



DISEÑO EN CONFORT TÉRMICO Y AHORRO DE ENERGÍA EN PLANTAS INDUSTRIALES

Ing. Eric Hernández Desentis
erichdez@prodigy.net.mx
KE FIBERTEC MEXICO, S.A DE.C.V.

El Reto dentro de una Planta Industrial

✓ Garantizar condiciones de operación correctas para el proceso y/o producto:

Control de contaminación,

Nivel de limpieza,

Uniformidad de temperatura y humedad,

Enfriamiento a sistemas de control y robótica

✓ Mantener condiciones de confort “aceptables” para los trabajadores dentro de ella

✓ Al menor costo posible

Pérdida de productividad por desviación de condiciones óptimas (Confort Térmico)

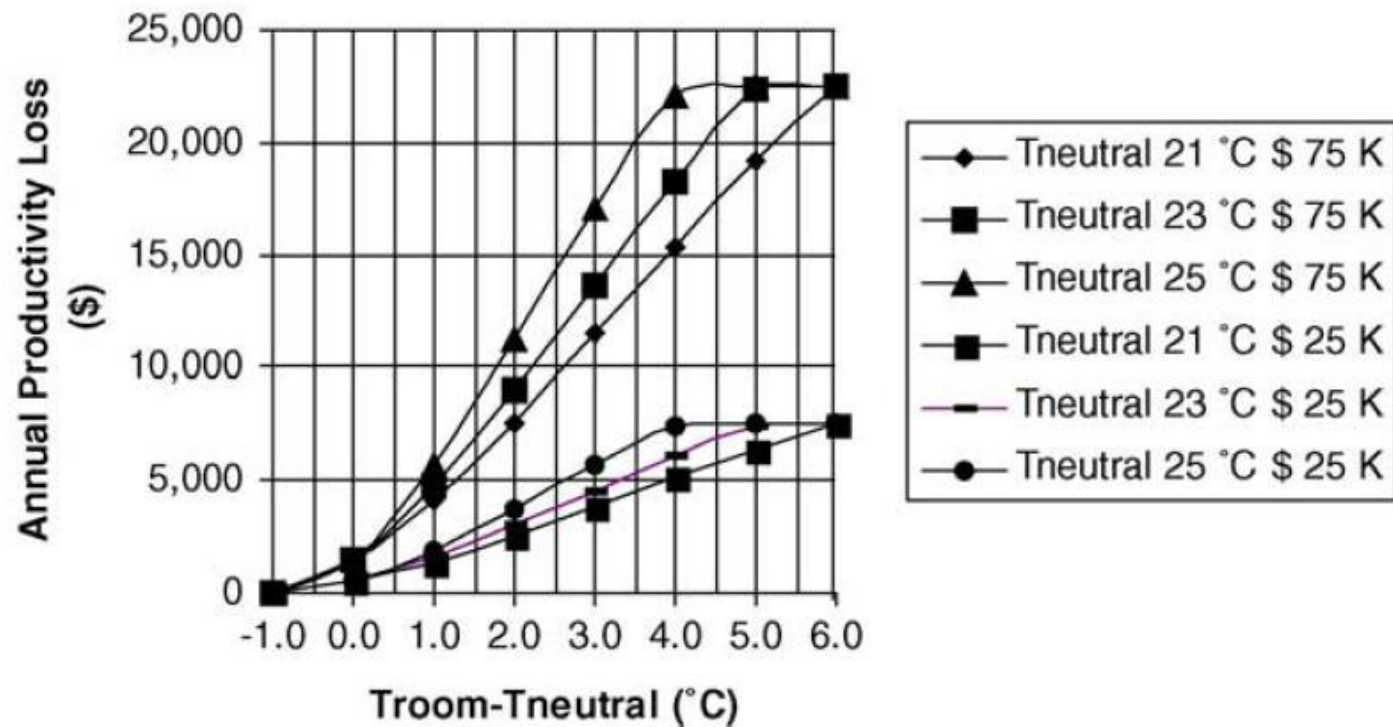


Fig. 7. Cost implication of productivity loss at different neutral temperatures.

Características de las Plantas Industriales

- ✓ Las plantas industriales son generalmente grandes cajones (“enclosures”), con grandes alturas.
- ✓ Contienen grandes fuentes de calor y contaminación, y normalmente terminan con patrones de movimiento de aire controlados por las fuerzas de flotación.
- ✓ Su característica es que las zonas ocupadas toman una pequeña porción del volumen y la altura del cuarto.
- ✓ Lo que resulta en una estratificación.
- ✓ Esto puede usarse dentro del diseño de acondicionamiento para lograr una climatización efectiva con bajo consumo de energía.

Alternativas de Ventilación

Ventilación y/o enfriamiento mecánico

Ventilación Natural

Ventilación Híbrida

Ventilación Natural

La alternativa común es ventilarlas naturalmente pero:

- ✓ No hay control del flujo de aire
- ✓ Se sobrecalientan (y en ocasiones se sub-enfrían las áreas), haciendo ineficiente el trabajo de los operadores.
- ✓ Se arrastra contaminantes no deseados a la planta (polvo e insectos)

Objetivos de diseño

- Proveer de un ambiente seguro y relativamente confortable (calidad de aire IAQ y confort térmico),
- Sin afectar el proceso
- Tan eficiente como lo sea posible,
- Minimizando el aire exterior mediante el control de la fuente, la ventilación local y ventilación eficiente del espacio.

Objetivos de Confort Térmico

Basic Thermal Comfort Model Parameters

Environmental Conditions

Air Temperature: 23.0 °C

MRT Link with Air: 27.0 °C

Air Velocity: 0.20 m/s

Relative Humidity: 45 %

Summer Winter

Activity

Walking about

Metabolic Rate: 1.7 met

Clothing

ASHRAE Standard 55 Summer

Clothing level: 0.50 clo

Results

ET* 24.5 °C

SET* 25.0 °C

TSENS 0.0

DISC 0.1 Comfortable

PMV 0.49

PPD 10 %

PD 25 %

PS 68 %

TS -0.5

Tneutral 21.9 (Humphreys)

Tneutral 22.4 (Auliciems)

Rangos permitidos
(UK)
15 – 35°C

Extendiendo las condiciones de confort Spot Cooling

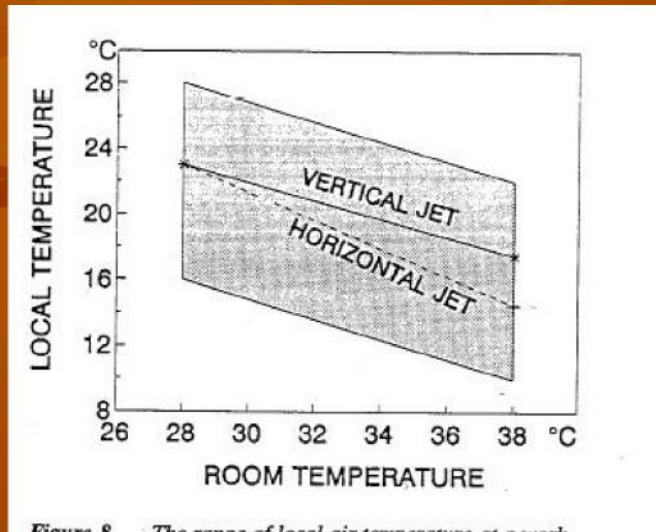
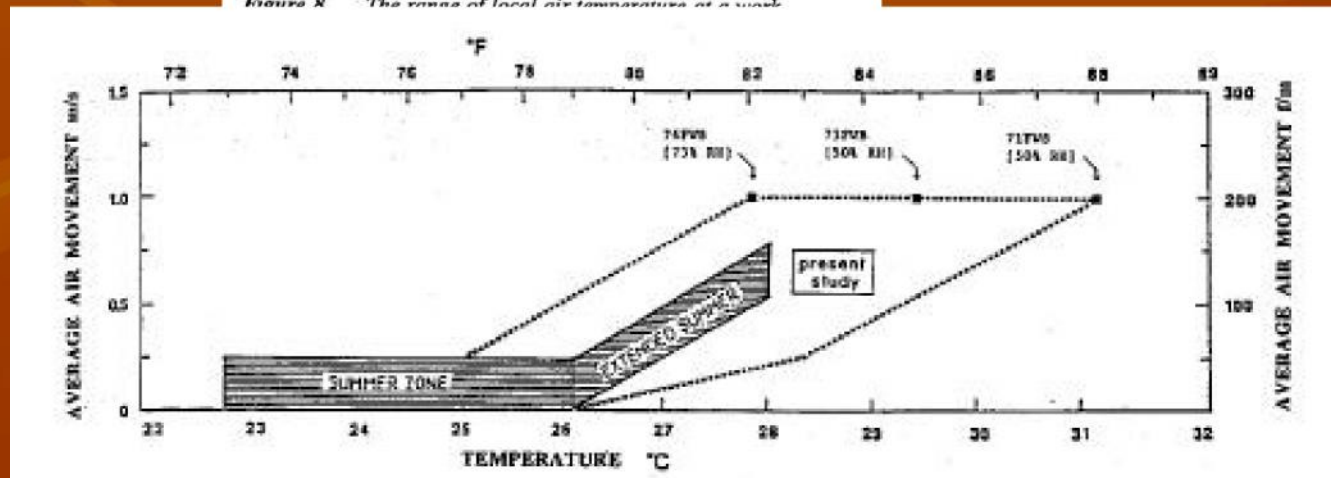


Figure 8 The range of local air temperature at a work

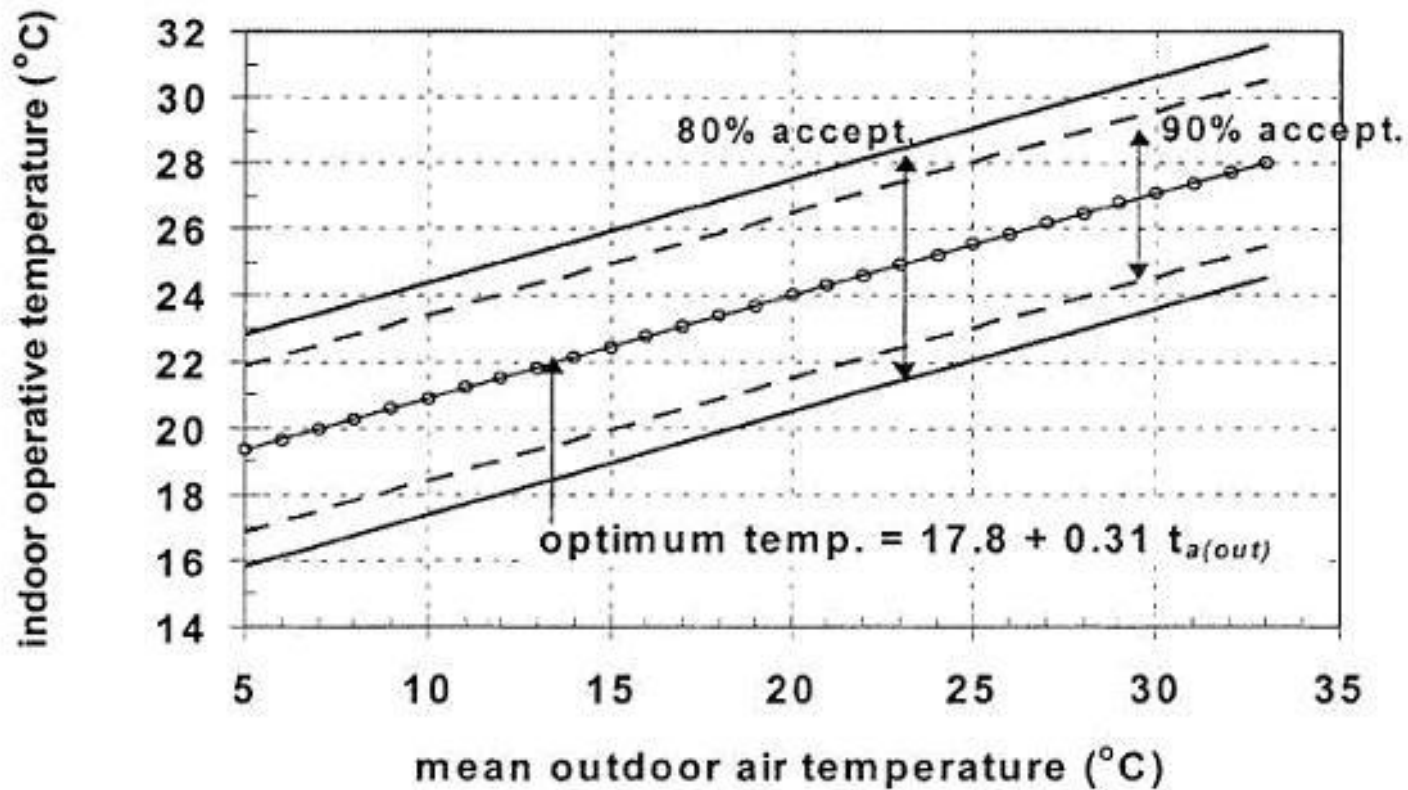
➤ Limites:

