

## **ESTUDIO DEL POTENCIAL DE LA LUZ NATURAL EN RECINTOS URBANOS DE ALTA Y BAJA DENSIDAD INSERTOS EN LA CIUDAD OASIS DE MENDOZA.**

Córica, Lorena<sup>1</sup>; Pattini, Andrea<sup>2</sup>

Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA). Unidad Laboratorio Ambiente Humano y Vivienda.  
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: lcorica@lab.cricyt.edu.ar

**RESUMEN:** Dentro de las geometrías urbanas, las alturas de las fachadas de los edificios y los componentes de los espacios públicos, pueden presentarse como obstrucciones considerables a la luz natural, generando diferentes sensaciones de disconfort en los usuarios de los espacios. Este trabajo pretende evaluar el potencial lumínico de dos cañones urbanos, insertos en la ciudad oasis de Mendoza, con densidades edilicias opuestas (alta y baja) considerando el mismo eje de orientación de las calles y manteniendo la especie forestal. Las evaluaciones son abordadas bajo la aplicación de un Protocolo de Mediciones de Iluminación natural en recintos urbanos. Como primeros resultados se observa, que para cañones urbanos de treinta metros, se reduce el aporte de la componente reflejada ya que las fachadas en la alta densidad edilicia están condicionadas por el significativo ancho de la calle a lo que se suma el enmascaramiento de la arboleda urbana expresada en su máxima expresión foliar. Contrariamente, la componente difusa acrecienta su influencia para ambas situaciones.

**Palabras Claves:** Luz natural, Recintos Urbanos, Arboleda Urbana.

### **INTRODUCCIÓN:**

Para las personas, un espacio exterior, está generalmente asociado a una experiencia visual positiva. Si a esta idea la contextualizamos en el espacio urbano, existen diferentes factores que pueden contribuir a que esta experiencia visual sea satisfactoria. Como ejemplo de esta afirmación se encuentra el disconfort visual, asociado a la correspondencia del medio iluminado en su conjunto con las motivaciones, expectativas y actitudes de los usuarios. En este contexto el "confort visual" es la obtención de la calidad lumínica, a partir del diseño de un espacio que se adapta adecuadamente al "clima luminoso" de cada lugar, satisfaciendo las expectativas de sus ocupantes.

En el espacio construido, el confort visual disminuye a medida que las sensaciones de deslumbramiento son experimentadas en el campo visual. Más exactamente, la inhabilidad visual y el deslumbramiento molesto ocurren cuando el campo visual contiene valores de luminancia o contrastes demasiado grandes. (Mativi, 1998)(Compagnon, 2000).

Como hemos comentado en anteriores trabajos, la Ciudad de Mendoza, situada en la región centro-oeste de la República Argentina, presenta un clima luminoso propio de regiones áridas con valores que superan los 100000 lx en verano. Al estudiar la estructura de la ciudad, vemos que, a diferencia de las formas tradicionales de las regiones áridas, este efecto es controlado estacionalmente con la presencia de la arboleda urbana que actúa como elemento de protección ambiental, rasgo que la convierte y caracteriza como ciudad con modelo oasis. El trazo de verde a lo largo del día, genera heterogeneidades lumínicas en los espacios públicos y sus posibles aportes cuantitativos y cualitativos al confort visual no siempre se ven potenciados.

A este condicionante se suma que la configuración urbana de la ciudad en relación a los índices de ocupación de suelo, se encuentre en un grado de sellado de trama completo y absoluto, pero, la distribución volumétrica-espacial de esta impronta se muestra con una rugosidad tridimensional heterogénea, ante la falta de consolidación y uniformidad en altura. La estructura espacial se ha desarrollado en forma piramidal concentrando la mayor masa edilicia y en altura en el sector fundacional que corresponde al microcentro de la ciudad y va decreciendo progresivamente hacia la periferia de la mancha urbana total del Área Metropolitana de Mendoza, hasta alcanzar las mínimas densidades en zonas residenciales. En este aspecto, el espacio urbano se estructura en tres densidades edilicias características (Alta- Media y Baja), donde los casos predominantes para evaluar y comparar son: la Alta densidad correspondiente, sector identificado con el casco fundacional (microcentro) y la baja densidad edilicia relacionada a la periferia.

