

**COMPETENCIA SOBRE AGUA, ENERGÍA Y AMBIENTE**

**5° ciclo - año 2011**

**Bibliografía 2ª semifinal**

**Temas:**

**CONTAMINACIÓN DEL AIRE - CONTAMINACIÓN SONORA**

**ENERGÍAS RENOVABLES**

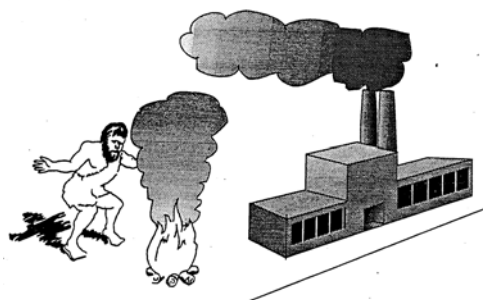
# CONTAMINACIÓN DEL AIRE

## Introducción

La contaminación del aire ha sido un problema de salud pública desde el descubrimiento del fuego. En la antigüedad, las personas encendían fogatas en sus cuevas y cabañas y frecuentemente contaminaban el aire con humo nocivo.

El origen de los problemas modernos de contaminación del aire puede remontarse a la Inglaterra del siglo XVIII y al nacimiento de la revolución industrial. La industrialización comenzó a reemplazar las actividades agrícolas y la población se fue desplazando del campo a la ciudad. Las fábricas para producir requerían energía mediante la quema de combustibles fósiles, tales como el carbón y el petróleo.

El principal problema de contaminación del aire a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX fue el humo y ceniza producidos por la quema de combustibles fósiles en las plantas estacionarias de energía. La situación empeoró con el creciente uso del automóvil. Con el tiempo, se presentaron episodios importantes de salud pública a causa de la contaminación del aire en ciudades como Londres, Inglaterra y Los Ángeles, en los Estados Unidos.



En efecto, muchos de los logros tecnológicos del hombre se han alcanzado a costa de la contaminación de la atmósfera.

En años recientes, en respuesta a las recomendaciones de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en 1992 y los compromisos asumidos en la Cumbre de las Américas de 1994, la Organización Panamericana de la Salud –OPS– junto con los esfuerzos de otros organismos multilaterales y bilaterales, ha promovido, coordinado y apoyado varias actividades relacionadas con la mejora de la calidad del aire, como por ejemplo, la eliminación del plomo en la gasolina.

A pesar de los grandes esfuerzos llevados a cabo para controlar la contaminación del aire, ésta sigue siendo un importante motivo de preocupación ambiental en el mundo.

## Escalas de contaminación

Los problemas de contaminación del aire pueden presentarse en tres escalas: micro, media y macro. Los problemas en *microescala* van de los que abarcan menos de un centímetro hasta los del tamaño de una casa o un edificio. Los problemas de contaminación del aire en *escala media* son los que ocupan desde unas cuantas hectáreas hasta el tamaño de una ciudad o un municipio. Los problemas en *macroescala* se extienden a través de municipios, estados, países y, en el sentido más amplio, al globo terráqueo.

La contaminación del aire en interiores se debe a los productos empleados en los materiales de construcción, lo inadecuado de la ventilación en general y a factores geofísicos que originen la exposición a materiales radiactivos naturales. Las fuentes industriales y móviles contribuyen a la contaminación atmosférica en *media escala*, ya que ensucian el aire circundante a la intemperie. Entre los efectos a *macroescala*, o globales, están por ejemplo: el efecto invernadero ampliado (calentamiento global) la lluvia ácida y el agotamiento de la capa de ozono.

## Composición del aire y efectos de la contaminación del aire

El aire que respiramos está formado por muchos componentes químicos. Los componentes primarios del aire son el nitrógeno (78,1%), oxígeno (21%) y vapor de agua. En el aire también se encuentran pequeñas cantidades de muchas otras sustancias, incluidas el dióxido de carbono, argón, neón, helio, hidrógeno y metano.

Las actividades humanas han tenido un efecto perjudicial en la composición del aire. La quema de combustibles fósiles y otras actividades industriales han cambiado su composición debido a la introducción de contaminantes, incluidos el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y partículas sólidas y líquidas conocidas como *material particulado*. Aunque todos estos contaminantes pueden ser generados por fuentes naturales, las actividades humanas han aumentado significativamente su presencia en el aire que respiramos.

*Algunos contaminantes atmosféricos provienen de fuentes naturales, pero la preocupación principal para la toxicología de la contaminación del aire reside en los contaminantes producidos por el hombre.*

Uno de los resultados más visibles de la acción del hombre sobre el planeta reside en que con el transcurso de los años la atmósfera ha acumulado no solo mayor cantidad de sustancias tóxicas sino también mayor variedad.

Los contaminantes del aire pueden tener un efecto sobre la salud y el bienestar de los seres humanos. Un efecto se define como un cambio perjudicial mensurable u observable debido a un contaminante del aire. Un contaminante puede afectar la salud de los seres humanos, así como la de las plantas y animales. Los contaminantes también pueden afectar los materiales no vivos como pinturas, metales y telas.

Las principales causas de la contaminación del aire son:

- Emisiones del transporte urbano (CO, CnHn, NO, SO<sub>2</sub>, Pb).
- Emisiones industriales gaseosas (CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>x</sub>).
- Emisiones Industriales en polvo (cementos, yeso, etc).
- Basurales (metano, malos olores).
- Quema de basura (CO<sub>2</sub> y gases tóxicos).
- Incendios forestales (CO<sub>2</sub>) .
- Fumigaciones aéreas (líquidos tóxicos en suspensión).
- Derrames de petróleo (Hidrocarburos gaseosos).
- Corrientes del aire y relación presión/temperatura.

## La atmósfera

La atmósfera es la cubierta protectora del planeta, actúa como un regulador térmico, además de traer lluvia de los océanos, calor de los desiertos, trópicos y ecuador y frío de los polos. Gracias a ella hay cielos brillantes y puestas de sol multicolores.

Nuestra atmósfera tiene casi la misma edad que el Planeta y ha ido alterándose gradualmente, con el paso de millones de años. La atmósfera tiene una estructura bien determinada, clara y organizada, en la que se distinguen cinco capas:

- La troposfera, tiene aproximadamente 12 km de altura, es la que está en íntimo contacto con la superficie terrestre. Es donde se llevan a cabo los fenómenos meteorológicos. A pesar de que es delgada contiene el 80% de aire. La temperatura desciende a medida que ascendemos con la altura.

- La estratosfera, va aproximadamente hasta el kilómetro 50. En ella el aire es cada vez más escaso. La principal importancia de esta región es que en ella se encuentra la capa superior de ozono a 20 kilómetros de altura de la superficie terrestre; funcionando como filtro para evitar que lleguen hasta nosotros los rayos ultravioleta provenientes del Sol, y que estos nos dañen. La capa de ozono tiene un grosor de 20 kilómetros.
- La mesosfera se extiende aproximadamente del kilómetro 50 al 80. Aquí el aire es menos denso y más frío.
- La termosfera se extiende desde el kilómetro 80 al 400.
- La ionosfera se encuentra a 500 kilómetros de distancia con respecto a la Tierra.

Las de mayor importancia para el estudio del control de la contaminación del aire son la **troposfera** y **estratosfera**.

La contaminación atmosférica es la alteración de la composición de la atmósfera en valores que pueden ser causa de agresión a los seres humanos (la simple presencia de un químico cualquiera no es contaminación).

### La atmósfera contaminada: ¿cómo así sucedió esto?

Aunque no existen pruebas contundentes, se supone que la primera vez que el hombre contaminó el aire fue cuando descubrió el fuego. Sin embargo, en esa época, la contribución del hombre a la contaminación del aire probablemente era menor que la provocada por fuentes naturales.

Inicialmente el hombre vivía en grupos nómadas relativamente pequeños. Frecuentemente, esos grupos vivían en un lugar solo por un tiempo y el daño ambiental que causaban era mínimo. Eso comenzó a cambiar con la formación de comunidades agrarias permanentes. En el estudio de la contaminación del aire, se observan dos consecuencias notables de la sedentarización del hombre: un impacto ambiental mayor y más intenso y el agotamiento de combustible para generar fuego en ciertas localidades.

En Europa, durante los siglos XII y XIII, la obtención de madera para el combustible se tornó tan difícil que fue necesario un combustible alternativo, y el carbón fue la solución. Parecía un don del cielo porque existía en abundancia y era de lenta combustión. El oscuro humo denso que produce se consideró simplemente como una desventaja menor. Sin embargo, cuando el carbón se convirtió en un combustible común para la generación de calor y energía, la contaminación del aire aumentó en forma explosiva.

A mediados del siglo XVIII, comenzó la Revolución Industrial y el movimiento se expandió rápidamente por todo el mundo. Las distintas industrias emergentes requerían energía, lo que significaba combustión de carbón. Además de la contaminación producida por esta causa, muchas industrias incluyeron procesos químicos que generaron sus propios contaminantes tóxicos. La industria metalúrgica comenzó a prosperar y desplazó rápidamente al carbón como la fuente principal de dióxido de azufre en la atmósfera.

Durante el siglo XIX y a principios del XX, el carbón era la fuente principal de calor, energía y contaminación en el mundo. Sin embargo, empezó a tener competencia en 1859 cuando se inició la industria del petróleo, de rápidos beneficios comerciales, con la perforación del primer pozo moderno, en Pensilvania, EEUU. La refinación de petróleo y la industria automovilística experimentaron un extraordinario crecimiento en el siglo XX, junto con sus diversas industrias derivadas, como el acero, la fabricación de caucho y la industria petroquímica.

La Segunda Guerra Mundial y sus consecuencias aumentaron y aceleraron la arremetida del hombre en la atmósfera, prácticamente inadvertida. La proliferación de la industria petroquímica y el desarrollo de la industria nuclear abrieron el camino. Sin embargo, el transporte, con sus quemaduras de combustibles fósiles, permanece hasta hoy como la causa principal de contaminación. Esta industria es directamente responsable de casi 60% de toda la contaminación atmosférica.

## Los inicios de la reglamentación para el control de la contaminación del aire

A veces tenemos el concepto erróneo de que los intentos por reglamentar la contaminación del aire empezaron en los últimos decenios. En realidad, las diversas leyes de contaminación del aire han existido al menos desde hace un siglo. Lo que es nuevo es el conocimiento generalizado del público en cuanto a la grave amenaza que representa la contaminación del aire para la salud y la función de liderazgo que han asumido los gobiernos en su control. La preocupación por este tema ha permitido la elaboración de leyes más completas para manejar el control de la contaminación del aire en nuestros días.

Inicialmente se consideraba que la contaminación del aire era más una molestia que una amenaza para la salud humana. Sin embargo, ya en 1306 se promulgaron algunas leyes para prevenir la contaminación del aire. Ese año Eduardo I de Inglaterra prohibió la quema de carbón en los hornos de artesanos debido a los gases hediondos. Siglos después, Elizabeth I prohibió, por similares razones estéticas, la quema del carbón en Londres mientras el Parlamento estuviera en sesión.

Con el transcurso de los años, la contaminación del aire empeoró, pero aún no se le reconocía ampliamente como una amenaza para la salud del hombre, aunque algunos científicos y médicos percibían el problema. Los primeros esfuerzos de control se referían a los efectos estéticos o sobre el bienestar de las personas. A fines del siglo XIX y principios del XX, se promulgaron muchas ordenanzas para el control del humo en Inglaterra y Estados Unidos. Estas disposiciones fueron los primeros estatutos promulgados para controlar la contaminación del aire.

El retraso en reconocer a la contaminación del aire como un riesgo para la salud se debió en parte a la naturaleza misma de la contaminación, pues ésta no es tan evidente como la del agua. Por consiguiente, puede ser ignorada como una amenaza para la salud hasta que el problema alcance proporciones de crisis.

## Contaminación del aire en el siglo XX: episodios y accidentes

La diferencia entre un episodio y un accidente de contaminación del aire es fundamental. Un episodio ocurre cuando los contaminantes del aire “inocuos” diarios, propios de la época, se combinan con otros factores, como las anomalías meteorológicas y la topografía, para crear una atmósfera amenazante para la salud. A pesar de que el hombre es el responsable del factor contaminación, la co-ocurrencia de los otros factores es incontrolable. En contraste, un accidente de contaminación del aire es una descarga inadvertida y evitable de sustancias químicas tóxicas, atribuible a fallas mecánicas o al error humano.

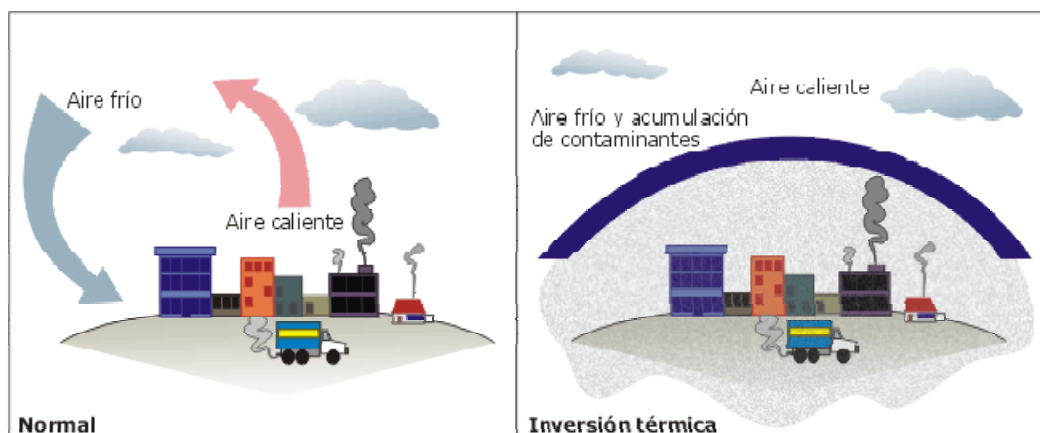
**Episodios:** Los tres episodios de contaminación del aire más famosos de este siglo sucedieron en Valle del Mosa, Bélgica; Donora, Pensilvania; y Londres, Inglaterra.

