

Hojas técnicas

Aire: Calidad del Aire

El aire es esencial para la existencia de los seres vivos. Los humanos exigen, además, unas condiciones que le garanticen la higiene del mismo y un confort adicional.

El aire exterior se compone principalmente de dos elementos, Oxígeno y Nitrógeno, y otros gases cuyas proporciones están en la Tabla 1. Si estos gases no sobrepasan los valores de la Tabla 2, puede considerarse aire «limpio». Desgraciadamente los valores se disparan, sobre todo en las grandes ciudades, derivando a aire «contaminado», como aparece en la segunda columna de la misma tabla.

	Símbolo	En volumen %	Contenido en el aire g/m ³
Nitrógeno	N ₂	78,08	976,30
Oxígeno	O ₂	20,94	299,00
Argón	Ar	0,934	16,65
Anh. Carbónico	CO ₂	0,0315	0,62
Otros		0,145	0,23
		100,000	1292,80

Tabla 1. Componentes del Aire Seco (1.2928 Kg/m³, a 0 °C 760 mm)

	Aire Limpio µg/m ³	Aire Contaminado µg/m ³ Medio anual en una gran ciudad
Óxido de Carbono CO	máx. 1000	6.000 a 225.000
Dióxido de Carbono CO ₂	máx. 65.104	65 a 125.104
Anhidrido Sulfuroso SO ₂	máx. 25	50 a 5.000
Comp. de Nitrógeno NOx	máx. 12	15 a 600
Metano CH ₄	máx. 650	650 a 13.000
Partículas	máx. 20	70 a 700

Tabla 2. Componentes del Aire



Fig. 1. Aire exterior

Como es sabido, ventilar es sustituir una porción de aire interior que se considera indeseable por su pureza, temperatura, humedad, olor, etc., por otro exterior de mejores condiciones. Pero si el aire exterior está contaminado será necesario recurrir a depurarlo para retener los elementos contaminantes, como se muestra de forma esquemática en la Fig. 3.

