



Recuperador de energía aplicados a sistemas de aire acondicionado



Ing. David Ortiz Gómez.



¿Que es un recuperador?

Los intercambiadores de calor están diseñados para transferir energía, en forma de calor de un medio (por ejemplo un gas o liquido) a otro



¿Que es un recuperador?

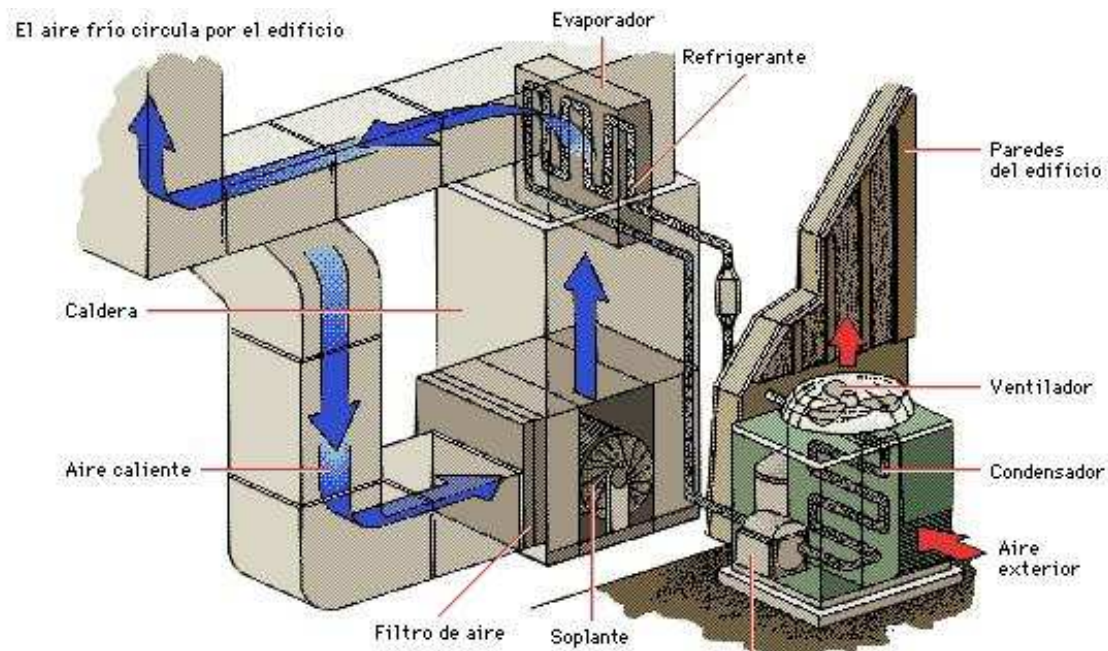
Los sistemas de recuperación de energía proporcionan una forma controlada de ventilar un edificio mientras que minimizan las pérdidas de energía



¿Que hace un recuperador de energía?

La aplicación mas familiar de un recuperador de aire a aire es en ventilación y sistemas de aire acondicionado

Objetivo: Utilizar la temperatura del aire de retorno, para disminuir el trabajo del sistema de aire acondicionado





¿Como trabaja un recuperador?

En un recuperador de aire a aire el caudal de entrada y salida están separados por una barrera solida, (por ejemplo un ducto, pared) partiendo del hecho de que existe una diferencia de temperatura entre los dos fluidos el calor del primero es cedido al segundo de acuerdo a la segunda ley de la termodinámica

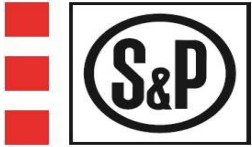


Eficiencia térmica

El grado de transferencia de energía calorífica a otros fluidos es conocido como eficiencia térmica.

$$\varepsilon_{fresh} = \frac{T_{fresh\ out} - T_{fresh\ in}}{T_{waste\ in} - t_{fresh\ in}}$$

$$\varepsilon_{waste} = \frac{T_{waste\ in} - T_{waste\ out}}{T_{waste\ in} - t_{fresh\ in}}$$



Eficiencia térmica

Si suponemos que la temperatura del aire en el interior del edificio (waste air) es 20° C, la temperatura el aire en el exterior (fresh air) es 10°C y el aire fresco entra al edificio a 12°C entonces la eficiencia térmica de cada flujo será

$$\varepsilon_{fresh} = \frac{18 - 10}{20 - 10} = 0.8 \text{ (o 80\%)}$$

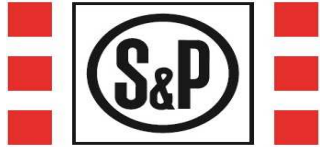
$$\varepsilon_{waste} = \frac{20 - 12}{20 - 10} = 0.8 \text{ (o 80\%)}$$



Tipos de Sistemas

Existen dos tipos de sistemas de recuperación de energía:

ventiladores recuperadores de calor (VRC) y ventiladores recuperadores de energía (o de entalpía) (VRE).



Tipos de Sistemas

La principal diferencia entre un recuperador de energía y un recuperador de calor es la forma en la que trabaja el intercambiador de calor



Tipos de Sistemas

Desde temperatura y la humedad se transfiere, ERVs puede ser considerado los dispositivos enthalpic totales.

Por otra parte, un Ventilador de recuperación del calor (HRV) se limita solamente a transferir calor sensible.

HRVs puede ser considerado dispositivos sensibles solamente porque intercambian únicamente calor sensible



Tipos de Sistemas

ERVs Vs HRVs

Los recuperadores de calor transfieren únicamente temperatura diferencial

Son buenos para alta concentración de humedad y temperatura

No son generalmente usados para ventilación general de edificios debido a su baja eficiencia

Adicionan humedad al edificio en verano

Requieren una charola de condensados y dren

Requiere un defrost activo

Controles complejos



Tipos de Sistemas

ERVs Vs HRVs

Los recuperadores de energía pueden transferir temperatura y humedad diferencial

Ruedas desecantes y platos entalpicos

Funcionan mejor en climas fríos y cálidos húmedos

Alta eficiencia en la transferencia de alta temperatura y humedad



Ventiladores de recuperación de energía

De acuerdo con el Departamento de Energía de EE.UU., los ventiladores de recuperación son “más rentables en los climas con inviernos extremos o los veranos, y donde los costes de combustible son altos.

El otro factor a considerar es el beneficio para la salud de refrescar el aire interior.



Métodos de Transferencia

Un ventilador de la recuperación de la energía (ERV) es un tipo de intercambiador de calor air-to-air que no sólo puede transferir calor sensible, también calor latente.



Tipos de dispositivos de la recuperación de energía

Rueda rotatoria de la entalpia Total y sensible

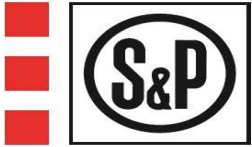
Placa fija Y sensible totales

Pipa de calor Sensible

Función alrededor de lazo Sensible

Thermosiphon Sensible

Torres gemelas Sensible



Tipos de dispositivos de la recuperación de energía

Rueda air-to-air rotatoria de la entalpia

Componen al intercambiador de calor de la rueda que rota de un cilindro que gira llenado de un material permeable al aire dando por resultado un área superficial grande. El área superficial es el medio para la transferencia de energía sensible. Mientras que la rueda rota entre la ventilación y las corrientes del aire de extractor toma energía térmica y la lanza en la corriente de un aire más frío.