< 38° C

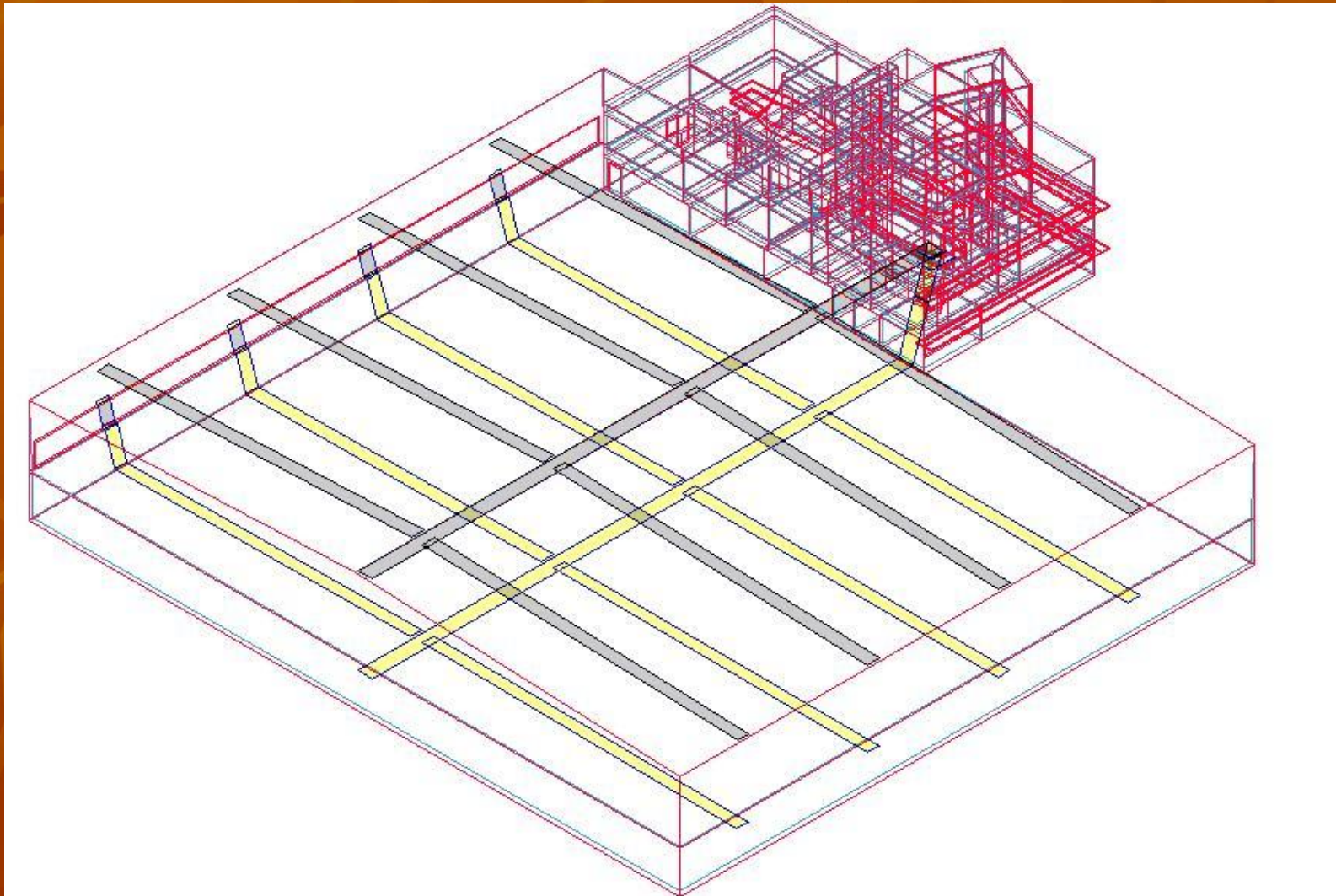
Vel. (incómoda) > 1 m/seg
35°C usar equipo de protección



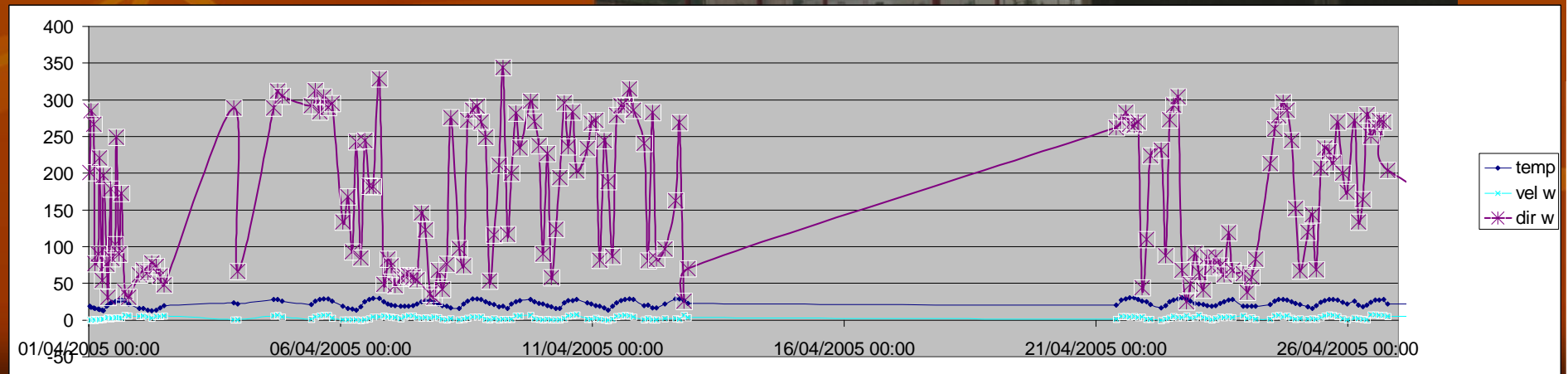
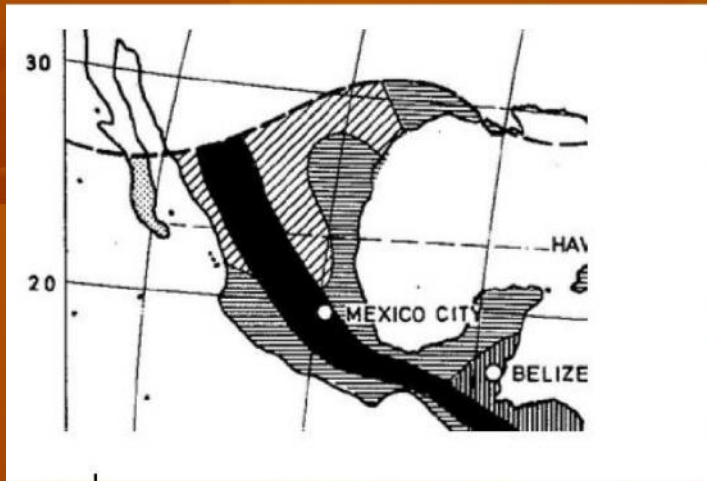
Edificios con ventilación natural (modelo adaptativo)



