LA GUÍA

VENTILACIÓN NATURAL

genatis

Gestion des Energies Naturelles //

ÍNDICE

GUÍA DE VENTILACIÓN NATURAL

PRÓLOGO *DE JACQUES GANDEMER* 04

JACQUES GANDEMER
Y EL TÚNEL DE VIENTO DE EIFFEL 05

01.OBJETIVOS E INTRODUCCIÓN 06

02.PRINCIPIOS GENERALES 08

03.ESTUDIOS Y RECOMENDACIONES 12

ADEMÁS... 17

PRÓLOGO

de Jacques GANDEMER

Las empresas de Genatis ofrecen aberturas sobre la fachada y el techo para la ventilación natural. Estas últimas entran en interacción aerodinámica con el edificio correspondiente, que a su vez se encuentra bajo la influencia de su entorno inmediato y las características específicas del viento local.

El funcionamiento correcto de estas soluciones de ventilación natural depende de la reflexión adecuada sobre:
- Sus dimensiones
- Su ubicación
- Su propia arquitectura aeráulica, pero también sobre la aeráulica interior del edificio.

El objetivo es maximizar la eficiencia de la ventilación natural, la entrada y la extracción del aire, en todas las situaciones climáticas y ambientales. De hecho, se mejorará el rendimiento energético de las instalaciones, así como la calidad del aire interior y el confort térmico de los ocupantes.
Hemos emprendido, en estrecha colaboración con el Laboratorio de Aerodinámica de Eiffel y Genatis, un trabajo científico para el desarrollo eficiente y el desarrollo técnico de las aberturas de ventilación. Para este enfoque, hemos realizado una gran cantidad de estudios y pruebas de modelización física en túnel de viento.

Unas pocas palabras sobre...

JACQUES GANDEMER

Ingeniero Aerodinámico y Doctor en Mecánica de Fluidos Teórica y Aerodinámica. Especialista en arquitectura y urbanismo, Jacques es frecuentemente solicitado sobre estas temáticas en el mundo entero. Desde 1988 ocupó el cargo de jefe del departamento de Aerodinámica y Medio Ambiente Climático en el Centro Científico y Técnico de la Edificación (CSTB), en Nantes (Francia). Luego, de 2001 a 2007, fue el Director del Departamento de Climatología, Aerodinámica, Contaminación y Depuración.
Entre 1999 y 2015, desarrolló alrededor de cuarenta programas industriales incluyendo 17 patentes de invención y 28 protocolos de explotación comercial aplicables en los campos de la aeráulica industrial, térmica, calidad del aire...

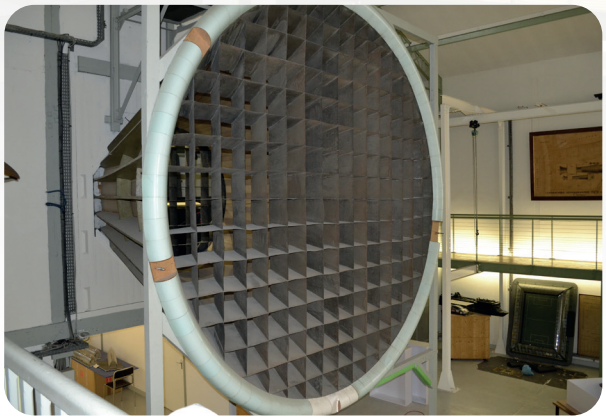
&
EL TÚNEL DE VIENTO DE EIFFEL

El Laboratorio Aerodinámico EIFFEL fue diseñado por Gustave Eiffel al pie de su famosa torre en 1909. A partir de 1912 se traslada a Auteuil, y es declarado monumento histórico en 1996.

Basándose en su experiencia, la "Aérodynamique Eiffel" realiza estudios y pruebas para la ingeniería automotriz, la construcción, el medio ambiente y la aeráulica. El Laboratorio Eiffel facilita desde hace mucho tiempo numerosos estudios sobre la ventilación natural en los edificios. El procedimiento se basa sobre dos etapas clave:

Un estudio teórico que contiene todos los datos y limitaciones técnicas para determinar un sistema de ventilación, el dimensionamiento de las entradas y salidas de aire y el diseño de los circuitos aeráulicos internos.

La validación mediante pruebas con un modelo a escala en túnel de viento, de manera a optimizar la ubicación de entradas y salidas de aire en presencia de viento. Las mediciones de velocidad y presión pueden completar las visualizaciones para una mejor comprensión de los mecanismos aeráulicos. La optimización tiene en cuenta la posible interacción con el entorno (topografía, edificios, etc.).



01. OBJETIVOS & INTRODUCCIÓN

LA FINALIDAD DE LA VENTILACIÓN ES ASEGURAR LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR, LA DESCARGA TÉRMICA Y CONTRIBUIR AL CONFORT DE VERANO.

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Se trata de asegurar una renovación del aire higiénico y garantizar una mejor calidad del aire interior y así proteger la salud de los ocupantes y del edificio.
De hecho, el aire interior puede estar 8 veces más contaminado que el aire exterior.
Concretamente, una concentración significativa de:

- **Contaminantes químicos:** COV[1] o COSV[2], humo de tabaco, pesticidas, monóxido de carbono, CO2...
- **Contaminantes biológicos:** mohos, humedad, alérgenos, pólenes, bacterias (ej: legionella, virus...)
- **Contaminantes físicos:** radón, partículas finas, polvo, fibras (amianto, fibras minerales, etc.)
- **Otros contaminantes** relacionados con los ocupantes y sus actividades.

Contaminantes interiores

[1]: Compuestos orgánicos volátiles
[2]: Compuestos orgánicos semivolátiles

**EN EFECTO,
EL AIRE INTERIOR PUEDE ESTAR 8 VECES MÁS
CONTAMINADO QUE EL AIRE EXTERIOR.**

CONFORT DE VERANO

La ventilación natural afecta al confort térmico estival y al bienestar de los ocupantes.