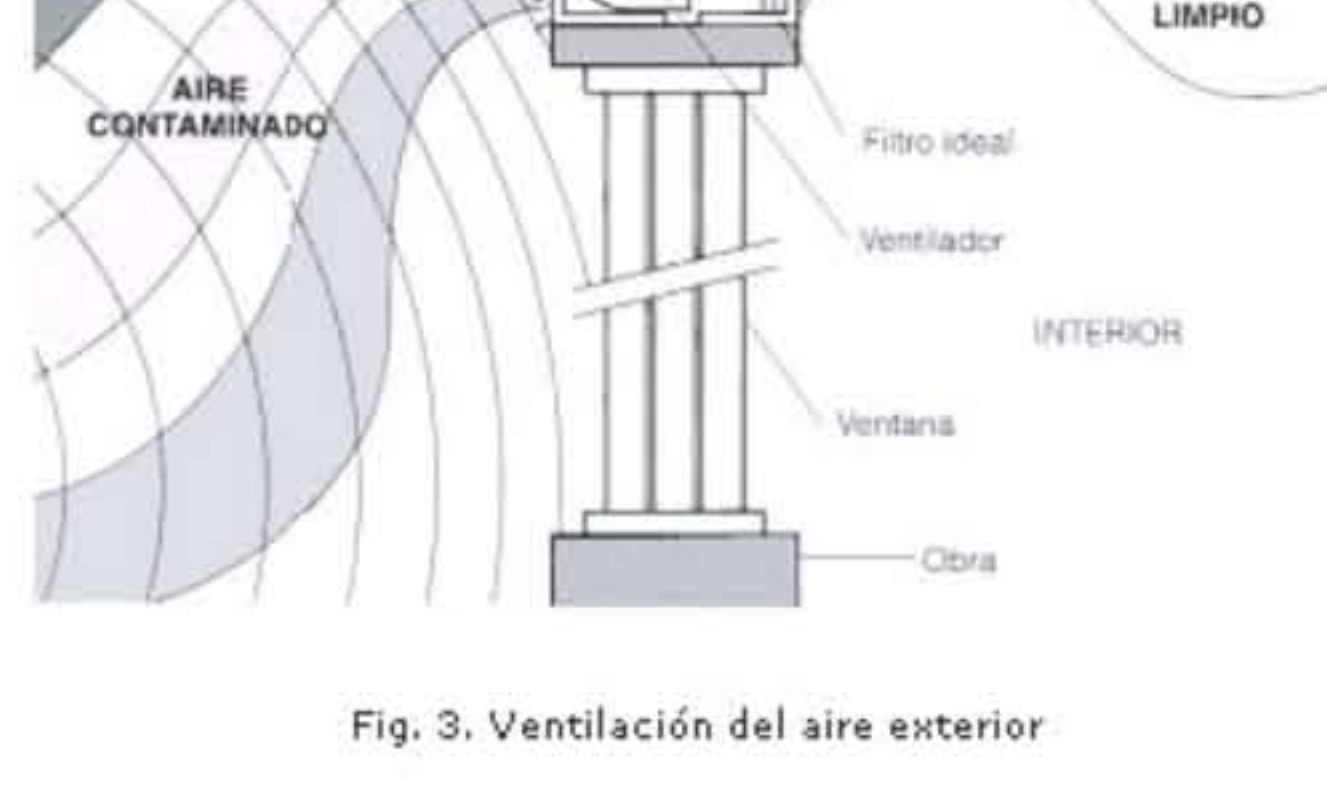


Fig. 3. Ventilación del aire exterior

Con la crisis del petróleo en 1973, todos los países industrializados establecieron normas para contener el consumo energético, especialmente el de calefacción y refrigeración. Se aumentó el poder aislante de muros y cubiertas y se mejoraron los cierres de puertas y ventanas para evitar las pérdidas por convección. Aparecieron, en suma, los edificios herméticos, dotados de sistemas mecánicos de ventilación. Pero, para contribuir al ahorro de energía, se reculó parte del caudal de aire extraído en porcentajes crecientes hasta llegar a límites exagerados. Además, si las instalaciones no se limpian y desinfectan de forma regular, como es habitual, proliferan la difusión de contaminantes y microorganismos por todo el edificio.

El risueño lector de la Fig. 2, satisfecho por haberse aislado del exterior con una ventana hermética, evitando la entrada de contaminantes, polvo y ruido, al poco tiempo empieza a sufrir alergias, irritaciones, escozores de ojos y jaquecas.

