

AHORRO DE ENERGÍA EN REFRIGERACIÓN DE EDIFICIOS PARA OFICINAS. PROPUESTA DE INDICADORES DE EFICIENCIA Y VALORES ADMISIBLES.

M. B. Salvetti¹, J. Czajkowski² y A. Gómez³
Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS).
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata. (FAU UNLP)
Calle 47 N° 162 – C.P. 1900 - La Plata - Argentina
Tel / fax: 54 (0221) 423-6587 (int 255) e-mail: salvetti_belen@hotmail.com

RESUMEN: En este trabajo se realiza una revisión de la Norma IRAM 11659-2 sobre acondicionamiento térmico de edificios (verificación de sus condiciones higrotérmicas y ahorro de energía en refrigeración. *Edificios para vivienda*). Se proponen valores aplicables a edificios de oficinas para los indicadores de eficiencia energética edilicia en refrigeración. La Carga térmica total de verano (Q_R) de la cual se derivan el Coeficiente de refrigeración por unidad de superficie (S_R) y el Coeficiente volumétrico de refrigeración (G_R) propuestos en la Norma IRAM 11659-2 fueron calculados teniendo en cuenta factores de ocupación, equipamiento e iluminación aplicables a viviendas. Para el caso de edificios de oficinas, donde hay una mayor concentración de personas y donde el uso de artefactos eléctricos y de iluminación es mucho más intensivo, debieran considerarse valores diferenciados.

Palabras Clave: ahorro energía; refrigeración; edificios de oficinas; eficiencia energética.

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo fue desarrollado en el LAyHS - FAU - UNLP. El mismo se encuentra enmarcado dentro de una de las líneas de investigación principales que se desarrollan en el laboratorio, orientados hacia la eficiencia energética edilicia en áreas urbanas. Forma parte de los objetivos del PICT 06 N°956 “Eficiencia energética edilicia en áreas metropolitanas” y del proyecto acreditado por la UNLP denominado “Eficiencia Energética y Sustentabilidad para la Materialización de Edificios en un Contexto de Adaptación al Cambio Climático”.

La importancia del tema está relacionado con dos problemáticas actuales: la escasez de recursos energéticos y el cambio climático debido al calentamiento global. Aspectos en los cuales la construcción del hábitat tiene un grado de incidencia significativo (IPCC, 2001). La industria de la construcción es una de las más importantes consumidoras de materias primas y recursos no renovables. La misma implica un gran impacto ambiental no sólo durante los procesos de extracción y elaboración de las materias primas, sino también durante la construcción de edificios, su utilización y aún después, cuando el edificio es demolido y reciclado (Edwards, 2008).

Los combustibles fósiles por su parte constituyen la principal fuente de energía empleada en el hábitat construido. En Argentina, por ejemplo, el 96% de la generación eléctrica es mayormente centrado en la combustión de combustibles fósiles (Secretaría de Energía de la Nación; MECON, 2008).

La Argentina cuenta con normativa relacionada con la calidad térmica edilicia desde principios de los '70, la cual es revisada y actualizada continuamente. Dos indicadores regulan la calidad de la envolvente edilicia; el coeficiente volumétrico (G_C) de pérdidas de calor orientado al ahorro de energía en calefacción propuesto por la Norma IRAM 11604 y la transmitancia térmica (K) para muros y techos según tres niveles de calidad propuestos por la Norma IRAM 11605. La implementación de los valores propuestos por estas normas permitiría regular la calidad térmica de las construcciones y ser instrumentos para la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Por otra parte los únicos indicadores que afectan al comportamiento de edificios en el período estival en las zonas I a IV (Norma IRAM 11603) es la transmitancia térmica (K) para condiciones de verano y los propuestos por la Norma IRAM 11659-2.

METODOLOGÍA

Este trabajo da continuidad al modelo de ahorro de energía en refrigeración presentado en el año 2006 al Instituto Argentino de Normalización, el cual se convirtió en la parte 2 de la Norma IRAM 11659 en 2007. De la parte 1 de dicha Norma (IRAM, 2004) se toman los datos para determinar la carga térmica de refrigeración del edificio, teniendo en cuenta el destino de los locales habitables, en este caso oficinas.

¹ Arquitecta Becaria Inicial ANPCyT

² Profesor UNLP e Investigador Adjunto CONICET (Director)

³ Profesora UNLP e Investigadora Adjunta CONICET (Co-Directora)

La metodología utilizada fue tomada del trabajo desarrollado por el Grupo Eficiencia Energética Edilicia (GEEE) de la Cátedra de Instalaciones de la FAU – UNLP en el año 2006. En aquel entonces, luego de analizar los datos normativos de los que se disponía y ante la inexistencia de Grados Día de Refrigeración propuestos, se planteó la necesidad de adoptar como indicador climático la Temperatura Exterior de Diseño en el periodo de verano (*TDMX*).