Las tres tragedias coincidieron con una condición meteorológica conocida como inversión térmica. Normalmente, el aire caliente de la superficie terrestre asciende y el aire de la parte superior de la atmósfera —más frío— cae, con lo cual se crea una



circulación natural que dispersa los contaminantes superficiales del aire. Una inversión ocurre cuando las capas de aire de la atmósfera inferior son más frías que las superiores. La circulación natural sufre una interrupción y tanto el aire superficial acumulado como los contaminantes del aire se concentran alrededor de sus fuentes.

### Circulación atmosférica natural comparada con una inversión térmica



*Durante una inversión térmica se interrumpen los patrones normales de circulación de la atmósfera natural.*

Otra característica importante, común a estos tres episodios, es que los presuntos agentes causales eran productos de desecho típicos de la vida del siglo XX y supuestamente seguros. La quema generalizada de combustibles fósiles y la proliferación de procesos industriales producen dióxido de azufre, ácido sulfúrico, material particulado, fluoruros y otros contaminantes del aire, componentes bastante comunes de la actual mezcla atmosférica.

El episodio de Londres, el más catastrófico de los tres, debido principalmente a que ocurrió en un área densamente poblada, incentivó acciones preventivas en el plano político y científico.

| Episodio                 | Año            | Exceso de mortalidad | Causas propuestas  |
|--------------------------|----------------|----------------------|--|
| Valle del Mosa – Bélgica | Octubre 1930   | 60+                  | SO <sub>2</sub> , fluoruros, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>            |
| Donora - Pennsylvania    | Octubre 1948   | 20                   | SO <sub>2</sub> , material particulado                                 |
| Londres – Reino Unido    | Diciembre 1952 | 4.000+               | SO <sub>2</sub> , material particulado, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |

Actualmente, la mayoría de ciudades principales han implementado programas para predecir y detectar los niveles de contaminación y condiciones meteorológicas que podrían combinarse para ocasionar consecuencias trágicas. A pesar de esos programas preventivos, en 1966, una inversión térmica de cuatro días en Nueva York provocó 168 muertes e innumerables enfermedades. El hombre ha aprendido —aunque lentamente— que no existe contaminante del aire que sea inocuo.

**Accidentes:** La industrialización también ha generado un mayor riesgo de descargas accidentales de contaminantes tóxicos. Las causas más comunes de los accidentes de contaminación industrial del aire son las fallas mecánicas y los errores humanos.

Uno de los primeros accidentes de contaminación del aire con causa definida y adecuadamente documentada sucedió en 1950 en Poza Rica, México. El problema comenzó cuando una refinería de gas natural descargó inadvertidamente sulfuro de hidrógeno en el aire. Una inversión térmica simultánea agravó el problema.

Resultados: 22 muertes y más de 300 casos de enfermedades relacionadas, sobre todo irritación de las vías respiratorias y trastornos del sistema nervioso.

Quizá el ejemplo más ilustrativo de cómo la descarga accidental de una sustancia química tóxica puede perjudicar a gran parte de la población es el incidente producido en Bhopal, India, en 1984. Treinta toneladas de isocianato de metilo escaparon a través de una válvula rota y cubrieron una comunidad adyacente a una planta químico-industrial. Más de 2.500 muertes se atribuyeron a este caso y 17.000 personas quedaron permanentemente discapacitadas.

En 1986, la ciudad soviética de Chernobil fue sinónimo de desastre industrial. A pesar de que no era el primer accidente que involucraba a una central nuclear, este fue (y aún sigue siendo) el peor de todos. La explosión fue la culminación de una serie de acontecimientos, atribuibles al mal funcionamiento mecánico y al error humano. Las consecuencias fueron muy graves. Murieron treinta trabajadores por exposición radiactiva en los primeros meses y otros 200 trabajadores y bomberos fueron hospitalizados con serios daños provocados por la radiación. Millones de personas en la antigua Unión Soviética y Europa del Este estuvieron expuestas a la lluvia radiactiva y, por lo tanto, tienen mayores probabilidades de morir de cáncer que las que tenían antes del desastre. Otras fueron afectadas por medio de los alimentos provenientes tanto de plantas como de animales que estuvieron expuestos a la radiación. Además, debido a que la radiación es mutagénica (es decir, capaz de alterar el material genético), los efectos adversos del accidente de Chernobil probablemente afectarán también a las próximas generaciones.

## **Efectos adversos en la salud relacionados con la contaminación del aire**

La contaminación del aire tiene un efecto directo sobre la salud humana. En casos extremos, ha causado muertes como resultado de la combinación de características geográficas inusuales con factores climáticos.

La exposición a contaminantes del aire puede causar efectos agudos (corto plazo) y crónicos (largo plazo) en la salud. Usualmente, los efectos agudos son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante. Los efectos agudos más comunes son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas. A veces los efectos crónicos tardan en manifestarse, duran indefinidamente y tienden a ser irreversibles. Los efectos crónicos en la salud incluyen la disminución de la capacidad pulmonar y cáncer a los pulmones debido a un prolongado período de exposición a contaminantes tóxicos del aire, tales como el asbesto y berilio.

Aunque los contaminantes pueden afectar a la piel, ojos y otros sistemas del cuerpo, el principal perjudicado es el sistema respiratorio.

Los contaminantes de aire, tanto gaseosos como particulados, pueden tener efectos negativos sobre los pulmones. Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos. La mayoría de estas partículas se eliminan de los pulmones mediante la acción de limpieza (barrido) de los cilios, pequeños filamentos de las paredes de los pulmones. Esto es lo que ocurre cuando se tose o estornuda.

Una tos o estornudo transporta las partículas a la boca. Las partículas se eliminan cuando son ingeridas o expulsadas del cuerpo. Sin embargo, las partículas sumamente pequeñas pueden alcanzar los alveolos, donde a menudo toma semanas, meses o incluso años para que el cuerpo las elimine.

Los contaminantes gaseosos del aire también pueden afectar la función de los pulmones mediante la reducción de la acción de los cilios. La respiración continua de aire contaminado disminuye la función de limpieza normal de los pulmones, lo que

puede ocasionar que gran número de partículas lleguen a las partes inferiores del pulmón.

Los pulmones son los órganos responsables de absorber el oxígeno del aire y remover el dióxido de carbono del torrente sanguíneo. El daño causado a los pulmones por la contaminación del aire puede imposibilitar este proceso y contribuir a la aparición de enfermedades respiratorias como la bronquitis, enfisema y cáncer. También puede afectar el corazón y el sistema circulatorio.

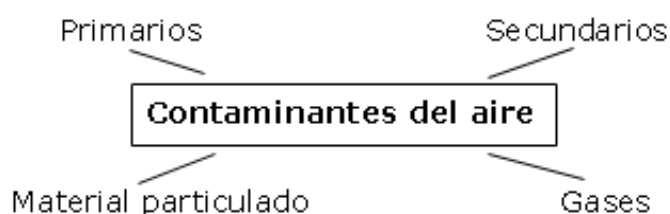
La contaminación del aire ocurre tanto en exteriores (ambiental) como en interiores. Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud varían enormemente de persona en persona. Los más afectados por la contaminación del aire son los ancianos, lactantes, mujeres embarazadas y enfermos crónicos del pulmón y corazón. Las personas que hacen ejercicios al aire libre también están propensas pues respiran más rápida y profundamente, lo que permite el ingreso de más contaminantes a los pulmones. Los corredores y ciclistas que se ejercitan en áreas de gran tránsito se pueden estar causando más daño que beneficio.

## Contaminantes del aire

En teoría, el aire siempre ha tenido cierto grado de contaminación. Los fenómenos naturales tales como la erupción de volcanes, tormentas de viento, descomposición de plantas y animales e incluso los aerosoles emitidos por los océanos "contaminan" el aire. Sin embargo, cuando se habla de la contaminación del aire, los contaminantes son aquéllos generados por la actividad del hombre (antropogénicos). Se puede considerar como **contaminante** a la sustancia que produce un efecto perjudicial en el ambiente. Estos efectos pueden alterar tanto la salud como el bienestar de las personas.

Hay cientos de contaminantes en el aire que se presentan en forma de **partículas y gases**. El **material particulado** está compuesto por pequeñas partículas líquidas o sólidas de polvo, humo, niebla y ceniza volante. Los **gases** incluyen sustancias como el monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles.

También se puede clasificar a los contaminantes como **primarios** o **secundarios**. Un *contaminante primario* es aquél que se emite a la atmósfera directamente de la fuente y mantiene la misma forma química, como por ejemplo, la ceniza de la quema de residuos sólidos. Un *contaminante secundario* es aquel que experimenta un cambio químico cuando llega a la atmósfera. Un ejemplo es el ozono que surge de los vapores orgánicos y óxidos de nitrógeno que emite una estación de gasolina o el escape de los automóviles. Los vapores orgánicos reaccionan con los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar y producen el ozono, componente primario del *smog fotoquímico*.



Los contaminantes de aire también se han clasificado como **contaminantes criterio** y **contaminantes no criterio**. Los contaminantes "criterio" se han identificado como comunes y perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objetos de estudios de evaluación publicados en documentos de criterios de calidad del aire.



En el nivel internacional, los contaminantes criterio son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)
- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Plomo(Pb)
- Material particulado

En los últimos años, varios países al definir a las partículas totales en suspensión han especificado a las partículas con 10 micrómetros o menos de diámetro y a las partículas con 2,5 micrómetros o menos de diámetro aerodinámico. Estas partículas son comúnmente referidas como PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, respectivamente. La razón fundamental de esta especificación se debe a que las partículas más pequeñas son más peligrosas para la salud de los seres humanos porque son capaces de alcanzar la zona inferior de los pulmones (los alveolos pulmonares).

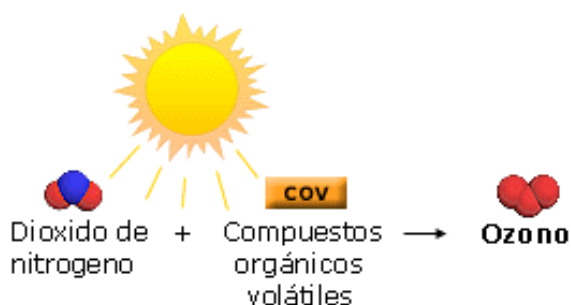
Inicialmente, en la lista de contaminantes criterio se incluía a los **hidrocarburos**, también denominados “Compuestos Orgánicos Volátiles”(COV), que son precursores en la formación de ozono. Aunque en general hay reglamentos que controlan los COV, no hay control específico para los COV en el aire. El control adecuado de los COV se refleja en la reducción de la concentración de ozono en el aire.

## El smog:

La palabra *smog* o *esmog* la inventaron los londinenses, antes de la Primera Guerra Mundial, para describir la combinación de humo (*smoke*) y niebla (*fog*) presentes en gran parte de su clima. El smog es una mezcla de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, aldehidos y gran cantidad de sustancias orgánicas.

Existen 2 clases de smog: **el tipo Londres**, formado cuando los contaminantes se acumulan en una masa de aire fresco, húmedo y estancado, característico del tiempo invernal; y **el tipo “Los Angeles” o smog fotoquímico**, que se forma principalmente por la descomposición fotoquímica del NO<sub>2</sub>. La mayoría de los átomos de oxígeno reaccionan con moléculas de O<sub>2</sub> dando ozono (O<sub>3</sub>) el que junto a los átomos de O, y las moléculas de NO reaccionan con los compuestos orgánicos de la atmósfera, produciendo el smog.

El ozono es el principal componente del **smog fotoquímico** o niebla fotoquímica y causa efectos nocivos en seres humanos y plantas. Una estrategia de control para el ozono es reglamentar las fuentes de COV y óxidos de nitrógeno. Las fuentes principales de estos contaminantes son los productos de combustión incompleta que emiten los escapes de los vehículos, la quema de combustibles fósiles y el uso de compuestos de petróleo y solventes orgánicos en procesos industriales y de limpieza. Por ejemplo, el líquido usado en el proceso de lavado al seco es un solvente, que es un COV.



*El smog fotoquímico es ozono a nivel del suelo formado por la reacción de los contaminantes con la luz solar*

El ozono tiene la singularidad de que es también beneficioso para los seres humanos y otros seres vivos. Es un componente necesario de la estratosfera, la capa del aire que protege la troposfera, porque sirve para proteger a la tierra de la nociva radiación ultravioleta del sol. Sin embargo, cuando se encuentra en concentraciones altas en la troposfera o capa inferior de la atmósfera, se le considera un contaminante.

## Contaminantes peligrosos del aire (CPA)

Los contaminantes peligrosos son compuestos cancerígenos y no cancerígenos que pueden causar efectos serios e irreversibles en la salud. Las enmiendas de la Ley del Aire Limpio de 1990 de los Estados Unidos enumeró 189 compuestos como contaminantes peligrosos del aire (CPA), incluidos el tetracloruro de carbono, cloro, óxido de etileno, cadmio y manganeso. La mayoría de los CPA son compuestos orgánicos volátiles.

Las normas para controlar la emisión de estos contaminantes peligrosos están basadas en la salud. En otras palabras, se establecen límites numéricos que protegen la salud del hombre de cualquier efecto adverso. Sin embargo, el establecimiento de normas de emisión basadas en la salud es un proceso difícil debido a la incertidumbre en la evaluación de los efectos sobre la salud. Como resultado, Estados Unidos ha fijado normas de emisión basadas en la salud solo para **ocho contaminantes: asbesto, cloruro de vinilo, benceno, arsénico, berilio, mercurio, radón y radionucleidos diferentes del radón.**

## Contaminación del aire en interiores

Los efectos de la contaminación del aire en interiores han recibido mayor atención en los últimos años porque es allí donde las personas pasan casi 90 por ciento de su tiempo. Diversos estudios han indicado que la exposición a algunos contaminantes puede ser dos a cinco veces mayor en interiores que al aire libre. Hay muchos tipos de contaminantes de interiores, tales como el humo de los artefactos, chimeneas y cigarrillos; contaminantes orgánicos de las pinturas, colorantes, limpiadores y materiales de construcción; y el radón.

