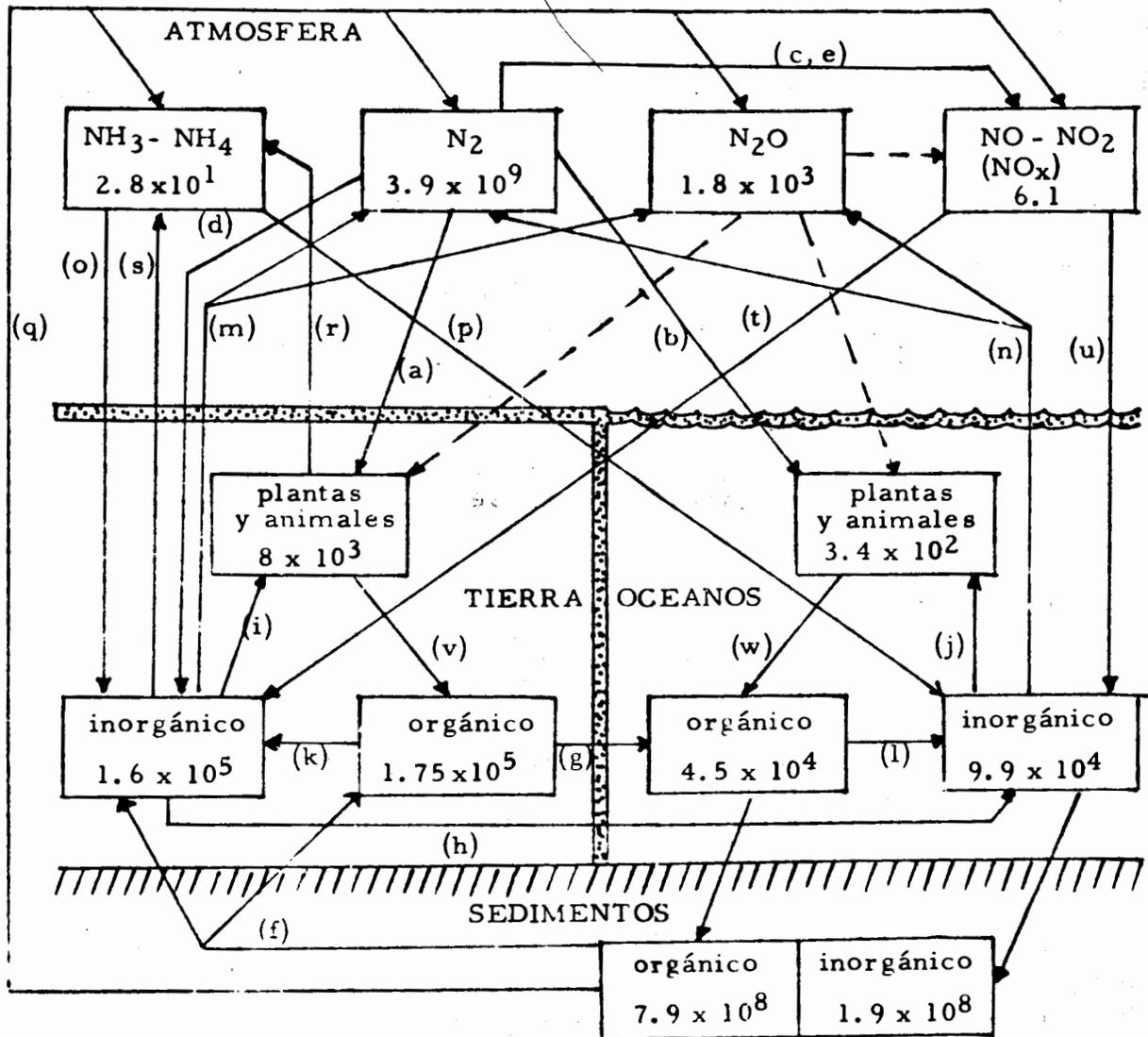
Los procesos biológicos descritos en el sistema terrestre son válidos para los acuáticos, solamente que los escurrimientos superficiales están aquí representados por la sedimentación. La diferencia fundamental entre los dos sistemas la constituye el contenido de N en la biomasa vegetal total, que es superior en la terrestre, debido a que el tiempo de retorno del nitrógeno en el mar es mucho más corto que en la tierra; está según se estima en relación aproximada de un mes en el mar a cinco años en la tierra.

4.1.3 El ciclo del Nitrógeno y la actividad humana

La mayor intervención del hombre dentro del ciclo del nitrógeno se debe a la necesidad de producir alimentos. Las deficiencias protéicas y calóricas son comunes en gran parte del mundo y causan severos problemas, principalmente entre los niños en relación al desarrollo físico y mental.

El incremento del uso de combustibles, hacen subir las emisiones de óxidos de nitrógeno, amoníaco y productos por pirólisis.

Los compuestos de nitrógeno son cada vez más empleados en la industria y los desechos respectivos también van cargados de este elemento.



a N fijado a tierra	9.9x10 ¹	o NH ₄ por lluvia	6.5x10 ¹
b N fijado al océano	3.0x10 ¹	p NH ₄ por lluvia	1.4x10 ¹
c Fijación atmosférica	7.4	q N de combustible fosil	3.5
d Fijación industrial	4.0x10 ¹	r NH ₄ volatilizado	5.3x10 ¹
e Fijado por combustión	1.8x10 ¹	s NH ₄ volatilizado	2.2x10 ¹
f Proceso de erosión	4.4	t NO _x por lluvia	2.5x10 ¹
g Escurrimientos	2.2x10 ¹	u NO _x por lluvia	8.8
h Escurrimientos	1.3x10 ¹	v N transferido	1.9x10 ³
i Asimilación	1.8x10 ³	w N transferido	1.4x10 ³
j Asimilación	1.4x10 ³		
k Mineralización	1.9x10 ³		
l Mineralización	1.4x10 ³		
m Desnitrificación	1.2x10 ²		
n Desnitrificación	4.0x10 ¹		

Todas las cantidades están en Tg N por año.

FIGURA No. 4 Relación de algunas reacciones en que interviene el nitrógeno

4.2 Fósforo

El fósforo es un elemento constitutivo y por tanto indispensable del protoplasma. Sigue un ciclo en el que sufre por descomposición orgánica, su transformación a fosfatos (PO_4). Como fosfato se halla en la naturaleza en depósitos formados durante épocas pasadas; actualmente de allí se obtiene, con el inconveniente de que gran parte se pierde por erosión hasta llegar al fondo marino, de donde algún día emergerá, para volver a ponerse sobre tierra firme. En el ciclo del fósforo intervienen las aves marinas, pero también ahora se ve menguada su actividad.

Los yacimientos son lo bastante abundantes para pensar en una escasez próxima, aunque vale la pena considerar su origen y no abusar o dejar que se pierda con tanta facilidad.

El fósforo es el más importante fertilizante por sí sólo. Frecuentemente se convierte en factor limitante de otros productos, cuando no se halla en la cantidad necesaria.

La limitación es tan mala como lo es también el exceso; las aguas negras domésticas contienen en general, de 15 a 35 mg/l de nitrógeno y de 2 a 4 mg/l de fósforo; cuando se vierten directamente a un lago, propician la proliferación de plancton, provocando eutroficación, con graves consecuencias para el comportamiento del cuerpo receptor.

En estos casos, se efectúan tratamientos al agua negra para que, entre otros objetivos, se reduzca la cantidad de fosfatos y se evite la proliferación de plancton antes indicada, no importa tanto para este fenómeno el exceso de nitrógeno si se ha reducido el fósforo.

La fuente de fosfatos en el agua negra, la constituye el detergente sintético, compuesto de uso cada vez más amplio y generalizado.

Las aguas negras se han empleado como aguas de riego agrícola aprovechándose estas propiedades con muy buenos resultados; solamente debe tomarse en cuenta el aspecto sanitario y más, cuando se use para obtención de productos alimenticios que el hombre ingiera crudos como fruta

les.

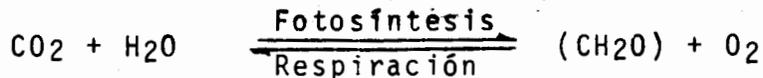
por óxido:

Cabe aclarar que el aprovechamiento del PO_4 por las plantas, así como otros iones básicos como K^+ , Ca^{++} , Hg^+ , H^+ y NO_3^- , lo hacen en la misma cantidad tanto en el día como en la noche, solamente varía la cantidad de agua absorbida, que es mayor en presencia de la luz; todo se debe a un cambio en la actividad metabólica de la planta.

4.3 Oxígeno

El oxígeno está presente en forma molecular (O_2) en el aire atmosférico, además de formar parte de óxidos metálicos y compuestos abundantes en la tierra como sílice y rocas (silicatos de aluminio).

En el ciclo del oxígeno juega un importante papel el proceso fotosintético, mediante el cual las plantas verdes (con clorofila), descomponen el CO_2 y el H_2O , siempre en presencia de la luz solar, para liberar carbohidratos (CH_2O) y oxígeno molecular (O_2); es un proceso complejo que resumido como se ha mencionado, se presenta bajo la ecuación:



En esta ecuación se observa que la respiración constituye el caso contrario o sea el consumo de oxígeno.

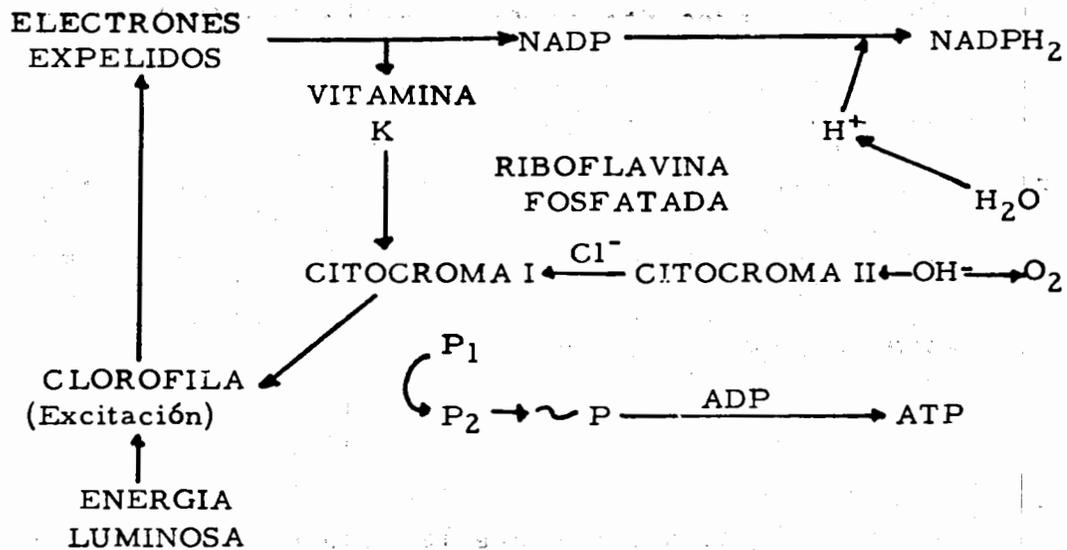
Por otro lado, la molécula (CH_2O) solamente representa una simplificación de los carbohidratos formados, puesto que así como está, no constituye ningún compuesto.

No hace mucho que se sabe que el oxígeno liberado proviene del compuesto H_2O y no del CO_2 y que existe una etapa que se verifica en oscuridad para que esto suceda como se muestra en la figura No. 5.

De cualquier modo, los vegetales constituyen la fuente principal de oxígeno, que por radiación ultravioleta de alta energía en la atmósfera, se convierte en ozono (O_3) que vuelve a pasar a O_2 para formar nuevamente combinaciones de óxidos metálicos y biológicos.

Las fases del proceso fotosintético son:

1. Absorción de la energía luminosa por los pigmentos fotosintéticos localizados en los cromatóforos.
2. Transformación de esta energía, parte en pirofosfato afín a la energía de ATP en un proceso de fosforación fotosintética y parte en energía para oxidación-reducción y formar tanto NADPH_2 como O_2 libre



3. Asimilación de carbón en una serie de reacciones en oscuro interviniendo ribosa-5-fosfato, difosfato de ribulosa y utilizando el poder reductor de NADPH_2 y la reacción fosforante de ATP

ADP = DIFOSFATO DE ADENOCINA
ATP = TRIFOSFATO DE ADENOCINA
NADP = TRIFOSFOPIRIDINA NUCLEOTOIDEA
 NADPH_2 = TRIFOSFOPIRIDINA NUCLEOTOIDEA REDUCIDA
P = FOSFORO

FIGURA No 5 Esquema de las etapas de la fotosíntesis.

A través de la respiración de plantas y animales se -- vuelve a regenerar el agua utilizada en la fotosínte-- sis con lo que O_2 y H_2O quedan en armónico equilibrio. Además, la existencia de oxígeno y de agua en la natu-- raleza es tan abundante, que respecto a ellos mismos -- no existe ningún viso de peligro por disminución, aún-- bajo el excesivo empleo actual de energéticos.

El contenido de O_2 disuelto en el agua es de importan-- cia fundamental en la distribución de la vida, especial-- mente de la animal. Un litro de aire contiene 209 ml. de oxígeno; en el agua el contenido de oxígeno es unas 25 veces menor, lo cual representa una limitación de -- su metabolismo.

Para la interpretación de lo que significa la concen-- tración de oxígeno en el agua como factor limitante, -- es preciso tener en cuenta las necesidades metabólicas de cada especie. En este sentido, los caracteres liga-- dos a un bajo metabolismo, como son la poca movilidad-- o el tamaño grande del organismo, tienen el valor de -- adaptaciones a una más baja concentración de oxígeno.

Una regla general es que una misma masa de materia vi-- va, si está dividida, tiene un metabolismo más intenso y gasta más oxígeno que si la misma masa forma un solo cuerpo: un kilo de peces gasta más oxígeno que un pez-- de a kilo (véase cuadro No. 2). Por ésto se considera que el consumo de oxígeno es proporcional a una poten-- cia de la longitud, inferior a 3 (en los copépodos por ejemplo, dicha potencia es 2.2).

CUADRO No. 2
CONSUMO DE OXIGENO DE ORGANISMOS REPRESENTATIVOS DE DIVERSOS GRUPOS
(ml de O_2 /gr. de peso seco/hora a $15^\circ - 20^\circ C$)

BACTERIAS	110.0
CILIADOS	0.5 - 10
ANIMALES MARINOS POCO ACTIVOS (colentéreos, equinodermos, anélidos)	0.005 - 0.02
COPEPODOS	0.2 - 0.9
CRUSTACEOS DECAPODOS	0.1 - 0.2
PEQUEÑOS PECES (<i>Fundulus</i> , <i>Girella</i>)	0.2 - 0.24
PECES MAYORES	0.05 - 0.1

5. LA ENERGIA Y LOS ECOSISTEMAS

En los ecosistemas debe considerarse el equilibrio energético, que se puede equiparar al balance de producción y consumo; por ejemplo, los vegetales terrestres invierten una gran parte de su energía en la elaboración de tejido de soporte, generalmente fibroso, porque lo hacen para que resista mejor a los consumidores; en cambio para su mantenimiento necesitan poca energía. En el agua, el fitoplancton está formado por tejido blando, que como detritus se descompone fácilmente y es consumido rápidamente por animales pequeños.

La producción en ambos medios es muy distinta en cuanto a densidad (número /m²) y biomasa (gr. de peso seco/m²); por ejemplo:

a) Fitoplancton

Densidad	10 ⁸ - 10 ¹⁰	(núm./m ²)
Biomasa	5	(gr.p.s./m ²)

b) Hierbas

Densidad	10 ² - 10 ³	(núm./m ²)
Biomasa	100	(gr.p.s./m ²)

La energía que en éstos y los restantes casos se emplea, proviene en último término del sol.

5.1 Distribución de la energía solar

Específicamente la distribución de la energía solar, está representada gráficamente en la figura No. 6, que muestra el flujo energético como porcentaje de la radiación solar:

$$Q = 1360 \text{ W/m}^2 \text{ en unidades absolutas}$$

Aproximadamente el 28 por ciento de Q es reflejado al espacio y el resto es absorbido por la tierra y los océanos para mantener el clima. El 47 por ciento ($22 + 25$) de Q es absorbido por la superficie terrestre (Q_s). El promedio (\bar{Q}) interceptado por el disco terrestre, que es la cuarta parte del área expuesta al sol, es esparcido rápidamente por toda la superficie debido a la rotación.

Por lo tanto

$$\bar{Q} = \frac{1}{4} Q$$

$$\bar{Q} = \frac{1360}{4} \text{ W/m}^2 = 340 \text{ W/m}^2$$

y si $\bar{Q}_s = 0.47 \times \bar{Q}$

$$\bar{Q}_s = 160 \text{ W/m}^2$$

Las unidades que frecuentemente se emplean en temas energéticos son

Caloría (Cal). Cantidad de energía que se requiere para elevar en 1°C la temperatura de un gramo de agua.

Unidad térmica británica (BTU). Cantidad de energía que se requiere para elevar en 1°F la temperatura de una libra de agua.

Joule (J). Unidad de energía del sistema internacional (o métrico)

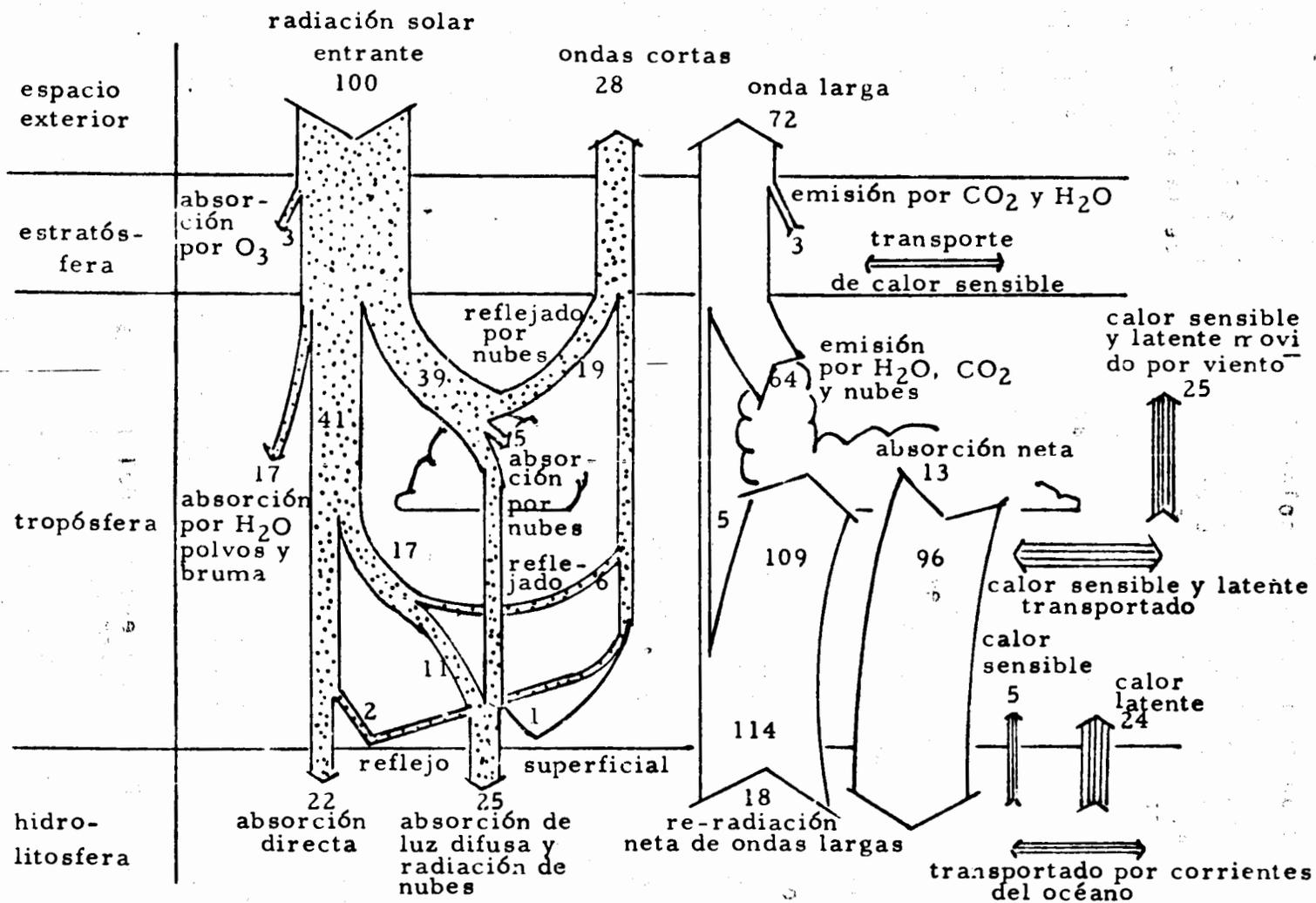


FIGURA No. 6 Balance de la energía solar

09 92 20250 28711297 20 V 20125 N9 20 41 105

que se relacionan además con otras, como se indica en el cuadro No. 3.