Luego de analizar las características de las distintas zonas bioambientales que conforman la Argentina (Norma IRAM 11603) se decidió adoptar un rango entre los 30°C y los 40°C de *TDMX*. Se resolvió que la verificación se haría para el día 15 de enero a las 13hs. Como a nivel normativo no se contaba con datos ni procedimientos de cálculo de radiación solar *I_s* horaria para las diferentes latitudes, orientaciones y pendientes de los planos posibles de ser analizados, se propuso un anexo normativo en el cual se analizó la *I_s* horaria en las capitales provinciales respecto de su pertenencia a las zonas bioambientales I a IV, que son las que requerirían de la utilización de refrigeración mecánica durante el período estival. El resultado obtenido fueron 8 tablas con datos de *I_s* horarios (en W/m² y MJ/m²) para nueve orientaciones, para las zonas bioambientales Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIc, IVa, IVb, IVc y IVd. En la determinación de la *I_s* se utilizó el procedimiento de Liu & Jordan aplicando el *K_t* provisto por la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) de Argentina con el programa *Radiac2*.

Luego se propusieron tres indicadores de eficiencia energética edilicia en refrigeración para diferentes tipos de edificios para vivienda, complementarios entre sí: la Carga térmica total de verano (*Q_R*) de la cual se derivan el Coeficiente de refrigeración por unidad de superficie (*S_R*) y el Coeficiente volumétrico de refrigeración (*G_R*). Los tipos de vivienda fueron “casa”, “bloque” y “torre”.

Este trabajo plantea la necesidad de determinar nuevos valores para estos indicadores de modo que tengan en cuenta las diferentes condiciones de ocupación, iluminación y consumo eléctrico que tiene un edificio de oficinas con respecto a uno de vivienda. De este modo se busca evitar caer en la confusión de verificar la carga térmica de refrigeración de un edificio de oficinas según parámetros utilizados para edificios de vivienda.

Carga térmica total de verano - *Q_R*:

El valor de la carga térmica del edificio o local refrigerado, en estado estacionario, se calcula con la siguiente ecuación general.

$$Q_R = Q_c + Q_a + Q_s + Q_o \quad [\text{Eq. 01}]$$

Donde:

Q_R = Carga térmica total en W.

Q_c = Carga térmica por conducción a través de la envolvente en W.

Q_a = Carga térmica por ventilación aportado por el aire exterior en W.

Q_s = Carga térmica solar en W.

Q_o = Carga térmica por fuentes internas (personas + equipamiento + iluminación) en W.

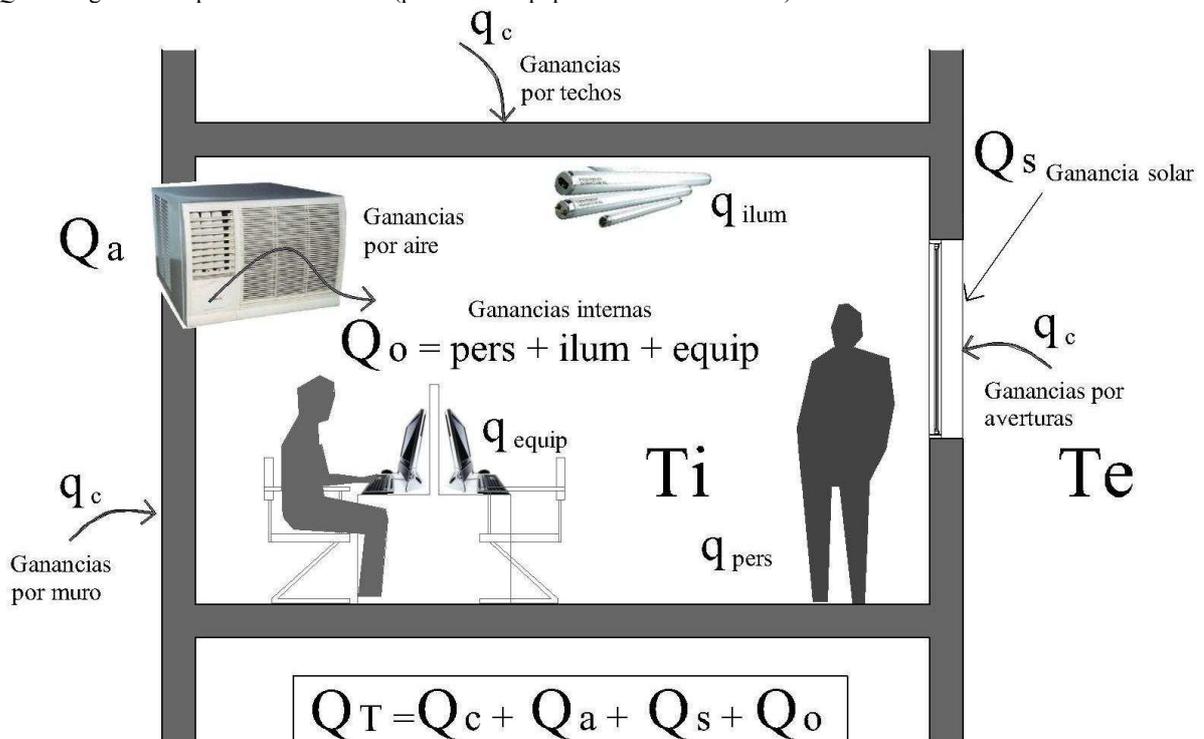


Figura 1: Ganancias de calor de un local en verano

Carga térmica por conducción a través de la envolvente *Q_c*: La ganancia de calor por conducción parcial *q_c* a través de la envolvente del local será:

$$Q_C = \sum q_c \quad [\text{Eq. 02}]$$

La sumatoria de todas las pérdidas parciales q_c por conducción a través de la envolvente dará como resultado las pérdidas totales por conducción Q_C , según la siguiente ecuación:

$$q_C = K.A(T_{DMX} - T_i) \quad [\text{Eq. 03}]$$

Donde:

K = Transmitancia térmica del cerramiento (muro, techo, piso, ventana, etc.) en (W/m².K).

