



Ventilación y salud empleando el estándar ASHRAE 62.1.

Casos prácticos: oficinas y escuelas.

Pedro Andrés Paredes

Octubre del 2025

Feria Virtual del Aire Acondicionado

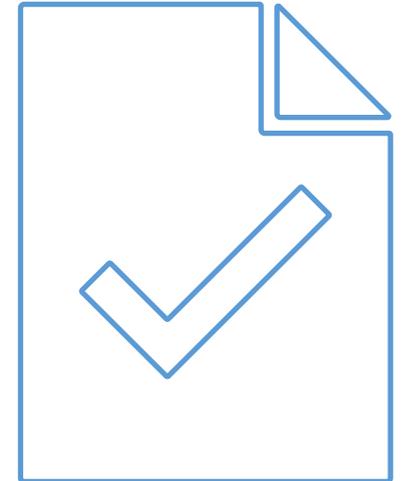
Acerca de mi experiencia

- Senior Partner de Eosis Consulting Inc.
- Arquitecto por el ITESO
- Arquitectura Bioclimática por la ESARQ.
- MBA por la UdeG.
- LEED AP, EDGE Expert y WELL AP por el GBCI
- BCxP por el ASHRAE
- Project manager para KMD, MS+Arquitectura, CN y Asociados y Parede Barrera Arquitectos.
- Profesor en ITESO e ISAD.
- Cursos en la UNAM, UNIVA, ESARQ y UVM.
- Conferencista en foros como Greenbuild México, The Green Expo, The Global Green Forum, Expo CIHAC entre otros.
- Presidente del Capitulo Guadalajara del ASHRAE



Objetivos de la sesión

- **Comprender la importancia del estándar ASHRAE 62.1 en el diseño y operación de sistemas HVAC.**
- **Identificar los beneficios de aplicar una adecuada ventilación en edificios.**
- **Revisar los principales requisitos y alcances del estándar.**
- **Generar conciencia sobre su impacto en la salud, confort y productividad de los ocupantes. Entender los retos de su aplicación en proyectos reales**



El problema

Los edificios en México generan casi el 40% de las emisiones de CO₂ operativo relacionadas con el uso de la energía.

Se calcula que 1 en 8 muertes son prematuras por mala calidad del aire.

Impacto en la calidad del aire



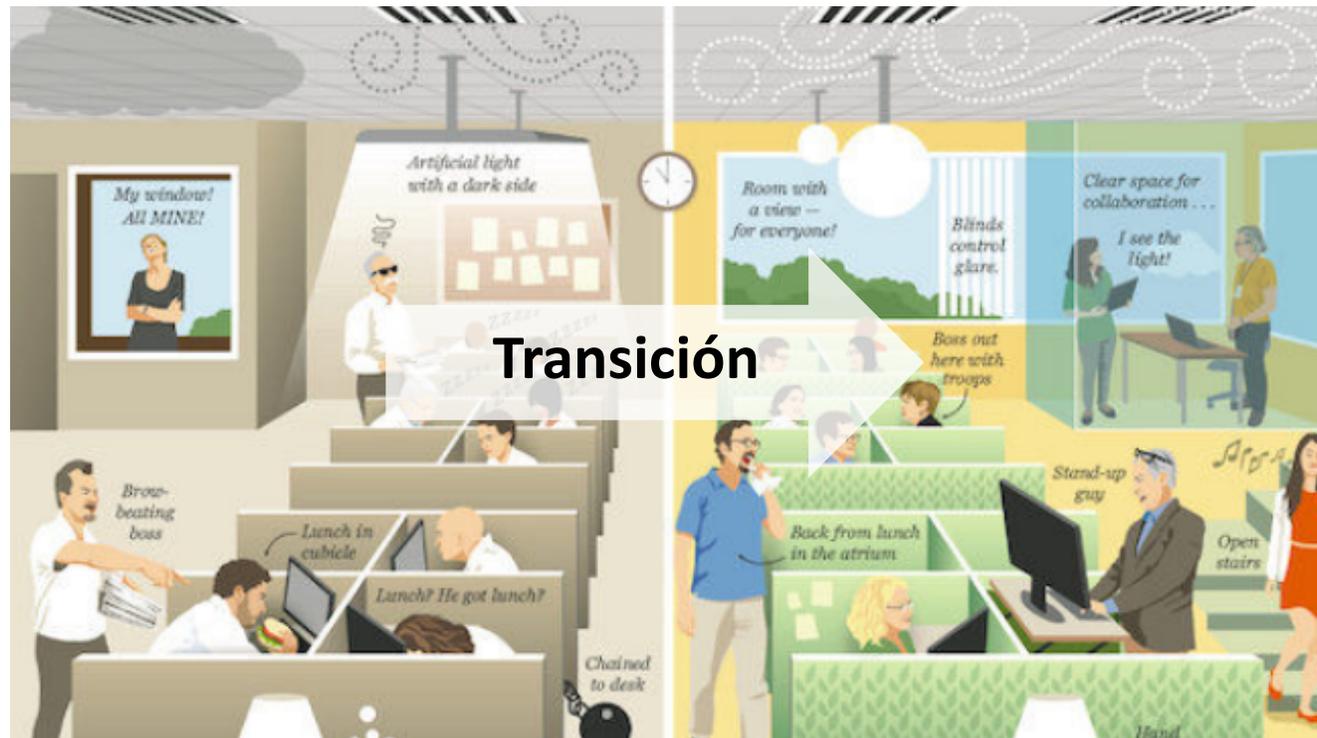
Ocupantes enfermos



Fatiga crónica



Ausencia de empleados



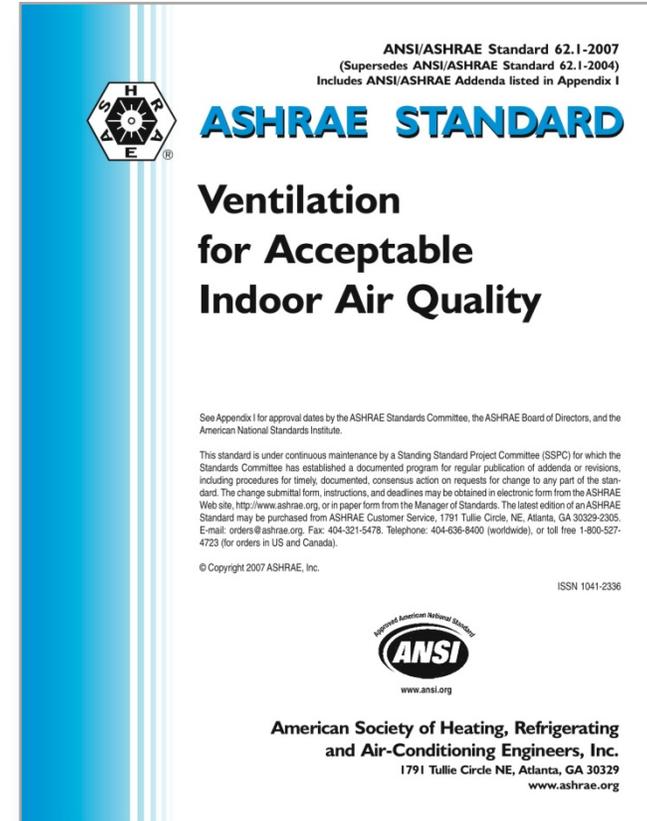
3- 18% Mayor productividad

101% Mejora cognitiva

35% Menos ausencias por enfermedad

Estándar ASHRAE Std 62.1

- Establece tasas mínimas de ventilación de aire exterior para garantizar una calidad del aire interior aceptable y proteger la salud de los ocupantes.
- Aplica a la mayoría de edificios comerciales, institucionales y residenciales de gran escala.
- Define requisitos para el control de contaminantes y lineamientos de diseño y operación del sistema de ventilación.
- Es válida tanto para ventilación natural como mecánica.

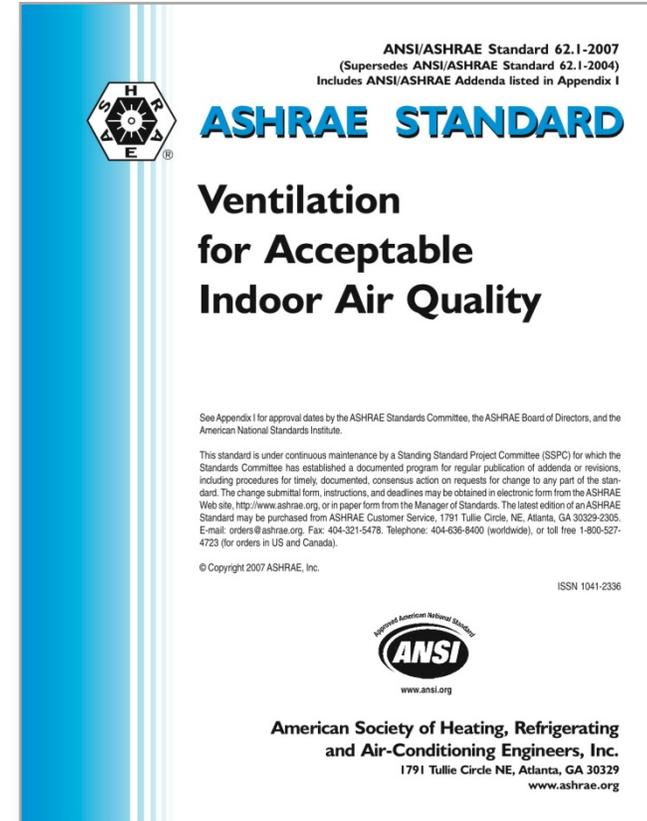


Alcance

El ASHRAE 62.1 establece:

- Criterios de calidad del aire
- Métodos de cálculo de ventilación
- Requisitos de filtración, humedad y CO₂.
- Prácticas de diseño y operación

Es la base técnica para garantizar espacios interiores saludables, seguros y sostenibles.