CUADRO No. 3
CONVERSION DE UNIDADES USUALES EN PROBLEMAS
ENERGETICOS

cal = 4.184 joules
BTU = 252 cal
Joule = 1.0 newton - metro
newton = 1.0 kg-m seg^{-2}

Las unidades de potencia:

Watt (W) unidad de potencia del sistema internacional (o métrico)

W = 1 joule seg^{-1}
Kwh = 860 Kcal
Kwh = 3600 Kj
Caballo de fuerza (HP)
HP = 476 W

La constante solar (1c) se ha fijado en promedio como de 1.95 gr. cal $\text{cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ que equivale a

- a) 136.1 MW $\text{cm}^{-2} \text{S}^{-1}$
- b) 8.16 J $\text{cm}^{-2} \text{min}^{-1}$

A consecuencia de la inclinación del eje de la tierra, su movimiento orbital y la revolución elíptica alrededor -- del sol, la energía que llega a la tierra es variable -- con el día del año, así como de la latitud y altitud del lugar. Existe una fórmula muy compleja que resuelve este dato, pero cuyos resultados se pueden comparar más fácilmente, con los observados que se consignan en los cuadros 4 y 5.

En los dos cuadros los valores están influenciados por la nubosidad, por lo que se aprecia que no existe una corelación directa entre ambos.

CUADRO No. 4

RADIACION TOTAL DIRECTA MEDIDA EL DIA 15 DE
CADA MES EN DIFERENTES LATITUDES NORTE
(gr. Cal cm⁻²día⁻¹)

Lat.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0°	480	512	530	518	500	485	490	520	550	547	507	475
15°	425	480	545	575	575	567	570	567	540	485	427	400
30°	297	380	482	565	617	625	610	567	490	400	312	270
45°	152	245	367	495	582	625	605	537	415	285	180	130
50°	112	175	310	460	550	585	570	490	350	215	117	55
60°	77	155	240	420	560	627	602	477	295	140	47	23
75°	0	7	85	280	515	637	595	397	155	32	0	0
90°	0	0	0	155	482	667	610	303	27	0	0	0

CUADRO No. 5

RADIACION DIRECTA PROMEDIO PARA EL DIA 15 DE CADA MES
A 47°N (EUROPA) gr Cal cm⁻² día⁻¹

Alt. (m)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Período caliente*
200	115	201	322	431	536	588	558	484	382	240	148	102	64484
500	128	219	343	465	564	618	586	512	404	262	160	110	68140
1000	148	247	363	509	606	659	623	550	434	290	178	124	73139
1500	159	264	493	547	645	696	660	585	460	314	194	136	77749
2000	167	278	422	575	684	729	700	614	484	332	206	144	83408
3000	175	293	445	599	717	773	752	656	516	350	217	152	86699

* El período caliente es la suma de lo. de abril a 31 de julio.

Específicamente para la República Mexicana, las gráficas de las figuras 7 y 8, muestran la variación calculada en dos sitios diferentes (Mezquital, Edo. de Hidalgo y Laguna Santiaguillo, Edo. de Durango). La figura No. 9 corresponde a valores bajo medición directa.

5.2 La energía en la cadena alimenticia

En total, del sol llegan 1.3×10^{23} gr. cal año⁻¹ y prácticamente toda la energía que se queda ingresa en la biosfera por medio de la fotosíntesis. Las plantas son las que inmediatamente como autótrofas, se convierten en biomasa utilizable como alimento a los consumidores siguientes, con bajos rendimientos de absorción de energía cada vez, al grado de que la cadena no sobrepasa de un cuarto o quinto consumidor. A escala total anual, el aprovechamiento es el siguiente:

del sol	1.3×10^{23}	gr. cal año ⁻¹
por plantas	1×10^{21}	"
por herbívoros	5×10^{20}	"
por carnívoros	1×10^{20}	"
por carnív. secundarios	3×10^{19}	"

En esto estriba la alarma de la escasez de alimento por el incremento poblacional; L.C. Cole en "La Ecosfera" - (artículo de Scientific American), expresa que

"De las calorías procedentes de plantas consumidas por un animal que las coma, sólo el 20 ó 30 por ciento es realmente productor de protoplasma. Sucede así que luego de que la mitad de lo consumido es perdido como residuo, la eficiencia neta de un herbívoro en convertir el protoplasma vegetal en carne, es alrededor del 10 ó 15 por ciento. Los consumidores secundarios, por ejemplo los carnívoros que se alimentan de los herbívoros, lo hacen un poco mejor debido a que el protoplasma animal tiene una menor proporción de materia indigerible que la contenida en las plantas; un carnívoro puede utilizar el 70 por ciento de la carne que ingiere para su propia química interna, pero de nuevo, sólo el 30 por ciento a lo sumo, es utilizable en la formación de sus tejidos. Así resulta que el máximo de eficiencia -

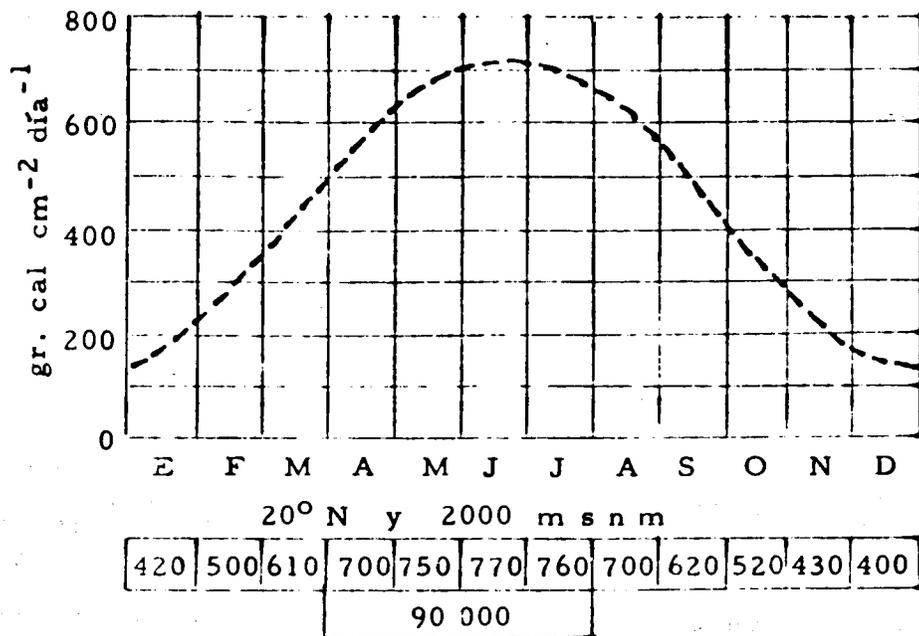


FIGURA No. 7 Valores medios de radiación para el día 15 de cada mes. El Mezquital (Apasco), Hgo.

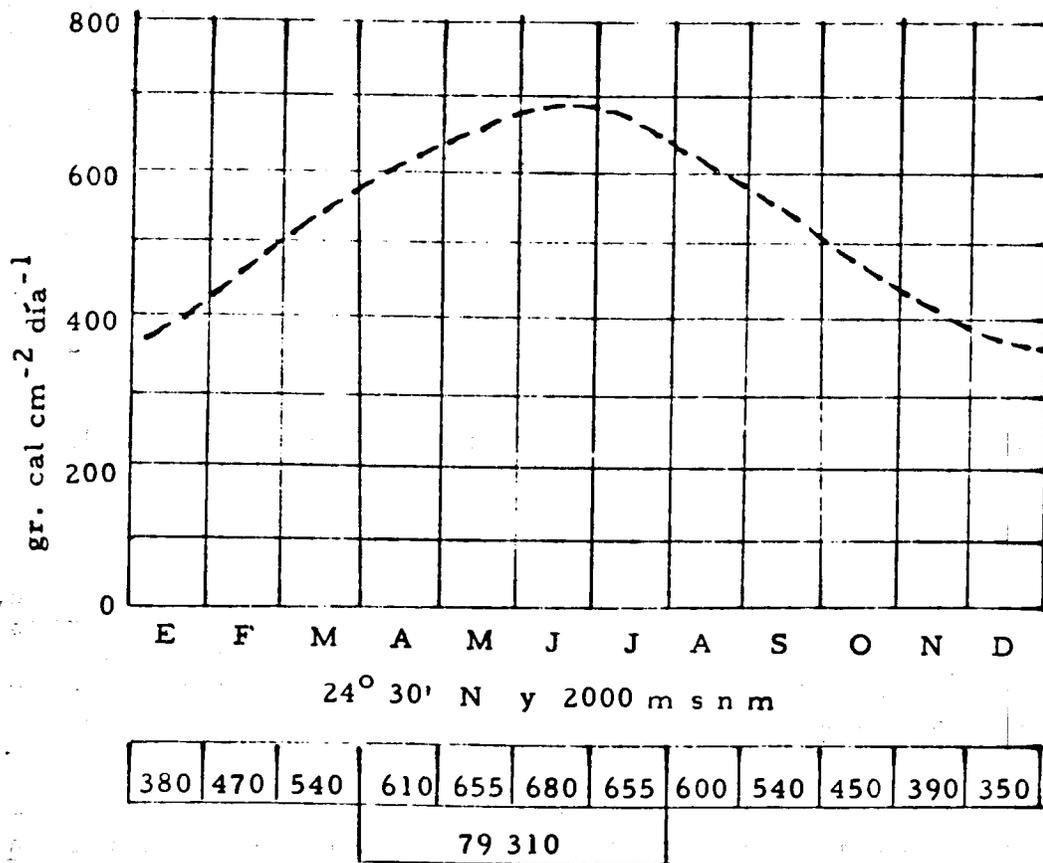


FIGURA No. 8 Valores medios de radiación para el día 15 de cada mes. Laguna Santiaguillo (Fuente de Llano), Dgo.

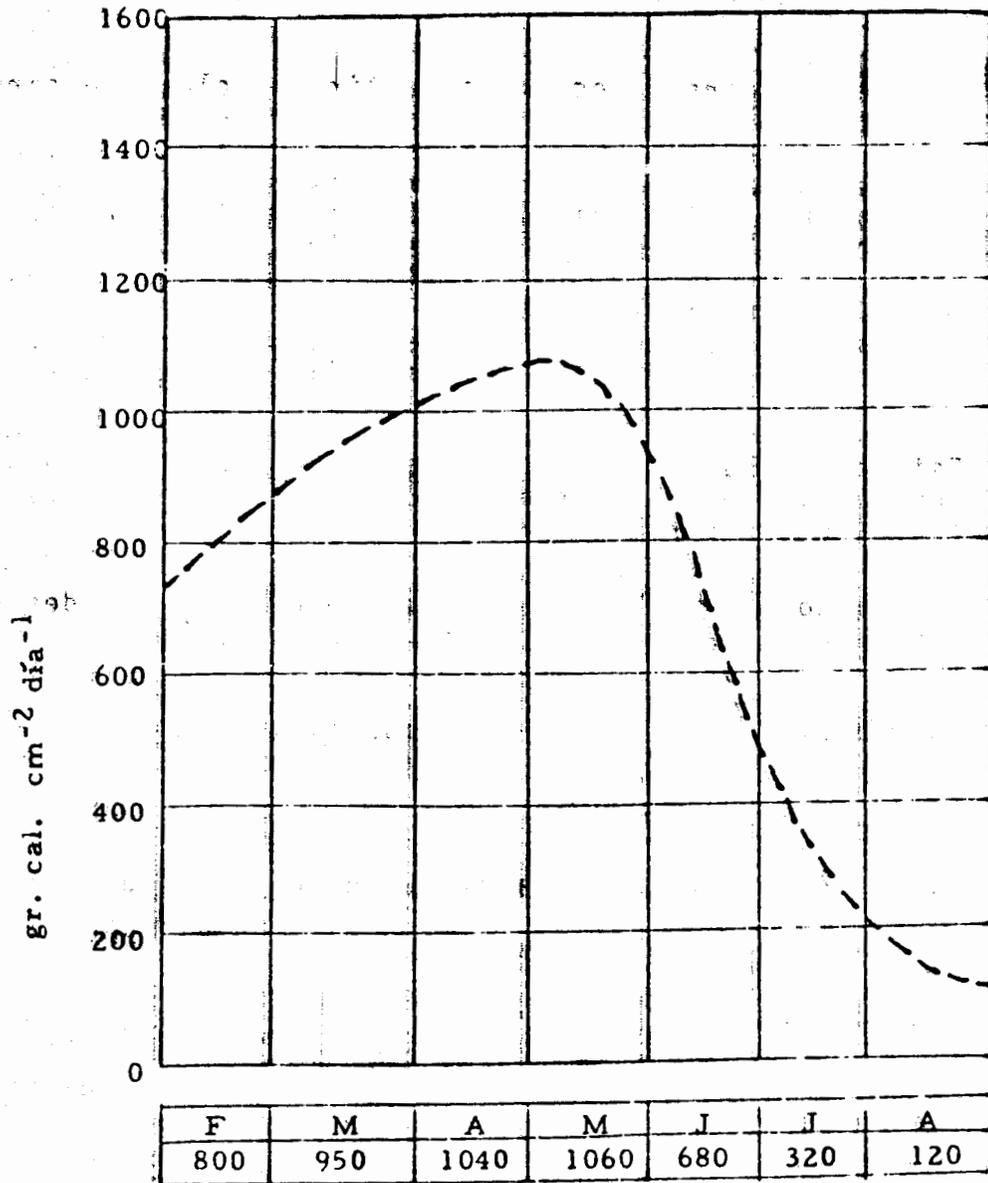


FIGURA No. 9 Curva de los valores promedio, medidos en la región de El Mezquital, Hgo.

de los carnívoros en convertir una clase de carne en otra, es del 20 por ciento "y pone como ejemplo lo que pasa con 1000 calorías acumuladas por las algas de un lago, que son convertidas en protoplasma equivalente a 150 calorías (15 por ciento) por pequeños animalillos acuáticos. La asimilación de estos animales produce 30 calorías de protoplasma (20 por ciento de las 150). Si una trucha devora a los animalillos y luego el hombre se come a la trucha, solo se viene utilizando 1.2 calorías (4 por ciento de las 30)".

Esto confirma que en la cadena alimenticia, raramente se tengan más de 4 ó 5 eslabones; en este ejemplo, la trucha es el tercer eslabón y el hombre el cuarto.

En cuanto a alimentos se tiene que diferenciar desde el punto de vista energético, el producto aprovechable; para ello se dan a continuación las definiciones para diversos tipos de productividad. El cuadro No. 6 contiene un ejemplo comparativo entre dos tipos de bosque:

Productividad bruta

Cantidad de materia viva producida durante la unidad de tiempo (un año) por un nivel trófico determinado o por alguno de sus constituyentes.

Productividad neta

Productividad bruta menos materia viva degradada por los fenómenos respiratorios.

Productividad primaria

Es la que corresponde a los seres autótrofos fotosintéticos.

Productividad secundaria

Es la del resto de los otros niveles tróficos, es decir, de los consumidores y desintegradores.

CUADRO No. 6
EJEMPLO COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD
EN DOS TIPOS DE BOSQUE

EJEMPLO	BOSQUE DE HAYAS EUROPEO	BOSQUE UMBROFILO TROPICAL
Energía luminosa recibida	270000	1500 000
Energía no utilizada	260000	1479 000
Productividad bruta	10000	21 000
Biomasa	62000	96 000
Respiración	4000	13 000
Descomposición	3000	5 000
Productividad neta	3000	3 000

Valores en Kcal/m²/año; para la biomasa en Kcal/m²

5.3 Aplicaciones y aprovechamiento de la energía natural

El estudio del balance energético no se circunscribe al de alimentos sino que se consideran todos los recursos, así como las demandas que día a día aumentan debido a la actividad tecnológica en ascenso.

Hasta hace pocos años no se hacía intervenir la energía aprovechable del sol ni la del viento ni la originada por oleaje o diferencia térmica del agua del mar.

El aprovechamiento de la energía solar y la obtenida de la biomasa así como de la del oleaje, viento, etc., es actualmente realizable porque se han podido superar las fallas originales de tipo tecnológico. Cabe aclarar -- que en muchos casos todavía no son competitivos económicamente con los sistemas tradicionales derivados de petróleo o el carbón mineral.

5.3.1 Energía eólica

Más que el aspecto tecnológico, interesa en cuanto al aprovechamiento de la energía eólica, sus argumentos ecológicos que son los siguientes:

Al obtener energía del viento, no se altera el balance-

térmico de la tierra a escala mundial; quizá influya a escala local si la captura es mucha y se transmite de una zona a otra de una gran ciudad. No producen ninguna contaminación. Como no es posible guardar al viento como proveedor de energía, no se producirán los problemas que resultan del almacenaje mismo, como en el caso del agua para una hidroeléctrica.

Obviamente la velocidad del viento será menor después de haber pasado por una planta; sin embargo, aunque el número de unidades sea grande, no se visualizan efectos adversos. Para plantas de 20 MW, se estima una área de 50 W/m^2 de instalación, en tanto que para hidroeléctricas les corresponde 0.03 W/m^2 .

Por otro lado, el riesgo que pudiera representar una instalación de éstas para las aves, no es mucho de acuerdo a la opinión de los militares que operan aviones de propulsión y jets, puesto que las velocidades previstas son relativamente bajas ($90 \text{ m/s} = 329 \text{ km/hr}$).

Bajo diseños cuidadosos el ruido tampoco representa problema alguno ya que a 4 ó 5 veces la distancia del diámetro del rotor, prácticamente ya no es audible su movimiento.

En adición a las consideraciones ecológicas, se ha hecho la pregunta de que si se afectaría la imagen en televisión o interferiría con alguna antena de T.V. Esto no es problema a menos de que se instalara una gran serie de plantas entre las torres de transmisión.

Como una recomendación final es conveniente evitar todo disturbio posible, para que la gente acepte sin restricciones estas instalaciones tan necesarias en el futuro.

La figura 10 muestra una instalación para generar 0.1 MW a velocidad del viento de 8 m/s . Es una estructura ligera que operó en Alemania Occidental en 1957 pero que diez años después fue desmantelada por falta de interés.