A = Superficie del cerramiento en m²

T_{DMX} = Temperatura exterior de diseño en °C

T_i = Temperatura interior en °C

Carga térmica por ventilación aportada por el aire exterior Q_A : En verano se supone al edificio “cerrado” para reducir pérdidas y ahorrar energía. Esto implica que es necesario ventilar una parte o la totalidad del aire interior, por lo que se supone que debería introducirse en el ambiente interior una importante masa de aire caliente y húmedo que el equipo de aire deberá acondicionar. Este aire de renovación y recirculado contiene humos, partículas en suspensión y olores que son necesarios eliminar.

$$Q_A = CAR \times (0,29 \times \Delta t + 0,72 \times \Delta w) \quad [\text{Eq. 04}]$$

Donde:

CAR: Cantidad de aire a renovar en m³/h.pers. $CAR = \text{cantidad personas} \times \text{caudal aire/persona}$

Δt : diferencia entre temperatura exterior y temperatura interior

Δw : diferencia entre la humedad específica exterior e interior en g/kg

Carga térmica solar - Q_S : Debido a las superficies vidriadas del local a analizar una parte de los aportes se deberá a la radiación del sol que al atravesar el cristal ingresa al local calentándolo. Para el caso de oficinas esta superficie tiene una influencia mayor sobre el total de la envolvente que en el caso de edificios de vivienda. Por su parte la radiación del sol varía con cada hora del día solar y también a lo largo de los meses del año. La expresión general para el cálculo de la carga debida al sol es:

$$Q_S = S.I_S.F_{es} \quad [\text{Eq. 05}]$$

Donde:

Q_S : ganancia solar en W

S: superficie vidriada en m²

I_S : Intensidad de la radiación solar en W/m²

F_{es} : Factor de exposición solar del vidrio o aventanamiento (adimensional 0 a 1)

Carga térmica por fuentes internas - Q_O : Es la suma del calor total por personas, más el calor sensible de la iluminación artificial, más el calor sensible de los artefactos de oficina (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, etc.). En este caso también la influencia de estos factores cobra mayor importancia debida a que el factor de ocupación -y por consiguiente de equipos- es mayor que en el caso de un edificio de vivienda. Por otra parte la actividad que se desarrolla en un edificio de oficinas requiere de un mayor nivel de iluminación que en el caso de un edificio de viviendas. La expresión general para el cálculo de la carga debida a fuentes internas es:

$$Q_O = Q_{pers} + Q_{ilum} + Q_{equip} \quad [\text{Eq. 06}]$$

Donde:

Q_O : Carga térmica por fuentes internas en W.

Q_{PERS} : aporte de calor interno por personas; sensible + latente en W

Q_{ILUM} : aporte de calor interno por iluminación; sensible en W.

Q_{EQUIP} : aporte de calor interno por equipamiento; sensible en W.

Otras ganancias internas de calor sensible: Existen otros aportes internos debidos a los conductos de de inyección y retorno de aire acondicionado. Es usual que estos se establezcan como un valor estimado porcentual. Existe otra penalización a agregar debida a la calidad en la construcción de los conductos de distribución y retorno, y que en general se establece entre un 4% y un 10% de la suma de calor sensible debida a conducción y efecto solar.

El Coeficiente de refrigeración por unidad de superficie - S_R :

El valor del Coeficiente de refrigeración por unidad de superficie del edificio o local refrigerado, se calcula con la fórmula siguiente:

$$S_R = \frac{Q_R}{A_R} \quad [\text{Eq. 7}]$$

Donde:

Q_R : Carga térmica total de verano en W
 A_R : Superficie refrigerada en m²

El coeficiente volumétrico de refrigeración - G_R :

El valor del coeficiente volumétrico de refrigeración del edificio o local refrigerado, se calcula con la fórmula siguiente:

$$G_R = \frac{Q_R}{V_R} \quad [\text{Eq. 8}]$$

Donde:

Q_R : Carga térmica total de verano en W.
 V_R : Volumen refrigerado en m³

El modelo edilicio:

Dado que se obtendrá un valor de $G_{R_{adm}}$ en relación al volumen refrigerado se hace el análisis para un modelo que parte de la repetición en altura de una planta tipo de 185m² con un volumen refrigerado que va desde los 1.000m³ -dos niveles de 2.70m de altura cada uno- hasta los 10.000m³ -veinte niveles de 2.70m de altura cada uno-. El hecho de adoptar una planta de 185m² que se desarrolla en altura está relacionado con el relevamiento de casos de la realidad donde puede apreciarse cómo el avance de este tipo edilicio en las limitaciones de los solares urbanos se ve incentivado por la especulación inmobiliaria. Esto da como resultado edificios de frente angosto con planta profunda que se repite en altura según lo que admite el Código de Edificación de la ciudad correspondiente, dependiendo de la zona en la que se encuentra implantado.

