

Vicente CONESA FDEZ.-VITORA

Dr. Ingeniero Agrónomo

Colaboradores:

Vicente Conesa Ripoll

Luis A. Conesa Ripoll

Vicente Ros Garo

Prologo de María Teresa Esteban Bolea

GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.^a edición
revisada y ampliada

Reimpresión



Ediciones Mundi-Prensa

Madrid • Barcelona • México

2003

Anejo 3. Estudio de factores medioambientales

0. INTRODUCCION

En el Anejo II, se han relacionado, para diversos proyectos y actividades concretas, los factores que presumiblemente van a ser objeto de impacto.

En el presente Anejo se estudian los componentes y factores medioambientales que, de manera insistente, figuran en prácticamente todos los listados, o sea los que más reiteradamente son afectados por las acciones de proyectos y actividades de uso común.

El estudio de componentes ambientales tan importantes y genéricos como el aire, el agua, la vegetación, etc., necesitaría, por si solo, un tratado específico. En esta Guía, lo que intentamos es plasmar ideas y tendencias de como valorar los indicadores de cada factor.

El análisis de los factores se estructura en los siguientes puntos:

1. Definiciones

Este epígrafe, recoge la definición general del factor, la de los subfactores o parámetros específicos en que se divide el factor y la de cualquier otro concepto de imprescindible conocimiento para una buena comprensión metodológica.

2. Contaminantes

Se definen y relacionan los contaminantes físicos, químicos y biológicos que interfieren desfavorablemente en el factor, degradando la calidad ambiental del mismo.

3. Indicador del impacto y unidad de medida

En este punto se define el indicador o indicadores del impacto capaz de medirlo.

El indicador que mide el grado de contaminación del factor contaminado, puede responder a una ecuación matemática (Índice de Calidad del agua), al valor de la presencia de un contaminante concreto (número de especies por unidad de superficie, concentración, porcentaje...), o a estimaciones subjetivas (composición paisajística, sensaciones...)

Obviamente, a cada indicador cuantificable corresponde una unidad de medida (valor de un índice, %, mg/l, °C, Km, Uds/Ha...)

4. Focos de Contaminación

Una vez definidos en el punto 2, los posibles contaminantes del factor considerado, se exponen las posibles fuentes productoras de los mismos.

5. Efecto sobre el medio

Los contaminantes, no solo interfieren desfavorablemente en el factor, sino que se pueden producir efectos multiplicadores sobre el medio en general, produciendo impactos tanto directos, como secundarios y sinérgicos.

6. Función de transformación

Para cada factor estudiado se ha definido una o varias funciones de transformación, de manera que cada magnitud del indicador del impacto expresada en la unidad correspondiente, se corresponde con una magnitud de calidad ambiental, expresada en valores de 0 a 1. La calidad ambiental será función de la magnitud del indicador del impacto, función que vendrá representada gráficamente por la curva correspondiente.

7. Medidas preventivas y correctoras

Se consideran medidas preventivas, todas aquellas acciones introducidas en el proyecto, que dan lugar a la no aparición de efectos nocivos sobre determinados factores, que sí tendrían lugar en el caso de que aquellas no se establecieran. (Planificación del tráfico, proyectos de filtros, concepción racional de edificios y en general todas las medidas de diseño, y soluciones alternativas).

Como medidas correctoras se entiende la introducción de nuevas acciones, que palian o anulan los efectos nocivos o contaminantes, de otras acciones propias del proyecto. (Pantallas acústicas en lugares ruidosos, pantallas vegetales para ocultar vistas desagradables...).

En este epígrafe se proponen una serie de medidas preventivas y correctoras, de entre otras muchas que el autor del estudio puede disponer, o entresacar de tratados especializados.

Es importante comentar que, dado el reducido espacio de este Anejo, no se presente ser exhaustivos, ni excluyentes. Se ha tratado de fijar ideas y dar cauces para el desarrollo de estudios de mayor profundidad en los casos que sea preciso. La generalización conduce a veces a errores, pero es necesaria en un documento de síntesis.

La selección de parámetros, peso de los mismos, curvas calidad, etc., se ha llevado normalmente a cabo por el método Delphi, consultando a expertos en cada uno de los factores del medio. Se hace notar que para los distintos factores estudiados en este Anejo, la convergencia ha sido buena para alguno de ellos y poco satisfactoria para otros. En cualquier caso se trata de sentar pautas y tendencias. En la práctica, y para cada estudio concreto, se profundizará en los factores que sean determinantes, confeccionando modelos y realizando observaciones más detalladas en función de las distintas finalidades específicas.

I. ATMOSFERA**1. DEFINICIONES**

La atmósfera terrestre es la envoltura gaseosa, de unos 2.000 km de espesor, que rodea a la tierra.

La capa más importante es la *troposfera*, ya que contiene el aire que respiramos y en ella se producen los fenómenos meteorológicos que determinan el clima.

El aire es una mezcla de elementos, *constantes* (nitrógeno, oxígeno y gases nobles), cuyas proporciones son prácticamente invariables, y *accidentales* (CO₂, CO, NO₂, SO₂, vapor de agua, O₃...), cuya cantidad es variable según el lugar y el tiempo. Los componentes accidentales son los contaminantes.

Se denomina *contaminación atmosférica* a la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza (Estevan Bolea, 1984).

La contaminación que existe en la atmósfera libre sin influencia de focos de contaminación específicos recibe el nombre de *Contaminación de base*.

La *Contaminación de fondo*, es la que existe en un área definida, en la situación preoperacional, o sea antes de instalar un nuevo foco de contaminación.

Nivel de emisión, es la cantidad de un contaminante emitido a la atmósfera, por un foco fijo o móvil, medido en una unidad de tiempo.

Nivel de inmisión, es la cantidad de contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos, medida en peso o en volumen por unidad de volumen de aire, existente entre cero y dos metros de altura sobre el suelo.

Nivel máximo admisible de emisión, es la cantidad máxima de un contaminante del aire que la ley permite emitir a la atmósfera exterior. Se establece un límite para la emisión instantánea y otro para los valores medios en diferentes intervalos de tiempo.

2. CONTAMINANTES

Se consideran contaminantes del aire las sustancias y formas de energía que potencialmente pueden producir riesgo, daño o molestia grave a las personas, ecosistemas o bienes en determinadas circunstancias.

Atendiendo a su naturaleza se clasifican en dos grupos:

Formas de energía

- Radiaciones ionizantes.
- Ruido.

Sustancias químicas:

Son los contaminantes objeto de estudio en esta unidad temática.

Contaminantes primarios, o sustancias vertidas directamente en la atmósfera desde los focos contaminantes.

- Aerosoles (dispersiones de partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño oscila de 10^{-1} a $10^3 \mu\text{m}$).
- Gases (compuestos de azufre: SO_2 , SO_3 , SH_2 ; óxidos de nitrógeno: NO , NO_2 , NO_x ; hidrocarburos reactivos: $\text{H}_n \text{C}_m$; monóxido de carbono: CO ; anhídrido carbónico: CO_2).
- Otras sustancias (metales pesados: Pb , Cr , Cu , Hn , Ni , As , Cd , Hg ; sustancias minerales: asbestos, amianto; compuestos halogenados: ClH , Cl_2 , derivados del cloro, FH , derivados del fluor; compuestos orgánicos: COV , hidrocarburos aromáticos; compuestos orgánicos azufrados: mercaptanos; compuestos orgánicos halogenados: PC B_s , dioxinas, furanos; sustancias radiactivas).

Contaminantes secundarios o sustancias que no se vierten directamente a la atmósfera desde los focos emisores, sino que se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios.

- Contaminación fotoquímica (aparición de oxidantes: O_3 y radicales libres activos: RO^\cdot).
- Acidificación del medio ambiente, o lluvia ácida, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera.
- Disminución del espesor de la capa de ozono, como consecuencia de la descarga de determinadas sustancias a la atmósfera, principalmente cloro-fluorocarbonos (CF C_s).

Los contaminantes más utilizados para determinar la calidad del aire son: SO_2 , CO , NO , $\text{C}_n \text{H}_m$, humos y partículas sólidas en suspensión y sedimentables.

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

Los contaminantes atmosféricos primarios, desde el instante en que son vertidos a la atmósfera, se encuentran sometidos a procesos complejos de transporte, mezcla y transformación química, que dan lugar a una distribución variable, de su concentración en el aire, tanto en el espacio como en el tiempo.

La calidad del aire se determina midiendo los niveles por inmisión de contaminantes en la atmósfera, entendiéndose por nivel de inmisión, la concentración de cada tipo de contaminantes existentes entre cero y dos metros de altura sobre el suelo.

Por otra parte, se hace notar que los niveles de emisión tolerables no son uniformes para todas las actividades, ya que en cada una de ellas varían las características del proceso, materias primas utilizables, condiciones de las instalaciones y la composición de los afluentes.

Mediante el empleo de unos modelos de difusión físico-matemáticos se puede determinar el impacto ambiental que una o varias actividades puedan causar en el área afectada o de posible modificación. Para ello es preciso determinar convenientemente las características, estableciendo las interrelaciones especiales y temporales.

Los valores de inmisión individualizados por contaminantes y periodo de exposición, a partir de los cuales, se determinarán las situaciones ordinarias, las de zona de atmósfera contaminada y las de emergencia (Nivel de referencia de calidad del aire), se establecen en la Tabla adjunta, de acuerdo con el Anexo I del Decreto 833/1975 de 6 de febrero, que desarrolla la ley 38/1972 de protección del Ambiente Atmosférico; y normas que lo modifican (R. D. 1.613/85 de 1 de agosto y R. D. 717/87 de 27 de mayo).

Indicador General

Adoptamos como indicador general, el Índice de Calidad del Aire, ICAIRE, que toma valores de 0 a 100.

$$\text{ICAIRE} = K \sum C_i P_i / \sum P_i$$

donde:

C_i = Valor porcentual asignado a los parámetros en la Tabla adjunta.

P_i = Peso asignado a cada parámetro.

K = Constante que toma los siguientes valores:

0,75 para aire con ligero olor no agradable.

0,50 para aire con olor desagradable.

0,25 para aire con fuertes olores desagradables.

0,00 para aire con olor insoportable por el ser humano.

En el caso de considerar los olores como un factor a estudiar independiente del factor Calidad del Aire, $K = 1$.

Los valores de la Tabla son genéricos, y aunque responden a la legislación vigente, para casos concretos, en los que el impacto sobre el aire sea determinante para el EsIA considerado, se recomienda consultar la legislación y afinar la metodología. Así, existen parámetros no relacionados en la Tabla (cloruro de hidrógeno, fluoruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, sulfuro de carbono, ozono, asbestos, etc.), y que pueden resultar contaminantes importantes para un proyecto o actividad concreta.

Por otra parte, existen parámetros combinados o sinérgicos cuya proporción de concentraciones relativas determina la calidad ambiental tales como SO_2 / Partículas en suspensión. En el caso de que estos contaminantes tengan una gran importancia, el valor porcentual se establecerá para el producto de sus concentraciones, adquiriendo aquel un valor 50 para un producto de concentraciones de 45×10^3 ; un valor 35 para 160×10^3 ; 20 para 300×10^3 ; y 0 para 500×10^3 . Asimismo se tendrán en cuenta sus valores límites combinados, reflejados en la tabla A, del Anejo al R. D. 1.613/85 de 1 de agosto.