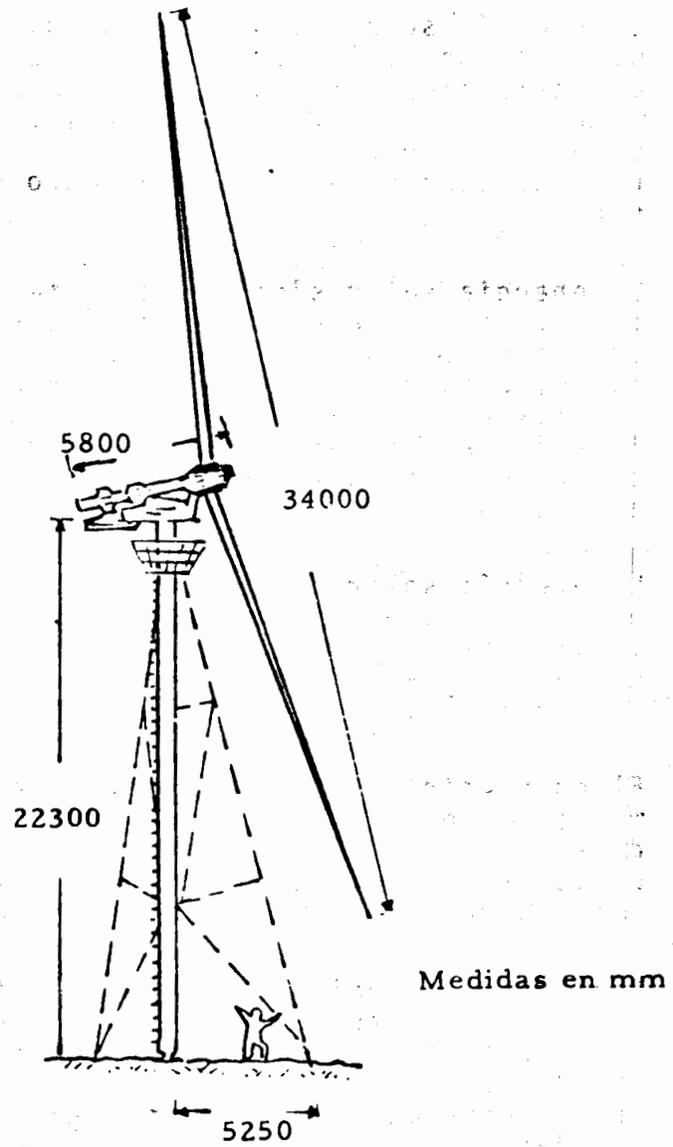


FIGURA No. 10 Generador eléctrico movido por viento
0.1 MW a velocidad del viento de 8 m/s

5.3.2 Energía solar

La energía solar es un recurso diluido y debe concentrarse antes de cualquier uso; los medios para lograr esta concentración van desde la forma eléctrica en hornos solares para 0.70 KW, hasta por satélites formando un sistema colector de varias unidades. Para ambos casos se usan espejos o lentes, resultando más económicos los primeros.

La energía solar siendo intermitente, debe almacenarse de alguna manera para poderla usar cuando sea necesario. Una forma es convertirla en otro tipo de energía almacenable, como es a base de producción de hidrógeno o como reserva biológica usando por ejemplo a algas cianofíceas. También se hace elevando agua a grandes alturas para obtener después energía hidráulica; para elevar el agua se emplean bombas accionadas por energía solar.

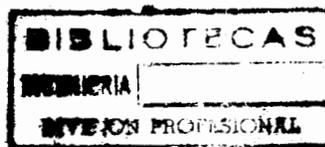
La energía solar puede ser convertida directamente en electricidad empleando celdas fotovoltaicas a base principalmente de silicio policristalizado que hasta ahora se fabrican a mano en placas de 8 x 10 cm. aproximadamente y por tanto, su costo resulta elevado.

El convertir la energía solar en electricidad se recomienda poco porque el rendimiento es extremadamente bajo, de solo un 5 a 7 por ciento. Sin embargo, dada su comodidad de empleo, se han ideado diversas formas de colectores según las condiciones climatológicas locales.

Como puede apreciarse ecológicamente no se genera ningún problema a no ser el estético al colocar en áreas extensas, captadores y concentradores solares. El calor generado y la intensa luz concentrada, requiere de personal debidamente adiestrado y protegido que los resguarde de accidentes.

5.3.3 Energía de los océanos

De los océanos se han planteado soluciones para aprovechamiento energético que van desde los desniveles de mareas, oleaje, corrientes, etc., hasta uno que ya se ha experimentado y estudiado con buenos éxitos: consiste en considerar las diferencias térmicas del agua superfi-



cial y profunda en un mismo sitio. Este aprovechamiento térmico no es nuevo, ya en 1881, Jacques d'Arsonval, físico francés, expresó esta idea sin que se le prestara atención; 40 años más tarde, en 1921 uno de sus discípulos (George Calude) construyó un aparato bajo este principio que fue operado en 1930 en la bahía de Matanzas, Cuba. Esta planta llegó a generar 22 KW de potencia por solo dos semanas, pues no pudo soportar el oleaje del mar.

Este contratiempo motivó que decayera el ánimo para nuevas investigaciones las que renacieron hasta 1964 con J. Hilbert Anderson de los Estados Unidos de Norteamérica; pero fue hasta 1975 en que se obtuvo como resultado de los 10 años de experimentación una pequeña planta de apenas 200 W de potencia. Existen ya proyectos de plantas para 100 MW.

El principio en que se basa el funcionamiento es el de ciclo cerrado o ciclo de Ran-Kine, propuesto desde 1881 por d'Arsonval. Se usa un fluido distinto al agua del mar que es vaporizado y convertido a su estado natural sucesivamente.

El problema del oleaje lo han resuelto algunos investigadores a base de plataformas y otros a base de equipo sumergido debidamente anclado.

Para los tubos de circulación de agua se propone fibra de vidrio o concreto, aunque se sigue investigando el mejor material y métodos para impedir la incrustación marina.

El aspecto ecológico es precisamente el debido a materiales; el material idóneo es una aleación de cobre y níquel, pero el cobre tiene propiedades tóxicas sobre la vida marina y podría causar una amplia destrucción de la fauna alrededor de la planta, rompiendo así la cadena alimenticia en las aguas vecinas.

Otro aspecto ecológico de importancia es el efecto sobre el ambiente de las plantas alojadas en las costas, aunque los investigadores dicen humorísticamente, que no es tan grave el efecto de la planta sobre el ambiente, como el ambiente lo es a la planta. Sin embargo, están conscientes de que las plantas deben adaptarse al ambiente -

para corregir cualquier rasgo que pudiera resultar peligroso.

5.3.4 Biogas

En años recientes el biogas ha sido visto como un recurso energético de gran valor auxiliar en el medio rural.- Es un sistema que las Naciones Unidas a través de su programa ambiental (UNEP: United Nations Environmental Program), ha desarrollado en los centros establecidos en --Jogjakarta, Manila, Ciudad de México, Singapur y Bangkok.

Entran en juego las bacterias aerobias y las anaerobias que originan el metano (CH_4).

El biogas obtenido de la fermentación de desechos orgánicos está compuesto por un 65 por ciento de metano propiamente dicho, 30 por ciento de bióxido de carbono y uno por ciento de sulfuro de hidrógeno, además de trazas de oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y monóxido de carbono. Es un gas incoloro, inodoro e inflamable.

Cuando el biogas es empleado en actividades domésticas, - un digester de 10 m³ de capacidad es capaz de abastecer de combustible a una familia de 5 miembros para cocinar- 3 alimentos al día y calentar 15 l. de agua para baño.

En China se ha estimado una producción diaria de gas de entre 150 a 200 l. por m³ de digester (véanse figuras 11 y 12).

El efecto adverso que pudiera causar en el ambiente no es significativo. El sistema de biogas admite todos los desperdicios en el digester, que fermentan para producir el gas; los sobrantes vuelven a los campos de cultivo como fertilizantes. La extracción de gas remueve muy poco, si no es que nada, de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes - vegetales; por el contrario se previene de la evaporación del amoníaco. En estas condiciones, se tiene un ciclo cerrado en donde no existe desperdicio.

Otro beneficio del sistema, de vital importancia en áreas de escaso desarrollo, es el tratamiento que reciben las excretas evitando propagación de enfermedades. El líquido de la superficie no contiene gérmenes patógenos y se-

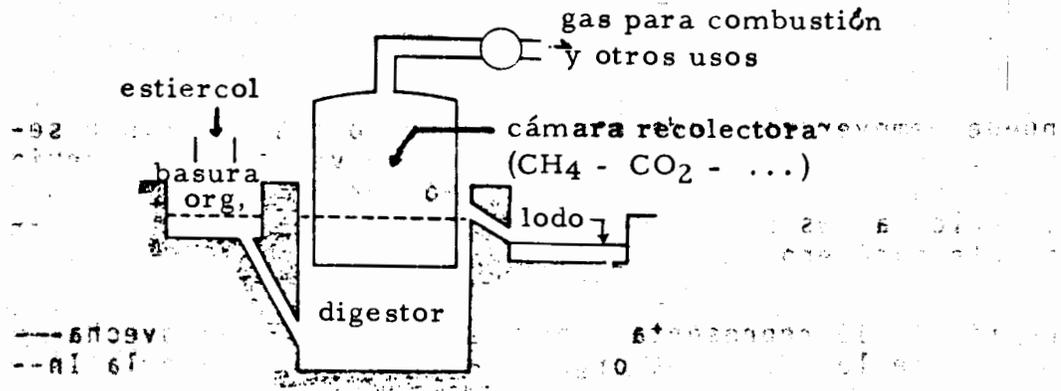


FIGURA No. 11 Diagrama de un digester para obtener metano

双管式“三联式”沼气池

Double-pipe "three-in-one" Digester

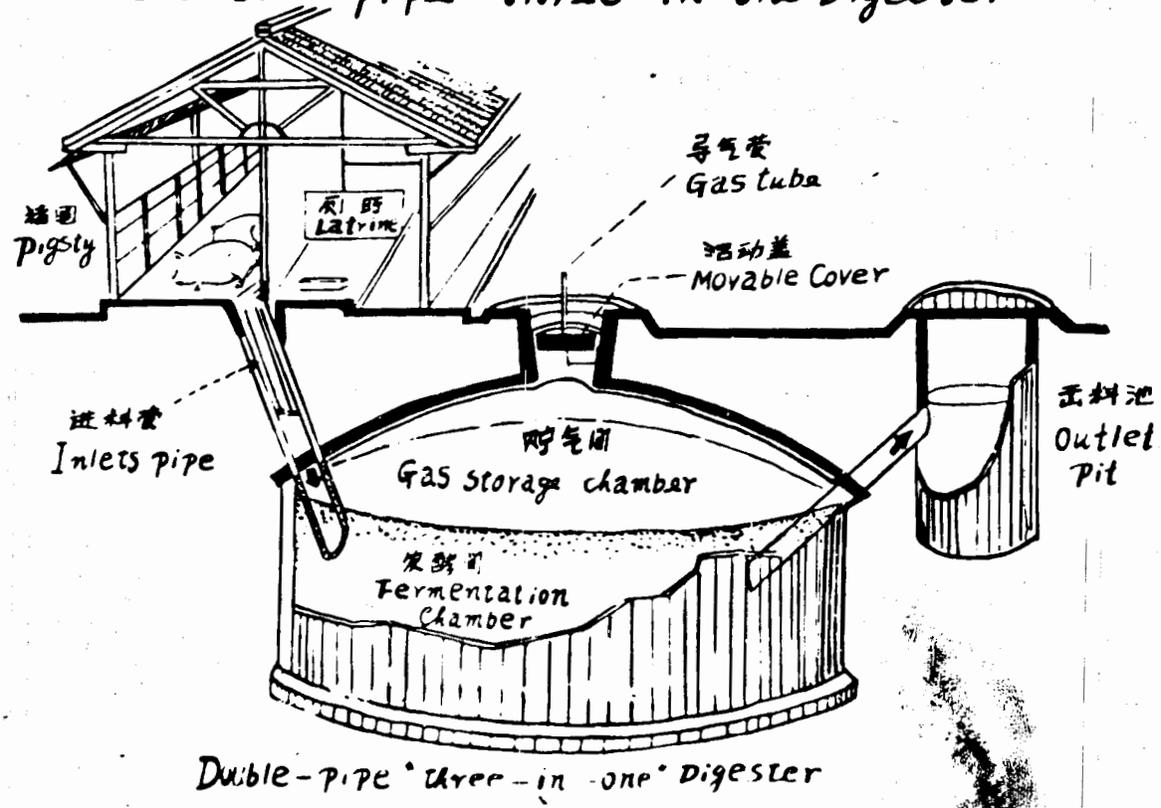
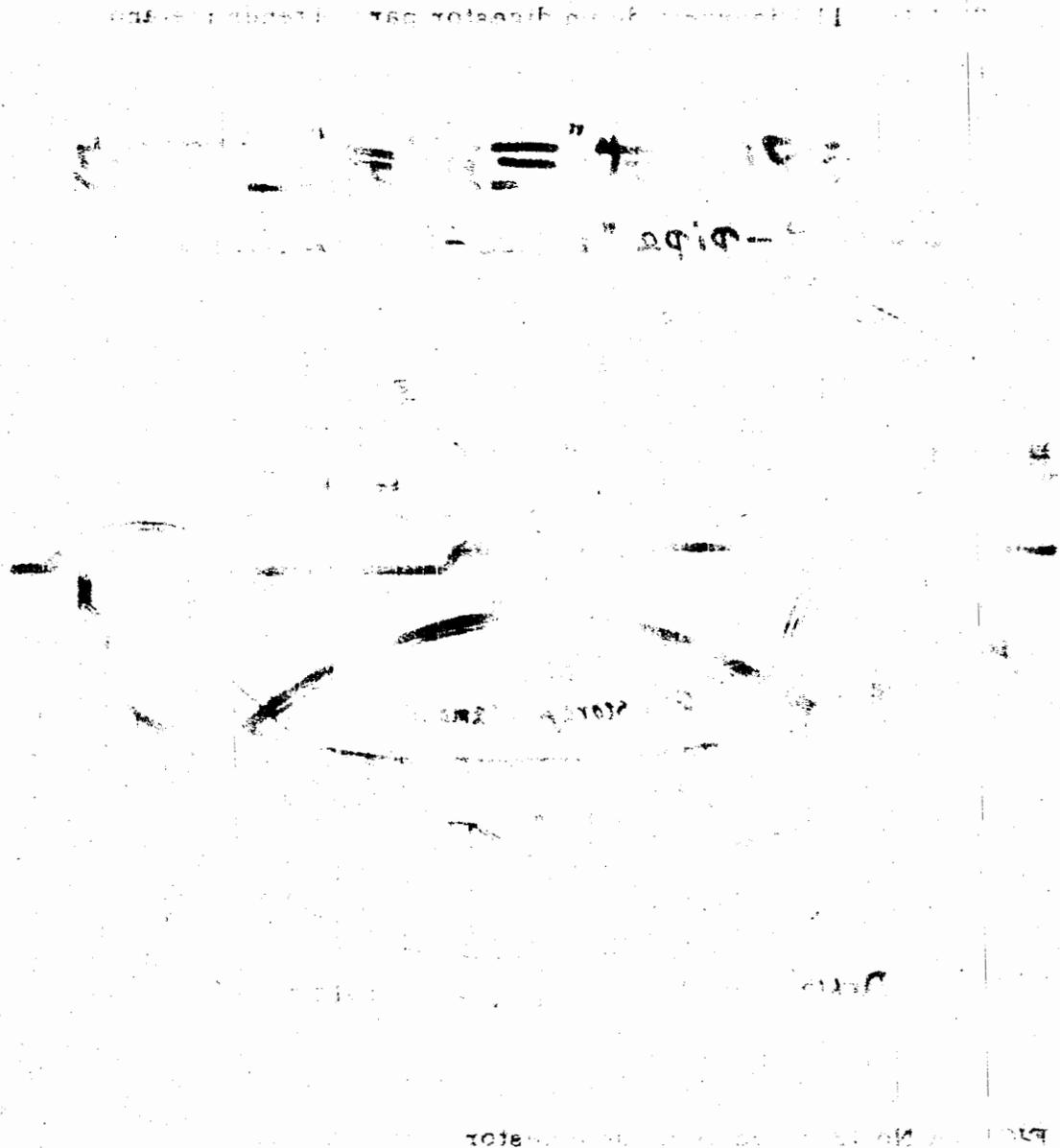


FIGURA No 12 Croquis de un digester para BIOGAS

puede remover con toda confianza una o dos veces por semana. Los sedimentos se remueven una vez al año, previo almacenaje con hidróxido de amonio por 30 días antes de tirarlos a los sembradíos, para destruir a cualquier agente patógeno.

La figura 13 representa esquemáticamente un aprovechamiento de los desechos orgánicos en una aldea de la India.



ESQUEMA DE UNA BIOINDUSTRIA RURAL

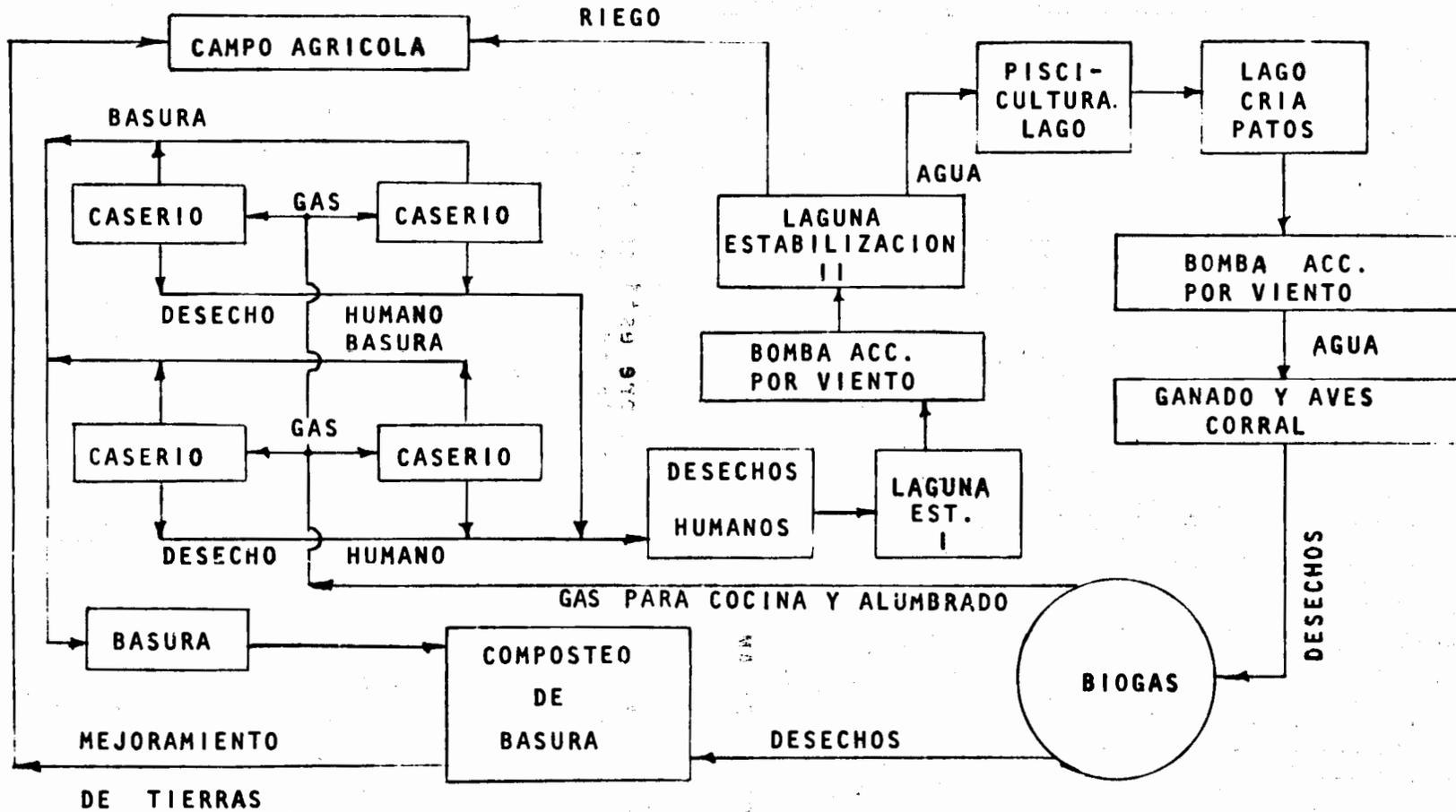


FIG. 13

LO QUE SUCEDE EN ALGUNAS COMUNIDADES DE LA INDIA

6. AFECTACION DEL AMBIENTE POR CONTAMINACION

6.1 Contaminación de aguas

El agua en estado natural siempre está contaminada, si -- por contaminación se entiende la adición de cualquier -- sustancia extraña a ella; sin embargo debe distinguirse -- entre los contenidos adicionados por la actividad humana -- y los que por efecto de fenómenos naturales llegan a los -- ríos, lagos, lagunas y al océano.

