

PRIMEROS RESULTADOS EN EL ANÁLISIS DE REFLECTANCIAS EN CAÑONES URBANOS CARACTERÍSTICOS DE LA CIUDAD DE MENDOZA.

Córica, Lorena¹; Pattini, Andrea²

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV - INCIHUSA)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – CRICYT C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. 0261-4288314 Int. 270 – Fax 0261-4287370. E-mail: lcórica@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: En ciudades como Mendoza, ubicada en el centro-oeste de la Argentina, existe una predominancia de cielo claro con sol, debido a que el 83% del año la bóveda celeste se encuentra despejada o parcialmente nublada con presencia de sol. Esta situación hace que las respuestas lumínicas del espacio construido, estén fuertemente influenciadas por las reflectancias superficiales de los elementos urbano-arquitectónicos que lo conforman, más que por la luminancia del cielo azul como fuente de iluminación natural.

Para conocer el comportamiento en términos lumínicos, de un recinto urbano se evaluaron canales viales para un caso de referencia, de la ciudad de Mendoza, incluyendo la aplicación de diferentes niveles de reflectancias, a través de simulaciones. Los resultados muestran que la luz reflejada, proveniente de las superficies del recinto puede ser considerada como una fuente de iluminación, alcanzándose aportes superiores al 70%, que dependen del ancho de la calle.

Palabras Claves: Canales Viales Urbanos, Luz reflejada, Iluminación Natural.

INTRODUCCIÓN:

En términos lumínicos, un recinto urbano corresponde a una situación que, como consecuencia de la morfología y de las particularidades del espacio construido circundante, genera una distribución específica de intensidades luminosas. Las respuestas lumínicas que un escenario urbano puede generar en regiones donde predominan los cielos claros, están fuertemente influenciadas por las orientaciones de las superficies exteriores soleadas y sus reflectancias superficiales, (P. Tregenza, 1995) (muro fachada vertical soleado color claro 9000-14000 cd/m²; albedo asfalto gris soleado 6000-7000 cd/m²) más que por la luminancia del cielo sin nubes como fuente de iluminación natural.

En condiciones de cielo claro, el mayor aporte de la luz reflejada proviene de las superficies verticales, que pueden incrementar significativamente los niveles por encima del 50%. Para cielos nublados esta situación se invierte siendo las superficies horizontales las que tienen un mayor impacto en las condiciones lumínicas de un recinto exterior. (Tsangrassoulis, et. al, 2001).

Una de las variables que incide en el comportamiento de la luz es la relacionada con los acabados de las superficies: las propiedades de las texturas, los colores, los tipos de materiales, y todos los elementos relacionados a las reflectancias del recinto. El uso del color en las superficies afecta la percepción (sensación visual, acorde al área aparente que emite mayores o menores cantidades de luz), convirtiéndose en un parámetro significativo para la calidad de iluminación del espacio (Fontoynton, 1999).

Es evidente, que la magnitud relativa de las componentes difusa y reflejada, esté fuertemente condicionada por las características de los recintos urbanos conexos, entre cuyas variables se destacan las dimensiones del recinto, las reflectancias de sus elementos, la orientación y las particularidades de la morfología del entorno.

La ciudad de Mendoza, correspondiente a clima árido y con predominancia de cielos claros, alberga una morfología urbana con características particulares. En el actual tejido se destacan tres tipos de cañones característicos en cuanto a los anchos de los mismos: Canales Viales Urbanos (CVU) de 15m que constituyen un 25% del total de la trama, calles de 20m, correspondientes al 70% del total y de 30m en un 5% de la trama. En esta estructura CVU, anchos y abiertos, se potencia el efecto de la componente reflejada a través de la reflectancia de calzadas y volumetrías construidas, pero, este efecto es controlado estacionalmente con la presencia de una arboleda urbana como elemento ambiental de protección en un clima semidesértico. En climas secos, este trazo de verde genera espacios umbríos evidenciando una ciudad “oscura” (debida a los túneles verdes del bosque urbano), donde el aspecto del color como variable significativa en la iluminación natural, pierde la importancia a diferencia de otras ciudades ubicadas en climas similares. Mendoza es reconocida por ser una ciudad oscura, y se podría expresar que, a los efectos de percepción visual, es considerada como una ciudad gris.

¹ Becaria Doctoral CONICET.

