

VENTILACIÓN NATURAL

UN ACERCAMIENTO CONCEPTUAL

Parte 2

Ing. Alberto A. Riva. Junio 2023

Mi agradecimiento a Francisco Mur por su mirada crítica y tiempo dedicado para la revisión de este artículo.

Introducción

Si había dudas sobre la importancia de la ventilación natural, la pandemia de COVID-19 se encargó de reducirlas a polvo. La ventilación mecánica tiene múltiples beneficios y aplicaciones, y hace al confort moderno, pero es más costoso y complejo diseñar solamente con ella, debido a múltiples factores. Este trabajo intenta adentrarse en el abismo muchas veces insondable de la ventilación natural, que parte de conceptos básicos y empíricos, pero cuya variabilidad dificulta enormemente calcular su verdadera dimensión y hacerla un sistema totalmente confiable.

3. Ventilación natural

La ventilación siempre sirve para cambiar el aire dentro de los edificios, cuya función más primitiva y siempre vigente, es para albergar y proteger a las personas de las inclemencias climáticas y del ataque de otras especies. Hasta la era industrial, la ventilación natural era la única que se conocía. En la antigüedad, las minas se construían con una cierta lógica para lograr efectos que permitieran circular el aire en forma natural. Con la aparición de la máquina a vapor primero y la electricidad después, la tecnología introdujo la ventilación por medios mecánicos; fue después de la segunda guerra mundial que la ventilación mecánica tomó auge, y fue reemplazando en el diseño arquitectónico a

la ventilación natural. La ventilación mecánica no solo cambiaba el aire, sino que también controlaba la temperatura ambiental, pasando de un factor de seguridad primero, a de confort creciente después. Entonces, aspectos muy estudiados hasta ese momento como la orientación de las fachadas, la transmisibilidad térmica de muros y vidrios, entre otros aspectos, fueron dejándose de lado, ganados por esa aparente panacea.

Pero el tiempo volvió a dar la razón de la necesidad de considerar a la ventilación natural. No solo por los cambios ambientales que se pusieron en evidencia en las últimas décadas (cambio climático, agujero de ozono, contaminación), la creciente escasez de recursos (la guerra Ruso-Ucraniana iniciada en el año 2022

expuso la fragilidad del sistema de energía mundial), sino también la declarada pandemia de coronavirus en marzo de 2020, provocada por el virus SARS-COV-2. Una vez comprobada que una de las formas en que se transmite el virus es por el aire, la ventilación se transformó en un elemento imprescindible de prevención. El problema, sin embargo, es que quedaron expuestas las debilidades de los sistemas mecánicos instalados, y la enorme ausencia de ellos en muchísimos casos. Los sistemas mecánicos no tenían el mantenimiento necesario: pocos conocían el porcentaje de aire exterior que se inyectaba, no se cambiaban los filtros con la frecuencia requerida – o directamente no se cambiaban o no los tenían – muchos equipos estaban “cortocircuitados”¹, entre otras fallas frecuentes. En aquellos lugares que no había equipos de cambio de aire, la ventilación por aberturas al exterior comenzó a ser la única forma de garantizar un ambiente saludable. Así fue como se emitieron numerosas recomendaciones y normas sobre la importancia de la ventilación cruzada, que las ventanas estuvieran abiertas, que existiera contacto con el aire exterior, etc. Uno de los casos más mediáticos fue el de las instituciones educativas, donde distintas soluciones se propusieron, a sabiendas que pocas de ellas contaban con sistemas mecánicos de cambio aire.

La ventilación natural consiste en el aprovechamiento del movimiento del aire a través de aberturas y pasos en las edificaciones originadas por el viento. Es la forma de ventilación más simple y económica, requerida en los códigos de

edificación de todo el mundo para tratar de garantizar la renovación mínima del aire. Se basa en fenómenos físicos en donde las fuerzas impulsoras del aire en movimiento son originadas por diferencias de presión en distintas partes de la edificación ocasionadas por el viento y el gradiente térmico.

La ventilación natural depende de cuatro factores básicos:

- Clima exterior al edificio: viento y temperatura
- Entorno del edificio
- Características constructivas del edificio
- Comportamiento de las personas

Calcular el ritmo del cambio de aire dentro de los edificios es muy dificultoso cuando se trata de ventilación natural. Existen varios métodos para hacerlo, de variada complejidad, casi todos basados en expresiones empíricas.