Por un lado, permite la extracción de cargas térmicas, es decir **descarga térmica:**

- **Cargas térmicas internas:** emitidas por los ocupantes, sus actividades y equipos (computadoras, iluminación, máquinas, etc.);
- **Cargas térmicas externas:** debidas a la radiación solar.

Por otro lado, si se logran generar corrientes de aire natural en el interior, **con una velocidad entre 0,5 y 1,5 m/s**, y que se recorren las zonas de actividad y estancia de los ocupantes (desde la admisión hasta la extracción del aire), entonces la **temperatura percibida se reducirá entre 4 y 5 °C** en comparación con la temperatura ambiente interior. Mientras que la **renovación de aire higiénico reglamentaria** en Francia es del orden de **unos escasos volúmenes**/hora (0,5 vol/h en residencial, 2 a 3 vol/h para escuelas, etc.), se necesitan caudales muy superiores para una descarga térmica adecuada (8 -10 vol/h), o para el confort higrotérmico (8-10 vol/h con ventiladores recirculadores 30-120 vol/h solo con ventilación natural).

Generalmente (según el aislamiento térmico, la actividad de los ocupantes, etc.), **las cargas térmicas** se evacuan correctamente con un caudal de renovación del aire de **8 a 10 volúmenes/hora mini** (entonces T°int=T°ext).

Sin embargo, **más allá de los 26°C en el exterior**, la descarga térmica no es suficiente y la temperatura ambiente interior resulta incómoda (porque T°int=T°ext≥26°C). Se recomienda entonces integrar ventiladores recirculadores (para generar una velocidad de 1 m/s) o aumentar el caudal de renovación del aire (de **30-120 vol/h**) para garantizar el confort térmico de los ocupantes al disminuir la temperatura percibida.

02. PRINCIPIOS GENERALES

LA VENTILACIÓN NATURAL SE RIGE POR DOS PRINCIPIOS FÍSICOS:

- EL TIRO TÉRMICO
- LA BOMBA AERODINÁMICA

EL TIRO TÉRMICO

El tiro térmico o **"efecto chimenea"** es el producto de la convección natural. **El aire caliente, que es menos denso que el aire frío, asciende** y se escapa naturalmente por la parte superior (a través de una abertura en el techo), siempre y cuando tengamos un caudal de aire frío entrante equivalente al cauda de aire extraído. Además, el aire caliente, posiblemente viciado, al ser **substituido por aire fresco y nuevo**, obtenemos un efecto positivo para la mejora de la calidad del aire interior al evacuar posibles contaminantes. Este mecanismo sólo puede establecerse **si la temperatura interior es superior a la temperatura exterior.**

La presión dinámica del tiro térmico es directamente proporcional a la altura de la columna de extracción de aire **«columna chimenea»** y a la diferencia de temperatura entre el aire entrante (exterior) en la parte inferior y el aire extraído (interior) en la cota más alta.

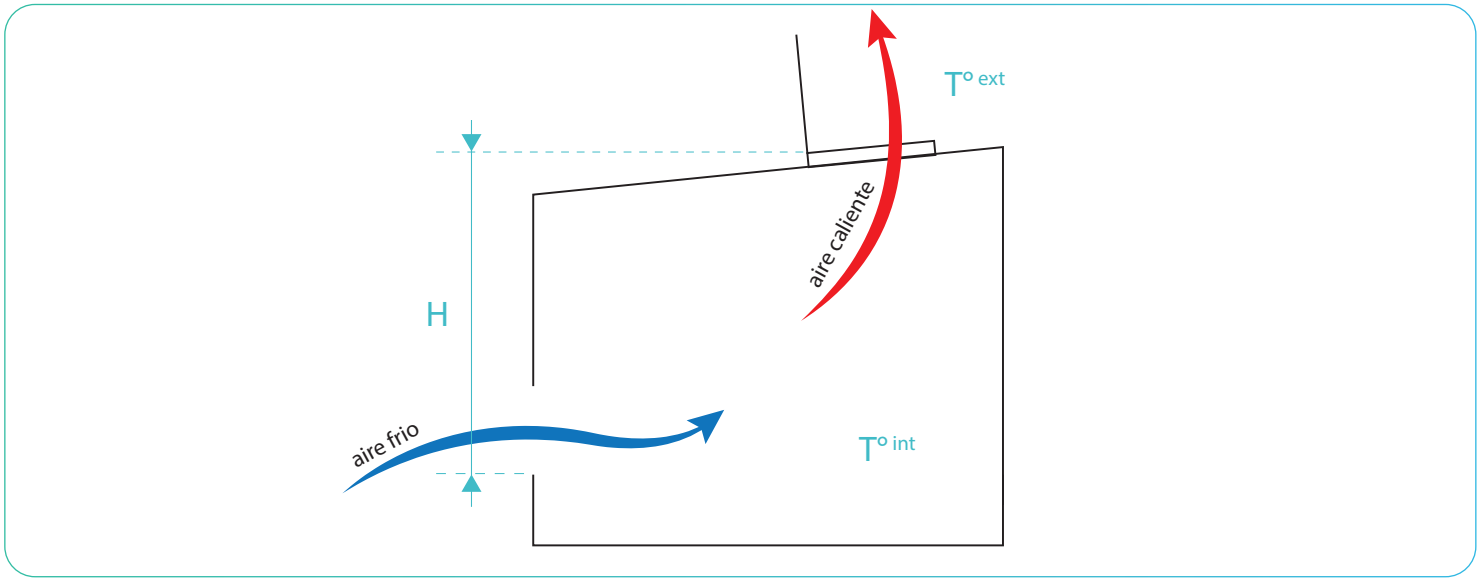
El tiro térmico solo es significativo y constituye un potencial de extracción solo en edificios muy altos (mínimo 10m). Además, la **estratificación térmica** en una «columna» (por ejemplo, en el hueco de una escalera) **no suele superar 1 °C por metro.** Sin embargo, el tiro térmico o "bomba térmica" es eficiente sólo temporalmente, almacenándose inicialmente el tiempo para evacuar el sobrecalentamiento. **El caudal cae muy rápidamente,** ya que la **diferencia** entre la **temperatura** ambiente interior y la temperatura exterior **disminuye.**