Indicador Oak Ridge Air Quality Index

Se toma como indicador ORAQI, la suma ponderada de la contribución de cada uno de los cinco contaminantes principales (SO_2 , Partículas en suspensión PM, NO_2 , CO y C_nH_n), para los que están establecidos en los niveles standard.

$$\text{ORAQI} = \left[3,5 \sum_{i=1}^5 C_i / C_s \right]^{1,37}$$

donde:

C_i = valor analítico de la concentración medida.

C_s = valor de la concentración standard (valores correspondientes aproximadamente al valor porcentual 50 establecido en la tabla).

El ORAQI, toma valores desde 0 (aire limpio), a 50 (aire contaminado, con las cinco concentraciones de los parámetros iguales a la standard). Si las concentraciones medidas superan a la standard (valores de concentración correspondientes a los porcentuales de 0 a 40), el ORAQI, puede llegar a valores superiores a 500. Se hace notar que con que un parámetro alcance la concentración correspondiente el valor porcentual 0, la CA del aire será 0.

Contaminante → ↓ Indicador	SO_2	Partículas en suspensión	NO_2	C_nH_n	CO	Partículas sedimentables	Pb	Cl_2	Compuestos de flúor	Valoración porcentual
V A L O R A N A L I T I C O	2200	1.800	1.000	800	60	1.800	40	275	120	0
	1800	1.400	900	650	55	1.400	30	250	100	10
	1400	1.000	750	500	50	1.000	20	175	80	20
	700	600	600	350	40	750	15	125	60	30
	500	400	350	250	30	500	10	75	40	40
	350	250	200	140	20	300	4	50	20	50
	250	200	150	100	15	200	3	30	15	60
	150	150	100	75	10	150	2	20	10	70
	100	100	50	50	5	100	1,5	10	5	80
	75	50	25	25	2,5	50	1	5	2,5	90
Unidad de medida	< 50	< 25	< 10	< 10	< 1	< 25	< 0,25	< 2,5	< 1	100
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mg/m^3	mg/m^3	mg/m^3	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	—
Peso										

Los valores expresados no se deben sobrepasar durante mas de 3 días consecutivos. Si tomamos como Indicador la concentración media en un año, los valores analíticos correspondientes a cada valor porcentual se reducen aproximadamente a la mitad.

4. FOCOS DE CONTAMINACION

Las fuentes principales de contaminación son:

Naturales

- Volcanes, incendios forestales y descomposición de la materia orgánica en el suelo y océanos.

Antropogénicas

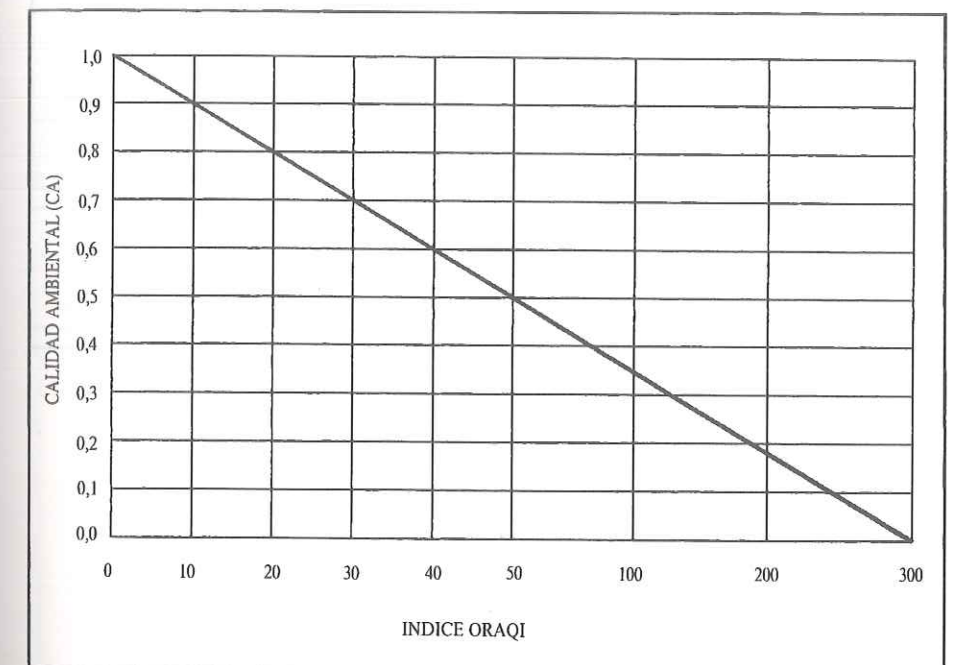
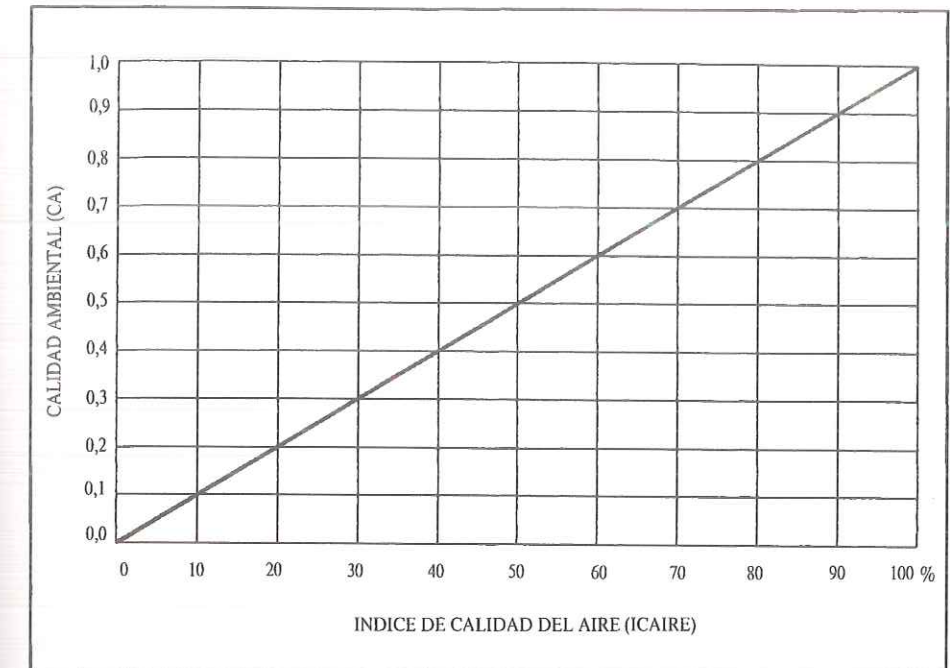
- **Focos fijos:** Industriales (óxidos de azufre, hidrocarburos, CO, sólidos en suspensión), domésticos (calefacción: SO₂, hidrocarburos), centrales térmicas (óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno) refino de petróleo (SO₂, C_n H_n, NO_x, partículas, aldehidos, NH₃, CO, olores).
- **Focos móviles:** Vehículos automóviles, aeronaves y buques (monóxido de carbono, plomo, SO₂, NO, C_n H_n).
- **Focos compuestos:** Aglomeraciones industriales, áreas urbanas.

Estos últimos son los de mayor significación, por el número de focos, por el volumen de sus emisiones y por el tipo y cantidad de contaminantes.

5. EFECTOS SOBRE EL MEDIO

- Efectos sobre la visibilidad.
- Incidencia sobre la salud y el bienestar del hombre (irritaciones, afecciones pulmonares, daños fisiológicos).
- Efectos sobre la meteorología y el clima (modificación en las precipitaciones, nieblas y radiación solar, efecto invernadero).
- Efectos sobre los materiales (abrasión, ataque químico y electrolítico).
- Efectos sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos (morfológicos y fisiológicos).
- Efectos sobre la estratosfera (disminución de la capa de ozono, dando lugar a cáncer de piel, cataratas, modificaciones del sistema inmunológico, alteración de la fotosíntesis).
- Dispersión y transporte por el viento y arrastre por la lluvia y la nieve.
- Acumulación de contaminantes en el hombre y las cadenas alimentarias.
- Precipitación y absorción por el suelo.
- Persistencia y resistencia a la degradación.
- Posibilidad de que la transformación química de los contaminantes, en los sistemas físicos y biológicos genere sustancias secundarias más tóxicas o más perjudiciales que el conjunto original.

6. FUNCIONES DE TRANSFORMACION



7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

- Programas de control y vigilancia de la calidad del aire.
- Establecimientos de Redes de Vigilancia de la calidad del aire.
- Evaluaciones preventivas de impacto ambiental.
- Tecnologías de baja y nula emisión de residuos (Low - an now - waste technology).
- Bioensayos (inspección y evaluación de daños en vegetales establecidos o específicos, tales como líquenes sensibles a impurezas, sobre todo al SO₂).
- Cambios y correcciones en los procesos industriales.
- Instalación de chimeneas adecuadas, del tal forma que la dilución sea suficiente para evitar concentraciones elevadas a nivel del suelo.
- Concentrar y retener los contaminantes con equipos adecuados de depuración (filtros especiales...).
- Implantación de motores «ecológicos», en vehículos automóviles (sistemas de deceleración, de recirculación de gases de escape, motores de carga estratificada, sistemas Man Air Ox, reactores térmicos, catalizadores monolíticos de oxidación, reducción y trifuncionales).
- Control de emisiones por evaporación desde los depósitos de combustible y carburadores, tanto en ruta como en repostado.
- Energías alternativas para la calefacción.
- Utilización de productos alternativos no contaminantes (sustitución de fluoroclorados...).
- Planificación de los usos del suelo (cambio de ubicación de industrias en función de datos meteorológicos que minoricen la dispersión o traslado a zonas con mejor capacidad de acogida).
- Creación de áreas verdes en poblaciones urbanas.
- Creación de cinturones verdes alrededor de las grandes ciudades.

II. RUIDO Y VIBRACIONES**1. DEFINICIONES**

El sonido se define como *toda variación de presión en cualquier medio, capaz de ser detectada por el ser humano.*

Llamamos ruido a todo sonido indeseable para quien lo percibe.

El oído humano es capaz de percibir las señales acústicas cuya frecuencia está comprendida entre 20 y 20.000 Hz y cuya banda de presiones dinámicas va desde 2.10⁻⁴ µbares a 2.10³ µbares.

Los parámetros más significativos a tener en cuenta son:

En la emisión

- Nivel de presión ($\Delta P > 2.10^{-4}$ µbar)
- Espectro de frecuencias (20 - 20.000 Hz).
- Direccionalidad.

En la propagación

- Atenuación, absorción y aislamiento del medio en que tiene lugar la propagación.

En la recepción

- Sensación sonora y respuesta a nivel personal y colectiva.

2. CONTAMINANTES

Se entiende por contaminantes acústicos, todos aquellos estímulos que directa o indirectamente interfieren desfavorablemente con el ser humano, a través del sentido del oído, dando lugar a sonidos indeseables, o ruidos.

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

Se toma como indicador del impacto el *nivel de presión acústica* (L), adoptándose como unidad de medida el *decibelio*, (dB).

$$L = 10 \log (P/P_0)^2$$

siendo P la presión eficaz del sonido medido; P₀, la presión acústica de referencia, que se corresponde con la menor presión acústica que un oído joven y sano puede detectar en condiciones ideales (2.10⁻⁴ μbar.)