En muchos casos la peligrosidad o daño pueden ser igua-- les, pero en general, la contaminación provocada por el -- hombre es la que representa serios problemas.

Desde el punto de vista ecológico, la contaminación del -- agua influye en el cambio que se produce tanto en el pro -- pio medio acuático como en el ámbito humano en los aspec -- tos de salud, estéticos, y ofensivos a los sentidos; y -- en otros campos más, como el económico y el legal.

El agua es un recurso renovable y autopurificable por -- efecto del ciclo hidrológico; no obstante, el continuo -- vertido de contaminantes a los cuerpos receptores, hacen

que no se llegue a regenerar y su degradación, lejos de mantenerse constante, se incrementa notablemente.

A fin de prevenir y controlar la contaminación de aguas, el Reglamento respectivo (Diario Oficial 29 de marzo de 1973), indica en su Artículo 6 que ...

"para preservar y restaurar la calidad de los cuerpos receptores, deberá realizarse, en los términos de este Reglamento, mediante los siguientes procedimientos:

- I. Tratamiento de las aguas residuales para el control de sólidos sedimentables, grasas y aceites, materia flotante, temperatura y potencial hidrógeno (pH); ... "

A fin de que se cumpla con la disposición anterior, se exige que toda descarga que no sea exclusivamente doméstica, deberá registrarse (Art. 7) y ajustar los contenidos enunciados en el Artículo 6 a los máximos siguientes (Art. 13):

I. Sólidos sedimentables	1.0 ml/l
II. Grasas y aceites	70.0 ml/l
III. Materia flotante	Ninguna que pueda ser retenida por malla de 3mm. de claro libre cuadrado
IV. Temperatura	35°C
V. Potencial hidrógeno (pH)	4.5 - 10.00

De todas maneras, de acuerdo al uso del cuerpo receptor, las descargas tendrán que cumplir con los máximos indicados como permisibles para no alterarlo (Art. 24).

Con el cumplimiento de esta reglamentación se tiene un resguardo para prevenir a las aguas de la contaminación más frecuente y peligrosa; sin embargo, para estudios ecológicos debe considerarse que por alta que sea la eficiencia de un tratamiento, siempre se está arrojando al agua, material que puede alterar el sistema ecológi-

co establecido.

Es importante considerar que aún las aguas negras crudas (no tratadas), pueden emplearse en el riego de ciertos cultivos como forrajes, bajo condiciones de manejo sanitario controlado. En tal caso el peligro de contaminar acuíferos subterráneos por infiltración, desprendimiento de olores ofensivos y otros aspectos, deben incluirse -- dentro de ese control sanitario antes indicado.

6.1.1 Usos del agua según su calidad

En general, de acuerdo al uso del agua, se limitan los contenidos de los parámetros característicos.

a) Agua para riego agrícola

Relacionado con la calidad del agua y desde el punto de vista de contaminación, interesa el uso agrícola por el contacto indirecto con el hombre.

Se consideran tres grupos para el agua destinada a riego:

- I. Excelente a buena o para todo cultivo.
- II. Buena a perjudicial o para ciertos cultivos y bajo ciertas condiciones.
- III. Perjudicial a insatisfactoria o nociva a la mayoría de los cultivos

I. Por características bacteriológicas:

CLASE I

Aguas superficiales

NMP*	Presuntivo, promedio:	500/100 ml
NMP	Confirmativo, promedio:	50/100 ml

Aguas subterráneas

NMP	Presuntivo, promedio:	1500/100 ml
-----	-----------------------	-------------

*NMP = Número más probable de organismos colis. Se determinan por análisis bacteriológico de la muestra.

CLASE II

NMP	Promedio	2400/100 ml
NMP	Máximo	4600/100 ml

2. Por características físicas y químicas:

Concepto	C L A S E	
	I	II
Residuos flotantes	ausentes	ausentes
Olor y sabor		No debe ser rechazada por animales
Radio - 226	3 pc/l	3 pc/l
Estroncio - 90	10 pc/l	10 pc/l
Actividad beta total	1 pc/l	1 pc/l

3. Por salinidad del agua:

Condiciones del suelo	Límites en me/l		
	I	II	III
A. Baja filtración	3	3.5	5
B. Filtración regular drenaje lento	5	5 - 10	10
C. Infiltración profunda	7	7 - 15	15

4. Por otros elementos:

Contenido	Clase de agua		
	I	II	III
% Na	30-60	30-75	70-75
B (mg/l)	0.5-1.5	0.5-2.0	2.0-3.75
Cl (me/l)	2-5.5	2-16	6-16
SO ₄ (me/l)	4-10	4-20	12-20
C.E. Mmhos/cm	500	500-3000	2500-3000
Sales totales	700	350-2100	1750-2100

Un límite para el uso del agua en riego, aunque independientemente de su grado de contaminación pero relaciona-

do con ella, es la relación de adsorción de sodio (RAS), que puede conocerse por la expresión siguiente:

$$RAS = \frac{Na}{[1/2 (Ca + Mg)]^{1/2}}$$

donde Na, Ca y Mg son las concentraciones de los iones - en miliequivalentes por litro de agua.

b) Desarrollo y protección de fauna

Está limitado este uso según la salinidad para efectos - de bebida de acuerdo a la tolerancia para algunos anima- les como puede ser la siguiente:

ANIMAL	SALINIDAD	CONCENTRACION MAXIMA
Aves de corral	2860	mg/l
Cerdos	4250	"
Caballos	6435	"
Ganado lechero	7150	"
Ganado para carne	10000	"
Ovinos adultos	12900	"

Otra clasificación basada en la capacidad de desarrollo - indica para este uso:

TIPO DE AGUA	CONCENTRACION SALINA
Buena	2500 mg/l
Aceptable	2500-3500 mg/l
Pobre	3500-4500 "
Inapropiada	más de 4500 mg/l

y todavía más tolerable, esta otra bajo el mismo crite- rio anterior:

TIPO DE AGUA	CONCENTRACION SALINA
Excelente	0-100 mg/l
Buena	1000-400 "
Satisfactoria	4000-7000 "
Insatisfactoria	más de 7000 "

c) Agua para propagación de peces y vida acuática

Interviene para este uso una gran cantidad de limitantes entre los que destacan los siguientes:

- a) Oxígeno disuelto no menos de 5 mg/l
- b) pH de 6.7 a 8.6 con límites extremos de 6.3 a 9.0.
- c) Conductividad eléctrica a 25°C de 150 a 500 mho x 10⁻⁶ con un máximo de 1000 a 2000 mho x 10⁻⁶ en escurrimien-
tos sobre áreas alcalinas.
- d) CO₂ libre de 5.9 mg/l (3 ml/l)
- e) Amoníaco no más de 1.5 mg/l
- f) Sólidos suspendidos tales que permitan la penetración de la luz a no menos de 5 m.

Otras limitantes de tipo bacteriológico son las siguientes:

El NMP no debe exceder de 70 por 100 ml y no más del 10-
por ciento de las muestras podrán sobrepasar un NMP de -
230 por 100 ml.

En áreas restringidas esos valores pueden ser 10 veces -
mayores, pero si lo provocan descargas industriales, de-
be desecharse.

Existe otra clasificación que data de 1956 que es más -
tolerable.

Agua aceptable	NMP 16 000/100 ml
Agua aceptable bajo ciertas condiciones	NMP 160 000/100 ml
Agua indeseable	NMP mayor de 160 000/100 ml

d) Agua para natación

Queda limitado por las tres principales condiciones:

1. Agradable aspecto; sin materia flotante; color ni olor ofensivos.

2. Sin sustancias tóxicas a la ingestión o a la irritación de la piel.
3. Libre razonablemente de organismos patógenos.

La más importante es la última, ya que se ha observado que durante las temporadas vacacionales, se enferma de fiebre tifoidea una de cada 950 personas cuando existen 1000 colis por 100 ml y se enferman de diarrea entrérica una de cada 50 personas bajo esa misma proporción de colis.

Por seguridad debe adoptarse la siguiente clasificación

<u>Clase de agua para baño</u>	<u>NMP x 100 ml</u>
Buena	0 - 50
Dudosa	51 - 500
Mala	501 - 1000
Muy mala	más de 1000

En general se aceptan los límites para agua potable con valores hasta de 300 por ciento; pH 6.5 a 8.5; detergentes no más de 1.0 mg/l.

d) Agua para canotaje y disfrute estético

Las aguas para recreación pero no para natación, pueden contener valores del NMP hasta de 5000/100 ml. durante las temporadas de vacaciones. La superficie debe estar libre de sólidos flotantes. El contenido de ABS (detergentes) no debe exceder de 1.0 mg/l a fin de evitar la formación de espuma.

e) Agua para energía y navegación

Para este uso el agua debe estar libre de sustancias tales como: ácidos, alcalis y salinidad excesiva que aceleren la corrosión y deterioro de ductos y vehículos; de sólidos flotantes; sedimentos y sólidos suspendidos; materia orgánica putrecible que genere malos olores; algas; gusanos; aceites que pudieran provocar incendios.

6.2 Contaminación del aire

Existe una amplia bibliografía referente a los efectos que produce la contaminación del aire en la salud del hombre, animales y plantas, así como del deterioro que causa en edificios, obras de arte y otros bienes materiales; además, es un tema tan amplio e interesante, - que sería imposible dar siquiera un breve resumen sin ocupar un buen número de páginas. Por ésto es que en este inciso, solamente se comenta la parte de la Ley y el Reglamento correspondiente.

La Ley Federal de Protección al Ambiente (Diario Oficial 11 de enero de 1982) destina el Capítulo Segundo a la protección atmosférica; en el artículo 17 indica que

"Se prohíbe expeler o descargar contaminantes que - alteren la atmósfera o que provoquen o que puedan provocar degradación o molestias en perjuicio de - la salud humana, la flora, la fauna y, en general, de los ecosistemas".

Las fuentes emisoras de contaminantes (Artículo 11) se subdividen en:

a) Naturales

b) Artificiales

b-1) fijas

b-2) móviles

b-3) diversas

Las naturales incluyen las áreas polvosas de terrenos erosionados en donde la generación de polvo es imposible de controlar; en este mismo caso se hallan los terrenos desecados. Quedan dentro de esta categoría las emisiones volcánicas y otras semejantes.

Las artificiales son todas aquellas producto de la acción del hombre, clasificándose como fijas a las fábricas, talleres, termoeléctricas, instalaciones nucleares, refinerías, plantas químicas, construcciones y - cualquiera otra análoga a las anteriores; como móviles, vehículos automotores de combustión interna, avio

nes, locomotoras, barcos, motocicletas y similares y en general, todas las que durante su traslado, continúen emitiendo contaminantes; en diversos se cataloga la que ma de basura a cielo abierto y toda materia que por com bustión produzca contaminación.

En base a la Ley original, derogada por la actual, se firmó el 8 de septiembre de 1971 el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica -- originada por la emisión de Humos y Polvos, aún vigente (febrero 1982).

El Artículo 4 indica que se dará apoyo a ...

"la fabricación, adquisición e instalación de equi— pos y aditamentos que tengan por objeto evitar, con trolar o abatir la contaminación causada por emi— sión de humos y polvos ..."

El Artículo 6 dice:

"Se dará atención especial al control de las fuentes de contaminación siguientes:

- I. Incineración de basura.
- II. Refinerías.
- III. Termoeléctricas.
- IV. Ferrocarriles.
- V. Vehículos automotores.
- VI. Plantas industrializadoras de guanos y productoras de fertilizantes.
- VII. Plantas de concreto asfáltico"

En cuanto a humos, la escala que sirve de patrón es la conocida como carta de Humo de Ringelmann debiéndose — considerar el tiempo de duración del efecto. Se expresa en el Artículo 10 que para emisiones de equipos esta cionarios existentes exceptuando incineradores, no de rán exceder del número dos de la carta por períodos de más de cinco minutos en una hora. Para los de nueva -- instalación se limita a tres minutos (Art. 11).

De manera semejante se indican los límites para otras — fuentes móviles, cuidando en todos los casos que lle— guen a causar molestias.

Para la emisión de polvos, el Artículo 20 dice que

"no deberá exceder de las cantidades indicadas en la tabla número uno, en relación al peso de proceso correspondiente o en la tabla número dos, en relación al volumen de gas en la fuente, en metros cúbicos".

Las tablas uno y dos mencionadas, son las que se muestran en los cuadros 7 y 8.

6.3 Contaminación de suelos

Los suelos constituyen el medio ideal de desarrollo bacteriano para la descomposición de la materia orgánica y el receptáculo de todos los nutrientes necesarios para los vegetales. Los cambios que se provoquen por vertidos de sustancias contaminantes, pueden originar cambios ecológicos, de magnitud acorde al grado de toxicidad de las sustancias.

La Ley Federal de Protección al Ambiente, dedica por esta causa su Capítulo Quinto a la protección de los suelos. Su articulado es en sí un breve resumen de lo que debe considerarse en relación a este tema; por ello se transcriben a continuación los artículos del 34 al 38.

CAPITULO QUINTO

De la protección de los suelos

ARTICULO 34. Queda prohibido descargar, depositar o infiltrar contaminantes en los suelos, sin el cumplimiento de las normas técnicas correspondientes. La Secretaría de Salubridad y Asistencia autorizará el funcionamiento de los sistemas de recolección, depósito, alojamiento, uso, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, líquidos o gaseosos.

ARTICULO 35. Las personas físicas o morales que aprovechen o dispongan de los desechos sólidos o basura, deberán hacerlo sujetándose a la reglamentación que al efecto se expida y, en su caso, de acuerdo con los proyectos, instalaciones y normas de funcionamiento relativos, que aprueben las dependencias competentes.

CUADRO No. 7

TABLA 1. DEL REGLAMENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA ORIGINADA POR LA EMISION DE HUMOS Y POLVOS.

Peso del Proceso	Emisión Máxima Permitida, Kg/h.	
	Industria Nueva	Industria Existente
0.025	0.489	0.652
0.050	0.780	1.040
0.100	1.239	1.652
0.200	1.974	2.632
0.300	2.589	3.452
0.400	3.141	4.188
0.500	3.648	4.864
0.750	4.788	6.348
1.000	5.805	7.740
1.250	6.741	8.988
1.500	7.617	10.156
2.000	9.237	12.316
2.500	10.725	14.300
3.000	12.120	16.160
3.500	13.437	17.916
4.000	14.694	19.592
4.500	15.900	21.200
5.000	17.064	22.752
6.000	19.281	25.708
8.000	23.382	31.176
10.000	27.153	36.204
15.000	35.625	47.500
20.000	43.200	57.600
25.000	50.166	66.888
30.000	55.572	74.096
35.000	57.462	76.616
40.000	59.127	78.836
45.000	60.564	80.752
50.000	61.926	82.568
60.000	64.269	85.693
70.000	65.556	87.408
80.000	68.052	90.736
100.000	71.154	94.872
500.000	95.436	127.248
1000.000	107.313	143.084
3000.000	130.080	172.650

CUADRO No. 8

TABLA 2. DEL REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE HUMOS Y POLVOS

Volumen de Gas en la Fuente m ³ Normal, por minuto	Concentración Industria Nueva mg/m ³ Normal, por minuto	Concentración Industria Existente mg/m ³ Normal, por minuto
100	849.0	1132.0
125	795.0	1060.0
150	750.0	1000.0
175	714.0	952.0
200	684.0	912.0
300	600.0	800.0
400	543.0	724.0
500	510.0	680.0
750	444.0	592.0
1000	405.0	540.0
1500	357.0	476.0
2000	324.0	432.0
3000	285.0	380.0
4000	258.0	344.0
5000	240.0	320.0
7500	210.0	280.0
10000	192.0	256.0
15000	168.0	224.0
20000	154.2	205.6
30000	135.0	180.0
40000	123.0	164.0
50000	114.0	152.0

ARTICULO 36. Los desechos sólidos que originen contaminación provenientes de usos públicos, domésticos, industriales, agropecuarios o de cualquier otra especie, que se acumulen o puedan acumular en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo.
- II. Las alternaciones nocivas en el proceso biológico de los suelos, y
- III. La modificación, trastornos o alteraciones ya sea en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo en la capacidad hidráulica de los ríos, cuencas, cauces, lagos, embalses, aguas marinas, mantos acuíferos y otros cuerpos de agua.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia, en coordinación con la de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, asesorará a los Gobiernos Estatales y Municipales en la evolución y mejoramiento del sistema de recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos, incluyendo la elaboración de inventarios de desechos sólidos, industriales y basura, identificación de alternativas de reutilización y disposición final, así como la formulación de programas para dicha reutilización y disposición final de los desechos sólidos.

ARTICULO 37. Los procesos industriales que generen desechos sólidos que por su naturaleza sean de lenta degradación, como plásticos, vidrio, aluminio y otros materiales similares, se ajustarán al reglamento que al efecto se expida.

ARTICULO 38. Los proyectos de obras e instalaciones necesarias para la utilización o explotación de los suelos para fines urbanos, industriales, agropecuarios, recreativos y otros, se someterán a la autorización de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en lo que respecta a protección del ambiente y resolverá tomando en cuenta el dictamen que emitan las dependencias competentes, según el tipo de obra o instalación de que se trate.

6.4 Contaminación ambiental originada por la emisión de ruido.

El sentido del oído tiene una gran amplitud entre los límites de percepción; se pueden escuchar sonidos con valores apenas de 15 Hertz*, hasta tan altos como de 20000 Hz. Como una idea de valores de frecuencia, está el producido por el *do* central de un piano con 261 Hz. y una longitud de onda de 1.22 m; el *fa* agudo de una soprano con 1408 Hz. y una longitud de onda de 23.8 cm. mientras que el *re* de una cantante de opera de registro bajo con 74 Hz. y una longitud de onda de 4.60 m.

Todo sonido indeseable se clasifica como *ruido*; de esta manera, para distintas personas y dentro de ciertos límites, la música puede ser aceptada agradablemente o rechazada como molesta, catalogada en este último caso como ruido.

El sonido es producido por una fluctuación de la presión en el aire; para medir su intensidad, se referencia a un patrón, resultando una escala que se mide en decibeles (dB).

El decibel es la unidad que expresa la relación entre las potencias de un sonido determinado y un sonido de referencia en escala logarítmica. Relacionado con el bel, éste tiene 10 veces la potencia de un dB. Un dB es igual a 0.000204 dina/cm² y equivale a 10 veces el logaritmo base diez, del cociente de la fluctuación en la presión de un sonido, entre la presión de referencia de otro:

$$dB = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_0} \right)$$

P_1 = fluctuación en la presión

P_0 = presión de referencia

* La intensidad de frecuencia es el Hertz, abreviado Hz.; a su vez frecuencia es el número de ciclos o vibraciones por unidad de tiempo (segundo) de un tono puro.

La presión de referencia es de 20 micropascales

$$1 \text{ pascal} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 0.1/\text{dina/cm}^2$$

$$\text{N} = \text{Newton}$$

→ Las mediciones de ruido se hacen con un aparato denominado decibelímetro que consiste en un micrófono para analizar las presiones de grupos de frecuencia dispuestas en tres escalas. La escala A es la que más se aproxima a la que percibe el oído humano, abarca de 400 a 12000 Hz. La escala B cubre de 124 a 12000 Hz. pero registra mejor o es más sensible a las frecuencias altas. La C cubre de 15 a 10000 Hz. Para diferenciar la escala empleada, ésta se indica entre paréntesis junto a la abreviatura de decibel: dB (A) por ejemplo.

En cuanto a las fuentes artificiales de contaminación ambiental por ruido, se consideran ser de dos tipos: fijas y móviles. Dentro de las primera se hallan fábricas, talleres, comercios, termoeléctricas, refinerías, plantas químicas y similares, así como clubes cinegéticos y polígonos de tiro; las segundas comprenden aviones, helicópteros, embarcaciones, ferrocarriles, tranvías, camiones, automóviles, motocicletas, tractores y otras semejantes.