² Investigadora Adjunta CONICET.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento lumínico, de entornos urbanos de alta densidad, para los canales viales urbanos característicos de la ciudad de Mendoza, incluyendo la aplicación de diferentes niveles de reflectancias en las superficies verticales. Cabe aclarar que se pretende realizar un estudio del aporte de las reflectancias respecto al color, sobre fachadas verticales de entornos característicos, ya que en esta etapa del análisis sólo se evalúan las variables morfológicas urbanas.

METODOLOGÍA

Las herramientas principales que se utilizan para el desarrollo del trabajo consisten en: digitalización de los casos de estudio, determinación de las reflectancias a aplicar y simulaciones de los casos correspondientes para su comparación, a través del programa Desktop Radiance 2.0 Beta.

Definición de caso de referencia

Como caso de análisis y a efectos de conocer valores de referencia, se ha desarrollado un esquema volumétrico que responde a la máxima densificación edilicia permitida por el Código Urbano de Edificación (CUE), aplicando los valores de Usos de Suelo para, de esta forma considerar las mayores posibilidades de asoleamiento en manzanas urbanas (Fig. 2).

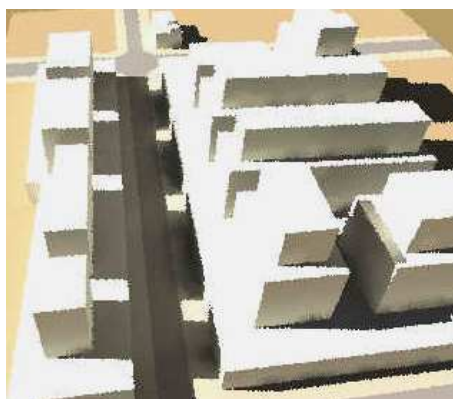


Figura 2.: Vista Aérea del caso de referencia.

Para ello, se generó una situación posible de un Cañón Urbano real de Alta Densidad edilicia, ubicado dentro de la ciudad, respetando la orientación de 12°, preponderante en la trama, y tomado como caso por la alta presencia de vacíos urbanos existentes, más la demolición de edificios en estado de deterioro. La construcción edilicia se realizó, a partir de la aplicación de la densificación de volumetría permitida por el CUE, en función del Factor de Ocupación del Suelo (FOS) y del Factor de Ocupación Total (FOT) consignados, suponiendo que es posible unificar más parcelas contiguas existentes, admitidos en alta densidad edilicia, con basamento y Torres

Esta morfología se procesó con simulaciones para los tres tipos de anchos de Cañón Urbano característicos en la trama de la Ciudad, es decir de 16m, 20m y 30m para analizar la influencia de cada uno de ellos con relación a la componente reflejada.

Definición de Reflectancias

Para evaluar los porcentajes de diversidad de aportes que puede afectar las condiciones de iluminación por parte de la componente reflejada, se propone aplicar a las superficies verticales de las fachadas tres tipos de colores (Tabla I), cuyas reflectancias, oscilan entre 20 y 90%.

COLOR	REFLECTANCIA	DATA SOURCE	MANUFACTURER CODE
Gris	25%	1k 129	LESO 91
Beige	66%	2k 201	LESO 91
Blanco tiza	86%		

Tabla I: Aplicación de Reflectancias sobre las superficies de fachadas.

Simulaciones

Los cálculos de iluminación se realizaron con Desktop Radiance 2.0 BETA. Este programa fue, desarrollado por el Departamento de Tecnologías de Edificios del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, California, Estados Unidos, dentro del marco del proyecto Iniciativas en Alumbrado Natural para la Transformación del Mercado, auspiciado por el Instituto Californiano de Eficiencia Energética (CIEE) y financiado por la firma Pacific Gas & Electric Company (PG&E).

En la metodología aplicada, todas las simulaciones se realizan bajo condiciones de cielo claro, predominante en la región, ingresando los datos de Latitud -32.68° y Longitud 68.85° propios de la Ciudad de Mendoza, para la situación más comprometida (solsticio de invierno) y para el mediodía solar.

En el presente trabajo se realizaron dos tipos de simulaciones: en primer lugar, una situación (caso base) de fachada con orientación al sur iluminada, es decir, sin la presencia de fachada norte que genere luz reflejada (Fig. 1 b) y por otro lado una situación de fachada sur con influencia del entorno construido (Fig. 1c); de este modo se pretende cuantificar el impacto en la iluminancia de las superficies reflectantes del recinto urbano. Los valores serán recogidos sobre una grilla horizontal dispuesta en cada fachada a una altura de 1,5m, con puntos localizados a una distancia equidistante entre sí (Fig.1).