Usualmente se toman las medidas de ruido obtenidas aplicando la curva de ponderación A, expresándolas en dBA.

Foco emisor	Presiones μbar	Nivel L dB	Foco emisor	Presiones μbar	Nivel L Db
Despegue avión a 1 m	2.10 ³	140	Conversación ordinaria a 1 m	2.10 ⁻¹	60**
Sala máquinas barco	2.10 ²	120*	Area residencial de noche	2.10 ⁻²	40
Martillo neumático		110	Interior Iglesia		30
Obras Públicas a 5-15 m	2.10	100	Estudio grabación	2.10 ⁻³	20
Camión pesado a 6 m		90	Cámara anecoica		10
Tráfico intenso	2	80	Silencio	2.10 ⁻⁴	0***
Tráfico urbano		70			

* Umbral doloroso ** Intensidad normal de audición *** Umbral de sensación sonora.

A efectos valorativos tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuando la presión dinámica se multiplica por 10, la variación del nivel sonoro en la escala de decibelios es de 20 dB.
- El nivel sonoro producido por dos focos iguales, emitiendo simultáneamente, es superior en solo 3 dB, el producido por uno solo.
- El nivel sonoro al alejarse la fuente puntual productora de ruido disminuye en 6 dB, cada vez que se duplica la distancia a la misma, en campo libre.
- Al valorar la sensación, se ponderará en base a la componente psíquica del ruido, que da lugar a un mayor o menor grado de aceptabilidad o irritabilidad.
- El nivel sonoro equivalente (Leq), se define como la media del nivel de ruido promediado en el tiempo de medida. Se usa cuando el nivel de ruido varía con el tiempo.
- El nivel sonoro equivalente día-noche (Ldn), es el nivel sonoro equivalente, corrigiendo los niveles de ruido producidos entre las 22 y las 7 horas, con un factor de +10 dB.
- El nivel sonoro estadístico (Ln), es el nivel de ruido que ha sido excedido el n % del tiempo, durante el período de observación. Los valores de Ln más utilizados corresponden a L₁₀, L₅₀ y L₉₀.

4. FOCOS DE CONTAMINACION

Las principales fuentes productoras de ruido que afectan a la comunidad se pueden dividir en tres grandes grupos:

- **Medios de Transporte** (Tráfico de automóviles, tránsito ferroviario, aeronaves...).
- **Industria y Construcción** (Máquinas industriales, Obra civil, construcción de edificios...).
- **Instalaciones y servicios** (Aire acondicionado, ascensores y bombas; aparatos domésticos; aparatos de oficina; centros de diversión; centros comerciales...).

5. EFECTOS SOBRE EL MEDIO

Efectos en el organismo

- Fisiológicos, psicológicos, sociológicos y sicosociales.
- Reversibles e irreversibles.

Efectos en la Comunidad

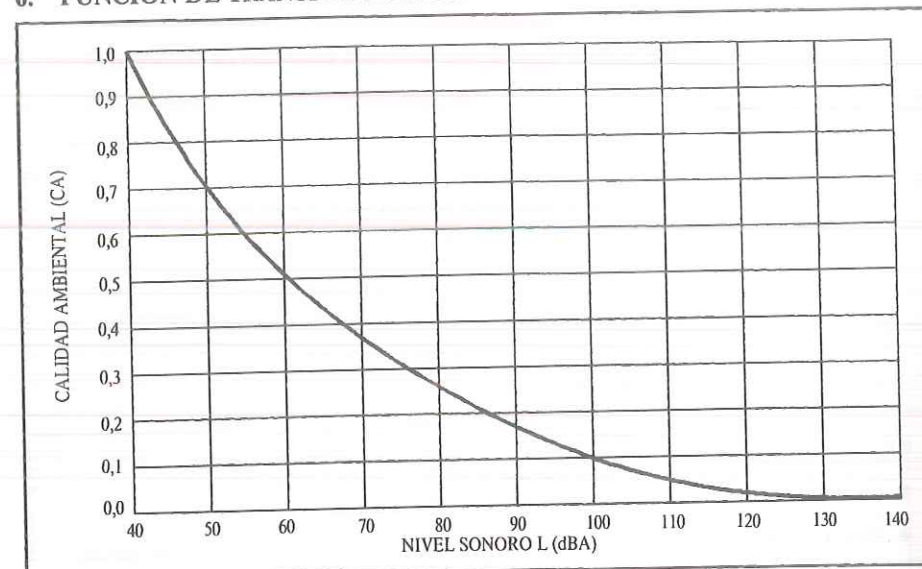
- Perturbación de actividades típicas (Trabajo, estudio, comunicación, ocio, recreo, descanso...).
- Los efectos son acumulativos.
- Las actividades están relacionadas y los efectos también (si no se duerme bien, difícilmente se trabajará bien).
- La Comunidad se compone de sectores, más o menos susceptibles de ser afectados por los ruidos (enfermos, niños, ancianos...).

Efectos sico-sociales

El más extendido es la molestia, entendida como una sensación desagradable asociada con un agente que afecta adversamente.

Cierto tipo de ruidos, incluso a niveles muy bajos son considerados muy molestos e incluso irritantes (goteo de un grifo mal cerrado).

6. FUNCION DE TRANSFORMACION

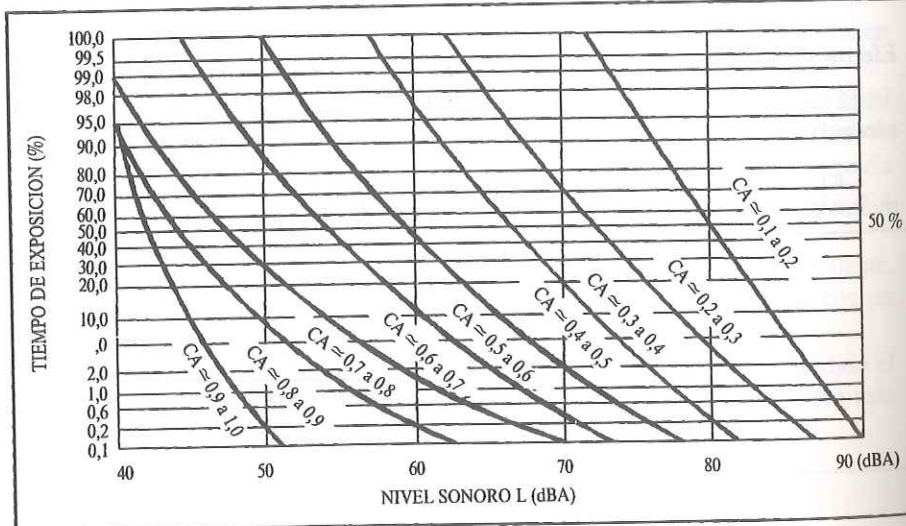


Indices correctores del nivel medido

- Noche + 10 dBA
- Tiempo exposición
 - 20 - 50 % + 3 dBA
 - 50 - 80 % + 6 dBA
 - 80 - 95 % + 9 dBA
 - 95 - 100 % + 12 dBA
- Situaciones críticas + 5-15 dBA

Tipología de la CA

- | | |
|-------------|-----------|
| Optima | 0,8 - 1,0 |
| Buena | 0,6 - 0,8 |
| Aceptable | 0,4 - 0,6 |
| Baja | 0,2 - 0,4 |
| Inaceptable | 0,0 - 0,2 |



7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Planificación urbana

- Utilización racional del suelo.
- Planificación del tráfico.
- Creación de cinturones verdes.
- Estudios de ruido ambiental.

Diseño arquitectónico

- **Concepción racional de edificios dedicados a viviendas** (discontinuidad que evite el efecto cañón; alternancia de edificios para que los menos sensibles al ruido actúen como pantallas acústicas; evitar disposiciones que canalicen desfavorablemente al ruido, utilización de barreras acústicas...).
- **Aislamiento acústico y distribución racional interior** (situar los dormitorios en las zonas más tranquilas, aislar habitaciones ruidosas de las que requieren bajo nivel de ruido, aislar cuartos de baño del resto de las habitaciones, evitar distribuciones verticales escalonadas, proyectar terrazas que reflejen el ruido al exterior...).

Mapas acústicos

- **Mapa acústico urbano**, que identifique y evalúe los focos sonoros que dan lugar a niveles sonoros altos, acompañado de una distribución de niveles de molestia para cada zona.
- **Mapa acústico interurbano**, que ponga de manifiesto las áreas a puntos concretos más sensibles al ruido, para los que se ensayarán distintas soluciones o propuestas de medidas correctoras.

III. AGUA

1. DEFINICIONES

La Contaminación del agua se define como la alteración de su calidad natural por la acción del hombre, que hace que no sea, parcial o totalmente, adecuada para la aplicación o uso a que se destina (Estevan Bolea, 1984)

Se entiende por calidad natural del agua al conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta el agua en su estado natural en los ríos, lagos, manantiales, en el subsuelo o en el mar.

La calidad del agua no es un término absoluto; es algo que siempre dice en relación con el uso o actividad a que se destina: calidad para beber, calidad para riego, etc...) Por consiguiente, un agua que puede resultar contaminada para un cierto uso puede ser perfectamente aplicable a otro; de ahí que se fijen criterios de calidad del agua según los usos.

El agua no se encuentra naturalmente en estado puro y siempre contiene cierto número y cantidad de sustancias que provienen de diversas fuentes: la precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmósfera. Y así, en las aguas que no han recibido vertidos artificiales se encuentran sólidos y coloides en suspensión (que afectan a la transparencia), sólidos disueltos (que se reflejan en la alcalinidad, Ph, dureza, conductividad, ...), oxígeno disuelto (que influye decisivamente en la vida acuática), etc. que constituyen los caracteres y cualidades del agua.

Estos caracteres y cualidades se relacionan con la calidad del agua aunque, de modo distinto según el uso a que esta sea destinada.

Interesa pues, conocer la calidad del agua desde diversos puntos de vista:

- Utilización fuera del lugar donde se encuentra (**agua potable, usos domésticos, urbanos e industriales, agrícolas y ganaderos.**)
- Utilización del curso o masa de agua (**baño, pesca, navegación deportiva...**).
- Como **medio acuático**, que acoge especies animales y vegetales.
- Como **receptor de efluentes** residuales de origen doméstico e industrial.

2. CONTAMINANTES

Se entiende por contaminantes del agua todos aquellos compuestos, normalmente emanados de la acción humana, que modifican su composición o estado disminuyendo su aptitud para alguna de sus posibles utilidades.

Entre otros consideramos:

1. **Sólidos en suspensión** (suelos, minerales, subproductos industriales...).
2. **Elementos que modifican el color** (agua caliente, colorantes...).

3. **Compuestos inorgánicos** (sal común, ácidos, sales metálicas...).
4. **Nutrientes** (compuestos de nitrógeno, fósforo, potasio...).
5. **Residuos que demandan nitrógeno** (materias orgánicas putrescibles reducidas por bacterias aerobias, que requieren oxígeno disuelto).
6. **Compuestos orgánicos tóxicos** (detergentes, plaguicidas, subproductos industriales...).
7. **Contaminantes biológicos** (bacterias y virus, productores de enfermedades...).