El ruido como alterador del ambiente, debe considerarse tanto en intensidad como en duración o exposición al mismo. El Reglamento para Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos --- (Diario Oficial, 2 de enero de 1976), indica en su artículo 14

"Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental por ruidos, se establece como nivel máximo permitido para la emisión de esta contaminante proveniente de fuentes fijas, el valor de 68 dB (A) entre las seis y las veintidos horas del día, y de 65 dB (A) entre las veintidos y las seis horas.

Estos serán los valores medios, medidos en forma -- continua durante un lapso no menor de 15 minutos, -

en el perímetro del predio, utilizando un decibelímetro normalizado, calibrado y en integración, lenta, autorizado por la Secretaría de Industria y Comercio ..."

Cabe recordar que los valores indicados en el artículo antes mencionado de 65 dB (A) en la noche y 68 dB (A) en el día, están dados en escala logarítmica por lo que la diferencia de solo 3 dB (A), es ya notable. Para tener una idea en relación a estas cifras, considérese que:

- a) a 1.60 m. de distancia, un suave murmullo tiene 30 -- dB(A)
- b) un radio que funciona cerca, 110 dB (A)
- c) un turborreactor (jet) en despegue, 160 dB (A)
- d) los oídos comienzan a molestar con 120 dB (A) y a doler con 140 dB (A)

El cuadro No. 9 contiene los tiempos permisibles de exposición al ruido, antes de que causen algún daño o alteración física o psicológica.

CUADRO No. 9
TIEMPOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN AL RUIDO

Duración en horas/día	Nivel de sonido dB/(a)
8.0	90
6.0	92
4.0	95
3.0	97
2.0	100
1.5	102
1.0	105
0.5	110
0.25(15 min)	115

La fracción I del Artículo 17 del Reglamento, en lo referente al nivel máximo permitido, indica que

"... se estudiarán con especial cuidado aquellos casos en que exista contaminación ambiental por ruido, cuyo nivel medio sea de $155 \text{ dB(A)} \pm 3 \text{ dB}$ durante un lapso no inferior a quince minutos o de duración inferior a un segundo, cuyo nivel exceda a los 140 dB(A) , observada en áreas donde exista la posibilidad de exposición personal inadvertida no derivada de una relación laboral".

7. EFECTOS AMBIENTALES DE LAS OBRAS DE INGENIERIA

Los cambios positivos o negativos que se originan en el ambiente a causa de cualquier intervención del hombre, pero principalmente a nivel de obras gubernamentales, se han tratado de cuantificar mediante ciertas técnicas, que finalmente conducen a un simple balance de aspectos positivos y negativos. Al estudio correspondiente se le conoce como *análisis de efecto ambiental*. Es conveniente aclarar que en el léxico técnico, por traducción directa del idioma inglés, se ha generalizado el denominar impacto, al cambio en el ambiente por efecto de una acción; así se habla de "informe de impacto ambiental" cuando en realidad se trata de informar sobre los efectos que provoca una acción en el ambiente.

En México (1981) todavía no se reglamenta al respecto y por tanto no existe una metodología en especial para aplicar en un informe de efectos ambientales; sin embargo, las propias dependencias oficiales, están ya exigiendo, en base a la Ley Federal de Protección al Ambiente; una evaluación que permita hacer ver, cómo se modificaría el ambiente bajo la realización de la obra proyectada. Es una exigencia plausible, dado el crítico equilibrio ecológico, que ca

da vez se ve aceleradamente en peligro de romperse.

Para llevar a cabo un estudio completo de este análisis, es necesario satisfacer las siguientes etapas:

1. Comprender la acción propuesta así como su finalidad y los recursos que se emplearán.
2. Conocer los efectos inmediatos que produciría en el ambiente.
3. Analizar las actividades principales para lograr la realización.
4. Proyectar la acción propuesta hacia el futuro para determinar y cuantificar los probables cambios en el ambiente.
5. Formular un informe del análisis, hecho de tal manera, que pueda ser usado en el proceso de toma de decisiones, en cuanto a la afectación del ambiente.

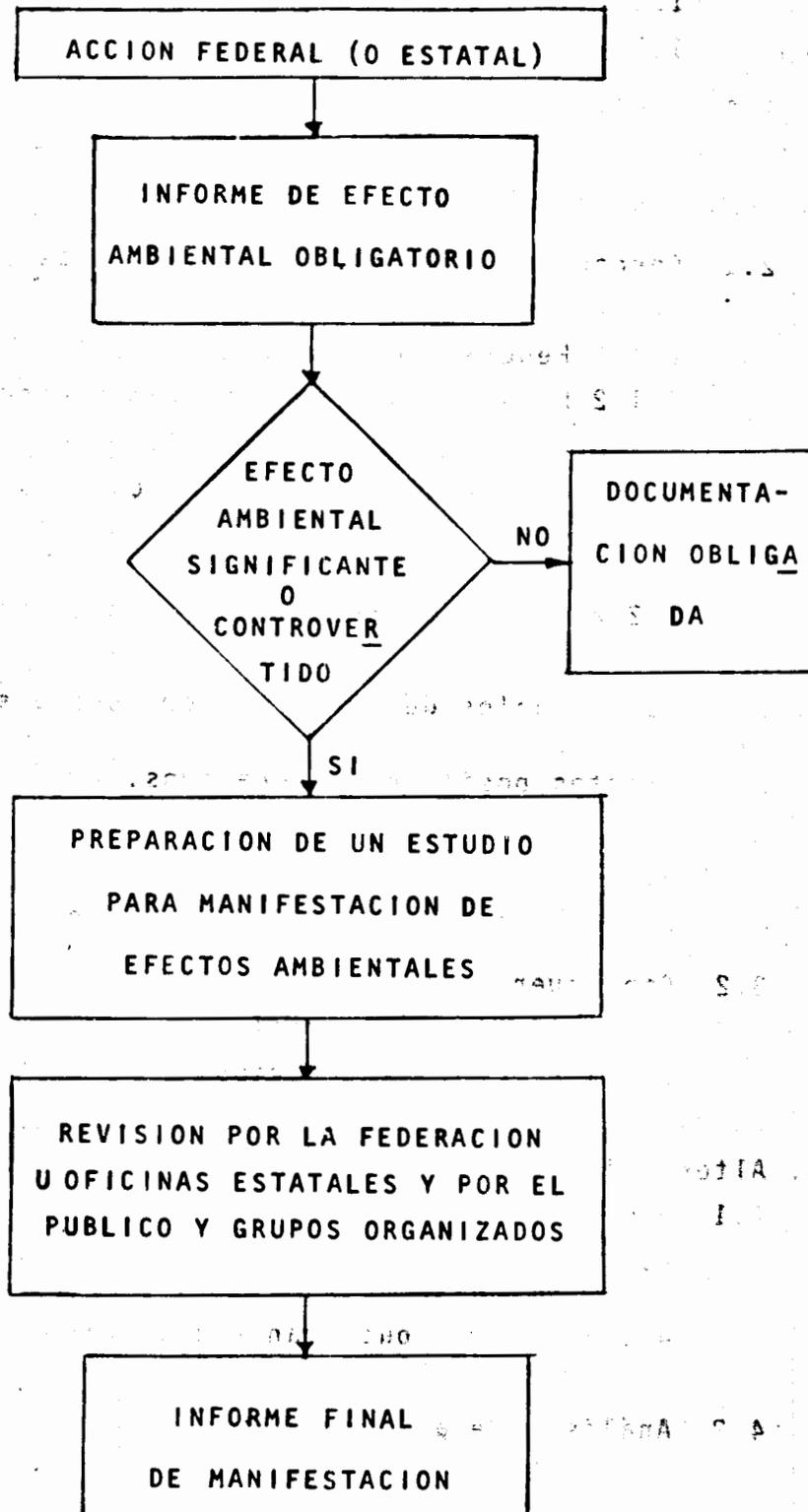
En los Estados Unidos de Norteamérica, país que ha legislado respecto a este tema, se hace distinción entre dos tipos de informe; uno es el derivado de un proyecto o acción que mediante estudios sencillos, se sabe que no producirán cambios de trascendencia; y otro, el que genera altas discusiones y controversias por su amplitud y desconocimiento final de efectos. Al primero se le denomina Efecto Ambiental Obligatorio (Environmental Impact Assessment); al segundo Manifestación de Efectos Ambientales (Environmental Impact Statement). Esquemáticamente intervendrían como se muestra en la figura No. 14.

7.1 Guía para desarrollar informes sobre Efectos Ambientales.

Para que se facilite el desarrollo de los informes, se propone la siguiente guía:

1. Descripción del proyecto o acción
 - 1.1 Objetivos
 - 1.2 Descripción general

FIGURA 14.- DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE INFORMES SOBRE EFECTOS AMBIENTALES



- 1.2.1 Nombre
- 1.2.2 Resumen de actividades
- 1.3 Ambiente circundante
2. Relación con el uso de la tierra
- 2.1 Concordancia o conflictos con otros planes sobre el uso de la tierra
- 2.1.1 Federal, estatal, municipal
- 2.1.2 Legal, respecto a contaminación del ambiente.
- 2.2 Conflictos e inconsistencias con planes sobre el uso de tierras.
- 2.2.1 Grados de conformidad.
- 2.2.2 Razones para proceder con el proyecto.
3. Efectos probables del proyecto propuesto sobre el ambiente.
- 3.1 Efectos positivos y negativos.
- 3.1.1 Factores nacionales e internacionales.
- 3.1.2 Factores ambientales.
- 3.1.3 Efecto de la acción o proyecto propuesto.
- 3.2 Consecuencias directas e indirectas
- 3.2.1 Efectos primarios
- 3.2.2 Efectos secundarios
4. Alternativas del proyecto propuesto
- 4.1 Acciones alternativas razonables
- 4.1.1 Las que pudieran mejorar la calidad del ambiente.
- 4.1.2 Las que pudieran evitar algunos o todos los efectos adversos.
- 4.2 Análisis de alternativas

4.2.1 Beneficios

4.2.2 Costos

4.2.3 Riesgos

5. Probables efectos ambientales adversos inevitables

5.1 Efectos adversos inevitables

5.2 Acciones para ser mitigados

6. Relaciones entre los ambientes humanos de uso temporal y los de alta productividad continua.

6.1 Intercambio entre el beneficio de ambiente temporal a expensas de pérdidas de los durables.

6.2 Intercambio entre el beneficio de ambiente durables a expensas de pérdidas de los temporales.

6.3 Aplicación a cada una de las acciones propuestas excluyendo las opciones futuras.

7. Afectaciones irreversibles e irrecuperables a los recursos.

7.1 Efectos irreversibles inevitables que reducen el campo potencial de usos en el ambiente.

7.1.1 Laboral

7.1.2 Material

7.1.3 Natural

7.1.4 Cultural

8. Otros intereses y políticas gubernamentales que compensen los efectos adversos al ambiente provocados por la acción propuesta.

8.1 Que compensen los beneficios de la acción propuesta.

8.2 Que compensen los beneficios de las alternativas.

7.2 Elementos a considerar en Análisis de Efectos Ambientales.

Para evaluar los efectos ambientales de un proyecto, - deben conocerse lo mejor posible los elementos que probablemente se afecten, para llegar a definir las alternativas de la acción que provoquen los menores daños y se incrementen los beneficios.

La lista de elementos que pueden ser afectados, es -- siempre incompleta por más larga que sea; sin embargo, algunos autores consideran como los más importantes -- a los siguientes:

RESPECTO AL AIRE

1. Factor de difusión.
2. Partículas en suspensión.
3. Oxidos de azufre.
4. Hidrocarburos.
5. Oxido de nitrógeno.
6. Monóxido de carbono.
7. Oxidantes fotoquímicos.
8. Tóxicos peligrosos.
9. Olores.

RESPECTO AL AGUA

10. Seguridad de producción en acuíferos.
11. Variaciones de flujo.
12. Aceites.
13. Radiactividad.
14. Sólidos suspendidos
15. Contaminación térmica.
16. Acidos y álcalis.
17. Demanda bioquímica de oxígeno.
18. Oxígeno disuelto.
19. Sólidos disueltos.

20. Nutrientes.
21. Compuestos tóxicos.
22. Biología del acuífero.
23. Coliformes fecales.

RESPECTO A LA TIERRA

24. Estabilidad de suelos.
25. Peligros naturales.
26. Normas de uso de la tierra.

ECOLOGIA

27. Animales mayores (salvajes y domésticos)
28. Aves predatoras.
29. Caza menor.
30. Peces, moluscos y aves acuáticas.
31. Campo de cultivo.
32. Especies peligrosas.
33. Vegetación terrestre natural.
34. Plantas acuáticas.

SONIDO

35. Efectos fisiológicos.
36. Efectos psicológicos.
37. Perturbaciones en la comunicación.
38. Perturbaciones en la actividad.
39. Efectos en la conducta social.

ASPECTOS HUMANOS

40. Estilos de vida.
41. Necesidades psicológicas.
42. Rasgos fisiológicos.

43. Necesidades comunitarias.

ECONOMIA

44. Estabilidad económica regional.

45. Acción del sector público.

46. Consumos per cápita.

RECURSOS

47. Recursos energéticos.

48. Recursos incombustibles.

49. Estéticos.

En cuanto al informe final de manifestación o sea el - que se apoya en estudios más profundos y detallados, - existen tres *niveles de desarrollo*, que corresponden - al grado de descripción y estudio que se requiera, de- acuerdo a la importancia de la acción.

Para conocer el nivel al que debe hacerse el informe, - existen tablas de auxilio, en las que de acuerdo a va- lores convencionales propuestos para los puntos bási- cos del proyecto, resultan grupos diferenciados de la- sumatoria, que indican el tipo o nivel de elaboración- de informe. Un ejemplo de tabla auxiliar es la que se muestra bajo el cuadro número 10 en la que a cada con- cepto se le asignan los valores de 0, 5 ó 10 según co- rresponda a nulo, medio o máximo o simplemente 0 ó 10- cuando la respuesta es solamente sí o no.

b) CUADRO No. 10

TABLA AUXILIAR PARA DEFINIR EL NIVEL DE ESTUDIO

No.	PREGUNTA	Respuesta	Valor
1	¿Cuál es el costo aproximado del proyecto propuesto?	alto	10
		medio	5
		bajo	0

No.	PREGUNTA	RESPUESTA	VALOR
2	¿Qué tan grande es el área afectada por la construcción del proyecto?	grande media chica	10 5 0
3	¿El proyecto incluye una gran actividad industrial?	sí no	10 0
4	¿Durante la construcción se hará gran uso de agua?	sí no	10 0
5	¿Implica un gran desecho líquido - (calidad y cantidad) a los cauces naturales?	sí no	10 0
6	¿Resulta una cantidad importante de desechos sólidos (cantidad y composición) como producto de la construcción u operación del proyecto?	sí no	10 0
7	¿Habrán emisiones importantes al aire (cantidad y calidad) durante la construcción u operación del proyecto.	sí no	10 0
8	¿Qué tan grande es la población afectada?	mucho media poca	10 5 0
9	¿El proyecto afecta a un único recurso (geológico, histórico, arqueológico, cultural)?	sí no	10 0
10	¿El proyecto se construirá sobre cuencas planas?	sí no	10 0
11	¿La construcción y operación del proyecto, afecta a la estética, salud, u otros factores semejantes?	sí no	10 0

No.	PREGUNTA	RESPUESTA	VALOR
12	¿Puede manejar la comunidad las de mandas de infraestructura durante la construcción y operación del proyecto (caminos, servicios de salud, etc.)	no sí	10 0

CLAVE DE INTERPRETACION

- a) Si la suma de las calificaciones asignadas a cada respuesta varía de 0 a 60, se puede considerar un proyecto de efectos bajos, ubicado por tanto en el nivel I.
- b) Si la suma está comprendida entre 60 y 100, los efectos son de mediana cuantía o nivel II.
- c) Si la suma resulta mayor que 100, los efectos son altos y el nivel correspondientes es el III.

Las preguntas que se plantean en la tabla del Cuadro 10 no pueden ser resueltas sin conocerse los límites bajos y altos a que se hace referencia; por tanto, debe partirse de una base que en general puede variar a su vez según el tipo de acción. Para tener una idea de cómo se puede considerar, a continuación se propone la base siguiente en el Cuadro No. 11.

CUADRO No. 11

EJEMPLO PARA CALIFICAR EL NIVEL DE ESTUDIO SOBRE EFECTOS AMBIENTALES PROPUESTO EN EL CUADRO 10

No.	PREGUNTA	RESULTADO
1(a)	El costo es menor o igual a 25 millones de pesos.	bajo
1(b)	El costo está comprendido entre 25 y 500 millones.	medio
1(c)	El costo es superior a 500 millones de pesos.	alto

No.	PREGUNTA	RESULTADO
2(a)	El área afectada por la construcción del proyecto es menor a 10 Ha.	bajo
2(b)	El área afectada está comprendida entre 10 a 50 Ha.	medio
2(c)	El área afectada por la construcción es mayor que 50 Ha.	alto
3(a)	La actividad industrial generada por el proyecto es mayor que 25 millones de pesos.	sí
3(b)	Valores menores.	no
4(a)	El proyecto requiere para llevarlo a cabo de un gran consumo de agua en el que se presenta uno o más de los siguientes conceptos: Una presa. Canales con desarrollo superior a 5 km. Zonas de alta infiltración que reduzcan la conducción del agua por canales en más de 5 por ciento. Terrenos pantanosos de más de 5 Ha. de extensión. Puente de más de 100 m. de longitud para atravesar ríos.	sí
4(b)	Ninguno de estos conceptos.	no
5(a) (1)	Cuando menos, uno de los siguientes materiales de desecho será descargado en las corrientes naturales: Asbesto BPC (pesticida Bifenil policlorado) Metales pesados Plasticidas	sí

No.	PREGUNTA	RESULTADO
	Cianuros Sustancias radiactivas Materiales peligrosos (especificar)	
5(a) (2)	Deslizamiento de rocas y erosión del suelo que puedan dañar a las corrientes porque No se especifican apuntalamientos para estabilidad de taludes. No existen zanjas de retención ni estructuras específicas.	sí
5(b)	Otros casos de menor importancia.	no
6(a) (1)	Cuando menos uno de los siguientes materiales de desecho llegan al suelo. Asbesto BPC Metales pesados Plaguicidas Cianuros Sustancias radiactivas Otros materiales peligrosos	sí
6(a) (2)	Las basuras son mayores a 1 kg/persona/día	sí
6(b)	Otros casos.	no
7	Si hubiere	
7(a) (1)	Planta de agregados para concreto que en el proyecto no se defina la manera de controlar los polvos.	sí
7(a) (2)	Operaciones de transporte que en el proyecto no se especifique la forma de controlar ni medir los polvos.	sí

No.	PREGUNTA	RESULTADO
7(a) (3)	Caminos o limpieza de tierras que no incluya el proyecto, el control del agua ni de emisiones químicas.	sí
7(a) (4)	Quemadores externos que no se especifique el control de emanaciones.	sí
7(a) (5)	Caminos no pavimentados que en el proyecto no se indique tipo de cubierta sobre las rutas para construcción.	sí
7(a) (6)	Plantas de asfalto y que no se especifique el control de desechos.	sí
7(b)	Otros casos.	no
8(a)	Menos de 50 personas son desplazadas por el proyecto.	bajo
8(b)	De 50 a 100 personas son desplazadas por el proyecto.	medio
8(c)	Más de 100 personas son desplazadas por el proyecto.	alto
9(a) (1)	Un rico depósito de mineral se localiza dentro del sitio de construcción.	sí
9(a) (2)	Un sitio o edificio histórico se localiza en o cerca del sitio de construcción.	sí
9(b)	Otros casos.	no
10(a)	La construcción del proyecto ocuparía por 100 años o más una cuenca plana.	sí
10(b)	Caso contrario.	no

No.	PREGUNTA	RESULTADO
11(a) (1)	No se especifica en el proyecto la descripción visual del sitio de la construcción.	sí
11(a) (2)	No se propone la mejora del sitio.	sí
11(a) (3)	No se establecen especificaciones permisibles de los niveles para vibradores, bombeo, compresores, sierras y quebradoras para pavimento.	sí
11(b)	Otros casos.	no
12(a)	El proyecto demanda de la comunidad servicios que exceden su capacidad en cualquiera de los aspectos siguientes: Abastecimiento de agua Tratamientos de agua Generación eléctrica Transporte Facilidades culturales y recreativas Hospitalarias y sanitarias Servicios de seguridad y protección.	sí
12(b)	Caso contrario	no

Una vez resuelta esta encuesta, se estudia y describe el proyecto de acuerdo al nivel resultante.