*La exposición a algunos contaminantes puede ser dos a cinco veces mayor en interiores que al aire libre.*

El radón es un gas que se presenta de forma natural, no tiene olor ni color y es radiactivo. Sus efectos sobre la salud humana son importantes porque es el segundo factor, después del cigarrillo, que produce cáncer al pulmón. Afortunadamente, los niveles de radón se pueden reducir con la circulación del aire y ventilación adecuada.

El monóxido de carbono que emiten las estufas con mala combustión ha sido un problema grave desde hace mucho tiempo. En muchos casos han muerto personas por el mal funcionamiento de estufas. Las estufas, los hornos y pilotos de gas, los calefactores de gas y petróleo y el humo de cigarrillos contribuyen a formar concentraciones crónicas de contaminación por monóxido de carbono (CO). Se han encontrado también concentraciones de NO<sub>2</sub> que van de 70 a 182 microgramos por metro cúbico. Se advirtió además que **las concentraciones de partículas suspendidas respirables aumentan cuando hay un fumador y suben en forma significativa cuando hay dos o más.**

Las bacterias, los virus, los hongos, los insectos y el polen se denominan, en conjunto, *bioaerosoles* (partículas aerotransportables de origen biológico); requieren un reservorio (para su almacenamiento), un amplificador (para reproducirse) y un

medio de dispersión. La mayor parte de las bacterias y virus en el aire interior provienen de personas y mascotas. Otros microorganismos y polen se introducen desde el aire ambiental ya sea por ventilación natural o por las tomas de los sistemas de manejo de aire en los edificios. Los humectadores, sistemas de acondicionamiento de aire y otros lugares donde se acumula agua son reservorios potenciales de bioarerosoles.

En el aire de interiores se han identificado más de 300 compuestos orgánicos volátiles (COV) como por ejemplo los aldehídos, alcanos, alquenos, cetonas e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP). Aunque no todos están presentes siempre, con frecuencia si hay varios de ellos en forma simultánea.

El formaldehído ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) se ha identificado como uno de los más ubicuos y tóxicos. Lo emite una diversidad de productos de consumo y materiales de construcción, como los fabricados con madera prensada, textiles, fuentes de combustión y materiales aislantes (el principal sospechoso es la espuma de urea-formaldehído).

#### *Contaminantes de interiores y principales fuentes*

| Contaminante                          | Principales fuentes   |
|---------------------------------------|---|
| <b>COMPUESTOS QUIMICOS</b>            |   |
| NOx                                   | Estufas a parafina, cocinas a gas, etc.   |
| CO                                    | HTA, combustibles de calefacción y cocina, infiltración de exteriores   |
| SO <sub>2</sub>                       | Estufas a parafina, calefactores a leña o gas, etc.   |
| O <sub>3</sub>                        | Fotocopiadoras, impresoras laser, ozonizadores, infiltración de exteriores, etc.  |
| COV5                                  | Materiales de construcción (pegamentos, paneles, aislantes, etc.), HTA, hornos a gas, sistemas de aire acondicionado, infiltración de exteriores, estufas a parafina, productos de limpieza, etc. |
| Fibras                                | Materiales de construcción, etc.  |
| Hidrocarburos aromaticos policiclicos | Combustibles de calefacción y cocina, HTA, infiltración de exteriores, etc.   |
| Metales                               | Pinturas (Pb), baterías (Pb, Cd), PVC (Cd), aparatos eléctricos (Hg), polvo exterior, etc.  |
| Pesticidas                            | Uso de termicidas, insecticidas, fungicidas   |
| Material particulado                  | Combustión en interiores, HTA, infiltración de exteriores, etc.   |
| Humo de tabaco ambiental              | Combustión de tabaco  |
| <b>AGENTES FISICOS</b>                |   |
| Radiaciones                           | Artefactos eléctricos   |
| Calor                                 | Sistemas de combustión y artefactos eléctricos  |
| <b>AGENTES BIOLOGICOS</b>             |   |
| Bacterias<br>Virus<br>Hongos          | Sistemas de aire acondicionado, mascotas, plantas de interiores, aguas estancadas, etc.   |

### **El humo del cigarrillo y la contaminación**

El humo del cigarrillo contiene cerca de 4.000 agentes químicos, incluyendo 60 sustancias que se sabe causan cáncer (carcinógenos) en los humanos. Además, muchas de estas sustancias, como el monóxido de carbono, el alquitrán, arsénico y plomo, son venenosas y tóxicas para el cuerpo humano. La nicotina es una droga que está presente naturalmente en la planta de tabaco y es responsable principalmente de la adicción de una persona a los productos de tabaco, incluyendo

los cigarrillos. Al fumar, la nicotina se absorbe rápidamente en el torrente sanguíneo y viaja hasta el cerebro en cuestión de segundos. La nicotina causa una adicción a los cigarrillos y a otros productos de tabaco que es semejante a la adicción producida por el uso de heroína y de cocaína.

Fumar cigarrillos causa un 87 por ciento de muertes por cáncer de pulmón. El cáncer de pulmón es la causa principal de muerte por cáncer tanto en hombres como en mujeres (*Datos 2003 Sociedad Americana de Cáncer*). Fumar es responsable también de la mayoría de los cánceres de laringe, de boca, esófago y de vejiga. Además, tiene una relación muy estrecha con el desarrollo y muerte por cáncer de riñón, de páncreas y de cuello uterino.

Los riesgos para la salud causados por fumar cigarrillos no se limitan a los fumadores. Al exponerse al humo de segunda mano o humo de tabaco en el ambiente (ETS, en inglés), el riesgo de la persona que no fuma de padecer cáncer de pulmón aumenta considerablemente. (El humo de segunda mano es una combinación del humo que despiden la punta del cigarrillo al quemarse y del humo que los fumadores despiden de los pulmones). Según los Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades (CDC), la exposición al humo de segunda mano causa cerca de 3.000 muertes por cáncer de pulmón entre quienes no fuman y se calcula que es responsable de infecciones del tracto respiratorio inferior en 300.000 niños cada año. La Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) dio a conocer en diciembre de 1992 un informe de evaluación de riesgos en el cual el humo del tabaco en el ambiente fue clasificado como carcinógeno del Grupo A; es decir, carcinógeno comprobado para el hombre, una categoría reservada solo para los agentes más peligrosos que causan cáncer.

La contaminación de los coches es más perjudicial". Ésta es una frase a la que suelen recurrir algunos fumadores cuando se les recrimina su papel como agentes contaminantes. Sin embargo, un nuevo estudio demuestra que, en comparación con el humo de algunos motores, el de los cigarrillos puede contaminar más.

## Los efectos a macroescala de la contaminación del aire

### El efecto invernadero

La vida en la Tierra es posible gracias a la energía emanada del Sol, que llega sobre todo en forma de luz visible. Aproximadamente el 30% de la luz solar vuelve a dispersarse en el espacio por la acción de la atmósfera exterior, pero el resto llega a la superficie terrestre, que la refleja en forma de energía más tranquila y de movimiento más lento: son los rayos infrarrojos (es el tipo de calor emitido por un horno eléctrico antes de que las barras comiencen a ponerse rojas). La radiación infrarroja es transmitida lentamente por las corrientes de aire, y su liberación final en el espacio se ve frenada por determinados gases, denominados **gases de efecto invernadero**.

El **efecto invernadero** es el fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

Los principales gases de efecto invernadero son: **el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el metano, el óxido nitroso, y los halocarbonos y otros gases industriales**. Con excepción de los gases industriales, todos estos gases se producen naturalmente. En conjunto **representan menos del 1% de la atmósfera**. Ello es suficiente para producir un **"efecto de invernadero natural"** que mantiene al

planeta a una temperatura promedio de aproximadamente 15 grados, lo que es esencial para la vida que conocemos en la Tierra. Estos gases impiden que parte del calor solar regrese al espacio, y sin ellos el mundo sería un lugar frío y yermo: la temperatura de la superficie de la tierra rondaría los 18 grados bajo cero.

Cuando el volumen de estos gases es considerablemente mayor porque crece en forma desmedida, provoca temperaturas artificialmente elevadas que modifican el clima. **Los niveles de todos los principales gases de efecto invernadero están aumentando como resultado directo de la actividad humana.** Las emisiones de dióxido de carbono (principalmente de la combustión de carbón, petróleo y gas natural) el metano, y el óxido nitroso (debido principalmente a la agricultura y a los cambios en el uso de la tierra), el ozono y los gases industriales de vida prolongada tales como los CFC, los HFC y los PFC están cambiando la manera en que la atmósfera absorbe energía. Los niveles de vapor de agua también pueden estar en aumento debido a una "respuesta positiva". Todo ello está sucediendo a una velocidad sin precedentes. El resultado es conocido como el **"efecto de invernadero ampliado"**

**El aumento de los gases efecto invernadero ya está cambiando el clima.** La temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de 0,6°C desde los últimos años del siglo XX. Este valor es superior en 0,15° C a la previsión que se tenía para el período que iba hasta el año 1994, por las temperaturas relativamente altas desde 1995 hasta 2000.

Los modelos climáticos predicen que la temperatura mundial aumente de nuevo entre 1,4°C y 5,8°C para el período 1990-2100, lo que representa un cambio profundo y preocupante. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años.

Según las previsiones la actual tendencia hacia el calentamiento provocará la extinción de numerosas especies vegetales y animales, debilitadas ya por la contaminación y la pérdida de hábitat.

Un clima más caluroso causará más muertes y enfermedades entre las personas de edad y pobres de las zonas urbanas. Al aumentar las sequías en los veranos, el ganado y la vida silvestre estarán sujetos a mayor tensión térmica, mayor daño en los cultivos, aumentarán incendios forestales, las reservas de agua se verán sometidas a mayor presión. Otra consecuencia importante radicará en el aumento de la demanda energética.

Los graves episodios de grandes tormentas, inundaciones y sequías, por ejemplo, parecen demostrar que los modelos informáticos que predicen "episodios climáticos extremos" más frecuentes están en lo cierto.

El nivel del mar subió por término medio entre 10 y 20 centímetros durante el siglo XX, y para el año 2100 se prevé una subida adicional de 9 a 88 cm (la subida de las temperaturas hace que el volumen del océano se expanda, y la fusión de los glaciares y casquetes polares aumenta el volumen de agua). Si se llega al extremo superior de esa escala, el mar podría invadir los litorales fuertemente poblados, provocar la desaparición total de algunas naciones (como el Estado insular de las Maldivas), contaminar las reservas de agua dulce de miles de millones de personas y provocar migraciones en masa.

## **Efectos indirectos de la contaminación del aire – El agotamiento de la capa de ozono**

Aunque el ozono en la atmósfera inferior es perjudicial para el ambiente, en la atmósfera superior es necesario para proteger a la tierra de la nociva radiación ultravioleta.



Los clorofluorocarbonos (que con frecuencia se abrevian CFC) son sustancias orgánicas sintéticas derivadas de los hidrocarburos del petróleo de bajo peso, también conocidos como haloorgánicos. Son ejemplos los bifenilos policlorados y los plaguicidas organoclorados. Son muy estables al calor, químicamente inertes, y pueden permanecer en el ambiente por muchos años. Las sustancias llamadas freones o Clorofluorocarbonos se usaron indiscriminadamente en atomizadores de aerosoles, de 1950 hasta la década de 1980.

Los Clorofluorocarbonos ascienden a la atmósfera superior donde se acumulan. La luz solar hace que se descompongan en átomos de cloro que transforman las moléculas de ozono en moléculas de oxígeno normal. El problema de los CFC es que, al no degradarse en la troposfera, permanecen inalterados por largo tiempo (más de 10 años) y se difunden hasta la estratosfera. Cuando llegan a una altura entre los 20 y 50 km se descomponen por una reacción fotoquímica, produciendo cloro atómico, que se combina con el ozono ( $O_3$ ) reduciendo la capa protectora de la atmósfera contra los temibles rayos ultravioleta provenientes del Sol.

Al destruirse o disminuir la capa de ozono, los rayos ultravioleta pueden pasar hasta la superficie de la Tierra y producen alteraciones en los ecosistemas. El ozono retiene la mayor parte de la dañina radiación ultravioleta del sol. Esta radiación llega a dañar las células humanas y a provocar cáncer en la piel y cataratas en los ojos, alteraciones en organismos acuáticos, y terrestres; en las plantas, reduce la producción de semillas.

El Protocolo de Montreal (tratado internacional suscripto por 196 países) prohíbe la producción de CFC, tetracloruro de carbono y metil cloroformo a partir de enero de 1996.

## Lluvia ácida

La lluvia ácida ha recibido mucha atención en el nivel internacional. Se forma cuando los contaminantes del aire, tales como el dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) se transforman en ácidos en la atmósfera. Posteriormente, la precipitación resultante (lluvia, nieve o niebla) deposita los ácidos en lagos y suelos. El control de la lluvia ácida se ha convertido en una preocupación internacional, ya que a menudo la fuente de estos contaminantes se encuentra alejada del lugar donde se registran los efectos.

Las investigaciones han indicado que la lluvia ácida puede destruir o dañar la fauna silvestre de lagos y arroyos, y también las construcciones hechas por el hombre, tales como los edificios y monumentos al aire libre. Las estatuas antiguas de Grecia e Italia han sido dañadas considerablemente por la lluvia ácida.



# CONTAMINACIÓN SONORA

El ruido, definido en general como sonido indeseable, es un fenómeno ambiental al que se está expuesto antes de nacer y a lo largo de la vida.

El ruido también puede considerarse como contaminante ambiental, un producto de desecho generado mientras se realizan varias actividades antropogénicas. De acuerdo con esta última definición, **el ruido es cualquier sonido, cualquiera que sea su intensidad, que puede producir un efecto fisiológico o psicológico indeseable en un individuo o que interfiere con sus fines sociales o los de un grupo**. Entre estos fines sociales se encuentran todas las actividades de las personas: comunicación, trabajo, descanso, diversión y sueño.