3. INDICADORES DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

La manera más sencilla y práctica de estimar la calidad del agua consiste en la definición de índices o ratios de las medidas de ciertos parámetros físicos, químicos o biológicos en la situación operacional, referenciados con otra situación que se considera admisible o deseable y que viene definida por ciertos estándares o criterios.

Los parámetros más frecuentemente admitidos y utilizados son: DBO; sólidos disueltos y en suspensión; compuestos de nitrógeno, fósforo, azufre y cloro; pH; dureza; turbidez; conductividad; elementos tóxicos; y elementos patógenos.

En relación con los usos, los parámetros más típicos son:

- **Uso doméstico:** turbidez, dureza, sólidos disueltos, tóxicos y coliformes.
- **Industria:** sólidos disueltos y en suspensión.
- **Riego:** sólidos disueltos, conductividad, contenido en sodio, calcio y magnesio.
- **Recreo:** turbidez, tóxicos, coliformes.
- **Vida acuática:** oxígeno disuelto, compuestos órgano clorados.

Mediante el empleo de unos modelos de difusión físico-matemáticos del vertido en lagos, ríos, estuarios y mares, se puede determinar el impacto ambiental que una o varias actividades causan en el área afectada objeto de estudio, o sea se puede determinar la concentración de los distintos parámetros en un punto, alejado del foco emisor o del punto de vertido.

Adoptamos como indicador general, el **Índice de Calidad del Agua, ICA**, basado en el de Martínez de Bascarán (1979), que proporciona un valor global de la calidad del agua, incorporando los valores individuales de una serie de parámetros.

$$ICA = K \sum C_i P_i / \sum P_i$$

donde:

C_i = valor porcentual asignado a los parámetros (tabla I).

P_i = peso asignado a cada parámetro.

K = constante que toma los siguientes valores:

- 1,00 para aguas claras sin aparente contaminación.
- 0,75 para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural.
- 0,50 para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor.
- 0,25 para aguas negras que presenten fermentaciones y olores.

Tabla I. Valor porcentual asignado a los diez parámetros propuestos por Bascaran

Parámetro	pH	Conductividad	Oxígeno disuelto	Reducción del permanganato	Coliformes	Nitrógeno amoniacal	Cloruros	Temperatura	Detergentes	Aspecto	Valoración porcentual
V A L O R A N A L I T I C O	1/14	> 16.000	0	> 15	> 14.000	> 1,25	> 1.500	> 50 / > -8	> 3,00	Pésimo	0
	2/13	12.000	1	12	10.000	1,00	1.000	45 / -6	2,00	Muy malo	10
	3/12	8.000	2	10	7.000	0,75	700	40 / -4	1,50	Mal	20
	4/11	5.000	3	8	5.000	0,50	500	36 / -2	1,00	Desagradable	30
	5/10	3.000	3,5	6	4.000	0,40	300	32 / 0	0,75	Impropio	40
	6/9,5	2.500	4	5	3.000	0,30	200	30 / 5	0,50	Normal	50
	6,5	2.000	5	4	2.000	0,20	150	28 / 10	0,25	Aceptable	60
	9	1.500	6	3	1.500	0,10	100	26 / 12	0,10	Agradable	70
	8,5	1.250	6,5	2	1.000	0,05	50	24 / 14	0,06	Bueno	80
	8	1.000	7	1	500	0,03	25	22 / 15	0,02	Muy bueno	90
Unidad de medida	7	< 750	7,5	< 0,5	< 50	0	0	21 a 16	0	Excelente	100
	Udad.	µmbos/cm	mg/l	mg/l	nº/100 ml	p.p.m.	p.p.m.	°C	mg/l	Subjetiva	%
	Peso	1	4	3	3	3	1	1	4	1	---

Los valores analíticos que corresponden a un valor porcentual menor que 50, se entienden como no permisibles. Se precisarán medidas correctoras.

Tabla II. Unidades porcentuales de otros parámetros que intervienen en la calidad del agua

Parámetro	Dureza	Sólidos disueltos	Plaguicidas	Grasas y aceites (percloroformo)	Sulfatos	Nitratos	Cianuros	Sodio	Calcio	Magnesio	Fosfatos	Nitritos	DBO ₅	Valor porcentual
V A L O R A N A L I T I C O	> 1.500	> 20.000	> 2	> 3	> 1.500	> 100	> 1	> 500	> 1.000	> 500	> 500	> 1	> 15	0
	1.000	10.000	1	2	1.000	50	0,6	300	600	300	300	0,50	12	10
	800	5.000	0,4	1	600	20	0,5	250	500	250	200	0,25	10	20
	600	3.000	0,2	0,60	400	15	0,4	200	400	200	100	0,20	8	30
	500	2.000	0,1	0,30	250	10	0,3	150	300	150	50	0,15	6	40
	400	1.500	0,05	0,15	150	8	0,2	100	200	100	30	0,10	5	50
	300	1.000	0,025	0,08	100	6	0,1	75	150	75	20	0,05	4	60
	200	750	0,01	0,04	75	4	0,05	50	100	50	10	0,025	3	70
	100	500	0,005	0,02	50	2	0,02	25	50	25	5	0,010	2	80
	50	250	0,001	0,01	25	1	0,01	15	25	15	1	0,005	1	90
Unidad de medida	< 25	< 100	0	0	0	0	0	< 10	< 10	< 10	0	0	< 0,5	100
	mg CO ₃ Ca/l	mg/l	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
	Peso	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	---

Los valores de calidad de los distintos parámetros, expresados en las tablas I y II, son genéricos y por tanto susceptibles de conducir a error, cuando se trata de determinar la calidad del agua para un uso específico. Se recomienda la consulta de tratados especializados, en los que de manera detallada se establecen los límites de las concentraciones de los distintos compuestos, pudiendo a partir de ellos confeccionarse una tabla de valores porcentuales.

A título aclaratorio se hacen las siguientes puntualizaciones:

- **Uso doméstico**

- El agua será inodora, e insípida.
- El agua queda descalificada, con la sola presencia de vestigios de: fosfatos, nitritos, nitrógeno amoniacal, aminas, sulfuros, hidrocarburos, grasas, detergentes, bacterias anaerobias, bacterias potencialmente patógenas.
- La presencia admisible de fenoles es de 0,001 mg/l.
- Los coliformes no deben de exceder de 2/100 ml.
- El límite máximo de reducción del permanganato es de 3 mg/l.

- **Uso industrial**

- Para determinados usos industriales (fabricación de microcircuitos, reactivos químicos, aerosoles, productos farmacéuticos, etc) la conductividad máxima recomendada es menor de 10 micromhos/cm; y para otros (circuitos de recirculación de agua, baños de lavado galvanotécnico de joyas, baños electrolíticos, procesamiento de fotografías, etc), es inferior a 50 micromhos/cm.

- **Uso agrícola**

- Los cultivos más sensibles ven disminuida su producción a partir de 500 mg/l. de sólidos disueltos. Las concentraciones superiores a 2.000 mg/l. afectan a la mayor parte de las plantas.
- El ión sodio actúa sobre la estructura y la permeabilidad del suelo. Si su concentración es baja, en relación al Ca y Mg el suelo mantiene una buena estructura, pero si es alta tiende a hacerse impermeable.
- El oxígeno disuelto puede alcanzar en mínimo de 3 mg/l.

- **Vida acuática**

- El oxígeno disuelto debe exceder los 4 mg/l.

4. FOCOS DE CONTAMINACION

En base a la aportación de los siete grupos de contaminantes, expuestos en el punto 2, y en el mismo orden, consideramos, de acuerdo con The Open University, 1975, los focos que son capaces de producirlos:

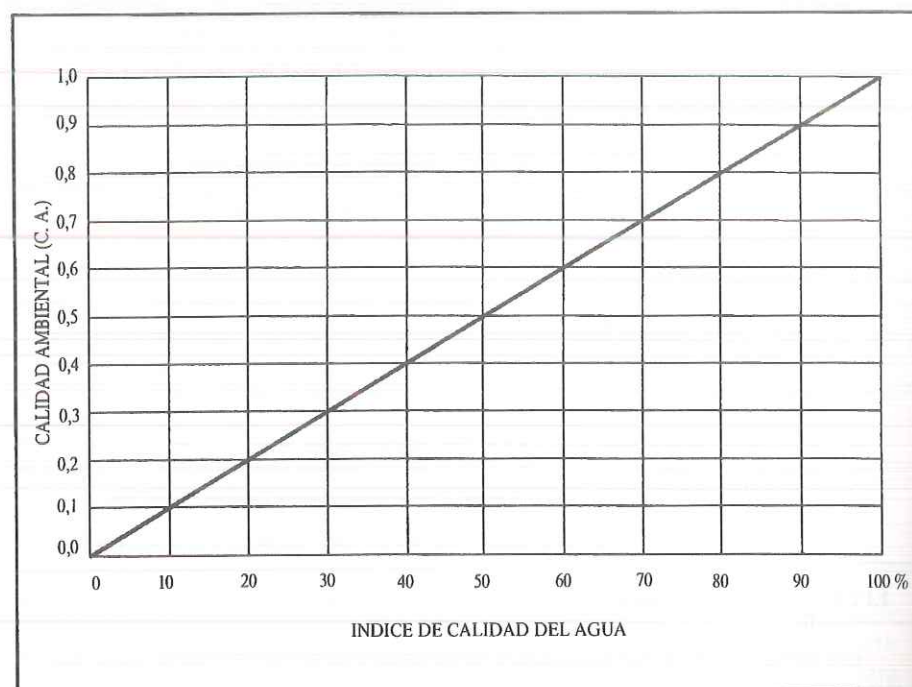
1. Erosión, inundaciones, efluentes de plantas de celulosa, etc.
2. Plantas de energía, fábricas de acero, refinerías, unidades de refrigeración, etc.
3. Minería, procesos industriales, depósitos naturales, agua de riego.
4. Aguas residuales urbanas (aguas negras) e industriales, aguas procedentes de riego con arrastre de fertilizantes, aguas residuales de explotaciones zootécnicas, etc.
5. Residuos domésticos y de industrias alimentarias, etc.
6. Efluentes domésticos, industriales y de explotaciones agropecuarias.
7. Residuos humanos, de animales y de industrias cárnicas y mataderos.

5. EFECTOS DEL MEDIO

Los siete grupos de contaminantes, son capaces de producir, entre otros, los siguientes efectos sobre el medio:

1. Obstrucción o relleno de corrientes, lagos, embalses y canales; aumento del costo de depuración; corrosión de equipos; interferencia de procesos de manufacturación, reducción de la vida animal y vegetal.
2. Reducción del oxígeno disuelto y consiguiente descomposición lenta o incompleta de los contaminantes y daño a la vida acuática.
3. Interferencia en procesos de fabricación; efectos tóxicos más o menos aparentes sobre el hombre y la vida silvestre; mal olor, mal sabor; corrosión de equipos.
4. Crecimiento excesivo de la vida vegetal acuática, aumento de la demanda de oxígeno, mal sabor y mal olor.
5. Daño a la pesca; el consumo total del oxígeno causa la acción de bacterias anaerobias, que da lugar a malos olores y colores.
6. Amenaza a la pesca y vida silvestre; posibles riesgos a largo plazo para el hombre, por ingestión.
7. Necesidad de tratamiento intenso del agua para hacerla potable; pérdida a la industria pesquera y especialmente marisquera; reducción del uso recreativo.