Por otra parte se prevén tres grados de relación vidriado-opaco que van desde el 20% de superficie vidriada sobre el total de la envolvente hasta el 50%, como valor máximo. Cabe destacar que se proponen diferentes valores de coeficiente de transmitancia térmica (K) para la superficie vidriada según la relación vidriado-opaco del total de la envolvente. Asimismo es importante acentuar el hecho de que se propone como máxima relación vidriado-opaco el 50% del total de la envolvente y no el 80% -ó más- que se manifiesta en muchos edificios de oficinas actuales, y que responde a una imagen corporativa, que tiene su origen en una época en la que no existía una conciencia de los efectos que el derroche energético de los edificios genera sobre el ambiente.

Como se mencionó anteriormente para el desarrollo del tipo edilicio en altura se utiliza la altura de local mínima media según Códigos de Edificación de 2,70 m. Esto implica un volumen creciente a superficie de planta constante (figura 2). A partir de la figura geométrica generada se obtienen las superficies de la envolvente discriminadas -muros y techo-.

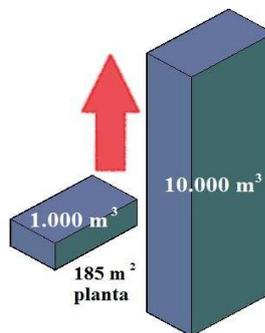


Figura 2: Modelo adoptado de volumen edilicio creciente.

Para definir las características y distribución de las superficies vidriadas por orientación se tomó el criterio adoptado en la Norma IRAM 11659-2, el cual tiene su fundamento en un modelo de distribución de los vidriados por orientación según un criterio bioclimático (IRAM 11603 inciso 6.2) que busca el máximo aprovechamiento del sol durante el invierno, y que cuenta con requisitos de verificación, orientaciones que permiten obtener un asoleamiento mínimo y recomendaciones sobre protecciones solares. El área vidriada recomendada, que como se dijo anteriormente, varía del 20% al 50% del total de la superficie de la envolvente se distribuye de la siguiente forma:

- No se admiten vidriados en techos.
- 40% del área vidriada se ubica al norte.
- 25% del área vidriada se ubica al este.
- 25% del área vidriada se ubica al oeste.
- 10% del área vidriada se ubica al sur.

Calidad térmica de la envolvente:

La Norma IRAM 11605 sugiere tres niveles de calidad térmica para muros y techos -A, B y C-. Debido a que los valores de transmitancia térmica propuestos por el Nivel C son ineficientes en cuanto al ahorro de energía, dicho nivel fue descartado. Cabe destacar que dicho Nivel fue elaborado para ser implementado en viviendas de interés social y solamente previene el riesgo de condensación superficial.

Siguiendo con los niveles de aislamiento térmico propuestos en el trabajo previo se tomó como nivel de calidad térmica para muros y techos un nivel intermedio entre los niveles A y B propuestos por la Norma IRAM 11605.

Se propone el uso de una transmitancia térmica “K” variable en función de la variación de la Temperatura Exterior de Diseño “T_{DMX}” de verano (IRAM 11603). Esto implica una variación desde $K_{\text{techos}} = 0.335 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y $K_{\text{muros}} = 0.875 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ para una $T_{\text{DMX}} = 30^\circ\text{C}$ hasta un $K_{\text{techos}} = 0.315 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y $K_{\text{muros}} = 0.775 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ para una $T_{\text{DMX}} = 40^\circ\text{C}$. En lo que respecta a los cerramientos vidriados se proponen diferentes valores según la relación vidriado-opaco del total de la envolvente. De este modo para una relación vidriado-opaco del 20% se propone un valor de $K_{\text{vidrios}} = 2.86 \text{ (W/m}^2\text{K)}$, que equivale a un sistema de doble vidriado hermético (DVH); para una relación vidriado-opaco del 30% se propone un valor de $K_{\text{vidrios}} = 1.80 \text{ (W/m}^2\text{K)}$, que equivale a un sistema de doble vidriado hermético (DVH) con un vidrio de baja emitancia (Low-e) y por último para una relación vidriado-opaco del 50% se propone un valor de $K_{\text{vidrios}} = 1.30 \text{ (W/m}^2\text{K)}$, que equivale a un sistema compuesto por un triple vidriado hermético con un vidrio de baja emitancia, que equivale al sistema más eficiente disponible en la Argentina. Estos valores se adoptan para todas las zonas del país.

Como se mencionó anteriormente la verificación del modelo se hizo para el rango entre los 30°C y los 40°C de TDMX, para el día 15 de enero a las 13hs.

Sobre referencia climática:

Las Normas IRAM 11.601/3/4/5 utilizan diferentes criterios para adoptar un valor de referencia climática del sitio donde se implantará el edificio. De este modo se utiliza la zona bioambiental que surge de una regionalización, la temperatura mínima de diseño, los grados día de calefacción. Para la situación de verano puede utilizarse la temperatura de diseño máxima de la IRAM 11603 o los grados día de enfriamiento que están en los antecedentes de dicha norma.