Tipos de dispositivos de la recuperación de energía

Rueda air-to-air rotatoria de la entalpia

El intercambio de la entalpia se logra con el uso de desecativos. Humedad de la transferencia de los desecativos con el proceso de adsorción cuál predominantemente es conducido por la diferencia en presión parcial del vapor dentro de las corrientes aéreas de oposición. Los desecativos típicos consisten en Gel de silicona, y tamices moleculares.



Tipos de dispositivos de la recuperación de energía

Rueda air-to-air rotatoria de la entalpia

Requiere una purga para la contaminación del aire

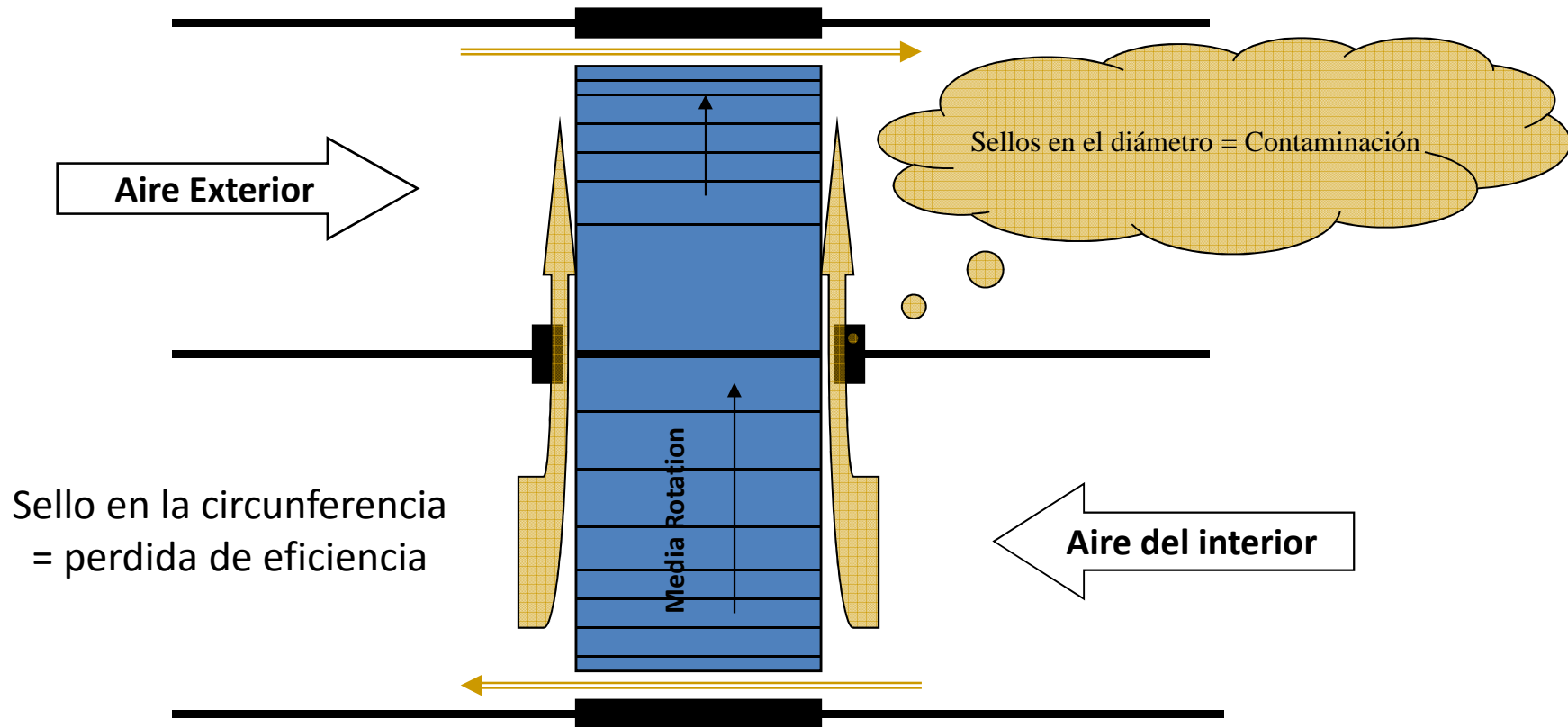
Consumo de potencia parasito

Alto costo de mantenimiento

Fuga de aire en los sellos

Controles complejos

Efectos de fuga en la rueda





Efectos de fuga en la rueda

La pérdida de aire es significativa en las ruedas

Las ruedas pequeñas pierden entre 15-30% de aire en la purga y aun algo de aire de transferencia

Ruedas pequeñas sobre 50% de purga logran 0.0 aire de transferencia

Ruedas grandes típicamente 10-20%



Degradación del desecante

Se desarrollo un ensayo de acuerdo a ARI 1060 a una rueda desecante (Mayor fabricante USA)

La unidad fue removida del ensayo después de ser usada por un equivalente de 4 años en una aplicación residencial

El performance envejecido fue comparado contra los datos certificados del producto



Degradación del desecante

Las fugas de aire de extracción dentro de aire fresco incrementaron del 10.0 % a 19.5 % lo que representa un 95%

La eficiencia del intercambio sensible se redujo de 75.0% al 70% esto represento un 7%

La eficiencia total de intercambio se redujo del 70% al 58% debido principalmente a la degradación del desecante

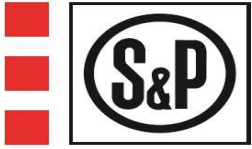


Mantenimiento de la rueda

Algunos fabricantes recomiendan comprar un
reemplazo con cada unidad para cambiar por limpieza

Ajuste de sellos y remplazo

Ajuste o remplazo de bandas o transmisión



Tipos de dispositivos de la recuperación de energía

Intercambiador de calor de placa

Los cambiadores de calor fijos o de placa no tienen ninguna pieza móvil. Las placas consisten en el alternar de capas de placas que se separan y se sellan. El flujo típico es solamente transferencia actual y puesto que la mayoría de placas es sólida y no permeable, sensible cruzada es el resultado.



Cubo Entálpico

Este sistema está compuesto por un cubo hecho de láminas que separan ambos flujos de aire. Estos pueden ser hechos de metal y plástico, los cuales transfieren únicamente temperatura de una fibra compuesto especial que permite la transferencia de calor y humedad.





Aplicaciones del Cubo Entálpico



El cubo entálpico es rápidamente justificado en edificios con altos niveles de actividad y ocupación por más de 4 hrs continuas como casas, escuelas, oficinas, tiendas departamentales.

En especial en aquellos lugares que generan altas cantidades de contaminantes por cigarro, como son Restaurantes, Bares, Casinos, lugares de fumadores, incluso es esencial.

Donde se requiera una alta renovación del aire acondicionado por motivos específicos como albercas techadas, laboratorios, hospitales, cuartos donde se requiera el suministro constante de aire fresco.



Aplicaciones del Cubo Entálpico en la Industria



En aplicaciones industriales en nuestro país puede resultar muy beneficioso, sobre todo en aquellas naves donde existen los calentadores suspendidos de gas dentro de la misma nave. Se puede no sólo obtener una mejor calidad de aire sino también recuperar la inversión en corto tiempo. Para lo que se puede calcular y predecir gráficamente el beneficio.