A las razones apuntadas en párrafos anteriores sobre las ventajas que ofrece la ventilación mecánica, hay que sumarle las dificultades para hacer cálculos confiables para diseñar una edificación con ventilación natural. También, lleva mucho tiempo de cálculos, simulaciones y estimaciones, que no siempre se pueden recuperar económicamente con el interesado, a contramano de las instalaciones de ventilación mecánica, que, a pesar de ser más onerosas, son más sencillas comparativamente de calcular y presupuestar, esperando resultados de buena calidad. Se podrían resumir,

¹ Es decir, alguna parte del sistema estaba salteado o puentado o incompleto.

entonces, las desventajas de la ventilación natural:

- Dificultad para controlar la dirección del movimiento del aire
- No se puede filtrar el aire exterior
- Está afectado por las condiciones climáticas externas.
- Incertidumbre por la intensidad del viento o su ausencia (día calmo).
- En condiciones de frío, mucho frío o mucho calor es insuficiente para lograr un clima confortable o, incluso, seguro.
- Su funcionamiento puede ser interrumpido por varias circunstancias, como el cierre de puertas y ventanas, deficiente mantenimiento del sistema de apertura de ventanas, ruido exterior, insectos o seguridad ante robos.
- Insuficiente renovación del aire frente a los contaminantes internos de toxicidad significativa generados, para lograr un ambiente seguro para la salud.

Cuando se presentan una o varias de estas circunstancias, la ventilación mecánica es una excelente aliada.

4. Validez de la ventilación natural

Las dificultades para calcular un sistema de ventilación natural están explicadas por la gran cantidad de variables en juego. Por eso su utilización exclusiva es posible en ciertas situaciones, según sea la calidad de aire requerida.

En este sentido, la existencia de agentes contaminantes del aire, sea por procesos o almacenamiento, inhibe la utilización exclusiva de la ventilación natural, salvo que

las mediciones de las concentraciones en ambiente ocupado arrojen valores inferiores a los máximos exigidos por la legislación vigente. Esto no siquiera puede servir cuando se trata de sustancias de alto riesgo, como cancerígenos, mutágenos, teratógenos, etc.

5. Factores que inciden en la ventilación natural

5.1. Viento y temperatura

El viento es el flujo de aire terrestre a gran escala originado por las diferencias térmicas en distintos puntos de la tierra, que a su vez producen diferencias de presión. La vida en la tierra cambió al compás del viento. Desde sus efectos positivos como el arrastre de las semillas de las plantas, el empuje de las embarcaciones que cruzaron mares en los comienzos de las civilizaciones, como fuente de energía, de trabajo, de deportes, la aviación, el transporte, el movimiento de suelos, etc., también nos entrega efectos negativos o devastadores como la erosión o huracanes o la incomodidad que puede generar en ciertos momentos.

Físicamente, el viento, como corriente de aire, se lo caracteriza por:

- Dirección
- Frecuencia
- Velocidad
- Turbulencia y ráfagas.

El viento no sopla siempre en la misma dirección, ni con la misma intensidad y frecuencia. De hecho, a veces ni se nota su presencia. ¿Cómo usarlo entonces para los cálculos de diseño o estimación de los cambios de aire? Es todo un desafío y nada fácil de lograr; todos los estudios para el diseño de sistemas de ventilación se basan

en simulaciones y fórmulas empíricas, dada su gran variabilidad.

El viento es una consecuencia de los saltos térmicos entre distintos puntos del planeta, logrando el movimiento de enormes masas de aire desde zonas con alta presión hacia las de baja presión.

La acción del viento sobre las edificaciones genera presiones positivas y negativas con relación a la presión atmosférica del lugar.

Esas diferencias de presiones causan el movimiento del aire interior que barre los distintos ambientes con mayor o menor facilidad de acuerdo al diseño constructivo y la distribución de las aberturas.

La intensidad del viento en un momento dado, puede obtenerse con precisión midiéndola con un anemómetro. Otra forma, es por observación del entorno, aplicando la escala de Beaufort -Simpson²

En la tabla Nº 5 puede apreciarse esta escala; la intensidad del viento se obtiene al comparar en la tabla con medidas empíricas surgidas de la observación de los efectos del viento sobre ciertos objetos de tierra (se prefirió no incluir la observación marina ya que no interesaba a los fines de este trabajo). No debe extrañar que se encuentren variantes de esta escala.