---

<sup>1</sup> Becaria Doctoral CONICET

<sup>2</sup> Investigadora Adjunta CONICET

Todas estas particularidades dentro de la diversidad que conforman los recintos exteriores de la ciudad, hacen que el efecto de la iluminación en los escenarios urbanos se vea condicionada por la presencia de este filtro orgánico y las características morfológicas de los recintos como el ancho y la altura de los cañones entre otras.

Ante lo expuesto y como parte del abordaje de la iluminación natural en la región en el espacio construido, se presenta el estudio comparativo del potencial de la luz incidente en dos situaciones representativas del tejido urbano, a través de la aplicación de un protocolo de medición elaborado especialmente para cuantificar el recurso. Se trata de dos cañones urbanos donde se contrastan las densidades edilicias con un caso conformado por edificios en altura correspondiente a la alta densidad y el otro de viviendas entre uno y dos niveles de edificación para la baja densidad edilicia, bajo la presencia de la misma especie arbórea y ancho de calle. El objetivo de este trabajo pretende estudiar y comparar el impacto lumínico de cañones urbanos antagónicos en cuanto a la morfología urbana que sustenta, abordando las variables del paisaje urbano que coaccionan con la incidencia de la luz y que afectan tanto al confort visual de las personas que habitan la exterioridad del medio urbano, así como también la disponibilidad global del recurso; variables como valores de las permeabilidades lumínicas de los cañones, las distribuciones lumínicas sobre las superficies horizontales.

## METODOLOGÍA:

### *Definición de casos de análisis:*

Los entornos urbanos propuestos son dos casos de análisis que mantienen las mismas variables en cuanto a ancho de calle de 30m, presencia de la misma especie arbórea, Mora para su comparación, siendo cañones con dirección este-oeste, es decir que la mayor superficie de las fachadas se encuentran con exposición al norte.

La calle Peatonal Sarmiento fue la seleccionada para la Alta Densidad edilicia, recinto urbano ubicado en el microcentro de la ciudad cuya configuración espacial es uniforme y de llenos, constituida por bloques de aproximadamente 9 niveles; y para la Baja densidad, la Calle Roque Sáenz Peña, entorno de uno y dos niveles edilicios.

En las Fig. 1 y 2 se presentan las planimetrías de los casos seleccionados, ambas situaciones con la misma orientación, a partir del eje de dirección Este- Oeste de  $12^\circ$  en relación a la perpendicularidad al Norte y la imagen hemisférica (registrada a las 10hs), correspondiente a cada escenario que muestra como es la trayectoria solar para la situación de verano. Este gráfico fue procesado con el Software Geosol.