7.3 Ejemplo de factores en estudios ambientales.

7.3.1 Energéticos

Como ya se indicó, la lista de los temas para analizar los efectos ambientales es sumamente amplia, y para cada caso deben estudiarse detalladamente los capítulos de más relieve. Por ejemplo, si se considera el tema -

- 5 -

de energéticos, se pondría especial atención a las 4 - áreas que más se afectan en general y que son:

- 1) Inventario de la energía como un recurso.
- 2) Efectos ambientales del empleo total de un recurso energético.
- 3) Costos para controlar la contaminación producida - por dicho energético.
- 4) Aspectos energéticos al reciclar los materiales -- energéticos usados.

Los recursos energéticos engloban a todos aquellos que pueden suplir las demandas provocadas por necesidades de calor, generación eléctrica, transporte y cualquier otra forma requerida. Los recursos pueden obtenerse de los combustibles fósiles (aceite, carbón, gas, etc.) de material radiactivo o de otros como leña, basura y biogas.

Cuando en un proyecto se haga intervenir el consumo de energéticos, este consumo debe considerarse dentro de los efectos prioritarios. La categorización del consumo puede ser la siguiente:

- 1) Residencial
- 2) Comercial
- 3) Industrial
- 4) Actividades de transporte

El desglose de cada uno de estos renglones es fácil de conocer. Interesa definir también las unidades de consumo, que se han generalizado en litros o metros cúbicos, litros por segundo y toneladas por día, para gasolina, gas natural y carbón respectivamente; otras unidades empleadas son: caballos, kilowats-hora; y toneladas de congelación por ejemplo, para el calor es común el empleo de BTU.

Los efectos directos y secundarios sobre los aspectos-

biofísicos y socioeconómicos, se deben conocer al evaluar el proyecto desde el punto de vista ecológico.

Algunos de los problemas ambientales que pueden generar, se indican en el cuadro No. 12.

CUADRO No. 12
EFECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL CONSUMO DE ENERGIA

<u>AREA AMBIENTAL</u>	<u>PROBLEMA</u>
Aire	Emisión de contaminantes: Monóxido de carbono. Oxido de azufre. Hidrocarburos. Oxidos de nitrógeno. Plomo. Mercurio. Compuestos tóxicos. Humos.
Agua	Derrames de aceites. Salmuera. Descargas térmicas.
Tierra	Disturbios en suelos. Mengua estética. Pérdida de áreas habitables

Para cada tipo de energético deberán tenerse presentes los problemas originados por la extracción u obtención; transporte; productos de conversión; líneas de conducción o transmisión y desechos originados.

7.3.2 Presas y almacenamientos

Todavía no existe una seguridad en los cambios que una presa o retención del agua pudieran ocasionar en la ecología de una corriente; de experiencias y estudios efectuados en los Estados Unidos de Norteamérica es posible predecir algunos de ellos.

La primera alteración y la más obvia en la naturaleza del agua de los ríos, será una disminución drástica en la carga de sedimentos, a medida que los ríos depositan sus lodos en los embalses.

Se ha detectado que las aguas de descarga, por lo menos las que proceden de las represas que se encuentran en alturas mayores, son más frías de lo normal durante los meses cálidos del año. En la parte central de los Estados Unidos de Norteamérica, la descarga de los proyectos hidroeléctricos ha sido lo suficientemente fría como para ocasionar una alta disminución en las poblaciones de peces de aguas templadas corriente abajo, y una transformación a condiciones favorables para las especies de aguas frías, tales como la trucha arcoiris y la trucha café.

También existe una estratificación precisamente definida por la relación temperatura/oxígeno disuelto, con el resultado de que las aguas más abajo de la termoclina se mantienen permanentemente bajas en oxígeno. La descarga de las aguas profundas de las represas con baja temperatura, puede provocar la disminución de la población de peces corriente abajo. En los lugares donde ésto ha sucedido, se han desarrollado varios sistemas costosos para incrementar los niveles de oxígeno y para contrarrestar la "enfermedad de las burbujas de gas" provocada por la saturación de nitrógeno.

En las represas poco profundas que se encuentran a alturas menores, la producción y degeneración de vegetación acuática tal como el lirio, pueden convertirse en un serio problema, al ocasionar una fuga constante del abastecimiento de oxígeno disuelto. Frecuentemente, ésto lleva al predominio, dentro de dichas represas, de grandes poblaciones de peces indeseables, adaptados para vivir en esas condiciones.

También pudieran presentarse cambios bioquímicos importantes en el agua misma del río, los cuales en estos momentos solamente se pueden indicar como posibilidades. Estos cambios son sumamente importantes, ya que pueden afectar el destino de los animales acuáticos -- que se vean expuestos a la contaminación industrial y urbana.

Por ejemplo, las partículas de arcilla de tamaño muy pequeño, tales como las que ahora abundan en los ríos, tienen un área de superficie enorme en relación a su volumen, dichas partículas son "retenedoras" excelentes o sitios de depósito de varios iones metálicos por efecto de adsorción.

Por lo tanto, la acumulación de los lodos de sedimentación en las represas y su eliminación aguas abajo, hará que se conserven a las sales metálicas en solución, y por lo tanto su toxicidad, durante períodos más prolongados, sobre todo si están contaminadas con desperdicios industriales.

Las elevadas cantidades de material orgánico en solución, pueden intervenir para combinarse químicamente con el cobre, volviendo así el metal menos dañino para la flora y fauna acuáticas. Se cree que los materiales orgánicos llamados coagulantes se encuentran naturalmente en las aguas de ciénegas y ríos y sirven para mantener el cobre en solución en una forma menos nociva para los peces. La pérdida de elementos orgánicos por medio de la sedimentación en las represas, puede agravar tal contaminación.

Por lo general, las aguas dulces tienen equilibrio químico más débil que las aguas del mar; ésto explica por qué el "envenenamiento" ocasionado por los metales, a menudo es mucho más severo en aguas dulces que en el agua de mar.

En general, los incrementos en la temperatura ocasionan aumentos en la toxicidad de los metales pesados para los peces.

En la actualidad está aceptado que la combinación entre sales de metales tales como el cobre y el zinc, debido a un efecto sinérgico, son más tóxicas para los organismos acuáticos que cualquiera de esos metales por separado.

Es posible que la pérdida de partículas de arcilla (lodos) y de coagulantes naturales (partículas orgánicas) en el agua de los ríos y que se debe a la sedimentación en las represas, incremente el efecto de envenenamiento.

miento por metales pesados. En altitudes menores, en donde las aguas frescas de las represas se calientan con el sol, los efectos de los metales pesados se dejarán sentir en forma más intensa, especialmente si las aguas tienen un pH bajo. La contaminación de esas represas, debida a un cierto número de sales metálicas tales como las procedentes en las plantas petroquímicas, de refinamiento de minerales y de desechos urbanos, se volverá más severa al incrementar las oportunidades para los efectos sinérgicos. Esto lleva a señalar que en general, cuando el río desemboca en el mar, el agua se verá menos afectada por las sales metálicas en solución que el agua dulce blanda. El agua de mar virtualmente posee una capacidad ilimitada para amortiguar el pH de 7.7 a 8.0.

Es por ésto que la ubicación de instalaciones industriales y urbanas en sitios en donde pueden descargar en el mar y no a ríos que después retienen sus aguas en él, parecería ser la solución más prudente. Esto sería especialmente cierto si las industrias de importancia pudieran localizarse en donde las corrientes transportaran la contaminación lejos de las playas.

Como auxilio para un análisis relativo a presas, se presenta en el Cuadro No. 13 una lista que recopila lo que comúnmente contienen los estudios de este tipo de obra.

CUADRO No. 13

CONCEPTOS PRINCIPALES A CONSIDERAR EN PRESAS Y ALMACENAMIENTOS, PARA ANALISIS DE EFECTOS AMBIENTALES

1. Pérdida de productividad por inundación de tierras

1.1 Tipo de tierra inundada

1.1.1 Agrícola o pastizal

1.1.2 Bosques o tierras maderables

1.1.3 Húmedas o pantanos

Debe agregarse la pérdida de vegetación y áreas naturales.

1.2 Productividad comercial

1.2.1 Recursos minerales

Debe incluirse bancos de grava, canteras, etc.

1.2.2 Pesca comercial

1.2.3 Otras

a) Desarrollo futuro del patrimonio

b) Reptiles

En algunas regiones se cultivan serpientes venenosas con fines farmacológicos.

2. Pérdidas o relocalización de obras estructurales arqueológicas y sitios históricos.

2.1 Sitios arqueológicos o históricos

2.2 Poblados o unidades habitacionales

2.2.1 Relocalización o pérdida completa

2.2.2 Reubicación de gentes

Tómese en cuenta el efecto psicológico y sociológico que produce en la gente el cambio provocado por un proyecto.

2.3 Carreteras, ferrocarril y puentes

2.3.1 Inundación de caminos

2.3.2 Pérdida de áreas productivas por relocalización de caminos

2.4 Cementarios

2.5 Zonas recreativas

Pueden reubicarse, aunque producen un descenso en la recreación o juegos al aire libre.

3. Pérdida de medios vitales

3.1 Tipo de ambiente

3.2 Animales afectados por la inundación

3.3 Pérdida de oportunidades para cacería

3.4 Efectos adversos en el medio de vida costero por desplazamiento.

4. Cambios en la calidad estética

4.1 Decremento estético

4.1.1 Pérdida de corrientes naturales

4.1.2 Pérdida de áreas verdes

4.1.3 Decremento estético por las huellas de la construcción de la presa

4.1.4 Pérdida escénica de barrancas y cañadas

4.1.5 Pérdida de valles, caídas y lagunas

4.1.6 Pérdida de esceras en el río

4.1.7 Interferencia con vista al océano o montañas

4.2 Incremento estético

4.2.1 Mejoría por la creación de un ambiente físico

4.2.2 Atractivos relacionados con la creación de un lago

4.2.3 Cambios en la vida original de un valle escarpado

4.2.4 Mejoría en el aspecto estético y recreativo

4.2.5 Creación de un lago atractivo

4.2.6 Construcción de un sitio más bello

4.2.7 Creación de un almacenamiento que a la vez resulta atractivo

5. Pérdida o inundación del río

5.1 Pérdida de la pesca en el río

5.1.1 Eliminación de especies propias de agua corriente

5.1.2 Pérdida de área de desove

- 5.1.3 Pérdida del ambiente a ciertas especies
- 5.1.4 Reducción sustancial del número de peces capturados con anzuelo
- 0750700 5.1.5 Pérdida de actividad en la pesca
- 5.2 Pérdida del potencial recreativo
 - 5.2.1 Pérdida de actividad recreativa en ríos
 - 5.2.2 Pérdida de natación en pozas de río

6. Efectos ambientales del vaso

- 6.1 Sustitución de un río por un lago y sus implicaciones ecológicas
 - 6.1.1 Transformación de la ecología de río a ecología de lago
 - 6.1.2 Reemplazo de un ecosistema forestal a un simple ecosistema acuático
 - 6.1.3 Alteración de la flora y fauna ambientales
 - 6.1.4 Creación de un nuevo ecosistema básico acuático
 - 6.1.5 Conversión de un sistema lótico o léntico
 - 6.1.6 Sustitución de un río a un lago
 - 6.1.7 Cambio en las características de la pesca
 - 6.1.8 Reemplazo de un ecosistema tipo de corriente a un ambiente lacustre
 - 6.1.9 Alteración de la ecología en el río
 - 6.1.10 Reemplazo de plantas hemiepífitas (que pueden vivir sin contacto con el suelo) con una marcada tolerancia a la reducción de agua, por plantas acuáticas
- 6.2 Creación de un estanque cálido para peces
Es comúnmente señalado como el cambio de pesca en río por pesca en lago
- 6.3 Formación de un abundante criadero de mosquitos

6.4 Creación de nuevo ambiente

- 6.4.1 Area para anidado y alimentación de --
aves acuáticas
- 6.4.2 Paradero de aves migratorias
- 6.4.3 Abrevadero para animales
- 6.4.4 Desarrollo de vegetación en las orillas
- 6.4.5 Area de apoyo para el desarrollo acuático

6.5 Preservación de área libre

7. Alternación de la calidad del agua por el almacenamiento

7.1 Estratificación termal

- 7.1.1 Efecto determinante en la calidad
- 7.1.2 Disolución de Fe y Mn
- 7.1.3 Producción de H₂S
- 7.1.4 Decremento del pH
- 7.1.5 Reducción de la biodegradación aeróbica

7.2 Desarrollo de algas, plancton, etc.

- 7.2.1 Formación de natas y espuma
- 7.2.2 Problemas de olor y sabor
- 7.2.3 Provisiónamiento y alimento a gran número de peces
- 7.2.4 Reducción de la dureza por actividad de las algas

7.3 Almacenaje de nutrientes y desechos

- 7.3.1 Decremento en calidad del agua
- 7.3.2 Incremento en la eutroficación
Puede afectar la calidad aguas abajo de la presa
- 7.3.3 Mejoría en la pesca
- 7.3.4 Problemas de olor y sabor
- 7.3.5 Incremento en la demanda de oxígeno disuelto

- 7.3.6 Baja calidad aguas abajo por almacenamiento de desechos
- 7.3.7 Contaminación orgánica
- 7.4 Incremento en la temperatura del agua
 - 7.4.1 Efecto adverso en la población de peces
 - 7.4.2 Posible disminución de oxígeno disuelto
- 7.5 Incremento de la evaporación
 - 7.5.1 Crece la cantidad de sólidos totales disueltos
 - 7.5.2 Pérdida de agua aguas abajo
- 7.6 Largos períodos de retención y bajas velocidades
 - 7.6.1 Beneficios por disminución de turbiedad, color, DBO y NMP de coliformes
 - 7.6.2 Pérdida de mezcla y difusión
 - 7.6.3 Baja de reaeración con influencia en el OD
 - 7.6.4 Reducción de la erosión del fondo o formación de cauce
- 8. Efectos de la cortina como barrera
 - 8.1 Incremento de sedimentos
 - 8.1.1 Aumenta el área de expansión
 - 8.1.2 Afecta a las plantas acuáticas
 - 8.1.3 Cambios progresivos en la vida acuática
 - 8.1.4 Barrera en ruta de peces (salmón)
 - 8.2 Efectos adversos en otros proyectos del río
- 9. Efecto del vertedor
 - 9.1 La sobresaturación de N₂ durante grandes descargas pueden matar a los peces aguas abajo.

- 9.2 Se incrementa el OD.
- 9.3 Antiestético el corte por la ladera
- 9.4 Pérdida de productos forestales

10. Efectos aguas abajo

10.1 Decrece la carga bental y sedimentos en el río

- 10.1.1 Se incrementa la erosión en canales
- 10.1.2 Mejora la calidad del agua
- 10.1.3 Aumenta el área de fosas-piscinas
- 10.1.4 Mejora la calidad del escenario
- 10.1.5 Mejora el flujo del río

10.2 Efectos en peces

- 10.2.1 Afecta en forma favorable a la pesca
- 10.2.2 Se gana en el número de variedad de peces
- 10.2.3 Mengua la pesca

10.3 Regulación del flujo

- 10.3.1 Mejora la calidad del agua
- 10.3.2 Aumenta el atractivo en la corriente
- 10.3.3 Incrementa la capacidad recreativa del río
- 10.3.4 Se reduce el problema de mosquitos

Con lo explicado antes, se sobrentiende que un estudio de efectos ambientales debe estar precedido de amplia explicación del ambiente original que se teme alterar; de otra manera no se justificarían muchas de las calificaciones altas ni su aplicación a una actividad determinada.

7.3.3 Ejemplo de Descripción del Ecosistema del Camarón.

Para ilustrar lo anterior, se explica el ambiente que debe rodear al camarón para asegurar su explotación como un recurso y desarrollo costero.

El camarón ejecuta movimientos para alejarse de los terrenos de desove a lo largo de la playa hacia las bahías costeras, lagunas y estuarios; regresa casi sin esfuerzo, al ser transportado por movimientos circulares de masas de agua, llamándose a estos fenómenos giros costeros. Esto aparece cuando menos, en todas las especies de camarón del Golfo; la presencia de zonas camaroneras productivas en puntos determinados, es una prueba de que existe un giro entre ellos y la playa.

El ciclo de vida se lleva a cabo como sigue: se inicia cuando los camarones adultos desovan a lo largo de la playa en profundidades de 5 a 25 brazas de agua. Al salir del cascarón, las crías de camarón son pequeñas y planctónicas y en gran parte se encuentran a merced de las corrientes. Típicamente van a la deriva con las corrientes durante 16 a 19 días, época en la cual se convierten en postlarvas. En esta etapa, primero se parecen al verdadero camarón y es entonces cuando se convierten en moradores de fondo. Si las corrientes los han arrastrado hacia la orilla, se asientan y empiezan a avanzar todavía más en dirección a la playa, usando cada pleamar para transportarse. Si han sido arrastrados por las corrientes hacia aguas más profundas, perecen.

A su llegada a las bahías costeras, tienen la mayor tolerancia posible a la salinidad y a las variaciones de temperatura y de oxígeno disuelto. Ocupan virtualmente todos los ambientes naturales salinos y salobres de la costa, en donde crecen rápidamente hasta alcanzar un tamaño subadulto en tres o cuatro meses. A medida que empiezan a acercarse a su madurez sexual, comienza la migración mar adentro, pero en este momento hacen uso del refluo solamente para transportarse y descansar en el fondo durante las crecidas. Usando el transporte del refluo, llegan a los alrededores de los terrenos de desove, en donde maduran y desovan más o menos un año después de haber salido del cascarón.

Hay evidencia bastante aceptable de que la trayectoria de las corrientes circulares entre los terrenos de desove y los criaderos, es fundamental para el desarrollo del camarón. Lo importante en este punto es indicar las formas en que el desarrollo costero puede interrumpir el ciclo.

Por ejemplo, si el desarrollo costero implica el uso -

de insecticidas en gran escala, el ciclo se puede interrumpir con la destrucción de los camarones en los criaderos de las lagunas y bahías. Los camarones, al igual que los insectos, son extremadamente vulnerables a los hidrocarburos clorados que se emplean comúnmente como insecticidas en la agricultura.

Si las ciudades costeras contaminan los terrenos de los criaderos añadiendo grandes cantidades de desperdicios orgánicos tales como aguas negras, los niveles de oxígeno en lagunas y bahías pueden descender hasta niveles letales y ocasionar una mortandad considerable.

Si el desarrollo costero incrementa los niveles de salinidad de las lagunas debido a la desviación del agua dulce lejos de su antiguo curso, la naturaleza salobre deseable de los terrenos de los criaderos puede ceder su puesto a características de tipo más oceánico. En tales casos, gran número de especies marinas depredadoras y competidoras pueden introducirse en los terrenos del criadero y reducir la cantidad y capacidad de transporte para los camarones. A la inversa, si las obras importantes de drenaje traen más agua dulce hacia un sistema y en cantidades impropias, las fluctuaciones masivas a corto plazo en la salinidad pueden ocasionar una mortandad.

Finalmente, la contaminación de agua en gran escala -- ocasionada por un complejo urbano o industrial, puede descargar nutrientes y venenos directamente hacia el flujo costero, en donde, debido a que las corrientes se mueven bajo trayectoria circular, esos materiales pueden intensificarse hasta niveles suficientes para dañar al camarón adulto y al resto de la fauna en la región afectada.

8. METODOLOGIA PARA CALIFICAR EFECTOS AMBIENTALES

El resultado de los proyectos con respecto a los objetivos del desarrollo económico, se evalúa generalmente -- por un análisis de costo-beneficio, en términos de cambio en el ingreso nacional.