El ruido siempre ha sido un problema ambiental importante para el ser humano. En la antigua Roma, existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento y perturbaban el sueño y molestaban a los romanos. En algunas ciudades de Europa medieval no se permitía usar carruajes ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo de la población. Sin embargo, los problemas de ruido del pasado no se comparan con los de la sociedad moderna. Un gran número de autos y camiones de carga pesada transitan regularmente por nuestras ciudades y campos. Las aeronaves y trenes también contribuyen al ruido ambiental. En la industria, la maquinaria emite altos niveles de ruido y los centros de esparcimiento y juegos perturban la tranquilidad.

Se sabe desde hace mucho que un ruido con la intensidad y duración suficientes puede inducir pérdidas de la audición, que van desde un ligero deterioro auditivo hasta casi la sordera total. En general, un patrón de exposición a cualquier fuente de sonido que lo produzca a niveles bastante altos generará la pérdida temporal de la audición. La exposición persistente puede ocasionar un deterioro auditivo permanente. Entre los efectos de corta duración, aunque severos, se encuentran la interferencia con la comunicación hablada y la percepción de otras señales auditivas, perturbaciones del sueño y el descanso, molestia, disminución de la capacidad del individuo de realizar tareas complicadas, y en general disminución de la calidad de vida.

Comenzando con la expansión tecnológica de la revolución industrial y continuando con la aceleración que siguió a la segunda guerra mundial, el ruido ambiental se ha incrementado de manera gradual y constante, por lo que más áreas geográficas han quedado expuestas a considerables niveles de ruido. Aunque en alguna época los ruidos con nivel suficiente para producir cierto grado de pérdida de la audición estaban confinados a fábricas y ciertas ocupaciones, en la actualidad se están registrando en las calles de las ciudades e incluso alrededor del hogar.

En comparación con otros contaminantes, el control del ruido ambiental se ha limitado por la falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información sobre la relación dosis-respuesta y la falta de criterios definidos. Si bien se considera que la contaminación acústica es principalmente un problema de "lujo" en los países desarrollados, no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación y construcción de los edificios.

Los efectos del ruido y sus consecuencias de largo plazo sobre la salud se están generalizando. Por ello, es esencial tomar acciones para limitar y controlar la exposición al ruido ambiental. Esas acciones deben estar respaldadas por una adecuada evaluación científica de los datos disponibles sobre los efectos del ruido, en particular, la relación dosis-respuesta. Esa relación constituye la base del proceso de evaluación y gestión de riesgos.

## El reconocimiento del problema

Existen razones válidas que explican por qué fue lento el reconocimiento del ruido como contaminante ambiental significativo y peligro potencial o, por lo menos, como un elemento que deteriora la calidad de vida:

En primer lugar, si se le define como sonido indeseable, el ruido resulta una experiencia subjetiva: lo que es ruido para una persona puede ser deseable para otra.

En segundo lugar, el ruido tiene un tiempo de decaimiento corto y, por lo tanto, no permanece en el medio ambiente por mucho tiempo, como ocurre con la contaminación del aire y el agua. En el momento en que un individuo promedio se decide a actuar con el fin de abatir, controlar o, por lo menos quejarse por un ruido ambiental esporádico, quizá éste ya no exista.

En tercer lugar, los efectos fisiológicos y psicológicos del ruido sobre las personas con frecuencia son sutiles y engañosos, apareciendo de manera tan gradual que al final es difícil asociar la causa con el efecto.

Además, un ciudadano promedio está orgulloso del progreso tecnológico del país y suele estar contento con las cosas que le proporciona la tecnología, como por ejemplo, una transportación rápida, aparatos que ahorran trabajo y nuevos dispositivos de entretenimiento. Por desgracia, muchos avances tecnológicos se asocian con el creciente ruido ambiental y grandes segmentos de la población tienden a aceptar una mayor cantidad de ruido como parte del precio del progreso.



## El sonido y el ruido. Medición del ruido

Desde el punto de vista físico, no existe diferencia entre sonido y ruido.

El sonido es una percepción sensorial que puede producir una experiencia agradable o placentera, mientras que el ruido es una combinación compleja de ondas sonoras percibida como un sonido molesto, desagradable o no deseado, en función del receptor y las condiciones en que se percibe.

El ruido es entonces un sonido o conjunto de sonidos y, como mencionan López Barrio, I. y Carles, José L. (1997): «El sonido se define como una variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano, pudiendo ser descrito mediante ciertos parámetros físicos, principalmente la intensidad y la frecuencia»

El sonido es originado por vibraciones que se propagan en todas direcciones en un medio elástico sólido, líquido o gaseoso, en forma de ondas longitudinales de presión acústica. Las ondas sonoras son generadas por un objeto en vibración que empuja las partículas de aire en contacto con el objeto transmitiéndolas a las capas de aire adyacentes, dando como resultado un tren continuo de ondas de presión que se propaga alejándose desde el objeto en vibración.

Una fuente de sonido emite energía (causa) en forma de presión acústica (efecto) o, en otras palabras, lo que el oído humano percibe como sonido no es otra cosa que

variaciones en la presión acústica del aire provocadas por la energía irradiada de una fuente.

La respuesta de una persona al ruido se determina midiendo la presión acústica a la que está expuesta. La medición permite conocer el grado de molestia o el riesgo de sufrir daño físico como la pérdida de la audición.

La presión acústica depende de la distancia a la que se encuentra la fuente y de las características y condiciones del ambiente o campo acústico en el que se propagan las ondas sonoras; por lo tanto, la presión acústica medida (efecto) no es necesariamente la cantidad de ruido que produce un equipo o una máquina.

La mayor parte de sonidos ambientales está constituida por una mezcla compleja de frecuencias diferentes. La frecuencia se refiere al número de vibraciones por segundo en el aire en el cual se propaga el sonido y se mide en Hertz (Hz). Por lo general, la banda de frecuencia audible es de 20 Hz a 20.000 Hz para oyentes jóvenes con buena audición. Sin embargo, nuestros sistemas auditivos no perciben todas las frecuencias sonoras y, por ello, se usan diversos tipos de filtros o medidores de frecuencias para determinar las frecuencias que produce un ruido ambiental específico.

Debido a que las variaciones de presión acústica capaces de ser percibidas por el oído humano son muy pequeñas, se utiliza la unidad de medida denominada *micropascal* cuya abreviatura es  $\mu\text{Pa}$ . El rango de audición del oído va desde los  $20\mu\text{Pa}$  hasta a los 100 millones de  $\mu\text{Pa}$ . El primer valor corresponde al llamado umbral de la audición o nivel medio de percepción auditiva, y el segundo valor corresponde al umbral del dolor o nivel de presión acústica que produce dolor físico en el oído. No existe un punto dentro de estos umbrales que pueda determinarse como un límite entre sonido y ruido.

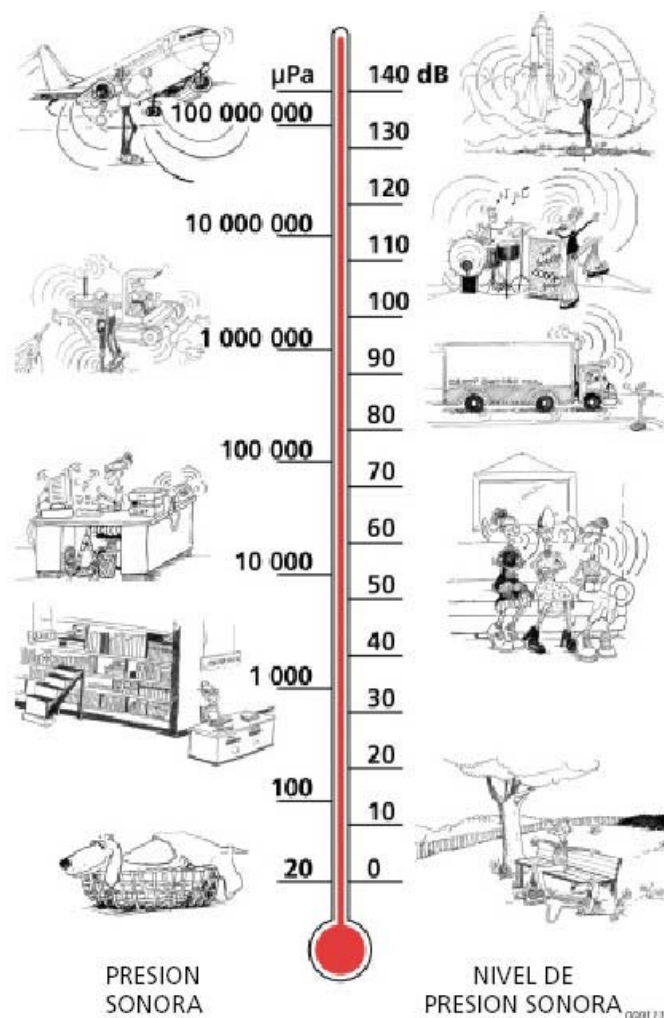
Como la medición del nivel sonoro se hace en micropascales ( $\mu\text{Pa}$ ) en una escala lineal que arroja cifras inmensas poco prácticas, a nivel internacional se ha convenido una expresión de los parámetros acústicos empleando una escala logarítmica debido a que según diversas investigaciones se ha demostrado que el oído humano responde de manera similar a los estímulos sonoros. Esta relación logarítmica se denomina **decibel (dB)**. Esta escala de referencia varía desde el umbral auditivo de  $20\mu\text{Pa}$  (0 dB) hasta el umbral del dolor de  $100.000.000\mu\text{Pa}$  (135 dB). Dentro de esta escala, un incremento de 6 dB representa duplicar la presión acústica.

La “ponderación A” es actualmente la más usada y mide las frecuencias ajustándose aproximadamente a la respuesta del oído humano proporcionando resultados expresados como “*decibeles A*” dB(A), y mide las frecuencias inferiores que son menos importantes que las frecuencias medias y altas. Tiene como objetivo estimar la respuesta de nuestro sistema auditivo a la frecuencia.

La curva de “ponderación C” es también de uso frecuente cuando se evalúan sonidos muy intensos o de frecuencia muy baja, y cuando se miden ciertos sonidos en ambientes laborales se utiliza la “ponderación B”.

El efecto de una combinación de sucesos de ruidos está relacionado con la energía sonora combinada de esos sucesos (principio de energía constante). La suma de la energía total durante un período tiempo da como resultado un nivel equivalente a la energía sonora promedio en ese período. Así,  $\text{LAeq,T}$  es el nivel equivalente de la energía promedio del sonido con ponderación A en un período T. Se debe usar  $\text{LAeq,T}$  para medir sonidos continuos, tales como el ruido del tránsito en carreteras o ruidos industriales más o menos continuos. Sin embargo, en sucesos distintivos, como son los casos de ruido de aviones o ferrocarriles, también se deben obtener medidas de sucesos individuales como el nivel máximo de ruido ( $\text{LAm}_{\text{ax}}$ ) o el nivel

de exposición al sonido (NES) con ponderación A. Los niveles de sonido ambiental que varían con el tiempo también se han representado con porcentajes.



Tomada de: BRÜEL & KJÆR, 2000, *Ruido Ambiental*, por cortesía de Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.

### ¿Qué son los decibeles? (dB)

Son una unidad de medición que permite establecer la potencia de los ruidos, mediante una relación matemática del tipo logarítmica. Un decibel es una unidad sonora equivalente a la décima parte del **bel** (denominado así en honor de Alexander Graham Bell), una medida de potencia sonora con la que se expresa la diferencia entre dos sonidos cuyas intensidades se hallan en relación de 10 a 1.

El umbral de audición está en el 0 dB, y el umbral de dolor alrededor de los 120 dB. Sin embargo, el oído no responde igual a todas las frecuencias de un ruido, vale decir, que escuchamos mejor ciertos sonidos que otros dependiendo de su frecuencia. Por este motivo se definió el decibel A (dBA), una unidad de nivel sonoro medido con un filtro previo que quita parte de las bajas y las muy altas frecuencias. De esta manera, antes de la medición se conservan solamente los sonidos más dañinos para el oído, razón por la cual la exposición medida en dBA es un buen indicador del riesgo auditivo.

El sonido más débil que un oído sano puede escuchar o detectar tiene una amplitud de una veintea mil millones de un Pascal, algo así como 5.000.000.000 veces menos que la presión atmosférica normal. Se considera que no deben registrarse más de 30 decibeles para que una persona pueda dormir bien, mientras que 120 decibeles constituyen el umbral de lo soportable.



## El ruido ambiental urbano

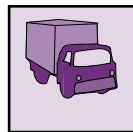
El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos. El ruido característico del vecindario proviene de locales, tales como restaurantes, cafeterías, discotecas, etc.; música en vivo o grabada; competencias deportivas (deportes motorizados), áreas de juegos, estacionamientos y animales domésticos, como el ladrido de los perros.

Muchos países han reglamentado el ruido urbano del tránsito de aviones y autos, maquinaria de construcción y plantas industriales a través de normas de emisión y reglamentos para las propiedades acústicas de los edificios. Pero pocos países tienen reglamentos para el ruido urbano del vecindario, probablemente debido a la falta de métodos para definirlo y medirlo y la dificultad de controlarlo.

En las grandes ciudades de todo el mundo, la población está cada vez más expuesta al ruido urbano debido a las fuentes mencionadas y sus efectos sobre la salud se consideran un problema cada vez más importante. Los efectos específicos que se deben considerar para establecer guías para el ruido urbano son la interferencia con la comunicación, pérdida de audición, trastorno del sueño, problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, reducción del rendimiento, molestia y efectos sobre el comportamiento social.