6. FUNCION DE TRANSFORMACION



7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Aguas Superficiales

- Reducción del volumen de vertidos y de su capa contaminante.
 - Separación de vertidos en origen.
 - Recirculación de aguas usadas.
 - Cambios en los sistemas básicos de uso de agua y producción de vertidos.
 - Recuperación de subproductos.
 - Eliminación de vertidos accidentales y descargas bruscas.
 - No utilización de elementos o productos inhibidores de la depuración material o artificial.
- Implantación de instalaciones de tratamiento de vertidos
- Eliminación de aguas residuales sin recurrir a su tratamiento
 - Dilución.
 - Concentración, y consideración como residuo susceptible de transporte.
 - Inyección en el terreno.
 - Aplicación al suelo.

Aguas subterráneas

- Ordenación especial de actividades.
- Perímetros de protección.
- Normativa para la construcción de pozos.
- Impermeabilización.
- Drenaje somero.
- Control de la inyección de residuos en el subsuelo mediante sondeos.
- Lucha contra la intrusión de agua salada.
- Depuración artificial y natural.
- Reducción de cantidades de vertido de la industria.
- Reducción de fertilizantes nitrogenados.
- Aplicación de técnicas de vertido controlado.
- Modificación de los bombeos existentes.
- Implantación de barreras de presión y de depresión.
- Intercepción de contaminantes.
- Creación de barreras subterráneas.

Aguas marinas

- Eliminación de materiales en suspensión antes del vertido al mar.
- Reducir los componentes tóxicos a concentraciones y cantidades que no produzcan contaminación.
- Eliminación de vertidos directos urbanos e industriales.
- Reutilización de las aguas residuales urbanas.
- Vertidos a través de emisarios submarinos, con un tratamiento previo adecuado.
- Prevención de vertidos de buques.
- Medidas especiales contra la marea negra producida por vertidos de petróleo y otras sustancias perjudiciales, bien por descargas incontroladas, bien por accidentes fortuitos.

IV. CAPACIDAD AGROLOGICA DE LOS SUELOS

1. DEFINICIONES

La capacidad agrológica se define como la adaptación que presentan los suelos a determinados usos específicos.

Nos da información acerca de la aptitud para el cultivo del terreno considerado.

Se clasifica un territorio según las limitaciones que presenta respecto a los usos agrícolas, praterales y forestales. Esta clasificación contempla tres categorías de calificación de los grupos de suelos: Unidad de capacidad, Subclase de capacidad y Clase de capacidad.

Dividimos la capacidad del suelo en siete clases agrológicas. Los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso se hacen progresivamente mayores de la clase I a la clase VII.

CLASE	I	II	III	IV	V	VI	VII
Superficie (ha)							
Pluviometría	> 600 mm o riego	600 > p > 300 mm o riego	Igual c. II	Igual c. II y III	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Temperatura	Permite cultivo de maíz c. medio	Permite cultivo de cereales invierno	Igual c. II	Igual c. II y III	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Pendientes	< 3 %	< 10 %	< 20 %	Igual c. III	< 3 %	20 < p < 30 %	30 < p < 50 %
Estructura	Equilibrada	Equilibrada	Equilibrada	Equilibrada	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Profundidad	> 90 cm.	> 60 cm.	> 30 cm.	> 30 cm.	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Pedregosidad < 25 cm.	—	< 20 %	< 50 %	< 90 %			
Superficie cubierta > 25 cm.	—	< 0,1 %	< 0,1 %	< 3 %	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Rociedad	—	< 2 %	< 10 %	< 25 %	Indiferente	Indiferente	Indiferente
Encharcamiento	—	Puede ser estacional	Puede ser estacional	Igual c. III	Continua o frecuente	—	—
Salinidad	—	—	Algo de salinidad	Igual c. III	Salinidad impide cultivo	—	—
Erosión	—	Moderada	Moderada	Igual c. III	—	Fácil	Fuerte

La asignación de un suelo a una clase debe cumplir todos los requisitos exigidos e indicados en la columna correspondiente.

La falta de un solo requisito hará que deba ser clasificado en clases inferiores.

2. CONTAMINANTES

Se entiende por contaminantes de la capacidad agrológica de un suelo, todos aquellos aspectos físicos que hacen variar al alza su inclusión en una clase agrológica determinada:

- Variación del riesgo de erosión.
- Incremento del exceso de agua de la hidromorfia o del riesgo de inundación.
- Incremento de las limitaciones del suelo en la zona radical (pedregosidad muy abundante, baja capacidad de retención de agua, baja fertilidad, salinidad o alcalinidad elevadas).
- Inclemencias climáticas (temperaturas extremas, sequías prolongadas, heladas, ...).

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

Se trata de efectuar una evaluación del territorio según las limitaciones que presenta respecto a los usos agrícolas.

Para ello se emplean categorías a tres niveles: clases, subclases y unidades.

Las unidades de capacidad agrológica constituyen un agrupamiento de suelos que tienen aproximadamente las mismas repuestas a sistemas de manejo agrícolas y praterales.

Las estimaciones de rendimiento para suelos de la misma unidad y similares sistemas de cultivo, son equiparables.

La subclase es un agrupamiento de unidades de capacidad que tienen similares limitaciones y riesgos. Se reconocen cuatro tipos de limitaciones: Riesgos de erosión (e), problemas de exceso de humedad (h), limitaciones por la naturaleza del suelo (s), limitaciones de tipo climático (c).

La clase de capacidad es un agrupamiento de subclases.

Existen siete clases en función de las limitaciones o riesgos inherentes a la utilización, y van de la clase I sin limitaciones especiales, pasando por riesgos progresivamente mayores, hasta la clase VII, que presenta unas posibilidades de uso muy restringidas.

Se toma como indicador del impacto la suma ponderada de la superficie de cada clase de suelo, expresada en porcentaje de la superficie total.

$$C.AGRO = \frac{100}{S_t} (S_i + \frac{S_{II}}{2} + \frac{S_{III}}{3} + \frac{S_{IV}}{4} + \frac{S_V}{5})$$

Siendo:

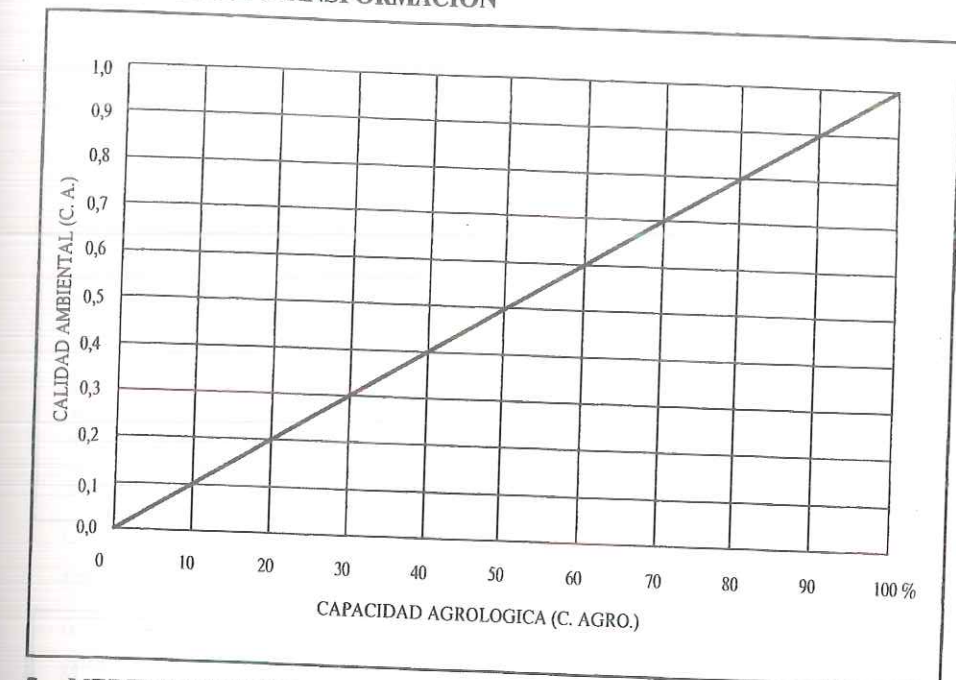
S_i, la superficie de la clase agrológica I a V.
S_t, la superficie total.

4. FOCOS DE CONTAMINACION

- Obras públicas y actuaciones que modifiquen la potencialidad de erosión de un suelo (deforestación, ruptura de capas vegetales, cambios en la topografía, etcétera).
- Actuaciones que incrementen las posibilidades del exceso de agua e inundaciones (cambios en la topografía, desviación de cauces y arroyos naturales, construcción de embalses y presas, ...).
- Actuaciones que disminuyen el desarrollo radicular (laboreos no convenientes o inexistentes, riego con aguas salinas o calizas, impermeabilización del suelo que provoca asfixia radical, ...).
- Actuaciones que provocan cambios climáticos desfavorables (incremento de temperatura y radiación por destrucción de la capa de ozono, lluvia ácida por centrales térmicas, emisión de polvo por cementeras que impiden la absorción de CO₂, embalses y grandes obras públicas que alteran el microclima).

5. EFECTOS DEL MEDIO

- Degradación de la adaptación a determinados usos agrícolas, prateres y forestales.
- Pérdida de suelo vegetal.
- Riesgo de inundaciones.
- Salinización de suelos.
- Alcalinización de suelos.
- Incremento de la pedregosidad.
- Disminución de la capacidad de retención de agua.
- Disminución del valor del suelo.
- Decremento de la producción agrícola.
- Decremento de la renta agrícola y forestal.

6. FUNCION DE TRANSFORMACION**7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS**

- Mejora de la textura y estructura (remoción de elementos gruesos, trabajos mecánicos, mejora de suelos orgánicos).
- Aplicación de fertilizantes, enmiendas o encalados.
- Prácticas de desalinización por riego, drenaje y aplicación de yeso.
- Remoción contra el exceso de agua.
- Medidas de control de la erosión (barreras, disminución de cárcavas, abanqueamiento, bajantes de aguas, cavado de zanjas, terrazas).
- Aumento de la profundidad del suelo (caballones, desfonde, escarificado, rotura de costras duras).
- Prácticas de drenaje.
- Prevención de inundaciones.
- Recuperación de manto vegetal.
- Repoblaciones forestales.
- Corrección de lluvias ácidas.
- Filtros de polvo y de gases nocivos.

V. CAPACIDAD AGRARIA DE LOS SUELOS

1. DEFINICIONES

La capacidad agraria o capacidad productiva agraria se define como la potencialidad inicial del suelo para producir una cierta cantidad de cosecha por Ha y año. Este concepto responde a la productividad intrínseca del suelo (suelo poco o muy productivo per se).

Aunque la productividad depende, no solo de la capacidad agraria, sino también de una explotación agrícola racional y tecnificada (labores culturales, enmiendas, abonados, plantaciones adaptadas al clima, mecanización, etc.), el principio adoptado es, que si las condiciones externas del suelo están presentes, la productividad teórica posible puede expresarse en función de las características intrínsecas del suelo, o sea, de su capacidad agraria.

2. CONTAMINANTES

Se entiende por contaminantes de la capacidad agraria de un suelo, todos aquellos elementos físicos, biológicos, técnicos y económicos, normalmente debidos a actuaciones humanas, que directa o indirectamente hacen variar la productividad intrínseca de un suelo.