Tabla Nº 5. Escala de Beaufort – Simpson. (Principal referencia: Ventilación Natural, Cálculos Básicos Para Arquitectura – Freixanet)

Escala	Denominación	Efectos percibidos	Velocidad del viento	
			(m/s)	(Km/h)
0	Calma	El humo sube verticalmente y la superficie del agua está tranquila.	0 - 0,2	< 1
1	Brisa	La dirección del viento la muestra el humo, pero no las veletas. Las personas apenas lo perciben debido al efecto de enfriamiento.	0,3 – 1,5	1-5
2	Viento leve	Murmullo de las hojas. El aire fresco se siente sobre la cara.	1,6 – 3,3	6-11
3	Viento moderado	Las hojas y ramitas se mueven. Existe una ligera extensión de banderas y rizos en el agua. El cabello se mueve, ligero golpeteo de la ropa; empieza la incomodidad.	3,4 – 5,5	12-19
4	Viento regular	El polvo se levanta y los papeles se vuelan. La arena se extiende sobre el terreno. El cabello se desarregla; medianamente incómodo.	5,6 – 7,9	20-28
5	Viento fuerte	Los árboles con follaje empiezan a ladearse, la arena es impulsada y existen ondas de agua con cresta blanca. La fuerza del viento se siente incómodamente sobre el cuerpo.	8,0 – 10,7	29-38

² Las dificultades para la navegación ocasionadas por las olas del mar fueron estudiadas por el hidrógrafo irlandés, Francis Beaufort, quien en 1806 propuso una escala que valoraba los efectos del viento en el mar. Pero fue el meteorólogo George

Simpson quien poco más de un siglo después amplió dicha escala a los efectos del viento sobre la superficie terrestre en general

6	Viento muy fuerte	Las hojas se desprenden, la arena o nieve sopla sobre la cabeza y las ramas grandes se mueven. Se escucha el viento, el cabello se extiende de frente y es difícil caminar firmemente.	10,8-13,8	39-49
7	Temporal	Todos los árboles se encuentran completamente en movimiento. Caminar contra el viento equivale a subir una inclinación de 1/7.	13,9-17,1	50-61
8	Temporal fuerte	Las ramas grandes se doblan y las ramitas pequeñas se rompen. Generalmente se impide el paso, lo que equivale a subir una cuesta de 1/5	17,2-20,7	62-74
9	Temporal muy fuerte	Las estructuras ligeras se dañan y las maderas y tejas se remueven. Las ráfagas empujan a lo que equivale a subir una cuesta de 1/4	20,8-24,4	75-88
10	Temporal duro	Las estructuras están considerablemente dañadas, y los árboles partidos o arrancados de cuajo. Caminar contra el viento equivale a subir una cuesta de 1/3, pero las ráfagas hacen prácticamente imposible moverse.	24,5-28,4	89-102
11	Temporal muy duro	Edificios totalmente destruidos y bosques enteros arrancados. Hombres y animales arrastrados o elevados.	28,5-32,6	103-117
12	Temporal huracanado	Ocasiona destrozos por doquier	> 32,7	>118

Sin embargo, esta forma de indicar la velocidad del viento es más que nada para una mínima estimación, dado su temporalidad, pero a los fines prácticos, será totalmente insuficiente cuando queremos diseñar o verificar un sistema de ventilación natural. Para ello se requieren datos estadísticos como los suministrados por el Servicio meteorológico nacional (SMN) de la República Argentina en su página web (Estadísticas Climatológicas Normales - período 1981-2010). Sobre este particular se volverá en el punto 6.1.

5.2. Características constructivas del edificio

La orientación, altura, forma, materiales de construcción, vanos y aberturas y su ubicación geográfica, son algunas de las características que influyen en el comportamiento de la acción del viento sobre la edificación.



Imagen Nº 1. Hospital Sarah-Rio, Río de Janeiro. João da Gama Filgueiras Lima – Lelé–, 2009. El hospital está provisto de un sistema de ventilación natural apoyado por aire acondicionado que permite mantener abiertos los espacios interiores la mayor parte del año. El aire es captado a lo largo de la fachada que da al lago a la altura del suelo técnico, e impulsado por ventiladores. El aire, enfriado por evaporación natural y nebulización del agua del lago, se introduce en los espacios por conductos verticales y se extrae a través de un falso techo con aberturas basculantes (Fotografía de Ramón Araujo, Tectónica 35)

5.3. Entorno edilicio

La geografía exterior (valles, montañas, laderas), la vegetación (arboledas, bosques), cercanía y disposición de otras edificaciones (zona, rural semiurbana y urbana), la ubicación del edificio respecto a los vientos predominantes, son aspectos que influyen sensiblemente en la ventilación natural interior.