130 dB



100/110dB



90/100dB



10dB

## Día Internacional contra el Ruido

El 30 de abril se celebra el Día Internacional Contra el Ruido o el día de concientización sobre el ruido (*International Noise Awareness Day*). El evento se celebró por primera vez el 30 de abril de 1996 bajo la coordinación de la *League for the Hard of Hearing* LHH de Nueva York, NY, USA y desde entonces se ha buscado ampliar su alcance a nivel mundial, tanto con la participación de organizaciones profesionales y de las comunidades. La meta de estos eventos anuales es el educar al público, en general, acerca de los efectos nocivos del ruido en la audición, la salud y la calidad de vida, para lo cual son implementadas una variedad de actividades alrededor del mundo.

## Buenos Aires “La Reina del Ruido”

Buenos Aires es una de las ciudades más ruidosas del mundo. Como otras ciudades modernas, se ha convertido en una gran caja de resonancia donde la convivencia se hace difícil y está ausente la solidaridad social. Uno de los factores de la degradación ambiental es la contaminación sonora. El ruido atenta contra la calidad de vida urbana y la sustentabilidad.

La **Ley N°1540**, de control de la contaminación acústica, sancionada en 2004 por la Legislatura **de la Ciudad autónoma de Buenos Aires**, expresa que “*considera a los ruidos y a las vibraciones como una forma de energía contaminante del ambiente*”, y define: “*Se entiende por contaminación acústica a la introducción de ruidos o*

*vibraciones en el ambiente habitado o en el ambiente externo, generados por la actividad humana, en niveles que produzcan alteraciones, molestias, o que resulten perjudiciales para la salud de las personas y sus bienes, para los seres vivos, o produzcan deterioros de los ecosistemas naturales”.*

El Programa de monitoreo y Control de la Contaminación Sonora asume como sus principales objetivos:

- Registrar los niveles de contaminación sonora.
- Asegurar la calidad del dato.
- Definir los futuros puntos de referencia de mediciones periódicas.
- Establecer los sitios de emplazamiento de estaciones fijas de medición.
- Conformar mapas de mediciones de ruido.
- Articular medidas con otros Organismos competentes.
- Ajustar los mecanismos de control.
- Transparentar la información.

Entre sus acciones, se destaca la elaboración de **Mapas de Ruidos** donde se georreferencian las mediciones que se realizan en diferentes puntos de la Ciudad como esquinas críticas, nudos de tránsito y corredores.

En estos procedimientos se registran cuatro aspectos: nivel sonoro continuo equivalente dBA, valores máximos por intervalo de integración, identificación de fuentes (origen del máximo), tránsito vehicular discriminado por tipo de vehículo y flujo vehicular por minuto.

## **Efectos adversos del ruido sobre la salud**

El ruido es un contaminante ambiental de gran riesgo para la salud. Los decibeles en exceso dejan marcas indelebles en el organismo. Cuando el aparato auditivo emite su "grito de alarma" hay que prestar atención pues no hay recuperación, ni siquiera con un audífono.

### **Señales de Alarma**

- Sensación de "oído ocupado"
- Zumbidos
- Disminución de la sensibilidad auditiva
- Fatiga
- Alteración del sueño
- Pérdida de memoria o irritabilidad

La combinación de la intensidad, frecuencia y duración otorga mayor o menor importancia a los efectos sobre las personas. Un sonido de pocos decibeles puede producir molestias e incluso daños, si es prolongado en el tiempo, como por ejemplo gota de agua.

### **Efectos sobre la audición.**

La deficiencia auditiva se define como un incremento en el umbral de audición que puede estar acompañada de zumbido de oídos. La deficiencia auditiva causada por ruido se produce predominantemente en una banda de frecuencia de 3 000 a 6 000 Hz; el efecto más grande ocurre a 4 000 Hz. Pero si el tiempo de exposición aumenta, la deficiencia auditiva puede ocurrir inclusive en frecuencias tan bajas como de 2 000 Hz.

A nivel mundial, la deficiencia auditiva es el riesgo ocupacional irreversible más frecuente y se calcula que 120 millones de personas tienen problemas auditivos. En

los países en desarrollo, no sólo el ruido ocupacional sino también el ruido ambiental es un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva. El daño en la audición también se puede deber a ciertas enfermedades, algunos productos químicos industriales, medicamentos ototóxicos, golpes en la cabeza, accidentes y factores hereditarios. El deterioro de la audición también se asocia al proceso de envejecimiento (presbiacusia).

El límite permisible de ruido para adultos expuestos al ruido ocupacional es de 140 dB y se estima que el mismo límite se aplica al ruido ambiental y de áreas recreativas. Sin embargo, en el caso de niños que usan juguetes ruidosos, la presión sonora máxima nunca debiera exceder de 120 dB.

La principal consecuencia social de la deficiencia auditiva es la incapacidad para escuchar lo que se habla en la conversación cotidiana. Esto se considera una limitación social grave, incluso los valores mínimos de deficiencia auditiva pueden perjudicar la comprensión del habla.

El ruido interfiere en la comunicación oral. La interferencia en el habla es básicamente un proceso de enmascaramiento, en el cual el ruido simultáneo impide la comprensión. El ruido ambiental también puede enmascarar otras señales acústicas importantes para la vida cotidiana, tales como el timbre de la puerta o del teléfono, la alarma de los relojes despertadores o contra incendios, otras señales de advertencia y la música.

Para que los oyentes con audición normal entiendan una oración completa, la relación de la señal en relación con el ruido (es decir, la diferencia entre el nivel del habla y el nivel del ruido que interfiere) debe ser como máximo 15 dB(A). Debido a que el nivel de presión sonora de la comunicación normal es de aproximadamente 50 dB(A), el ruido con niveles de 35 dB(A) o más interfiere en la comunicación oral en habitaciones más pequeñas.

La incapacidad para comprender el habla genera problemas personales y cambios en la conducta. Los grupos particularmente vulnerables a las interferencias auditivas son los ancianos, los niños que están en el proceso de adquisición de la lengua y de la lectura y los individuos no familiarizados con el lenguaje que están escuchando.

### ***Efectos sobre el sueño.***

El ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes. Puede causar efectos **primarios** durante el sueño y **efectos secundarios** que se pueden observar al día siguiente. El sueño ininterrumpido es un prerequisite para el buen funcionamiento fisiológico y mental.

Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales. Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o día(s) siguiente(s) son percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento.

Para descansar apropiadamente, el nivel de sonido equivalente no debe exceder 30 dB(A) para el ruido continuo de fondo y se debe evitar el ruido individual por encima de 45 dB(A).

### ***Efectos sobre las funciones fisiológicas.***

La exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada, los individuos

susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. Los sonidos también provocan respuestas reflejo, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente.

La presión arterial y el riesgo de hipertensión suelen incrementarse en los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido industrial durante 5 a 30 años. Una exposición de largo plazo al ruido del tráfico con valores de LAeq,24h de 65-70 dB(A) también puede tener efectos cardiovasculares. Si bien las asociaciones son débiles, el efecto es más fuerte en el caso de la cardiopatía isquémica que en hipertensión. Esos pequeños incrementos de riesgo son importantes debido a la gran cantidad de personas expuestas.

### ***Efectos sobre la salud mental.***

El ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, pero se presume que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, pero los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes. No obstante, los estudios sobre el uso de medicamentos, tales como tranquilizantes y pastillas para dormir, síntomas psiquiátricos y tasas de internamientos en hospitales psiquiátricos, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos adversos sobre la salud mental.

### ***Efectos sobre el rendimiento.***

Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos, principalmente en trabajadores y niños.

Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. El ruido también puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma.

La exposición al ruido también afecta negativamente el rendimiento. En las escuelas alrededor de los aeropuertos, los niños expuestos crónicamente al ruido de aviones tienen problemas en la adquisición y comprensión de la lectura, en la persistencia para completar rompecabezas difíciles y en la capacidad de motivación. Se debe reconocer que algunas de las estrategias de adaptación al ruido de aviones y el esfuerzo necesario para desempeñar adecuadamente una tarea tienen su precio. Los niños que viven en áreas más ruidosas presentan alteraciones en el sistema nervioso simpático, lo que se manifiesta en mayores niveles de la hormona del estrés y presión sanguínea más elevada en estado de reposo. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo y algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente.

### ***Efectos sociales y sobre la conducta. La molestia del ruido.***

El ruido puede producir varios efectos sociales y conductuales, así como molestia. Esos efectos a menudo son complejos, sutiles e indirectos y son resultado de la interacción de diversas variables no auditivas. El efecto del ruido urbano sobre la molestia se puede evaluar con cuestionarios o estudios del trastorno de actividades específicas. Sin embargo, se debe reconocer que niveles similares de ruido de tránsito o de la industria causan diferentes grados de molestia. Esto se debe a que la molestia en las personas varía no sólo con las características del ruido, incluida la fuente del ruido, sino que depende en gran medida de muchos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica. La correlación entre la exposición al

ruido y la molestia general es mucho mayor en un grupo que en un individuo. El ruido por encima de 80 dB(A) también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva. Asimismo, se cree que la exposición continua a ruidos de alto nivel puede incrementar la susceptibilidad de los escolares a sentimientos de desamparo.

Se han observado reacciones más fuertes cuando el ruido está acompañado de vibraciones y componentes de baja frecuencia o impulsos, como un disparo. Las reacciones temporales más fuertes ocurren cuando la exposición aumenta con el tiempo, en comparación con una exposición constante.

## Subgrupos vulnerables

Cuando se recomiendan reglamentos sobre ruidos o de protección contra ruidos, se deben considerar los subgrupos vulnerables de la población. En cada subgrupo, se deben considerar los diferentes efectos del ruido, sus ambientes y modos de vida específicos.

Ejemplos de subgrupos vulnerables son: las personas con enfermedades o problemas médicos específicos (por ejemplo, hipertensión); los internados en hospitales o convalecientes en casa; los individuos que realizan tareas cognitivas complejas; ciegos; sordos, fetos, bebés, niños pequeños y ancianos en general.

Las personas con problemas de audición son las más afectadas en lo que se refiere a la interferencia en la comunicación oral. La sordera leve en la banda sonora de alta frecuencia puede causar problemas con la percepción del habla en un ambiente ruidoso. La gran mayoría de la población pertenece al subgrupo vulnerable a interferencias en la comunicación oral.

## Ceremonias, festivales y eventos recreativos

En muchos países se realizan ceremonias, festivales y eventos regulares para celebrar ciertos acontecimientos. Por lo general, esos sucesos producen sonidos fuertes, incluida la música y sonidos de impulso. Existe preocupación respecto al efecto de la música fuerte y sonidos de impulso en los jóvenes que asisten frecuentemente a conciertos, discotecas, salas de video, cines, parques de diversión y eventos al aire libre. En esos eventos, el nivel de sonido generalmente sobrepasa los 100 dB LAeq. Esa exposición podría generar deficiencia auditiva significativa después de asistencias frecuentes. En esos locales se debe reglamentar la exposición ocupacional de los empleados y como mínimo, se deben aplicar las mismas normas a los clientes. Los clientes **no deben estar expuestos a niveles de sonido por encima de 100 dB LAeq durante un período de cuatro horas más de cuatro veces al año**. Para evitar la deficiencia auditiva aguda, el L<sub>Amax</sub> siempre debe estar por debajo de 110 dB.

## Niveles de exposición al ruido máximos recomendados

Algunas organizaciones internacionales ambientales y de salud, a través de varios años de investigación han logrado identificar los niveles sonoros máximos a los que puede estar expuesto el ser humano para protegerlo de los efectos dañinos del ruido; dichos niveles están determinados por medio de parámetros de medición convenientes con sus respectivos valores de referencia en diversas condiciones y medios acústicos.

La Oficina de Reducción y Control del Ruido de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA por sus siglas en inglés) publicó, en 1974, el documento denominado: *Informe sobre los Niveles de Ruido Ambiental*



*Recomendados para proteger el bienestar y la Salud Pública con un adecuado margen de seguridad.*

**Niveles máximos de ruido recomendados por la EPA para salvaguardar el bienestar y la salud pública con un adecuado margen de seguridad**

| Efecto  | Nivel                              | Ambiente  |
|---|------------------------------------|---|
| Pérdida de la audición  | $L_{eq}(24) \leq 70 \text{ dB(A)}$ | Cualquier zona  |
| Molestia e interferencia en las actividades que se desarrollan en espacios exteriores | $L_{dn} \leq 55 \text{ dB(A)}$     | Espacios al aire libre en zonas habitacionales donde las personas permanecen mucho tiempo                           |
|   | $L_{eq}(24) \leq 55 \text{ dB(A)}$ | Espacios al aire libre donde las personas permanecen poco tiempo, como patios de escuelas, parques y jardines, etc. |
| Molestia e interferencia en las actividades que se desarrollan en espacios interiores | $L_{dn} \leq 45 \text{ dB(A)}$     | Interior de viviendas   |
|   | $L_{eq}(24) \leq 45 \text{ dB(A)}$ | Interior de locales diversos donde se desarrollan actividades humanas como escuelas, oficinas, etc.                 |

**Fuente:** U.S. Environmental Protection Agency. Office of Noise Abatement and Control. *Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety*. 1974.

**$L_{eq}(24)$**  Representa el nivel de energía acústica promedio en periodos de exposición de 24 horas.

**$L_{dn}$**  Representa el  $L_{eq}$  ponderado en 10 dB para las horas nocturnas.

El nivel identificado para la pérdida de la audición representa el promedio anual del nivel diario durante un periodo de cuarenta años.

Los valores indicados se refieren a promedios de energía, que no deben confundirse con promedios aritméticos.

Esta tabla muestra que la pérdida de la audición o deficiencia auditiva puede ocurrir a partir de la exposición a niveles de energía acústica mayores a 70 dB(A) en periodos de 24 horas; la interferencia y molestia durante las horas destinadas a dormir se presenta a partir de niveles de energía acústica superiores a 45 dB(A).