Ventilación natural, ejemplo

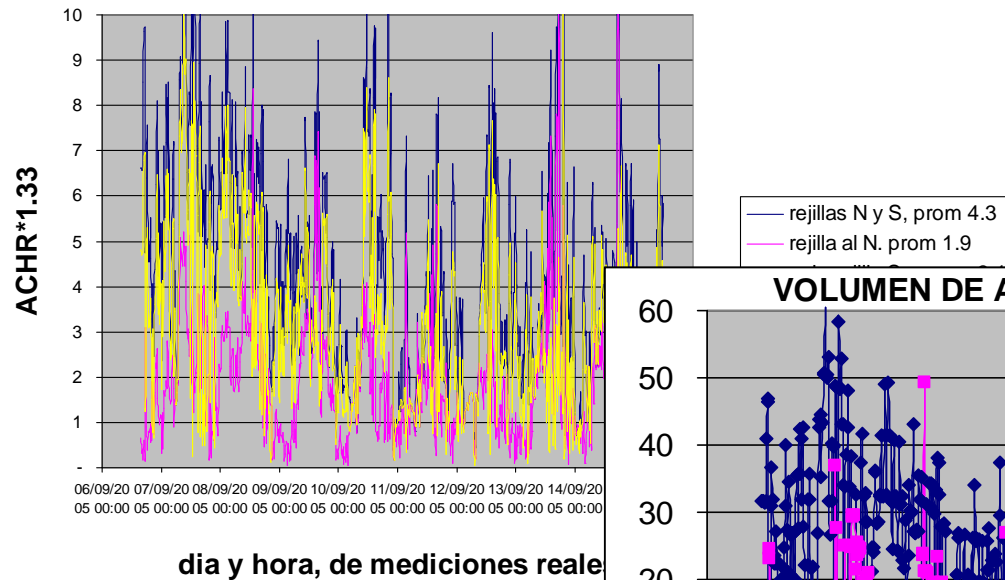


Análisis: Clima y microclima

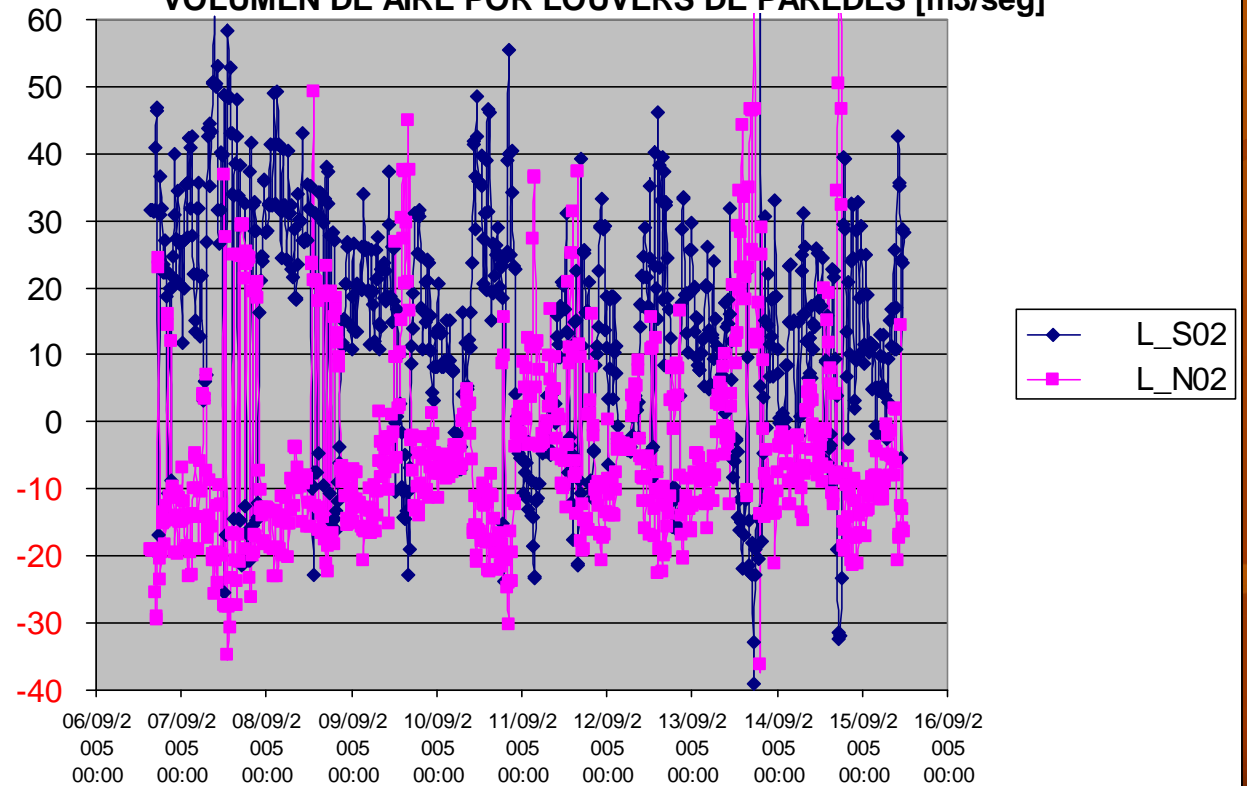


Planta ventilada naturalmente

CAMBIOS DE AIRE POR HORA (* dividir valor entre 1.33)



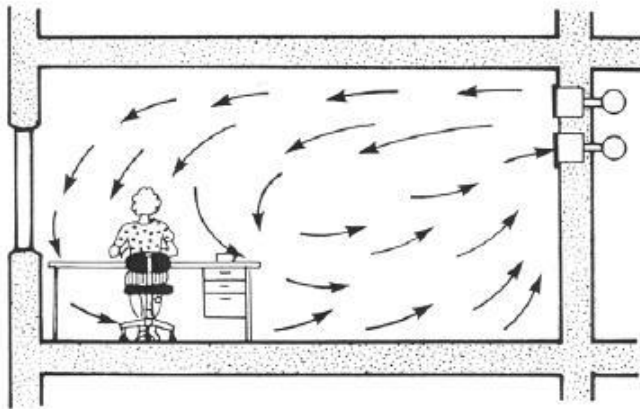
VOLUMEN DE AIRE POR LOUVERS DE PAREDES [m3/seg]



Aire Acondicionado

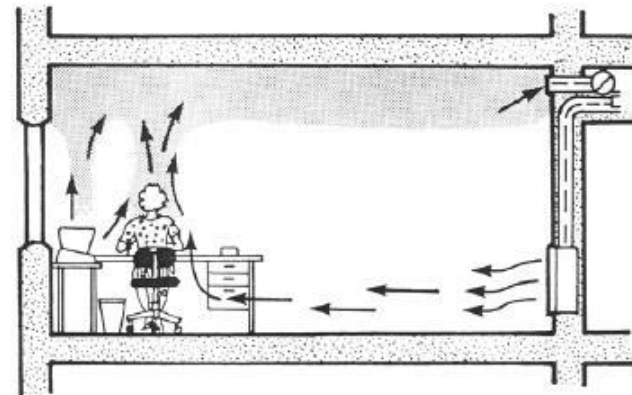
Estrategias de distribución de aire

Mixing ventilation and displacement ventilation



Mixing ventilation. Controlled by the momentum flow from supply openings

Displacement ventilation. Controlled by buoyancy (temperature differences)



Aire Acondicionado

Estrategias de distribución de aire

X La ventilación mezclada NO es una buena solución para plantas con grandes ganancias de calor. Ya que al revolver, la temperatura se uniformiza normalmente arriba de la temperatura de confort.

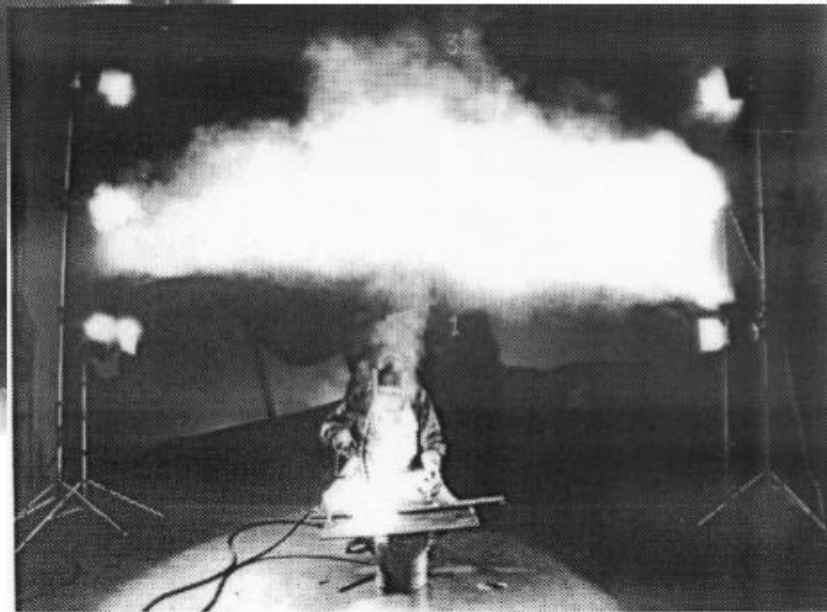
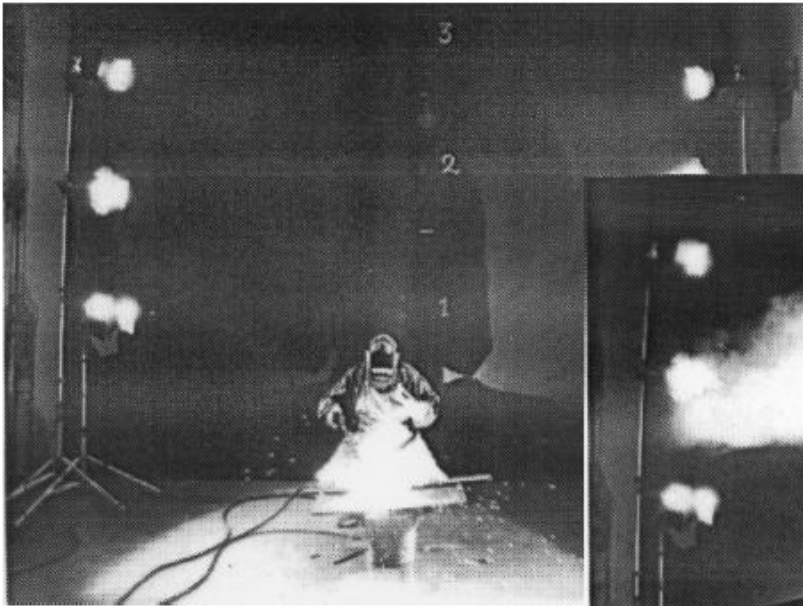
Además requiere de mucha capacidad de enfriamiento.

Es una mejor opción la ventilación por desplazamiento o bien spot cooling.

Ventilación por Desplazamiento en Plantas Industriales

OK cuando no se tiene mucha ganancia de calor

Eksempel: welding

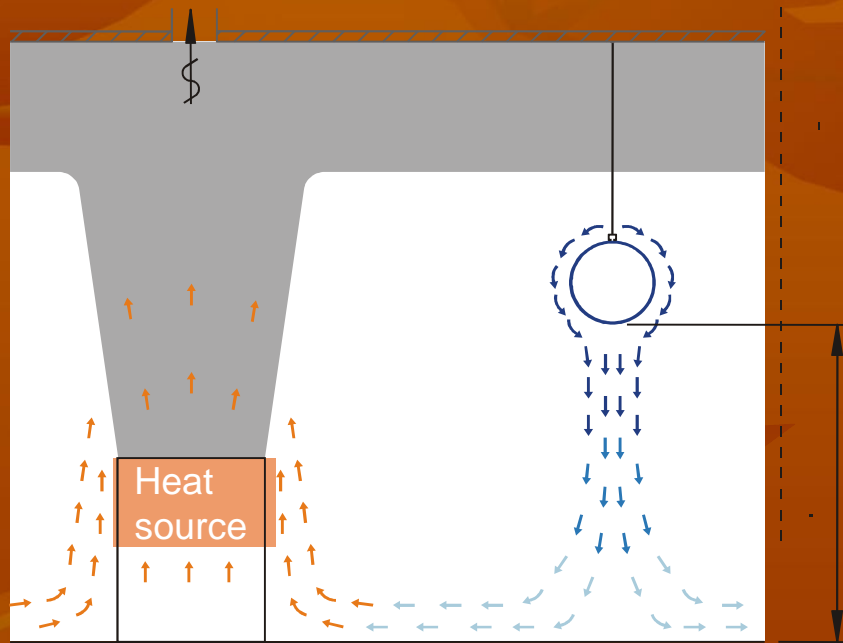


Diffuser type G

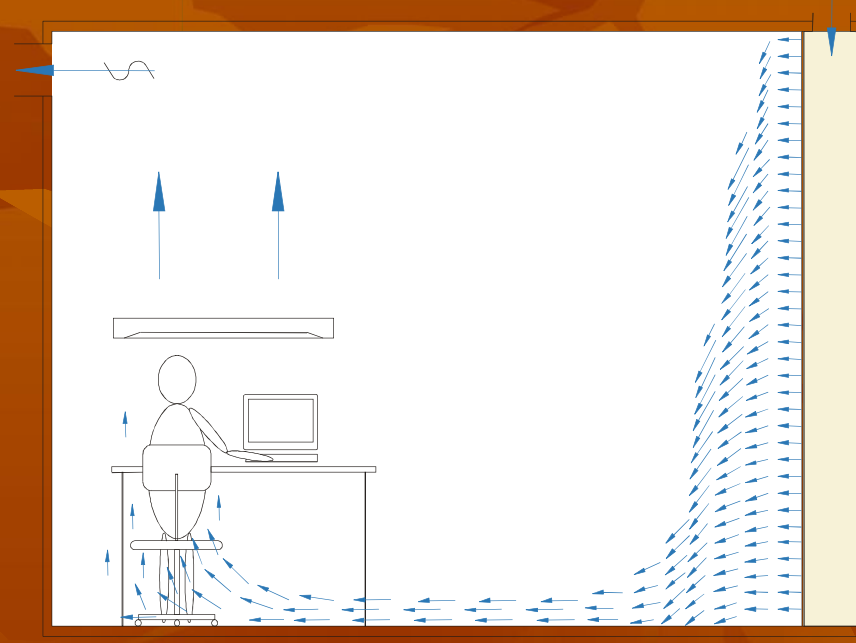


¿Como se lógra la ventilación por desplazamiento?
Mediante difusores especiales,
Mediante ductos textiles.