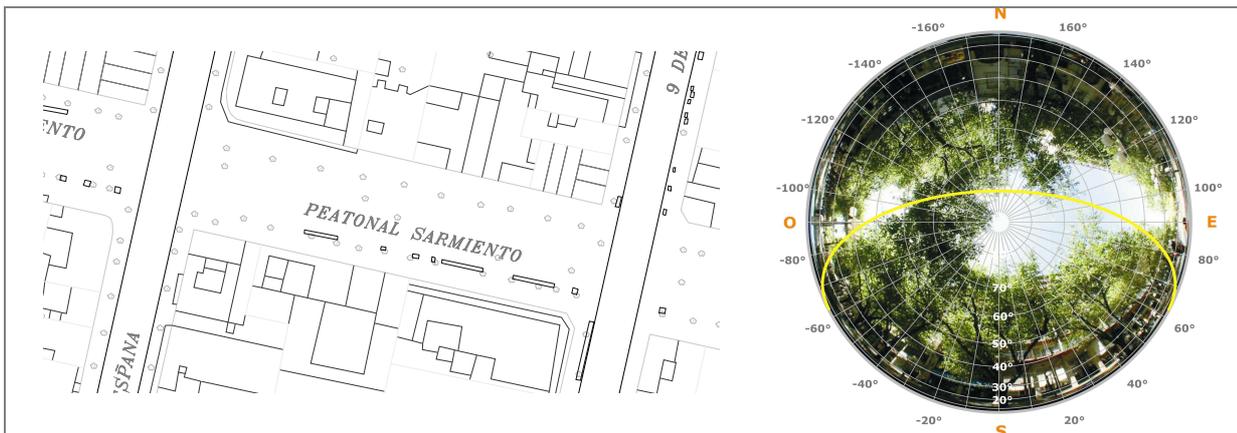


Fig.1: Planta Cañón Alta densidad edilicia e Imagen Fish- Eye de la escena.



Fig. 2 Planta Cañón baja densidad edilicia e Imagen Fish- Eye de la escena.

En la figura 3, se muestran fotografías comparativas de las densidades para ambos escenarios urbanos.



Fig.3 Caso de Alta densidad- Calle Peatonal Sarmiento (Izquierda) y Caso de Baja densidad- Calle R. S. Peña (Derecha)

### Procesamiento de Imágenes SVF:

La primera etapa de evaluación considera las permeabilidades lumínicas de cada espacio. Para ello se utiliza la aplicación del PIXEL DE CIELO, herramienta que obtiene el factor de visión de cielo (SVF), analizando imágenes digitales realizadas para los mismos puntos, (Correa, Erica. Et. Al. 2006). Expresa la relación entre el área visible de cielo y la porción de bóveda celeste cubierta por los distintos componentes del ambiente urbano (configuración edilicia, arboleda, luminarias, mobiliario urbano, etc.). El relevamiento fotográfico fue obtenido con cámara Nikon Coolpix 5400, equipada con una lente de ojo de pez ya que se asume una proyección equiangular.

Para este trabajo se plantea cotejar ambas configuraciones edilicias, con escenas reales, comparando dos puntos de igual localización, en ambos casos. Se procesan tres tipos de imágenes para cada escenario a partir de la descomposición de la imagen en distintas capas que contienen las variables más importantes del espacio: en primer lugar el procesamiento de la imagen completa, en segundo, el factor de la morfología arbórea y por último, el perfil de la morfología urbana y de esta forma se obtiene el impacto de las variables consideradas. De esta manera se trata de observar el nivel de impacto de las variables con la incidencia de la luz natural.

### Mediciones in-situ:

El estudio de los parámetros físicos y objetivos del confort lumínico de los entornos, se realizó la toma de mediciones, en este caso para el período estacional de verano y a lo largo de una jornada completa sin interrupción, considerando el mediodía para este caso. Se tomaron Mediciones de Iluminancia Horizontal sobre calzada (Nivel de suelo), Mediciones de Iluminancias Horizontal sobre las veredas (Nivel de suelo).

El instrumental con el que se tomaron los datos está integrado por un luxímetro LI-COR 189 con sensor fotométrico LI-210 y base niveladora 2003S; y un luxímetro Tenmars DL 201, ambos con corrección de coseno.

Para las mediciones de vereda y calzada, se distribuye una serie de puntos longitudinales sobre la calle y las veredas respectivamente, ubicados a una distancia equidistante, donde se toman datos de iluminancia a nivel de piso (Fig. 4).