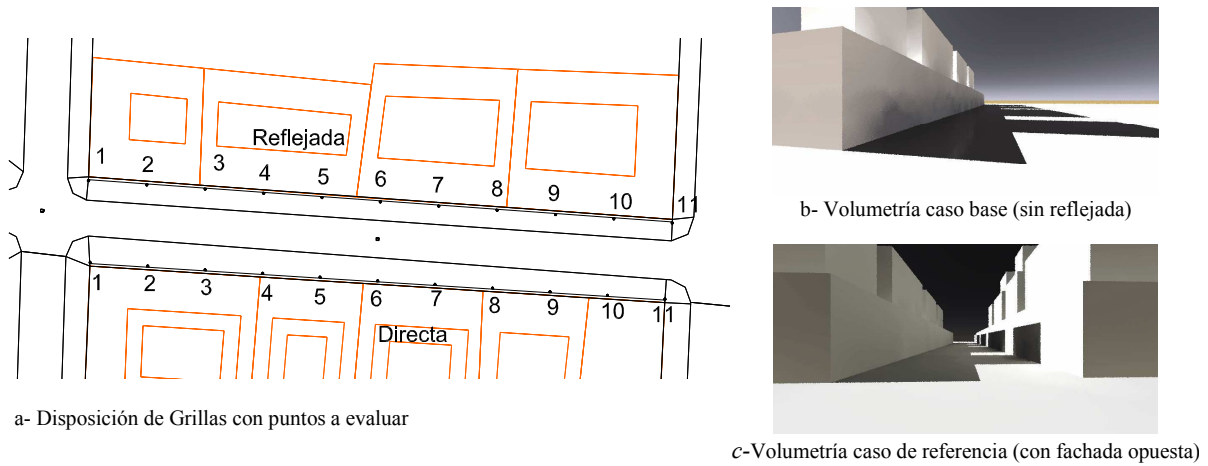


Figura 1. Grilla de cálculo y volumetrías de referencia para el análisis del aporte de la reflejada por la obstrucción.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se pretende mostrar las posibilidades que ofrece el Software, para una mejor comprensión del comportamiento en los tres casos de ancho de CVU, para tres reflectancias superficiales en cada uno de ellos. Se analizan las visualizaciones de los mismos mediante figuras producidas por el generador de imágenes del entorno de Desktop Radiance, con el fin de observar la respuesta lumínica del entorno, Luego se presentan, sobre las imágenes las curvas de Iso-lux para tener una visualización de la distribución de las iluminancias sobre el plano de la grilla calculada.

Caso 1: Cañón Urbano de 16m de Ancho:

En el primer caso de análisis, al simular una morfología correspondiente a un cañón urbano de dimensiones estrechas, las imágenes generadas revelan un escenario en sombra, debido principalmente a la obstrucción del basamento ubicado en la fachada sur (Fig. 3), y a las superficies verticales correspondientes a las torres permitidas por el Código. En cuanto a las curvas de Isolíneas, puede advertirse que, de manera progresiva (relacionada al aumento de reflectancias de los materiales) se establece un mejoramiento en los niveles de iluminación en función de las características ópticas de los materiales (Fig. 3, 4 y 5).



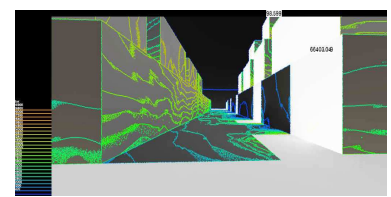
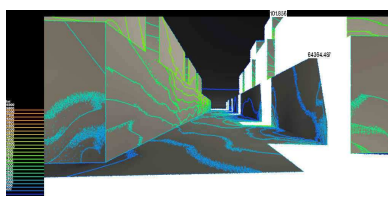
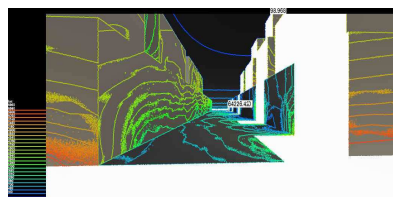
Figura 3: Gris 25%.



Figura 4: Beige 66%.



Figura 5: Blanco 86%.