Ductos Horizontales o Verticales



Uno o mas fuentes convencionales de calor



$\Delta T < 3^{\circ}\text{C}$

Velocidad de suministro $< 0.1 \text{ m/s}$ (20 fpm)

Ductos Textiles, Ventilación por desplazamiento



Ducto Horizontal

Los ductos textiles son ligeros y fácil de instalar (4 veces menos tiempo que los ductos de lámina). Son lavables y no permiten el crecimiento de micro organismos.



Ducto Vertical

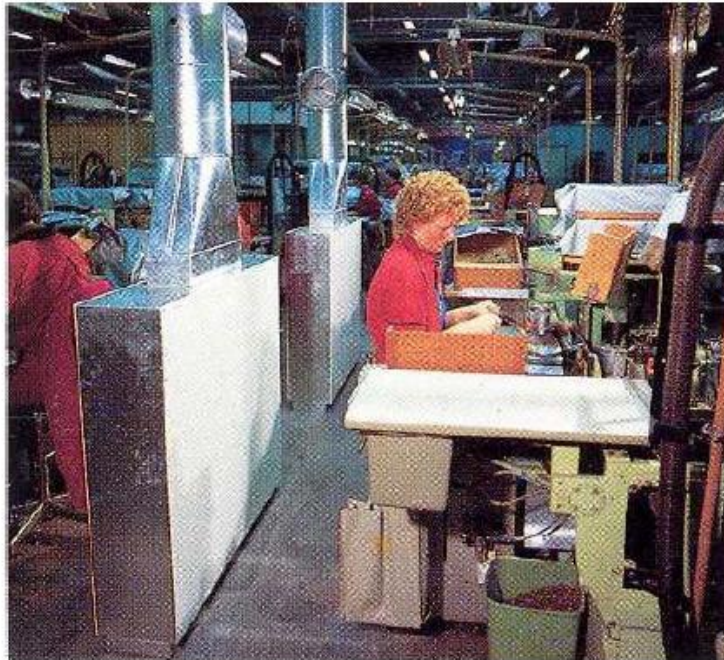
Ventilación por Desplazamiento en Plantas Industriales

OK cuando no se tiene mucha ganancia de calor

Adjacent zone in the occupied zone

Distance to
workplace 0.4m

$$T_{oc} - T_0 = 0.3 \text{ K}$$
$$u_f = 0.15 \text{ m/s}$$



Ventilación por Desplazamiento en Plantas Industriales

OK cuando no se tiene mucha ganancia de calor



Distributor: KE Fibertec AS - Joni Denmark



Distributor: KE Fibertec UK, Bakery ~ England



Distributor: KE Fibertec NA, Behr Industries Corp, USA

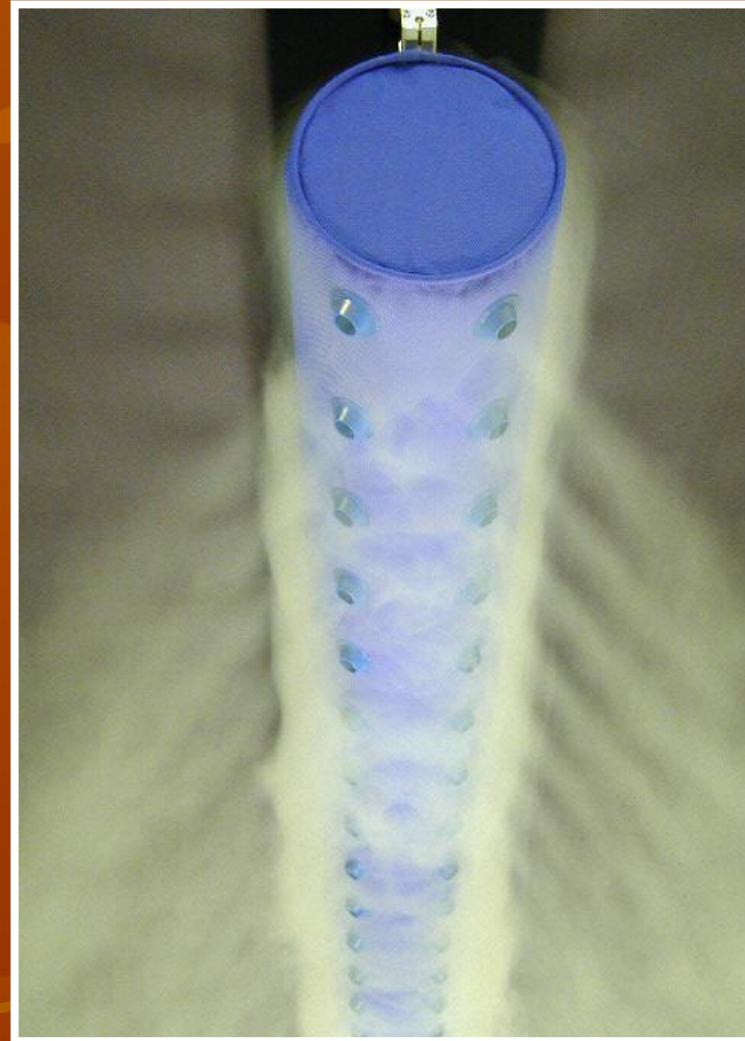
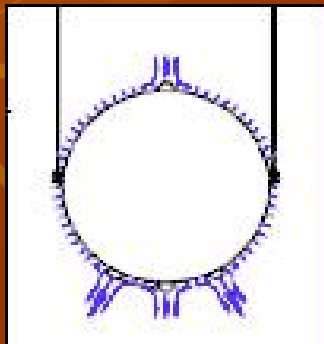
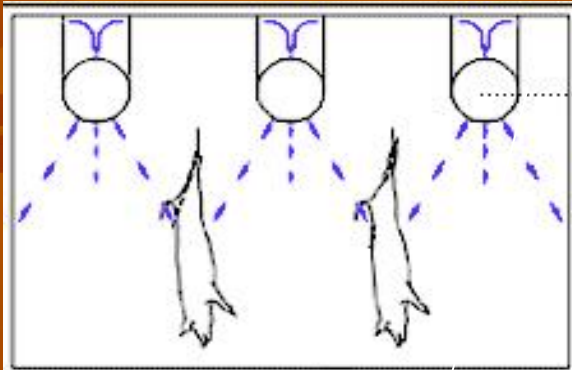


Distributor: KE Fibertec NA, Johnson Controls, KC USA



Distributor: KE Fibertec UK Panasonic, Mobile Phones

Enfriamiento Zonal (spot cooling)



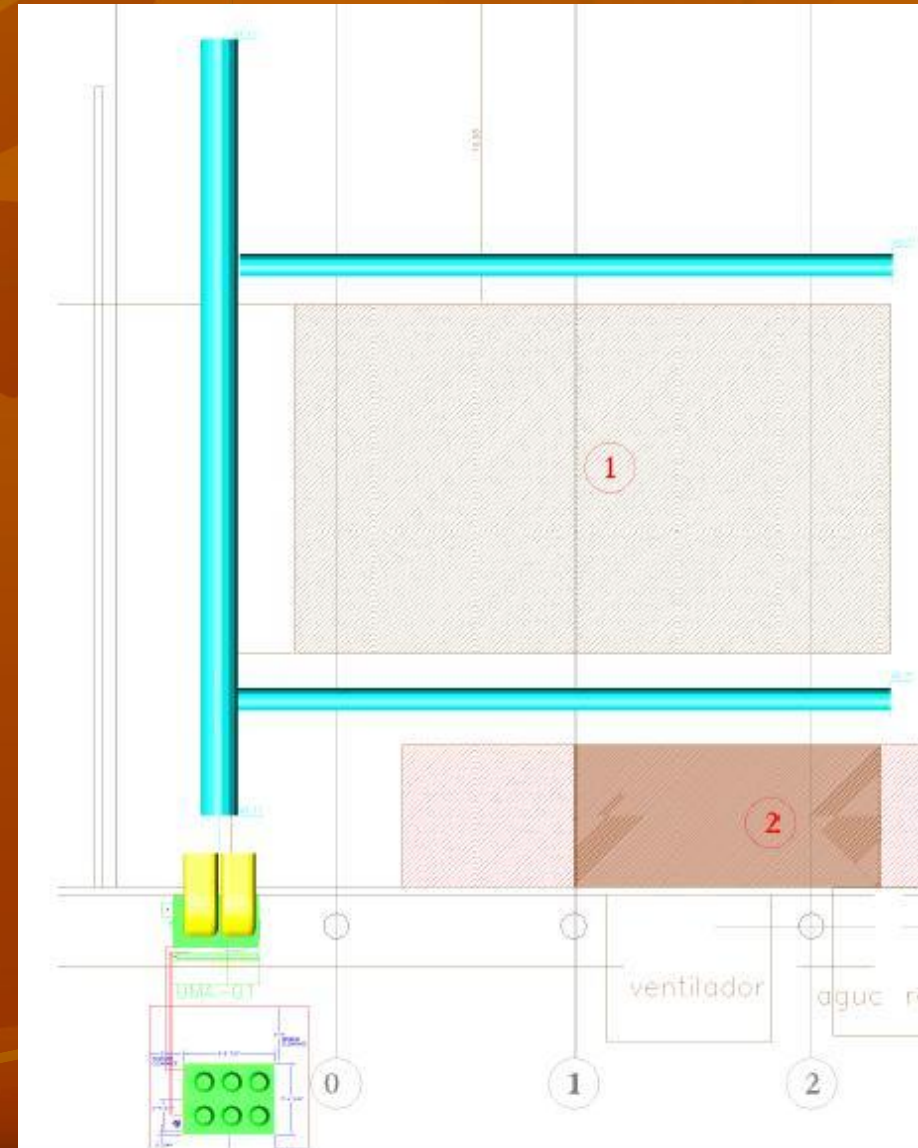
3. Suministro Direccional

Enfriamiento Zonal (spot cooling)



Distributor: KE Fibertec UK – Parcel Force, UK

Enfriamiento Zonal (spot cooling)

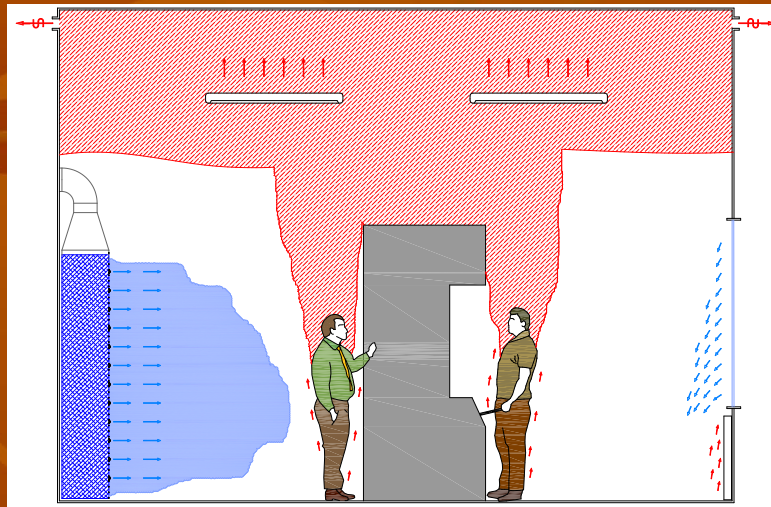


Enfriamiento Zonal (spot cooling)



Ventilación por Desplazamiento Activo

La idea es poder usar la ventilación por desplazamiento en plantas con grandes ganancias de calor. Donde solo se desea acondicionar las zonas ocupadas. Ejemplos: Freighliner Saltillo, Kellog Qro.