5.4. Comportamiento de las personas

En muchos casos las corrientes de aire en el interior del edificio ocurrirán si los ocupantes toman acciones para permitirlo. Es algo típico de lo que ocurre en cualquier vivienda familiar; la ventilación natural “funciona” cuando sus habitantes deciden abrir los vanos. Siempre hay excepciones como, por ejemplo, cuando las viviendas incluyen sistemas constructivos que facilitan la ventilación natural en todo momento. Los parasoles son un caso típico que, si bien se colocan como protección solar, suelen cumplir ambas funciones.

6. Cálculo del caudal de aire natural

Existen varias fórmulas empíricas, la mayoría apoyadas en simulaciones. En este trabajo, se intenta simplificar tanto como sea posible, a sabiendas que eso puede acarrear errores mayores a los deseados. De no hacerse de esta manera, la complejidad del problema seguirá incidiendo en la utilidad práctica de la ventilación natural, aspecto en el que tanto los diseñadores (arquitectos, ingenieros) como los higienistas ocupacionales tiene gran injerencia.

El único caudal de aire que se tendrá en cuenta a continuación es el proveniente de la ventilación natural. El aire de infiltración no se considerará en estos cálculos a pesar que esté presente siempre y su valor dependerá del nivel de sellado de vanos y aberturas de la edificación. El resto de los caudales aportados, deben calcularse aparte.

Recordemos que la ventilación natural se produce por diferencias de presiones entre el interior y el exterior o en el interior mismo del recinto, debido a:

1. La acción del viento
2. Gradiente térmico interior
3. Diferencia de altura

En realidad, la segunda y tercera causa van de la mano ya que el gradiente térmico se produce y acentúa con la altura. En los sucesivos cálculos, sólo se considerará la acción eólica.

Veamos entonces como se puede obtener el caudal producido por la acción del viento:

$$Q = W \times S \quad (6)$$

Donde:

W: velocidad del viento (m/s o Km/h)

S = Superficie de entrada de aire al edificio (m²)

La expresión anterior es una excesiva simplificación del problema. Más adelante se verán otras dos expresiones que introducen el fenómeno de las ventanas y la forma en que se produce la corriente de aire (unidireccional o cruzada). Pero para iniciar esta parte del estudio, indudablemente que las dos grandes variables resultan la intensidad del viento y la superficie por donde éste ingresa al recinto.

6.1. Estimación de la velocidad de viento

Tal como vimos anteriormente, esto puede hacerse:

- a) Con anemómetro
- b) Con la escala de Beaufort – Simpson
- c) Basándose en registros estadísticos históricos

Los dos primeros adolecen de falta de validez en el tiempo. Un día de vientos intensos puede ser seguido de otros calmos; esto se puede repetir y modificar infinidad de veces, de la mano de los deseos de la naturaleza. Pero la ciencia ha perfeccionado desde hace mucho las predicciones climáticas y entrega datos estadísticos confiables que permiten encarar los cálculos con mayor precisión. En este sentido, la publicación de datos del SMN por un período amplio, nos da información promediada muy útil. En **Estadísticas Climatológicas Normales - período 1981-2010**³, dicho servicio indica: temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa, precipitaciones, nubosidad (por octavos), y, el dato importante para este trabajo, la velocidad

³ <https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos>

promedio del viento en Km/h, para 74 ubicaciones en Argentina. Todo eso mes a mes, durante 20 años. Con parte de dicha información está organizada la tabla siguiente, con el agregado propio de la velocidad promedio anual.

Tabla Nº 6. Velocidad del viento por mes y promedio, del período 1981-2010.