Ventilación natural

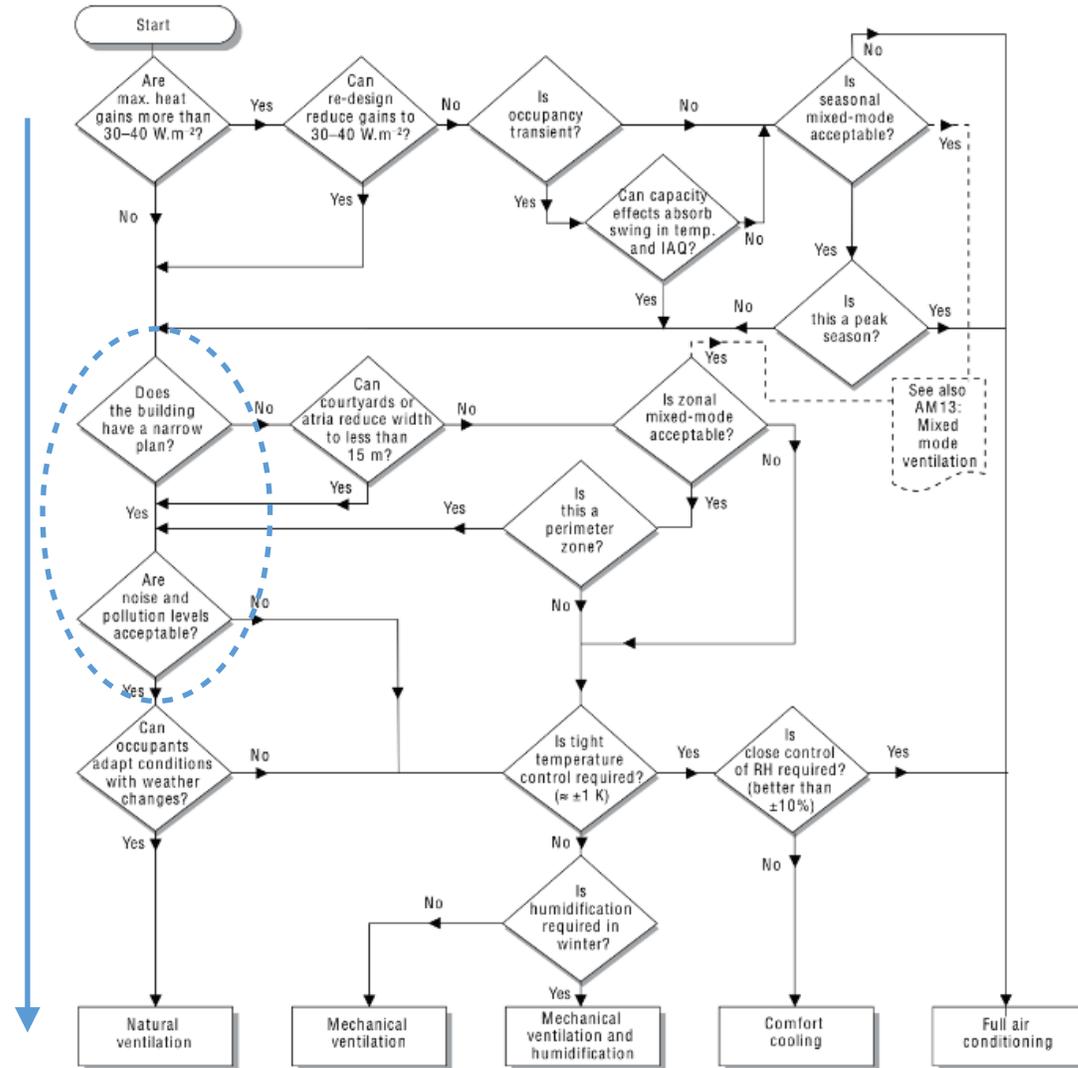


Diagrama para determinar cuándo utilizar ventilación natural.

CIBSE

fig. 2.8 del AM5

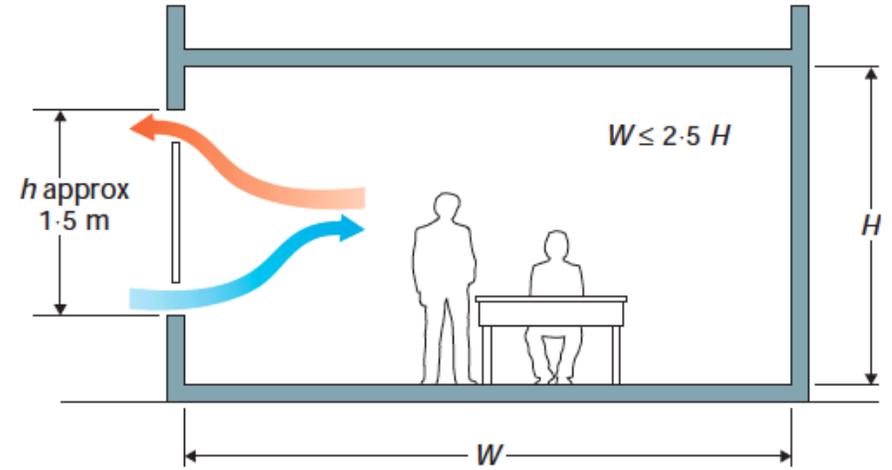
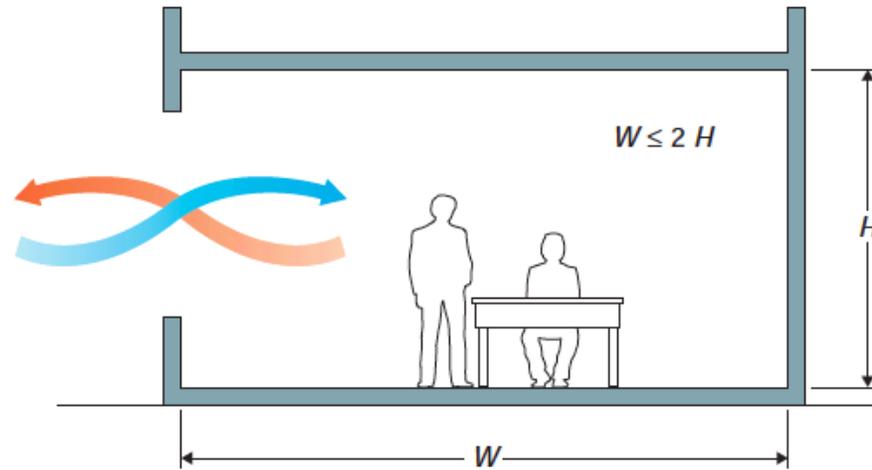
Para confort térmico:

ASHRAE Standard 55-Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

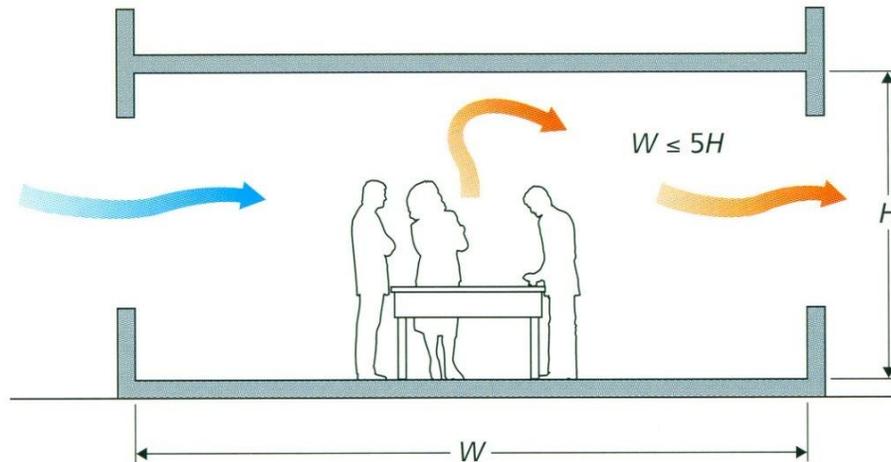


Efectividad de la ventilación natural

Ventilación Unilateral
 $A_w=4\%$

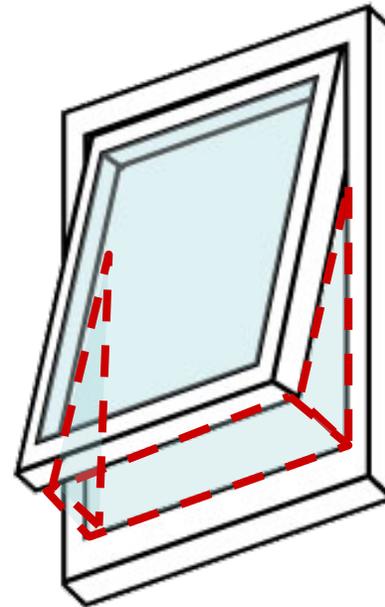


Ventilación Cruzada
 $A_w=4\%$

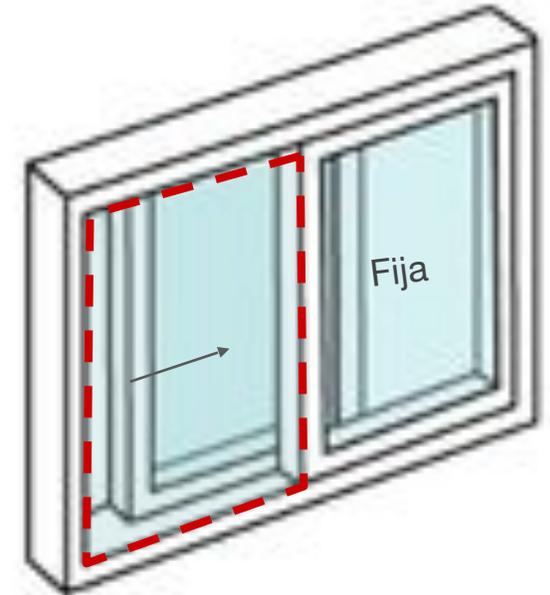


Área de la ventana

- El área efectiva de la ventana que ventila el espacio deberá ser igual o mayor al 4% de la superficie en m² de dicho espacio



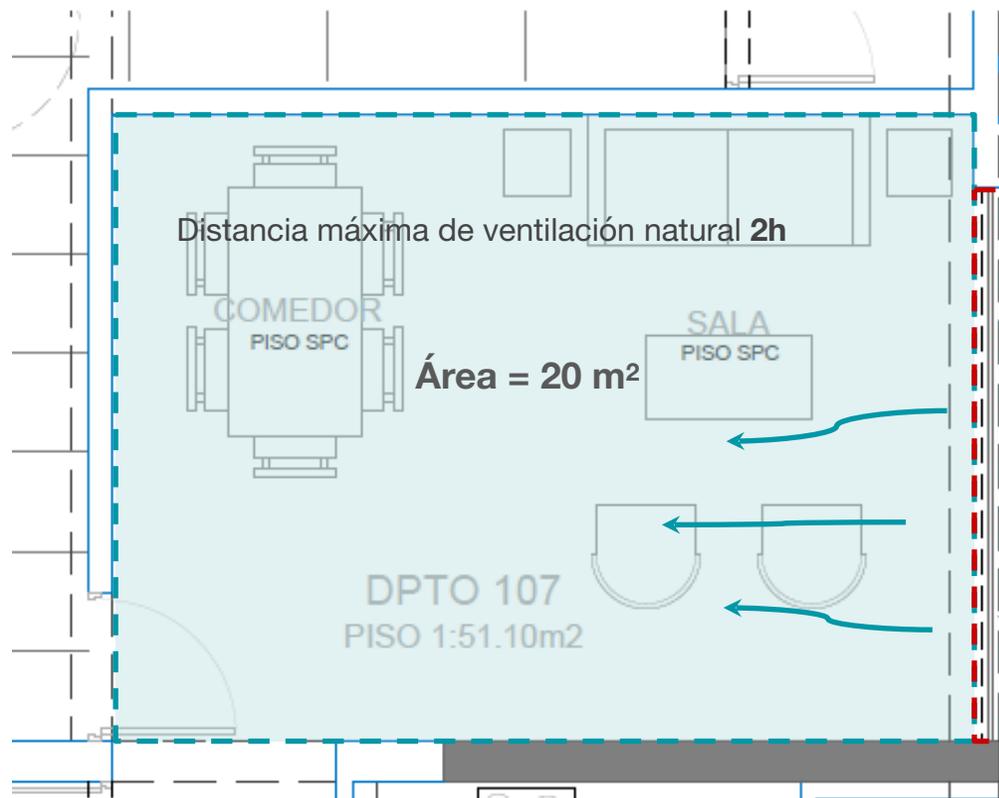
Ventana proyectante



Ventana corrediza



Área de
apertura
efectiva



Área ventilada naturalmente

4% del área total del espacio debe ser área operable en ventana para ventilación natural. (0.8 m² de apertura)