Para el análisis monetario de los efectos de un plan -- con respecto a conceptos de ponderación difícil, como control de avenidas, estabilización de tierra y recreación, es necesario considerar que, aunque aproximado, requiere de una profunda investigación. A este respecto resulta interesante aplicar el concepto "valor unitario por día", que se recomienda para el uso recreativo y que consiste en indicar el precio que una persona debería pagar por un día de gozo en algún aspecto de diversión.

Bajo el mismo criterio se valuarían los usos convencionales del agua tales como riego, abastecimiento municipal e industrial, navegación y generación de energía. Para el abastecimiento de agua municipal e industrial -- por ejemplo, se haría a base de considerar cuánto costaría el usar diversos tipos de fuentes; en navegación, -- el costo si se empleara un medio de transportación dife

rente.

Los problemas más graves se presentan al estimar los - costos indirectos y los beneficios de un proyecto. El otorgar un bien o servicio a un grupo, puede originar ganancias o pérdidas a otros grupos, que no aportan en caso de ganancia ni son indemnizados en caso de pérdida.

A fin de incluir de una manera más general estas afectaciones a un proyecto y hacerlo extensivo al análisis de los posibles cambios que pudiera generar en el ambiente, se han ideado diversas metodologías, dirigidas principalmente a evaluar los efectos ambientales. Entre las metodologías que más comúnmente se emplean están las siguientes:

- a) Equipo interdisciplinario
- b) Técnicas de superposición
- c) Listado
- d) Matricial
- e) Reticular

a) El procedimiento del equipo interdisciplinario consiste en analizar la opinión de los diversos especialistas que pudieran intervenir según el tipo de acción. Se supone que cada uno en su campo, puede definir con mayor exactitud, los daños o perjuicios de la acción propuesta, sin embargo, el conciliar todas las opiniones para concluir con una solución específica, es una labor bastante difícil - del coordinador, quien de todas maneras deberá cubrir, aunque con ciertas deficiencias, todos los campos tratados. Se requiere de varios pasos sucesivos de revisión, para que todo el personal especializado esté de acuerdo con la solución adoptada.

b) Las técnicas de superposición se emplean más que para evaluar, para tomar decisiones entre las alternativas, al observar en planos superpuestos, -- las áreas afectadas y el factor que genera el efecto.

- c) El listado se aprovecha para calificar el efecto - que produce cada uno de los factores en las diversas alternativas, resultando un método auxiliar -- bastante aceptable para tomar decisiones.
- d) Las matrices en realidad son listados de los elementos ambientales que intervienen, calificados -- contra otra lista de acciones que los pueden afectar. Es uno de los métodos más empleados por su -- versatilidad en cuanto al detalle que se desee.
- e) Las redes son soluciones más complejas que relacionan causa-condición-efecto; la matriz solamente relaciona causa-efecto. Son métodos poco empleados -- según se desprende de un estudio hecho por Warner y Preston en los Estados Unidos de Norteamérica, -- en el que comparan 17 métodos diferentes (muchos -- como variantes de otro) contra 24 aspectos fundamentales, como por ejemplo: facilidad de representación, necesidad de tecnología especial y flexibilidad de aplicación entre otros. De los 17 métodos uno consistía de equipo interdisciplinario, 2 de superposición, 9 de listado, 4 de matrices y -- uno de redes.

8.1 Método matricial de interacción

El modelo más usado es el propuesto por L.B. Leopold - desde 1971 y que se le conoce precisamente por su nombre. Originalmente contiene un listado de 100 acciones contra 88 características ambientales que se cruza en su intersección en caso de que el proyecto los afecte. Posteriormente (y en esto consiste la verdadera - ventaja que tiene este método), es asignar una calificación tanto a magnitud como a importancia. La figura 15 esquematiza la función de la matriz y los cuadros - 14 y 15 contienen las listas antes indicadas. Lo conveniente es modificar los conceptos de acuerdo al proyecto por analizar, como ya se han dado ejemplos en incisos anteriores.

En cuanto a la escala de calificación, generalmente se aplica la del 1 al 10; el cero no interviene porque indicaría un efecto nulo. El uno representa el efecto mínimo perceptible y el 10 el causante de un efecto importante. En otros casos se adopta una escala de -5 a +5 en donde el signo indica el tipo de efecto; esta es

ACCIONES QUE PUEDEN MODIFICAR AL AMBIENTE.		MODIFICACION REGIMEN											SUELO Y...						
		Introd. fauna dif. a exist.	controles biológicos	modificación del habitat	Alt. capas suelo superf.	Alt. hidrología subt.	Alt. de los escurrimientos	Modif. de los cauces	canalización	irrigación	Modificación del clima	incendios	pavimentación	ruido y vibraciones	urbanización	zonas y edif. industriales	aeropuertos	carreteras, puentes	
CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	TERRESTRE	recursos minerales																	
		Mat. para construc.																	
		suelos																	
		perfiles del suelo																	
		radiaciones																	
	Caract. físicas esp.																		
	AGUA	superficial																	
		océanos																	
		subterránea																	
		calidad																	
		temperatura																	
		recarga																	
	ATM.	nieve y hielo																	
		calidad																	
		clima																	
	...	temperatura																	
	...	inundaciones																	
																	

Clave del casillero

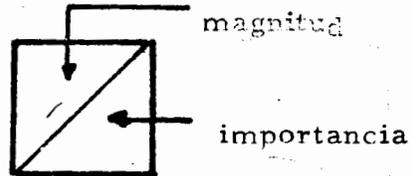


FIGURA No. 15 Modelo de una evaluación matricial del efecto ambiental

cala tiene la ventaja de que muy fácilmente se distingue entre un beneficio y un perjuicio.

A veces se usan colores, que de una manera general dan idea de los efectos predominantes o críticos.

Dependiendo del proyecto o acción estudiada, la matriz puede resultar en ocasiones tan grande, que es difícil de manejar directamente en el informe; por lo que, independientemente de anexarla, se recomienda presentar un resumen que facilite el análisis. En la figura 16 se muestra un ejemplo de resumen, con ideas para destacar la evaluación del efecto causado.

Para ilustrar mejor el resultado final, se puede representar gráficamente en un mapa, donde aparezcan los efectos adversos y los beneficios. Cuando el estudio es muy complejo y amplio por considerar alternativas, se hace uso de computadoras que grafica mediante símbolos los efectos combinados de magnitud e importancia de la acción.

CUADRO No. 14

CARACTERISTICAS AMBIENTALES EN EL METODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

CARACTERISTICAS AMBIENTALES	
CATEGORIA	DESCRIPCION
A) Características físicas y químicas	<ol style="list-style-type: none">1. Terrestre<ol style="list-style-type: none">a) Recursos mineralesb) Materiales para la construcciónc) Suelosd) Perfiles del sueloe) Radiacionesf) Características físicas especiales 2. Agua<ol style="list-style-type: none">a) Superficialb) Océanos

- c) Subterránea
- d) Calidad
- e) Temperatura
- f) Recarga
- g) Nieve y hielo

26.

3. Atmósfera
- a) Calidad
 - b) Clima
 - c) Temperatura

4. Procesos
- a) Inundaciones
 - b) Erosiones
 - c) Sedimentación y precipitación
 - d) Solución
 - e) Absorción
 - f) Compactación y acomodamiento
 - g) Estabilidad
 - h) Terremotos
 - i) Movimientos eólicos

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) Especies acuáticas
 - d) Organismos bentónicos
 - e) Insectos
 - f) Microfauna
 - g) Especies en peligro
 - h) Barrera
 - i) Corredores

C) Factores culturales

1. Uso del subsuelo
 - a) Espacios abiertos
 - b) Zonas inundadas
 - c) Bosques
 - d) Pastizales
 - e) Sembradíos
 - f) Residencial
 - g) Comercial
 - h) Industrial
 - i) Zonas mineras

2. •Recreación
 - a) Caza
 - b) Pesca
 - c) Navegación
 - d) Natación
 - e) Campamentos
 - f) Días de campo
 - g) Lugares de descanso

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. 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

- a) 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

CUADRO No. 15

ACCIONES AMBIENTALES EN EL METODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

CATEGORIA	A C C I O N E S	DESCRIPCION
A) Modificación del régimen	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> a) b) c) d) e) f) 	<ul style="list-style-type: none"> Introducción de fauna diferente a la existente Controles biológicos Modificación del habitat Alteración de las capas de suelo superficial Alteración de la hidrología subterránea Alteración de los escurremientos

- g) **Modificación de los cauces**
- h) **Canalización**
- i) **Irrigación**
- j) **Modificación del clima**
- k) **Incendios**
- l) **Pavimentación**
- m) **Ruido y vibraciones**

B) Modificación del suelo y construcciones

- a) **Urbanización**
- b) **Zonas y edificaciones industriales**
- c) **Aeropuertos**
- d) **Carreteras y puentes**
- e) **Camino y brechas**
- f) **Ferrocarriles**
- g) **Cableados**
- 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**

C) Recursos

- 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

D) Procesos

- a) Granjas
- b) Ranchos
- c) Pastizales
- d) Granjas de productos lácteos
- e) Generación de energía
- f) Procesos minerales
- g) Industria metalúrgica
- h) Industria química
- i) Industria textil
- j) Automóviles y aeronaves
- k) Refinerías

RESUMEN DE EFECTOS AL AMBIENTE

caracterís- ticas ambientales	características físicas y químicas															condiciones biológicas													
	terrestre					agua					atm.					procesos					flora	...							
suma (+)																													
atributo	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	a	b	c	d	e	f	g	h	i	a	b	.	.
suma (-)																													

CLAVE DEL
EFECTO

- insignificante
- medio
- grave

PROYECTO: _____

ALTERNATIVA: _____

FIGURA No. 16 Modelo de una tabulación resumen para evaluación de efectos ambientales.

- l) Alimentos
 - m) Maderas
 - n) Industria del papel
 - o) Almacenes
- E) Alteración del suelo
- a) Control de la erosión
 - b) Reacomodo de zonas explotadas
 - c) Control de 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 la comunicación
- a) Automovilístico
 - b) Camionero
 - c) Ferroviario
 - d) Navegación
 - e) Aéreo
 - f) En ríos y canales
 - g) Navegación recreativa
 - h) Veredas

- i) Cables
- j) Comunicación diversa
- 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) Descarga de agua empleada en refrigeración
- i) Descargas municipales
- j) Descargas de líquidos
- k) Lagunas de estabilización
- l) Fosas sépticas
- m) Emisiones
- n) Lubricantes

I) Tratamientos químicos

- a) Fertilizantes
- b) Descongelado de carreteras
- c) Estabilización del suelo
- d) Control de yerbas
- e) Control de insectos

- J) Accidentes
 - a) Explosivos
 - b) Fugas
 - c) Fallas en la operación

K) Otros

8.2 Listado

Es un método sencillo bastante empleado que tiene variantes según el objetivo principal del estudio. Uno muy simple consiste en listar los parámetros que se sospecha se van a afectar (positiva o negativamente) y colocar a la derecha de cada uno, una marca en la columna respectiva a Planeación, Construcción y Operación por ejemplo.

Este mismo procedimiento se emplea con calificaciones y signo (-) o (+) para indicar la magnitud y tipo de efecto causado.

8.2.1 Método de Adkins Burke

El listado es útil también cuando se trata de comparar alternativas y para ello se emplea mejor el método de Adkins-Burke. Consiste en colocar, para cada una de las alternativas, las calificaciones a los conceptos listados; se emplea la escala combinada de número y signo.

Al final, se resume en los siguientes renglones:

- a) Número de valores positivos
Todos, independientemente de su valor
- b) Número de valores negativos
La suma de los conceptos calificados con ese signo; al igual que los positivos, independientemente de su valor.
- c) Promedio de los valores positivos
Resultado de dividir la cantidad consignada en a),

entre la suma de las cantidades en a) más b).

- d) Suma algebraica de valores
Resultado de la suma de los valores de la calificación, considerando su signo.
- e) Promedio de valores
Resultado de dividir la cantidad consignada en d) - entre el número de calificaciones, que es la suma - de a) más b).

El conjunto de los datos resultantes da idea de la ventaja de una alternativa sobre las otras.

Entre las alternativas debe considerarse la de no construir o llevar a cabo la acción; pudiera suceder que el no ejecutar el proyecto, resulte mejor que realizarlo - bajo cualquier otro modo.

8.2.2 Otros

Bajo el método de listado existen otras formas más complejas pero en cambio representan datos de más confianza. Estos métodos se recomiendan para estudios de gran importancia y cuando se asegure contar con un grupo interdisciplinario bastante amplio y competente. Las -- principales clases y categorías consideradas en estos - esquemas, son en esencia las mismas y solo difieren en su apreciación. Sería imposible explicar todos y más, - considerando el auge que tiene un tema que se comenzó a desarrollar apenas por los años de 1970 y 1971. Sin em bargo, por contener ideas que se emplean actualmente, - se explican a continuación dos de los esquemas más co nidos para evaluar la calidad ambiental.

- a) ESQUEMA RECOMENDADO POR LA JUNTA PARA RECURSOS DEL AGUA
(Water Resources Council) Estados Unidos de Norte américa.

El esquema se basa en la tabulación que se hace de Clases y Categorías como se muestra en el Cuadro No. 16. Se emplean tres tipos de factores de evaluación:

- p) Parámetros cuantificables expresados en términos de-

Ha, Km., m³, número de unidades, etc.; por ejemplo calidad del agua en cuanto a turbiedad en UTJ; temperatura en °C.

- q) Relación de calidad adimensional valorada en 0 a 10 - según que se desconozca (0), se tenga una idea (5) o se conozca bien (10); por ejemplo: panorama; seguridad pública; sanidad; bienestar.
- s) Relaciones de importancia adimensional. Varía de 0 - cuando ésta no tiene importancia a 10 cuando es significativa, pasando por 5 cuando la tiene en forma moderada; esta importancia puede referirse a magnitud o irreversibilidad del fenómeno.

Como ejemplo de esta evaluación de calidad ambiental se presenta el Cuadro No. 17 que contiene los aspectos principales de la Clase III en la categoría de sistemas ecológicos.

Las sumas y la magnitud de las cantidades cuantificables, indican la diferencia entre alternativas.

CUADRO No. 16

ESQUEMA DE LA JUNTA PARA RECURSOS HIDRAULICOS PARA EVALUAR LA CALIDAD AMBIENTAL (EE.UU.)

	CLASE	CATEGORIA
I	Areas de belleza natural y esparcimiento	Espacios abiertos y zonas verdes. Ríos y sistemas fluviales. Lagos y presas. Playas y balnearios. Estuarios y pantanos. Otras.
II	Arqueológica, histórica cultural	Recursos arqueológicos. Históricos. Culturales.

TIPO	ASPECTO	PARAMETRO O RELACION
No cuantificable (influencia humana)	Grado de protección física esperada (bioambiente).	(q)
	Grado de protección posible legal y administrativa.	(q)
	Valor científico.	(q)
	Valor educativo.	(q)
	SUMA	<u>B</u>
No cuantificable (irreversibilidad y singularidad)	Magnitud del resultado del proyecto para resguardo de efectos irreversibles significancia de pérdida de recursos.	(s)
	Magnitud del resultado del proyecto para resguardar aspectos irreparables.	(s)
	Significancia de recursos no renovables.	(s)
	SUMA	<u>C</u>

b) ESQUEMA RECOMENDADO POR LA OFICINA DE MEJORAMIENTO (Bureau of Reclamation) Estados Unidos de Norteamérica.

Este esquema también denominado Battelle (por quien lo propuso), parte de una tabla básica que contiene diversas categorías para la clase de parámetro estudiado. Todavía para cada categoría, se subdivide en aspectos a los que se les asigna un valor de importancia relativa que homogeneiza los datos para poderlos comparar independientemente de la unidad característica del aspecto.

El método consiste en repartir 100, 1000 ó cualquier otra cantidad preestablecida de unidades de importancia (UI) entre todos los parámetros que intervienen, proporcionalmente a su importancia. Se procede primero por repartir a grupos de clase, luego a aspectos y finalmente a parámetros, tal como se ilustra en el Cuadro 18.

La repartición se hace de acuerdo a la opinión de un grupo interdisciplinario que fija la importancia relativa de cada clase y asigna los valores tomando en cuenta el número de aspectos que conforman a cada una de las clases. Como puede llegar a complicarse según la lista de factores, conviene seguir la secuencia que se recomienda para esta metodología y que es:

1. Explicar a cada uno de los integrantes del grupo interdisciplinario, todo lo referente al estudio y la metodología de evaluación de efectos ambientales, haciendo énfasis en la selección de la importancia relativa de cada clase considerada.
2. Ordenar en una lista las clases, categorías, componentes o parámetros que serán evaluados, de acuerdo a su importancia.
3. Asignar el valor de uno (1.0) a la primera categoría de la lista. Después comparar la segunda categoría con la primera para definir su porcentaje (expresado en decimales).
4. Calcular los valores relativos con referencia al primero que es la unidad.
5. Obtener todos los valores en porcentajes para expresarlos con un común denominador en función del número de factores. En caso de tener varios valores, según la opinión de los miembros del grupo interdisciplinario, sacar un promedio.
6. Si los resultados del paso anterior están en decimales, ajustarlos según la cantidad de parámetros de un grupo a otro.
7. Multiplicar los valores, por los U.I. que se van a repartir.
8. Repetir los pasos 2 a 7 para todos los niveles (aspectos y parámetros).
9. Repetir todos estos pasos con otro grupo para verificar resultados.

El Cuadro 18 resultó de una secuencia como la descrita, según se reproduce a continuación.

1. Se explica a un grupo interdisciplinario que se -- trata de evaluar un proyecto relacionado con los -- recursos hidráulicos y el procedimiento que se -- piensa seguir.

2. Se comienza por ordenar las clases de acuerdo a su importancia (la establecida por el equipo o cada uno de ellos).

- A) Contaminación ambiental
- B) Ecología
- C) Interés humano
- D) Estética

3. Se asignan importancias relativas:

- A) = 1.00
- B) = 0.60 de A
- C) = 0.85 de B
- D) = 0.75 de C

4. Valores referidos al primero

- A = 1.00 (1.00)
- B = 0.60 (1.00 x 0.60)
- C = 0.51 (0.60 x 0.85)
- D = 0.38 (0.51 x 0.75)

5. Se obtienen los porcentajes

- A $1.00/2.49 = 0.402$
- B $0.60/2.49 = 0.241$
- C $0.51/2.49 = 0.205$
- D $0.38/2.49 = 0.153$

$$\Sigma = 1.001$$

6. Se ajusta

- A 0.402
- B 0.240
- C 0.205
- D 0.153

$$\Sigma = 1.000$$

EFFECTOS AMBIENTALES

ECOLOGIA

Especies y poblaciones terrestres:

- (14) Pastizales
- (14) Plantíos
- (14) Vegetación natural
- (14) Plagas
- (14) Aves

Acuáticos

- (14) Peces comerciales
- (14) Vegetación natural
- (14) Plagas
- (14) Pesca deportiva
- (14) Zonas adecuadas

140

Habitat y comunidades terrestres:

- (12) Alimentación
- (12) Uso del suelo
- (12) Especies en peligro
- (14) Diversidad de especies acuáticas
- (12) Alimentación
- (12) Especies en peligro
- (12) Características de los ríos
- (14) Diversidad de especies

100

CONTAMINACION AMBIENTAL

Contaminación del agua:

- (20) Pérdida hidrológica en presas
- (25) Demanda biológica de oxígeno
- (31) Oxígeno disuelto
- (19) Residuos fecales
- (22) Carbono inorgánico
- (25) Nitrogeno inorgánico
- (28) Fosfato
- (16) Pesticidas
- (18) PH
- (28) Variación de flujos
- (28) Temperatura
- (25) Total de partículas disueltas
- (14) Substancias tóxicas
- (20) Turbiedad

318

Contaminación del aire:

- (5) Monóxido de carbono
- (5) Hidrocarburos
- (10) Óxidos de nitrógeno
- (12) Partículas disueltas
- (5) Oxidantes fotoquímicos
- (10) Óxidos de azufre
- (5) Otros

52

Contaminación del suelo:

- (14) Uso del suelo
- (14) Erosión

28

Sonido:

- (4) Ruido

4

ESTETICA

Suelo:

- (6) Material geológico superficial
- (16) Rasgos topográficos
- (10) Dimensiones

32

Aire:

- (3) Olor y visual
- (2) Sonidos

5

Agua:

- (10) Apariencia
- (16) Transiciones entre agua y tierra
- (6) Olor y partículas flotantes
- (10) Superficies acuáticas
- (10) Paisajes en las riveras

52

Vida:

- (5) Animales (domésticos)
- (5) Animales salvajes
- (9) Diversidad de vegetación
- (5) Variedad en tipos de vegetación

24

Artículos creados:

- (10) Artículos manufacturados

10

Composiciones:

- (15) Efecto de grupo
- (15) Formas aisladas

30

INTERES HUMANO

Educacional/Científico:

- (13) Arqueológico
- (13) Ecológico
- (11) Geológico
- (11) Hidrológico

48

Históricos:

- (11) Arquitectura y estilo
- (11) Eventos
- (11) Personas
- (11) Religiones y culturas
- (11) Otros

55

Culturas:

- (14) Tribus
- (7) Otros grupos étnicos
- (7) Grupos religiosos

28

Estados de ánimo:

- (11) Inspiración
- (11) Lugares de retiro
- (4) Misterio
- (11) Agrupamiento

37

Patrones de vida:

- (13) Oportunidades de empleos
- (13) Urbanizaciones
- (11) Interacciones sociales

37

CUADRO No. 18

Esquema Battelle

7. Se reparten 1000 UI:

A	1000 x 0.402	=	402 UI
B	1000 x 0.240	=	240
C	1000 x 0.205	=	205
D	1000 x 0.153	=	153

8. De manera semejante se reparten las 402 UI para A entre los 4 aspectos que lo integran y de cada uno de ellos entre los parámetros que intervienen siguiendo la misma secuencia.

