

COMPARACION DE METODOS DE CALCULO DE  
CARGA TERMICA DE REFRIGERACION  
(OASIS,ASHRAE, CARRIER, INTI)

Rubén Rébora\*, Vicente Volantino\*,  
Luis Giobergia\*, Alicia Maronna\*

INTRODUCCION

Este trabajo consiste en comparar valores de carga térmica obtenidos por dos métodos conocidos internacionalmente (ASHRAE [1] y CARRIER [2]), con un programa de simulación numérica (OASIS [3]) y la propuesta de cálculo presentada en la XIII Reunión de Trabajo de ASADES [4].

El programa OASIS se basa en la modelización numérica de los fenómenos físicos que intervienen en la evolución de la temperatura y humedad relativa interiores, así como la temperatura resultante seca, cargas sensibles y latentes, energía solar absorbida, energía solar convectiva, aportes interiores de carga, etc.

ALCANCE DEL TRABAJO

El estudio se realizó sobre un puesto sanitario de 36 m<sup>2</sup> de área de planta, compuesto por una sala de espera, un consultorio médico y un toilette. La puerta de entrada y las ventanas de la sala de espera están ubicadas en la fachada Norte, la que posee un alero de 0,70 m de profundidad. El consultorio médico y el toilette poseen orientación Este y Oeste respectivamente.

El equipamiento eléctrico es un autoclave de 400 W de consumo generando vapor de agua a razón de 0,3 g/seg. durante todo el día. La iluminación es de tipo fluorescente, con una potencia de 30 W/m<sup>2</sup> de área de planta.

La edificación posee un espacio de ático.

El puesto sanitario se analizó considerando dos sistemas constructivos diferentes, uno tradicional de mampostería (pesado) y otro industrializado (liviano).

\* División Habitabilidad - Dpto. Construcciones  
INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)  
CC157-CP1650-San Martín-Prov. Buenos Aires

### Sistema pesado (H)

Paredes exteriores de 0,3 m de espesor de mampostería de ladrillo con revoque interior. (Peso : 475 kg/m<sup>2</sup>; K : 1,88 W/m<sup>2</sup> C ;  $\alpha$  (interior): 0,4;  $\alpha$  (exterior): 0,5.)

Tabiques interiores de 0,1 m de espesor de ladrillos cerámicos huecos y con revoque en ambas caras. (Peso : 124 kg/m<sup>2</sup>; K : 2,34 W/m<sup>2</sup> C;  $\alpha$  (interior): 0,4)

Techo de chapa de zinc con simple pendiente (Peso : 15,6 kg/m<sup>2</sup>; K: 6,07; W/m<sup>2</sup> C  $\alpha$  (interior): 0,5;  $\alpha$  (exterior): 0,7)

Cielorraso de placa de yeso con aislación de lana de vidrio. (Peso : 16,7 kg/m<sup>2</sup> K : 1,26 W/m<sup>2</sup> C;  $\alpha$  (interior): 0,4;  $\alpha$  (exterior): 0,7).

Piso constituido por contrapiso de hormigón de cascote de ladrillo triturado, con terminación de baldosas cerámicas. (Peso: 288 kg/m<sup>2</sup>; K : 3,07 W/m<sup>2</sup> C);  $\alpha$ : 0,7)

### Sistema liviano (L)

Paredes exteriores de 0,053 m de espesor, constituida por paneles conformados con chapa de aluminio, poliestireno expandido y chapa de aluminio. (Peso : 6,93 kg/m<sup>2</sup>; K : 0,69 W/m<sup>2</sup> C;  $\alpha$  (interior): 0,4;  $\alpha$  (exterior): 0,5

Tabiques interiores: idem paredes exteriores

Piso, techo y cielorraso: idem sistema pesado.

### Fracción de área vidriada

Ambos sistemas se analizaron planteando dos alternativas de fracción de área vidriada: baja (L) y alta (B).

Baja área vidriada: 2 m<sup>2</sup> en fachada Norte  
1 m<sup>2</sup> en fachada Este

Alta área vidriada: 6 m<sup>2</sup> en fachada Norte  
3 m<sup>2</sup> en fachada Este

Constituido por vidrio simple de 4 mm de espesor cuyas características son:

K : 5,96 W/m<sup>2</sup> C  
Transmitancia : 0,85  
Absorbancia : 0,06

En ambos casos se utilizaron cortinas de color claro, adoptándose un coeficiente de sombra de 0,5

### Nivel de ocupación

Se consideraron dos regímenes de ocupación, uno correspondiente a una planta industrial y otro a un conjunto de viviendas.

#### Planta industrial:

Para esta situación se consideró una atención médica diurna con guardia nocturna (W).

#### Conjunto urbano:

En este caso se adoptó un perfil de ocupación correspondiente a una atención permanente durante todo el día (N).