Por otra parte, en 1997 la Organización Mundial de la Salud (OMS) elaboró las *Guías para el Ruido Urbano (Guidelines for Community Noise)*, en donde se encuentra una tabla con los valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos y sus efectos críticos sobre la salud. Estos valores muestran, por ejemplo, que el trastorno del sueño durante la noche en dormitorios de viviendas y hospitales se presenta con niveles de energía acústica mayores de 30 dB(A); la interferencia en la comunicación oral y la concentración en salones de clase ocurre a partir de 35 dB(A); la deficiencia auditiva se puede presentar cuando se está expuesto a niveles de energía acústica de más de 100 dB(A), con tiempos de exposición de 4 horas por más de 5 veces al año, como ocurre por ejemplo en festivales y eventos de entretenimiento.

De esta forma, la contaminación acústica ha sido reconocida por la comunidad internacional como un preocupante problema ambiental y de salud pública que merece toda la atención.

De manera particular, los países más desarrollados han realizado en los últimos años grandes esfuerzos para estudiar e investigar los efectos del ruido en los seres humanos, a partir de los cuales, tanto organismos públicos, como organizaciones no gubernamentales, han determinado instrumentos jurídicos de gestión y control que

se complementan con parámetros y métodos de medición. En todos los casos, la meta es la de reducir las emisiones acústicas de las fuentes generadoras y mantener niveles bajos de exposición de las personas afectadas.

### Valores guía de la Organización Mundial de la Salud para el ruido urbano en ambientes específicos

| Ambiente específico  | Efecto(s) crítico(s) sobre la salud   | L <sub>AEQ</sub><br>[dB(A)] | Tiempo<br>[horas]   | L <sub>máx</sub><br>Fast<br>[dB] |
|--|---|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Exteriores   | Molestia grave en el día y al anochecer   | 55                          | 16                  | -                                |
|  | Molestia moderada en el día y al anochecer  | 50                          | 16                  | -                                |
| Interior de la vivienda, dormitorios                                   | Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer                        | 35                          | 16                  | 45                               |
|  | Trastorno del sueño durante la noche  | 30                          | 8                   |                                  |
| Fuera de los dormitorios   | Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)  | 45                          | 8                   | 60                               |
| Salas de clase e interior de centros preescolares                      | Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje | 35                          | Durante clases      | -                                |
| Dormitorios de centros preescolares, interiores                        | Trastorno del sueño   | 30                          | Durante el descanso | 45                               |
| Escuelas, áreas exteriores de juego                                    | Molestia (fuente externa)   | 55                          | Durante el juego    | -                                |
| Hospitales, pabellones, interiores                                     | Trastorno del sueño durante la noche  | 30                          | 8                   | 40                               |
|  | Trastorno del sueño durante el día y al anochecer   | 30                          | 16                  | -                                |
| Hospitales, salas de tratamiento, interiores                           | Interferencia en el descanso y la recuperación  | (1)                         |                     |                                  |
| Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores | Deficiencia auditiva  | 70                          | 24                  | 110                              |
| Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento                    | Deficiencia auditiva (patrones: < 5 veces/año)  | 100                         | 4                   | 110                              |
| Discursos públicos, interiores y exteriores                            | Deficiencia auditiva  | 85                          | 1                   | 110                              |
| Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes               | Deficiencia auditiva (valor de campo libre)   | 85 <sup>(4)</sup>           | 1                   | 110                              |
| Sonidos de armas, fuegos artificiales y juguetes                       | Deficiencia auditiva (adultos)  | -                           | -                   | 140 <sup>(2)</sup>               |
|  | Deficiencia auditiva (niños)  | -                           | -                   | 120 <sup>(2)</sup>               |
| Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación             | Interrupción de la tranquilidad   | (3)                         |                     |                                  |

(1) Lo más bajo posible.

(2) Presión sonora máxima (no L<sub>AF</sub>, máx) medida a 100 mm del oído.

(3) Se debe preservar la tranquilidad de los parques y áreas de conservación y se debe mantener baja la relación entre el ruido importuno y el sonido natural de fondo. (4) Con audífonos, adaptado a valores de campo libre.

**Fuente:** Organización Mundial de la Salud, *Guías para el ruido urbano*, 1999, Ginebra.

# Energías Renovables

## Qué es y de dónde proviene la energía

Cualquier actividad necesita energía para ser realizada. La primera fuente de energía utilizada por las personas fueron los propios músculos y, más tarde, los animales. Luego, el descubrimiento del fuego proporcionó un método para realizar determinadas actividades (cocinar la comida, calentarse, protegerse de los animales, etcétera).

Que la energía es imprescindible es algo que nadie puede poner en duda. Pero quizás, como ciudadanos, somos poco conscientes del incalculable valor que tienen los recursos que, convertidos en electricidad, calor o combustible, hacen más fácil y confortable nuestra vida cotidiana y son la llave para que nuestras industrias y empresas progresen, o que exista esa asombrosa capacidad de transportar personas y mercancías. En definitiva, que sea posible la sociedad del bienestar.

Y es de incalculable valor porque, además de su precio en dinero, la energía tiene un coste social, tratándose de un bien escaso en la naturaleza, agotable y que debemos compartir. Su uso indiscriminado, por otro lado, produce impactos negativos sobre la salud medioambiental de un planeta que estamos obligados a conservar.

La energía es un concepto fundamental de toda la ciencia, sin embargo es un término difícil de definir, pese a ello cuando lo empleamos, todo el mundo parece entender bastante bien lo que se quiere decir.

Al mirar a nuestro alrededor se observa que las plantas crecen, los animales se trasladan y que las máquinas y herramientas realizan las más variadas tareas. Todas estas actividades tienen en común que precisan del concurso de la energía.

El término **energía** (del griego ἐνέργεια/energeia, actividad, operación; ἐνεργός/energós=fuerza de acción o fuerza trabajando) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.

Desde una perspectiva científica, podemos entender la vida como una compleja serie de transacciones energéticas, en las cuales la energía es transformada de una forma a otra, o transferida de un objeto hacia otro.

Según las concepciones actuales de la física, la **energía** es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, se transforma y se transmite, depende del sistema de referencia y fijado éste se conserva.

*Energía es casi un sinónimo de movimiento, de vida y, más aún, de calidad de vida.*

El principio crucial y subyacente en todas las transacciones energéticas es que la energía puede cambiar su forma, pero no puede surgir de la nada o desaparecer. Si sumamos toda la energía que existe después de una transformación energética, siempre terminaremos con la misma cantidad de energía con la que comenzamos, pese a que la forma puede haber cambiado. Este principio denominado “ley de la conservación de la energía”, es una de las piedras angulares de la física, y nos permite relacionar muchos y muy diversos fenómenos.

Para que estas transformaciones hayan podido realizarse, ha sido fundamental la creación por parte del hombre de maquinarias, que por sí solas no producirían energía.

Casi toda la energía utilizada por el ser humano se ha originado a partir de la radiación solar llegada a la Tierra.

| Fuente  | Efecto                | Producto  | Tecnología Energética                | Fin   |
|---|-----------------------|---|--------------------------------------|---|
| Radiación solar                                 | Evaporación           | Lluvia  | Energía hidráulica                   | Trabajo mecánico (+ calor residual),<br><br>O<br><br>Calor disipado |
|   | Viento                |   | Energía eólica                       |   |
|   |                       | Olas  | Energía de las olas                  |   |
|   | Calentamiento del mar | Diferencia térmica en las profundidades de mar  | Energía termomarina                  |   |
|   | Fotosíntesis          | Biomasa vegetal                                 | Combustión                           |   |
|   |                       | Carbón, gas y petróleo                          | Combustión                           |   |
|   |                       | Biocombustibles: Aceites, hidrocarburos, otros. | Combustión                           |   |
|   |                       | Residuos orgánicos de biomasa animal y vegetal  | Biogás por digestión anaeróbica      |   |
|   |                       | Biomasa vegetal con alto contenido de azúcares  | Etanol por fermentación alcohólica   |   |
|   |                       | Residuos sólidos agrícolas y urbanos            | Gasificación                         |   |
|   |                       |   | Pirólisis                            |   |
|   |                       |   | Combustión                           |   |
|   |                       |   | Energía solar pasiva                 |   |
|   |                       |   | Energía solar térmica                |   |
|   |                       |   | Energía solar fotovoltaica           |   |
| Atracción solar y lunar                         | Mareas                |   | Energía mareomotriz                  |   |
| Calor interno terrestre                         | Aguas termales        | Vapor en superficie                             | Energía geotérmica de alta entalpía  |   |
|   |                       |   | Energía geotérmica de media entalpía |   |
|   |                       |   | Energía geotérmica de baja entalpía  |   |
| Disociación de masa en energía electromagnética | Reacción nuclear      | Radiaciones de alta energía                     | Energía nuclear por fisión           |   |
|   |                       |   | Energía nuclear por fusión           |   |

## Cómo minimizar el impacto ambiental del ciclo energético - El desafío energético del futuro

La generación y utilización de cualquier tipo de energía supone un efecto sobre el ambiente, en todas las fases de su ciclo: desde la generación hasta el consumo final, pasando por la transformación y el transporte. El impacto ambiental generado depende, básicamente, del tipo de proceso de obtención de la energía y de la tecnología usada para consumirla y transformarla.

Existe hoy día la certeza de la urgente necesidad de garantizar la seguridad energética, controlar la contaminación provocada por la quema de combustibles, y, obviamente, presentar batalla al creciente desafío que supone el cambio climático, que requiere la reducción urgente de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Junto al calentamiento global, existen también otros retos que se han vuelto urgentes. La demanda mundial de energía está creciendo a un ritmo asombroso. La excesiva dependencia de las importaciones energéticas de unos pocos países, generando inestabilidad e inseguridad en el suministro, y los precios del petróleo y del gas en constante aumento, han colocado la seguridad energética como tema de preocupación en las agendas políticas de los gobiernos de todo el mundo.

Entre los científicos existe el consenso de que un cambio fundamental en los patrones en producción y consumo de energía debe comenzar cuanto antes. Necesitamos una transformación completa de la forma de generar, distribuir y consumir la energía.

Este gran cambio debe efectuarse contemplando el uso de las **energías renovables** existentes y la adopción de nuevas medidas de **eficiencia energética**.

# Las energías renovables

Las energías renovables son aquellas que, tras ser utilizadas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Algunas de estas fuentes renovables están sometidas a ciclos que se mantienen de forma más o menos constante en la naturaleza.

La energía solar, por ejemplo, se renueva inmediatamente, porque el Sol continuamente está emitiendo radiación: la energía hidráulica que se obtiene proviene del agua evaporada de los mares, ríos, o del deshielo que tarda días o semanas en generarse; cuando obtenemos energía de biomasa (quemando madera, por ejemplo), ésta se renueva en el tiempo que tarda un árbol en volver a crecer. Y así, hay muchos ejemplos que hacen que estas fuentes de energía se renueven continuamente. Se trata de fuentes de abastecimiento inagotables, mientras que no se agote la energía del Sol. La radiación solar es la causante de los diferentes ciclos naturales precursores de estas energías. Como resultado, tenemos las corrientes de agua en los ríos o los mares, el viento y las olas, los árboles y, por tanto, la leña, el calor del Sol, etc.

Su impacto ambiental es de menor magnitud que las llamadas “energías no renovables” (combustibles fósiles), dado que además de no emplear recursos finitos, no generan contaminantes.

El uso extendido de fuentes de energía renovable puede contribuir a mejorar la calidad de vida sin interferir en el sistema climático. Por otro lado, las energías renovables también pueden proporcionar electricidad para satisfacer necesidades básicas de refrigeración, alumbrado y comunicaciones entre muchas otras, a comunidades en donde no llega el tendido eléctrico.

Existen diversas fuentes de energía renovables:

- Energía eólica
- Energía solar (térmica y fotovoltaica)
- Energía de la biomasa
- Energía geotérmica
- Energías del mar (mareomotriz, undimotriz, maremotérmica)
- Energía hidráulica

## ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola a energía eléctrica o mecánica.

Entre las denominadas energías renovables, la energía eólica es una de las más utilizadas en el transcurso de la historia. Desde hace siglos, el hombre ha sabido aprovechar la energía del viento para desplazarse por el mar, moler maíz o bombear agua. En cambio, hasta el siglo XX, no empieza el aprovechamiento comercial de la energía eólica para la producción de electricidad.



A través de grabados pertenecientes a civilizaciones muy antiguas, se ha podido



comprobar que el aprovechamiento del viento con fines energéticos se remonta a por lo menos 3.000 años antes de la era cristiana, habiendo sido utilizado en aquellos tiempos principalmente para la navegación. Diferentes pueblos, desde los egipcios pasando por los Fenicios, Romanos y muchos otros utilizaron esta forma de impulsión.

Los datos más antiguos de artefactos que aprovechaban el viento para otro tipo de actividades (por ejemplo molienda de granos) aparecen en Persia, alrededor de los años 200 antes de Cristo. Se cree que en siglo XIII esas máquinas fueron introducidas en Europa por quienes retornaban de las cruzadas.

Durante el transcurso de la Edad Media se amplió la gama de usos empleándoselas para mover la maquinarias de nacies industrias como la textil, maderera, metalúrgica. Estos primeros molinos eran muy rudimentarios, basando su diseño en la rotación un eje colocado en forma vertical. Los holandeses modificaron esa tecnología y a partir del año 1.350 comenzaron a utilizarse máquinas de eje horizontal y de cuatro palas, muy similares en aspecto a los que acostumbramos ver hoy en día en los típicos paisajes de ese país. A partir de entonces se los empezó a utilizar principalmente para desecar pantanos y lagos y también aserraderos, para la fabricación de papel y para extraer aceites.

Hasta los equipos que aprovechaban la energía del viento producían únicamente energía mecánica. Eran máquinas lentas, pesadas y de baja eficiencia. A mediados del siglo pasado se desarrolló un molino que se impuso rápidamente en muchos países, llamado comúnmente *molino americano*, y es el que podemos ver en casi todo el interior de nuestro país. Este molino es también un convertor de energía mecánica, pero con una eficiencia muy superior a la de los anteriores y se destina casi exclusivamente al bombeo del agua.



Las primeras máquinas equipadas con generadores eléctricos, hacen su aparición hacia 1900. Durante la primera mitad del siglo, a pesar de que no hubo una activa utilización de la energía eólica, se produjeron gran variedad de diseños cuyos principios fundamentales son válidos hasta el presente.