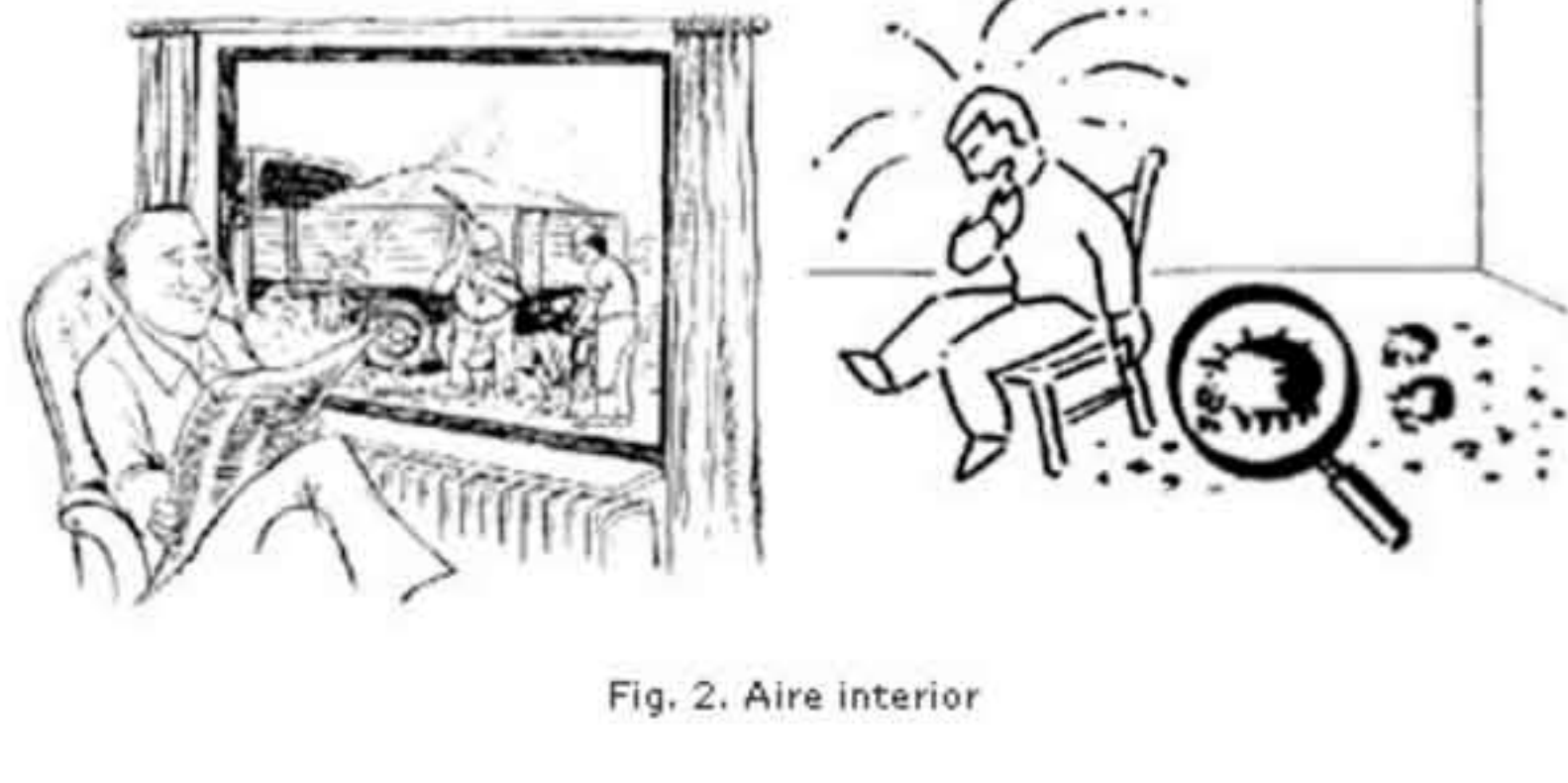


Fig. 2. Aire interior

El hombre moderno pasa más del 80% de su tiempo dentro de locales cerrados y los factores enumerados tienen consecuencias inmediatas: aumentan las enfermedades alérgicas y pulmonares y crecen enormemente la rapidez de difusión de las infecciosas entre los usuarios de un mismo inmueble, sobre todo si disponen de instalación de aire acondicionado. En EE.UU. se produjeron 150 millones de jornadas al año de absentismo laboral mientras la OMS ha estimado que un 30% de los edificios nuevos o rehabilitados sufren de este defecto. Si los ocupantes que se ven afectados llegan al 20%, se denomina al inmueble Edificio Enfermo.

Diversas causas concurren a ello, pero se ha señalado como la principal e indiscutible una ventilación insuficiente, inadecuada. En 1968, 144 personas del edificio de la Sanidad en Pontiac, Michigan, EE.UU., contrajeron una enfermedad con dolores de cabeza, fiebre y dolores musculares, que se denominó «fiebre de Pontiac». En 1976, en un hotel de Filadelfia, durante una convención de antiguos legionarios, se vieron afectados por una bacteria, que se identificó como Legionella Pneumophila, cultivada y difundida por el aire acondicionado, que llevó a la tumba a 29 de los asistentes. Actualmente la tal bacteria y por las mismas causas, ataca anualmente de 25 a 45.000 personas, sólo en EE.UU.