#### Datos climáticos

Día de diseño: 21 de Enero  
Lugar: Viedma (41° Latitud Sur, 34 mts. altitud)  
Temperatura máxima: 32,6 C (a las 14 horas)  
Temperatura mínima: 18 C (a las 5 horas)  
Velocidad de viento: 6,1 m/seg  
Dirección de viento predominante: SUR - OESTE  
Nubosidad: 2 octavas

#### Variantes de estudio

Sobre la base de los datos definidos, se efectuaron los análisis de los siguientes casos:

- Sistema liviano con baja fracción de área vidriada y con atención médica diurna (SAOFLW).
- Sistema liviano con alta fracción de área vidriada y con atención médica diurna (SAOFLBW).
- Sistema liviano con baja fracción de área vidriada y con atención médica permanente (SAOFLLN).
- Sistema liviano con alta fracción de área vidriada y con atención médica permanente (SAOFLBN).
- Sistema pesado con baja fracción de área vidriada y con atención médica diurna (SAOFHLW).
- Sistema pesado con alta fracción de área vidriada y con atención médica diurna (SAOFHBW).
- Sistema pesado con baja fracción de área vidriada y con atención médica permanente (SAOFHLN).
- Sistema pesado con alta fracción de área vidriada y con atención médica permanente (SAOFHBN).

## COMPARACION DE RESULTADOS

Se tomaron los siguientes parámetros para comparar resultados:

- Carga latente de enfriamiento a las 14 horas y a las 22 horas.
- Carga sensible de enfriamiento máxima y hora de ocurrencia.
- Carga sensible de enfriamiento a las 22 horas

TABLA 1: Máxima carga sensible de refrigeración a las 14 horas.

CASO	METODO	CARGA (W)	CASO	METODO	CARGA (W)
SAOFLW	OASIS	3835	SAOFHLW	OASIS	3350
	ASHRAE	3458		ASHRAE	3399
	CARRIER *	3574		CARRIER	2808
	ASH/CARR AVERAGE	3516		ASH/CARR AVERAGE	3103
SAOFLEW	OASIS	4555	SAOFHBW	OASIS	3933
	ASHRAE	4065		ASHRAE	4002
	CARRIER *	4367		CARRIER	3471
	ASH/CARR AVERAGE	4216		ASH/CARR AVERAGE	3736
SAOFLLN	OASIS	3884	SAOFHLN	OASIS	3414
	ASHRAE	3458		ASHRAE	3399
	CARRIER *	3574		CARRIER	2808
	ASH/CARR AVERAGE	3516		ASH/CARR AVERAGE	3103
SAOFLBN	OASIS	4606	SAOFHBN	OASIS	4005
	ASHRAE	4065		ASHRAE	4002
	CARRIER *	4367		CARRIER	3471
	ASH/CARR AVERAGE	4237		ASH/CARR AVERAGE	3736

\* Los casos de envoltorio liviana fueron calculados sin seguir estrictamente el método CARRIER. Para sistemas extralivianos el CARRIER indica que se adopten los valores correspondientes a 100 kg/m<sup>2</sup> para paredes y a 50 kg/m<sup>2</sup> para techos. Debido a que los casos estudiados en este trabajo, tanto el peso de muro como el del techo, son muy inferiores a esos límites, se efectuaron los cálculos utilizando a la temperatura sol-aire directamente como temperatura exterior.

Las diferencias relativas (en porcentaje) se compararon para los valores máximos. Las diferencias absolutas se tomaron para los valores correspondientes a las 22 horas. Se compararon los valores a las 22 horas en lugar de los valores mínimos, debido a que los valores mínimos son demasiado pequeños, y en algunos casos de signo opuesto.

Los resultados se muestran en las Tablas 1, 2, 3 y 4

TABLA 2: Carga sensible de refrigeración a las 22 horas.

CASO	METODO	CARGA (W)	CASO	METODO	CARGA (W)
SAOFLLW	OASIS	303	SAOFHLW	OASIS	978
	ASHRAE	417		ASHRAE	1200
	CARRIER	523		CARRIER	874
	ASH/CARR AVERAGE	470		ASH/CARR AVERAGE	1037
SAOFLBW	OASIS	285	SAOFHBW	OASIS	946
	ASHRAE	333		ASHRAE	1087
	CARRIER	520		CARRIER	851
	ASH/CARR AVERAGE	426		ASH/CARR AVERAGE	969
SAOFLLN	OASIS	1521	SAOFHLN	OASIS	2056
	ASHRAE	1714		ASHRAE	2497
	CARRIER	1802		CARRIER	2153
	ASH/CARR AVERAGE	1758		ASH/CARR AVERAGE	2325
SAOFLEB	OASIS	1503	SAOFHBN	OASIS	2050
	ASHRAE	1630		ASHRAE	2384
	CARRIER	1799		CARRIER	2130
	ASH/CARR AVERAGE	1714		ASH/CARR AVERAGE	2257

TABLA 3: Carga latente de refrigeración a las 14 horas

CASO	METODO	CARGA (W)	DIFERENCIA (%)		
TODOS LOS CASOS	OASIS	1030	-4.5	0.68	
	ASHRAE	1078			
	CARRIER	1023		- 1.9	
	ASH/CARR AVERAGE	1050			

TABLA 4: Carga latente de refrigeración a las 22 horas.