La crisis energética de los años 70, que ocasionó un abrupto encarecimiento del petróleo, y por consecuencia de sus derivados, provocó que aquellos países que tenían una importante dependencia de la importación de esos productos para la satisfacción de sus necesidades energéticas, buscaran soluciones alternativas a los grandes desequilibrios económicos que esta situación les creaba.

Esta situación incentivó la realización de nuevos estudios que llevaron a una importante mejora de las tecnologías de aprovechamiento, logrando equipos conversores de energía eléctrica cada vez más confiables y potentes.

A modo de referencia, se indican las potencias instaladas a fines de 2006 por los principales países productores de energía eólica en el mundo: Alemania 20.622 MW; España 11.630 MW; Estados Unidos 11.603 MW; India 6270 MW; China 2599 MW y Dinamarca 3136 MW. El total mundial alcanzaba a 74.153 MW (Fuente WWEA).

## La energía eólica y sus aplicaciones

Se pueden distinguir dos tipos de aplicaciones: las instalaciones para la producción de electricidad y las instalaciones de bombeo de agua.

Entre las instalaciones de producción de electricidad se pueden distinguir instalaciones aisladas, no conectadas a la red eléctrica e instalaciones conectadas, normalmente, denominadas parques eólicos. Las instalaciones no conectadas a la

red, normalmente cubren aplicaciones de pequeña potencia, principalmente de electrificación rural.

Las aplicaciones conectadas a la red eléctrica, por otra parte, son las que permiten obtener un aprovechamiento energético mayor, son además las que presentan las mejores expectativas de crecimiento de mercado.

## **Transformación de la Energía Eólica**

La energía contenida en el viento puede ser transformada, según sea la necesidad, en energía eléctrica, mecánica o térmica.

Las posibilidades de uso que ofrece la energía eléctrica son bien conocidas. En cuanto a la mecánica, en el caso que nos ocupa, se utiliza el bombeo de agua o molienda de distintos productos. La energía térmica se consigue a partir de la energía mecánica. Para efectuar esa transformación se utilizan distintos tipos de equipamientos.

En términos generales no se requieren grandes velocidades de viento para producir energía, más bien al contrario, cuando el viento es demasiado intenso se hace necesario detener los equipos para evitar deterioro.

En la mayoría de los casos, un equipo comienza a generar energía con una velocidad del viento de 4 metros por segundo (m/s), equivalente a unos 15 kilómetros por hora (Km./h). Entrega su potencia máxima cuando la velocidad es del orden de los 12 a 15m/s (40 a 55 Km./h) y es necesario sacarla de servicio cuando alcanza 25m/s (90km/h).

## **Las Máquinas Eólicas**

Existen dos tipos principales de máquinas que aprovechan la energía contenida en el viento: los molinos, que se utilizan fundamentalmente para bombeo mecánico de agua, y los aerogeneradores de electricidad.

**Molinos:** Es muy común en el campo su utilización para extraer agua del subsuelo. El equipo utilizado se denomina molino multipala en razón de estar compuesto por un número elevado (12 a 16) de palas. La razón de este sistema radica en que con muy baja velocidad de viento (apenas una brisa) está en condiciones de trabajar. Al girar acciona mecánicamente una bomba que extrae el agua necesaria.

El diseño de este tipo de molino es de origen norteamericano (molino americano), introducido en Argentina a mediados del siglo pasado y hoy de fabricación nacional. También es muy utilizado en Australia, Sudáfrica, Holanda y Dinamarca.

**Aerogeneradores:** Estos equipos están especialmente diseñados para producir electricidad. En la actualidad se fabrican máquinas comerciales de muy variados tamaños, desde muy bajas potencias (100 a 150 W) y ya existen modelos que superan los 1.500 Kw. de potencia.

A diferencia de los molinos, estos equipos se caracterizan por tener pocas palas por que de esta manera alcanzan a desarrollar una mayor eficiencia de transformación de la energía primaria contenida en el viento. Si bien existen algunos de una sola pala, los de dos o tres son lo más utilizados.

Sintéticamente un aerogenerador está conformado por dos elementos principales: un rotor compuesto por un eje y las palas que son accionadas por el viento, y un generador que se mueve por arrastre del rotor.

Los rotores de los aerogeneradores de potencia mediana en adelante (más de 20 Kw.) no desarrollan gran número de revoluciones, considerándose como normal el orden de 60 a 70 revoluciones por minuto. Teniendo en cuenta que los generadores normalmente trabajan a unas 1.500 r.p.m., para adecuar las distintas velocidades de trabajo de estos dos elementos se intercala una caja multiplicadora.

En las máquinas pequeñas el generador suele ser un alternador conectado directamente al eje de rotación.

## **Tipos de aerogeneradores**

Se puede diferenciar a los aerogeneradores en dos grandes grupos según sea la posición del eje de rotación: de eje vertical y de eje horizontal. Ambas tecnologías tienen sus aspectos favorables y desfavorables.

Los aerogeneradores de eje vertical tienen la ventaja de no necesitar orientarse respecto a la dirección de donde sopla el viento, porque cualquiera sea ella, acciona en la misma forma sobre su rotor. Además, los equipos de generación y control se ubican al pie de la estructura simplificando de esta manera el acceso a los mismos y abaratando por consiguiente el mantenimiento.

También ofrecen una robustez y resistencia destacable para ser utilizados en zonas de vientos arranchados y de direcciones cambiarias.

Como principal elemento desfavorable se puede mencionar que la eficiencia de conversión energética es algo menor que la de los del otro tipo.

En los aerogeneradores de eje horizontal, el plano de rotación debe conservarse perpendicular a la dirección del viento para poder captar la máxima energía. En consecuencia, para adecuarse a las variaciones de dirección, debe instalarse algún mecanismo que oriente la posición del rotor.

En equipos pequeños y medianos (hasta unos 10 ó 15 Kw.) el sistema de orientación es sencillo y mecánico, representado por un timón de cola que reacciona en forma automática.

En equipos de mayor tamaño y muy especialmente en los grandes (de más de 100 Kw.), la orientación del equipo se controla electrónicamente a través de un sistema computarizado. El generador, así como la caja de multiplicación, están ubicados en el cuerpo del equipo, que se encuentra en la parte superior de la torre. Este trae aparejado por un lado la necesidad de un importante cableado para conducir la corriente generada y las señales enviadas al sistema de control y por otro el inconveniente que cuando se produce alguna avería o se efectúa un control de rutina, es necesario subir a la torre.

Como se ve, las diferencias a favor o en contra de cualquiera de las dos tecnologías no alcanzan a ser de suficiente envergadura como para descalificar a ninguna de ellas. De todos modos, es importante acotar que más del 80% de los fabricantes se inclinan por el sistema de eje horizontal.

## **Ventajas y desventajas**

El uso de toda fuente energética presenta tanto ventajas como desventajas, por lo que es importante, antes de emprender una utilización, efectuar un balance entre los pro y los contra de una u otra posible a utilizar.

La energía eólica, por supuesto, no puede escapar a esta premisa. Como principales ventajas se pueden mencionar:

- es inagotable

- no es contaminante
- es de libre acceso (gratuita)
- se puede aprovechar en la medida de las necesidades del momento

En cambio las mayores desventajas indican:

- se encuentra dispersa
- es intermitente y aleatoria (no continua)

La condición que se puede considerar normal en la mayor parte del planeta es que las características del viento no resulten suficientemente adecuadas para su utilización como fuente energética importante, salvo para aprovechamientos de pequeña potencia. No obstante, existen regiones donde las condiciones de ocurrencia del recurso energético son tales que resultan sumamente ventajosas para su aprovechamiento.

Desde el punto de vista económico, aún cuando la inversión inicial necesaria para la instalación de los sistemas de captación eólica es mayor que la requerida para un sistema diesel, los equipamientos eólicos tienen bajos costos de mantenimiento, “combustible” gratis y una vida útil prolongada (20 años o más), lo que les permite competir cada vez más eficazmente con otras fuentes energéticas.

## La energía eólica en Argentina

Argentina es un país con larga tradición eólica. Se estima que la llanura pampeana cuenta aún hoy con la mayor concentración de molinos de campo de todo el mundo, con más de 400.000 ejemplares en existencia. Si bien las primeras máquinas de viento equipadas para generar electricidad aparecieron a comienzos del siglo pasado, la novedad de su tecnología y sus mayores costos relativos resultaron barreras insalvables para su difusión en una época dominada por los combustibles fósiles. Fue el principio del fin de la era del petróleo barato en 1973 lo que marcó el renacer del viento como fuente energética viable. Actualmente el alto grado de desarrollo alcanzado por los aerogeneradores modernos permite al viento aportar un porcentaje relevante de la generación eléctrica en muchos países.

El primer parque eólico comercial argentino se instaló en Comodoro Rivadavia, provincia de Chubut, en 1994 (500 kW).

El más representativo es seguramente el parque eólico “Antonio Morán” de la Sociedad Cooperativa Popular de Comodoro Rivadavia, que con 26 aerogeneradores en servicio, es uno de los más grandes de Sudamérica.

Nuestro país, pionero en Latinoamérica, dispone actualmente de 13 parques eólicos localizados en 6 provincias que suman una potencia instalada de 29,7 MW, registrando un interesante factor de planta medio cercano al 30%, aun cuando los parques funcionando en la Patagonia alcanzan regularmente factores de utilización muy superiores, con valores tan altos como 40% o más. Varios de estos emprendimientos han crecido al amparo de los beneficios fiscales concedidos por el “Régimen Nacional de la Energía Eólica y Solar” introducido por la Ley 25.019/98.

Las perspectivas del país en materia de energía eólica son francamente alentadoras. Se estima que el potencial eólico patagónico al sur del paralelo 42 encierra una energía decenas de veces mayor al contenido en toda la producción anual argentina de petróleo. Mas aún, no solo el extremo sur argentino posee condiciones favorables para la instalación de granjas eólicas, existen asimismo numerosas regiones aptas en las provincias de Río Negro y Neuquén, en varias zonas serranas y costeras de la provincia de Buenos Aires, y en muchos otros sitios puntuales de todo el país.

# ENERGÍA SOLAR

Entre las diversas fuentes de energías renovables, la radiación solar es la principal y la más abundante. Históricamente, en el mundo, el Sol ha sido una de las principales fuentes de energía utilizada por los hombres **para producir calor**, sea de una manera directa, indirecta, natural o artificial, es la denominada **energía solar térmica** (fundamentalmente destinada a agua caliente sanitaria y calefacción).

Más recientemente, a partir de los programas espaciales de los años cincuenta, se ha desarrollado otra tecnología de aprovechamiento solar: la **energía solar fotovoltaica**, que transforma la radiación solar en electricidad.

Otra forma de aprovechamiento es la posibilidad de hacer uso de la iluminación natural y las condiciones climatológicas en la construcción de viviendas y edificios: lo que se denomina **arquitectura bioclimática**.

## La energía solar térmica

La tecnología solar térmica convierte la energía radiativa en calor. Su principal componente es el captador, por el cual circula un fluido que absorbe la energía radiada del sol. Además poseen un sistema de almacenamiento de la energía térmica obtenida (el depósito acumulador) y un sistema de distribución del calor y del consumo.

De acuerdo a la temperatura de aprovechamiento se puede clasificar el aprovechamiento en de alta, media y baja, siendo sus límites:

- \*Hasta 100° C: de baja temperatura;

- \*Desde 100° C y hasta 300° C: de mediana temperatura;

- \*Mayores a 300° C: de alta temperatura.

Los sistemas solares térmicos de alta temperatura hacen referencia a grandes instalaciones donde el principal elemento es una torre paraboloide, o un campo de helióstatos que concentran la radiación solar en una torre central, que puede alcanzar temperaturas superiores a los 4000° C; normalmente se tratan de sistemas con una caldera central de la que se obtiene vapor a alta temperatura para usos térmicos o producción de electricidad.

En cuanto a las aplicaciones de mediana temperatura, normalmente se utilizan colectores parabólicos, los que concentran la radiación solar en un tubo colector encargado de recibir y transmitir el calor, alcanzando valores de temperatura de hasta 300° C.

El principal parámetro que caracteriza la eficiencia de cualquier captador solar es la curva de rendimiento. En general, se define el rendimiento de un captador como la relación entre el flujo energético que llega a la superficie de este y la energía útil que se transmite al fluido; de esta forma, el rendimiento instantáneo de un captador varía en función de la radiación, la temperatura del agua que entra al captador, la temperatura ambiente, la temperatura de la placa y los materiales empleados en la construcción.

## El captador solar térmico

El captador plano de cubierta vidriada es el tipo de captador que, hasta ahora, ha tenido más difusión. Su funcionamiento está basado en el efecto invernadero, es decir, capta la radiación solar en su interior, la transforma en energía térmica y evita la salida al exterior.