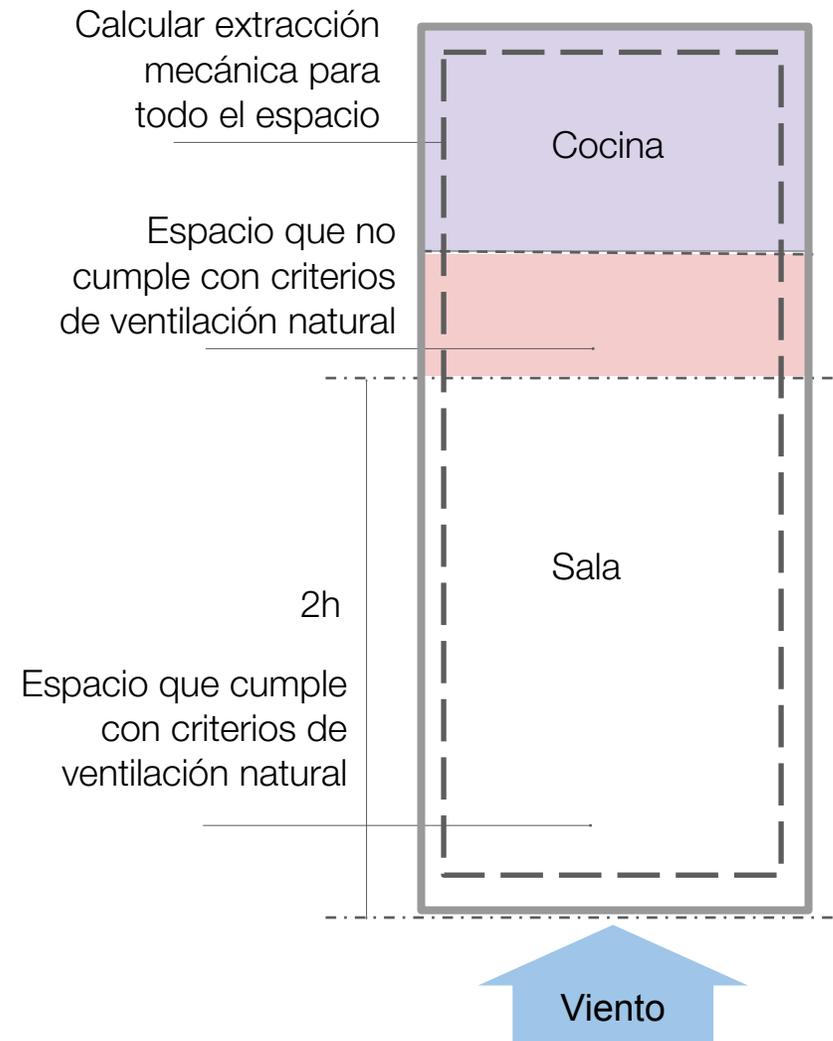
Entrada de aire exterior

Aplicación: ventilación mixta en departamentos

Todo lo que está dentro del 2h se considera ventilación natural unilateral.

La cocina basta con extracción.

El espacio de sala fuera del 2h, no necesita inyección de aire, si la extracción de la cocina considera la totalidad del espacio (cocina+sala).



Ejemplo

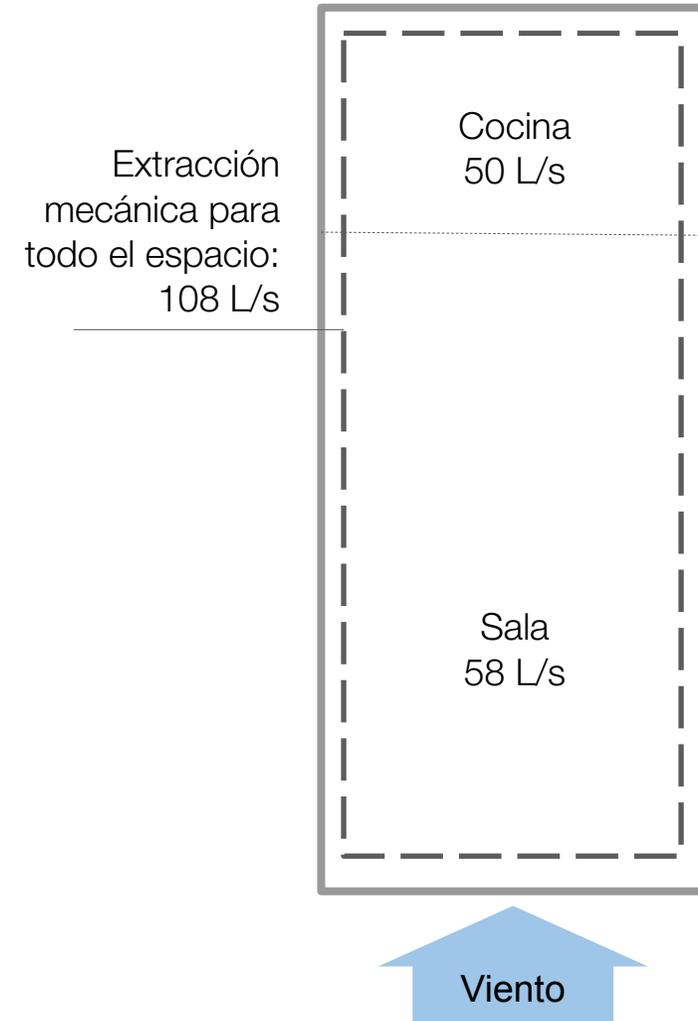
Tasa de ventilación requerida (ASHRAE 62.1):

q_{cocina} : 50 L/s (extracción)

q_{sala} : 58 L/s (inyección)

Extracción requerida para cumplir con el estándar:

q_{total} : **50 + 58 = 108 L/s**

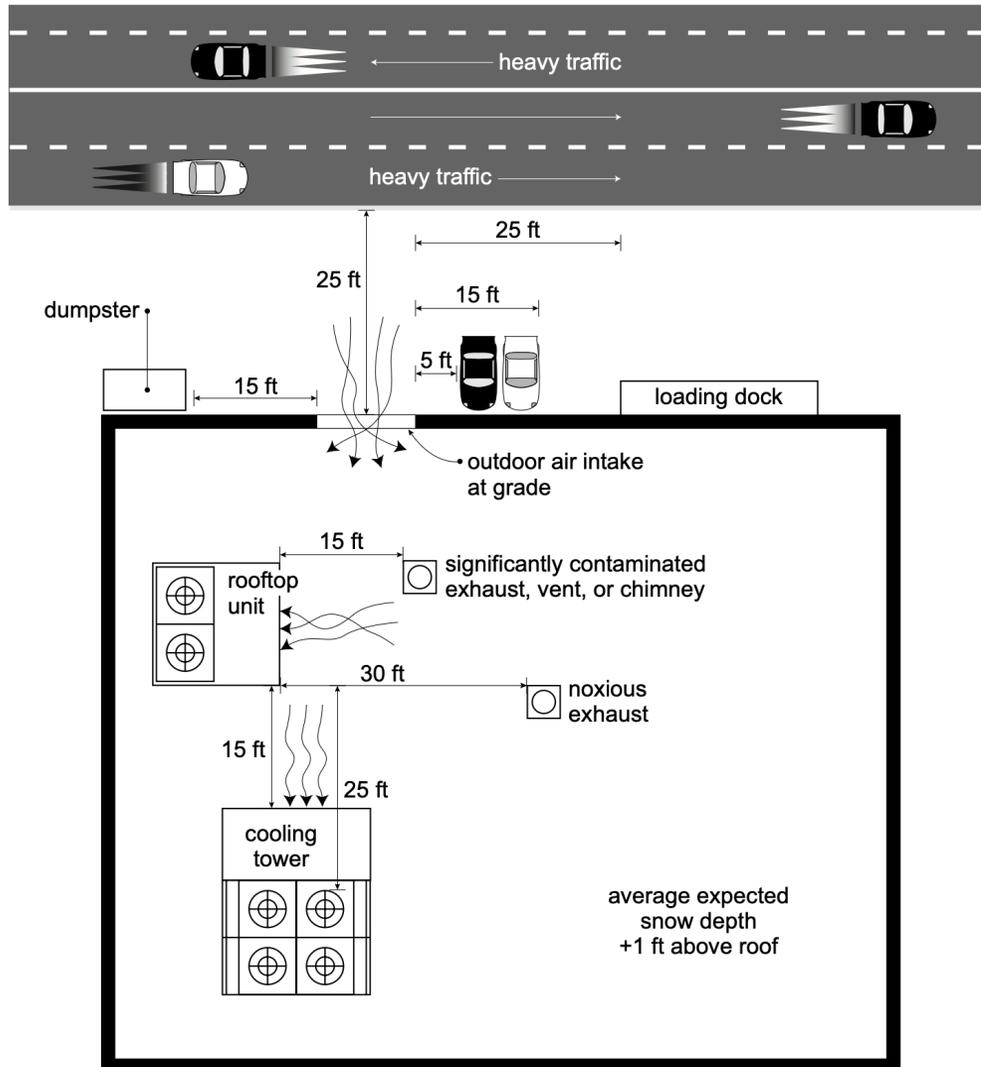


Calidad del aire en México

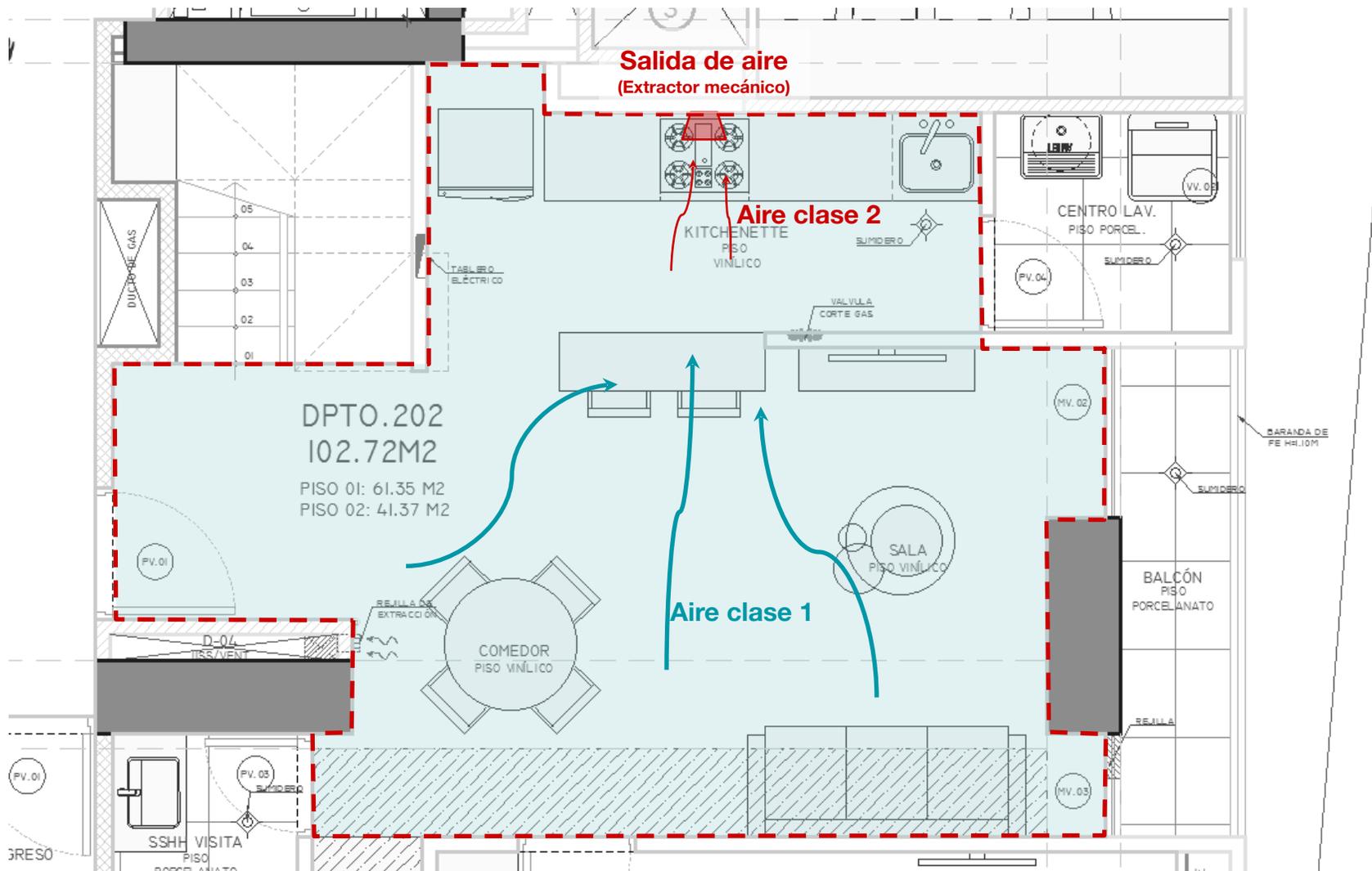


La exposición a estas partículas puede causar enfermedades graves y ser la causa de hasta 7 millones de muertes prematuras al año.