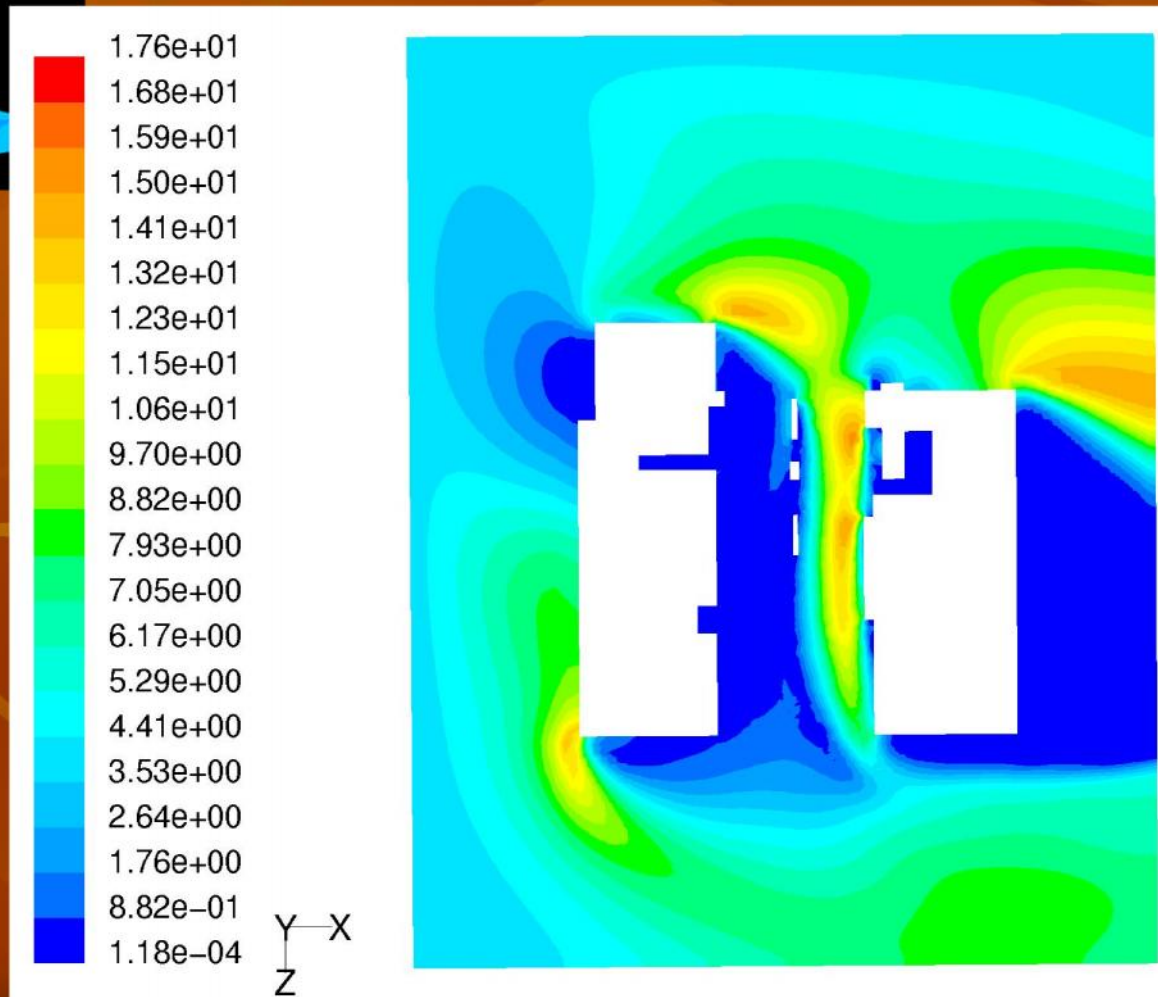
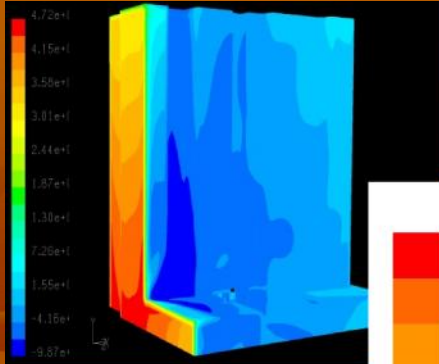


Ahorros de Energía

DOE documentó ahorros de energía mediante ventilación por desplazamiento del orden del 30 al 75%

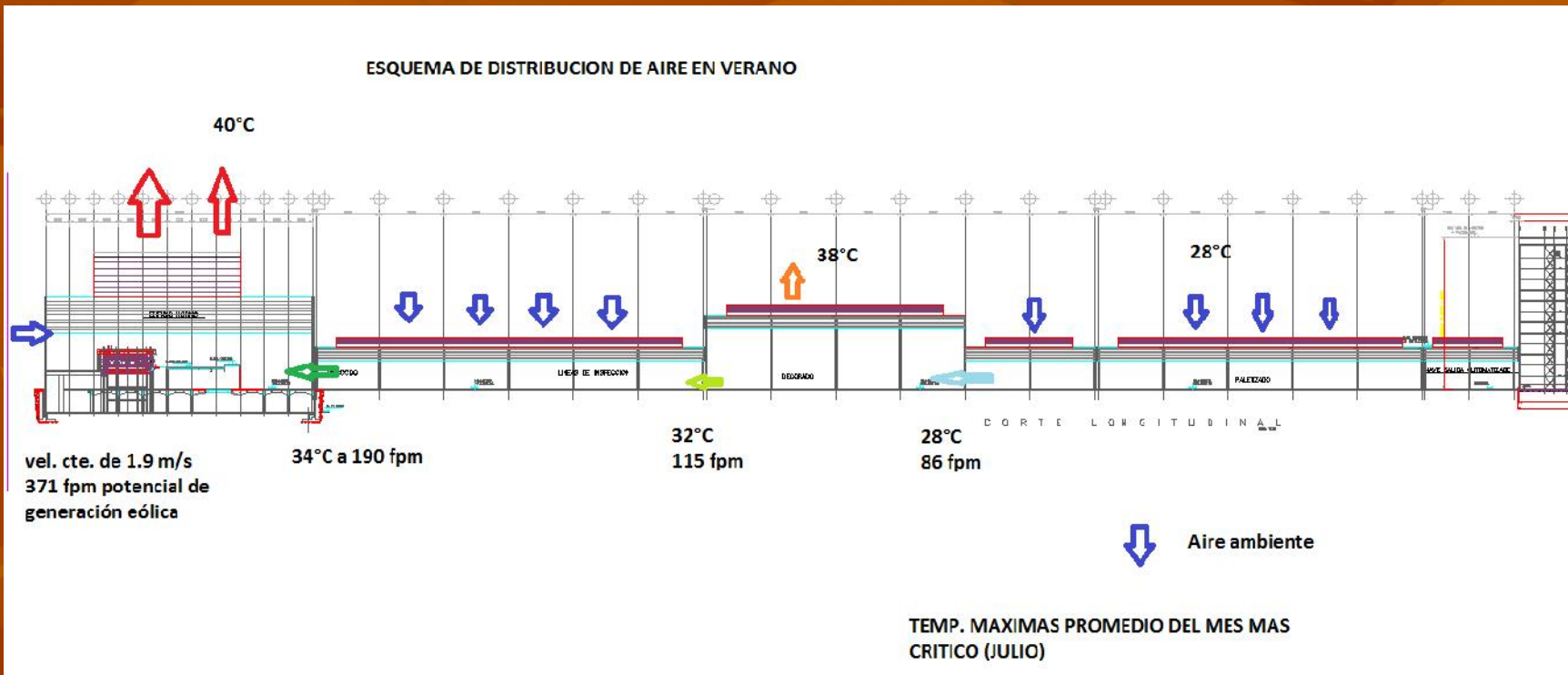
En spot cooling, el ejemplo mostrado ahorro al usuario una inversión inicial equivalente a 75 Toneladas de refrigeración (sobre 175 TR totales) (SLP)

Ventilación Natural Free-Air



Ventilación Natural

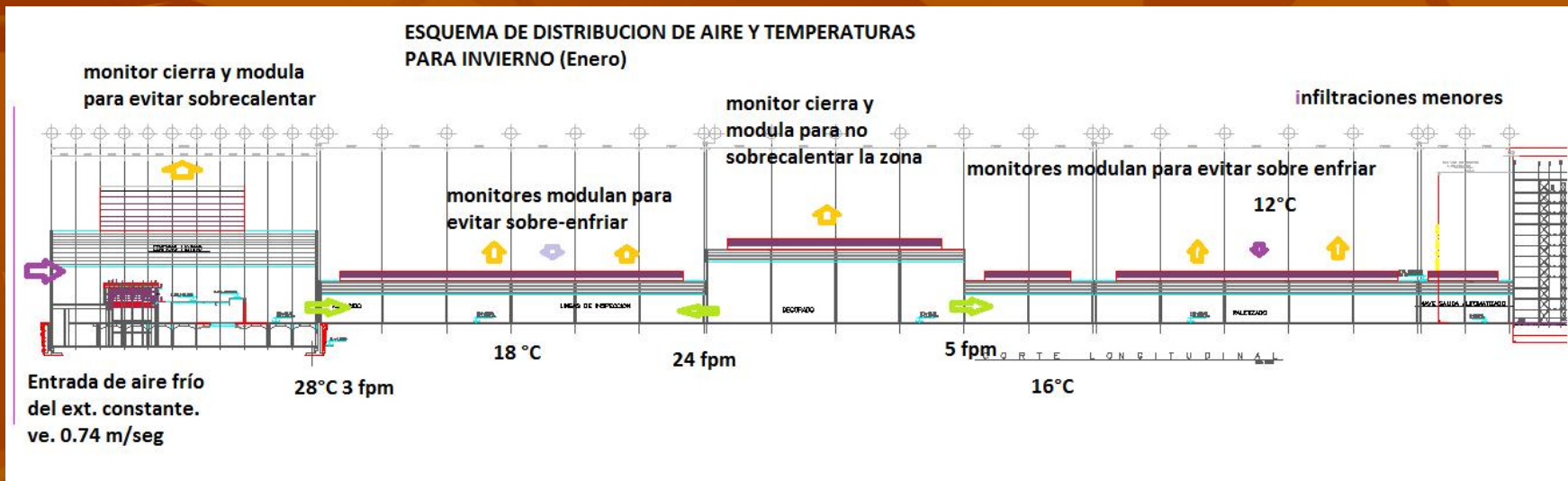
Free-Air (verano)