CASO	METODO	CARGA (W)	DIFERENCIA (W)		
SAOFLLW	OASIS	630	57	48	53
SAOFLBW	ASHRAE	573			
SAOFHLW	CARRIER	582			
SAOFHBW	ASH/CARR AVERAGE	577			
SAOFLLN	OASIS	719	67	39	53
SAOFLBN	ASHRAE	652			
SAOFHLN	CARRIER	680			
SAOFHBN	ASH/CARR AVERAGE	666			

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la máxima carga sensible de refrigeración obtenidos por la propuesta de INTI, comparándolos con los de OASIS.

También se observan los valores calculados con la propuesta de INTI, adoptando coeficientes de amortiguamiento para radiación solar directa extraídos del ASHRAE.

TABLA 5: Máxima carga sensible de refrigeración a las 14 horas.

CASO	METODO	CARGA(W)	CASO	METODO	CARGA(W)
SAOFLW	OASIS	3835	SAOFHLW	OASIS	3350
	INTI *	3940		INTI *	3393
	C/AMORT.**	3761		C/AMORT.**	3195
SAOFLBW	OASIS	4555	SAOFHBLW	OASIS	3933
	INTI *	4971		INTI *	4581
	C/AMORT.**	4435		C/AMORT.**	3985
SAOFLLN	OASIS	3884	SAOFHLN	OASIS	3414
	INTI *	3940		INTI *	3393
	C/AMORT.**	3761		C/AMORT.**	3195
SAOFLBN	OASIS	4606	SAOFHBN	OASIS	4005
	INTI *	4971		INTI *	4581
	C/AMORT.**	4435		C/AMORT.**	3985

\* Propuesta INTI

\*\* Propuesta INTI con coeficiente de amortiguamiento.

### CONCLUSIONES

- Los valores de carga sensible de refrigeración a través de la envolvente obtenidos por el método CARRIER, fueron siempre por defecto (con diferencias de hasta el 30%).

En las tablas, dicho porcentaje disminuye debido a que se consideró el aporte de equipamiento, iluminación y nivel de ocupación.

Para sistemas pesados el método CARRIER de la carga máxima sensible de refrigeración dos horas más tarde que OASIS y ASHRAE.

Los valores obtenidos por OASIS son muy próximos a los de ASHRAE, tanto para sistemas pesados como livianos, mientras que los resultados del CARRIER se aproximan a OASIS cuando se tratan de sistemas livianos, utilizando para el cálculo la temperatura sol-aire.

Los valores hallados por la propuesta de cálculo de INTI se aproximaron a los del ASHRAE (siempre por exceso) para fracciones de área vidriada baja. Cuando la fracción de área vidriada es alta se obtuvieron valores por exceso, debido a la simplificación adoptada al tener en cuenta el amortiguamiento de la radiación solar que ingrese en forma directa.

Cabe aclarar que estas "pautas para la conservación y uso racional de la energía", fueron desarrolladas con el fin de efectuar un ordenamiento de las envolventes para la Nueva Capital.

Utilizando el coeficiente de amortiguamiento del ASHRAE para radiación solar directa en el método del INTI se obtuvieron resultados muy próximos a los dados por OASIS y ASHRAE.

Por último cabe destacar, que los métodos manuales ASHRAE y CARRIER presentan restricciones en cuanto al tipo de envoltente, ya que no contemplan los sistemas extralivianos (ASHRAE  $< 24 \text{ kg/m}^2$  y CARRIER  $< 100 \text{ kg/m}^2$  para muros y  $< 50 \text{ kg/m}^2$  para techos). En este trabajo, el sistema liviano simulado posee un peso de  $7 \text{ kg/m}^2$ . Esto explicaría las diferencias halladas entre ASHRAE y OASIS para estos casos.

Los resultados para carga latente de refrigeración dados por los 3 métodos (CARRIER, ASHRAE y OASIS) tienen buena concordancia.

#### REFERENCIAS

- [1] ASHRAE, Handbook of Fundamentals 1985.
- [2] CARRIER, Handbook of Air Conditioning.
- [3] OASIS, Simulation du comportement thermique d'un bâtiment et du système de traitement d'air associé Dialogic S.A. Paris.
- [4] Especificaciones para el diseño de la envoltente de edificios para la Nueva Capital. Pautas para la conservación y uso racional de la energía.  
J.Fucaraccio, R.Rebora (INTI). XIII R.T. ASADES, Salta - 1988.