Disposición de las tomas de aire



- Se tiene que asegurar una distancia adecuada de las tomas de aire exterior con relación a fuentes de contaminantes o descargas de las extracciones para evitar la contaminación del aire de renovación.

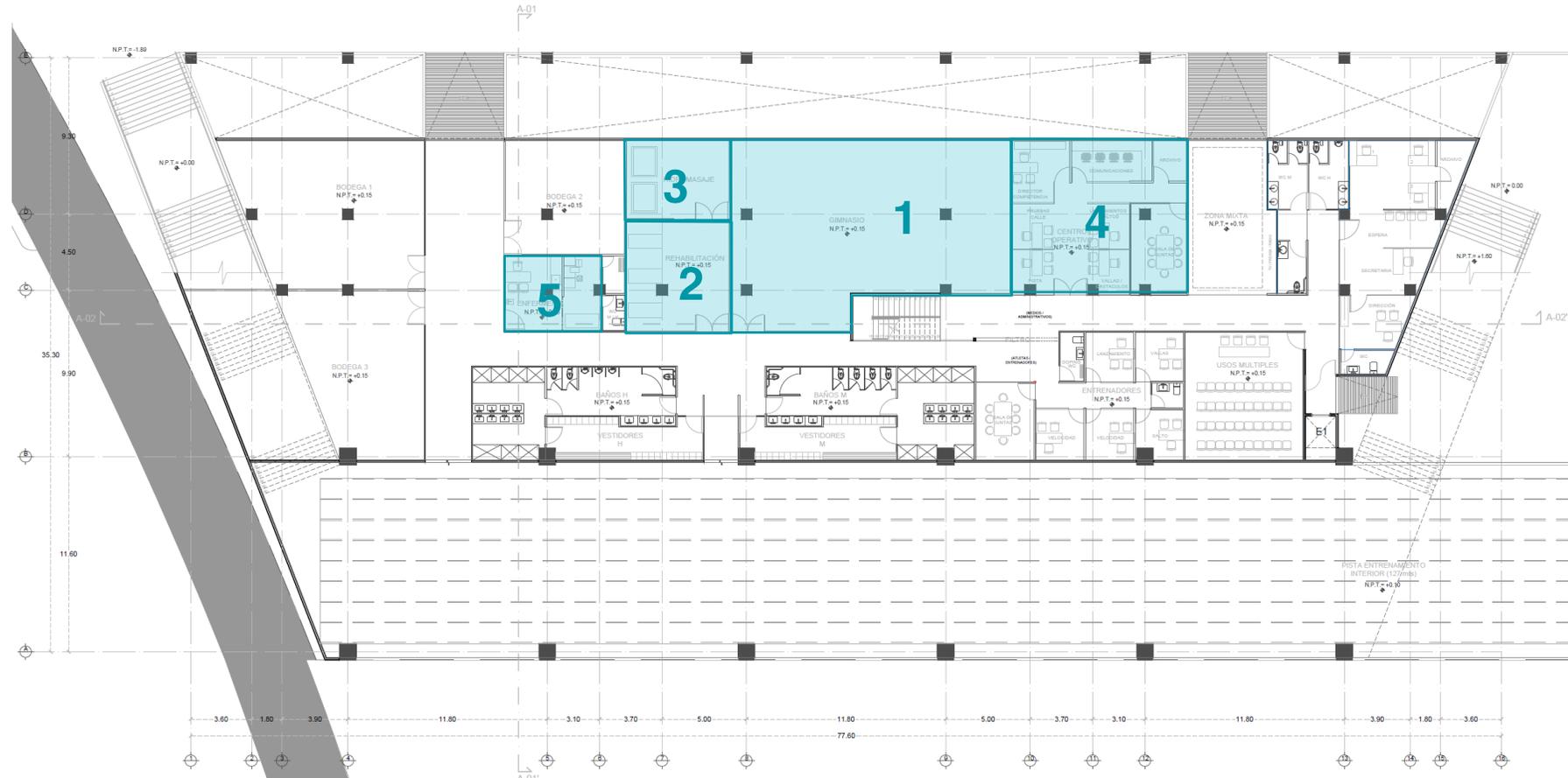
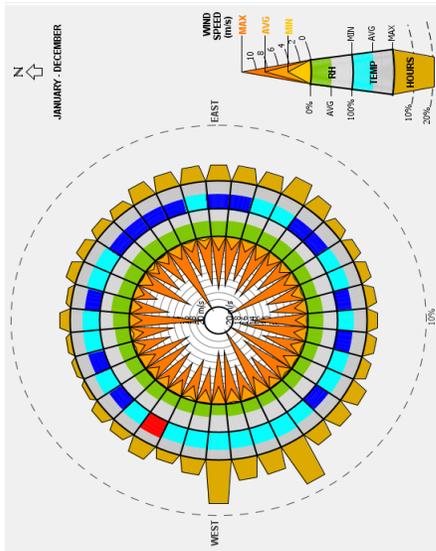


 Área ventilada mecánicamente

Caso de estudio: Polideportivo



Zonas críticas por ventilar



1 - Gimnasio

2- Rehabilitación

3 - Hidromasaje

4 - Centro operativo

5 - Enfermería

PLANTA BAJA ARQUITECTONICA - EDIFICIO 01

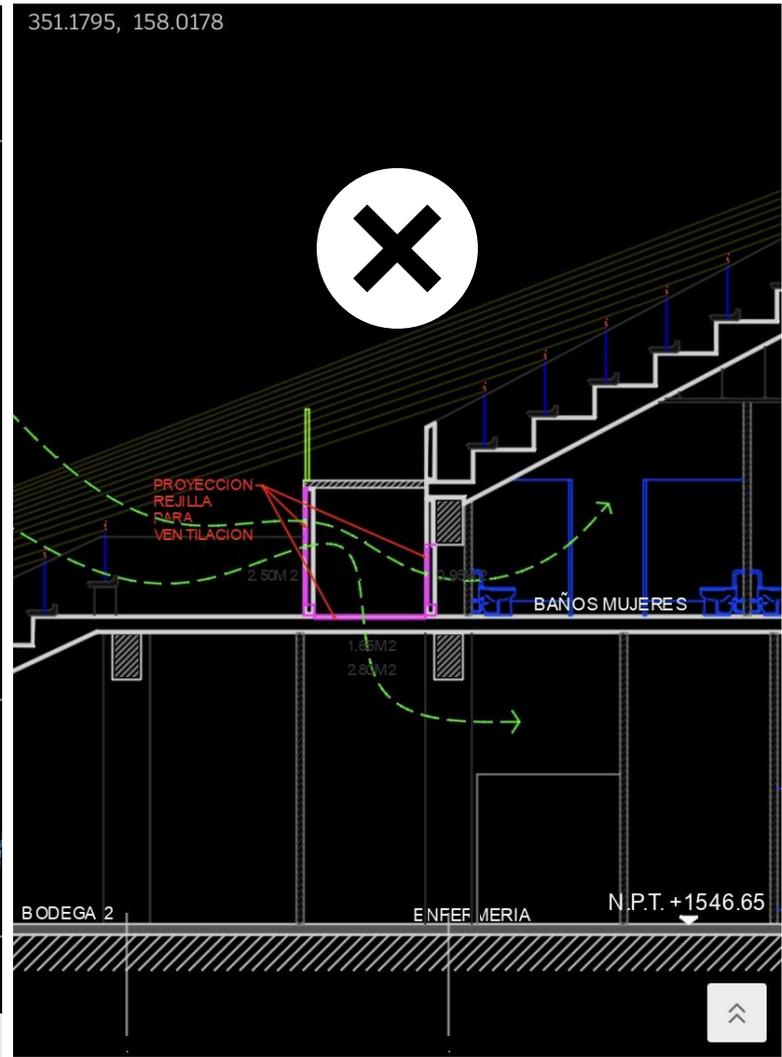
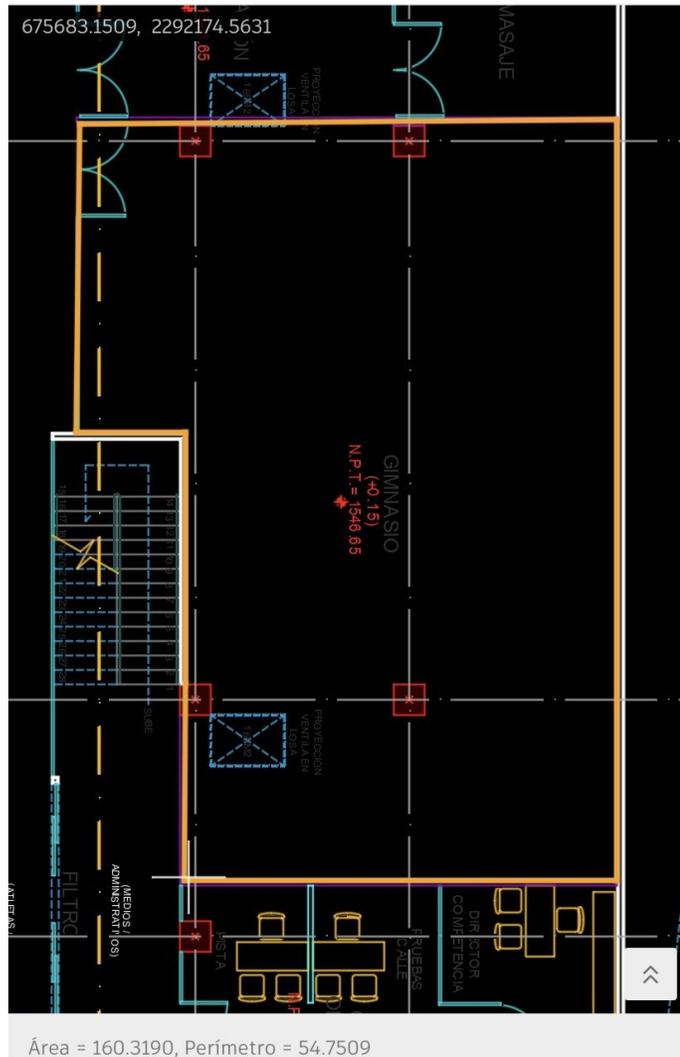


Tasas de ventilación requeridas

Infecciones por patógenos en aerosol (influenza o COVID-19)

Espacio	Tasa ventilación (ACH)			
	ASHRAE 62.1	Probabilidad de contagio +1	Confort (Qi)	Probabilidad de contagio +1
1-Gimnasio	4.50	4%	5.09	4%
2 y 3 Rehabilitación e Hidromasaje	1.54	21%	4.15	9%
4 Centro Operativo	0.94	38%	6.96	6%
5 Enfermería	1.86	17%	5.49	6%

Gimnasio



La superficie es de 160 m² y solo 1.65 m² de apertura efectiva para ventilar.