El funcionamiento de un sistema de extracción de humos es, sin embargo, muy diferente, dado que el humo está caliente (incluso muy caliente) con respecto al exterior, y puede ser alimentado continuamente por el fuego. En estas condiciones, el tiro térmico es potente. Es típicamente el funcionamiento térmico de una chimenea doméstica que necesita, mecanismo es posible únicamente **cuando la temperatura interior es superior a la temperatura exterior.**

SI LA TEMPERATURA INTERIOR DEL EDIFICIO ES IGUAL (O INFERIOR) A LA TEMPERATURA EXTERIOR, EL FENÓMENO DE TIRO TÉRMICO DEJA DE EXISTIR.

Si la temperatura interior del edificio es igual (o inferior) a la temperatura exterior, el fenómeno de tiro térmico deja de existir.

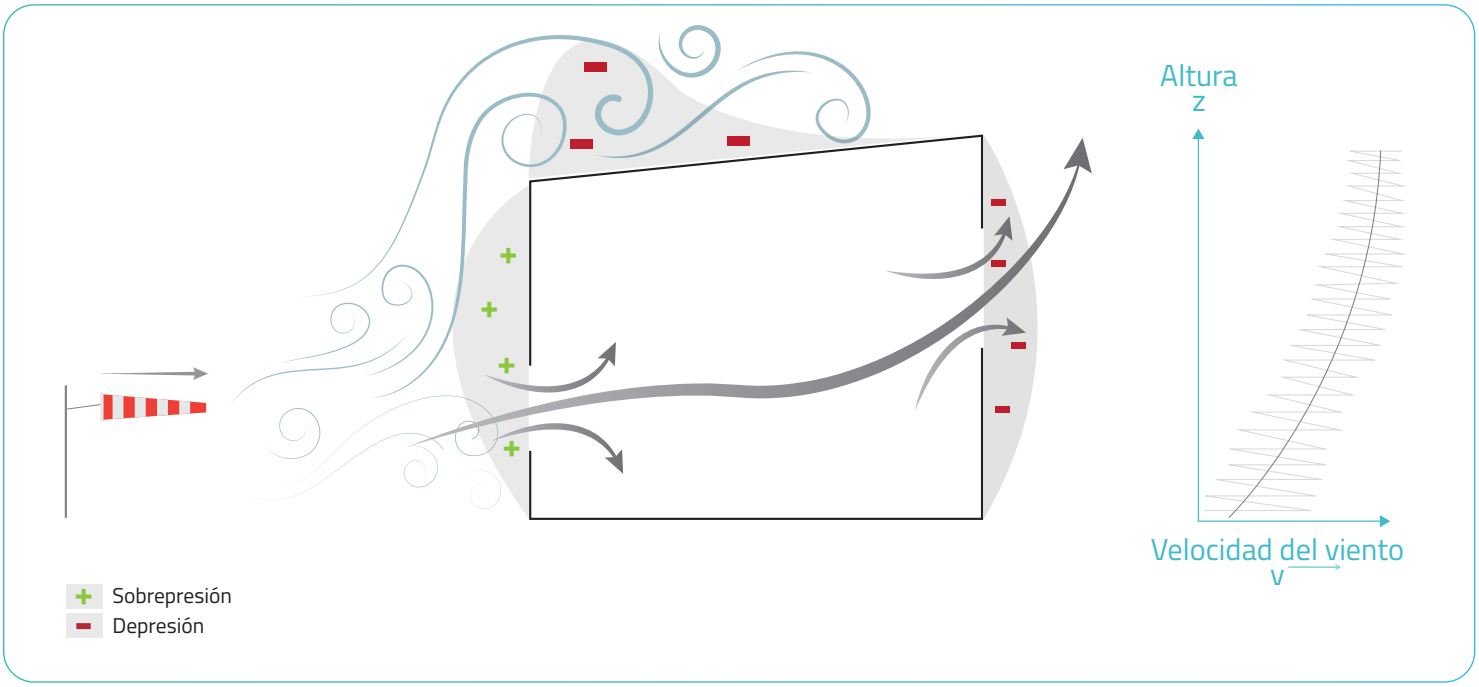
Durante el verano, para una descarga térmica completa, y más aún, para el confort térmico de las zonas de actividad, **la ventilación natural** generada **únicamente** por **tiro térmico no puede ser suficiente**. Sin embargo, **los mecanismos aerodinámicos** naturales pueden permitir alcanzar los **objetivos de ventilación** esperados, sujeto a condiciones climáticas y arquitectura adecuadas (Cf. Bomba aerodinámica p10).



Principio de tiro térmico

LA BOMBA AERODINAMICA

El viento es el motor de la ventilación natural. Cuando choca con el edificio, rodeándolo desde arriba y desde los lados, se generan diferentes campos de presión sobre las fachadas y el techo.



Campos de presión generados por el viento sobre el edificio

Hablamos de **sobrepresiones** cuando estamos de **cara al viento**, y de **depresiones** a nivel de las **roturas y en la estela**. Las aberturas en la fachada y en el techo permiten conectar, desde el interior, zonas de diferentes presiones creando «**flujos de equilibrio**» llamados ventilación.