Aplicaciones del Cubo Entálpico



No es recomendable la aplicación de este sistema en aquellos lugares donde la temperatura exterior e interior sean muy similares, así como en áreas donde el sistema mecánico de ventilación no permita la instalación del sistema, o requiera demasiada ductería lo que haría incosteable el sistema.



Eficiencia térmica

En orden de obtener la mayor eficiencia para ambos flujos un recuperador necesita cumplir con los siguientes criterios

Los dos flujos deben estar en un arreglo pure conter flow

La masa de los flujos esta en balance perfecto

NO fugas entre los fluidos

La masa del flujo debe estar distribuida uniformemente sobre la superficie del recuperador

El calor no es conducido a lo largo de la longitud del ducto



Tipos de Intercambiadores de Calor

En paralelo, El flujo se mueve en la misma dirección.

Cross flow, El flujo se mueve en un ángulo de 90 grados en relación al otro flujo.

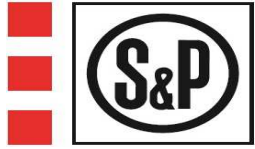
Counter flow, El flujo se mueve en dirección opuesta



La masa de lo flujos de aire esta en Balance perfecto

La masa del aire pasando en cada dirección
durante un periodo de tiempo dado debe ser
el mismo

$$C = V * \rho(K) * Cp$$



NO fugas entre los fluidos o el exterior

No debe haber fugas entre los fluidos o en el exterior lo que resultaría en una baja eficiencia y contaminación el aire



La masa del fluido debe distribuirse uniformemente sobre la superficie del recuperador

Como se menciona en el balance el flujo de aire debe pasar a través del recuperador en perfecto balance esto asegurara que todo el aire entre en los conductos.



Factores que afectan la capacidad de intercambiar calor en un recuperador

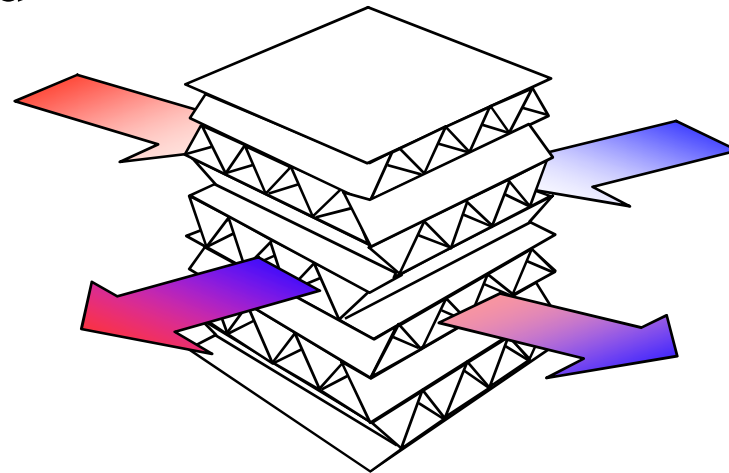
Una gran superficie disponible para el intercambio de calor

El grado de resistencia del aire en cada ducto para transferir el calor de un fluido a otro



Que es Renewaire?

Es un avanzado intercambiador estático, que trasfiere calor por conducción y humedad usando una resina higroscópica





Renewaire plato estático ERV

Separación positiva del aire

No requiere condensado o defrost

Mantenimiento sencillo

Confiable larga duración



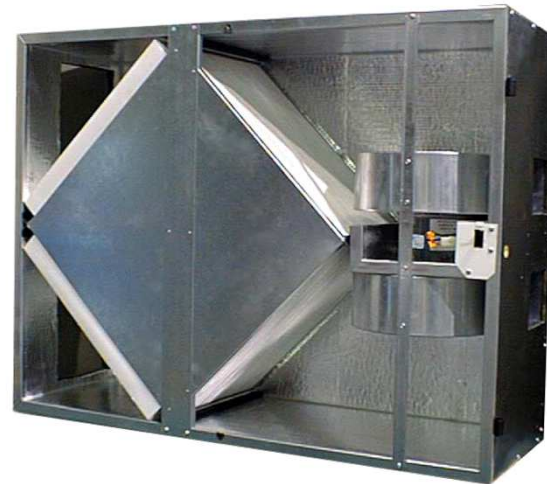


Renewaire plato estático ERV

Safety and durability UL

Residencial product performance HVI

Commercial product performance ARI





¿Qué se certifica?

Los componentes de un recuperador de energía.
Las pruebas se realizan en condiciones estándar.

- ◆ Invierno - Salida Prom = 35°Fbs, 33°Fbh
Retor Prom = 70°Fbs, 58°Fbh
- ◆ Verano - Salida Prom = 95°Fbs, 78°Fbh
Retor Prom = 75°Fbs, 63°Fbh



¿Qué se certifica?

Flujo de aire.

Caída de presión.

Eficacia.

Calor Sensible.

Calor Latente (humedad).

Total.

Fuga cruzada(proporción del aire transferido al exterior)



Programas de certificación para equipos.

- Home Ventilation Institute.

1. Certificación para equipo de ventilación residencial.
2. Unidades de embasado estándar.
3. Certificados de rendimiento para AAERV menores a 400 CFM.



- Air Conditioning and Refrigeration Institute – AHRI Estándar 1060

1. Certificación para equipamiento comercial en general.
2. Componentes estándar para recuperadores de energía.





Renewaire ERV

Unit Manufacturer: RENEWAIRE LLC
Type: PLATE **Nominal Airflow:** 450 scfm
Tilt Angle (Heating/Cooling): N / A Deg
Pressure Drop: 0.60 inches

Leakage Ratings

	Pressure Differential	EATR	OACF	Purge Angle or Setting
Test 1:	-1.00 inches	1.5%	1.00	N/A
Test 2:	0.00 inches	0.0%	1.02	N/A
Test 3	1.00 inches	0.0%	1.05	N/A
Optional Add'l Test(s):	inches			

Thermal Effectiveness Ratings at 0" Pressure Differential

	Sensible	Latent	Total
100% Airflow Heating Condition:	72%	47%	64%
75% Airflow Heating Condition:	76%	53%	68%
100% Airflow Cooling Condition:	71%	28%	44%
75% Airflow Cooling Condition:	75%	34%	50%
	Net Sensible	Net Latent	Net Total
100% Airflow Heating Condition:	72%	47%	64%
75% Airflow Heating Condition:	76%	53%	68%
100% Airflow Cooling Condition:	71%	28%	44%
75% Airflow Cooling Condition:	75%	34%	50%

Trade Name: RENEWAIRE Model Number: EV450

This package contains 1 certified component(s), for a total nominal airflow of 450 cfm.

Trade Name: RENEWAIRE Model Number: EV450RT

This package contains 1 certified component(s), for a total nominal airflow of 450 cfm.