Sin embargo se utilizó el criterio adoptado en el trabajo previo, en el cual se hizo un análisis comparativo del antecedente respecto de las necesidades de refrigeración en el territorio nacional. Se concluyó que hay un rango que va de los 100 Grados Día de Refrigeración (GD_R) en el norte de la Patagonia (latitud= 40° Sur) a los 1.000 Grados Día de Refrigeración (GD_R) en la zona chaqueño-formoseña (latitud= 25° Sur). Esto implica un rango de Temperaturas de Diseño Máximas que va desde los 30°C a los 40°C .

Cabe destacar que mientras los Grados Día de Refrigeración (GD_R) funcionan como un indicador muy útil en la determinación de la Carga Térmica Anual en Refrigeración con fines de economía y gestión ambiental de la energía, no lo son tanto en cuanto a verificar la Calidad Térmica y el Diseño Ambiental de la envolvente; aunque estén relacionados. Razón por la cual se opta por utilizar la Temperatura de Diseño Exterior.

Radiación solar:

Como se concluyó en el antecedente, la radiación solar es un componente significativo en la carga térmica de un local o edificio y no es sencillo encontrar una correlación de fácil implementación ya que en la Argentina existen variaciones por latitud, altitud o amplitud térmica según el sitio. Entonces fue necesario adoptar un criterio que permita tratarla como un valor preestablecido, de manera que pondere su influencia según las diferentes orientaciones del edificio, al tiempo que contemple la variación en latitud y longitud.

Para este modelo se adoptaron los valores propuestos en el trabajo previo, para las 13hs. del día 15 de enero: Plano horizontal 736 W/m^2 ; Norte 370 W/m^2 ; Sur 268 W/m^2 ; Este 268 W/m^2 ; y 360 Oeste W/m^2 . Se adopta un factor de exposición solar F_{ES} de 0,5 que implica la utilización de algún sistema o mecanismo que permita reducir la carga solar sobre las áreas vidriadas. Es un valor que puede alcanzarse con cortinas de enrollar, toldos o parasoles; todos de uso muy frecuente en el país. El modelo no tiene en cuenta el aporte de calor por conducción en la envolvente opaca puesto que la verificación se realiza en estado estacionario y supone la incorporación de aislamiento térmico a esta parte de la envolvente edilicia.

Carga térmica por iluminación artificial:

En cuanto a las fuentes internas de energía debidas a la iluminación artificial se adoptó un nivel de iluminación de 400 lux propuestos por la Norma IRAM 11659-1 para oficinas, que equivale a un factor de 16 W/m^2 para lámparas del tipo bajo consumo. Al respecto se prevé que las necesidades de iluminación se cubrirán en un 100% con lámparas de bajo consumo, despreciándose el uso de lámparas incandescentes o halógenas para satisfacer esta demanda.

Carga térmica por fuentes internas:

En el caso de la carga térmica por personas se adoptó una densidad de $8 \text{ m}^2/\text{persona}$ con trabajo liviano (Norma IRAM 11659-1) y 99 W/persona de calor total (sensible + latente). En cuanto al equipamiento se hizo un cálculo estimativo en función de la cantidad de personas (1 computadora por persona) y de la cantidad de plantas del edificio (1 impresora laser multifunción para oficinas por planta), lo que da un coeficiente de 28 W/m^2 de calor sensible. Por otra parte se desprecia la generación de calor latente por equipamiento.

Para la carga de calor total por renovaciones de aire se usa una tasa de ventilación sanitaria de $15 \text{ m}^3/\text{h/persona}$ (Norma IRAM 11659-1).

RESULTADOS

Las curvas de las figuras 3 a 7 muestran los valores admisibles de Carga Térmica en Refrigeración ($Q_{R \text{ adm}}$), la Carga en Refrigeración por unidad de superficie en planta ($S_{R \text{ adm}}$) y la Carga Volumétrica en Refrigeración ($G_{R \text{ adm}}$); para temperaturas exteriores de diseño que van de 30°C a 40°C , para edificios de oficinas con una relación vidriado-opaco del 50%.

Como puede verse en los gráficos el $Q_{R adm}$ varía desde los 37.200W hasta los 303.500W para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³, para una TDMx de 35°C que corresponde a la ciudad de La Plata. Para ese mismo caso el $G_{R adm}$ varía desde los 37.2 W/m³ hasta los 30.3 W/m³ para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³, para una TDMx de 35°C. Por su parte el $S_{R adm}$ varía desde los 100.4 W/m² hasta los 82 W/m² para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³, para una TDMx de 35°C.