Al analizar el comportamiento de las curvas de iluminancia, y en función de los valores arrojados en el análisis de la grilla que se ubicó en la fachada sur, para entornos de color gris (25%), los valores calculados en el caso base, presentan un promedio de 2700 lux, mientras que la simulación del caso 1 de referencia (con un ancho de CVU de 16m) alcanza un promedio de 3000 lux, significando un incremento del 12%. Para el mismo caso, pero con acabados de color beige (66%), el promedio del caso base es de 900 lux y el de referencia de 7151 lux arrojando un 86% de aumento de iluminación. Finalmente, para entornos de color blanco (86%), las curvas se despegan de manera significativa con aportes del 90% y con una diferencia de 8000 lux (Fig. 6).

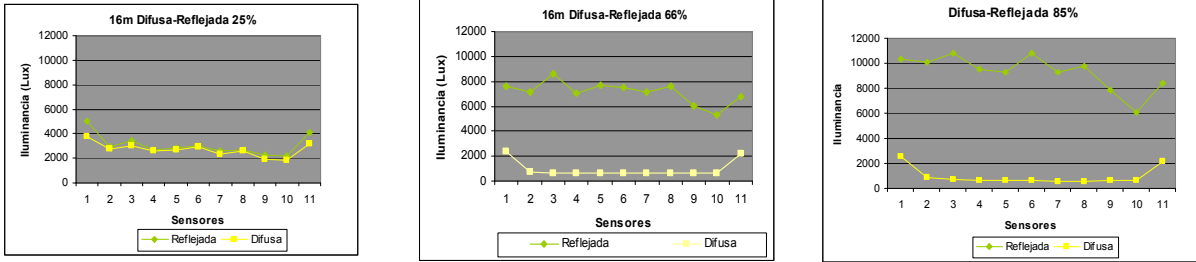


Figura 6: Curvas de Iluminancia para los casos de estudio.

Caso 2: Cañón Urbano de 20m de Ancho:

Las imágenes de cañones de 20m, muestran que la sombra emitida por el basamento se proyecta de tal forma que abarca aproximadamente la mitad del ancho de la calzada, disminuyendo sobre la fachada norte la superficie de sombras arrojadas por las torres. En las curvas de Isolux, se evidencia un aumento de los niveles de iluminancia dado por el efecto de las importantes reflectancias de las superficies expuestas al sol (Fig.7, 8 y 9).

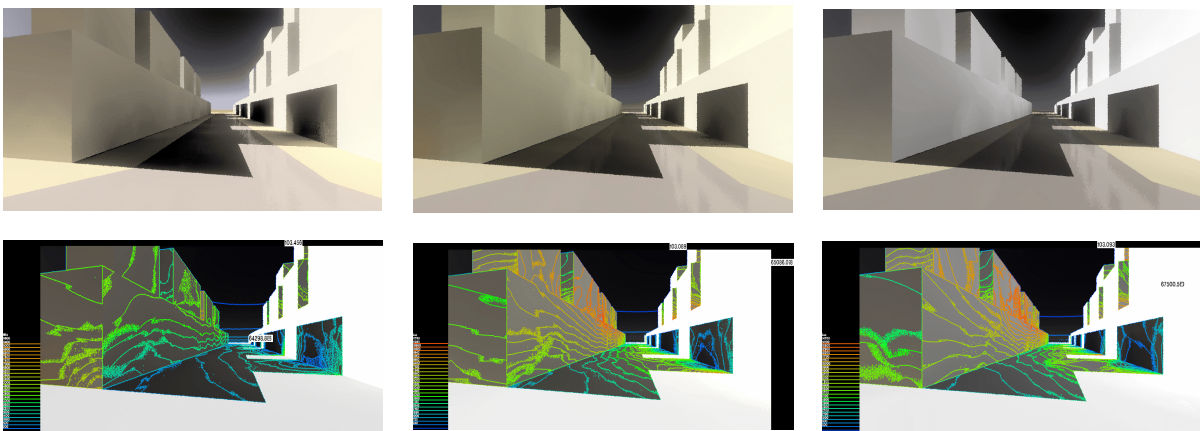


Figura 7: Gris 25%.

Figura 8: Beige 66%.

Figura 9: Blanco 86%.

En entornos correspondientes al caso 2, de color gris (Fig.10) los niveles de las curvas del caso base presentan un promedio de 600 lux mientras que el caso de referencia alcanza un promedio de 3440 lux, es decir una mejora del 72%. Para entornos de color beige (Fig. 11) las curvas presentan una diferencia de 88%. En los cálculos con superficies blancas (Fig. 12) el aumento ocasionado por la componente reflejada es del 90%, ya que el caso base tiene promedios de 900 lux y el caso de referencia 10500lux.