Renewaire ERV

Unit Manufacturer: DES CHAMPS
 Type: PLATE Nominal Airflow: 1900 scfm
 Tilt Angle (Heating/Cooling) N / A Deg
 Pressure Drop: 1.25 inches

Leakage Ratings

	Pressure Differential	EATR	OACF	Purge Angle or Setting
Test 1:	-5.00 inches	1.9%	0.98	N/A
Test 2:	0.00 inches	0.0%	1.01	N/A
Test 3	5.00 inches	0.0%	1.03	N/A

Optional Add'l inches
 Test(s):

Thermal Effectiveness Ratings at 0" Pressure Differential

	Sensible	Latent	Total
100% Airflow Heating Condition:	67%	0%	44%
75% Airflow Heating Condition:	69%	0%	45%
100% Airflow Cooling Condition:	65%	0%	24%
75% Airflow Cooling Condition:	66%	0%	25%

	Net Sensible	Net Latent	Net Total
100% Airflow Heating Condition:	67%	0%	44%
75% Airflow Heating Condition:	69%	0%	45%
100% Airflow Cooling Condition:	65%	0%	24%
75% Airflow Cooling Condition:	66%	0%	25%

Trade Name: MICRO-Z

Model Number: PV-MZ-2070



Renewaire ERV

Unit Manufacturer: MICROMETL
Type: WHEEL **Nominal Airflow:** 500 scfm
Tilt Angle (Heating/Cooling) N / A Deg
Pressure Drop: 0.60 inches

Leakage Ratings

	Pressure Differential	EATR	OACF	Purge Angle or Setting
Test 1:	-0.50 inches	9.9%	1.02	N/A
Test 2:	0.00 inches	0.2%	1.33	N/A
Test 3	0.50 inches	0.0%	1.59	N/A
Optional Add'l Test(s):	inches			

Thermal Effectiveness Ratings at 0" Pressure Differential

	Sensible	Latent	Total
100% Airflow Heating Condition:	68%	60%	65%
75% Airflow Heating Condition:	73%	65%	70%
100% Airflow Cooling Condition:	68%	60%	64%
75% Airflow Cooling Condition:	73%	65%	69%
	Net Sensible	Net Latent	Net Total
100% Airflow Heating Condition:	68%	60%	65%
75% Airflow Heating Condition:	73%	65%	70%
100% Airflow Cooling Condition:	68%	60%	64%
75% Airflow Cooling Condition:	73%	65%	69%

Trade Name: MICROMETL

Model Number: 2401AA-205-Q009



Renewaire ERV

Unit Manufacturer: LOREN COOK COMPANY

Type: WHEEL Nominal Airflow: 2100 scfm

Tilt Angle (Heating/Cooling) N / A Deg

Pressure Drop: 0.96 inches

Leakage Ratings

	Pressure Differential	EATR	OACF	Purge Angle or Setting
Test 1:	0.00 inches	4.0%	1.05	0 de
Test 2:	0.50 inches	2.4%	1.08	9 de
Test 3	3.00 inches	0.8%	1.23	4 de

Optional Add'l inches
Test(s):

Thermal Effectiveness Ratings at 0" Pressure Differential

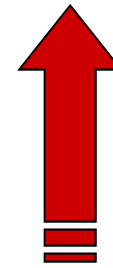
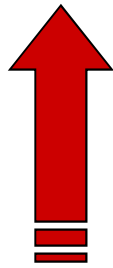
	Sensible	Latent	Total
100% Airflow Heating Condition:	71%	66%	69%
75% Airflow Heating Condition:	76%	72%	75%
100% Airflow Cooling Condition:	71%	66%	68%
75% Airflow Cooling Condition:	76%	72%	73%
	Net Sensible	Net Latent	Net Total
100% Airflow Heating Condition:	70%	65%	68%
75% Airflow Heating Condition:	75%	71%	74%
100% Airflow Cooling Condition:	70%	65%	67%
75% Airflow Cooling Condition:	75%	71%	72%

Trade Name: ENERGY RECOVERY VENTILATOR Model Number: ERV 2500



Renewaire ERV es una tecnología estable probado para
diseñar su ventilación

High Efficiency Low Cross Contamination



Ventilation System Design





10 ton AC = 4000 CFM

25% OA = 1000 CFM

Load imposed by OA = Approx. 4 tons

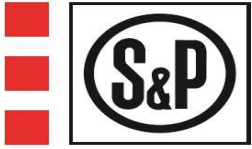
Savings with RenewAire = Approx. 2.5 tons

Can provide same AC capacity with a 7.5 ton
AC unit!!



Mantenimiento Simple





Tecnología Renewaire

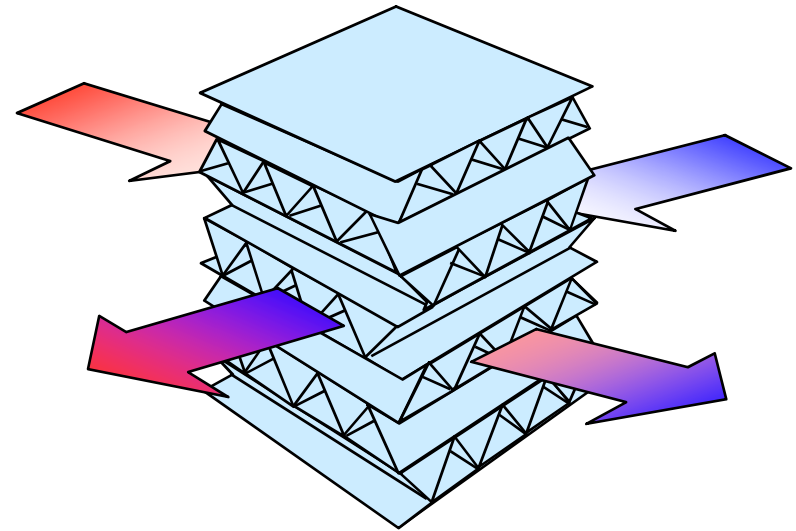
Paso de aire recto

Flujo laminar

Diseño compacto no estorboso

Velocidad típica 200-500 ft/min

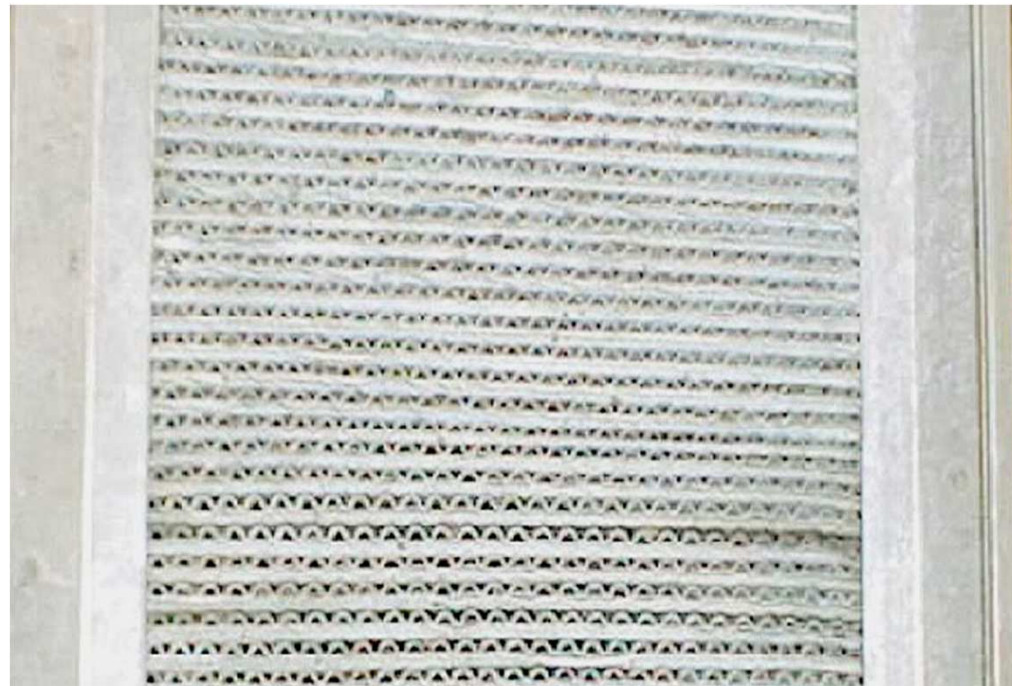
Perdida de presión Estática 0.3 – 1.3 inch

