

EDIFICACIONES. REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA EFICIENCIA ENERGETICA. PARTE 1: ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Requirements for energy efficient design for buildings.
Part 1: Building envelope

Las observaciones a la presente norma experimental deben ser dirigidas a la ONN, con copia a la Dirección de Normalización del MICONS, hasta junio del 2004.

ICS: 91.080; 91.140.30

1. Edición

Junio 2002

REPRODUCCION PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

La **NC 220:2002** consta de las siguientes partes, bajo el título general de Edificaciones. Requisitos de Diseño para la Eficiencia Energética:

- Parte 1. Envolvente del edificio.
- Parte 2. Potencia eléctrica y alumbrado
- Parte 3. Ventilación y Aire acondicionado. Sistemas y Equipamiento
- Parte 4. Suministro de agua caliente.
- Parte 5. Administración de energía.

Su Parte 1:

- Se ha basado fundamentalmente en el Código de Energía Modelo de Hawai y en la norma *ASHRAE 90.1-1989 "Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings"* y ha sido elaborada por el NC/CTN 40 de "Diseño bioclimático y sostenible en la construcción". En el mismo están representadas las siguientes instituciones:
 - Ministerio de la Construcción
 - ISPJAE (MES)
 - EMPROY 2
 - DCH
 - Oficina Nacional de Normalización
 - Ministerio de Industria Básica (PAEC)
 - IPROYAZ
 - EPROB (MICONS-MINTUR)
 - EPROYIV
- Es experimental por un período de dos años teniendo en cuenta la necesidad de investigar y/o confirmar en la práctica un conjunto de elementos técnicos contenidos en los documentos antes mencionados.
- Cuenta con un Libro Excel para demostrar la conformidad con los requisitos que establece y constituye una herramienta de diseño para ajustar el diseño de la envolvente. Esta herramienta de comprobación y diseño está disponible en la Dirección de Normalización del Ministerio de la Construcción en la Ave Carlos Manuel de Céspedes y 35, Plaza de la Revolución.
- Consta del Anexo A, normativo, y del Anexo B, informativo.

© NC, 2002

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

Oficina Nacional de Normalización (NC).

Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.

Impreso en Cuba

EDIFICACIONES. REQUISITOS DE DISEÑO PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA PARTE 1: ENVOLVENTE DE EDIFICIO

1 Objeto

Esta Parte establece requisitos de diseño para la eficiencia energética de la envolvente del edificio, con el fin de minimizar la ganancia de calor solar sin afectar las condiciones de bienestar interior. Los requisitos de esta Parte se aplican a todos los edificios o a partes de ellos que proporcionan abrigo o facilidades para la ocupación humana.

Es aplicable en el diseño de edificios de nueva construcción y de remodelaciones y ampliaciones. En el Alcance de esta norma no se incluyen edificios o partes de ellos sin cierres exteriores o con elementos en su envolvente permanentemente abiertos, (por ejemplo celosías), excepto el Requisito de diseño 5.3 Cierre de vanos horizontales que es aplicable a cualquier espacio, abierto o cerrado y con o sin climatización artificial.