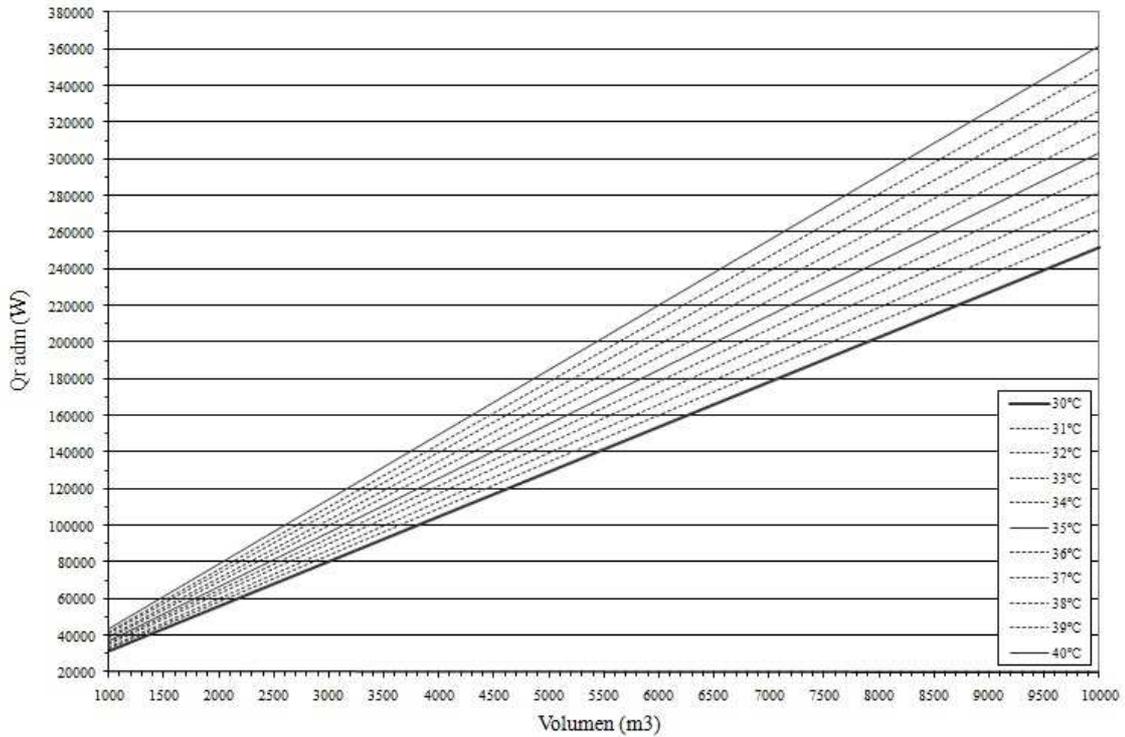


Figura 3: Valores admisibles de Q_R para edificios de oficinas con 50% de la envolvente vidriada.

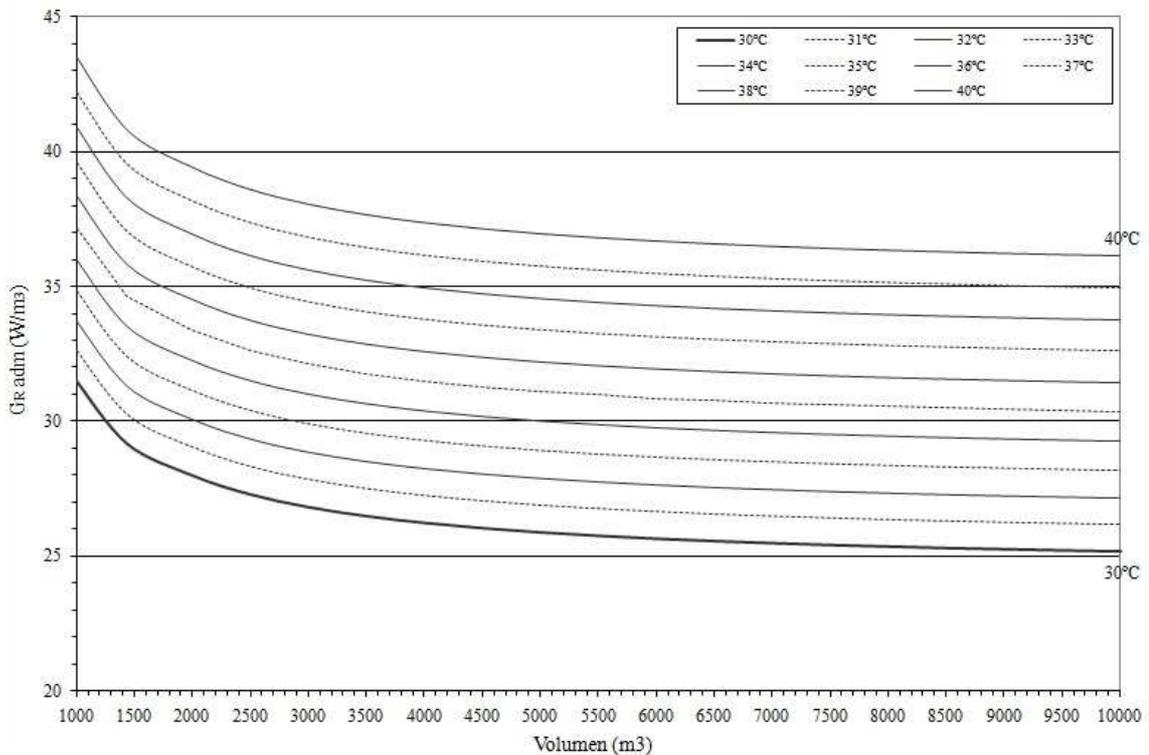


Figura 4: Valores admisibles de G_R para edificios de oficinas con 50% de la envolvente vidriada.

Para edificios con una relación vidriado-opaco del 20% el $Q_{R adm}$ varía desde los 27.700W hasta los 240.600W para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³, para una TDMx de 35°C. Para ese mismo caso el $G_{R adm}$ varía desde los 27.7 W/m³ hasta los 24W/m³ para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³. Por su parte el $S_{R adm}$ varía desde los 74.7 W/m² hasta los 65W/m² para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³.