Pero aparte de los problemas que para la salud puede acarrear un sistema de aire acondicionado con mala conservación, limpieza precaria y escasez de aire primario, múltiples causas contribuyen a contaminar el aire interior del edificio. Antiguamente se consideraba que sólo el ser humano con la expulsión de anhídrido carbónico de la respiración y el desprendimiento del olor corporal era el causante del deterioro de la calidad del aire. Hoy en día se sabe que los componentes orgánicos volátiles que se desprenden de muebles, pinturas, adhesivos, barnices, combustibles, materiales de higiene personal y de limpieza del hogar, contaminan de forma importante el aire interior: insecticidas, raticidas, combustión directa dentro de la habitación, aerosoles, detergentes, ropa de la tintorería que se airea en casa, moquetas, parquets y, de forma importante, el humo de tabaco y, también, los ambientadores con los que se quiere disimular el ambiente cargado.

Un grupo muy importante de contaminadores son los materiales de construcción entre los que destacan el formaldehído de los aglomerados de madera unidos con resinas y algunos aislantes. Y en ciertas zonas el radón, que resulta particularmente peligroso. Este es un gas de origen natural que amenaza con el cáncer de pulmón y que se desprende del radio que contienen algunos materiales como el granito, la piedra pómez y las rocas de fosfatos, además de las aguas profundas de pozos.

En los hogares aparece en los sótanos y las Figs. 4 y 5 describen su presencia y la forma de controlarlo con actuaciones adecuadas y, sobre todo, una ventilación eficiente.