2 Términos y definiciones

- 2.1. **Área de cierre de vanos.** Área bruta de vanos de ventanas y puertas de la envolvente que incluye marco y bastidor (transparente o translúcido). Unidad de medida: m^2
- 2.2. **Área libre para ventilación.** Área total a través de la cual puede pasar el viento. Unidad de medida: m^2 . Para ventanas operables se considera que el área libre para ventilación es:
 - 100% en ventanas embisagradas
 - 75% en ventanas de persianas
 - 50% en ventanas deslizantes
- 2.3. **Barrera radiante.** Lámina de material con baja emisividad (lámina de aluminio) cuya función es bloquear la ganancia de calor proveniente de una superficie expuesta a la radiación solar (tal como un techo) Véase Tabla 1 y Figura 1 del Anexo B (Informativo).
- 2.4. **Capacidad térmica.** Cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del área unitaria de una pared en un grado. Numéricamente es el producto de su masa por el calor específico de su material. Véase Tabla 2 del Anexo B (Informativo). Unidad de medida: $W/m^2 \text{ } ^\circ C$
- 2.5. **Calor específico.** Cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de la masa unitaria de una sustancia en un grado. Unidad de medida: $W/kg \text{ } ^\circ C$
- 2.6. **Cierre de vano.** Término usado para cualquier sección que transmite luz en una pared o en un techo de un edificio, incluye la ventana tradicional, el marco, el bastidor (transparente o translúcido), los elementos de sombra exterior, interior e integrales (entre los vidrios). Si el plano es mayor de 60 grados, con respecto a la horizontal, se considerará vertical.
- 2.7. **Coefficiente global de transferencia de calor (U)** Proporción de flujo de calor que pasa a través de un elemento de área unitaria cuando la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior es unitaria. Unidad de medida: $W/m^2 \text{ } ^\circ C$.
- 2.8. **Coefficiente de sombra del vidrio (CS_v).** Proporción que existe entre la ganancia de calor solar a través de un vidrio específico y la que ocurre a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor bajo condiciones idénticas. Véase Tabla 3 del Anexo B (Informativo)
- 2.9. **Coefficiente de sombra de una pantalla solar exterior. (CS_{ext}).** Proporción que existe entre la ganancia de calor solar a través de una pantalla solar de cualquier cierre de vano y la que ocurre a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor sin pantalla solar. Véase Tabla 5 en Anexo B (Informativo)

- 2.10. **Cubierta o techo:** Partes de la envolvente del edificio que cubren un espacio interior del edificio y sean horizontales o inclinados en menos de 60° con respecto a la horizontal, incluyen las superficies opacas y transparentes o translúcidas.
- 2.11. **Edificios altos.** Edificio de más de 3 pisos de espacios habitables sobre el nivel de terreno.
- 2.12. **Edificios bajos.** Edificio de menos de 3 pisos de espacios habitables sobre el nivel de terreno.
- 2.13. **Envolvente del edificio.** Elementos de cierre del edificio que conforman los espacios interiores para la ocupación humana a través de los cuales la energía térmica puede ser transmitida.

- 2.14. **Este.** Orientación comprendida en el sector de $\pm 45^\circ$ desde el Este franco.
- 2.15. **Norte** Orientación comprendida en el sector de $\pm 45^\circ$ desde el Norte franco.
- 2.16. **Oeste.** Orientación comprendida en el sector de $\pm 45^\circ$ desde el Oeste franco.
- 2.17. **Sur.** Orientación comprendida en el sector de $\pm 45^\circ$ desde el Sur franco.

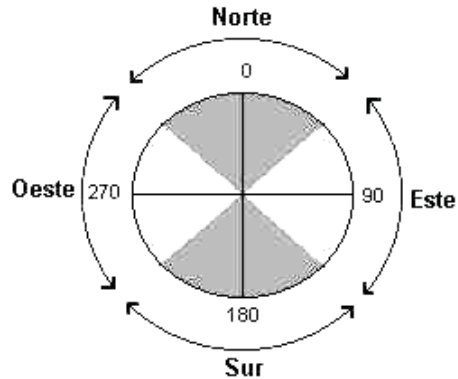


Figura 1— Orientaciones

- 2.18. **Relación ventana-pared. (RV-P)** Proporción que existe entre el área de vano y el área bruta de pared exterior.
- 2.19. **Resistencia térmica total. (Rt)** Recíproco del coeficiente global de transferencia de calor, Uo. Unidad de medida: $m^2 \text{ } ^\circ \text{C} / \text{W}$
- 2.20. **Ventilación.** Proceso de suministro o renovación de aire mediante medios naturales o mecánicos hacia o desde cualquier espacio. El aire puede o no haber sido acondicionado.
- 2.21. **Factor de ganancia de calor solar (FGCC).** Indicador de la ganancia de calor a través de la cubierta opaca. Para su cálculo se considera:
 - El coeficiente global de transferencia de calor (U) total de la cubierta
 - El coeficiente de absorción de la superficie exterior de la cubierta
 - La barrera radiante.