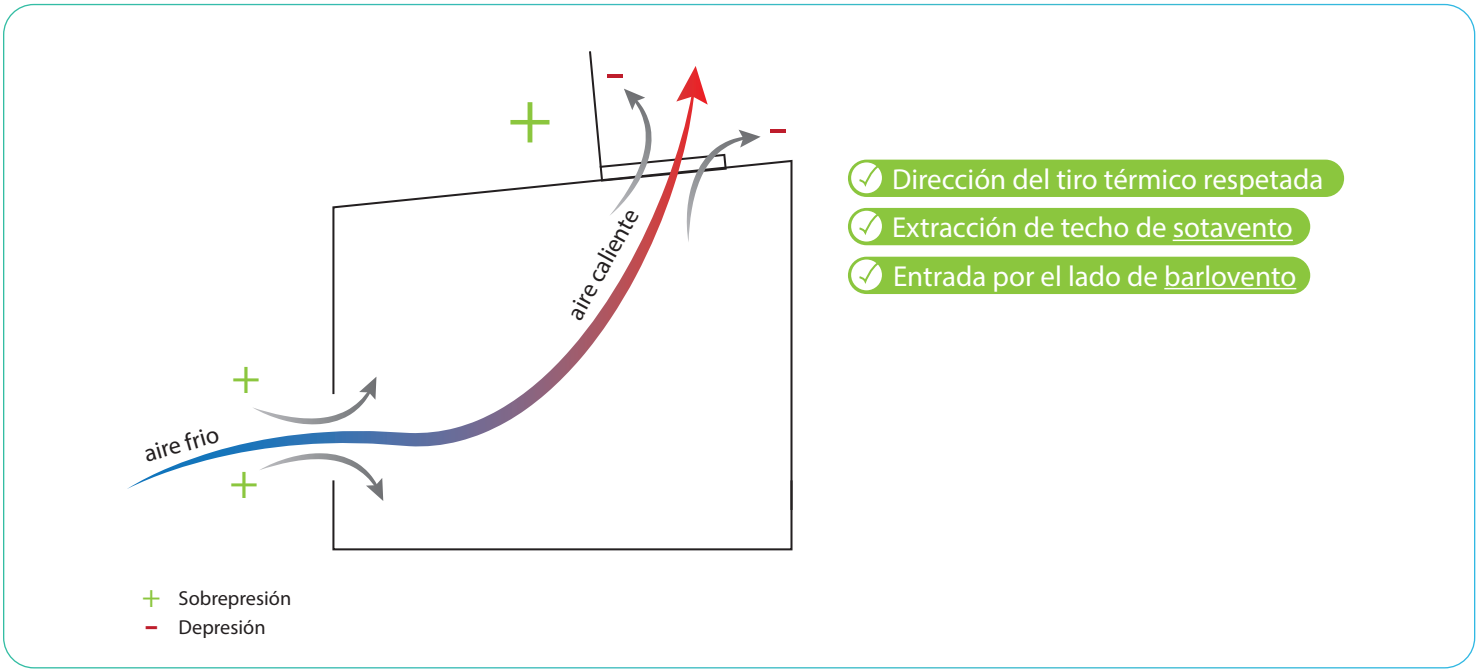
Los campos de presión exteriores son función de la **incidencia del viento**, de la **geometría del edificio** y de sus proporciones, así como de **las interacciones aerodinámicas** con el entorno inmediato del edificio (efectos de guiado, de ocultación, etc.) debido a obstáculos periféricos como otros edificios, bosques... Los caudales de ventilación internos están gobernados por los campos de presión externos, pero también dependen de las **características específicas de las aberturas en la fachada y en el techo**. De hecho, la ubicación, las dimensiones, la distribución y el tipo de aberturas definen las pérdidas de carga que les son propias, en otras palabras, su **rendimiento aerodinámico intrínseco**. A fortiori, la eficiencia aerodinámica en ventilación natural de una abertura aumentará su rendimiento en extracción de humos. Además, la **arquitectura interna** (obstáculos, tabiques, muebles, etc.) **determina el recorrido de las corrientes internas** (directas o indirectas).

Todas estas características afectan el caudal de renovación del aire y la dinámica interna de distribución. **El viento es un motor poderoso para la ventilación, pero es fluctuante e inestable por naturaleza.** Por lo tanto, los campos de presión externos inducidos por el viento y los flujos de equilibrio asociados también son variables y temporales:

- **La velocidad del viento puede variar** del 50% al 150% (en un período de 3-4 segundos), en comparación con su valor promedio (calculado durante un período de 10 min);
- La velocidad media aumenta con la altitud;
- **La incidencia del viento** (es decir su dirección) **puede oscilar** instantáneamente de 15° a 30°;
- Las direcciones medias del viento (durante un período de 10 min) también pueden variar lentamente dependiendo de la situación climática general diaria.

CONCLUSIÓN

Estos dos principios físicos pueden combinarse y así garantizar una ventilación natural óptima. De hecho, una orientación adecuada del edificio dotado con aberturas bien ubicadas y dimensionadas permite generar una ventilación interna efectiva. La implantación acertada de las aberturas en el edificio se traduce en la presencia **de tomas de aire en la parte inferior** y **salidas a través de aberturas en la parte superior**, o mejor, **a través del techo** (zona donde la depresión siempre es máxima sobre un obstáculo). De este modo, las corrientes de aire se desarrollan y siguen la misma trayectoria que el desplazamiento de aire inducido por el tiro térmico.



Principio de tiro térmico combinado con la bomba aerodinámica

Además, **una ventilación natural eficiente** está directamente relacionada con el rendimiento de ventilación de las aberturas (siendo el objetivo minimizar las caídas de presión).

Los volúmenes de aire de renovación se rigen por el menor de los caudales potenciales (de entrada o salida). Asimismo, siempre es preferible privilegiar la extracción (más estable que la admisión) y asegurar una **relación entre las superficies de entrada y salida** como:

Área útil de extracción ≥ Área útil de entrada de aire

Recuerde que, al alcanzar la descarga térmica (eliminación del sobrecalentamiento interior), las temperaturas interior y exterior son idénticas. Y para conseguir una temperatura percibida inferior a la temperatura ambiente (hasta -5°C), es necesario emplear sopladores de aire cuando la velocidad de tránsito no alcanza 1m/s.

03.