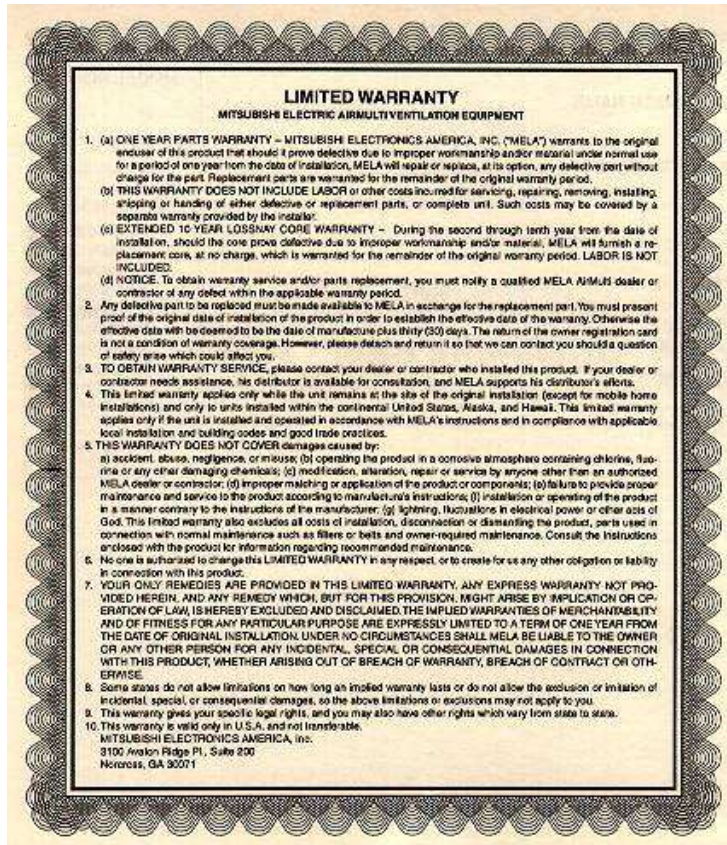




Tecnología Renewaire

Después de la limpieza con la aspiradora y un cepillo suave esta completamente restaurado





Plus, Two year parts & manufacturing quality warranty



Una línea completa de platos estáticos para ERVs

	<h3>Residential and Small Commercial</h3> <ul style="list-style-type: none">◆ 5 models ◆ 100-500 CFM◆ Built-in 24 volt transformer/relay package
	<h3>Indoor Commercial</h3> <ul style="list-style-type: none">◆ 11 models ◆ 250-7,950 CFM◆ 1 or 3 phase multi-voltage◆ 24/120/230 volt control
	<h3>Outdoor Commercial</h3> <ul style="list-style-type: none">◆ 7 models ◆ 250-7,950 CFM◆ 1 or 3 phase multi-voltage ◆ 24/120/230 volt control◆ Available vertical or horizontal duct connections
	<h3>RTEC – Roof Top End Connect</h3> <ul style="list-style-type: none">◆ 5 models ◆ 250-3,700 CFM◆ 1 or 3 phase multi-voltage ◆ 24 volt control◆ Available transition for various brand rooftop units
	<h3>Applied Products</h3> <ul style="list-style-type: none">◆ “C” - Series (cabinet) ◆ 500-20,000 CFM◆ “P” – Series (panelized) ◆ 1,500-unlimited CFM◆ Requires blowers and manifolds by others



Ventajas competitivas

ARI Certificado 0% Contaminación

CORE garantizado contra degradación
por 10 años

Bajos costos de mantenimiento

Completa línea comercial y residencial

Precios competitivos



Un buen sistema de aire acondicionado es aquel que pueda brindar un ambiente de confort, el cual proporcione una adecuada temperatura, presión, humedad relativa, calidad de aire, nivel de ruido y bajo costo.



Aspectos a considerar:

Cargas térmicas

Transmisión de calor.

Personal.

Iluminación.

Equipos varios.

Radiación solar.

Ganancias por aire exterior.



Transmisión de calor.

La ganancia o de calor por transmisión se da a través de muros, techos , ventanas, puertas, etc y la podemos calcular con la siguiente ecuación:

$$q = UA\Delta T$$

Donde:

U = Coeficiente total de transferencia de calor

A = Area a Travès de la cual fluye el calor

ΔT = Diferencial de temperatura entre los lados de la barrera



Transmisión de calor.

$$U = \frac{l}{\frac{l}{h_i} + \frac{l}{h_0} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \dots + \frac{x_n}{k_n}}$$

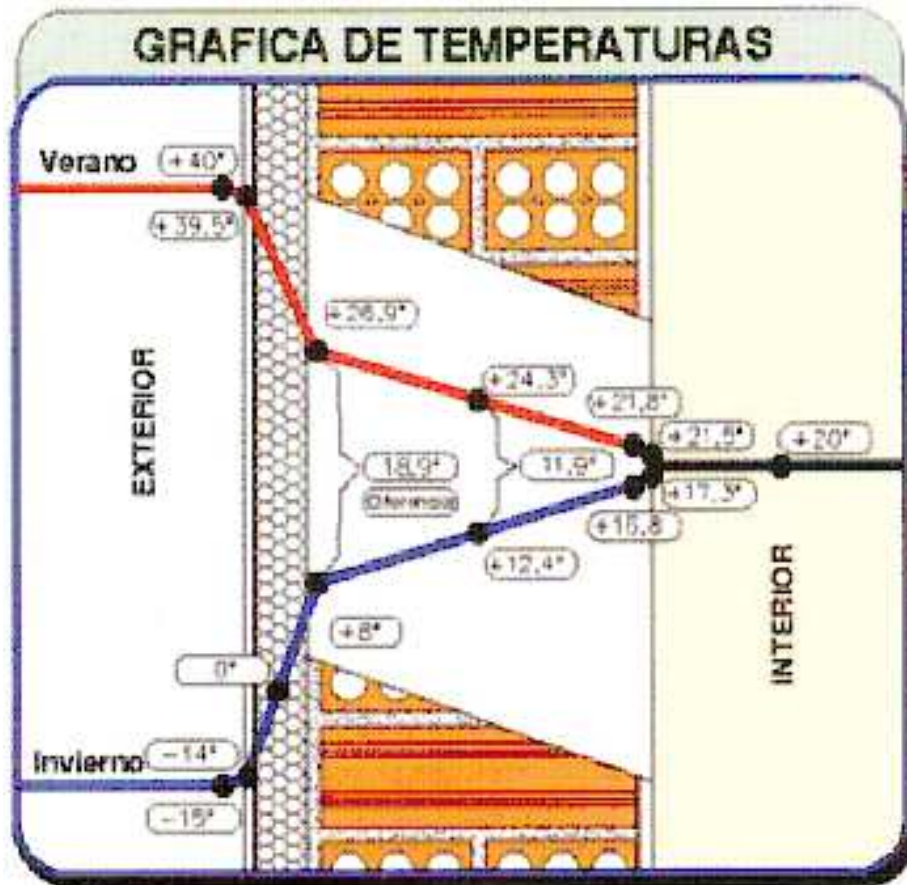
h_0 : Coeficiente de película interior para aire "quieto"