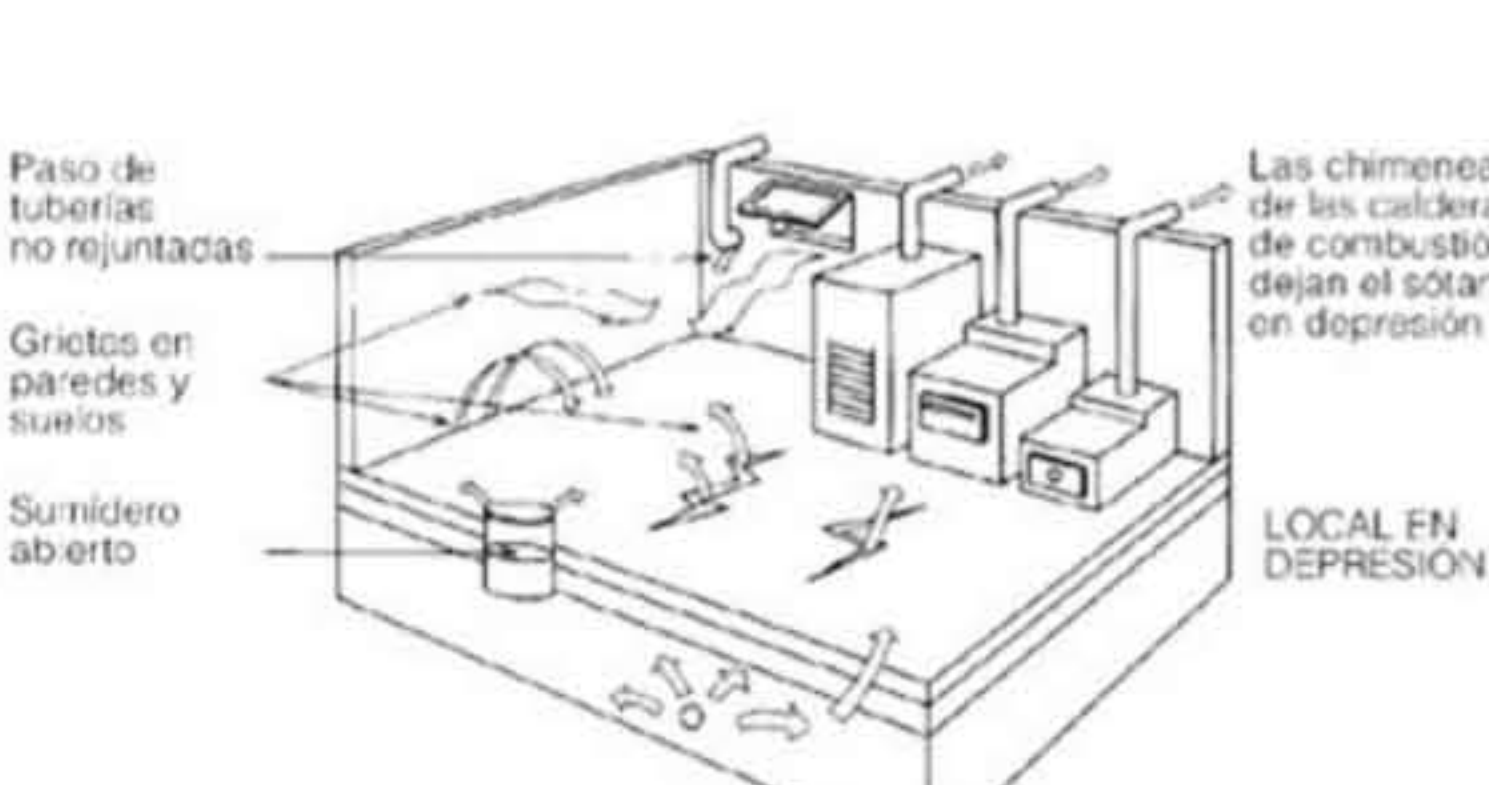


Fig. 4. Cómo entra el gas radón



Fig. 5. Cómo se controla

Diversas normativas han venido en establecer que la ventilación necesaria para proporcionar un ambiente higiénico a los ocupantes de un espacio cerrado es del orden de los 7,5 litros por segundo por persona como mínimo. Según sea la función del local, considerado sótano para fumadores, salas de hospitales, bares, etc., este valor va en aumento hasta alcanzar más del doble o el triple. Pero como tales caudales entran en conflicto con el ahorro de energía, sobre todo calefacción, se ven reducidos cayendo en el extremo opuesto. De una investigación sobre 350 edificios y las causas de las quejas por la calidad de aire interior se reproducen en la Tabla 3. Destaca la gran importancia que tiene una ventilación suficiente pero también que existen otras causas que motivan el malestar y las dolencias.

Número de edificios estudiados	%	Causas de insatisfacción por la calidad de aire interior	
		Causas	Origen
50	28	Ventilación deficiente	-Poca renovación del aire -Mala distribución del aire (rendimiento de la ventil.) -Temperatura y humedad inadecuadas -Humo de tabaco
		Contaminantes interiores	-Formaldehidos -Radón -Partículas desprendidas -Dióxido de carbono -Humedad
350	11	Contaminantes aire exterior	-Polvo -Tubos de escape vehiculos -Polen
		Desconocida	

Tabla 3. Causas de insatisfacción por la calidad del aire interior

Atendiendo a la influencia de los contaminantes internos de los locales se desprende que son muy variados y que lo ideal sería identificarlos previamente y descubrir sus fuentes de emisión. Actualmente se habla de edificios construidos con materiales de baja emisión y existen laboratorios que trabajan en el tema.

Se han llegado a establecer unidades para medir la calidad del aire interior. El profesor P. Ole Fanger, de la Universidad Técnica de Dinamarca, define el OLF como la polución que produce una persona, ocupada en trabajo sedentario y de higiene normal, una ducha cada día y medio. Un mueble, una mesa de despacho con sus papeles y utensilios equivale a 2 Olf's y una estantería media, con libros, plantas y objetos de adorno, contamina como 3 Olf's.



Fig. 6. Olf

Los materiales, en general, de una oficina emiten hasta 0,5 Olf's por metro cuadrado. Una persona en actividad alcanza los 6 Olf's, un fumador continuo puede llegar a 25 Olf's y un atleta a los 30 Olf's.