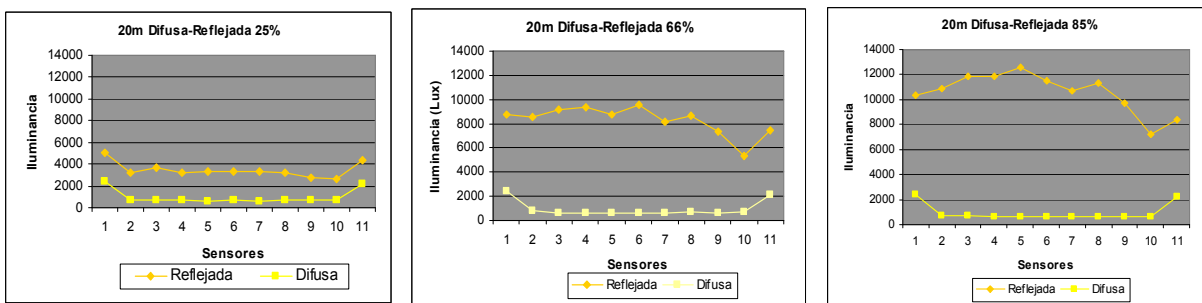


Figura 10: Curvas de Iluminancia obtenidos según grillas simuladas, para Difusa y Reflejada

Caso 3: Cañón Urbano de 30m de Ancho:

Para los cañones mayores de 30m, el área en sombra es menor que la expuesta en los casos anteriores, y la fachada Norte se presenta como superficie reflectante en su totalidad, al no poseer ningún tipo de obstrucción. En este caso, dada la amplitud del espacio, el efecto de la superficie Horizontal adquiere importancia por el importante efecto de reflectancia del asfalto. Esto se visualiza en las imágenes de Isolíneas, donde los niveles lumínicos lo demuestran (Fig. 11, 12 y 13).

Para el caso 3, en acabados superficiales grises los valores del caso base alcanzan un promedio de 3000 lux y 3700 lux para el caso de referencia, y esta situación representa un aporte del 17% correspondiente a la componente reflejada. En entornos de color beige, el caso base resulta con valores de 3045 lux y el caso de referencia alcanza valores promedios de 9000lux, con

un aporte del 66%. Finalmente, para entornos de colores blancos, el caso base presenta 3000 lux y el de referencia 11200 lux representando un 73% de aumento (Fig. 14).

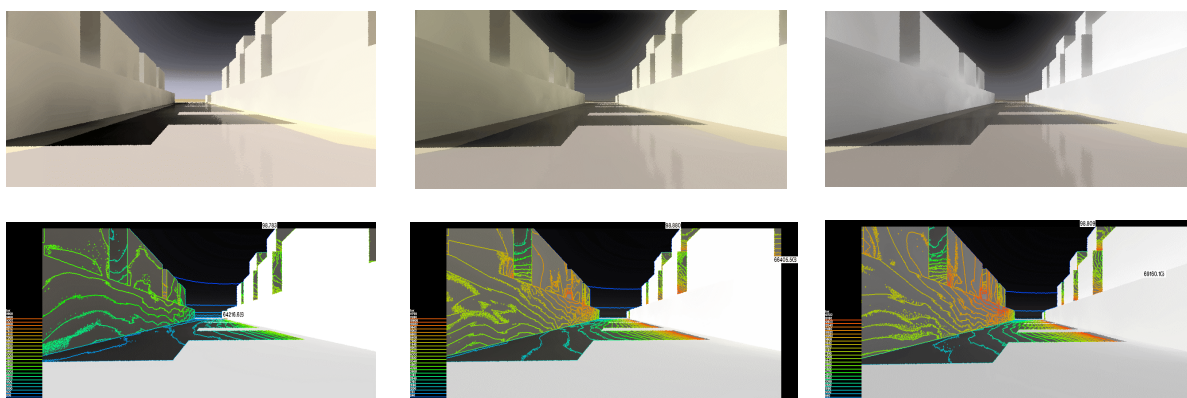


Figura 11: Gris 25%.

Figura 12: Beige 66%.

Figura 13: Blanco 86%.