Ventilación Natural

Free-Air

(invierno)

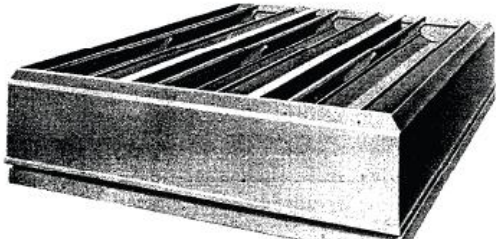


Ventilación Natural

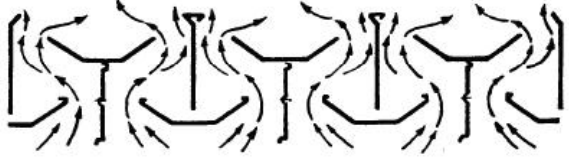
Free-Air

Equipamiento

LITE-N-AIRE AND CONTOURAMIC AIRMOVERS
PAGES 4 AND 5



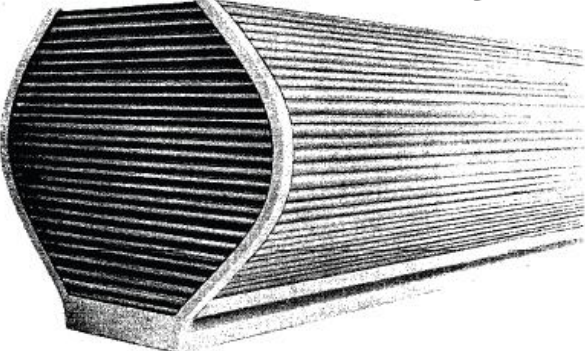
THIS IS HOW IT WORKS



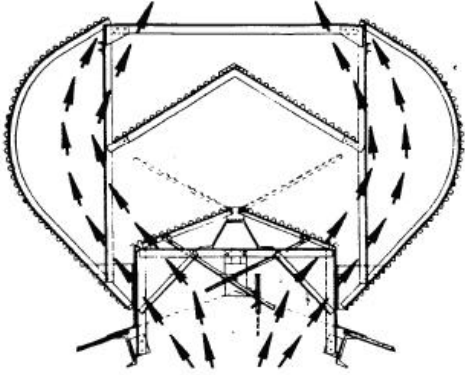
Fits All Types of Roofs!

The design of the Airmover allows considerable

MAGNAVALVE
PAGES 6 AND 7



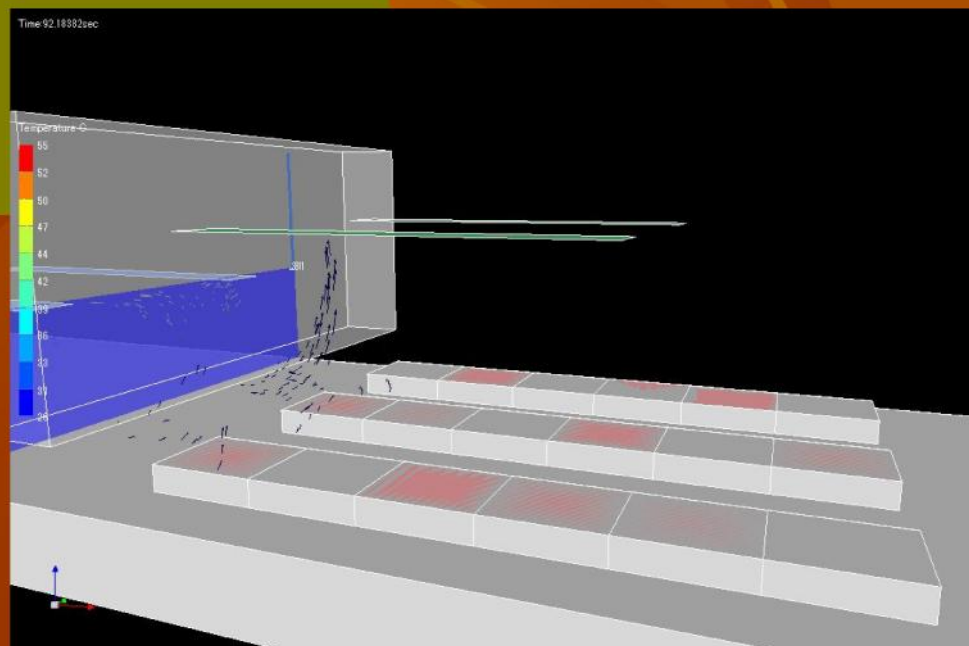
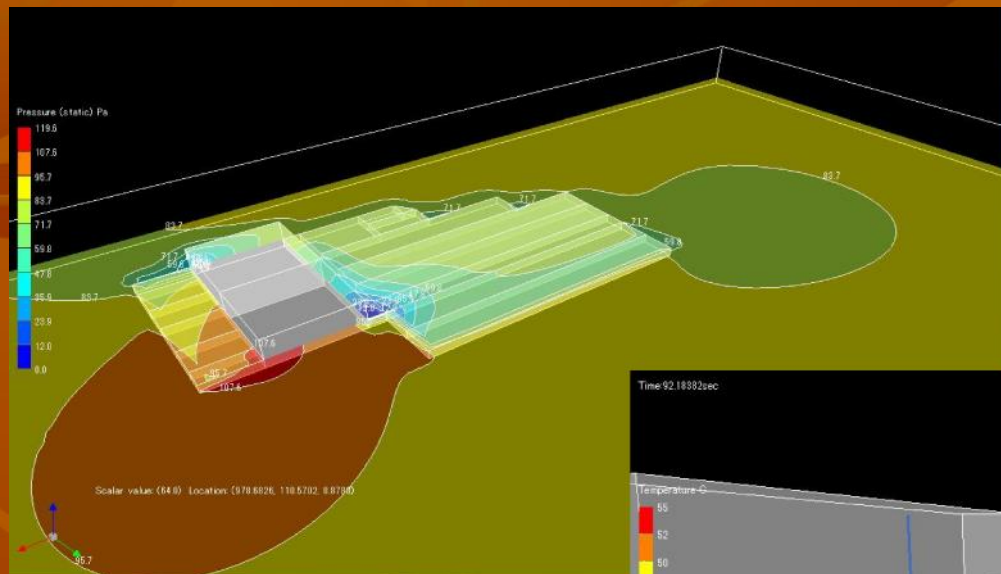
THIS IS HOW IT WORKS



Ventilación Natural

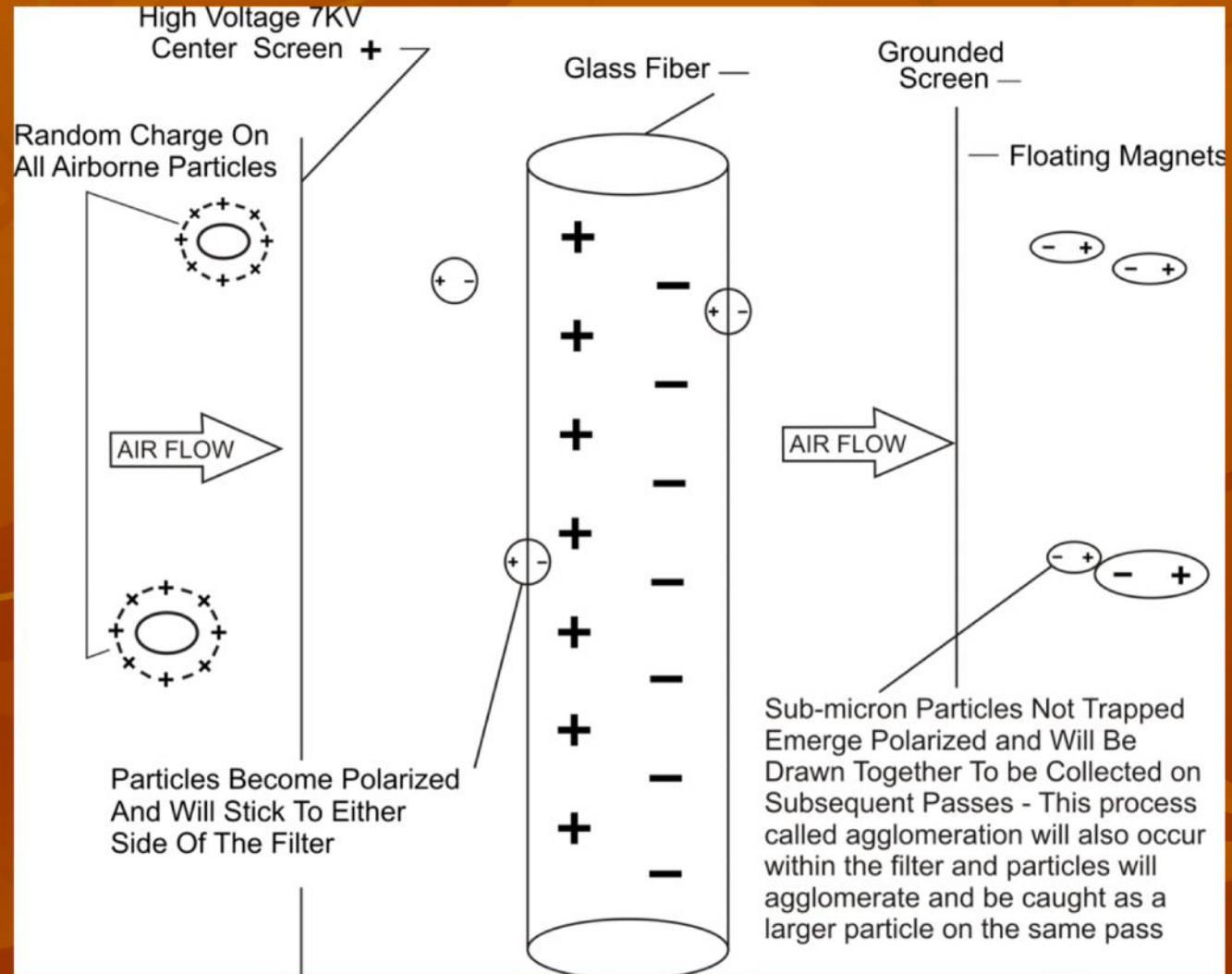
Free-Air

(Ingeniería)