El DECIPOL es la percepción combinada a través de la nariz y los ojos del sentido químico del ambiente, con su carga de olores diferentes y elementos irritantes contenidos en el aire. La unidad se define como la percepción de un Olf diluido por un caudal de aire puro de 10 l/s.

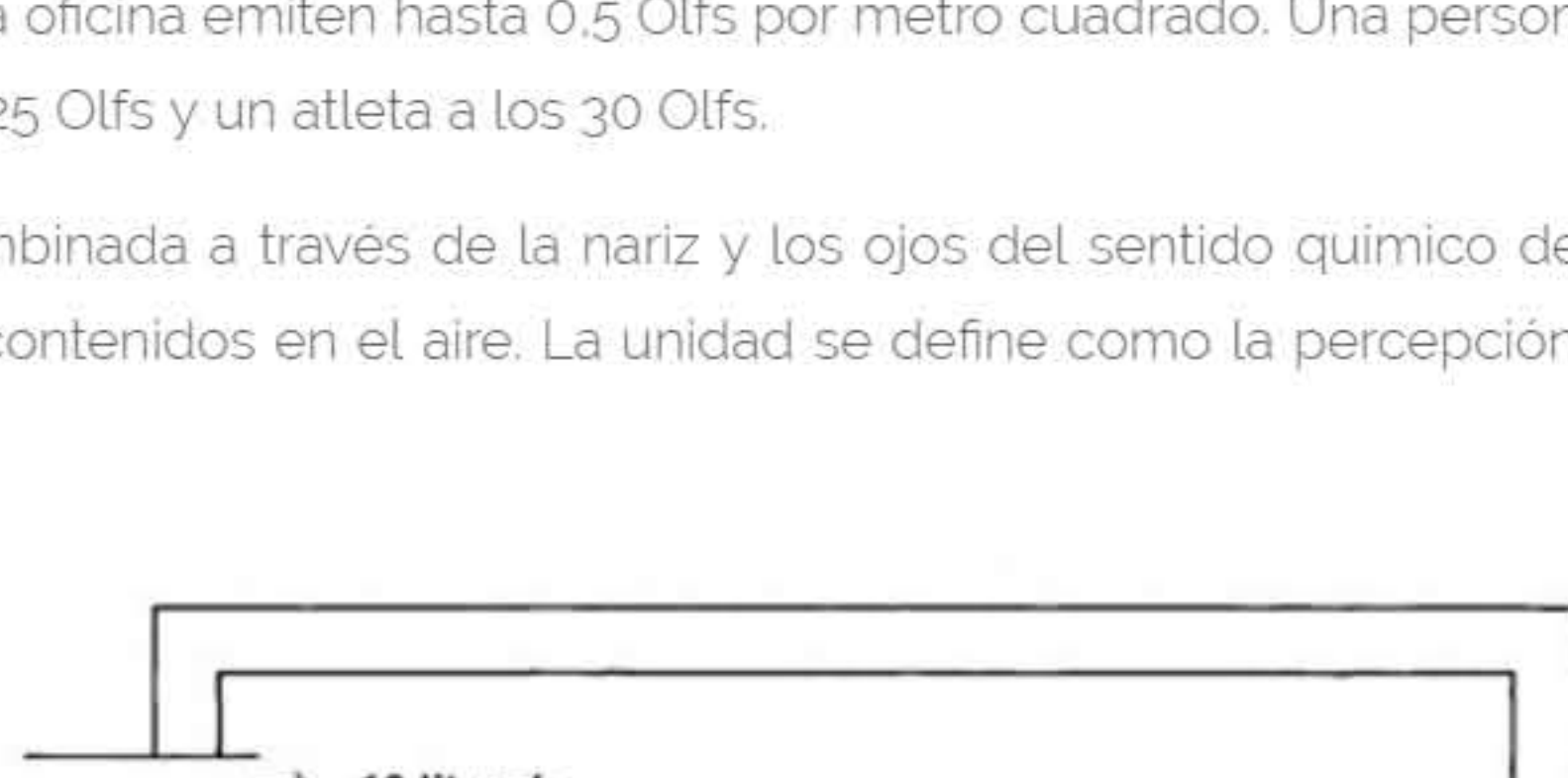


Fig. 7. Decipol

La insatisfacción causada por un Olf en función del coeficiente de ventilación, expresada por un colectivo de personas que califican como inaceptable el ambiente de un lugar en el momento de penetrar en él, se grafica en la Fig. 8. La relación entre los decipoles que reinan en un local y el número de personas insatisfechas que sufren el mismo, se representa en la Fig. 9. Un decipol insatisface el 15 % de las personas investigadas y para alcanzar un 50 % de disconformes, la polución debe llegar a los 6 decipoles.