Lugar	Velocidad del viento en Km/h												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Bariloche	22,9	19,8	18,3	19,1	15,9	17,9	16,6	16,8	17,1	23,4	25,4	25,2	19,9
Base Marambio	23,7	25,5	28,5	31,1	30,5	34,8	34,5	31,5	31,9	33,6	28,9	26,7	30,1
Buenos Aires	10	9,5	8,8	7,7	7,9	8,2	8,6	9,2	10,2	10,1	10,2	10,2	9,2
Catamarca	20,9	18,9	17,0	14,2	11,7	9,5	10,9	14,8	18,6	22,4	22,5	21,9	16,9
Córdoba	12,6	11,3	11,4	11,5	11,2	10,9	12,0	13,5	14,8	15,8	15,8	13,7	12,9
Corrientes	11,9	12,2	11,8	11,9	11,9	12,1	13,4	14,6	15,5	15,7	14,1	12,5	13,1
Cro. Rivadavia	25,9	21,2	20,7	22,8	19,4	22,4	19,5	19,2	19,5	23,3	25,1	25,6	22,1
Formosa	11,8	11,9	11,2	11,5	11,6	11,9	13,1	14,4	14,9	14,9	14,4	13,0	12,9
Iguazú	6,4	6,3	5,3	6,1	6,4	6,2	7,4	8,4	8,8	7,4	7,5	6,6	6,9
La Plata	13,6	13,5	12,3	10,5	10,6	10,6	11,3	12,6	14,4	13,8	13,9	14,2	12,6
La Quiaca	6,9	7,1	6,5	6,4	6	4,9	6,6	6,6	8,6	8,7	8,8	8,3	7,1
Mendoza	8,3	6,9	6	4,9	4,5	4,3	4,9	6	6,7	8,1	8,9	8,8	6,5
Neuquén	12,8	11,3	9,9	8,8	8,3	9,3	9,5	9,7	10,3	12,8	13,9	13,8	10,9
Paraná	10,6	10,3	9,6	9,5	9,4	10	11,3	12,7	13,4	13,9	13,2	12	11,3
Posadas	9,1	9,1	8,6	8,7	9,0	8,9	10,1	10,9	11,0	11,0	10,4	9,6	9,7
Resistencia	10,1	10,5	9,9	9,8	9,8	10,0	11,2	12,7	13,8	13,4	12,5	10,7	11,2
Río Grande	29,1	27,2	25,3	23,4	19,8	17,4	18	20,6	21,9	26,6	28,1	29,6	23,9
Rosario	11,1	10	10,1	9,3	9,3	10	11,1	12,4	13,8	14,5	13,8	11,9	11,4
Salta	6,8	6,5	5,8	5,8	6,3	6,1	6,9	7,5	7,9	9	8,7	7,7	7,1
San Juan	15,5	13,9	12,9	10,6	9,3	9,3	10,3	11,6	12,6	14,8	16,0	16,1	12,7
San Luis	18	16,7	15,1	14,8	13,8	14,2	15,4	17,3	17,9	21,7	20,9	20,1	17,2
Sauce viejo	9,2	8,8	9,6	8,9	9,8	10,1	12,1	13,8	13,9	14,3	13,4	10,9	11,2
Santiago del Estero	9,2	9,2	8,6	7,8	7,3	7,1	8,2	9,0	10,2	11,6	10,9	10,0	9,1
Trelew	24,2	23	20,2	19,1	16,6	17,7	17,9	18,4	18,3	22,5	23,7	23,9	20,5
Tucumán	11,6	11,3	10	9,6	9,4	9,7	10,7	11,2	11,8	12,2	12,0	11,1	3,5

Las 25 ubicaciones de esta tabla son una parte de las 74 del listado completo publicado por el SMN, incluyendo varias bases antárticas. Se ha preferido poner el foco en las ciudades capitales o más importantes de dicho informe, como referencia para los cálculos que realice cualquier profesional.

Las mediciones se obtuvieron en aeropuertos o estaciones de observación, a 10 metros de altura del suelo, distancia normalmente de referencia. No incluye la dirección dominante promedio de los vientos.

En consecuencia, con la tabla anterior, tenemos una aproximación suficientemente buena de la primera variable: la intensidad o velocidad (W) del viento en lugares de referencia.

6.2. Afectación de la superficie de entrada

Ahora entra en juego el concepto de presiones diferenciales ó depresiones y sobrepresiones.

