

Presentación conceptual: Balance Térmico y Aire Acondicionado

Enfoque de sistemas para la gestión y selección de equipos.

CÁTEDRA DE CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

ING. CIVIL DANIEL VIDELA | FI – UNCuyo | 2026

Presentación realizada con IAG, modelo Gemini.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

El objetivo central es mantener el equilibrio termodinámico del sistema

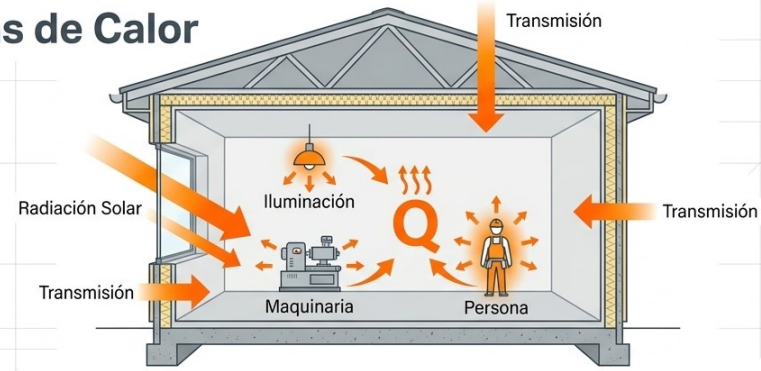
El balance térmico de verano consiste en determinar la cantidad exacta de calor ("Q") que el sistema gana de su entorno y operaciones.



DETERMINAR LA CANTIDAD DE "Q" GANA EL SISTEMA, A FIN DE DISEÑAR EL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO, CON EL OBJETO DE PRODUCIR Y MANTENER EN LOS LOCALES LAS CONDICIONES PSICROMETRICAS PRESTABLECIDAS

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Anatomía de las Ganancias de Calor

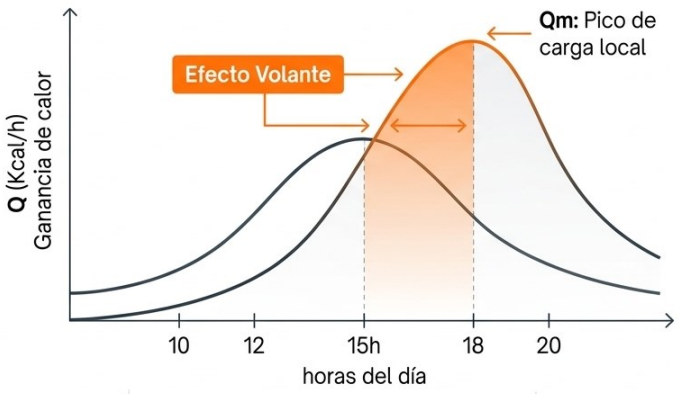


1. Cargas Externas	2. Cargas Internas	3. Aire Exterior
Transmisión a través de paredes/techos y efecto instantáneo por radiación solar en vidrios. (Calor Sensible).	Disipación térmica de personas, iluminación, aparatos eléctricos y motores. (Calor Sensible y Latente).	Ingreso necesario de aire para ventilación y renovación. (Calor Sensible y Latente).

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Dinámica del Sistema: La Inercia Térmica

El equipo se selecciona para la condición más crítica, pero esta **no ocurre al mismo tiempo** que el pico de temperatura exterior.



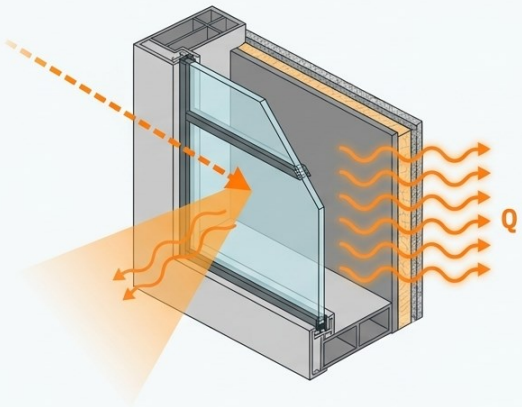
El Efecto de Almacenamiento

La masa del edificio absorbe calor y lo libera horas después (**Amortiguamiento / Defasaje**).