Se incrementó el área de ventilación a 6.40 m² (4% en relación al área de la zona).

Se modificaron las tomas de aire para evitar la contaminación

Ventilación mecánica: VRP



6.2 Procedimientos de ventilación

- **Evaluar la calidad del aire exterior.**
- **Tratamiento del aire de renovación: Si el aire exterior se considera inaceptable según la evaluación de la Sección 4.1, se debe:**
 - A. **Utilizar un filtro MERV 6 en las regiones que no cumplen con los requisitos de PM₁₀.**
 - B. **Utilizar un filtro de ozono con una eficiencia del 40 % en algunas regiones que no cumplen con los requisitos de ozono.**

6.2.2 Cálculo por Zona

- Se utiliza la Tabla 6.1 con las tasas de ventilación (Tanto flujo/persona como flujo/superficie) para encontrar el flujo de aire exterior en la zona de respiración.

$$V_{bz} = R_p * P_z + R_a * A_z$$

Donde:

V_{bz} : Ventilación de la zona de respiración (0.1 m y 1.8 m por encima del nivel del piso)

R_p : Tasa de ventilación por persona

P_z : # de personas

R_a : Tasa de ventilación por área de la zona

A_z : área de la zona



R_p y R_a

TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE *(continued)*
 (This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Notes	Default Values		Air Class	
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s·person	cfm/ft ²	L/s·m ²		#/1000 ft ² or #/100 m ²	cfm/person L/s·person		
Office Buildings									
Office space	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	1
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3		30	7	3.5	1
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3		60	6	3.0	1
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3		10	11	5.5	1
Miscellaneous Spaces									
Bank vaults/safe deposit	5	2.5	0.06	0.3		5	17	8.5	2
Computer (not printing)	5	2.5	0.06	0.3		4	20	10.0	1
Electrical equipment rooms	–	–	0.06	0.3	B	–	–	–	1
Elevator machine rooms	–	–	0.12	0.6	B	–	–	–	1
Pharmacy (prep. area)	5	2.5	0.18	0.9		10	23	11.5	2
Photo studios	5	2.5	0.12	0.6		10	17	8.5	1
Shipping/receiving	–	–	0.12	0.6	B	–	–	–	1
Telephone closets	–	–	0.00	0.0		–	–	–	1

Notas relevantes de la tabla:

- 1- Requisitos relacionados: Las tasas de esta tabla se basan en el cumplimiento de todos los demás requisitos aplicables de este estándar.
- 2- Fumar: Esta tabla se aplica a las zonas de no fumar.
- 4- Densidad de ocupantes predeterminada: Se utilizará la densidad de ocupantes predeterminada cuando se desconozca la densidad real de ocupantes.



ASHRAE vs. Normas mexicanas

Tipo de espacio	ASHRAE 62.1-2022 (Tasa de ventilación mínima)	NOM-001-STPS-2008 (Tasa mínima de renovación de aire)	Comentarios técnicos / Observaciones
Oficinas abiertas	5 cfm/persona + 0.06 cfm/ft ² 2.5 L/s-persona + 0.3 L/s·m ²	No obligatorio: >5 ACH	ASHRAE define tasas combinadas por ocupante y superficie. México no tiene norma equivalente para espacios administrativos.
Salas de clase (educación)	10 cfm/persona + 0.12 cfm/ft ² 5 L/s-persona + 0.6 L/s·m ²	No especifica	No hay norma mexicana educativa; se aplica por referencia técnica o a través de programas LEED/EDGE.
Restaurantes	7.5 cfm/persona + 0.18 cfm/ft ² 3.8 L/s-persona + 0.9 L/s·m ²	No especifica	México no cuenta con parámetros de ventilación para locales de alimentos; se aplican criterios de confort térmico.
Residencias / Hoteles	5 cfm/persona 2.5 L/s-persona	No especifica	ASHRAE 62.1 propone ventilación mínima continua; México carece de lineamiento para uso habitacional o turístico.



ASHRAE 170 y NOM-073-SSA1-2015

Tipo de espacio	ASHRAE 62.1-2022 (Tasa de ventilación mínima)	NOM-073-SSA1-2015 (Tasa mínima de renovación de aire)	Comentarios técnicos / Observaciones
Hospital – Cuarto de paciente	2 L/s·m ² + 5 L/s/ persona (≈ 6 ACH típicos)	6 cambios de aire por hora (ACH) 2 de ellos con aire exterior	Ambas normas coinciden en el rango de 6 ACH; ASHRAE 170 es base del enfoque de la NOM-073.
Hospital – Quirófano	≥20 ACH, con mínimo 4 ACH de aire exterior	20 ACH, todos filtrados, con presión positiva respecto a áreas adyacentes	Coinciden prácticamente; NOM-073 adopta criterios alineados con ASHRAE 170 y FGI Guidelines.
Hospital – Sala de aislamiento	12 ACH, presión negativa	12 ACH, presión negativa, con flujo unidireccional	Equivalentes; NOM-073 incorpora explícitamente los requerimientos de aislamiento por infecciones.
Hospital – Laboratorio clínico	6-12 ACH, dependiendo del riesgo biológico	≥12 ACH, presión negativa	NOM-073 es más estricta en algunos laboratorios, priorizando control infeccioso.
Áreas de espera en hospitales	5-6 ACH	6 ACH mínimos	Equivalentes en práctica; se busca evitar recirculación sin filtración HEPA.



Outdoor Airflow, OA, por zona

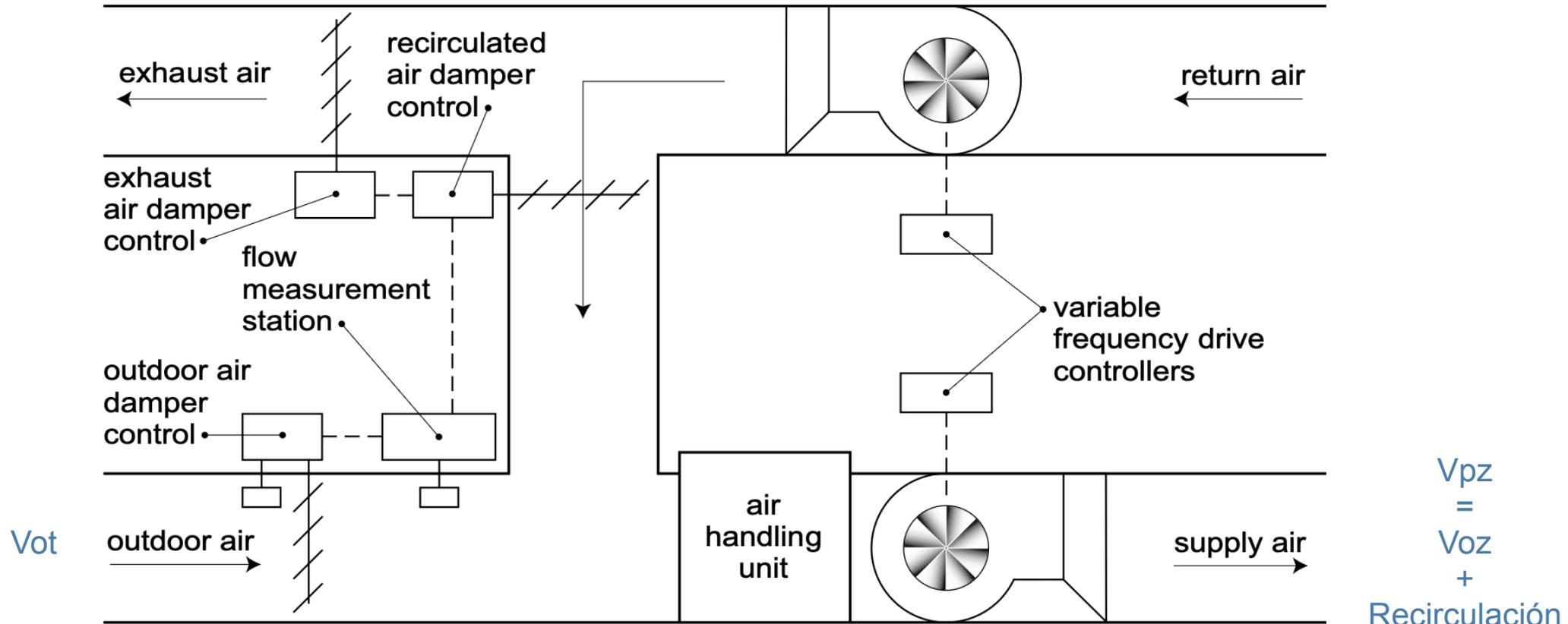
- **Tabla 6.2: eficiencia de distribución del aire por zona (Ez).**
- **Caudal de aire exterior para cada zona:**

$$V_{oz} = V_{bz} / E_z.$$
- **Ez: entre 0.5 y 1.2.**
- **Ez = 0.8 en diseños de calefacción comunes. (+25 % más de eficiencia de aire exterior, OA).**

Ejemplo:

Mode	Description	Supply Air Conditions	E _z	Schematic
COOLING	Ceiling supply of cool air and ceiling return	Supply air temperature is cooler than room air.	1.0	
	Thermal displacement	Supply air temperature is cooler than room air and delivered at a low velocity to achieve unidirectional flow and thermal stratification.	1.2	
	Underfloor air distribution	Supply air temperature is cooler than room air and delivered at 150 fpm so that the supply air jet reaches at least 4.5 ft above the floor.	1.0	

Sistemas de una sola zona



- **Sistemas de una sola zona: $V_{ot} = V_{oz}$**
- **100% aire exterior: $V_{ot} = \Sigma V_{oz}$**