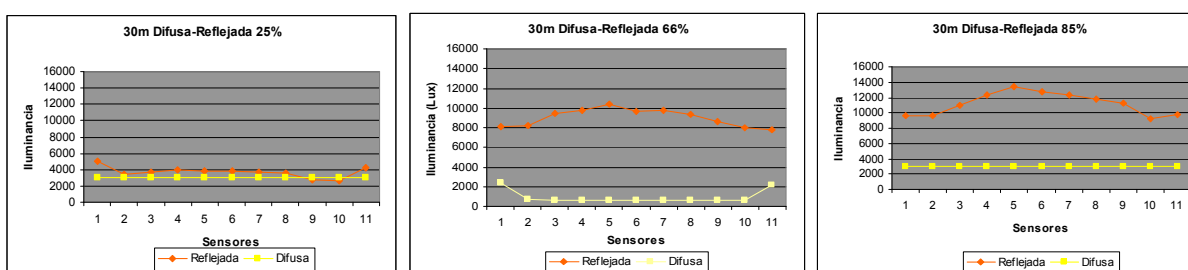


Figura 14: Valores de Iluminancia obtenidos según grillas simuladas, para Difusa y Reflejada.

CONCLUSIONES:

El trabajo permite comparar la incidencia de la iluminación aportada por las superficies horizontales y verticales que conforman los recintos urbanos analizados, en cielos claros con sol, según el ancho del CVU y los colores predominantes.

En cuanto al impacto de los colores superficiales analizados (reflejada), para todos los casos (CVU de 16, 20 y 30m), el gris oscila entre los 2000lux y 4000lux; para el beige estos varían entre 6000 lux y 8000 lux y el en el blanco oscilan alrededor de los 10000 lux. Esto significa que el color permite regular el potencial de la luz natural disponible, siempre y cuando se controle los posibles efectos deslumbrantes de las superficies de alta reflectancia.

En cuanto al aporte de la luz reflejada por superficie horizontal o vertical en relación con el ancho de calle, para el color blanco, los valores de iluminancia son similares, independientemente de la “variable” ancho de CVU. En caso 2 y caso 3 (20m y 30m) estos valores se deben fundamentalmente, al aporte de la luz reflejada de las superficies horizontales del recinto, mientras que en cañones angostos (caso 1) la luz reflejada es proveniente de las fachadas (Sup. verticales).

Cabe aclarar que las características morfológicas de los entornos urbanos más frecuentes en zonas áridas, responden a una forma compacta y cerrada con calles angostas, lo que respalda las conclusiones generales para estos casos respecto al impacto de la reflejada de superficies verticales. Esto se ve modificado para la ciudad de Mendoza, ya que al estudiar los aspectos históricos, físicos, sociales culturales, que intervinieron en la gestación y transformación del paisaje urbano, la vulnerabilidad sísmica y el código de edificación urbana, fueron las principales variables que fijaron los anchos de calle. Esto hace que las superficies horizontales particularmente en el caso 3 analizado tomen relevancia a la hora de aportar luz en el entorno construido.

Futuros estudios pretenden avanzar en el tema, con la inclusión en el análisis de la variable arbolado urbano dentro del espacio construido, y la respuesta que da el verde urbano a la iluminación natural, ya que la presencia del mismo en nuestra ciudad es de vital importancia. De no ser así, la importante reflectancia aportada por las anchas calles soleadas, transformaría al recinto urbano en un espacio con desconfort visual (deslumbramientos fisiológicos y psicológicos) y térmico.

REFERENCIAS:

- Claude L. Robbins. Daylighting, Design and Analysis. Editor Vand Nostrand Reinhold Company New York. USA 1986.
 Marc Fontoynt. Daylight Performance Of Buildings. Editor: James and James, France, 1999.
 Tregenza, P. (1995) Mean daylight illuminance in rooms facing sunlit streets, Building and Environment 30.
 Tregenza, P.R. (1995). Mean Daylight Illuminance in rooms facing sunlit streets. Building and environment, Vol. 30, No. 1, pp, 83-89. UK.

Tsangrassoulis, A. et al. (1999) A method to investigate the potential of south-oriented vertical surfaces for reflecting daylight onto oppositely facing vertical surfaces under sunny conditions. Solar Energy, Vol 66.

ABSTRACT: In cities like Mendoza, located in the center-west of Argentina, a clear sky predominance exists with sun, because 83% of the year the sky vault are cleared or partially cloudy with sun presence. This situation does that the luminance answers of the urban space, are strongly influenced by superficial reflectances of the urban-architectonic elements that conform it, more than by the luminance of the blue sky like source of daylighting.

In order to know the behavior in luminance terms, an urban urban channels for a case of reference were evaluated, in the city of Mendoza, including the application of different levels from reflectances, through simulations. The results show that the reflected light, originating of the surfaces of the of the environment, can be considered like an light source, being reached contributions superior to 70%, that they depend on the wide one of the street.

Key words: Road Urban Channels, reflected Light, Daylighting.