Así como el viento surge por diferencias de presión atmosférica en distintas regiones del planeta, su impacto en la edificación también genera diferencias de presión, tanto en planos verticales como horizontales, logrando el flujo del aire (imagen N°2)

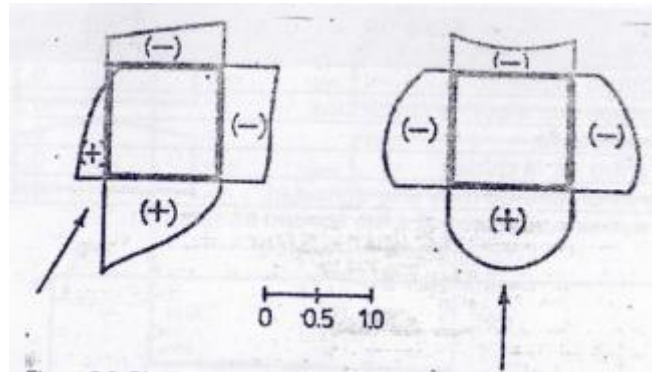


Imagen N° 2. Vista aérea de la distribución esquemática de la presión sobre un edificio cuadrangular. Las flechas indican la dirección del viento. Imagen extraída de "Ventilación Natural" de Eduardo Yarke.

Cuando el viento impacta perpendicularmente a las edificaciones, se produce depresión (presión negativa) en los laterales y detrás de ella, así como en el techo⁴. En cambio, si el viento incide con un ángulo sobre barlovento (adelante), habrá presión positiva en dos de sus caras (pensarlo como una descomposición vectorial) y negativa en las restantes.

Otro aspecto es la posición de la abertura respecto de la llamada "Línea de Presión Neutra" o "Nivel de presión Neutral"; es una línea imaginaria en la cual las presiones cambian de signo; esta línea permite definir por cuáles aberturas ingresa el aire y por cuáles egresa, a los fines de contabilizarlas o no en la expresión de la superficie entrante, dependiendo de su posición respecto a la LPN.

En general, en las naves industriales las ventanas elevadas (por encima del 70% de la altura⁵) no se contabilizan a los fines de la superficie de entrada de aire, y sí las puertas, portones y ventanas (independientemente de la posible alternancia abierto/cerrado) por debajo de dicha altura. En los edificios de oficinas o viviendas familiares de características similares, pueden contabilizarse la mayor parte de las ventanas, salvo las que están muy pegadas al techo (suele tomarse que la LPN está al 50% de la altura de la vivienda u oficina).

La superficie de las ventanas no sirve por igual para contabilizarlas como de entrada de aire, más allá de lo comentado sobre su ubicación en los párrafos anteriores. También importa el tipo de ventana que se trate.

⁴ Esto es así cuando nos referimos a instalaciones industriales. En edificios de viviendas u oficinas, de varios pisos, pasa lo mismo en el techo de él, pero no en cada piso.

⁵ Esto surge de la posición habitual de la línea de presión neutra, lo cual no siempre es cierto, pero a los efectos de estos cálculos así se tomará.

Según ASHRAE, el caudal de aire que pase por una ventana se puede calcular de la siguiente manera, cuando existe ventilación cruzada⁶:

$$Q = C_v \times A_{la} \times W \quad (7)$$

Donde:

Q Caudal de aire entrante o tasa de ventilación en m³/s

C_v Coeficiente de efectividad de las aberturas

C_v = 0,5 - 0,6 para viento perpendicular

C_v = 0,25 - 0,35 para viento en diagonal

A_{la} Área libre de la abertura, por la que ingresa el viento (m²)

W Velocidad del viento (m/s)

Debe tenerse en cuenta que estos valores presuponen una relación 1:1 entre las relaciones de superficie de entrada y salida del aire. Los estudios demostraron que cuando la superficie de entrada es mayor que la de salida, el rendimiento de las aberturas es menor, y viceversa. La efectividad de las aberturas disminuye con respecto al viento que incide en ángulo.

En cambio, cuando existe ventilación unilateral - es decir, la posibilidad de circulación del flujo de aire entrante no existe o es bajo – The British Estándar Method sugiere:

$$Q = 0,025 A_{la} \times W \quad (8)$$

Las variables son las mismas que en la expresión para ventilación cruzada.

El área libre de aberturas, depende, además de lo antedicho, del tipo de aberturas. En la imagen siguiente, podemos apreciar distintos ejemplos:

Ventanas fijas: no permiten la circulación del aire; los paños vidriados no se pueden abrir ni desplazar. Superficie libre: 0%

Ventanas corredizas o correderas. Uno u otro paño se desplaza en el sentido de la guía: superficie libre: 50%

Ventanas plegables. Cada paño vidriado puede plegarse sobre el de al lado, pudiendo obtener una superficie libre del 90%

Ventanas abatibles o practicables o batientes: sus paños giran sobre un eje vertical en el marco; se pueden abrir totalmente. Superficie libre: 100%.