h_i : Coeficiente de película exterior para aire en movimiento 24 Km/hr
(15 millas/hr)

x : Espesor del material que constituye la barrera

k : Conductividad térmica del material de la barrera

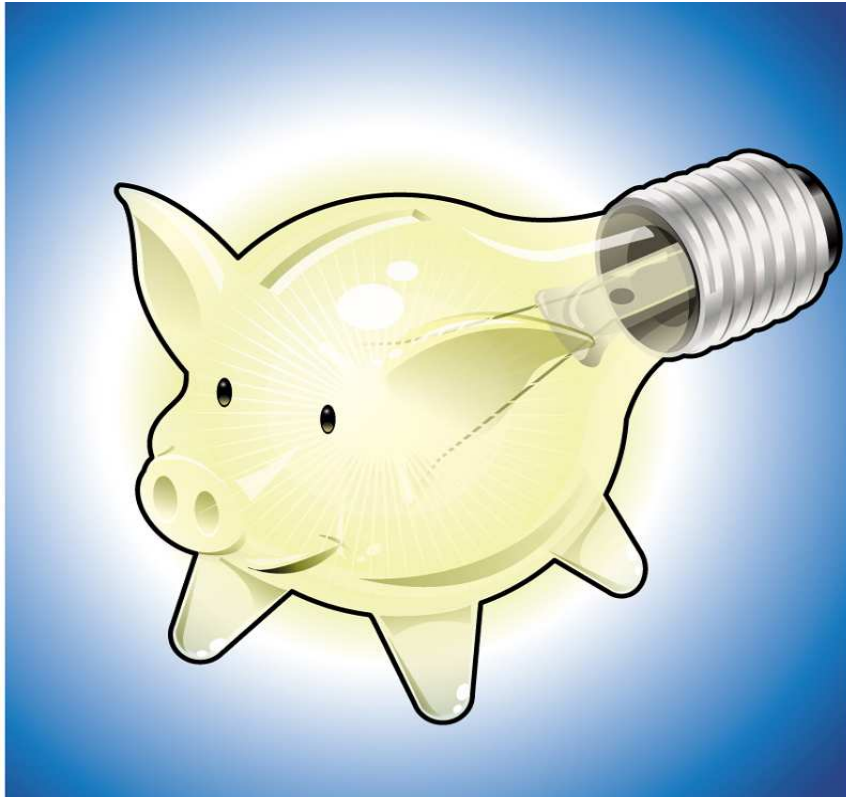
Transmisión de calor.



Entre menor sea el valor del coeficiente global de calor , menor será la ganancia de calor.

Por lo que se recomienda la utilización de materiales con conductividad térmica alta.

Iluminación.



Las ganancias de calor por iluminación esta directamente ligadas a la potencia (en w), por lo tanto a menor potencia menor es la ganancia de calor.

$$qI = wx0.86(kcal / h)$$



Equipos varios.

Las ganancias de calor por equipos esta directamente ligadas a la potencia (en w) y a la eficiencia , por lo tanto a mayor eficiencia menor es la ganancia de calor.

$$qm = wx0.86x(1 - n)(kcal / h)$$



Radiación solar.

La ganancia de calor por radiación se da a través de muros, techos, ventanas, puertas, etc y la podemos calcular con la siguiente ecuación:

$$qr = ARF$$

Donde:

A = Area a Travès de la cual fluye el calor

F = Factor de correccion de la radiacion.

R = Radiación tabulada para cada latitud.

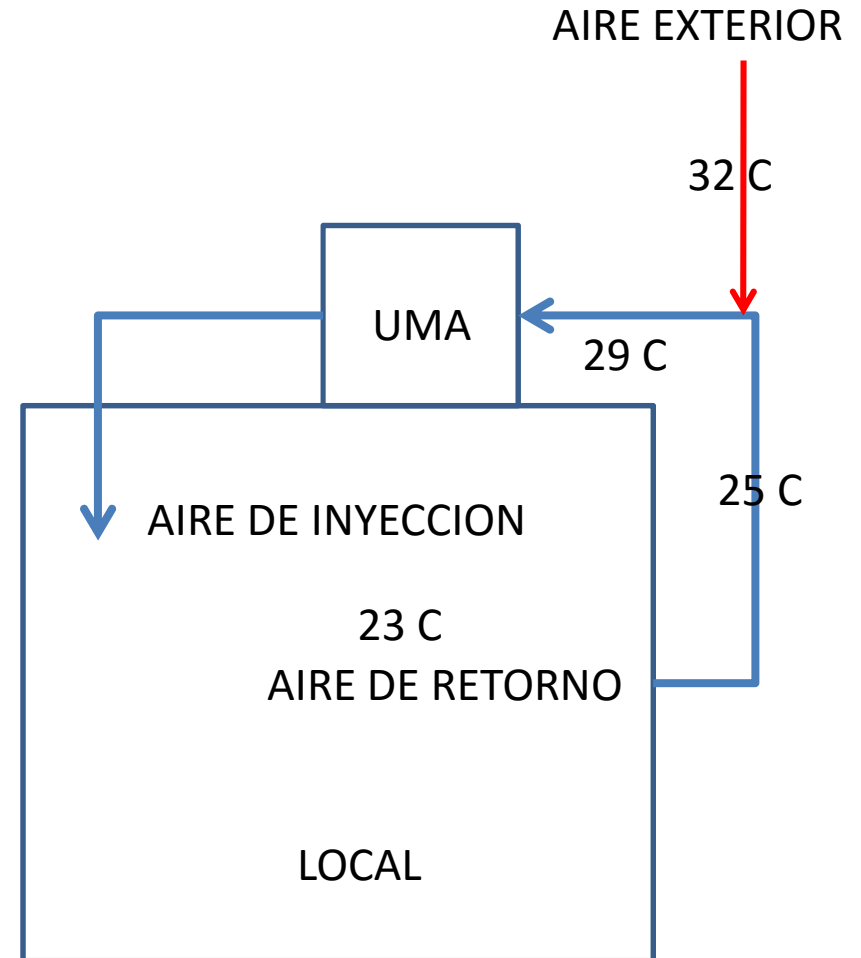
Mientras menor sea el valor de F menor es la ganancia por radiación

Ganancias por aire exterior.

Ciclo completo del aire:

Una vez que el aire acondicionado ha llegado a las condiciones interiores establecidas para el local considerado, debe salir de él para ser substituido por mas aire proveniente de la uma; sin embargo, en la mayoría de los casos es más fácil acondicionar éste aire que tirarlo al exterior, obteniéndose de esta forma una economía importante de energía. No es posible recircular todo el aire, ya que es necesario disponer de un cierto volumen de "aire nuevo" para mantener la pureza del aire en el Interior del local.