Fig. 8. Insatisfacción causada por un Olf

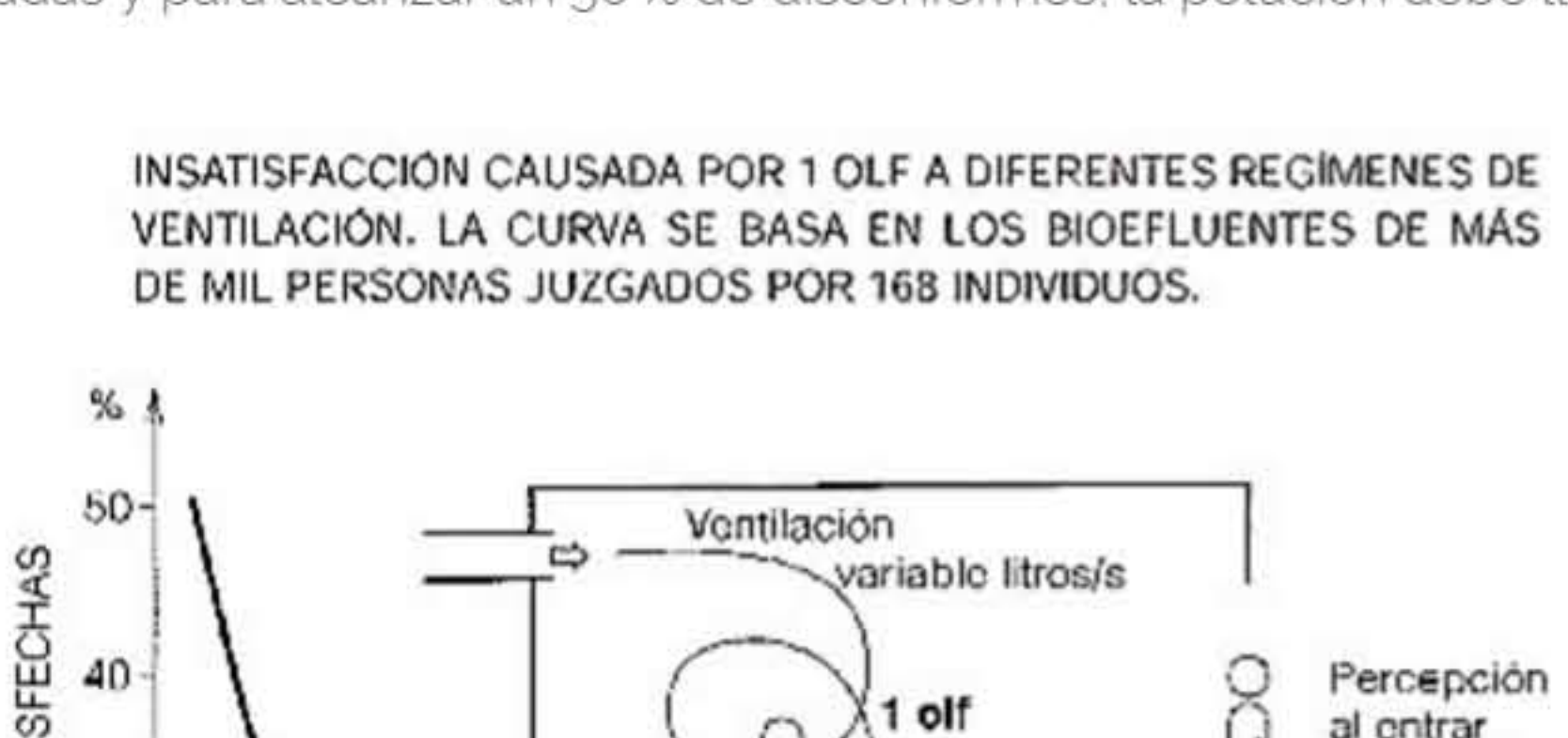


Fig. 9. Relación entre decipoles y número de personas insatisfechas

Según ello se ha establecido también que en función de los decipoles puede calificarse un ambiente. Los edificios a partir de los 10 decipoles se clasifican como afectados del Síndrome del Edificio Enfermo.

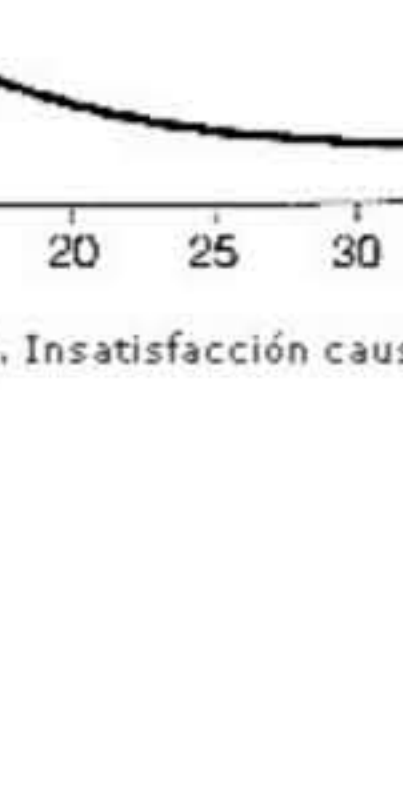


Fig. 10. Decipoles

Y, utilizando los Olf's y los Decipoles como unidades de polución del aire, puede determinarse la ventilación necesaria del recinto:

$$Q \text{ [litros/s]} = \frac{10 \cdot G}{C_i - C_o}$$

En donde Q es el caudal de aire exterior, G la contaminación interior y C_i, C_o las percepciones interior y exterior del local considerado.

Esta fórmula se da como indicativa de cómo se usan las unidades definidas para llegar a determinar un caudal de ventilación necesario pero se advierte que es muy problemático su uso por la dificultad de evaluar los términos C.

El Dr. Fanger y con gastos energéticos considerables. Las normativas actuales establecen valores para grandes espacios que van de 0,4 a 1,5 l/s/m² ocupados por no fumadores y de 1,7 a 5 l/s/m² para fumadores, valores muy por debajo de los obtenidos por la fórmula señalada.

Resumen

El síndrome de los Edificios Enfermos es un fenómeno complejo en el que destaca, como un gran factor de riesgo, una ventilación pobre.

El diseño de los sistemas de ventilación y aire acondicionado debería tener en cuenta la facilidad de limpieza y desinfección regular de equipos y conductos.

No sólo el hombre poluciona el aire interior. Los materiales de construcción, los muebles, alfombras, moquetas y revestimientos de paredes así como los VOCs y productos del hogar, producen efluvios contaminantes. Destacan por su importancia el humo de tabaco, el radón, los SO₂, el dióxido de carbono y las partículas sólidas en suspensión. Deben elegirse materiales de baja emisión en los proyectos.

La calidad del aire exterior influye notablemente en la del interior. En caso de ser preciso debe depurarse en las tomas de aire.

Se está postulando dos nuevas unidades para medir la calidad del aire: EL OLF y el DECIPOL.