Entre otros consideramos:

- Exceso o carencia de humedad.
- Falta de drenaje.
- Insuficiente profundidad del suelo.
- Textura y estructura poco aptas para los usos agrícolas.
- Deficiente complejo arcillo - húmico.
- Salinidad del extracto de saturación del suelo.
- Exceso o déficit de materia orgánica.
- Déficit en oligoelementos y otras materias minerales.

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

Se toma como indicador del impacto la **productividad (P)**, que depende de una serie de ratios, todos ellos significativos y fáciles de medir, cuya magnitud viene expresada, de acuerdo con la metodología de la FAO (1970) mediante la siguiente ecuación.

$$P = h \times d \times z \times T \times C_s \times MO \times A \times M \times C$$

Los valores de los ratios considerados, se expresan en una escala porcentual en función de:

h = f (humedad del suelo en % de volumen).

d = f (capacidad de drenaje del suelo).

z = f (profundidad efectiva del suelo).

T = f (textura y estructura del suelo).

C_s = f (Concentración de sales solubles, o contenido medio de nutrientes).

MO = f (Contenido de materia orgánica del suelo).

A = f (Capacidad de intercambio catiónico).

M = f (Reserva de minerales alterables).

C = f (Contenido en caliza activa y caliza total).

P	Clase de suelo	Adecuación
65 - 100	Excelente	Muy adecuado para todos los cultivos agrícolas.
35 - 64	Bueno	Adecuado para todos los cultivos agrícolas.
20 - 34	Medio	Marginal para cultivos arbóreos no forestales.
8 - 19	Pobre	Adecuado para pastoreo, repoblación forestal, recreo y cultivos especiales.
0 - 7	Muy Pobre	No adecuado para cultivos.

La unidad de medida del índice de productividad (P), vendrá expresada como un rango adimensional de 0 a 100.

Este índice es independiente de los factores físicos o económicos que pueden determinar la conveniencia del desarrollo de ciertos cultivos en determinadas localizaciones.

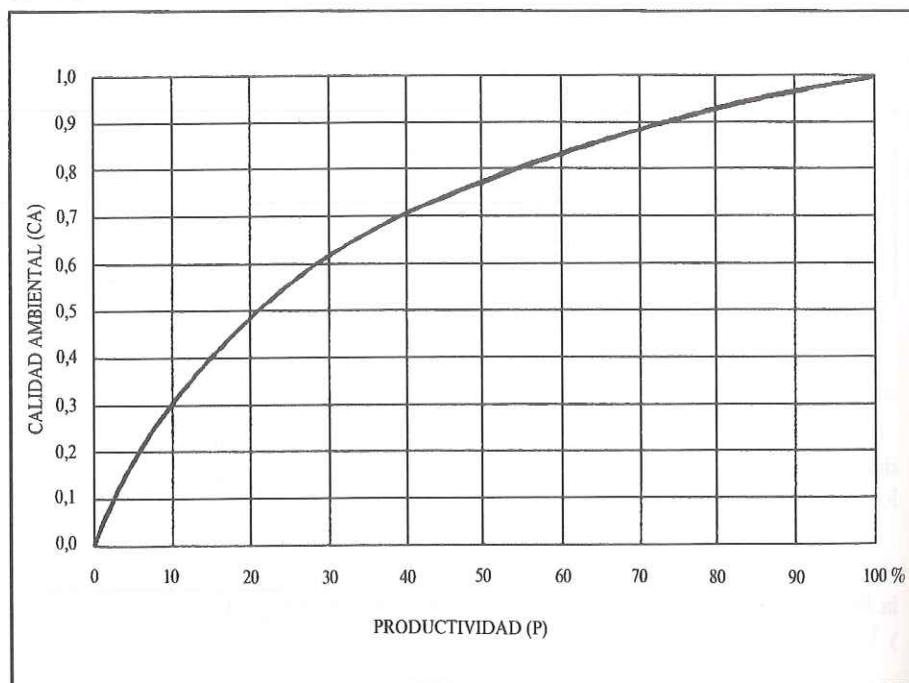
Existen tablas de evaluación en escala 0 - 100 para cada uno de los ratios considerados. Su exposición se sale de la amplitud de ésta guía. Nos remitimos a la Bibliografía (Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología. MOPU 1984).

4. FOCOS DE CONTAMINACION

- Cambio de uso del suelo.
- Riego con aguas salinas.
- Prácticas que alteren la fauna del suelo.
- Prácticas que alteren la estructura del suelo.
- Prácticas que faciliten la erosión del suelo.
- Cultivos equivalentes.

5. EFECTOS DEL MEDIO

- Disminución del valor del suelo.
- Decremento de la producción agrícola.
- Decremento de la renta agrícola.
- Deterioro del paisaje.
- Pérdida del suelo agrícola.

6. FUNCION DE TRANSFORMACION**7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS**

- Instalación de riego (baja, media o alta frecuencia).
- Prácticas de drenaje.
- Aumento de la profundidad del suelo (caballones, desfonde, escarificado, rotura de costras duras edáficas, etc...).
- Mejora de la textura y estructura (remoción de elementos gruesos, trabajos mecánicos, mejora de suelos orgánicos, etc...).
- Aplicación de fertilizantes, enmiendas o encalados.
- Prácticas de desalinización por riego, drenaje y aplicación de yeso.
- Remoción contra el exceso de agua.
- Enriquecimiento y mantenimiento del contenido en materia orgánica (abonado orgánico, rotación de cultivos, barbechos, etc...).
- Medidas de control de la erosión eólica (barreras rompientes, mulching, etc...).
- Medidas para el control de la erosión hídrica (terrazas, bancales, setos vivos, cavado de zanjas, etc...).
- Desbroces y limpiezas del terreno a gran escala.

VI. EROSION DEL SUELO

1. DEFINICIONES

Bajo el término erosión, englobamos todos los variados procesos de destrucción de rocas y arrastre del suelo, realizados por agentes naturales móviles e inmóviles.

De acuerdo con el agente erosivo consideramos:

- **Erosión hídrica:** Disgregación y transporte de las partículas del suelo por la acción del agua. Es el tipo más importante y de efectos más perjudiciales.
- **Erosión eólica:** Proceso de barrido, abrasión y arrastre de las partículas del suelo por la acción del viento.
- **Otros tipos de erosión:** (Marina, glaciár, biológica, etc). Su importancia es mucho menor.

2. CONTAMINANTES

El estudio de la erosión está basado en los elementos que la originan (el clima) y en los elementos que la regulan (el suelo, la geomorfología, la cubierta vegetal, etcétera).

- **El clima:** Intensidad y frecuencia de las precipitaciones, y su distribución en el área de estudio; intensidad y régimen de vientos dominantes; distribución y régimen de temperaturas.
- **El suelo:** Tipos de suelos; textura y estructura, litología o composición mineralógica; pedregosidad.
- **Geomorfología:** Forma y textura del relieve; configuración de las pendientes.
- **Vegetación:** Configuración y clase de la vegetación; calidad de la misma, cantidad o espesura.
- **Otros:** Geología, hidrología, hidrogeología, deslizamiento, fuegos, salinizaciones, etc.

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

Erosión hídrica

Tomamos como indicador del impacto la **Pérdida de suelo**, según la ecuación de Taylor (1970).

El modelo ha sido diseñado para producir y controlar las alteraciones en las condiciones del suelo debidas a la erosión superficial, que puede darse tanto de forma natural como provocada por la actividades humanas.

La ecuación de pérdida del suelo se expresa como sigue:

$$A = 2,24 \times R \times K \times L \times S \times C \times P$$

donde:

- A = Pérdida media anual del suelo en Tm/Ha, año.
- R = Factor lluvia = $E \times I^*$ en Kgm \times mm/Ha, h.
- E = $12,142 + 8,877 \log I$ = Energía cinética de lluvia, en Kgm \times mm/Ha.
- I^* = Intensidad de la lluvia en mm/Ha.
- I = Intensidad máxima de la lluvia en mm/30 min.
- K = Factor de erosionabilidad del suelo, en Tm/Ha, por unidad de pluviosidad EI, en condiciones estándar de pendiente del 9 %, longitud el 22,13 m y en barbecho continuo. Varía, para la mayoría de los suelos de 0,60 a 1,70 Tm/Ha. Su cálculo se efectúa a través del nomograma de Wischmeier.
- L = Factor de longitud de declive = $(l/22,13)^m$.
- l = Longitud del declive de escorrentía en el campo.
- m = 0,6 ; 0,3 ; 0,5 para pendientes $> 10 \%$; $< 1,5 \%$; 1,5 % a 10 %.
- S = Factor de pendiente de declive $(0,43 + 0,30 \times s + 0,043 s^2)/6613$.
- s = Pendiente en %.
- C = Factor de cultivo y ordenación, o relación entre la pérdida de suelo en un terreno cultivado en condiciones específicas y la pérdida correspondiente del suelo en barbecho continuo. Para su cálculo pueden usarse las tablas del US Soil Conservation Service (1975), o las de Wischmeier (1974).
- P = Factor de prácticas de conservación, que expresa la influencia que ejercen las prácticas de cultivo, corrección y conservación de la erosión hídrica. Su valor se deduce de las tablas del US Conservation Service (1975).

La ecuación universal de Taylor puede usarse entre otras finalidades, para determinar la pérdida potencial de suelo en:

- Áreas en las que se efectúan **operaciones** de preparación para la **construcción** u otras actividades en las que se supone que el suelo queda desnudo.
- Terrenos **agrícolas** en los que el suelo queda desprotegido (en barbecho continuo) durante ciertas épocas del año y ligeramente protegido en otras.

Si se pretende hallar la erosionabilidad de un área que va a sufrir un **cambio de uso**, el valor de K será el correspondiente al suelo expuesto a la erosión; el valor de C suele tomarse igual a 1 si se prevé la eliminación total de la cubierta vegetal; el valor de P se tomará también igual a 1 si no se prevén, asimismo, medidas preventivas contra la erosión.

Erosión eólica

Se toma también como indicador del impacto, la **Pérdida de suelo**, expresada mediante la siguiente ecuación:

$$E = I' \times K' \times C' \times L' \times V$$

donde:

- E = Pérdida media anual de suelo, en Tm/Ha, año.
- I' = Índice de erosionabilidad del suelo, en Tm/Ha. Se determina a partir del % de partículas de suelo seco mayores de 0,84 mm, de diámetro, mediante la tabla de Skidmore y Woodruff (1968).
- K' = Factor de rugosidad del suelo. Para suelos agrícolas se determina mediante el ábaco de Way (1978), y para los no agrícolas K' = 1.
- C' = Factor climático, que expresa la influencia de la velocidad del viento y de la humedad del suelo en la erosión. Su cálculo se lleva a cabo según la metodología de García Salmerón (1967).
- L' = Factor de longitud del terreno, barrida por el viento dominante. Se calcula mediante el diagrama de Way (1978).
- V = Factor de vegetación, que toma el valor V = 1, para actuaciones donde la vegetación va a ser eliminada.