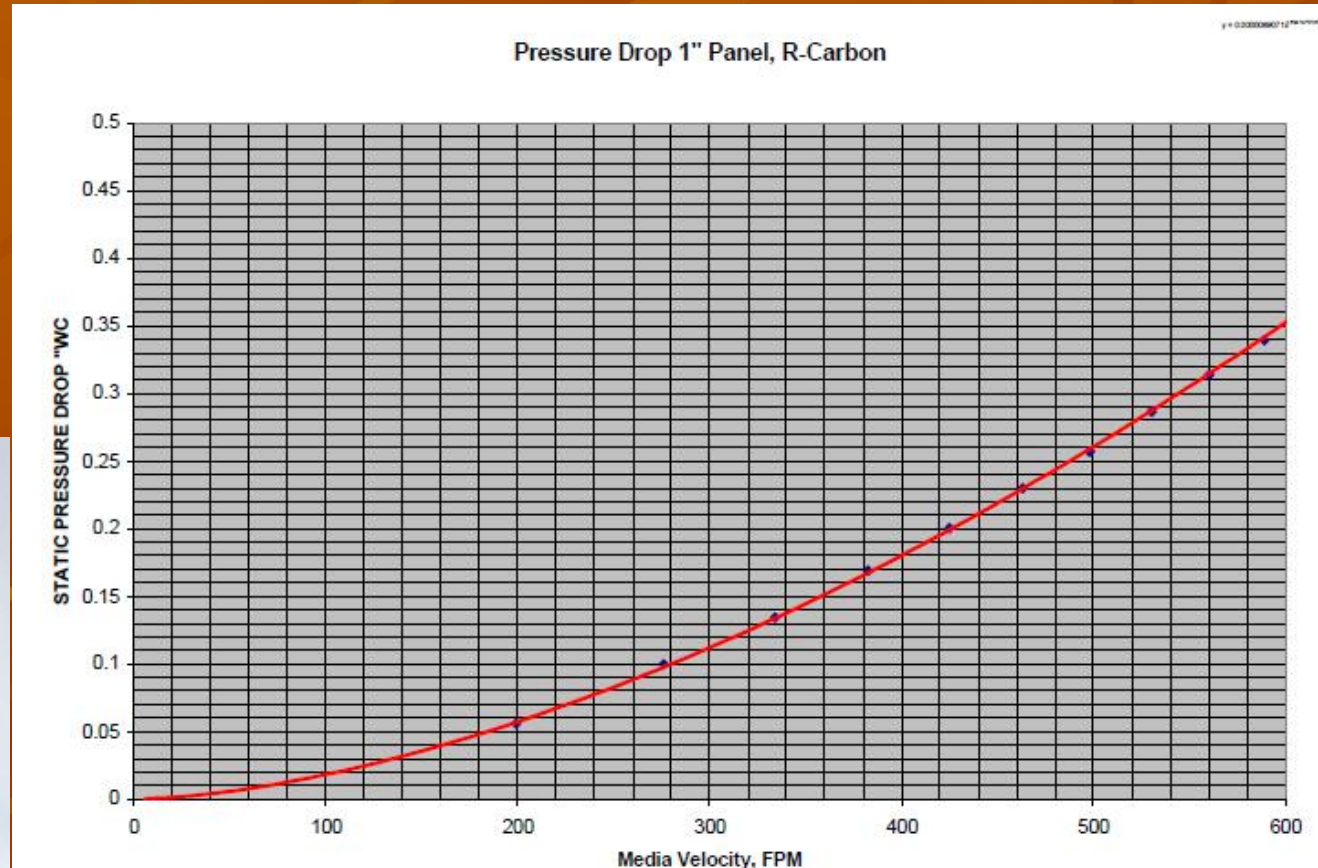
Dynamic Technology

One inch panel however technology in all Dynamics is the same.



Ventilación Natural Free-Air

(Control de Contaminantes- Filtración Electrostática)



Cómo ayuda Dynamic a lograr esto?

Filtración Electrostática de Alta Eficiencia aplicada a los Hospitales

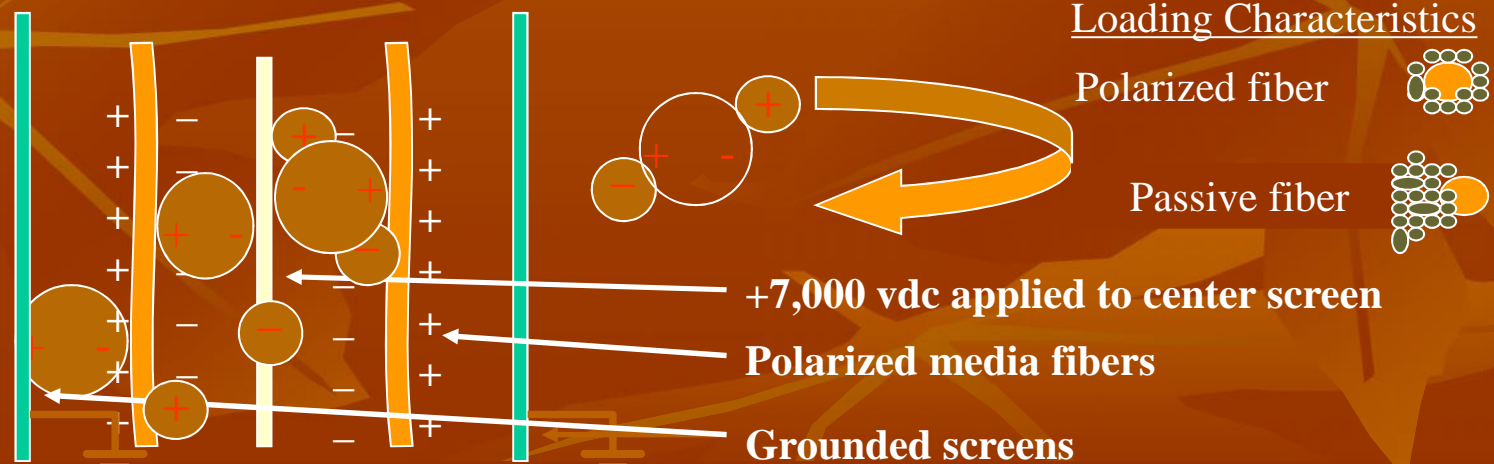
Passive mechanisms - because there is a media, there is passive collection

Polarization and electrostatic attraction -

polarized fibers collect polarized and charged particles

charged center screen collects polarized and charged particles

Agglomeration- Natural process (Brownian Motion) greatly accelerated by the field inside the air cleaner. Polarized particles attract each other and charged particles to form clusters that are more easily captured.



Aislamiento o No Aislamiento

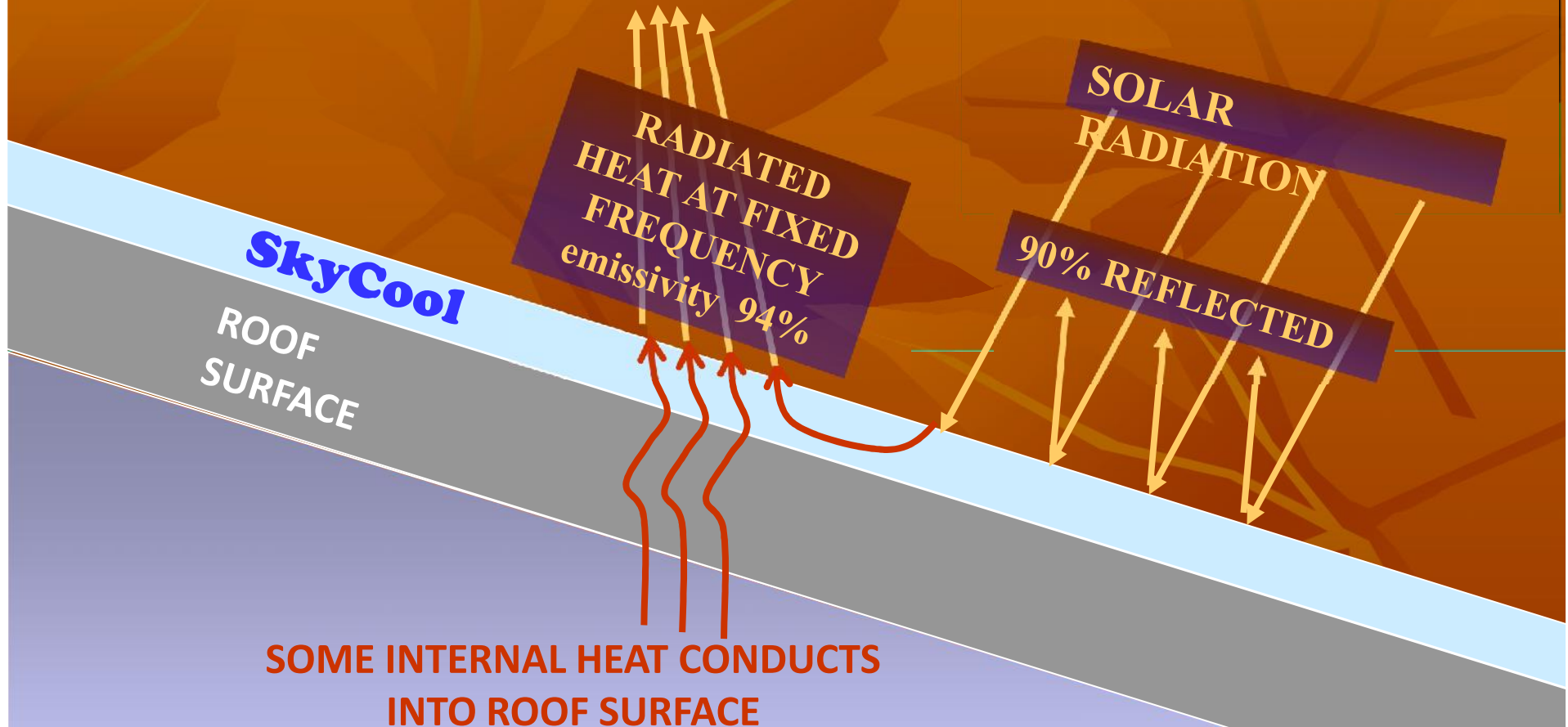
Mediante la tecnología de Cool Roof se puede reducir la temperatura de la nave sin necesidad de aislamiento.

Se recomienda usar Cool Roof en la cubierta y NO usar aislamiento en caso que la planta tenga exceso de producción de calor.