Ventaja Operativa: Permite instalar equipos más económicos que trabajan de forma sostenida a lo largo del día.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Desglose I: Las Cargas Externas (Envolvente)



$$q_t = q_o + q_{rs}$$

$$q_t = K \cdot A \cdot \Delta T_e$$

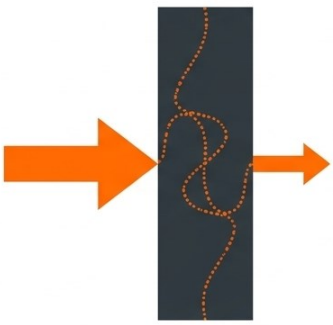
Factores Determinantes

- Tipo, espesor y materiales (Coeficiente K).
- Orientación y latitud del recinto.
- Día, hora y variaciones de temperatura.
- Color y características de la superficie (absorción).
- Reflejos o sombras de edificios colindantes.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

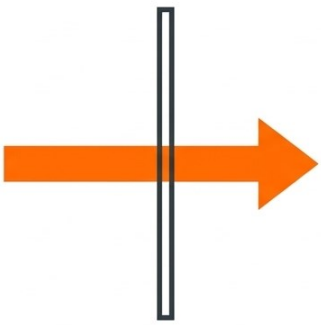
El impacto del entorno varía drásticamente según la materialidad

Transmisión: Acción Retardada



Flujo de calor por transmisión (qt = K · A · ΔTe). Depende del espesor, color, orientación y variación diaria de la temperatura exterior.

Efecto Solar: Ganancia Instantánea



La radiación solar genera ganancias inmediatas (qrs = A · I · c). Las ventanas son los puntos más críticos de carga térmica estival.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

La operación interna dicta la carga base del edificio



1. Ocupantes

Disipan calor sensible (radiación/convección) y calor latente (exudación/respiración). Varía según la contextura y el grado de actividad muscular.



2. Iluminación

100% Calor Sensible.

- Incandescente: **0.86** kcal/(h·W) (+**20**% para fluorescentes).
- Estimación de gestión: **20** a **30** W/m² de local.



3. Fuerza Motriz

Aparatos y motores eléctricos.

- Conversión clave: **1** CV = **736** Watts ≈ **630** Kcal/h.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

La Dualidad del Calor: Sensible vs. Latente



Calor Sensible (QS)

Efecto:	Aumenta la temperatura seca del aire.
Fuentes Internas:	Iluminación, motores eléctricos, radiación y convección de las personas.



Calor Latente (QL)

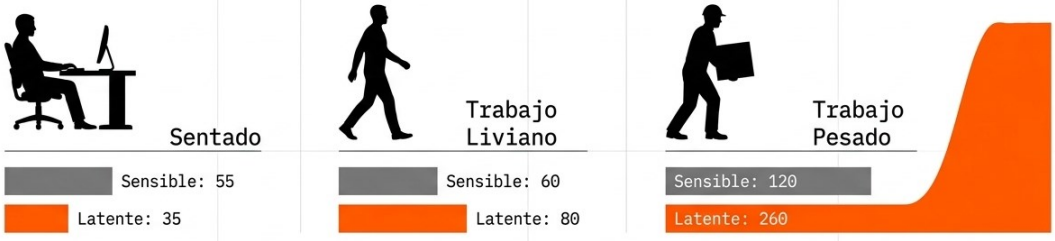
Efecto:	Aumenta la humedad relativa del aire (Vapor de agua).
Fuentes Internas:	Exudación y respiración de los ocupantes, procesos industriales húmedos.

Desglose II: El Factor Humano y Operativo

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Personas

Personas (El impacto de la actividad): La contextura y el grado de actividad muscular disparan el **Calor Latente (QL)**. En la industria, el trabajo pesado exige extraer grandes volúmenes de humedad.



Equipamiento Industrial **(Datos de cálculo)**

Iluminación: 20-30 W/m² (Fluorescentes suman +20% sobre base).

Motores: 1 CV equivale a 630 Kcal/h.

REGLA DE ORO: Solo se computan los artefactos que funcionan simultáneamente en la hora crítica del cálculo.

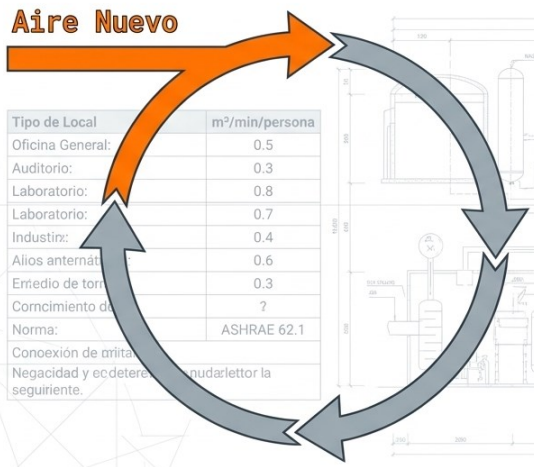
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

El dilema de la renovación: Higiene frente a penalidad térmica

Introducir aire exterior es un requisito legal y funcional inexcusable (Ley de Higiene) para compensar la disminución de oxígeno por la ocupación. Sin embargo, este aire caliente y húmedo representa una de las ganancias térmicas más críticas del sistema.