Terminada esta fase del cálculo se continúa con la lista de valores de efecto ambiental para cada uno de los parámetros. Estos valores (E.A), se obtienen de multiplicar las unidades de importancia por el factor de Calidad Ambiental (C.A.) previamente establecido para cada uno de los parámetros:

$$\text{Efecto ambiental (E.A.)} = (\text{U.I.}) \times (\text{C.A.})$$

Los valores de calidad ambiental se logran mediante gráficas que se construyen relacionando el efecto (de 0 a 1.0), según la magnitud del parámetro en sus unidades usuales; por ejemplo, para el aire en cuanto a visibilidad, se comienza a alterar apenas con 25 mg/m³ de partículas; a 200 mg/m³ se inicia en general una gran molestia con perjuicio de la salud. Sin embargo, con menos de 25 mg/m³ se considera un defecto porque las partículas hacen falta como núcleo para que la niebla y vapor se conviertan en gotitas sedimentables.

Esto se representa en la figura 17 y según se estime -- que el proyecto provoque cierta cantidad o se tenga una medida definida, se obtiene su calificación. Así debe hacerse para cada parámetro. La figura 17 contiene además algunas gráficas que pueden servir de modelo para los mismos parámetros indicados o para otros que deban construirse. Al igual que se recomienda modificar la lista de conceptos adecuándola al proyecto en especial, también se debe estudiar la afectación que cada parámetro provoca según las circunstancias.

Para llegar a evaluar el proyecto en total, debe compararse con el estado actual del ambiente; por lo tanto -

se consignan dos columnas para "con proyecto" y "sin proyecto", y puede hacerse en combinación con diversos puntos del proyecto o etapas.

Los pasos principales para la segunda fase de este método son:

- a) Definir las fronteras del proyecto.
 - b) Obtener los valores de calidad de los parámetros.
 - c) Determinar las unidades de efecto ambiental.
 - d) Localizar las acciones críticas.
 - e) Redactar informes.
- a) Se entiende por frontera, el establecimiento del ecosistema afectado, así como las condiciones físicas y temporales del proyecto. Ejemplo: medio boscoso, -- tropical o desértico; etapa de construcción y operación; aguas arriba o aguas abajo del proyecto.
 - b) Los valores de calidad de los parámetros deben obtenerse de datos que pudieran proporcionar las dependencias oficiales, universidades, grupos privados, bibliográficos o por investigación directa que lleven finalmente a las gráficas de calificación.
 - c) Para la determinación de los valores de efecto ambiental para cada uno de los parámetros se emplea la fórmula:

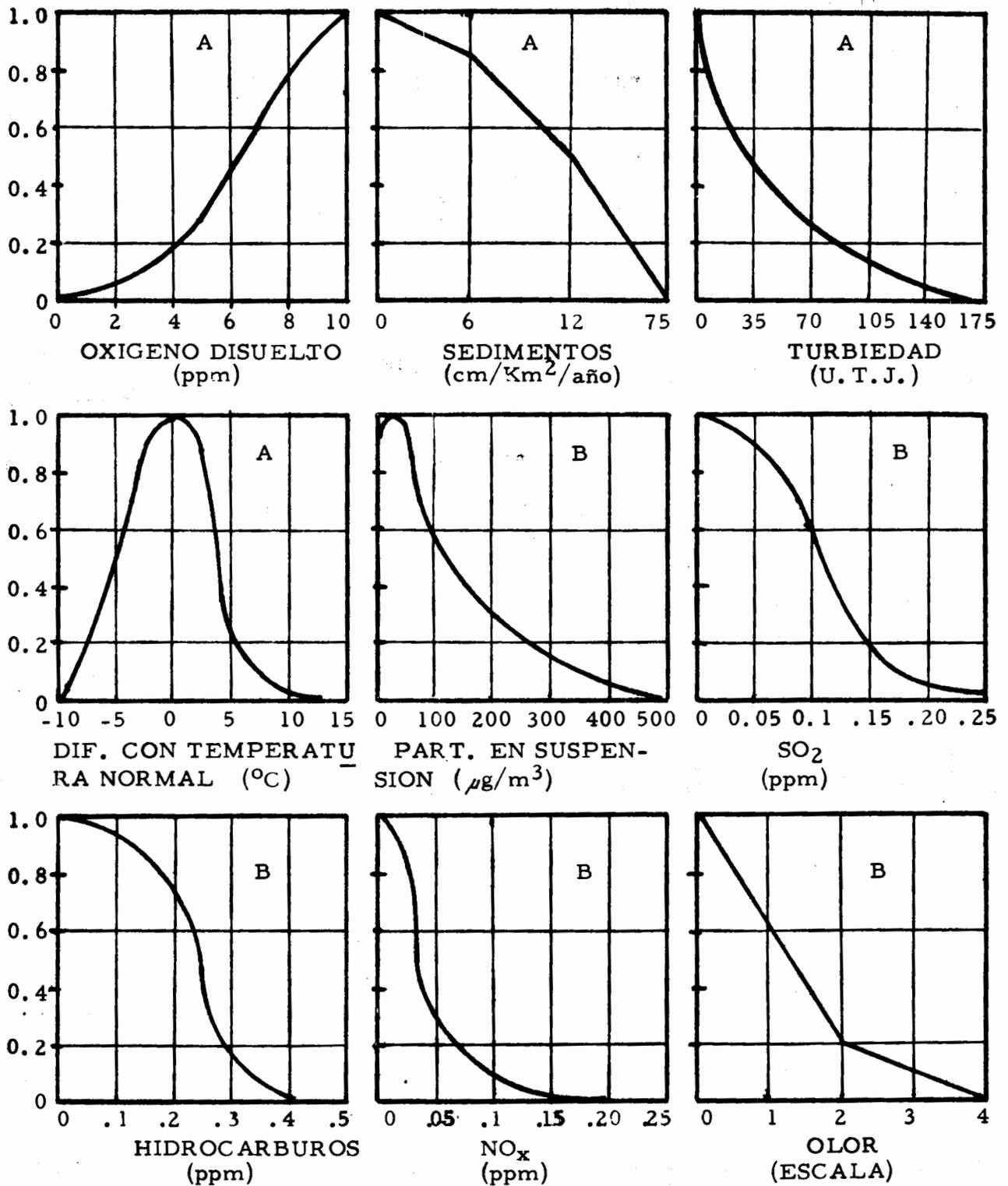
$$E.A. = U.I. \times C.A.$$

E.A. = Efecto ambiental

U.I. = Unidad de importancia

C.A. = Calidad ambiental

Se analiza esta parte para el caso "sin proyecto" y "con proyecto"; para con proyecto se debe considerar la suma de sus componentes que pueden ser por ejemplo construcción y operación con sus respectivas importancias; diga



A. - En medio acuático
B. - En medio atmosférico

FIGURA No. 17. Gráficas para determinar la calidad ambiental

se 0.25 para construcción y 0.75 para operación.

Se ejecutan las operaciones de cada aspecto y se suman para el 100% en cada caso:

$$\text{con o sin} = \sum_i^n \sum_j^m C_{ij} \quad X_{ij}$$

i = sitios o aspectos físicos (ambiente)

j = aspecto temporal (construcción, operación)

C_{ij} = valor de la importancia asignada

X_{ij} = valor medido o supuesto del parámetro

n = número de áreas (sitios)

m = número de factores de tiempo

Ejemplo:

Supóngase que se va a analizar el parámetro oxígeno - disuelto para un proyecto de una pequeña presa sobre un río y se desea conocer su variación; a) sin el -- proyecto, b) con proyecto etapa de construcción y -- c) con proyecto etapa de operación; para los sitios, - 1) aguas arriba, 2) en el lugar de la presa y 3) aguas abajo.

Se propone emplear un cuadro como el mostrado bajo el número 19 que deberá resolverse para cada parámetro.

CUADRO No. 19
CUADRO PARA CALCULO AMBIENTAL

Medición del parámetro		Oxígeno disuelto (mg/l)	
I=Importancia; s= sin, c= con			
Sitio	Aguas arriba	En el sitio	Aguas abajo
Etapa	$I_s = 0.25$	$I_s = 0.50$	$I_s = 0.25$
	$I_c = 0.25$	$I_c = 0.65$	$I_c = 0.10$
Sin proyecto	Medido	Medido	Medido
$I = 1.00$	$\frac{8+6}{2} = 7 \text{ mg/l}$	$\frac{7+9}{2} = 8 \text{ mg/l}$	$\frac{6+6}{2} = 6 \text{ mg/l}$
Con proyecto	Pronóstico	Pronóstico	Pronóstico
Construcción $I = 0.25$	7 mg/l	5 mg/l	3 mg/l
Con proyecto	Pronóstico	Pronóstico	Pronóstico
Operación $I = 0.75$	6 mg/l	9 mg/l	6 mg/l

$$\text{Sin} = 1.00 [0.25 \times (7.0) + 0.50 \times (8.0) + 0.25 \times (6.0)]$$

$$\text{Sin} = 1.00 (1.75 + 4.00 + 1.50)$$

$$\text{Sin} = 7.25 \text{ mg/l}$$

$$\text{Conc} = 0.25 [0.25 \times (7.0) + 0.65 \times (5.0) + 0.10 \times (3.0)]$$

$$\text{Conc} = 0.25 (1.75 + 3.25 + 0.30)$$

$$\text{Conc} = 1.33 \text{ mg/l}$$

$$\text{Cono} = 0.75 [0.25 \times (6.0) + 0.65 \times (9.0) + 0.10 \times (6.0)]$$

$$\text{Cono} = 0.75 (1.5 + 5.85 + 0.6)$$

$$\text{Cono} = 5.96 \text{ mg/l}$$

$$\text{Total sin} = 7.25 \text{ mg/l}$$

Total con = 7.29 mg/l; (1.33 + 5.96 = 7.29)

La gráfica de Calidad Ambiental para el oxígeno disuelto se muestra en la figura 17; de ella se obtiene para los valores calculados (sin y con) los factores de Calidad Ambiental.

$$C.A_{sin} = 0.92$$

$$C.A_{con} = 0.95$$

De esta manera se procede con cada uno de los parámetros que intervienen finalizando con una comparación total:

$$\text{Efecto Ambiental}_{con} = \text{Evaluación}_{con} - \text{Evaluación}_{sin}$$

$$EA = \sum_1^n W_i (C.A.)_i con - \sum_1^n W_i (C.A.)_i sin$$

i = cada parámetro

n = número total de parámetros

W_i = valor de las unidades de importancia (según se repartió)

$C.A_i$ = Calidad Ambiental de cada parámetro (medido de gráfica)

El signo resultante indica un cambio benéfico (+) o adverso(-).

Este valor debe analizarse para conocer su importancia. Para ello se recomiendan las reglas siguientes:

1. Para parámetros relacionados directamente con la ecología.
 - 1.1 Cuando el signo es negativo y dentro del 5 y 10 por ciento, se considera de poca importancia.
 - 1.2 Cuando es negativo pero mayor del 10 por ciento

será de importancia fundamental.

2. Para otros parámetros

2.1 El cambio o signo negativo dentro de un valor -- igual o menor a 30 por ciento indica poca importancia.

2.2 Si es mayor que el 30 por ciento, puede ser --- de importancia y deberá prestársele mucha atención.

Para este caso de ejemplo:

El valor de la importancia ambiental es 31 según se indica en el Cuadro 18 (tercer renglón del grupo contaminación del agua, dentro de contaminación ambiental).

$$W_i = 31 \text{ U.I.}$$

$$C.A_{con} = 0.95$$

$$C.A_{sin} = 0.92$$

$$W_i C.A_{con} - W_i C.A_{sin} =$$

$$31 \times 0.95 - 31 \times 0.92 =$$

$$E.A = + 0.98$$

El signo (+) está indicando un efecto benéfico

$$C.A_{con} = 0.95$$

$$C.A_{sin} = 0.92$$

$$C.A_{con} - C.A_{sin} = 0.95 - 0.92 = + 0.03$$

$$\frac{0.03}{0.95} \times 100 = 31 \text{ por ciento}$$

En la tabla de resultados deberá hacerse notar los casos adversos de importancia.

ner el piso natural solamente o el del follaje en zonas boscosas; medidas directas demuestran variaciones de poca consideración. Como ventaja adicional del radar, se tiene la de poderse operar durante las 24 horas del día y bajo condiciones atmosféricas adversas. Estos métodos se recomiendan para regiones tropicales.

Cabe aclarar que el personal que ejecute la planeación de un estudio en que se emplee percepción remota, debe estar muy familiarizado con el tema del problema y equipo por emplear, pues debe seleccionar lo adecuado según el objetivo de la investigación.

Posteriormente a los métodos de base aérea, se llega al uso de los satélites que transmiten información aprovechable en multitud de campos. Por medio del rastreador multiespectral (MSS) del *landsat*, se ha obtenido, por ejemplo, dentro del campo de contaminación de aguas, la localización del desarrollo explosivo de plancton. Este fenómeno denominado eutroficación, aparece cerca de las costas a causa de un incremento en el grado de contaminación orgánica, provocado por desechos de aguas negras que llegan directamente o a través de los ríos.

Las técnicas actuales todavía no permiten detectarlo en forma directa, sino mediante la observación de la clorofila tipo α , que es función de la población de plancton. Los experimentos que se han hecho, demuestran una muy buena correlación con los datos directos de referencia.

La investigación en este campo, llevada a cabo en costas japonesas, incluyó la medida de reflectancia y transmitancia de cultivos puros en laboratorio, para poderlos comparar con los datos originales del rastreador que estaban grabados en cinta FM (CCT) y que fueron transformados a imagen fotográfica mediante procesamiento instrumental. Las fotografías obtenidas no solamente fueron en bandas simples, sino en aquellas que hicieron resaltar más la distribución de la concentración de clorofila.

Los satélites *landsat* (1, 2 y 3), circulan sobre la tierra a 920 Km. en órbita cercana a la polar, cubriéndola en 103 min., con lo que completan aproximadamente 14 vueltas por día. El rastreador multiespectral (MSS) -

sobre cada satélite, consiste en una línea de aparatos que usan un espejo oscilatorio que continuamente escudriña perpendicularmente el objeto espacial; son seis las líneas que observan simultáneamente en cada una de las cuatro bandas en cada barrida de observación y sus radiaciones son detectadas por un arreglo de seis captadores en cada una de las cuatro bandas espectrales - que van desde 0.5 a 1.1 μ m. Esta información se dispone en forma digital mediante cinta CCT.

Datos que quizá puedan ser de interés con los siguientes:

- a) Para quien desee información sobre datos obtenidos por landsat, la puede solicitar a:

EROS Data Center
Sioux Falls
South Dakota
Estados Unidos de Norteamérica

- b) Hace más de 20 años fue creada en Argentina la Comisión Nacional sobre investigación del espacio; México tiene acuerdos de entrenamiento dentro de esta Comisión.
- c) Para contaminación por petróleo se ha ideado el sistema sensor AIREYE modificado, que también se denomina Falcon 20 G'S que, entre un complejo equipo, lleva aparatos de: radar (SLAR); rastreador infrarrojo (IR) y ultravioleta (UV); consolas para registro; pantallas de control; etc.
- d) Mapas a base de satélite escala 1:50,000 cuestan -- US \$ 1000 ó sea US \$ 1,95/km² (1980).
- e) El costo del análisis digital mínimo de imágenes es muy variable, pudiéndose obtener desde US \$15,000 a varios millones.

En nuestro país existe un organismo específico (DGGTN) que edita cartas topográficas, geológicas y en general de diversos usos del suelo, pudiéndose obtener también fotografías de satélite en distintas bandas. Se puede hacer uso de esta información y de la de fechas anterior

res, con objeto de elaborar una especie de estadística - geofotográfica, mediante la cual se detectarían problemas de avance de erosión por ejemplo; áreas de afectación positiva o negativa de alguna obra de importancia; y en fin, algún aspecto de interés como apoyo más definido de proyectos por realizar sin afectar a la ecología.

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

1. Margalef Ramón
ECOLOGIA
Omega, 1974
2. Dajoz Roger
TRATADO DE ECOLOGIA
Mundiprensa, 1979
3. William Bowen
¿QUE ES LA ECOLOGIA?
LA CRISIS DEL MEDIO AMBIENTE
Servicio de Información de Los Estados Unidos de
Norteamérica, 1971
4. S. P. P.
COMO ES MEXICO
1978
5. C. N. Z. A.
FUNCIONES Y OBJETIVOS DE LA COMISION NACIONAL DE
LAS ZONAS ARIDAS
1976
6. Ambio. Pergamon Press
Varios números, 1976 a 1981
7. Dickson T.R.
QUIMICA-ENFOQUE ECOLOGICO
Limusa, 1980
8. Mackenthum K. M.
NITROGEN AND PHOSPHORUS IN WATER
U. S. Dept. of Health, Education, and Welfare,
1965
9. Scientific American
Varios números, 1977 a 1980
10. Odum E. P.
ECOLOGIA
Interamericana, 1972

11. Haber George
SOLAR POWER FROM THE OCEANS
New Scientist, marzo 1977
12. Murguía Vaca E.
CONTAMINACION DE AGUAS
Facultad de Ingeniería, UNAM, 1981
13. Diario Oficial
Varios números
14. Berland Theodore
ECOLOGIA Y RUIDO
Marymar, 1970
15. Devlin/Barker
PHOTOSYNTHESIS
Van Nostrand Reinhold, 1971
16. Round F. E.
THE BIOLOGY OF THE ALGAE
Edward Arnold, 1965
17. *Análisis de impacto ambiental*
Jain-Urban-Stacey
ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS
Van Nostrand Reinhold, 1977
18. Ortolano L.
AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL STATEMENTS FOR CORPS
OF ENGINEERS WATER PROJECTS
Stanford University, 1972
19. S. R. H.
BOLETIN INFORMATIVO
Junio 1969
20. Environmental Research Institute of Michigan
MEMORIA DEL XL SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE
DETECTACION REMOTA DEL AMBIENTE
1980
21. S.A.R.H. Subsecretaría de Planeación
Direc. Gral. de Protección y Ordenación
Ecológica
MANUAL DEL CURSO SOBRE IMPACTO AMBIENTAL
1981