Se recirculará todo el aire que sea permisible y se completará al 100 % por medio de la adición de aire exterior





Ganancias por aire exterior.

La ganancia por aire exterior se pueden calcular con la siguiente ecuación:

$$q_{aext} = mcp\Delta t$$

Donde:

m = flujo masico de aire

cp = Calor especifico del aire

Δt = Diferencial de temeperatura.

Mientras menor sea el valor de m menor es la ganancia por aire exterior



Que tan pequeño puede ser m?.

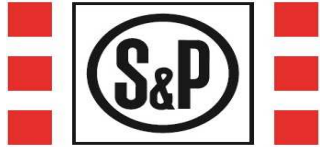
El aire de interior es de 2 a 5 veces y en ocasiones hasta 100 veces mas contaminadas que el aire al aire exterior.”

U.S. EPA



Problemas a corto plazo por falta de m.

- “Síndrome del edificio enfermo” algunos inquilinos se enferman cuando entran en el edificio y se recuperan cuando se van
- Pérdida de negocio - el restaurante pierde a clientes debido a la concentración de malos olores ocasionados por baños y/o cocina.
- El control inadecuado de la humedad da lugar a la formación de agentes biológicos.

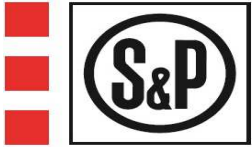


Problemas a largo plazo por falta de m.

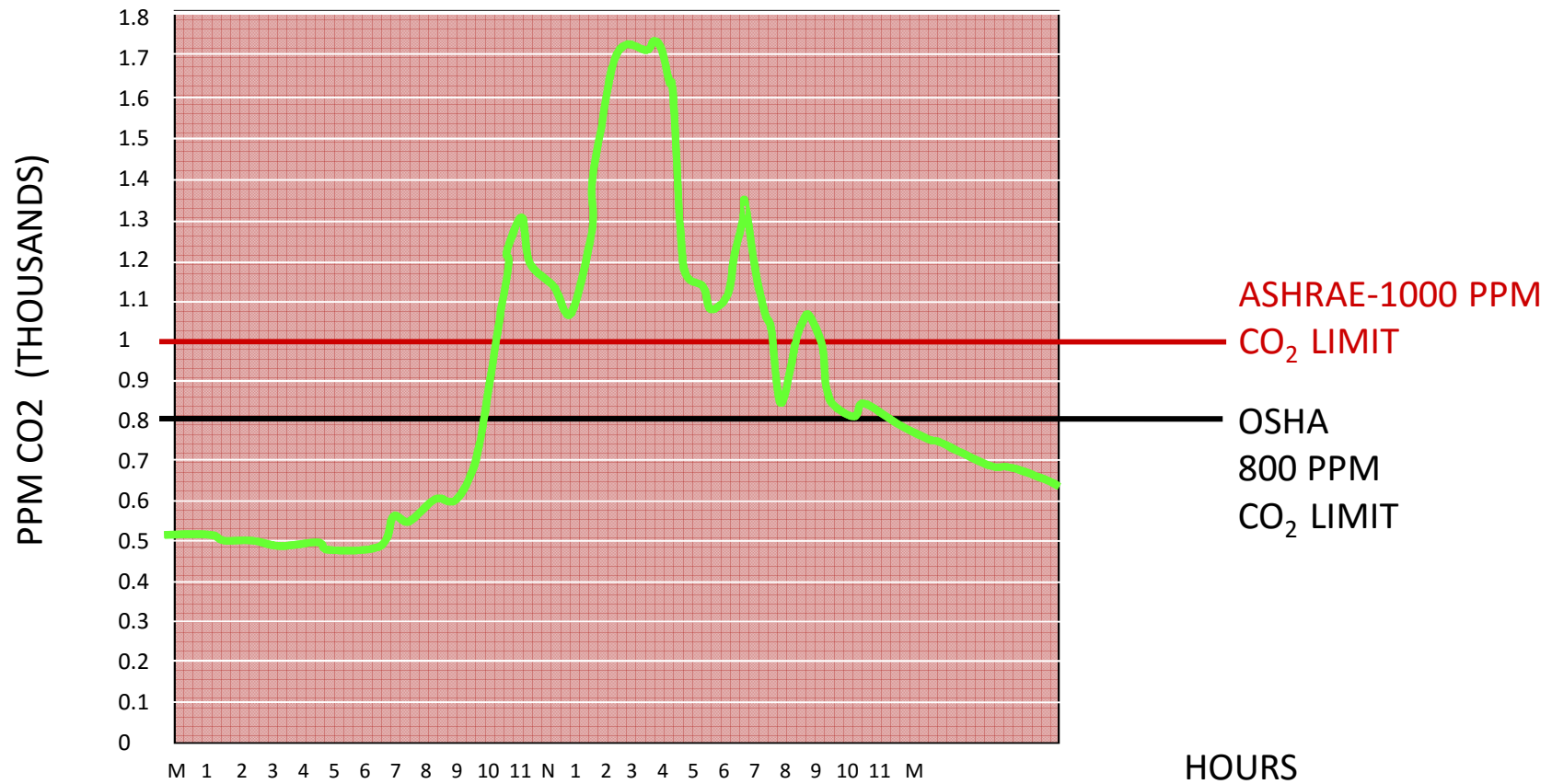
Impacto a la salud de los ocupantes, debido a los niveles elevados de los contaminante (radón, fibra de vidrio, etc.).

Productividad disminuida debido al ausentismo.

Costos de mantenimiento más altos para la limpieza y mantenimiento de equipos de A.A.