⁶ Se entiende a por ventilación cruzada a la existencia de aberturas en caras opuestas de un mismo recinto. También existe este efecto cuando la aberturas están perpendicularmente entre sí, pero con una menor eficiencia.

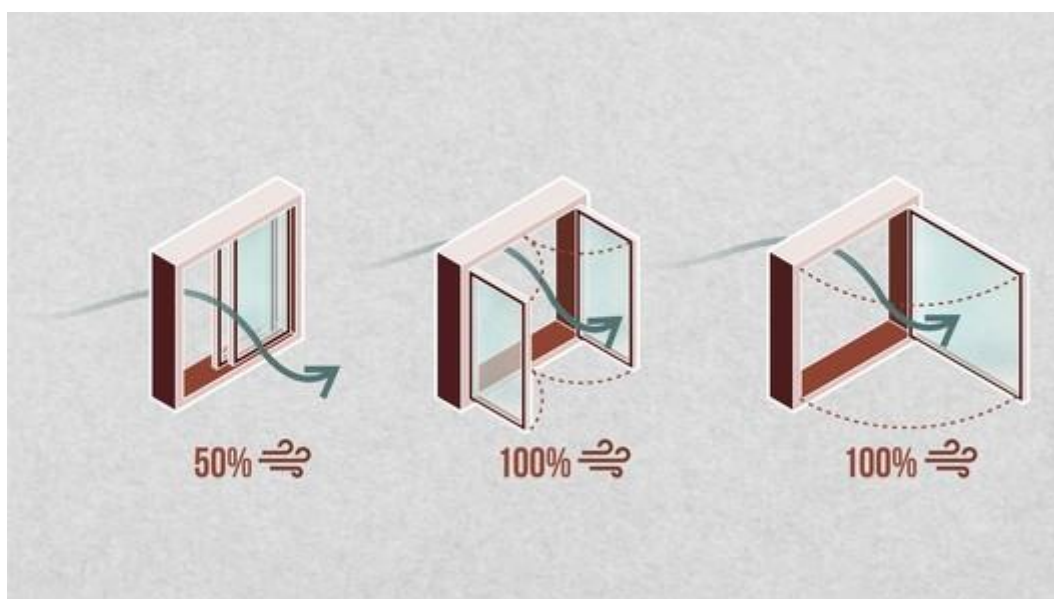


Imagen Nº 3. Porcentajes estimados de la superficie de ventanas que permiten el ingreso del aire. Extraída de la publicación de “Ventilación cruzada, efecto chimenea y otros conceptos de ventilación natural – Matheus Pereira, 2019”

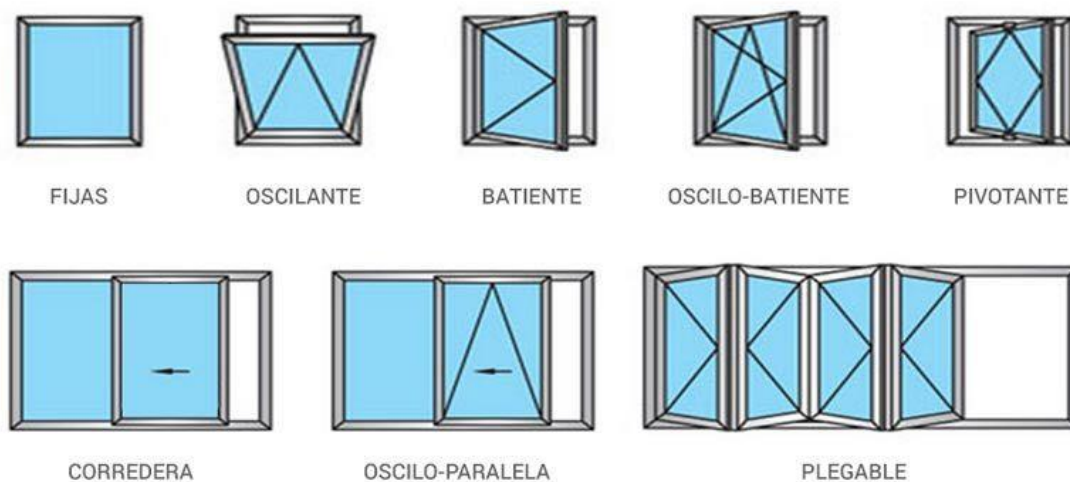


Imagen Nº 4. Distintos tipos de ventanas; cada una tiene una superficie efectiva de ingreso de aire, diferente.