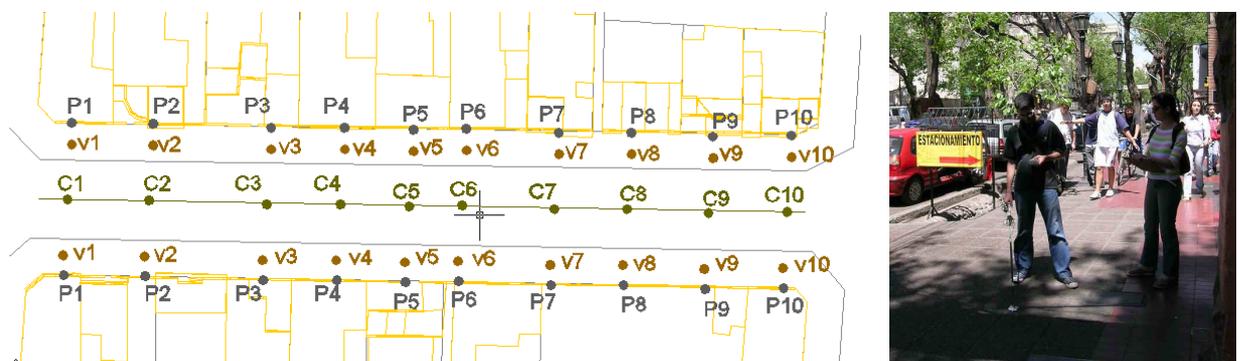


Fig. 4: Grilla de Mediciones para calzada y veredas y fotografía de relevamiento in-situ.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS:

### - Comparación a partir de la descomposición del factor de cielo visible:

Para la primera serie de imágenes procesadas, si se considera solamente la permeabilidad de la arboleda, los valores para ambos casos son muy similares y responde al crecimiento y el desarrollo de la estructura del follaje de los forestales. En ambos escenarios ha traído aparejado configuraciones arbóreas similares, las cuales no alcanzan a conformar una estructura continua de verde abovedada, pero sí presentan diferencias en las permeabilidades. En relación a las obstrucciones de la volumetría construida, es notable el impacto que ejerce la alta densidad con un 50% de visión de cielo al 92% que arroja la baja densidad edilicia. Y por último, si comparamos las situaciones actuales, la Alta densidad edilicia presenta un valor de 28% en relación al 41% que la baja densidad permite. La diferencia está determinada por las características de la geometría urbana, principalmente por el contraste de alturas y la oposición de densidades edilicias (Fig. 5 y 6).

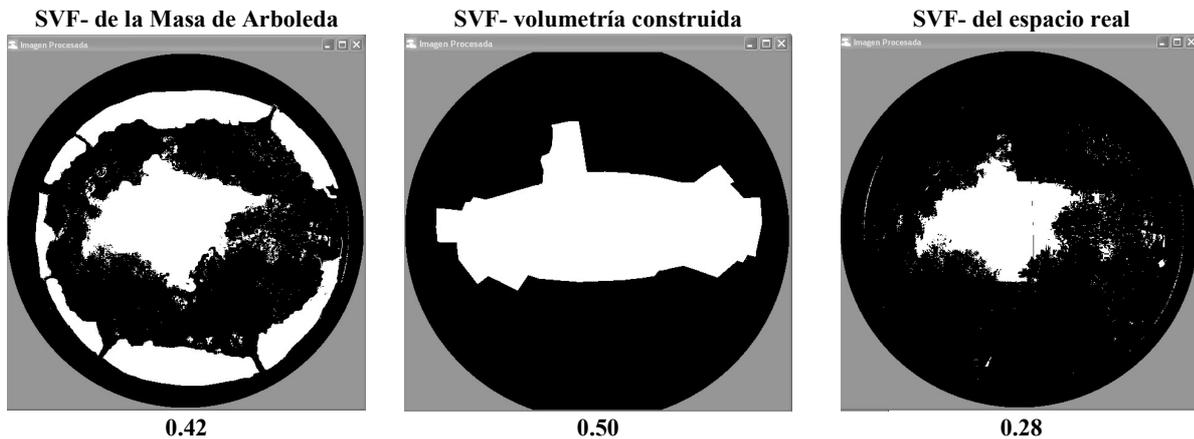


Fig. 5: Descomposición de capas de SvF para Alta densidad edilicia.