Para edificios con una relación vidriado-opaco del 30% el $Q_{R adm}$ varía desde los 30.500W hasta los 295.600W para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³, para una TDMx de 35°C. Para ese mismo caso el $G_{R adm}$ varía desde los 30.5 W/m³ hasta los 26W/m³ para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³. Por su parte el $S_{R adm}$ varía desde los 82.45 W/m² hasta los 70.1W/m² para edificios entre 1.000m³ y 10.000m³. Estos valores distan mucho de los valores propuestos por la Norma IRAM 11659-2 para edificios de vivienda de desarrollo vertical, con características similares a las propuestas.

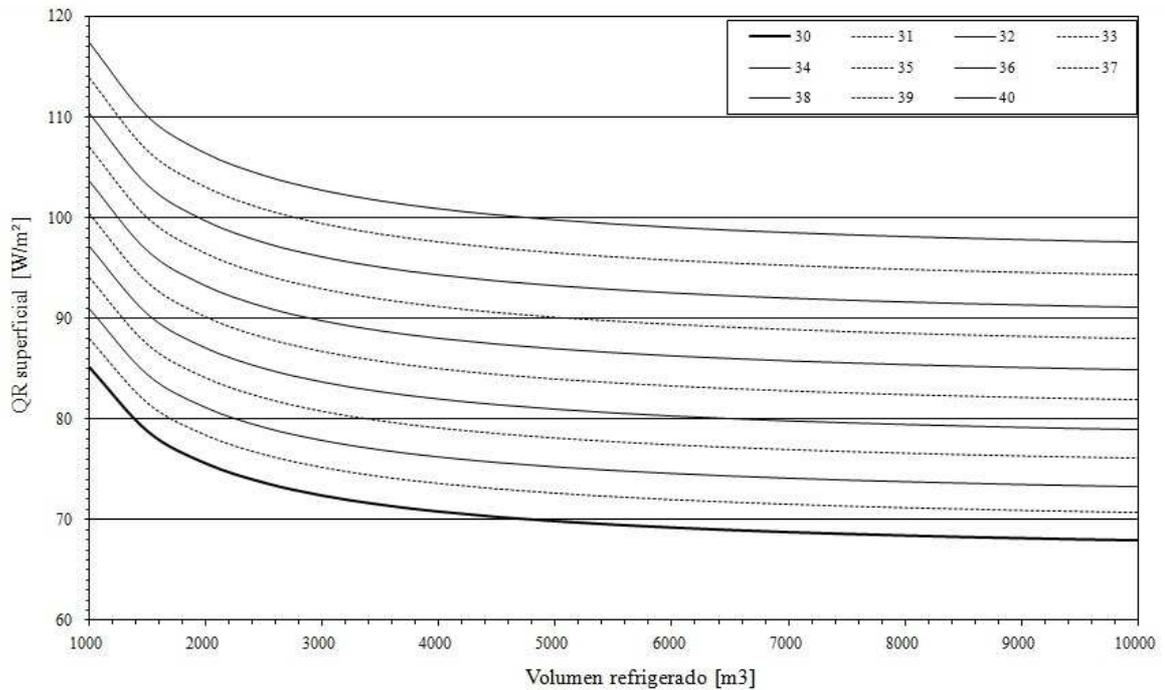


Figura 5: Valores admisibles de S_R para edificios de oficinas con 50% de la envoltura vidriada.

La tabla 1 muestra los valores admisibles de Carga Térmica en Refrigeración ($Q_{R adm}$) para Temperaturas Exteriores de Diseño que van desde los 30°C a los 40°C, para edificios de oficinas con una relación vidriado-opaco del 50%.

Temperatura de Diseño Exterior de Verano (TDMx)											
Volumen	30°C	31°C	32°C	33°C	34°C	35°C	36°C	37°C	38°C	39°C	40°C
1000	31,50	32,60	33,69	34,83	35,98	37,18	38,37	39,63	40,88	42,19	43,50
2000	27,99	29,03	30,06	31,15	32,24	33,39	34,53	35,72	36,92	38,17	39,41
2500	27,29	28,31	29,34	30,42	31,49	32,63	33,76	34,94	36,12	37,36	38,60
3000	26,82	27,84	28,86	29,93	31,00	32,12	33,24	34,42	35,60	36,83	38,05
3500	26,49	27,50	28,51	29,58	30,64	31,76	32,88	34,05	35,22	36,44	37,66
4000	26,23	27,24	28,25	29,31	30,37	31,49	32,60	33,77	34,93	36,15	37,37
4500	26,04	27,05	28,05	29,11	30,17	31,28	32,39	33,55	34,71	35,93	37,15
5000	25,88	26,89	27,89	28,95	30,00	31,11	32,22	33,38	34,54	35,75	36,96
5500	25,76	26,76	27,76	28,81	29,87	30,97	32,08	33,24	34,39	35,61	36,82
6000	25,65	26,65	27,65	28,70	29,75	30,86	31,96	33,12	34,27	35,48	36,69
6500	25,56	26,56	27,56	28,61	29,66	30,76	31,86	33,02	34,17	35,38	36,59
7000	25,48	26,48	27,48	28,53	29,57	30,68	31,78	32,93	34,09	35,29	36,50
7500	25,41	26,41	27,41	28,46	29,50	30,61	31,70	32,86	34,01	35,22	36,42
8000	25,36	26,35	27,35	28,40	29,44	30,54	31,64	32,79	33,94	35,15	36,35
8500	25,30	26,30	27,29	28,34	29,39	30,49	31,58	32,74	33,89	35,09	36,29
9000	25,26	26,25	27,25	28,29	29,34	30,44	31,53	32,68	33,83	35,04	36,24
9500	25,22	26,21	27,20	28,25	29,29	30,39	31,49	32,64	33,79	34,99	36,19
10000	25,18	26,17	27,17	28,21	29,25	30,35	31,45	32,60	33,75	34,95	36,15