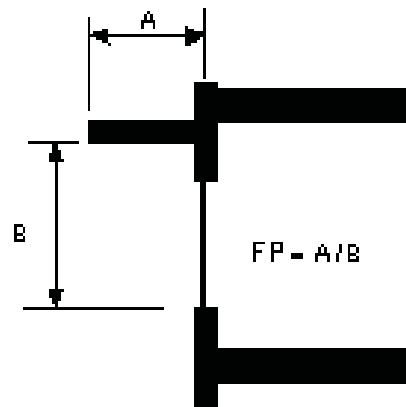


Figura 2 — Factor de protección de pantalla solar horizontal(vista sección)

Se emplea para establecer el valor límite admisible Véase A1, Anexo A (Normativo).

- 2.22. **Factor de proyección horizontal (FPH).** Relación entre la proyección horizontal de la pantalla solar, desde la superficie del vano, (**A**) y la distancia vertical entre la parte inferior del vano y la parte inferior de la pantalla de sombra (**B**). Véase Figura 2 y A2 en Anexo A (Normativo).

2.23. **Factor de proyección vertical (FPV).** Relación entre la profundidad de la pantalla vertical, medida perpendicular al vano, (**A**) y la distancia entre los elementos verticales (**B**).

En el caso de las persianas operables, manual o automáticamente, se asumirá que tienen un factor de proyección horizontal, o vertical igual a 1.0. Véase Figura 3 y A2 en Anexo A (Normativo).

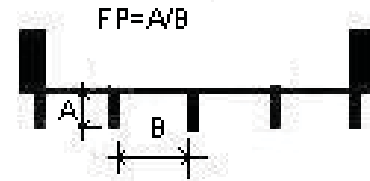


Figura 3— Factor de protección de pantalla solar vertical (vista planta)

2.24. **Pantallas solares.** Dispositivos de sombra exterior generalmente localizados en un plano exterior al cierre de vano vertical. Pueden ser:

- Pantallas solares horizontales: elementos externos fijos o móviles que protegen el cierre de vano vertical de los rayos directos del sol. Se proyectan hacia el exterior del edificio y son colocados en el borde superior del vano o fraccionados en toda la altura como elementos paralelos y extendidos horizontalmente hasta ambos extremos de la ventana. Véase figura 4.
- Pantallas solares verticales: elementos externos fijos o móviles que protegen el vano de los rayos directos del sol. Se proyectan hacia el exterior del edificio y son colocados verticalmente al menos desde la parte mas baja hasta la mas alta del vano con el fin de bloquear la entrada del sol por ese lado o fraccionados a todo lo ancho del vano como elementos paralelos. Véase figura 5.

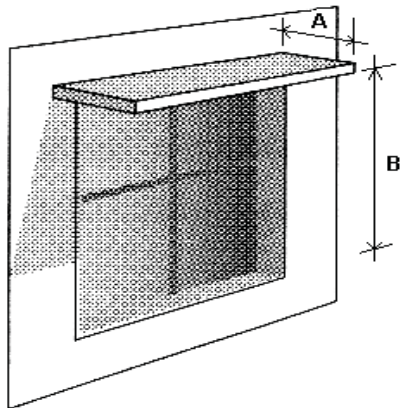


Figura 4— Pantalla solar horizontal

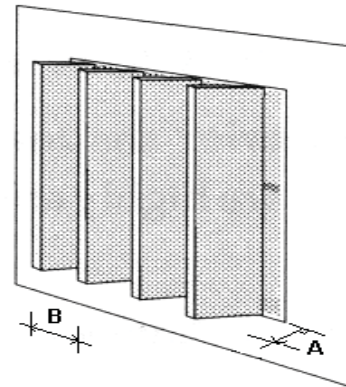


Figura 5— Pantalla solar vertical

2.25. **Ganancia de calor solar relativa. (GCSR).** Cantidad de flujo de calor solar a través de la fachada, calculada considerando:

- la orientación de la fachada
- la relación entre el área de ventanas y el área bruta de pared. (RV-P)
- el coeficiente de sombra del vidrio solo (CSv);
- el coeficiente de sombra de la pantalla de la propia ventana exterior, interior e integral (entre vidrios), CSex
- el Ajuste del CSv según el tipo de pantalla de sombra interior.

Se emplea para establecer el valor límite admisible Véase A2, Anexo A (Normativo).

2.26. **Crédito de sombra.** A los efectos de esta norma es el resultado de aplicar el multiplicador de protección (horizontal, MPH ó vertical, MPV) que tiene en cuenta la orientación de la fa-

chada específica y el tipo y dimensiones de la pantalla de sombra. Véase A2, Anexo A (Normativo).

3. Requisitos de Conformidad.

La envolvente del edificio estará en conformidad con los requisitos de esta Parte cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 3.1. Se satisfagan los Requisitos básicos de ventilación. Véase Apartados 4.1 y 4.2.
- 3.2. Las cubiertas opacas estén en conformidad con los Requisitos de diseño. Véase Apartado 5.1.
- 3.3. Los cierres de vanos verticales estén en conformidad con el Requisitos de diseño. Véase Apartado 5.2.
- 3.4. Los cierres de vanos horizontales estén en conformidad con los Requisitos de diseño. Véase Apartado 5.3.
- 3.5. Las paredes opacas estén en conformidad con los Requisitos de diseño. Véase Apartado 5.4.

4. Requisitos básicos de ventilación

Los espacios habitables y de trabajo cumplirán los requisitos del apartado 4.1 para la ventilación de confort. Los espacios con aire acondicionado cumplirán, además, los requisitos de infiltración o fuga de aire del apartado 4.2

4.1. Ventilación natural de confort.

Cuando se requiere conformidad con este apartado, los espacios habitables y espacios de trabajo cumplirán los requisitos siguientes:

- 4.1.1. El área libre total mínima para ventilación natural en cada espacio estará entre 15-20 % del área de piso.
- 4.1.2. Como mínimo deben disponerse 2 aberturas operables al exterior en paredes adyacentes u opuestas. Se acepta que una de ellas sea abertura fija (louvers) siempre que se cumpla con el apartado 4.1.1.
- 4.1.3. En una sola pared no debe colocarse más del 70% del área libre total para la ventilación.
- 4.1.4. Para espacios con una sola pared al exterior se recomienda disponer dos ventanas a cada lado de una pantalla vertical perpendicular a la ventana, pero no debe situarse mas del 70% del área libre total a un solo lado de la pantalla.
- 4.1.5. Es recomendable que las puertas interiores tengan persianas (u otro tipo de abertura) o un dispositivo que permita mantenerlas abiertas. Este requerimiento no se aplicará en las puertas de entrada de las habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles.
- 4.1.6. En locales habitables de la vivienda y en habitaciones de huéspedes en hotel o motel con aire acondicionado se instalará un ventilador, preferiblemente de techo y las aberturas de ventilación permitirán emplear la ventilación natural, la ventilación mecánica o el aire acondicionado en dependencia de la temperatura exterior.
- 4.1.7. Los espacios provistos de instalación para ventiladores de techo tendrán una salida, como mínimo, por cada 36 m² de área de piso. Cuando se requiera mas de una salida en un espacio, las salidas deben ser distribuidas uniformemente a través del local. Deberá instalarse el control del ventilador en un lugar asequible.

Se exceptúan las cocinas y aquellos espacios que empleen diseños específicos de ventilación natural siempre que se demuestre que cuenta con condiciones adecuadas de movimiento de aire, temperatura y humedad para el confort humano.

4.2. Infiltración o fuga de aire.

Para minimizar la infiltración o fuga de aire en los espacios con aire acondicionado deberá cumplirse lo siguiente:

- 4.2.1. Los cierre de vanos en espacios que funcionan con aire acondicionado tendrán cierre hermético para garantizar una infiltración o fuga de aire mínima.
- 4.2.2. Los cierres de vanos que puedan cerrarse, pero no herméticamente, tales como ventanas de persianas no pueden constituir mas del 2% del área de la pared que conforma el espacio.
- 4.2.3. Las entradas a los edificios de uso público con aire acondicionado deben tener cierre automático para minimizar la infiltración o fuga de aire.
- 4.2.4. Las juntas exteriores, grietas y huecos en los componentes de la envolvente del edificio con aire acondicionado deben ser sellados para evitar la infiltración o fuga de aire.

5 Requisitos de diseño.

5.1. Cubiertas opacas.

El factor de ganancia de calor solar en cubiertas opacas (FGCC) debe ser menor de $1.0 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se calcula como se describe en la ecuación (1) del Anexo A (Normativo). Véase apartado 2.21 y tabla 7 Anexo B (Informativo). Se exceptúan las cubiertas que son completamente protegidos de la radiación solar.

5.2. Cierres de vanos verticales.

La ganancia de calor relativo (GCSR) de los cierres de vanos verticales será menor o igual al valor apropiado de la Tabla 1 para edificios residenciales bajos y de la Tabla 2 para los demás. Se calcula como se describe en el Anexo A (Normativo). Puede usarse la interpolación lineal para determinar la GCSR para valores intermedios de RV-P.

Se exceptúan:

- a). Area de ventana menor del 2% de área de pared bruta exterior.
- b). Edificios residenciales bajos sin aire acondicionado
- c). Edificios con ventanas aisladas pueden exceder el límite máximo de GCSR, cuando el promedio ponderado de GCSR para todas las orientaciones (norte, sur, este y oeste) sea menor o igual al límite máximo de GCSR

Tabla 1 — Ganancia de calor solar relativa máxima (GCSR) para edificios residenciales bajos. (hasta 3 niveles)

	Norte	Este oeste y sur
RV-P	GCSR máxima	GCSR máxima
0-0.15	1.00	0.85
0.15-0.30	0.90	0.70
0.30-0.45	0.80	0.60
0.45-0.60	0.70	0.50
0.60-0.75	0.65	0.40
0.75-1.00	0.65	0.30

Tabla 2 — Ganancia de calor solar relativa máxima (GCSR) para edificios residenciales altos y edificios no residenciales. (mas de 3 niveles)

	Norte	Este oeste y sur
RV-P	GCSR máxima	GCSR máxima
0-0.15	0.85	0.65
0.15-0.30	0.85	0.40
0.30-0.45	0.65	0.30
0.45-0.60	0.50	0.25
0.60-0.75	0.40	0.20
0.75-1.00	0.40	0.20

5.3. Cierres de vanos horizontales. (lucernarios)

El área máxima de lucernario se expresa como una fracción del área de la cubierta, que cubre el espacio que ilumina y estará en dependencia del coeficiente de sombra (CS) del material transparente o translúcido. Se calcula como se describe en la ecuación (8) en el Anexo A (Normativo). Véase Tabla 6 Anexo B (Informativo).

5.4. Paredes opacas.

El valor del coeficiente global de transferencia de calor (U) para paredes opacas, orientadas al sur y al oeste y/o limitando espacios con aire acondicionado no deberá exceder $1.50 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ y para espacios que funcionen con ventilación natural no deberá exceder $2.50 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Véase tabla 7 Anexo B (Informativo).

Se exceptúan:

5.4.1. Paredes con una capacidad térmica mayor de $55 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. Ver Tabla 2, Anexo B (Informativo)

5.4.2. Partes de la pared completamente protegidas de los rayos directos del sol por partes del propio edificio, por pantallas solares, edificios adyacentes, o por las características del paisaje tales como colinas o farallones. Si la pared es sombreada todo el día a través del año.

5.4.3. Paredes sombreadas con un factor de proyección horizontal (FPH) mayor o igual a 0.2 en paredes orientadas al norte y mayor de 0.3 en todas las demás orientaciones. Véase Anexo A (Normativo) ecuación (6) y (7).

Anexo A
(normativo)

Procedimientos de cálculo

A. 1 Factor de ganancia de calor de la cubierta. (FGCC)

Los límites de ganancia de calor solar en cubiertas opacas son expresados en función del FGCC el cual se describe ecuación 1. El valor límite máximo permitido se relaciona en el apartado 5.1

$$FGCC = U \times \alpha \times BR \quad (1)$$

donde:

FGCC	Factor de ganancia de calor solar por la cubierta, (W/m ² °C)
U	Coefficiente global de transferencia de calor total para el área bruta de las superficies de cubierta opacas, como se define en el apartado 2.7. (W/m ² °C)
α	Coefficiente de absorción de la superficie de la cubierta. Entre 0.3 y 1.0 (adimensional)
BR	crédito por barrera radiante. Igual a 0.33 si la barrera radiante está instalada y 1.00 si no está. (Adimensional). Ver Figura 1, Anexo B (Informativo)

La emisividad de la barrera radiante tienen que ser menor o igual a 0.10. Ver Tabla 1, Anexo B (informativo)

A. 2 Ganancia de calor solar relativo. (GCSR).

Los límites de ganancia solar a través de los cierres de vanos verticales se expresan en términos de ganancia de calor solar relativa máxima (GCSR). La ganancia de calor solar relativa será calculada como se determina en este apartado. Cuando el vano de cierre vertical incluye pantalla horizontal, entonces la GCSR debe calcularse con la ecuación (2) y cuando la pantalla es vertical se calcula por la ecuación (3). Para obtener créditos de sombra, en el caso de una ventana simple, puede usarse el multiplicador de pantalla horizontal (MPH) o el multiplicador de pantalla vertical (MPV) pero no ambos.

$$GCSR_i = CS_v * ACS_i * C_{Sex} * MPH_i \quad (2)$$

$$GCSR_i = CS_v * ACS_i * C_{Sex} * MPV_i \quad (3)$$

donde:

GCSR _i	ganancia de calor solar relativa
CS _v	coeficiente de sombra del vidrio solo, tomado de la literatura del productor.
Ajuste CS _v	ajuste del coeficiente de sombra integral y/o interior, basado en el tipo de pantalla de sombra interior en función del tipo de vidrio propuesto, (adimensional). Véase Tabla 4 en Anexo B (Informativo)
C _{sex}	coeficiente de sombra de la pantalla exterior. Si no existe se toma como valor 1.0 (adimensional). Véase Tabla 5 en Anexo B (Informativo)

MPHi Multiplicador de pantalla horizontal. Calculado como una función del Factor de Proyección horizontal (FPH). Véase ecuación (4).

MPVi Multiplicador de pantalla vertical. Calculado como una función del Factor de Proyección de vertical, (FPV). Véase ecuación (5).

Los multiplicadores de las pantallas solares horizontal y vertical son calculados por las expresiones siguientes.

$$MPHi = 1 + ai \times FPHi + bi \times FPHi^2 \tag{4}$$

donde:

MPH multiplicador de protección horizontal

FPH Factor de Proyección Horizontal. Véase ecuación (6)

a, b coeficientes que dependen de la orientación. Véase Tabla 3.

$$MPVi = 1 + ci \times FPVi + di \times FPVi^2 \tag{5}$$

donde:

MPV multiplicador de protección vertical

FPV Factor de Proyección Vertical. Véase ecuación (7).

c, d coeficiente que depende de la orientación. Véase Tabla 4.

Tabla 3 — Coeficiente del Multiplicador de Protección horizontal

Orientación	ai	bi
Norte	-0.44	0.123
Este, oeste, y sur	-0.84	0.245

Tabla 4 — Coeficiente Multiplicador de Protección vertical.

Orientación	ci	di
Norte	-0.81	0.27
Este	-0.51	0.13
Sur	-0.65	0.16
Oeste	-0.61	0.16

Los Factores de proyección horizontal y vertical son calculados mediante las ecuaciones siguientes:

$$FPH = A \div B \tag{6}$$

donde:

FPH Factor de Proyección de Horizontal.

A Proyección horizontal de la pantalla solar

B Distancia vertical entre la parte inferior del vano y el borde inferior de la pantalla de sombra. Véase Figura 2.

NOTA: Los elementos de la pantalla horizontal tienen que extenderse a todo el ancho de la ventana para recibir crédito por sombra

En el caso de los louvers operables manual o automáticamente se asumirá que tienen un factor de proyección horizontal, o vertical igual a 1.0.

$$FPV = A \div B \tag{7}$$

- FPV Factor de Proyección Vertical.
- A Profundidad de la pantalla vertical medida perpendicular a la ventana.
Si los elementos de protección vertical, tiene diferentes profundidades entonces A es el promedio de las profundidades.
- B Distancia entre los elementos verticales.
Véase Figura 3.

NOTA: Los elementos de la pantalla vertical tienen que extenderse a la altura total de la ventana para recibir crédito por sombra.

A.3. Ganancia de calor a través de lucernarios.

El área máxima de lucernario se expresa en % del área de la cubierta del espacio que ilumina y se calcula por la siguiente expresión:

$$A = (0.025 \div CS) \times 100 \quad (8)$$

donde:

- A Área máxima de lucernario (proyección horizontal) expresada como fracción del área de cubierta (proyección horizontal) y en función del coeficiente de sombra del lucernario. Los valores fluctúan aproximadamente entre 3% y 6% del área de cubierta que cubre el espacio iluminado. Véase Tabla 6 en Anexo B (Informativo).
- 0.025 factor constante
- CS Coeficiente de sombra del material transparente o translúcido del lucernario se toma de la literatura del productor. Véase Tabla 3 en Anexo B (Informativo).

Anexo B (informativo)

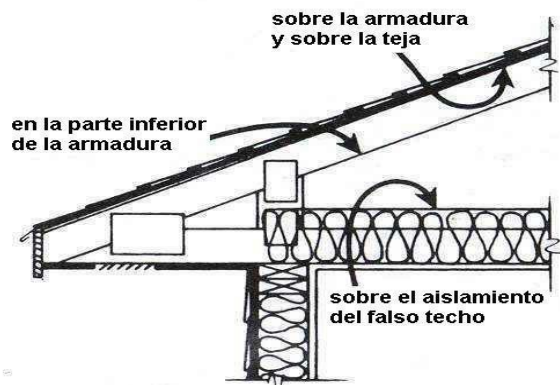


Figura 1 — Variantes de colocación de la barrera radiante

Tabla 1— Coeficientes de absorción y emisión de materiales opacos

Material	absorción (a) %	emisión (e) %
Hoja de aluminio nueva, brillante	20-40	5-10
Hoja de aluminio oxidado	30-50	20-30
Pintura de aluminio	40-55	40-55
Teja de asbesto cemento nueva	35-60	85-95
Teja de asbestocemento envejecida	60-85	85-95
Bitumen	80-90	85-95
Hormigón claro	45-70	85-95
Hormigón oscuro	90	90
Acero galvanizado nuevo, brillante	30-65	15-30
Acero galvanizado oxidado	80	20-40
Acero galvanizado herrumbroso	60-85	60-90
Pintura blanco	20-30	85-95
Pintura gris claro	30-40	90
Pintura verde claro	50-60	90
Pintura gris, amarillo y naranja medio	55	90
Pintura carmelita, gris y rojo claro	65-70	90
Pintura carmelita, rojo y verde oscuro	80-90-	90
Pintura negra	85-95	85-95
Mármol blanco	45-50	85-95
Piedra caliza	60	85-95
Cobija	60-70	85-95
Lechada nueva	10-15	85-90
Lechada envejecida	20-30	85-90
Madera de pino	60	90-95

Tabla 2 — Capacidad térmica de muros de mampostería y hormigón ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

Espesor (cm)	Densidad (kg/m^3)	$W/m^2 \cdot ^\circ C$
Bloques de hormigón		
15	1500	58.5
20	1500	82.3
30	1500	126.1
Bloques huecos de cerámica		
10		40.3
15		63.0
20		85.7
Ladrillos cerámica		
15	1200-2000	45-90
20	1200-2000	60-120
Bloques de Adobe		
10		42.0
Hormigón		
5	2243	26.7
10	2243	52.8
15	2243	79.5
20	2243	106.2
Hormigón ligero		
5	1282	15.3
10	1282	30.1
15	1282	45.4
20	1282	60.8

Tabla 3— Coeficientes de Sombra de los vidrios

Tipo de vidrio (6 mm)	Coefficiente de Sombra
Incoloro	0.97
De color	0.89
De color filtrante (verde - bronce - gris)	0.65-0.67-0.69
De control solar cara exterior reflectante	0.39-0.57
De control solar cara interior reflectante	0.46-0.62
De control solar y baja emisividad	0.18-0.48
Doble acristalamiento aislante (6-6 mm)	0.82-0.54

NOTA: Estos valores son genéricos, cuando exista definición del tipo de vidrio que se va a utilizar deben emplearse los CS del productor. El $CS = FS/0.87$

Tabla 4 — Ajuste del Coeficiente de Sombra según el tipo de pantalla de sombra interior.