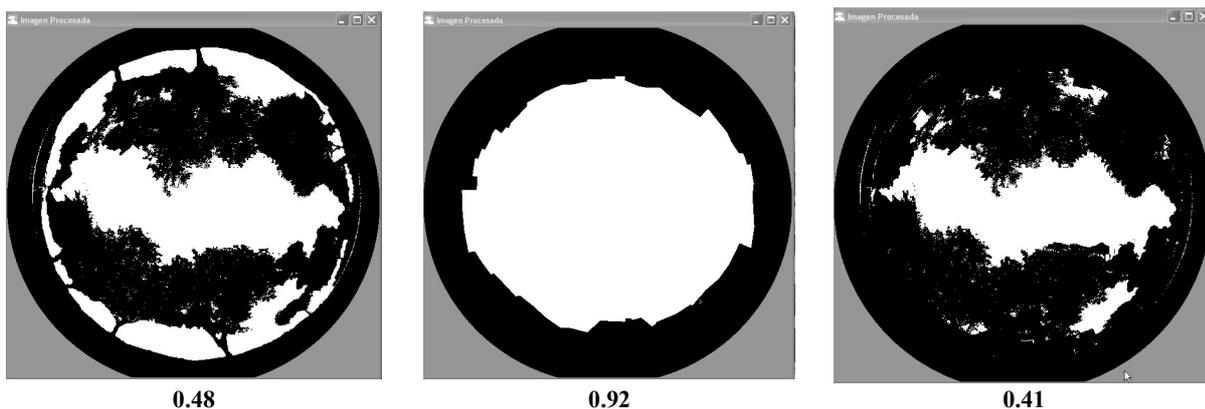


Fig. 6: Descomposición de capas de SvF para Baja densidad edilicia.

Se puede acotar que para este tipo de comparaciones entre densidades contrastantes, la variable que tiene mayor influencia con el acceso a la luz natural es la morfología construida, ya que la masa de verde al presentar las mismas características, en el primer caso esta obstruyendo aproximadamente un 22% y para la baja densidad un 41%, situación que debe ser tenida en cuenta a la hora de proponer nuevas planificaciones urbanas. El árbol en la ciudad de Mendoza, se convierte en el elemento que controla la incidencia de la iluminación.

### - Evaluaciones lumínicas

Los gráficos de las curvas de isolux, realizados bajo la aplicación del software Surfer, en alta y baja densidad difieren radicalmente en las distribuciones de luz sobre las superficies. La discrepancia es consecuencia del impacto ejercido fundamentalmente por las características de la morfología circundante, principalmente por los perfiles de las alturas y la oposición de densidades edilicias.

Al observar el primer caso de análisis en detenimiento, las curvas exteriorizan superficies y niveles de luz heterogéneos para la alta densidad. Sobre las veredas es notable situaciones en sombras bajo la influencia de las edificaciones que delimitan al cañón, y en relación al eje de la calzada, es donde se generan discrepancias por los vanos producidos por la arboleda (Fig. 7), pero describiendo la totalidad del CVU, se podría pensar en que el espacio responde a una situación en sombra. El emplazamiento de los forestales en este caso no se presenta como una variable de peso, ya que las configuraciones de arboleda son similares y no alcanzan a conformar una estructura continua de verde abovedada, pero sí muestran algunas diferencias en las permeabilidades sobre todo en las situaciones de vereda.

En cambio, para la baja densidad las distribuciones lumínicas cambian radicalmente, en cuanto a la oposición de niveles y puntos bajo la incidencia de luz directa. Se observan que las superficies horizontales se comportan como altamente reflectantes en cuanto a niveles, condiciones lumínicas generadas por las bajas construcciones en altura y la gran apertura de cielo (Fig.8).