▪ SELECTIVE RE-RADIATION

BY-PASSING THE GREENHOUSE EFFECT – DIRECTLY INTO SPACE

▪ HIGH INFRARED REFLECTANCE



The result is a net solar heat loss to the building providing dramatic reductions in air conditioning energy costs

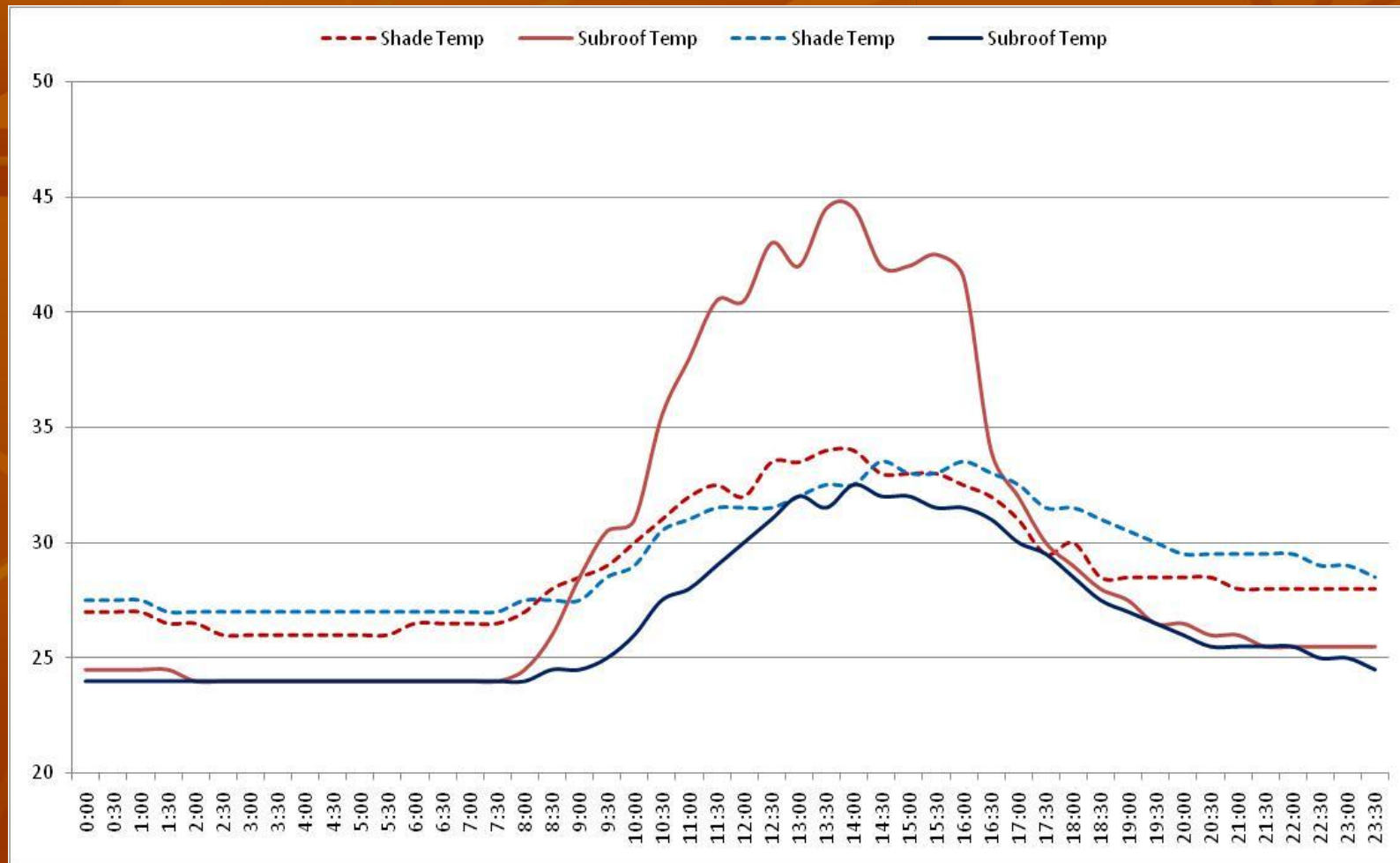
University of Technology, Sydney

Analysis of SkyCool

Sample	Actual Heat Input/Output [watts/m ²]
Insulated Steel	21.0 (heat inflow)
Uninsulated Steel	22.5 (heat inflow)
Insulated SkyCool	-1.5 (heat outflow)
Uninsulated SkyCool	-20.0 (heat outflow)

Subroof Temperature Before/After SkyCool – Singapore Mfg Plant (Becton Dickinson)

Red colors pre (Nov 11), blue colors post (Nov 24)



Trial at Singapore Pharma Plant

300 m² – AC savings 29%

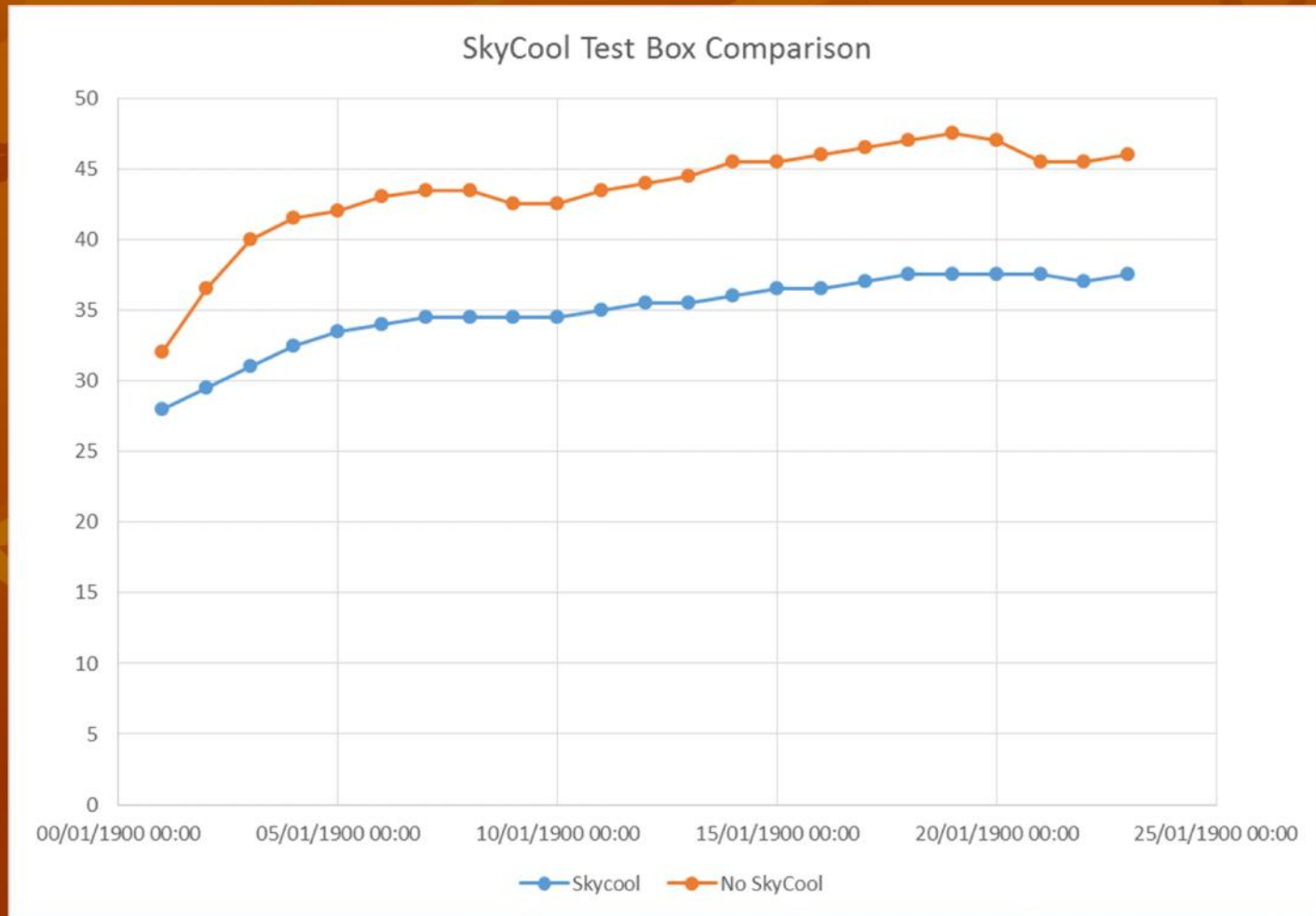


Aislamiento o No Aislamiento

Cool-Roof



Aislamiento o No Aislamiento Cool-Roof





Ing. Eric Hernández Desentis
erichdez@prodigy.net.mx

Nivel de impacto contra vida del edificio

Entre mas pronto se defina mayor el impacto!

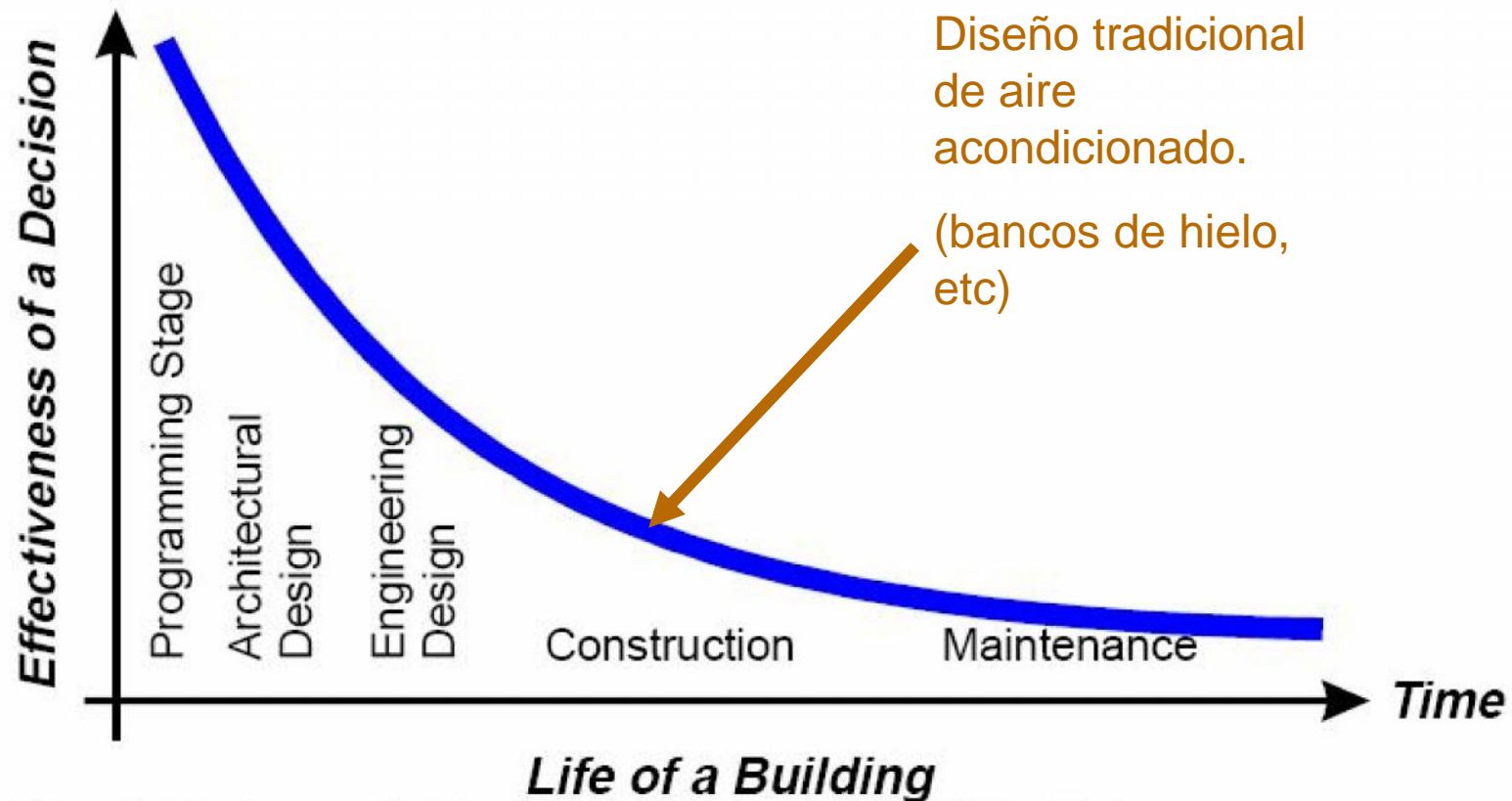


Figure 3. Effectiveness of decisions made in different stages of a buildings lifetime.

Legislación térmica disponible

- NOM-008-2001
- ASHRAE 90.1-2004

De estos dos estándares se define:

La proporción de domos / techumbre (no mas del 5% !)

El aislamiento en la techumbre (principalmente) y muros.

CFD-Simulations