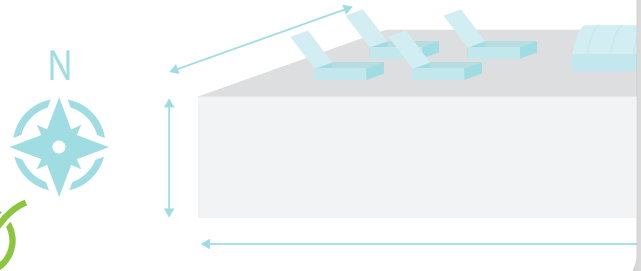
ESTUDIOS Y RECOMENDACIONES

ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL ESTUDIO DE UN PROYECTO

Para estudiar y dimensionar un proyecto es fundamental tener en cuenta los siguientes elementos ya que tendrán un gran impacto sobre el rendimiento de la ventilación natural:

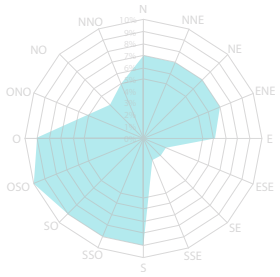
COORDENADAS GPS (O DIRECCIÓN) DEL EDIFICIO ESTUDIADO

ORIENTACIÓN Y ARQUITECTURA EXTERIOR DEL EDIFICIO



VIENTOS DOMINANTES *IN SITU*

(Velocidad y dirección - datos anuales o durante el período de verano)

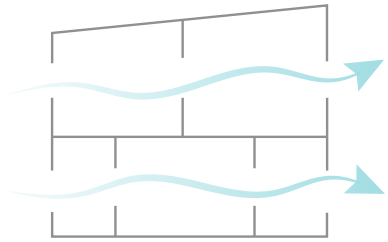


ENTORNO PERIFÉRICO EDIFICADO

(Efecto máscara, especialmente en la dirección de los vientos dominantes)

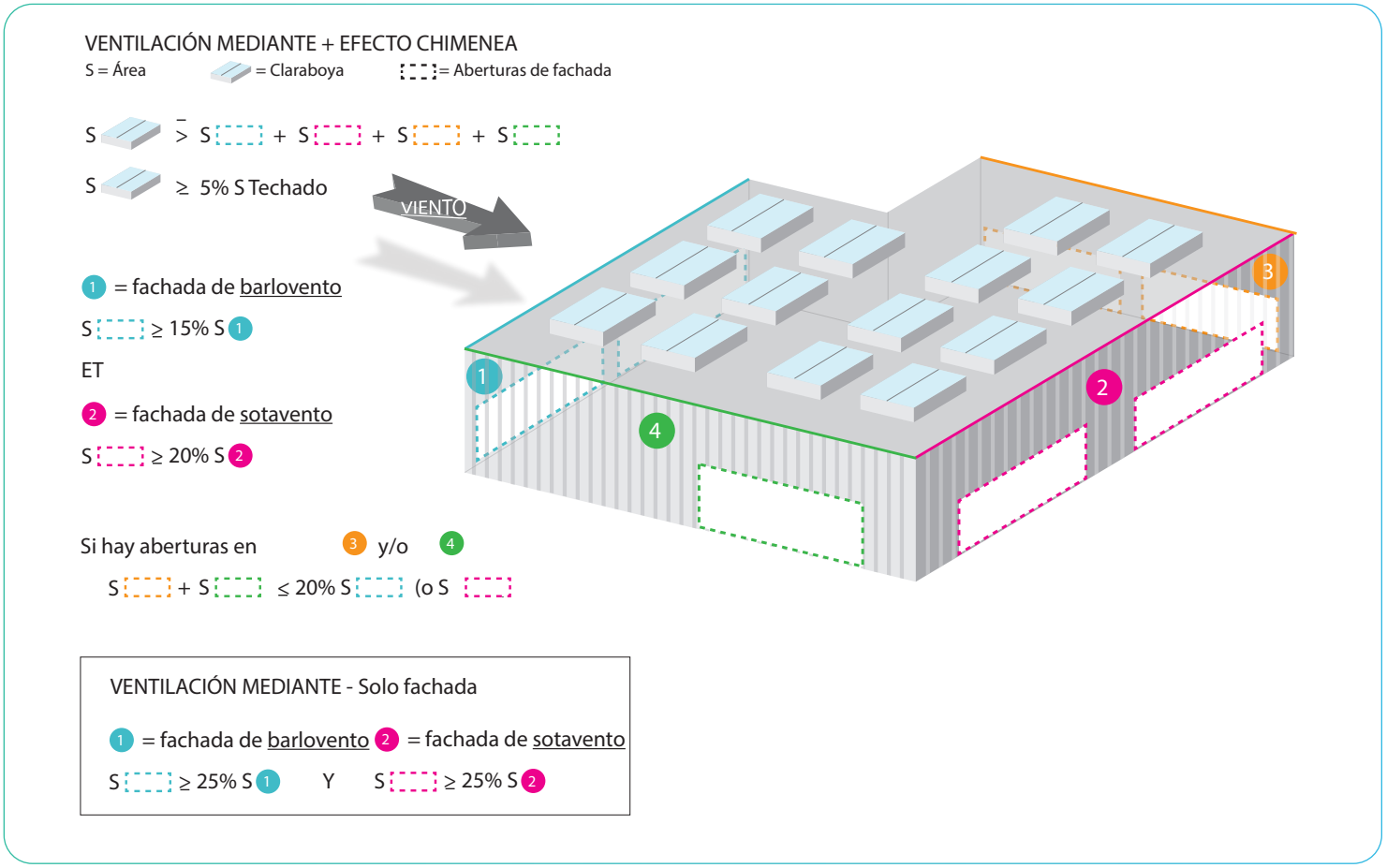
TIPOS DE ACTIVIDAD Y ZONAS DE OCUPACIÓN HUMANA

ARQUITECTURA Y OBSTACULOS AL PASO DEL AIRE INTERIOR



Antes de emprender la evaluación práctica de las superficies de cubierta y fachada necesarias para una renovación eficiente del aire, es necesario tener una reflexión, por un lado, sobre **los vientos dominantes del sitio** y, por otro lado, sobre **las interacciones aerodinámicas del edificio con su entorno** (inmediato en particular).

Tras este análisis climático, arquitectónico y ambiental, se deben aplicar algunas reglas para maximizar los efectos de la estrategia de ventilación natural:



En fachada:

- Las aberturas frontales se colocarán de cara al viento dominante. Es fundamental implementar aberturas sobre las fachadas en **barlovento** (1 en el esquema) y **sotavento** (2 en el esquema). Estas aberturas pueden complementarse con aberturas sobre las demás fachadas (3 y 4 en el esquema);

- **Las aberturas** se instalarán sobre dos fachadas opuestas antes que dos caras contiguas. Conseguiremos así una mejor repartición del aire;

- Se preferirán las aberturas en las **fachadas más amplias** del edificio, siempre y cuando se puedan aprovechar, teniendo en cuenta la ubicación del edificio en su entorno;

- A ser posible, **las aberturas** se colocarán a **una distancia mínima de 5 metros** de las esquinas de la edificación de manera a evitar corrientes de aire ineficaces y perturbadoras;

- Se diseñarán canales de aire directos para recorrer el interior del edificio mediante **flujos ascendientes**, favoreciendo su paso a través de las zonas de actividad;

- Para la ventilación cruzada (entradas y salidas sólo en las fachadas): las aberturas de la fachada que recibe los vientos dominantes (**1** en el esquema) representarán **al menos el 25% de la superficie de la fachada**, al igual que para la fachada en sotavento(**2** en el diagrama);

- Respecto a la ventilación cruzada con efecto chimenea (entradas de aire en la fachada y extracción por el techo): las aberturas representarán el **5% de la superficie de la cubierta**. La superficie total de las aberturas sobre la fachada frente al viento (**1** en el esquema) debe ser al menos el **15% de la superficie de esta fachada**. En cuanto a la fachada en barlovento (**2** en el esquema) la superficie total de las aberturas deberán sumar al el **20% de la superficie de dicha fachada**.

En el techo:

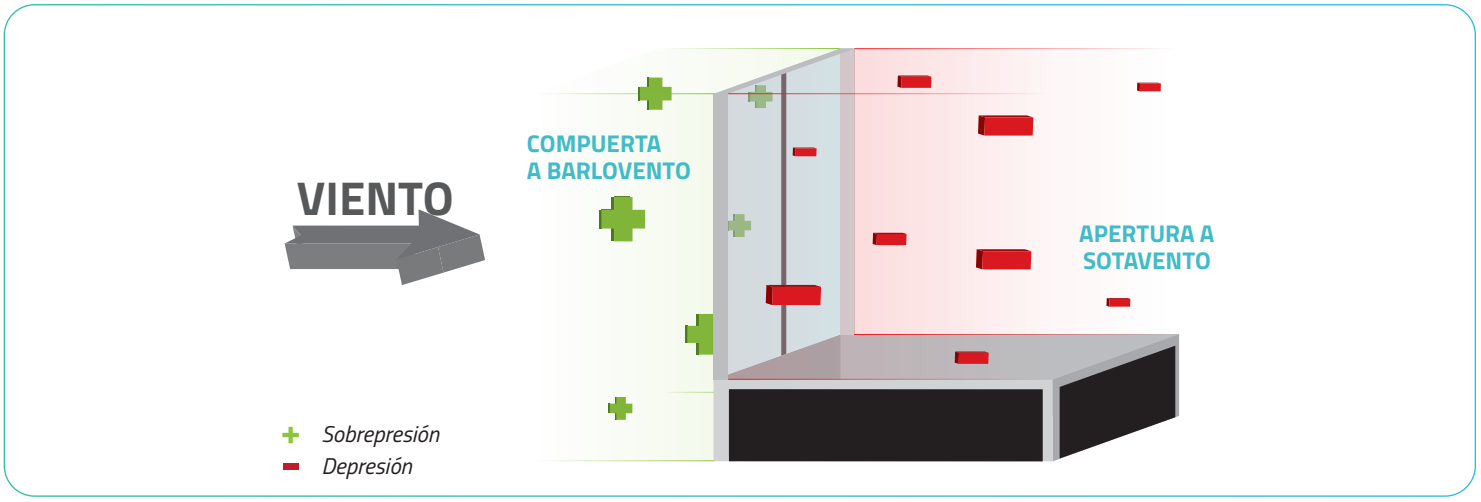
- Es preferible configurar la cubierta según un diseño ortogonal homogéneo, respetando una distancia libre de **3 metros** desde el remate de la cubierta y en toda la periferia de la edificación. Será necesario tener al menos una **abertura de 5m² para cada 100m²** de techo;

- Para ventilaciones cruzadas con efecto chimenea (entradas de aire en la fachada y extracción por el techo), las aberturas sobre la cubierta deben sumar al **menos el 5%** de la superficie total del techo;

- Cuando sea posible, la implementación de un rompevientos impermeable, que sobresalga al menos 1 m por encima del muro acrótero, en toda la periferia del edificio contribuirá a reforzar las áreas de baja presión sobre la cubierta.

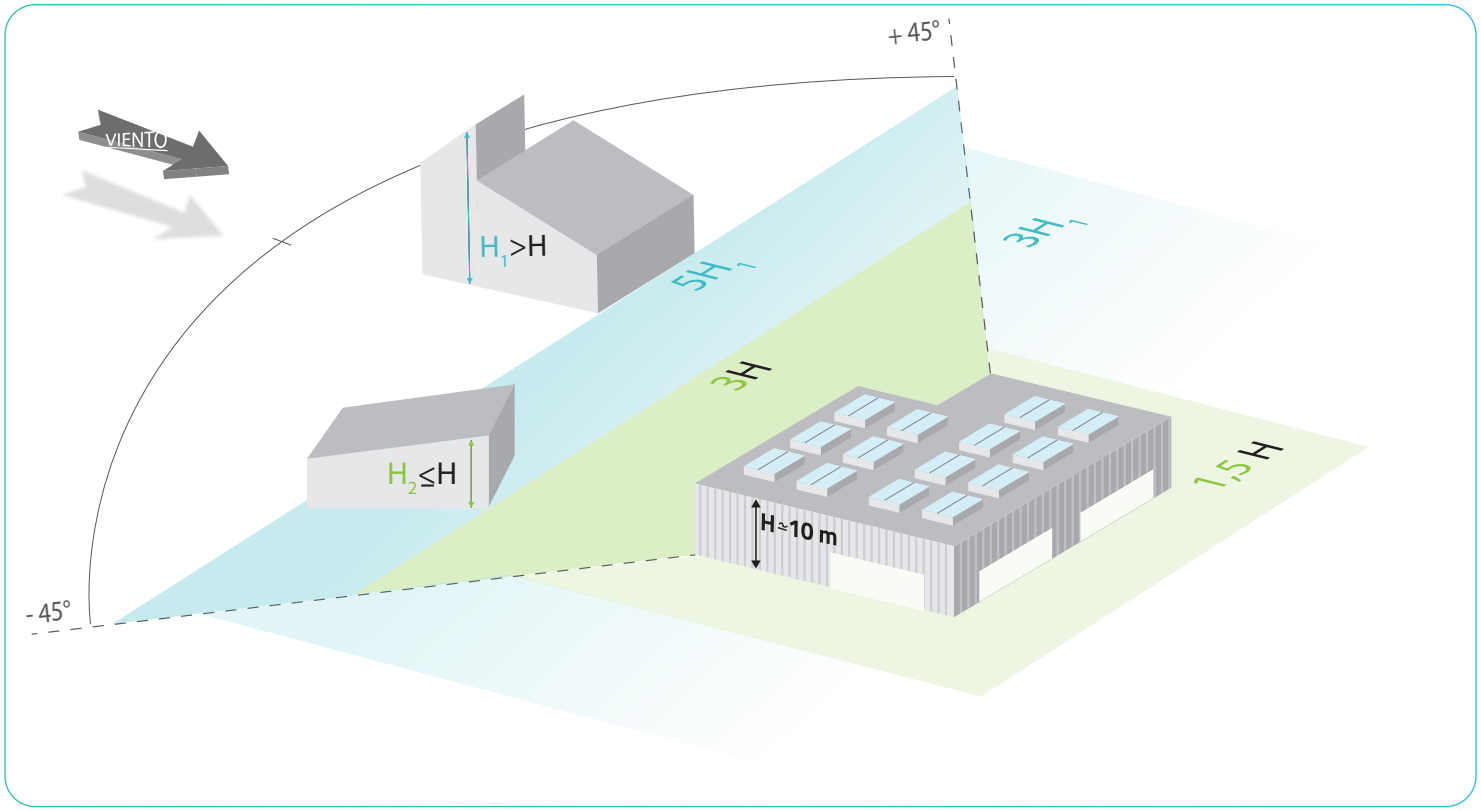
- La superficie de las aberturas en la fachada será, como mínimo, igual a la superficie de las aberturas de la cubierta;

- Para reforzar la extracción habrá que orientar las aberturas hacia sotavento de manera que coincidan con la **dirección de los vientos dominantes**:



Orientación de la compuerta respecto a los vientos dominantes

No obstante, el **"efecto máscara"** de los obstáculos circundantes puede **disminuir el rendimiento de la bomba aerodinámica hasta en un 50 %.** Para evitar este efecto perjudicial, es imprescindible dejar áreas «que respiren» en la periferia del edificio:



Principio del "efecto máscara" alrededor de un edificio

- Para que el viento pueda desarrollar un campo de presión exterior suficiente sobre el edificio, y así ser el motor de la ventilación natural, se deben respetar distancias mínimas entre los obstáculos y el edificio en estudio de altura H, situado corriente abajo.

- **Caso de un edificio de altura H_1**, superior a nuestro edificio: se debe respetar entre ambos edificios una distancia mínima de **5H_1** siguiendo la trayectoria del viento dominante y de **3H_1** para las demás direcciones del viento.

- **Caso de un edificio de altura H_2**, inferior o de altura equivalente a nuestro edificio: se debe respetar entre ambos edificios una distancia mínima de **3H** siguiendo la trayectoria del viento dominante y de **1,5H** para las demás direcciones del viento.

- Para considerar un **edificio independiente de su entorno,** debe estar separado de cualquier otro obstáculo por **una distancia mínima de 10 veces la altura del edificio más alto.**

Además de ventilación natural...

GENATIS OFRECE:

VENTILACIÓN NATURAL Y MONITOREO

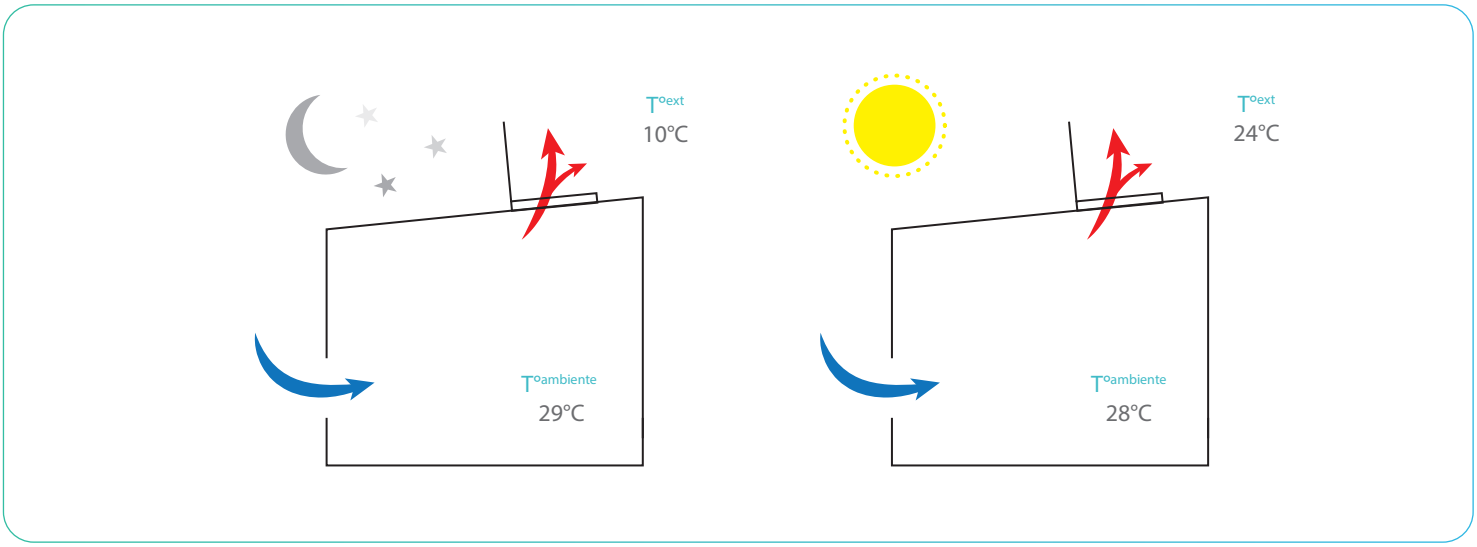
La ventilación se puede optimizar y controlar mediante el monitoreo, tanto de día«FreeCooling»comodenoche«NightCooling». En efecto, los diversos equipos que permiten el monitoreo (sondas, sensores y autómatas) desenvuelven un papel importante en la gestión de las aberturas, al tener en cuenta los distintos elementos naturales (lluvia, temperatura exterior e interior, niveles de CO2), sin necesidad de intervención humana. **Esto De esta forma se garantiza la ventilación adecuada del edificio siempre y cuando sea posible, útil y oportuna.**

La ventilación nocturna monitorizada, cuando el edificio está desocupado, permite aprovechar las temperaturas exteriores que suelen ser mucho más bajas que las que experimentamos durante el día. Así se consigue evacuar el calor y el aire viciado acumulados durante el día y almacenar un «capital fresco» en las masas del edificio.

Al reanudarse la actividad en el edificio, este "capital fresco" será devuelto en forma de radiación fresca y sólo cuando la temperatura interior alcance o supere los 26°C se pondrá en marcha el mecanismo de ventilación natural. Alcanzar la temperatura establecida permitirá un mayor confort de los ocupantes al momento de iniciar la actividad en el edificio.

Cuando las instalaciones están ocupadas, la ventilación natural controlada se basa en el aire exterior, generando una temperatura percibida más baja que la temperatura ambiente, y mejorando la calidad del aire interior, en función de las condiciones climáticas, en beneficio de la salud, el bienestar y la productividad de los ocupantes.

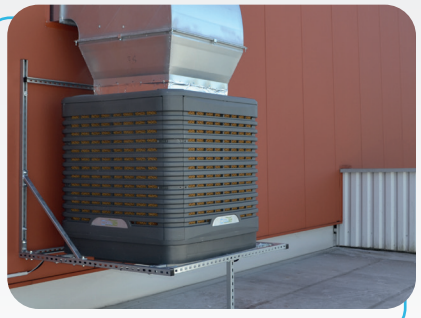
El monitoreo desempeña un papel importante en la eficiencia de la ventilación y, asimismo, contribuye tanto al confort de verano como a la calidad del aire interior.



Principios de « Night Cooling » y « Free Cooling »

VENTILACIÓN NATURAL Y ENFRIAMIENTO ADIABÁTICO

La combinación de ventilación natural con una solución de enfriamento por evaporación (adiabático) permite **refrescar el aire exterior antes de difundirlo** en el interior del edificio. Esta solución de ventilación híbrida propicia la entrada de aire nuevo y saludable al tiempo que garantiza la extracción de aire viciado y caliente a través de las aberturas del techo.



VENTILADORES DE DESTRATIFICACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL

Si la descarga térmica está naturalmente asegurada pero la ventilación natural por sí sola no permite alcanzar corrientes internas de equilibrado suficientemente dinámicas (velocidad del viento inferior a 3 m/s), se podrá obtener el confort térmico de los ocupantes y reducir la temperatura percibida mediante ventiladores recirculadores.

VENTILACIÓN NATURAL Y SOMBREADO.

Los quiebrasoles y las láminas para el revesimento de fachadas **limitan la radiación solar** y deben combinarse con la ventilación natural para contribuir al confort estival de los ocupantes.

Obtenga más información sobre la gestión de la energía natural:

A través de esta obra de referencia, se trata de transmitir a todos los agentes de la construcción los ejes de reflexión y las respuestas que contribuyan al desarrollo de sus proyectos y realizaciones, desde el estudio hasta la utilización del edificio.

De forma paralela a las nuevas normas del Código Técnico de Edificación (2020) en materia de eficiencia energética, al Documento Básico HE sobre el ahorro de energía, a la certificación AENOR Edificio Sostenible, o el sello CO2 nulo (Ecómetro), este libro blanco permite a su lector profundizar sus conocimientos y tomar sus decisiones, en un marco de respeto ético y medioambiental, ya que las soluciones destacadas suelen ser naturales y responden a fundamentos sencillos en cuanto a la sobriedad energética y la gestión de los edificios en su conjunto.

DESCUBRA
EL LIBRO BLANCO DE
GENATIS

Las últimas novedades en la web

www.adexsi.fr

genatis

Gestion des Energies Naturelles //

www.adexsi.fr

© Mars 2021/ Textes, photos et illustrations non contractuels.

adexsi
Opening new perspectives //

bluetek
De nature à créer le bien-être

SOUCHIER BOULLET

TELLIER BRISE-SOLEIL
le sens du confort