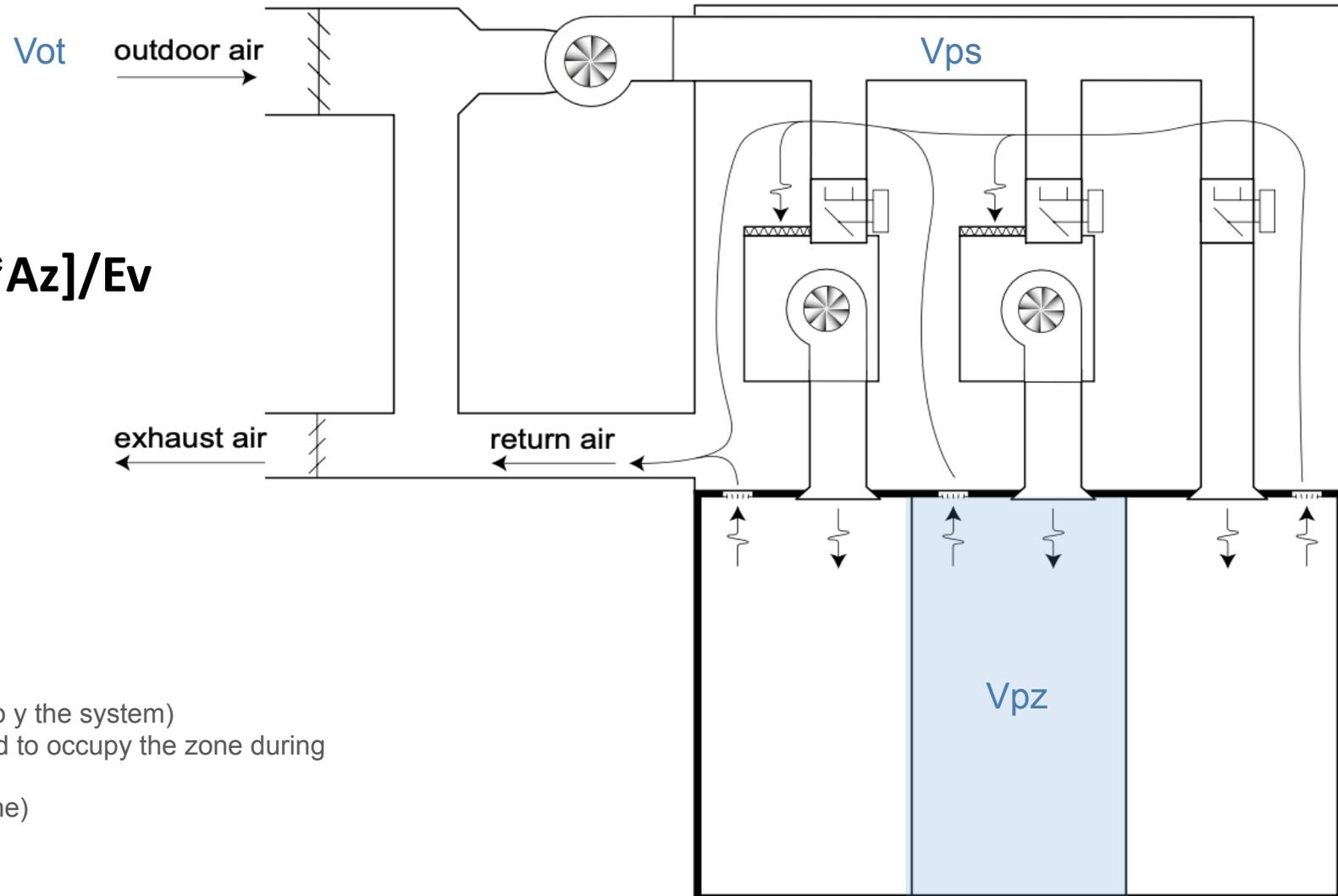
Sistemas multizona

- **Sistemas multizona:**

$$V_{ot} = [D * \sum R_p * P_z + \sum R_a * A_z] / E_v$$

$$D = P_s / \sum P_z$$

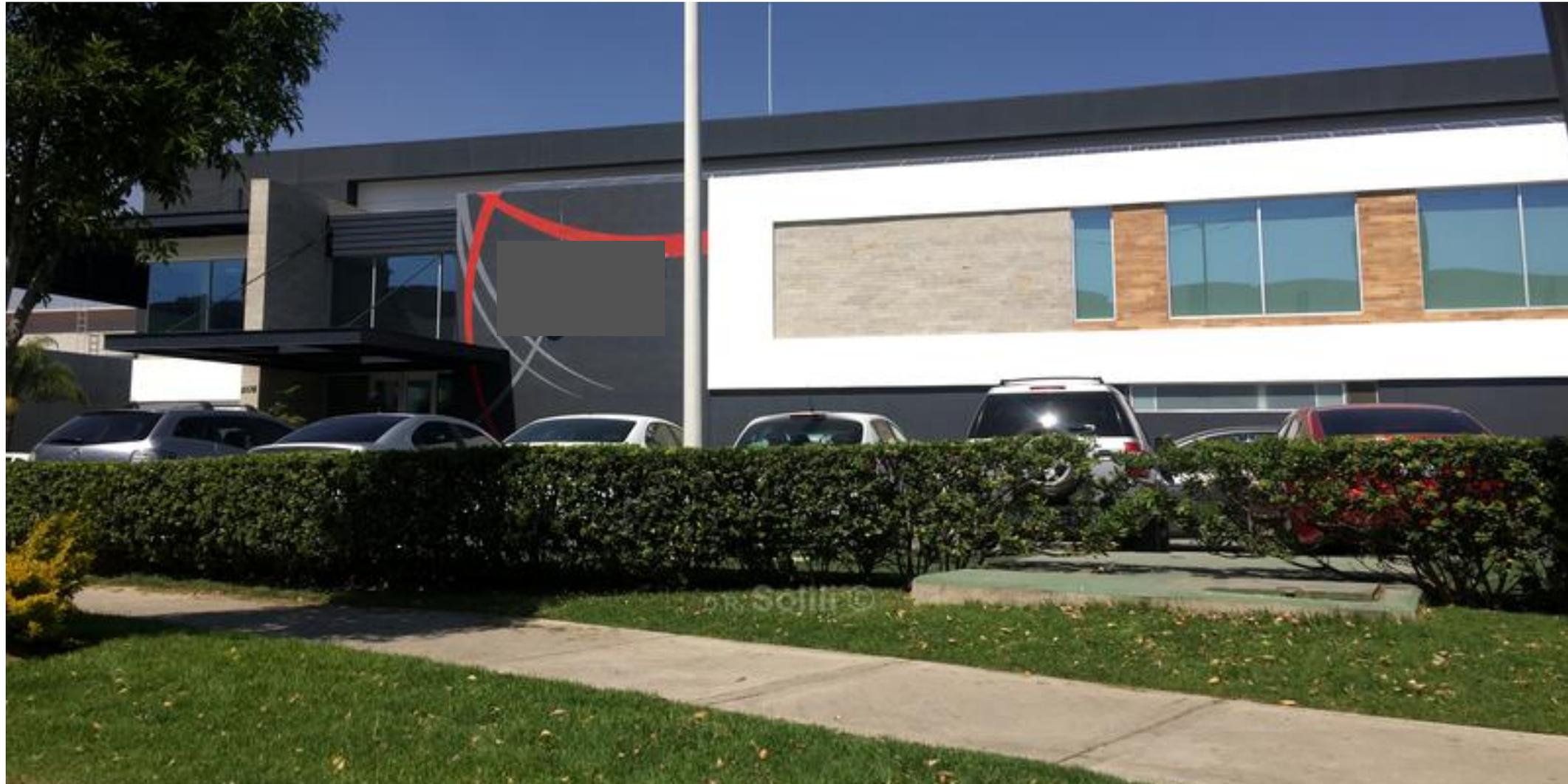
- V_{ou} = Design uncorrected outdoor air intake
- E_v = Ventilation efficiency (Table 6.3 default)
- D = Occupant diversity
- P_s = System population (total population in the area served by the system)
- P_z = Zone population (the largest number of people expected to occupy the zone during typical usage)
- A_z = Zone floor area (the net occupiable floor area of the zone)
- R_p = Outdoor airflow rate required per person (Table 6-1)
- R_a = Outdoor airflow rate required per unit area (Table 6-1)



Extracciones

- **6.2.8 Exhaust Ventilation. Must exhaust some zones at rates prescribed in Table 6.4. For instance:**
 - **Kitchenettes 0.30 cfm/ft²**
 - **Public toilet 50 cfm/unit (typ)**
 - **Art classroom 0.70 cfm/ft²**

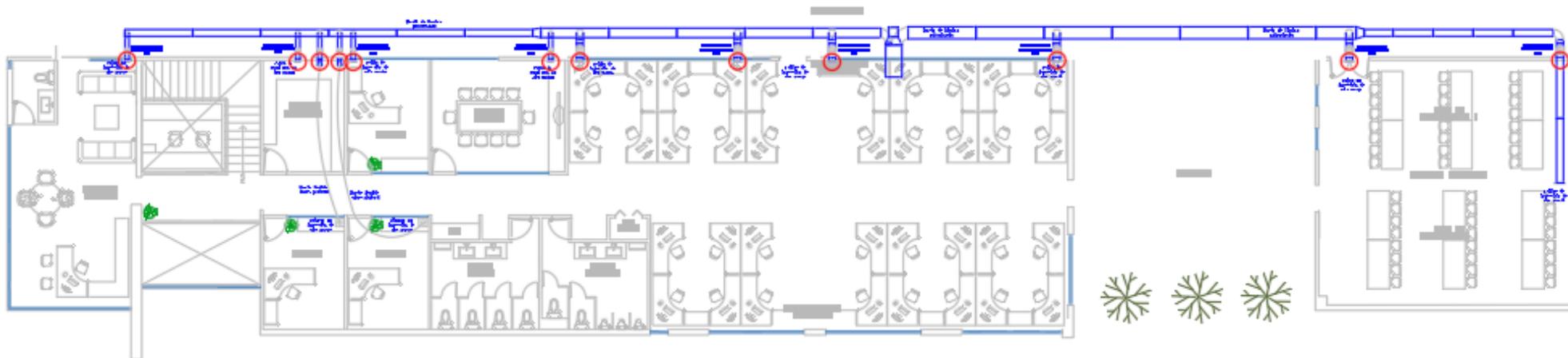
Casos de estudio: Nave de producción



Soluciones del Proyecto

OFICINAS

- Inyección de aire limpio a través de rejillas y difusores conectados a ductos flexibles que permiten librar obstáculos en plafones para una instalación menos invasiva.
- No se requiere cambiar el proyecto original.
- Sólo se requieren 14 perforaciones en muros de planta baja y 12 en planta alta. En total 26.
- Se propone un sistema de filtros MERV 13 para control de contaminantes.



Implicaciones del Proyecto

NAVE INDUSTRIAL

- **Inyección de aire limpio + presión positiva y persianas de gravedad para liberar aire excedente.**
- **Revisión de fugas de aire en puertas y andenes.**
- **Sistema de filtros MERV 13 para control de contaminantes.**
- **Si no se cambian a tiempo los filtros, se incrementaría un poco el consumo energético y el paso del aire limpio sería menor, por lo que el peor escenario, tanto para las oficinas como para la nave es que se regrese a las condiciones actuales.**

Sistema de Filtros y Mantenimiento

FILTROS

- Mejoran la calidad del aire del interior con respecto a la exterior, debido a la zona en la que está el proyecto.
- Se propone un sistema tipo sándwich de 2 capas de filtros. El primero es un pre-filtro para partículas grandes y el segundo, un filtro MERV 13.
- Para las oficinas se requieren 2 sistemas tipo sandwich (4 filtros en total).

MANTENIMIENTO

- Cada 3 años a rodamientos (motores, etc.).
- Cada año a los sellos de las perforaciones hechas en muros.
- Se colocan manómetros de presión diferencial que indican cuando sea necesario reemplazar filtros. El tiempo de cambio depende de la calidad de aire exterior.



Certificaciones

La certificación de edificios verdes **LEED** es ya la más aceptada a nivel mundial por sus estándares efectivos y alcanzables. Es un sistema reconocido internacionalmente que proporciona, por parte de un tercero, verificación de que un edificio fue diseñado y construido tomando en cuenta estrategias encaminadas a mejorar su desempeño ambiental y la salud de sus usuarios.