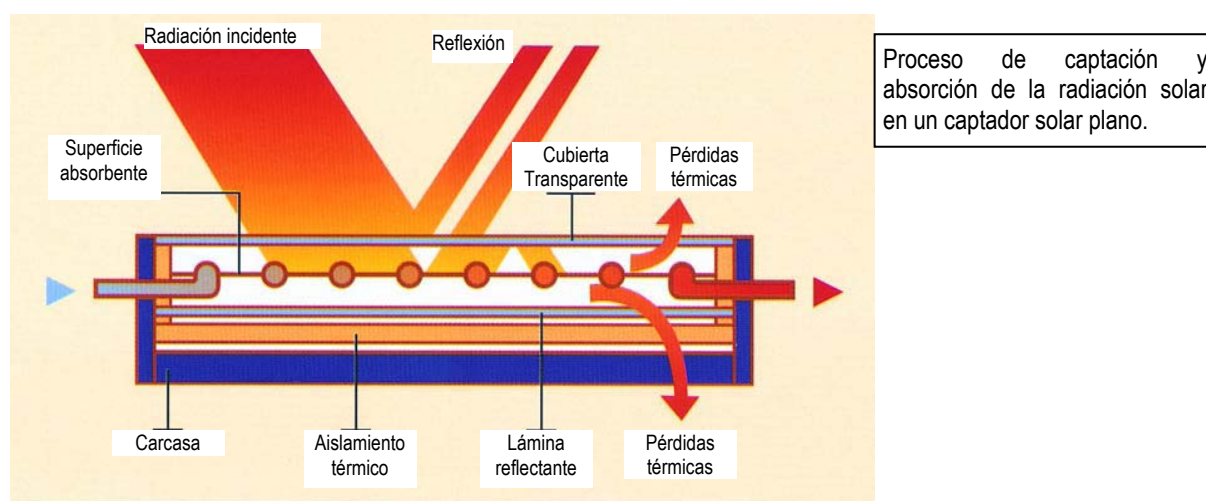


Los principales elementos que configuran un captador solar con cubierta vidriada son:

- Cubierta transparente
- Superficie absorbente
- Tubos de circulación
- Material aislante

La radiación solar, al llegar al captador, atraviesa la cubierta transparente e incide en la superficie absorbente, que capta esta radiación y la transmite, en forma de energía térmica, al fluido que circula. Normalmente, este fluido es agua con un líquido anticongelante, aunque también puede ser aire, en los llamados captadores de aire, que normalmente se utilizan para la calefacción.

Como norma general, los captadores se tienen que instalar orientados hacia el ecuador para captar la máxima radiación solar, y su inclinación respecto al plano horizontal tiene que ser igual a la latitud del emplazamiento.



### Depósito acumulador

Sirve para acumular la energía en los momentos del día en que es posible, y utilizarla cuando se produce la demanda. En instalaciones pequeñas, es posible incorporar el acumulador en la parte superior del captador: son los equipos llamados termosifones, que aprovechan la circulación del agua por diferencia de temperaturas (convección).

### Sistema de distribución del calor y del consumo

Consta de un sistema de control y gestión de las instalaciones, tuberías y conductos, bombas para hacer circular los fluidos, purgadores de aire y diversas válvulas.

### Energía Solar Fotovoltaica

La tecnología fotovoltaica busca convertir directamente la radiación solar en electricidad.

Basada en el efecto fotoeléctrico, en el proceso emplea unos dispositivos denominados celdas fotovoltaicas, los cuales son semiconductores sensibles a la luz solar; de manera que cuando se expone a esta, se produce en la celda una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras.

Los componentes de una sistema fotovoltaico dependen del tipo de aplicación que se considera (conectada o no a la red) y de las características de la instalación.

Una instalación fotovoltaica aislada está formada por los equipos destinados a producir, regular, acumular y transformar la energía eléctrica. Y son los siguientes:

**Celdas fotovoltaicas:** Es dónde se produce la conversión fotovoltaica, las más empleadas son las realizadas con silicio cristalino. La incidencia de la radiación luminosa sobre la celda crea una diferencia de potencial y una corriente aprovechable. Fabricadas a partir del silicio, las celdas fotovoltaicas cobraron auge a partir de los años 50, cuando comenzaron a ser utilizadas para el abastecimiento energético de los satélites.

**Paneles o placas fotovoltaicas:** Son un conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas entre sí, que generan electricidad en corriente continua. Para su mejor aprovechamiento se busca orientarlas (teniendo en cuenta la ubicación y latitud) con el fin de obtener un mayor rendimiento.

**Regulador de carga:** Tiene por función proteger a la batería contra las sobrecargas y contra las descargas. Además se emplea para proteger a las cargas en condiciones extremas de operación, y para proporcionar información al usuario.

**Baterías:** Son el almacén de la energía eléctrica generada. En este tipo de aplicaciones normalmente se utilizan baterías estacionarias, las que tienen como característica de operación más importante al ciclado; durante un ciclo diario, la batería se carga durante el día y se descarga durante la noche; sobrepuesto al ciclado diario hay un ciclo estacional, que está asociado a períodos de reducida disponibilidad de radiación.

**Ondulador o Inversor:** Transforma la corriente continua (de 12, 24 o 48 Voltios) generada por las placas fotovoltaicas y acumulada en las baterías a corriente alterna (a 230 V y 50 Hz).

El dimensionamiento de una instalación aislada requiere disponer de información relativa al consumo previsto de energía del lugar que se ha de electrificar y de la disponibilidad media de radiación solar a lo largo del año.

Debido a los costos que actualmente maneja esta tecnología se recomienda el uso de aparatos de bajo consumo, el sobre costo que estos a veces pueden tener, se compensa por la reducción en el costo de la instalación fotovoltaica.

Con respecto, a los elementos de los sistemas conectados a la red, los módulos fotovoltaicos son los mismos que se emplean en instalaciones aisladas. Debido a que la energía producida va directamente a la red, la diferencia fundamental de estas instalaciones radica en la ausencia de acumuladores y de regulador de carga. Respecto al tipo de ondulador empleado, normalmente se usan aparatos de mayor potencia que incluyen controles de fases para adecuar la corriente alterna a la que circula por la red.

## Aprovechamientos

La tecnología fotovoltaica actualmente ya es competitiva para electrificar emplazamientos alejados de las líneas eléctricas como, por ejemplo, viviendas rurales, bombeo de agua, señalización, alumbrado público, equipos de emergencia, etcétera.

Sus principales ventajas son:

- Evitar un costoso mantenimiento de líneas eléctricas en zonas de difícil acceso
- Eliminar los costos ecológicos y estéticos de la instalación de líneas en esas condiciones

- Contribuir a evitar el despoblamiento progresivo de determinadas zonas
- Es una energía descentralizada que puede ser captada y utilizada en todo el territorio
- Una vez instalada tiene un costo energético nulo
- Mantenimiento y riesgo de avería muy bajo
- Tipo de instalación fácilmente modulable, con lo que se puede aumentar o reducir la potencia instalada fácilmente según las necesidades
- No produce contaminación de ningún tipo
- Se trata de una tecnología en rápido desarrollo que tiende a reducir el costo y aumentar el rendimiento.

Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar en dos grandes grupos de acuerdo a si están conectados a la red o no.

Los que no están conectados a la red suelen cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar en el que se produce la demanda, por ejemplo para electrificación de hogares alejados de la red eléctrica, alumbrado público, aplicaciones agrícola – ganaderas, señalización y comunicaciones, sistemas de depuración de aguas; a diferencia de estos, los sistemas conectados a la red se ubican en forma de centrales fotovoltaicas o en sistemas integrados en edificios.

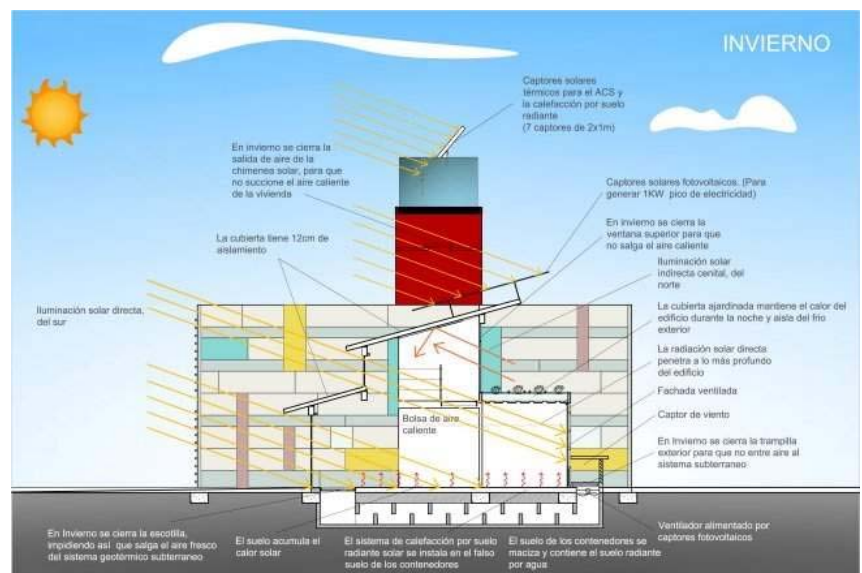
La energía solar térmica de acuerdo a la temperatura del aprovechamiento devendrá en distintos usos finales ya sea como calefacción, secado, destilación de agua, cocción de alimentos; su empleo abarca todos los sectores tanto doméstico como industrial.

Las aplicaciones a baja temperatura se emplean principalmente para la obtención de agua caliente para uso sanitario o para calefacción de recintos. Estas aplicaciones se pueden clasificar en función del fluido que calientan los captadores (agua o aire), o bien en función del tipo de captador empleado. Estos generalmente suelen emplear agua y se suelen clasificar en captadores planos vitrificados (con y sin cubierta) y los captadores de techo.



## Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática, también denominada **arquitectura solar pasiva**, hace referencia a las formas en que la energía solar se capta, se almacena y se distribuye en la estructura, se trata en definitiva del diseño y aporte de soluciones constructivas que permitan que un determinado edificio capte o refleje la energía solar según la época del año a fin de reducir las necesidades de calefacción, refrigeración o iluminación.



Los principales elementos que combina la arquitectura bioclimática son conceptos relativos a:

- El entorno climático;
- La forma, orientación y distribución de los edificios;
- Los techos, el aislamiento y la inercia térmica.

## Energía Solar en Argentina

Argentina posee un elevado porcentaje de electrificación (98%), pero una proporción de su población rural carece de servicio eléctrico.

El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) está destinado a mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales y disminuir su emigración hacia zonas urbanas, a través del manejo sustentable de recursos energéticos ambientalmente sanos, proveyendo electricidad y calor a instituciones y habitantes fuera del alcance de los centros de distribución de energía.

El PERMER ha permitido, (datos de julio 2011) el suministro eléctrico mediante energías renovables a 6060 viviendas, 1382, escuelas y 211 servicios públicos (salas de emergencia médica, destacamentos policiales y de gendarmería, etc). En proceso de instalación se hallan, además, 522 sistemas en escuelas, 15738 en viviendas. Otros aspectos del proyecto involucran la instalación de cocinas, hornos y calefones solares, además de sistemas de generación híbridos (solares- diesel, eólico-diesel, hidro-diesel, etc.), eólicos, solares, mediante micro turbinas hidráulicas o diesel y de sus instalaciones de distribución de energía, en pequeñas localidades rurales alejadas de la red eléctrica convencional.





## **Energía Biomasa**

El término biomasa abarca a una variada serie de fuentes energéticas que van desde la simple combustión de la leña para calefacción hasta las plantas térmicas para producir electricidad usando como combustible residuos forestales, agrícolas, ganaderos o incluso lo que se denomina cultivos energéticos, pasando por el biogás de los vertederos o lodos de depuradoras o los biocombustibles.

Se denomina energía biomasa a toda la materia orgánica que se encuentra en la tierra susceptible de aprovechamiento energético. Como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener mediante diferentes procedimientos tanto combustibles sólidos como líquidos o gaseosos. De origen vegetal o animal, incluye los materiales que proceden de la transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del CO<sub>2</sub> del aire y de otras sustancias simples, aprovechando la energía del sol.

## **Energía geotérmica**

Se entiende por energía geotérmica a aquella que, aprovechando el calor que se puede extraer de la corteza terrestre, se transforma en energía eléctrica o en calor para uso humano o procesos industriales o agrícolas.

La energía geotérmica, como excepción, no tiene su origen inmediato en la radiación solar, sino en una serie de reacciones químicas naturales que suceden en el interior de la tierra y que producen grandes cantidades de calor. Esta realidad a veces se pone de manifiesto de forma natural y violenta a través de fenómenos como el vulcanismo o los terremotos. El hombre también puede aprovechar esta fuente de calor extrayéndolo mediante perforaciones y transfiriendo este calor. El uso más antiguo de los recursos geotérmicos son las aguas termales.

## **Energías del mar**

Los mares y los océanos son inmensos colectores solares, de los cuales se puede extraer energía de orígenes diversos. Mediante diferentes tecnologías, este enorme potencial energético puede ser transformado en electricidad y contribuir a satisfacer las necesidades energéticas actuales.

Dentro de las Energías del Mar, existen tecnologías claramente diferenciadas, en función del aprovechamiento energético: energía de las mareas o mareomotriz, energía de las corrientes, energía maremotérmica, energías de las olas o undimotriz y energía del gradiente salino (osmótica).

## **Energía hidroeléctrica**

La hidroeléctrica es la mayor fuente de energía renovable explotada por el hombre, y consiste en la conversión en electricidad de la energía potencial gravitatoria contenida en los saltos de agua. Comprende tanto los aprovechamientos llamados de acumulación (agua embalsada por un dique) como los denominados “de paso” (o de agua fluyente). Comparada con otras fuentes renovables, la hidroeléctrica se caracteriza por poseer mayor tradición tecnológica, factor de utilización y previsibilidad en la disponibilidad del recurso.

Las primeras centrales hidroeléctricas comerciales del mundo se instalaron hacia finales del siglo XIX y eran ciertamente muy pequeñas de acuerdo a los estándares actuales. Hoy en día sin embargo, el agua abastece cerca del 20% de la demanda eléctrica mundial.



## **Bibliografía:**

- "Curso de orientación para el control de la contaminación del aire" Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).
- Carpeta de Información sobre el Cambio Climático publicada por el PNUMA y la UNFCCC, actualizada hasta julio de 2003.
- Ingeniería y Ciencias Ambientales (Mackenzie L. Davis - Susan J. Masten) Mc Graw Hill Interamericana 2005
- OMS, GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO, Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, Dietrich H Schwela, traducción realizada por Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS.
- Contaminación por ruido y vibraciones: Implicaciones en la salud y calidad de vida de la población urbana: PAO (Procuraduría Ambiental y del ordenamiento ambiental del D.F. México)
- Folleto informativo Fundación Ciudad
- Guía verde de eficiencia energética – Greenpeace Argentina
- SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN: Contenidos didácticos: Energías Renovables, Energía Eólica, Energía Solar.
- El recorrido de la Energía: "Energía solar" (Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid)