

DETERMINACION Y DISTRIBUCION DE LUMINANCIAS DE CIELO PARA DISEÑOS CON ILUMINACION NATURAL

Andrea Pattini*, Jorge Mitchell**, Carlos de Rosa***

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV-CRICYT)

Casilla de Correo 131 - 5500 MENDOZA

RESUMEN

Los requerimientos de iluminación en los interiores de edificios en donde se realizarán tareas visuales son generalmente altos, cuando el sistema de iluminación se plantea básicamente con iluminación natural, el conocimiento del recurso exterior disponible es fundamental.

El presente trabajo expone los valores medidos de luminancias y su distribución para cielo claro y cielo nublado en la provincia de Mendoza. Para cielo claro los valores obtenidos fueron: 23.000 lm (máx.), 2.910 lm (mín.) El resto de la bóveda celeste tiene un promedio de 5.900 lm; para cielo nublado los valores fueron: 12.500 lm (máx.), 4.420 lm (mín.) y 7.500 lm de promedio para el resto de la bóveda celeste.

1- INTRODUCCION

En el desarrollo preliminar del diseño de un edificio, el ambiente visual interior y los requerimientos básicos de iluminación deben ser definidos a priori, a continuación los diseñadores deben determinar los parámetros de la disponibilidad del recurso de luz diurna para la localidad donde se emplazará el edificio, para poder seleccionar la estrategia a utilizar y calcular entonces la contribución de iluminación natural de varios esquemas (1).

Pero el diseño y comportamiento de los sistemas de iluminación dependen en gran medida de la duración y frecuencia en que la luz del sol esté presente en la región considerada.

Obtener un buen grado de ajuste es complicado, debido a la ausencia de datos confiables en cantidad y calidad de luz diurna exterior disponible (2).

TIPOS DE INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO

1. Iluminancia Horizontal. Es un requerimiento para realizar los cálculos absolutos de luz diurna en interiores (3).

* Investigadora Asistente CONICET

** Técnico Principal CONICET

*** Investigador Independiente CONICET

Este dato es utilizado por el Método del Lumen para determinar la contribución de la iluminación resultante en el interior de un local desde ventanas altas y la luz reflejada desde el piso.

2. Iluminancia Vertical. Necesaria para determinar la iluminación lateral utilizando el Método del Lumen.

3. Luminancia de Cielo. Los tipos de cielos forman parte de la información básica con la que se debe contar en cualquier aplicación con iluminación natural (4). Es información esencial para los cálculos de deslumbramiento (frecuente en nuestra región); forma la base de los Métodos Gráficos de estimación del Factor de Luz Diurna (Daylight Factor), es además utilizada como input para los modelos de cálculos de luz natural, basados en el principio de Transferencia de Flujo.

CLASIFICACIÓN DE LA BOVEDA CELESTE. TIPOS DE CIELOS.

Han sido medidos y clasificados dos casos extremos de fuente de luz natural para las propuestas de diseño, el cielo claro con sol, y el cielo completamente cubierto.

Entre estos dos casos límites hay una gran variedad de casos de cielos nublados. La distribución de la luminancia (claridad) de los cielos claros y cubiertos pueden ser predichos con alguna precisión.

1. Cielo Claro con sol

El cielo claro es definido por la CIBSE (Chartered Institute of Building Services Engineers) como un cielo con menos del 30% de nubes. En todos los casos se trata de un sol no obstruido por nubes.

2. Cielo parcialmente nublado

La cantidad de luz en los días parcialmente nublados cambia constantemente (entre valores que van desde 10.000 hasta 100.000 lux) con momentos de plena luz solar y con otros en donde el sol es interceptado por nubes. Este tipo de cielo es el más difícil de predecir por la enorme variabilidad que puede presentar.

3. Cielo cubierto

El cielo cubierto es definido por la CIBSE como un cielo cubierto en un 90% por nubes con sol no visible. En otros países definen a la proporción de nubes desde un 70 a 100% para este tipo de cielo. En líneas generales un cielo cubierto es de 2.5 a 3 veces más luminoso en el cenit que en el horizonte.

MEDICIONES DE LUMINANCIA DE CIELO. SU DISTRIBUCIÓN

Las mediciones de luminancia fueron realizadas en el predio del CRICYT (lat. $-32^{\circ}.88'$, long. 68.85 , alt. 827 msnm) Mendoza. Para obtener los datos en condiciones de cielo nublado se midió el día 15 de setiembre al mediodía solar.

Se realizaron mediciones de luminancia para cada condición de cielo: una cenital y para cada orientaciones 0°, 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. Como las luminancias en planos inclinados varían con la reflectividad del entorno, se tomaron las mediciones en el predio del CRICYT, en un sector libre de obstrucciones con un único edificio a 147 metros de distancia representando un enmascaramiento menor al 3% de la bóveda celeste al mediodía solar.

A la serie de datos anteriormente descriptos, se agregaron mediciones de Iluminancia Horizontal Global, Difusa y Directa.

Para realizar los gráficos correspondientes a la distribución de luminancias para cada tipo de cielo, los datos medidos fueron tratados estadísticamente con el programa de computación SURFER (5).

RESULTADOS

En el presente trabajo se presentan los resultados preliminares del estudio iniciado para determinar los *cielos de diseño* típicos para nuestra región. Los datos presentados en las figuras 1 y 2 pueden ser ajustados con valores obtenidos en mediciones posteriores.

1- Cielo Claro

Valores de iluminancia medidos (mediodía solar)

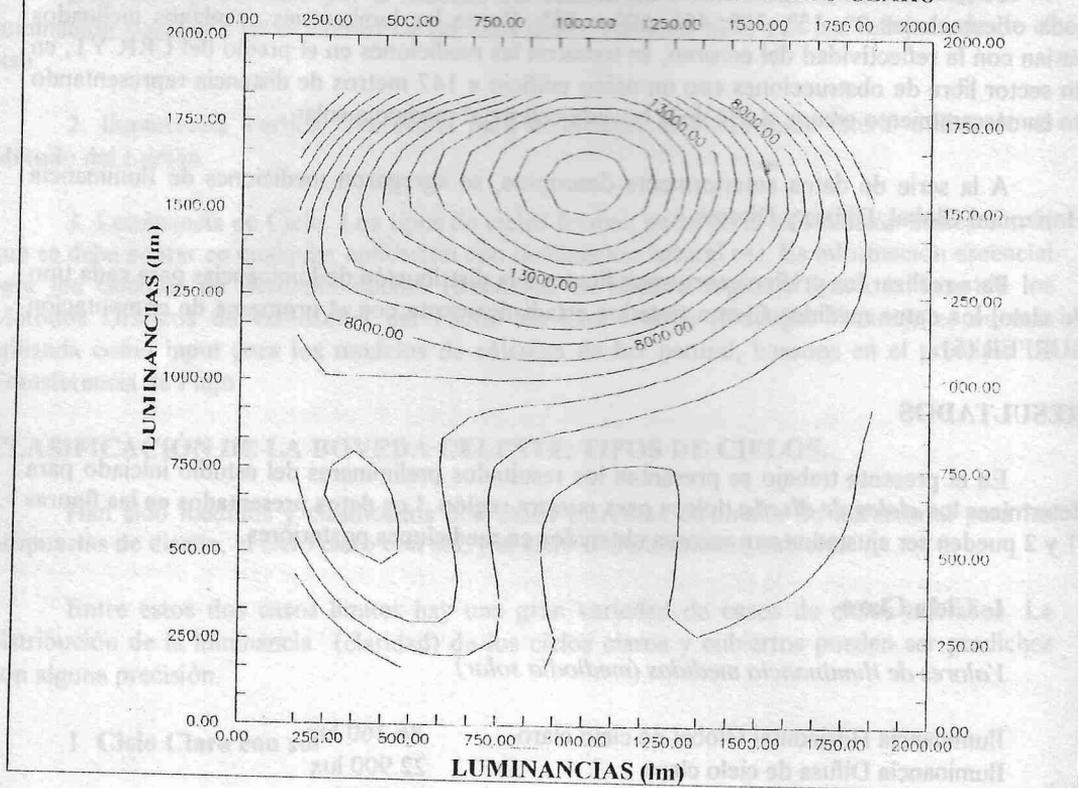
Iluminancia Horizontal Global de cielo claro	86.360 lux
Iluminancia Difusa de cielo claro	22.900 lux
Iluminancia Directa de cielo claro	106.800 lux

Valores medidos de luminancias para cielo claro (lm)

Altitud	Norte	Sur	Este	Oeste
0°	13,800	5,070	5,800	6,800
15°	14,300	4,380	5,220	7,280
30°	14,560	3,450	4,445	6,440
45°	19,200	2,910	4,000	6,310
60°	23,000	3,050	4,230	6,340
75°	12,350	3,590	4,980	6,400
Cenit		6,060		

En la figura 1 se ha graficado la distribución de luminancias en la bóveda celeste de los valores medidos para cielo claro al mediodía solar en curvas de iso-lúmenes.

FIG. 2. DISTRIBUCION DE LUMINANCIAS. CIELO CLARO



2- Cielo Nublado

Valores medidos de iluminancias para cielo nublado (lux).

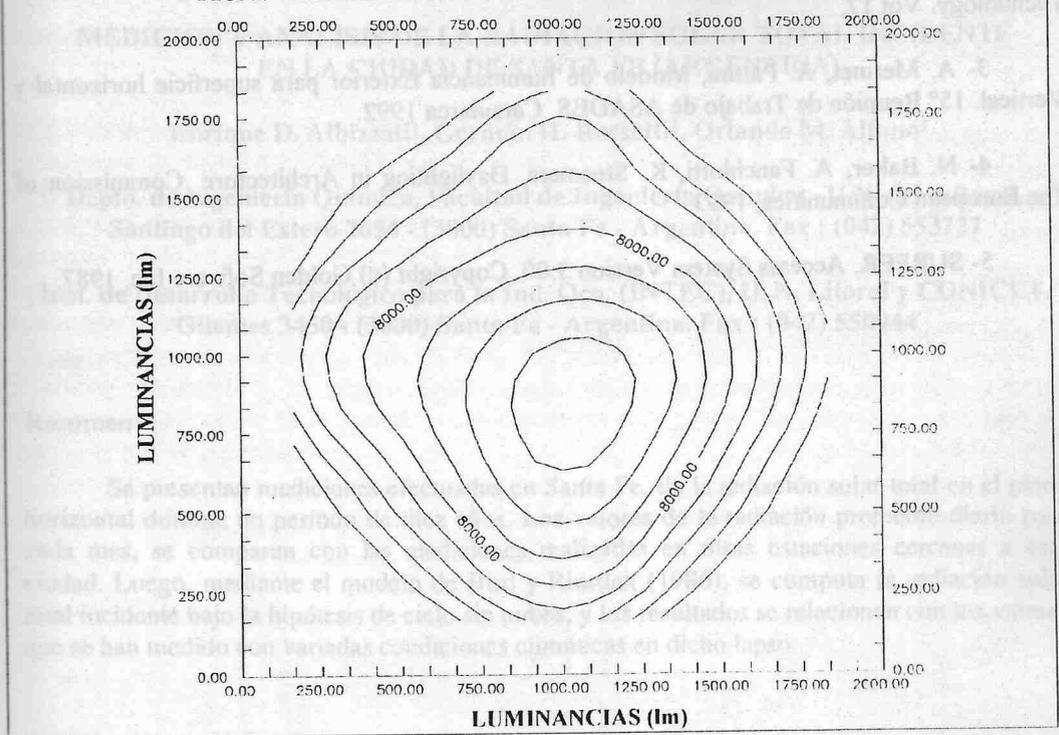
Iluminancia Horizontal Global de cielo nublado 30.400 lux.

Valores medidos de luminancias para cielo nublado (lm).

Altitud	Norte	Sur	Este	Oeste
0°	4,420	4,870	4,430	6,100
15°	6,830	5,730	4,590	6,620
30°	7,320	6,890	6,080	7,100
45°	7,870	7,320	9,450	8,720
60°	8,950	9,900	10,800	9,370
75°	12,350	11,830	12,000	12,000
Cenit		12,500		

En la figura 2 se muestra la distribución de luminancias medidas para las situaciones de cielo nublado al mediodía solar y su respectiva representación en curvas de iso-luminancias

FIG. 1. DISTRIBUCION DE LUMINANCIAS. CIELO CUBIERTO



CONCLUSIONES

1- En un día claro al mediodía solar la luminancia proveniente del sol y la circunsolar es la máxima (23.000 lm), la parte más oscura de la bóveda celeste se encuentra a 90° desde el sol (2.910 lm). La luminancia en el resto de la bóveda celeste tiene un promedio de 5090 lm.

La cantidad de luz que llega a una superficie horizontal (Iluminancia Global Horizontal) alcanza valores de 86.360 lux.

2- En un día con cielo nublado los valores medidos llegan a su máximo en el cenit con valores de 12.500 lm.

La iluminancia Global Horizontal que llega a la superficie en un día nublado es de 30.400 lux.

3- En términos de estrategias de diseño, en regiones en donde hay predominio de cielos claros los valores de luz natural exterior son muy altos, la iluminación lateral es una adecuada estrategia, siempre y cuando se utilice orientación norte, y adecuada difusión de la luz solar directa. Para las regiones con predominio de días nublados, los valores de iluminancia son bajos, la estrategia indicada para estos casos es la iluminación cenital, ya que en el cenit se encuentran los valores más altos, que por otra parte, rara vez provocarán deslumbramiento.

REFERENCIAS

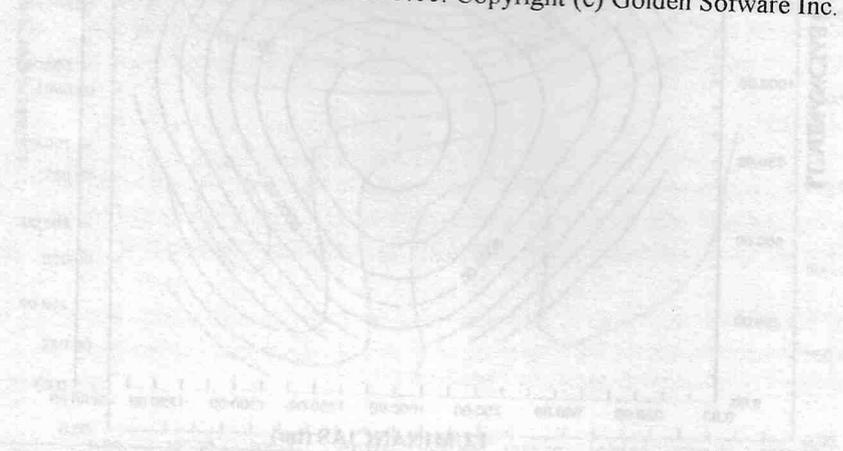
- 1- C. Robbins, Daylighting, Design and Analysis. Van Nostrand Reinhold Co. 1986.

2- P. Littlefair, The luminous efficacy of daylight: a review. Lighting Research & Technology. Vol.17.

3- A. Mermet, A. Pattini, Modelo de Iluminancia Exterior para superficie horizontal y Vertical. 15° Reunión de Trabajo de ASADES. Catamarca 1992.

4- N. Baker, A. Fanchiotti, K. Steemers, Daylighting in Architecture. Commission of The European Communities, 1993.

5- SURFER. Access System Version 3.00. Copyright (c) Golden Software Inc. 1987.



CONCLUSIONES

1- En un día claro el medidor solo la iluminancia proveniente del sol y la circunferencia a máxima (23.000 lux) la parte más elevada de la bóveda exterior de la cúpula (2000 lux) (2.010 lux). La iluminancia en el resto de la bóveda exterior tiene un promedio de 2000 lux. La cantidad de luz que llega a una superficie horizontal (iluminancia horizontal) muestra valores de 80-100 lux.

2- En un día con cielo nublado los valores medidos llegan a su máximo en el centro con valores de 500 lux.

Iluminancia Global Horizontal que llega a la superficie en un día nublado en el centro	Iluminancia Global Horizontal que llega a la superficie en un día nublado en el resto	Iluminancia Global Horizontal que llega a la superficie en un día nublado en el resto	Iluminancia Global Horizontal que llega a la superficie en un día nublado en el resto
500	400	300	200
400	300	200	100
300	200	100	50
200	100	50	20

1- C. Robbins, Designing, Design and Analysis, Van Nostrand Reinhold Co. 1988.