LEED

Edificios saludables



Caso de estudio: Iconia Cubos y Hard Rock Hotel



El proyecto

Iconia Luxury Living + Hard Rock Hotel

Ubicación: Guadalajara, México

Certificación: agosto de 2019

Uso: usos mixtos

Superficie total: 68,180 m²

Sistema de certificación: LEED v2009 NC

Nivel de certificación: Certified



Hard Rock Hotel



ESPACIOS CON VISTAS
AL EXTERIOR



MATERIALES CON
CONTENIDO RECICLADO



AHORRO DE
ENERGÍA



CALIDAD DEL
AIRE INTERIOR



TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES

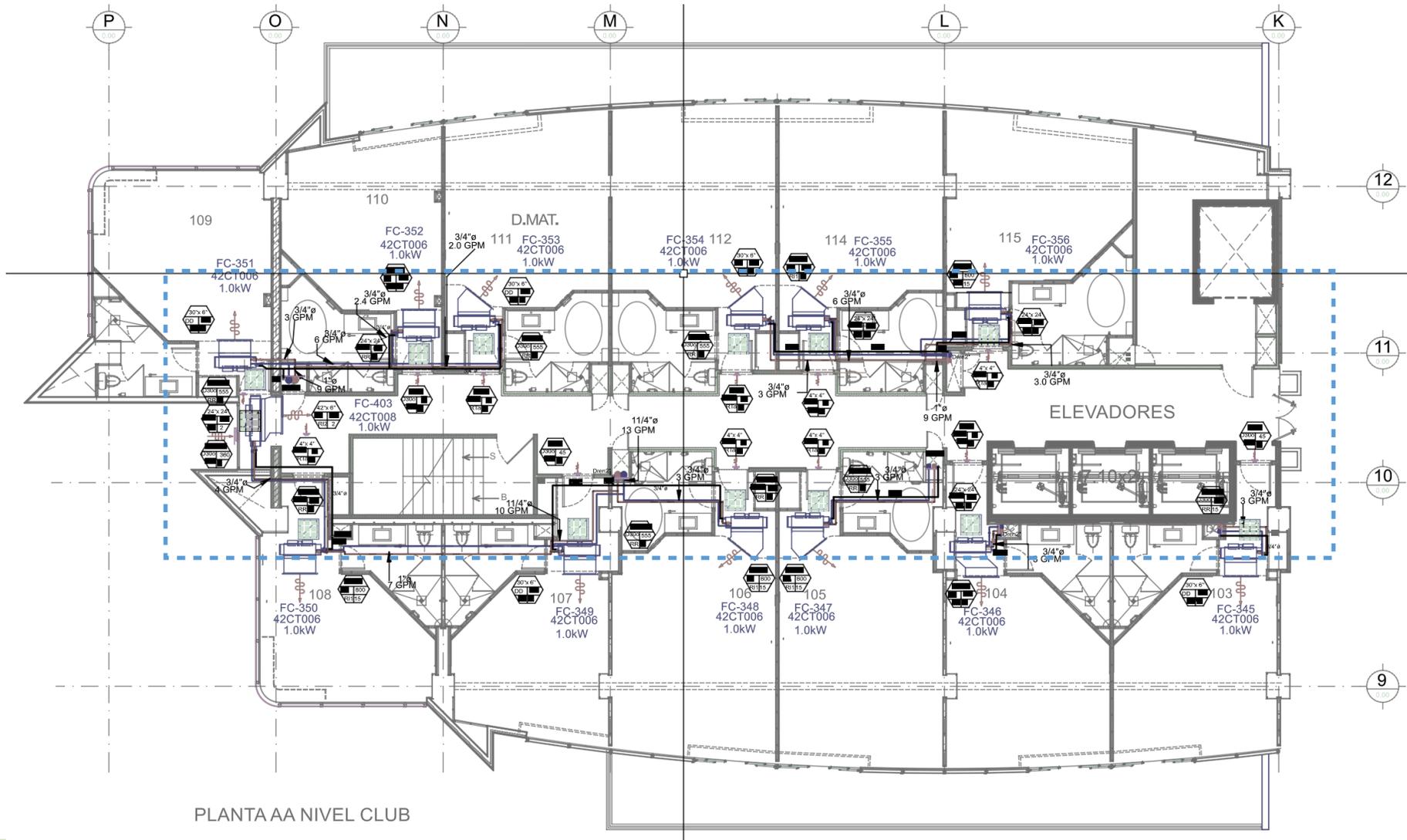


SALUD Y SEGURIDAD PARA
LOS TRABAJADORES DE LA
CONSTRUCCIÓN



SEPARACIÓN DE RESIDUOS





PLANTA AA NIVEL CLUB

Retos

- Respetar el presupuesto
- Respetar los tiempos de ejecución
- Respetar las guías de diseño de la marca.
- Equipos divididos en departamentos

Soluciones

- Aprovechar lo que se tenía
- Aprender nuevas prácticas
- Ir más allá de la certificación
- DOAs en espacios críticos



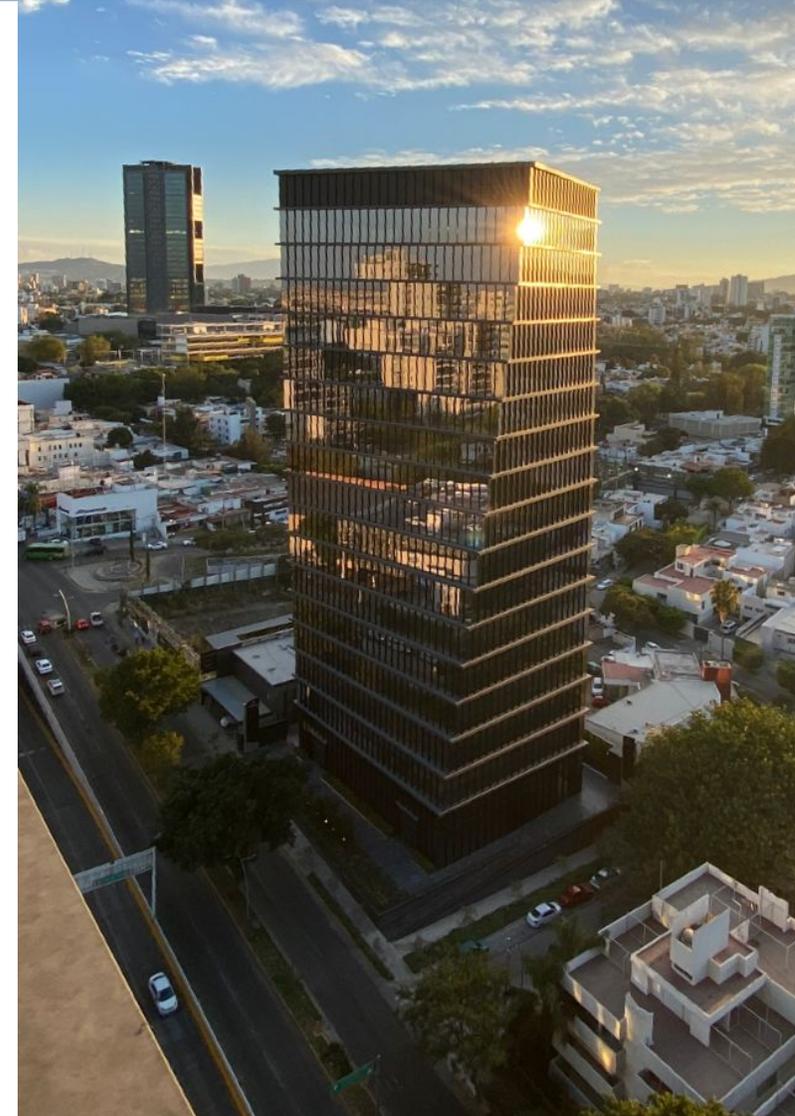
Caso de estudio: Torre Helix



Características:

35.4% ahorro en el consumo energético sobre un caso base determinado por el ASHRAE 90.1-2007:

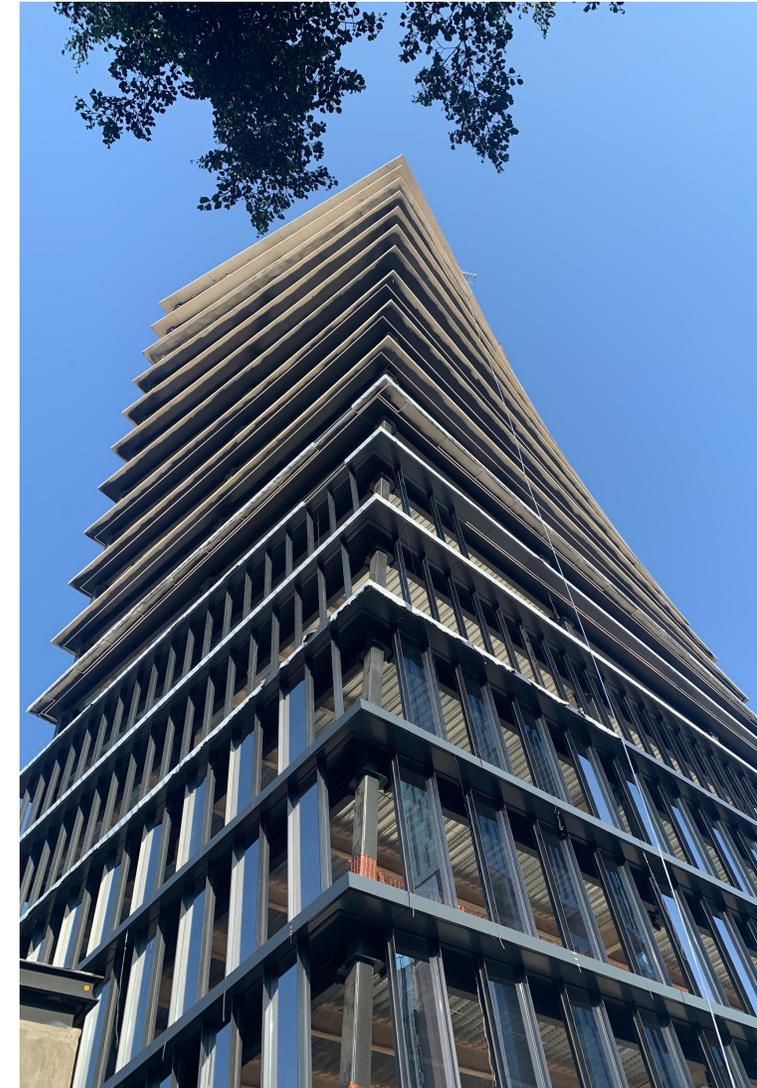
- Cuenta con 2 Chillers de 250 Ton con sistema de velocidad variable enfriado con agua con una eficiencia parcial de 0.393 KW/ton. equivalente a un COP de 6.28
- La densidad de Potencia de Alumbrado (DPA o LPD) es de:
 - Oficinas: 7.3 W/m²
 - Comercio: 12.8 W/m²
 - Estacionamiento: 1.18 W/m²
- Cuenta con controles de iluminación en las áreas comunes (BMS)
- La energía renovable fotovoltaica tiene capacidad de 111.34 kWp para las áreas comunes.



Diseño

Características:

- **No se utilizan CFC (clorofluorocarbonos) en los equipos de los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado, incendio y refrigeración; en cumplimiento con el protocolo de Montreal.**
- **Hay un monitoreo continuo del consumo de energía del edificio.**
- **Se desarrolló e implementó un plan de medición y verificación**
- **Los inquilinos serán responsables por su consumo de energía, incluyendo:**
 - **Una red de medición electrónica centralizada en el proyecto que es capaz de ser ampliada de acuerdo con los objetivos del futuro inquilino.**
 - **Un plan de medición y verificación para el inquilino.**



Ventilación

Características:

- Se cumplen los niveles mínimos de ventilación del estándar ASHRAE 62.1-2007
- El aire de renovación fue incrementado en por lo menos 30% sobre los niveles de ventilación indicados por el ASHRAE 62.1-2007 en las zonas regularmente ocupadas.
- 1 DOAs por nivel suministrando el aire de renovación a todos los espacios.



Calidad del aire

Está prohibido fumar dentro del edificio y a 8.00 m de cualquier entrada de aire del edificio.

Se implementó un plan de manejo de la calidad del aire interior durante la construcción según recomendaciones de SMACNA.