Tabla 1: Valores admisibles de G_R (W/m³) para edificios de oficinas con 50% de la envoltura vidriada

CONCLUSIÓN

Estas curvas buscan sugerir un límite en la carga térmica en refrigeración de edificios para oficinas. Los datos adoptados en cuanto a volumen refrigerado, cantidad de personas, relación vidriado-opaco, etc. surgen del análisis de casos auditados y de los valores propuestos por las Normas IRAM.

Es importante destacar la necesidad de proponer indicadores de eficiencia energética y valores admisibles de $Q_{R adm}$, como así también de $S_{R adm}$ y $G_{R adm}$ de manera que pueda tender a brindar valores de referencia de este tipo edilicio. El hecho de que a

la fecha no exista esta posibilidad hace que sea necesario regirse por los valores planteados por la Norma IRAM 11659-2 para edificios de vivienda, que tienen un índice de ocupación, nivel de iluminación y equipamiento muy distinto o solamente por los K_{adm} de verano brindados por la IRAM 11605.

Al comparar la Carga Térmica de Refrigeración de un edificio de oficinas con la de un edificio de iguales características constructivas pero destinado para viviendas, el análisis del primero dará como resultado un $Q_{R adm}$ mayor en un 50%.

Con este trabajo se busca aplicar medidas de *Diseño Ambientalmente Consciente* para edificios de oficinas en altura. Se hace necesario plantear una reducción de la superficie vidriada sobre el total de la envolvente. Esta reducción de la superficie vidriada debe ir acompañada de una mejora en la calidad térmica de los sistemas de aventanamiento, la cual debe ser más rigurosa cuanto mayor sea la proporción de este tipo de cerramiento sobre el total de la envolvente. El proyectista podrá aumentar el nivel de aislamiento en áreas opacas, aumentar la protección solar, generar sectores diferenciados de refrigeración en planta, mejorar la calidad térmica de vidriados o una combinación de todas estas para llegar a los valores mínimos sugeridos en el trabajo

El establecimiento de un valor de transmitancia térmica en cerramientos opacos intermedio entre los niveles A-B de la Norma IRAM 11605 busca reducir las ganancias de calor a través de la envolvente, que en este tipo de edificios de gran desarrollo en altura se vuelven importantes.

Cabe destacar que este trabajo comprende una fase de aproximación en la cual no se considera el efecto del sol sobre los cerramientos opacos. Se espera que en un futuro puedan implementarse medidas correctivas basadas en temperatura sol-aire complementadas con simulaciones numéricas.

6. BIBLIOGRAFIA

- Czajkowski, Jorge; Corredera, Cecilia. (2006). Ahorro de energía en refrigeración de edificios para viviendas y propuestas de indicadores de eficiencia y valores admisibles. Revista Avances en energías renovables y ambientales N°10. ISSN 0329-5184
- Edwards, Brian. (2008). Guía básica de la sostenibilidad. Gustavo Gili, SL. Barcelona. ISBN 8425222087.
- IPCC (2001). Tercer informe de evaluación del Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambio Climático. Ginebra, Suiza. ISBN 0 52180770 0.
- IRAM 11601. (2002). Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. IRAM. Buenos Aires.
- IRAM 11603. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.
- IRAM 11604. (1990). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.
- IRAM 11605. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. IRAM. Buenos Aires.
- IRAM 11659-1. (2004). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración.
- IRAM 11659-2. (2007). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Viviendas. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.
- Secretaría de Energía de la Nación (2008). Informe de auditoría de gestión del programa de políticas energéticas. Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios. Buenos Aires.

7. ABSTRACT

There is made a review of IRAM 11659-2 Standard "Thermal conditioning of building. Verification of the highthermical conditions. Saving refrigeration energy. Part 2: Building for living". In this paper, there are proposed new values for the indicators of energy efficiency in refrigeration, in order to apply them to office blocks. The IRAM 116159-2 Standard proposes to calculate the Total Heat Load for Summer (Q_R) taking into consideration factors of occupation, equipment and lighting for apartment building. Afterward it is possible to obtain the Refrigeration Coefficient for unit of area (S_R) and the Volumetric Coefficient for Refrigeration (G_R). Nevertheless, the values adopted for apartment building must be different from office blocks values, since the concentration of people, the use of electrical appliances and lighting are much more intensive in an office block than in an apartment building.

Keywords: energy saving; refrigeration; office blocks; energy efficiency.