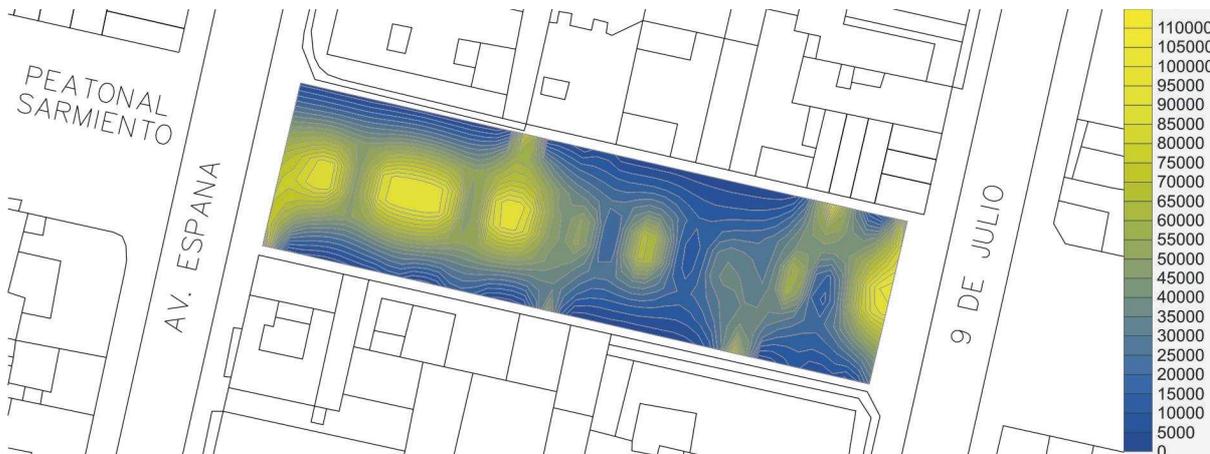


Fig. 7: Iluminancias a nivel de piso, para la totalidad del cañón urbano de Alta densidad edilicia.

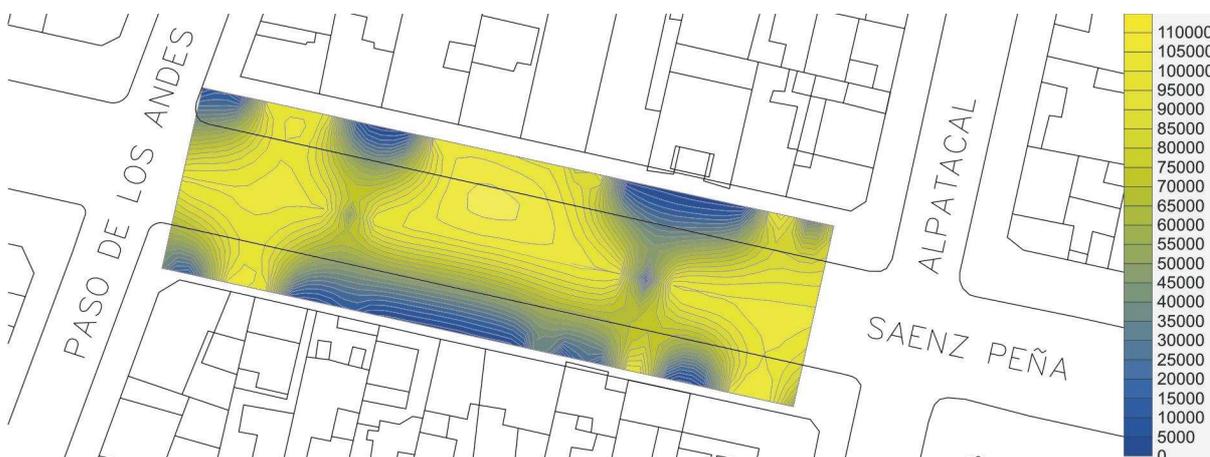


Fig.8: Iluminancias a nivel de piso, para la totalidad del cañón urbano de Baja densidad edilicia

Cabe aclarar que en las situaciones seleccionadas, la importancia del ancho del CVU es un factor influyente sobre las situaciones lumínicas que se generan en los ámbitos.

Los valores exhibidos en la Tabla I, son indicadores del impacto de la morfología adyacente para cada caso. En calzada, como lo muestra la Eh (Iluminancia) media, para la Alta densidad el valor promedio oscila en 61300 lx, mientras que la gran exposición al recurso lumínico en la baja arroja un promedio a lo largo del eje de calle de 96547 lx. La disponibilidad del recurso lumínico de cada recinto, determina que para calle Peatonal sea de un 30%, mientras que en Roque Sáenz Peña de un 60%,

	Alta densidad- Peatonal Sarmiento			Baja densidad- Roque Sáenz Peña		
	Vereda Sur	Calzada	Vereda Norte	Vereda Sur	Calzada	Vereda Norte
Eh med	12582	61317	13206	36511	96547	53040
Eh Máx	97400	101560	97750	103970	101840	102040
Eh Mín	1089	2006	1150	2393	7049	1558