Se protegieron materiales propensos a la humedad

Se utilizaron en el interior del edificio pinturas, recubrimientos, adhesivos, selladores y primers que cumplieran con los límites de VOC (compuestos orgánicos volátiles).

Las alfombras cumplen con los requerimientos del Carpet and Rug Institute Green Label Plus.



Caso de estudio: preparatoria



Estrategias

Elementos de protección solar

Elementos arquitectónicos diseñados para brindar protección en las fachadas con mayor incidencia solar y lograr disminuir gasto energético en enfriamiento del interior de forma pasiva.

Sistemas mixtos de ventilación

Mediante estrategias mixtas que combinan los beneficios de la ventilación natural y la ventilación mecánica se generan las condiciones interiores adecuadas para el confort, generando además ahorros en energía.



Sinergias

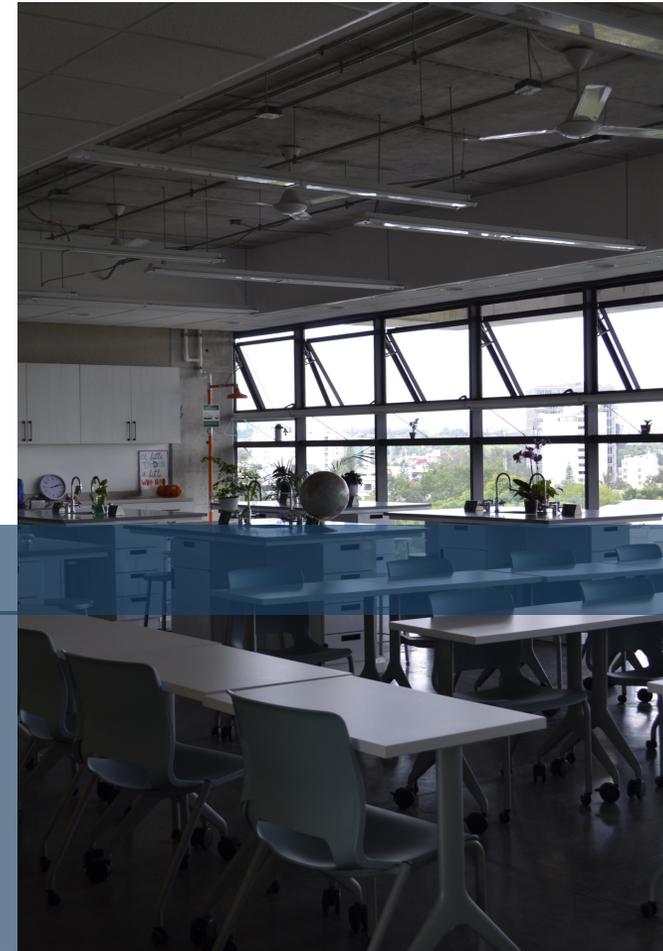


Masa Térmica

Habilidad de un material de absorber la temperatura fresca de la noche y almacenar dicha energía térmica para despedirla durante el día y mantener una sensación confortable en el ambiente.

Iluminación Natural

Aprovechamiento máximo de la luz del día para iluminar espacios interiores y mantener una cantidad óptima para el desarrollo de tareas. Esto se logra a través de la correcta apertura y operación de ventanas.



Ventilación

Ventilación Cruzada

Se encuentran ventanas en lados opuestos de las habitaciones. De esta manera se generan corrientes de aire naturales que permiten una correcta ventilación del espacio y la constante renovación del aire.

Elementos de sombreado al interior

Cuidado del diseño interior del espacio para buscar el mejor desempeño de los medios pasivos.

Ejemplo: Cortinas enrollables que dejan libre la ventana operable, pero a su vez cubren de la incidencia solar.



Secuencia de operación

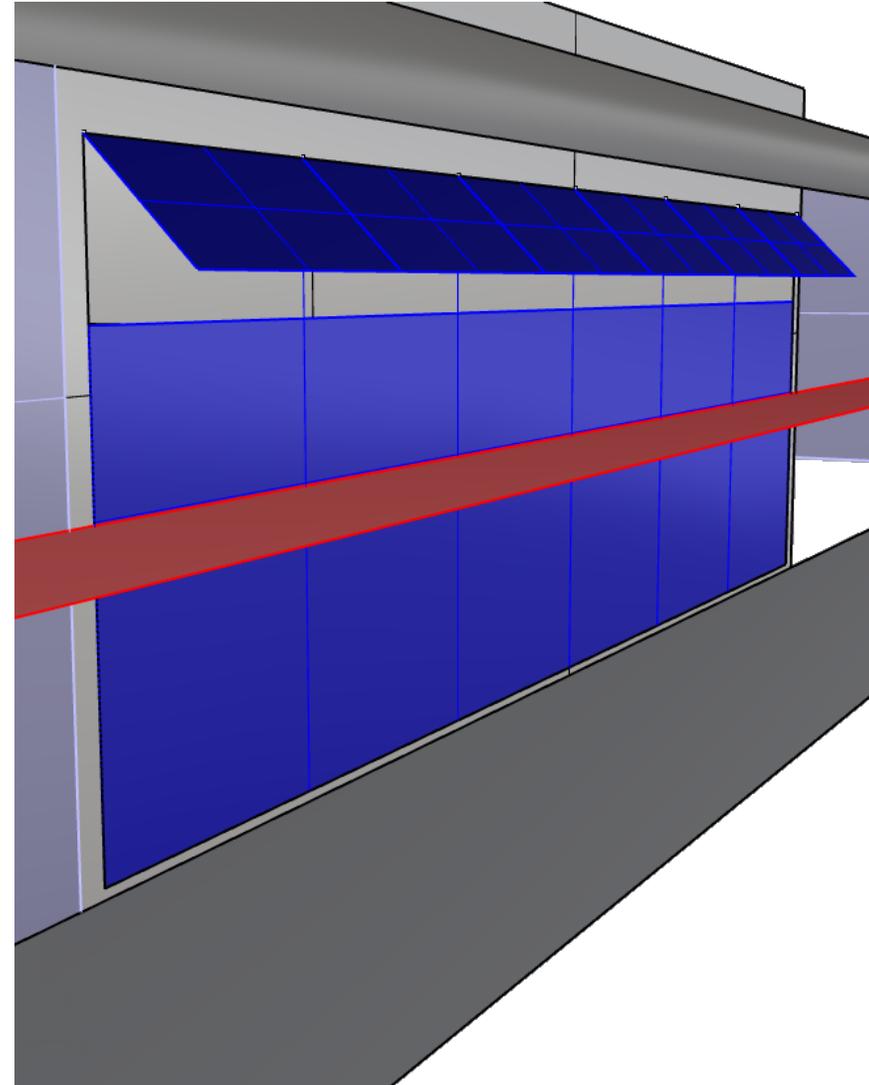
Equipo:

- Espacios con ventilación natural.
- Ventiladores de techo.
- Sensores de CO2 regulados por el BMS.
- Sensores de ocupación.

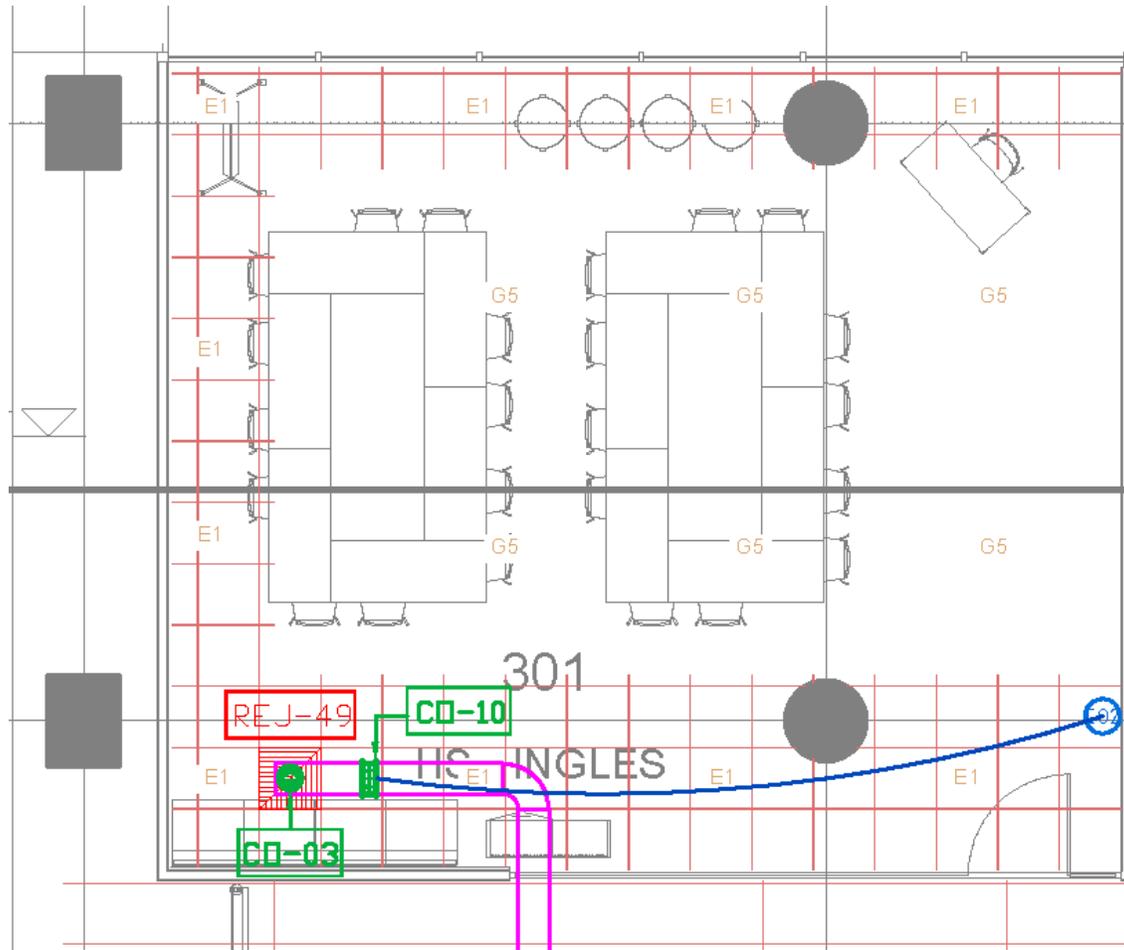
Acciones:

Si los niveles de concentración de CO2 medidos superan los niveles saludables, el sistema de ventilación mecánica proporcionará aire exterior fresco y limpio.

Ventanas operables + Sensores de CO2 +
Compuertas en el sistema de ventilación mecánica.



Secuencia de operación



1. Cuando el sensor de CO2 detecta niveles altos de contaminantes, superiores a **600 ppm**, envía una señal a través del BMS para activar el sistema de ventilación mecánica.

2. El ventilador suministra el aire requerido

El aire pasa por filtros **MERV 13**.

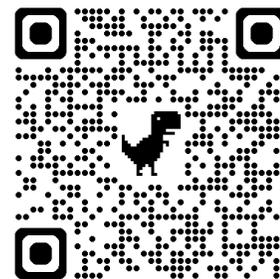
3. El espacio recibe los cfms hasta mejorar la calidad de aire a los niveles requeridos

ASHRAE 62.1

- **El estándar se encuentra en proceso de mejora continua.**
- **Se pueden proponer un cambio a la norma.**
- **Los avisos de cambios propuestos se encuentran en ASHRAE Standards Action.**
- **Puede comentar sobre los cambios propuestos.**
- **Puede solicitar una interpretación.**



Preguntas y respuestas



¡Síguenos en nuestras redes!