4. FOCOS DE CONTAMINACION

- Industrias y actuaciones que implican: **consumo de energías fósiles**, que producen un incremento del balance energético de la atmósfera por contaminación térmica.
- Industrias y actuaciones que conllevan la **combustión de gas natural**, petróleo y bosques, que incrementa el contenido de anhídrido carbónico en el aire, incorporándolo al ciclo del carbono. El CO₂ es un filtro eficaz para las ondas largas, impidiendo su exportación al espacio exterior. Queda así ese tipo de energía encerrada en la atmósfera, caldeándola. Las precipitaciones serán modificadas sensiblemente, aumentando la aridez y la erosión, sobre todo en aquellas áreas que ya están más afectadas en la actualidad.
- **Minerías**, que provocan una gran transformación paisajística, con grandes boquetes de extracción, bocaminas, etc., y grandes colinas con restos de explotación. Se destruye el bosque y se facilita la erosión.
- **Pastos y zonas agrícolas** en territorio inadecuado.
- **Pastoreo**, mediante prácticas inadecuadas (ganado caprino): pelado de hierbas, quema de matorral.
- **Agricultura en laderas**. Abancalamientos y terrazas que permiten contener una inmensa cantidad de tierra que se hubiera perdido por erosión. Su **destrucción** actual o las brechas que aparecen facilitan la erosión.
- **Agricultura de barbechos**. Deja la superficie del terreno indefensa ante la acción del agua de la lluvia.
- **Surcos de labranza** en la dirección de la máxima pendiente.

5. EFECTOS DEL MEDIO

Erosión hídrica

- **Erosión laminar**: Es la más extendida y la menos perceptible. El daño causado, a igualdad de pérdida del suelo es mayor, ya que selecciona las partículas del suelo: deja atrás las más gruesas, llevándose el limo, la arcilla y la materia orgánica.
- **Erosión por arroyamiento**, que tiene lugar cuando el agua concentra el poder erosivo a lo largo de un canal, en función de su energía cinética. Presenta tres subtipos:
 - Regueros, o canales de menor tamaño. Pueden cruzarse y suavizarse con operaciones normales de laboreo. El efecto es parecido al de la erosión laminar.
 - Cárcavas y barrancos que se forman donde se concentra el agua que fluye descendiendo por una pendiente.
 - Erosión de depósitos fluviales, que tiene lugar cuando el canal principal de una corriente establecida incide contra sus propios sedimentos.
- **Coladas de lodo**, o desplazamientos de tierra en forma de fluido viscoso por efecto de la gran cantidad de agua embebida en el suelo.

- **Deslizamientos:**

- Superficiales: Una capa superficial de terreno resbala por efecto de la gravedad y de la gran cantidad de agua embebida.
- De fondo: Una capa permeable resbala sobre otra más profunda impermeable, debido a la formación de un plano lubricado.

- **Reptación**, o movimiento lento e imperceptible de una película superficial de suelo en el sentido de la pendiente, debido a causas varias.

- **Erosión en túnel**, que se manifiesta por hundimientos y deslizamientos, debidos a flujos subterráneos, o a la existencia de rocas solubles que dan lugar a cavernas.

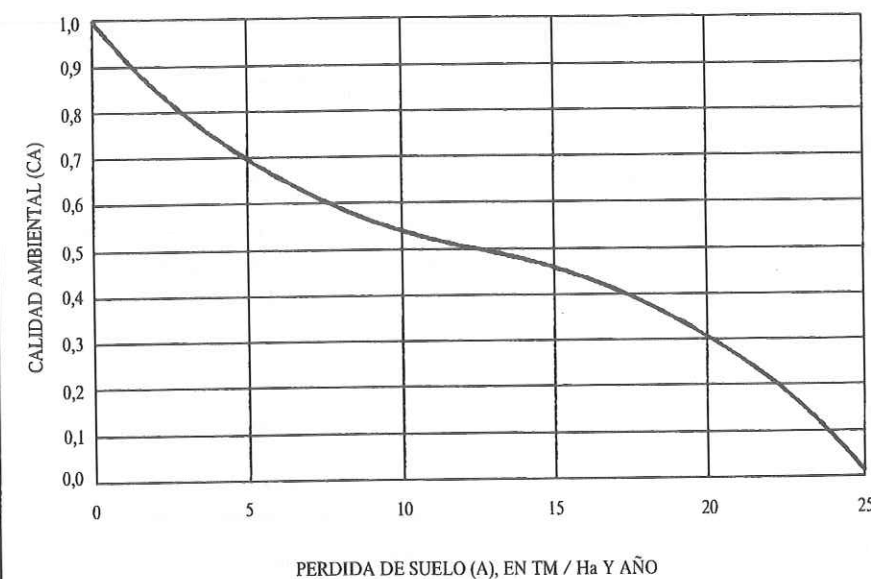
Erosión eólica

Desaparición de la capa árabe por vendavales, oclusión de zanjas y acequias, efecto chorro, que daña las pinturas de edificios, coches, etc., expoliación de partículas orgánicas poco densas, etc.

Desertización

Aproximación del suelo a las condiciones propias del desierto. Se da en zonas áridas y semi-áridas de hasta 600 mm de precipitación debido a influencias humanas y a cambios climáticos.

6. FUNCION DE TRANSFORMACION



7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

- **En el momento de planificar o proyectar**, se fijan en la ecuación de TAYLOR, los valores de R, K, L y S. Y se hacen **variar C y O** con el fin de que A oscile hasta niveles tolerables. A tal fin controlaremos:
 - Tipo de cubierta vegetal
 - Porcentaje de cubierta herbácea y grado de consolidación
 - Forma topográfica de cultivo (nivel, curvas de nivel, terrazas, etc.).
- **Métodos basados en la vegetación.** Cultivos protectores, cultivos acompañantes, vegetación especial en áreas problemáticas.
- **Métodos basados en la tipología del cultivo.** Cultivo en fajas a nivel, en fajas orla, en fajas tampón, en fajas rectas, en fajas cortavientos.
- **Cortavientos.** La anchura protegida se considera equivalente a unas diez veces la altura del cortavientos.
- **Líneas de drenaje encespadas.** Se forman con curvas, o en forma de V si el fondo se seca con lentitud, y se encespan con gramíneas autóctonas, impidiendo de esta manera la formación de cárcavas.
- **Manejo racional del ganado.** El sobrepastoreo debilita las plantas, aminora su crecimiento y reduce la cubierta vegetal aumentando el riesgo de erosión.
- **Métodos mecánicos.** Laboreo a nivel, laboreos de control eólico en tipo y en época; utilización de residuos de cultivos con aperos que no los entierren; prácticas de laboreo reducido; técnicas de no cultivo con riegos localizados; técnicas de mulching o distribución sobre la superficie del suelo de materiales apropiados tales como paja, resto de cultivos y composiciones especiales; técnicas especiales, tales como redes, redes con mulch y semillas, esteras de virutas de madera, hidrosembras, gunitados, etc, sobre todo en zonas de alto riesgo y alta pendiente.
- **Construcciones especiales.** Aterrazamiento en escalón; terrazas en canal, con colectores o líneas de drenaje encespadas; terrazas de base ancha; terrazas con talud encespado; desvíos para evacuación de agua; métodos de control de cárcavas mediante desvíos de agua y obras de fábrica, remodelado de la cárcava, y establecimiento de vegetación.

VII. CUBIERTA VEGETAL

1. DEFINICIONES

Se entiende por vegetación, el manto vegetal de un territorio dado.

La importancia y significación de la vegetación, no se centra únicamente en el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de la energía solar, constituyéndose así en productor primario de casi todos los ecosistemas, sino también en la existencia de importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio: la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantienen microclimas locales, filtra la atmósfera, atenúa el ruido, es el hábitat de especies animales, etcétera.

Desde muchos siglos atrás, la intervención humana ha jugado en el paisaje mediterráneo el papel de una fuerza aplicada con continuidad y con intensidad creciente sobre la vegetación natural, en particular sobre las formaciones arbóreas. El resultado ha sido, por un lado, una notable reducción de la superficie arbolada, su confinamiento territorial a los espacios no utilizables para otros fines y, por otro, la degradación ecológica de muchos de los suelos antaño ocupados por bosques.

Es ahí, en las acciones artificiales, donde hay que buscar las causas de los problemas que hoy tanto preocupan: erosión, áreas agrícolas marginadas, incendios forestales, y no en las condiciones climáticas naturales.

El desarrollo moderno de las ciencias ambientales ha resaltado la importancia de la vegetación, bajo el prisma de la conservación y de su influencia, en un adecuado planteamiento de los usos del suelo.

2. CONTAMINANTES

Se entiende por contaminantes de la cubierta vegetal, todas aquellas acciones físicas y biológicas, normalmente debidas a las actuaciones humanas, que directa o indirectamente degradan, transforman o destruyen la cubierta vegetal.

Entre otros consideramos:

- Contaminantes atmosféricos, principalmente lluvias ácidas.
- Fuego.
- Contaminantes de aguas.
- Contaminantes de suelos.
- Microorganismos patógenos y parásitos.
- Obras y actuaciones que destruyen la cubierta vegetal.

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

La valoración de la cubierta vegetal se efectúa mediante una metodología basada en el **Interés** y **Densidad** de las especies presentes.

El **interés**, se refiere a la calidad o rareza de las especies presentes (K), y la **Densidad**, al porcentaje de la superficie total considerada, cubierto por la proyección horizontal de la vegetación, bien en su conjunto, bien por cada uno de sus sustratos o especies.

Tomamos como indicador del impacto, el **porcentaje de superficie cubierta, ponderado** en función del índice de interés de las especies existentes:

Especies	K
Endemismos	1
Raras	0,8
Poco Común	0,6
Frecuente	0,4
Común	0,2
Muy Común	0,1

$$P.S.C. = \frac{100}{S_i} \sum_i S_i \times K$$

siendo, S_i , la superficie total considerada y S_i la superficie cubierta por cada especie o tipo de vegetación presente.

De la expresión anterior se deduce que la unidad de medida será porcentual (%).

4. FOCOS DE CONTAMINACION

- Emisiones, fundamentalmente industriales y urbanas.
- Incendios.
- Enfermedades y plagas.
- Degradación o pérdida del suelo.
- Homogeneización de formaciones vegetales por excesiva concentración parcelaria (Debilidad ante plagas y enfermedades).
- Monocultivo agrícola y forestal (Debilidad ante plagas y enfermedades).
- Contaminación de aguas, suelo y atmósfera.
- Acarreo y deposición de materiales de erosión.
- Sobreexplotación.
- Cambio de uso del territorio (Urbanizaciones, Polígonos, Obras hidráulicas, Infraestructuras).