Desglose III: El Paradigma del Aire Exterior



Tipo de Local	m³/min/persona
Oficina General:	0.5
Auditorio:	0.3
Laboratorio:	0.8
Laboratorio:	0.7
Industrix:	0.4
Alios anternát	0.6
Enedio de tor	0.3
Corncimiento d	?
Norma:	ASHRAE 62.1
Conoexión de mita	
Negacidad y ecdetere seguiriente.	nudarlettor la

El Problema Energético

Introducir aire caliente y húmedo del exterior representa una de las ganancias de calor (Q) más importantes del sistema.

La Necesidad Sanitaria

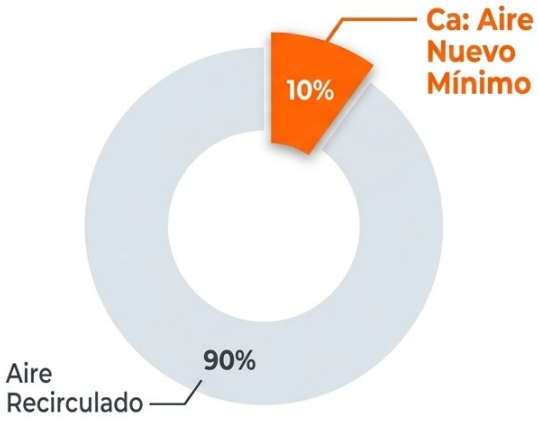
Obligatorio por Ley de Higiene para reponer O_2 y diluir olores/gases de los ocupantes.

Regla General de Diseño

El caudal de aire nuevo (Ca) se estima en un mínimo del 10% del aire total en circulación.

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Estimación de la ventilación: La regla del 10%



$$Ca = a\% \cdot C$$

Donde **C** (Caudal circulado) = **QSi / 170.** El aire nuevo **(Ca)** se estima típicamente en un mínimo del **10%** del caudal total.

Este 10% arrastra consigo una pesada carga de calor total (QTe).

- **QSe = 17 · Ca · (te - ti) [Calor Sensible]**
- **QLe = 42 · Ca · (he - hi) [Calor Latente]**

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Síntesis: La Ecuación del Balance Total

Cargas Externas

Cargas Internas

Ventilación

Paso 1: Carga Interior (QTi)

= QSi + QLi (Sumatoria de fuentes sensibles y latentes internas y externas a través de la envolvente).

Paso 2: Carga Exterior (QTe)

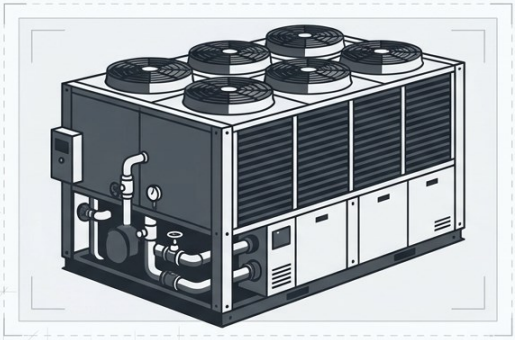
= QSe + QLe (Carga exclusiva aportada por el ingreso de aire de ventilación).

Paso 3: Balance Final

$$QT = QTi + QTe$$

CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Decisión Ingenieril: Selección del Equipo



El Mandato

El equipo comercial seleccionado debe tener la capacidad de absorber el **QT** en la hora más desfavorable del recinto.

Unidades Comerciales (El estándar de la industria)

Frigorías / hora

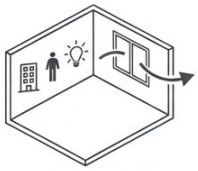
(Equivalente directo a **Kcal / h**).

Toneladas de Refrigeración (TR)

1 TR = 3000 frig/h

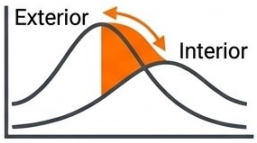
CONSTRUCCIONES Y MONTAJES INDUSTRIALES

Resumen Ejecutivo: Tres claves para la gestión del balance térmico



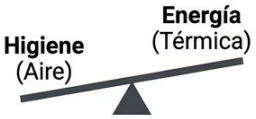
1. Mapeo de Cargas.

Distinguir rigurosamente entre calor sensible (temperatura) y latente (humedad). Las personas y la ventilación son los principales motores de humedad.



2. Inercia como Activo.

El "efecto volante" del edificio retrasa el pico térmico. Utilizar este desfasaje para evitar el sobredimensionamiento y optimizar el CapEx del equipo.



3. El Costo de la Higiene.

La renovación de aire (mínimo 10%) es innegociable legalmente, pero representa una severa penalidad térmica que debe ser calculada con precisión.