Coefficiente de sombra del vidrio	Persiana de color claro	Persiana de color medio	Cortina de color claro	Cortina de color medio	Cortina de color oscuro
0.90 - 1.00	0.57	0.67	0.57	0.64	0.73
0.80 - 0.89	0.68	0.75	0.61	0.65	0.76
0.70 - 0.79	0.76	0.81	0.65	0.68	0.77
0.60 - 0.69	0.77	0.82	0.69	0.74	0.81
0.50 - 0.59	0.8	0.84	0.76	0.78	0.85
0.40 - 0.49	0.83	0.85	0.8	0.85	0.93
< 0.40	0.86	0.89	0.83	0.86	0.92

Tabla 5 — Coeficientes de sombra de las pantallas exteriores, C_{Sex}

Tipo de pantalla exterior	C _{Sex}
Toldos o marquesinas	
▪ De persianas o lamas 2/3 extendido	0.43
▪ De persianas o lamas completamente extendido	0.15
▪ Lona de color oscuro o medio	0.25
Pantallas de sombra	0.28-0.23
Louvers operables	0.15-0.10
Aleros: continuos sombreando completamente la ventana	0.25
Árboles coposos con sombra abundante	0.25

Tabla 6 — Área máxima de lucernario

Area Techo m ²	Lucernario Simple					Lucernario Doble				
	Coeficiente de Sombra					Coeficiente de Sombra				
	0.97	0.76	0.68	0.53	0.45	0.89	0.72	0.63	0.43	0.40
60	1.55	1.97	2.21	2.83	3.33	1.69	2.08	2.38	3.49	3.75
70	1.80	2.30	2.57	3.30	3.89	1.97	2.43	2.78	4.07	4.38
80	2.32	2.63	2.94	3.77	4.44	2.25	2.78	3.17	4.65	5.00
90	2.32	2.96	3.31	4.25	5.00	2.53	3.13	3.57	5.23	5.63
100	2.58	3.29	3.68	4.72	5.56	2.81	3.47	3.97	5.81	6.25
130	3.35	4.28	4.78	6.13	7.22	3.65	4.51	5.16	7.56	8.13
150	3.87	4.93	5.51	7.08	8.33	4.21	5.21	5.95	8.72	9.38
170	4.38	5.59	6.25	8.02	9.44	4.78	5.90	6.75	9.88	10.63
190	4.90	6.25	6.99	8.96	10.56	5.34	6.60	7.54	11.05	11.88
230	5.93	7.57	8.46	10.85	12.78	6.46	7.99	9.13	13.37	14.38
280	7.22	9.21	10.29	13.21	15.56	7.87	9.72	11.11	16.28	17.50
330	8.51	10.86	12.13	15.57	18.33	9.27	11.46	13.10	19.19	20.63
370	9.54	12.17	13.60	17.45	20.56	10.39	12.85	14.68	21.51	23.13

Tabla 7 — Valores U

Elemento constructivo	W/m ² °C
PARED	
Ladrillo revestido por ambos lados 100 mm	3.24
Ladrillo revestido por ambos lados 150 mm	2.50
Ladrillo revestido por ambos lados 200 mm	2.44
Bloque hueco de cerámica roja 150 mm	1.90
Hormigón armado denso 150 mm	3.58
Hormigón armado denso 200 mm	3.18
Bloque hueco de hormigón ligero 200 revestido por ambos lados	2.30
Dry wall	0.60
Plancha de asbestocemento y estructura metálica	6.53
CUBIERTA	
Losa de hormigón armado 100 mm, membrana asfáltica y revestimiento yeso interior	2.50
Losa de hormigón armado 100 mm, relleno y soladura y revestimiento de yeso interior	1.16
Vigueta y Bovedilla de poliestireno, membrana asfáltica y revestimiento de yeso interior	0.59
Vigueta y Bovedilla de hormigón, membrana asfáltica y revestimiento de yeso interior	1.92
Láminas Acanaladas de asbesto cemento	7.95