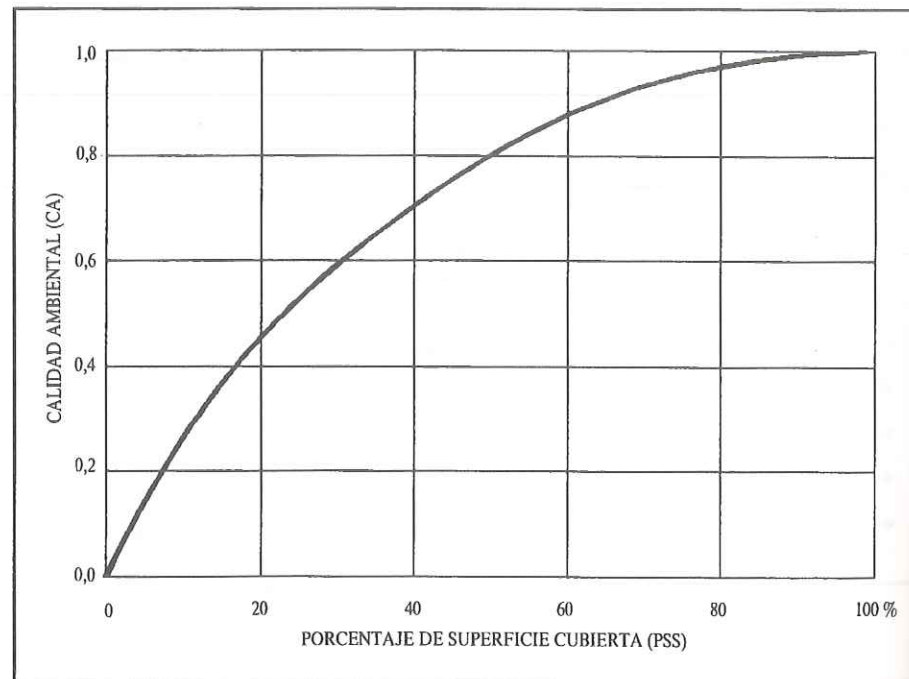
5. EFECTOS SOBRE EL MEDIO

En los últimos siglos, el proceso de intensificación de la actividad agrícola industrial, ha conducido a una drástica modificación de la cubierta vegetal.

Se ha producido una alteración de las características del terreno en su interacción con el clima y el ciclo hidrológico.

El cambio en el régimen de precipitaciones junto con la presencia de un territorio desprotegido de vegetación (barbechos, eriales excesivamente pastoreados,...) tiene como consecuencia una erosión generalizada. Más recientemente hemos incrementado las emisiones de CO_2 y SO_2 a la atmósfera, lo que produce un desequilibrio vegetal con posibilidad de cambio climático. El problema de disminución de la cubierta vegetal se agrava con la quema de bosques, que implica una menor capacidad de reciclado de CO_2 y una disminución de la cubierta vegetal relacionada con una pérdida acelerada del factor suelo.

El resultado final de la pérdida de cubierta vegetal es la disminución, e incluso la anulación a perpetuidad, de la productividad agrícola y forestal, y la reducción de la fijación y reciclaje del CO_2 atmosférico. Además podemos considerar efectos sobre la calidad visual, potencial recreativo (caza, senderismo, picnic,...), interés científico y educativo, calidad de vida, salud ambiental, índice faunístico, régimen climático, etc.

6. FUNCION DE TRANSFORMACION**7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS**

- Planes y disposiciones de protección de la cubierta vegetal, que disminuyen el riesgo de desertización.
- Protección contra la contaminación atmosférica.
- Utilización racional de plaguicidas y fertilizantes.
- Medidas contra la erosión.
- Conservación y reconstrucción de suelos.
- Protección contra incendios.
- Protección contra plagas y enfermedades.
- Métodos de ordenación y aprovechamiento racional (explotación equilibrada con la producción).

VIII. FAUNA

1. DEFINICIONES

Entendemos como *Fauna*, el conjunto de especies animales que viven en una zona determinada.

Los estudios del Medio Físico, han de enfocarse hacia la fauna silvestre, en la que, obviamente, no se incluyen los animales domésticos.

Estos estudios han de partir del conocimiento taxonómico y de la distribución de especies, distinguiendo entre los ambientes terrestre, el de aguas continentales y el de las aguas marinas.

Hay que destacar que la fauna está fuertemente ligada a la cubierta vegetal, a la presencia de agua y otros factores del Medio.

Una de las características propias de la fauna es la facilidad que tiene para adaptarse, dentro de ciertos límites, a circunstancias medioambientales cambiantes.

Como definiciones asociadas a la fauna, consideramos:

- *Estabilidad*: Dentro de un área geográfica determinada, las poblaciones se multiplican sin traspasar el límite inferior que provocaría la extinción.
- *Abundancia*: Se dice que una especie es abundante cuando existen muchos individuos de la misma, en el área del estudio considerando en forma relativa, no en términos absolutos.
- *Diversidad*: Abundancia de elementos distintos expresada en términos no absolutos para cada especie (sólo número de especies y abundancia relativa de las mismas).
Este término está unido al concepto del área objeto del estudio.
- *Rareza*: Una especie es rara cuando no es frecuente, visto desde un nivel taxonómico superior, dentro de un contexto territorial (nacional, por ejemplo).
- *Representatividad*: Carácter simbólico que tienen determinadas especies. Incluye el carácter de endémico.
- *Singularidad*: Condición de distinto o distinguido. Es el valor adicional que posee una especie por circunstancias extrabiológicas: estéticas, históricas, científicas, culturales, ...

2. CONTAMINANTES

Entendemos por contaminantes de la fauna, a todos aquellos factores, tanto físicos como biológicos, generalmente antropogénicos, que degradan directa o indirectamente, y en mayor o menor medida, la comunidad faunística de una zona determinada.

Entre otros, podemos distinguir los siguientes:

- Atmósfera contaminada.
- Aguas contaminadas.
- Actividades recreativas y cinegéticas.
- Microorganismos patógenos y parásitos.
- Efecto barrera.
- Fuego (destrucción de hábitats).
- Obras y actuaciones que degradan el hábitat.
- Presencia humana, en general.

3. INDICADOR DEL IMPACTO Y UNIDAD DE MEDIDA

Se toma como indicador del impacto, un índice VE, que informa del valor ecológico del biotopo a través de su calidad y abundancia

$$VE = \frac{a \times b + c + 3d}{e} + 10(f + g)$$

Ratio	Símbolo	Cuantificación
Abundancia de especies	a	Muy abundante 5, Abundante 4, Medianamente abundante 3, Escaso 2, Muy Escaso 1.
Diversidad de especies	b	Excepcional 5, Alta 4, Aceptable 3, Baja 2, Uniformidad faunística 1.
Número de especies protegidas que habitan en el área	c	De 1 a 10.
Diversidad de biotopo	d	Igual que b.
Abundancia de biotopo	e	Igual que a.
Rareza del biotopo	f	Muy raro 5, Raro 4, Relativamente raro 3, Común 2 y Muy común 0.
Endemismos	g	Si, 5; No, 0

Nota: f y g son excluyentes.

La unidad de medida del índice del valor ecológico del biotopo, vendrá expresada como un rango adimensional de 1 a 100.

4. FOCOS DE CONTAMINACION

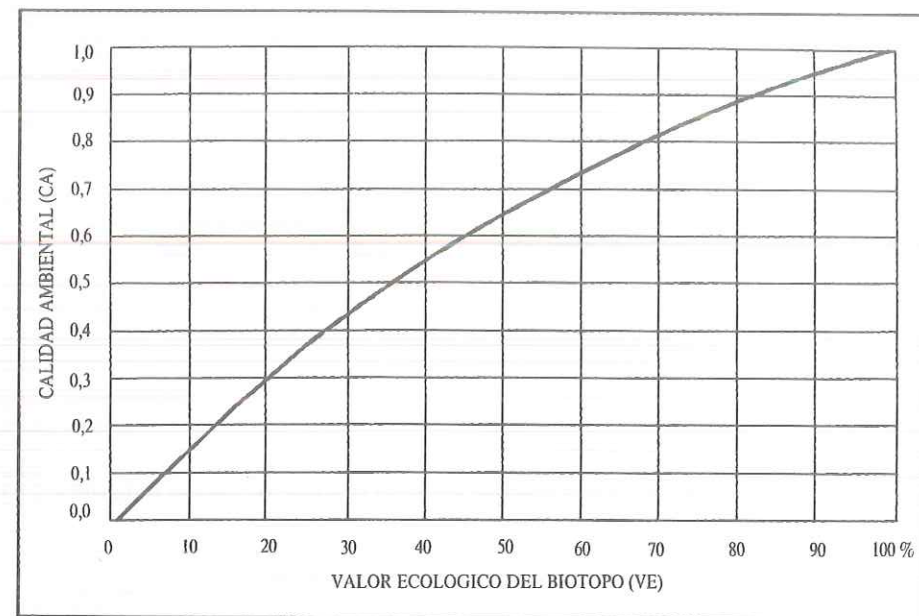
Entre los numerosos focos de contaminación, la mayor parte de carácter antropogénico destacamos:

- Prácticas agrícolas incorrectas o no racionales.
- Enfermedades.
- Prácticas causantes de incendios.
- Cambios de uso del territorio.
- Emisiones tóxicas y perjudiciales (industrias generalmente).
- Ocio (caza, pesca, turismo, ...).
- Competencia interespecies.
- Obras Públicas, sobre todo las que implican la aparición del efecto barrera (Autopistas, ferrocarriles, embalses, ...).
- La Naturaleza misma, que realiza su propia selección.
- Políticas administrativas incorrectas, respecto a la protección de la fauna.
- Contaminantes de suelos, atmósfera y aguas.

5. EFECTOS SOBRE EL MEDIO

- Pérdida de valores naturalísticos y del patrimonio faunístico.
- Desequilibrios en los ecosistemas.
- Pérdida de valores estético - culturales.
- Pérdida de productividad.
- Alteración de los procesos ecológicos.

6. FUNCION DE TRANSFORMACION



7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

- Planes de protección y conservación de la fauna.
- Protección contra la contaminación atmosférica, de aguas y contra el uso irracional de plaguicidas y otros productos.
- Protección contra el furtivismo.
- Protección contra incendios.
- Protección contra plagas y enfermedades.
- Elaboración de planes racionales relativos a la caza y pesca.
- Elaboración de planes adecuados relativos a zonas de cierto valor faunístico que puedan resultar de interés para el turismo.
- Métodos de aprovechamiento racional de la fauna.

IX. PAISAJE

1. DEFINICIONES

El estudio del paisaje presenta dos enfoques principales. Uno considera el *paisaje total*, e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplando a éste como indicador y síntesis de las interrelaciones entre los elementos inertes (rocas, agua y aire), y vivos (plantas, animales y hombre), del medio.

Otro considera el *paisaje visual*, como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. En este enfoque el paisaje interesa como expresión espacial y visual del medio.

Para valorar el paisaje se tendrán en cuenta:

La visibilidad

Se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinado (cuenca visual).

El medio a estudiar será el entorno del Proyecto y vendrá determinado por el territorio desde el que la actuación resulte visible, estando definido por la superposición de las cuencas visuales reales.

Las cuencas visuales y por tanto la visibilidad, pueden determinarse por medios manuales o automáticos, basados en datos topográficos (altitud, pendiente, orientación) complementados por otros que pueden modificar la recepción del paisaje (condiciones climáticas, transparencia de vegetación, accesibilidad,...)

La calidad paisajística, incluye tres elementos de percepción:

- Características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, presencia de agua,...).
- Calidad visual del entorno inmediato (500 - 700 m), (litología, formaciones vegetales, grandes masas de agua,...).
- Calidad del fondo escénico (intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales y su diversidad, geomorfología,...).

La calidad puede estimarse de forma directa sobre la globalidad del paisaje, (*estimación subjetiva*), influyendo en la misma alguna de sus características, o componentes del paisaje.

- **Topografía:** (distinta a la del entorno, diversidad morfológica, vistas panorámicas,...).
- **Vegetación:** (diversidad de tipos de vegetación, de colores y de texturas; contrastes,...).