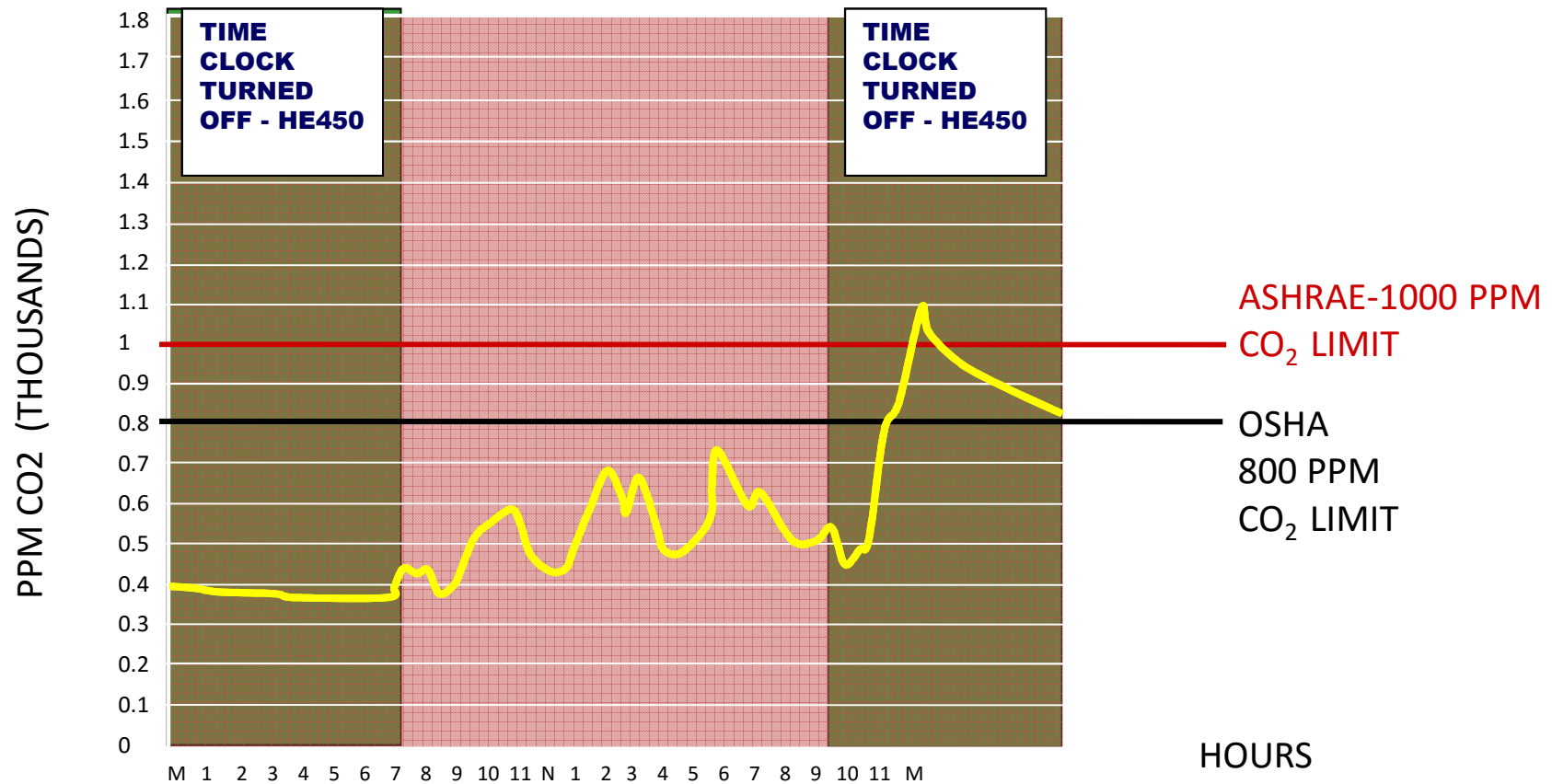


PRESCHOOL FACILITY- Before RenewAire EV450





PRESCHOOL FACILITY- After RenewAire EV450 Installation

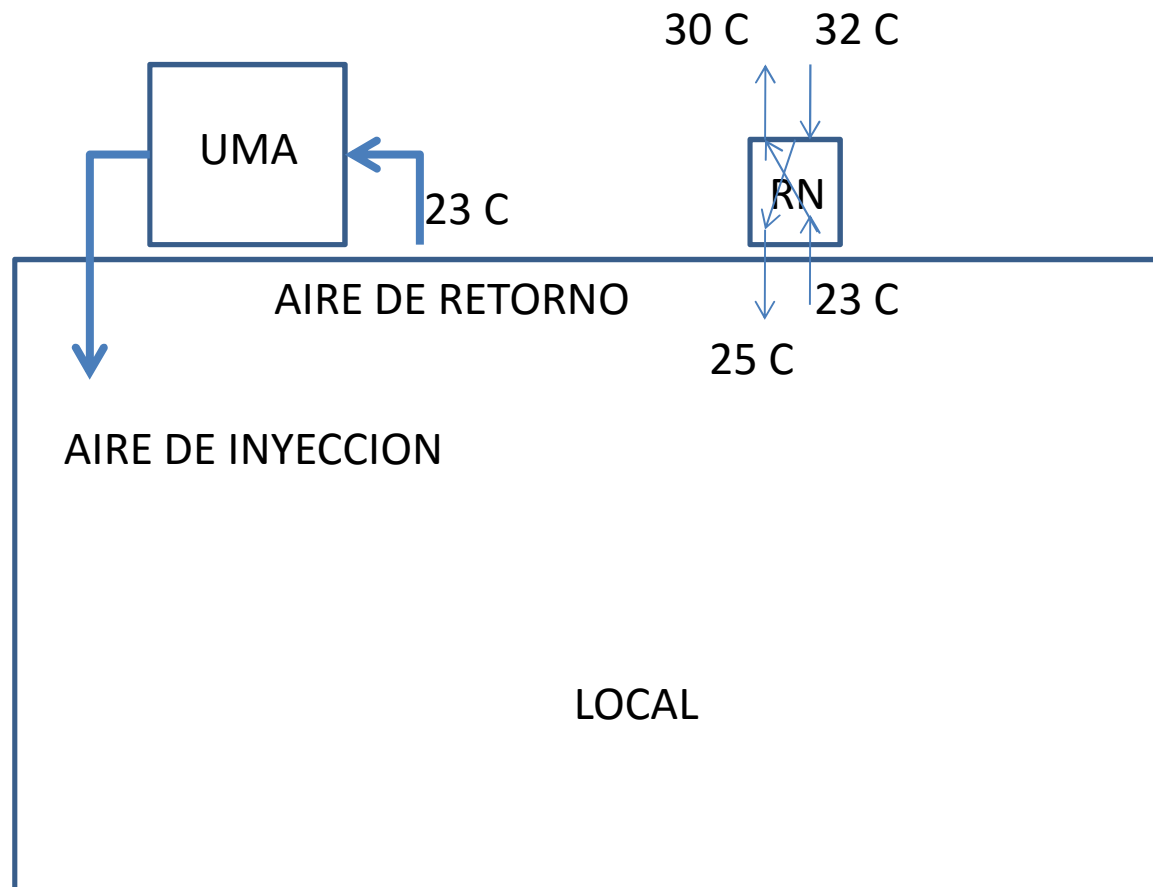




Como ahorrar energía sin sacrificar a m.

Con la implementación de equipos nuevos de vanguardia como lo es **RENEWAIRE** es posible utilizar la temperatura de aire de retorno para que enfrié el aire exterior.

Como ahorrar energía sin sacrificar a m.





Conclusiones:

- Un buen sistema de aire acondicionado, es responsabilidad de los arquitectos, ingenieros civiles e ingenieros mecánicos.
- El ahorro de energía no tienen que disminuir la calidad del aire interior.
- al proponer un sistema de recuperación de energía, se debe asegurar que cuente con los certificados pertinentes.
- El clima del futuro es el reto del presente



Conclusiones:

- Al utilizar ERV's todos ganamos. Los ocupantes van a disfrutar de una mejor calidad de aire. Los dueños de los edificios van a poder instalar equipos de aire acondicionado y/o calefacción más pequeños y disfrutan de menor consumo energético. Finalmente todos somos beneficiados ya que al reducir el consumo energético se disminuye la cantidad de gases emitidos que producen el efecto invernadero.



GRACIAS !



Ing. David Ortiz Gómez
Laboratorio de Aerotécnica

Bldv. A-15 Apdo. Postal F-23
Parque Industrial Puebla 2000
Puebla, Pue. México C.P. 72310
Directo: 52 (222) 223 39 01
Fax: 01 (222) 223 39 14, (800) 229 15 00
Conmutador: 52 (222) 223 39 00

<http://www.soler-palau.com.mx>
e-mail: roz@soler-palau.com.mx

<http://www.soler-palau.com.mx>
roz@soler-palau.com.mx