Las cuatro variedades de ventanas son solo una fracción de las muchas presentes en el mercado y utilizadas por los diseñadores. En la imagen pueden apreciarse las más comunes, aunque cualquier combinación de ellas es posible. Algunas ya no son utilizadas por ingenieros y arquitectos y otras son de moneda corriente.

Las puertas y ventanas no son las únicas aberturas posibles. También podemos encontrar rejillas, celosías, lamas, parasoles, donde el área libre de cada una, debería ser suministrado por su fabricante o constructor.

Conclusiones

Con los datos obtenidos en los puntos anteriores, puede obtenerse el caudal de aire que ingresa por un edificio, en forma natural, por la acción del viento. Se han dejado las estimaciones que corresponderían por el gradiente térmico que, si bien se consideran menores a las que se manifiestan por acción eólica, no dejan de ser una contribución adicional que debería considerarse.

Bibliografía

<https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

Agencia Europea de Medio Ambiente. Artículo: Cada vez que respiramos. 12/2/2023

<https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/cada-vez-que-respiramos#:~:text=El%20aire%20seco%20est%C3%A1%20compuesto,el%204%20%25%20de%20la%20troposf%E2%80%A6>

Araujo, Ramón. La arquitectura y el aire: ventilación natural. Revista tectónica 35.

ASHRAE. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Standard 62.1-2019

Canela, Eduardo; Jorge O. Marighetti, Mario E. De Bortoli. Ventilación Natural Aplicada A Naves Industriales, Aspectos Técnicos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 18, pp.07.33-07.41, 2014. Impreso en la Argentina ISSN 2314-1433 - Trabajo seleccionado de Actas ASADES2014

Canela Eduardo, Lezcano, S. Udrizar, M. Adotti¹, J. Marighetti¹ y M. De Bortoli. Ventilación Natural En Hangares Con Cerramiento Permeable. Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 43, pp. 7 – 16, 2019 Impreso en la Argentina. ISSN 0328-932X

Fernandes, L; M. Friedrich, D. Cóstola; E. Matsumoto; L. Labaki; F. Wellershoff. Evaluación de los coeficientes de descarga de grandes ventanas que se pueden abrir utilizando muestras a escala real en ensayos en túneles de viento. Revista Ingeniería de Construcción RIC. 2020

Fuentes Freixenet, Víctor Armando; Rodríguez Viqueira, Manuel. Ventilación Natural. Cálculos Básicos Para Arquitectura. Universidad Autónoma Metropolitana México. 2004

Guía para ventilación en aulas Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC Mesura

INSHT. NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. España. 2000.

MC Mutual. Ventilación natural

OPS. Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud Editores: James Atkinson, Yves Chartier, Carmen Lúcia Pessoa-Silva, Paul Jensen, Yuguo Li, Wing-Hong Seto. 2010.

Pereira Matheus | Traducido por Pilar Caballero. “Ventilación cruzada, efecto chimenea y otros conceptos de ventilación natural”. 2019.

SMN. <https://www.smn.gob.ar/noticias/%C2%BFc%C3%B3mo-clasificamos-la-intensidad-del-viento>

Soler&Palau – Ventilation Group. Los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de las personas

Importante

La AHRA promueve y apoya los trabajos de reconocidos profesionales.

El presente documento no representa necesariamente una posición ni una aprobación parcial o completa de la AHRA sobre lo expuesto por sus autores. Se debe entender como un aporte de esta Institución

al debate y discusión de los temas abarcados. La publicación de este material sigue procedimientos de control interno en cuanto al cumplimiento de ciertas condiciones mínimas que debe tener el material recibido y sobre la idoneidad del autor.

El autor:

Alberto Agustín Riva



Ing. Civil, especialista en vías de comunicación. Ing. Laboral.

Consultor externo. Responsable de Higiene y Seguridad de organizaciones. Docente en las especializaciones de Higiene y Seguridad en el trabajo de la UTN Buenos Aires y Resistencia, en la Diplomatura de Higiene Ocupacional (COPIME) y en la Especialización en enfermedades profesionales de UNTREF-SRT.

Miembro de la Comisión de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente del CPIC.

Miembro de AHRA.