Tabla I: Valores comparativos para Alta y baja densidad

Por último, se analizaron como eran las situaciones lumínicas de todos los puntos de las grillas, para poder cotejar las relaciones entre ambos casos. Para ello se definieron rangos que van: situaciones con “muchas” (120000 a 90000 lx), “menos cantidad de luz” (90000 a 60000 lx), puntos en “penumbras” (60000 a 30000 lx) y finalmente situaciones “oscuras” (0 a

30000 lx). Esto permite comparar y determinar de manera significativa como son los porcentajes y la performance de todos los puntos relevados en cada escenario (Fig. 9).

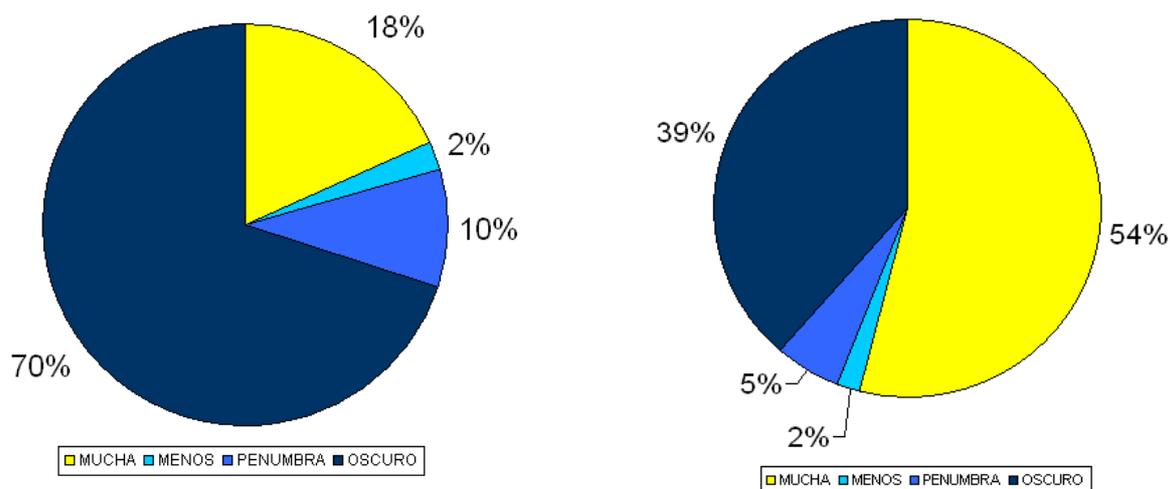


Fig. 9 : Porcentajes de situaciones lumínicas en luz para Alta densidad y Baja densidad

## CONCLUSIONES

A partir de la confrontación de las distribuciones lumínicas de los entornos presentados, se puede acotar que para este tipo de comparaciones entre densidades opuestas y para anchos de CVU de grandes magnitudes, la variable que tiene mayor influencia en el acceso a la luz natural es la morfología construida. La disparidad de los niveles está determinada por el contraste de alturas en las densidades edilicias. Este efecto se observa con claridad en los porcentajes de disponibilidad del espacio de Alta densidad con 60%, y en baja densidad de 30%. La variación se puede observar en las curvas de Iluminancias de calzadas de la geometría urbana, condicionada fundamentalmente por la consolidación de edificios en altura.

Es necesario tener en cuenta que para la situación de verano, exponerse en una jornada en la ciudad de Mendoza a 100000 lx, significa no sólo experimentar efectos de deslumbramientos a la hora de transitar los espacios públicos, sino también someterse a sensaciones de desconfort térmico y es aquí, donde la arboleda aporta sus beneficios como filtro ambiental.

## REFERENCIAS:

- Chain C., D. Dumortier, M. Fontoynt. (2001). "CONSIDERATION OF DAYLIGHT'S COLOUR" Energy and Buildings 33. (193±198).
- Compagnon, R. (2000). SOLAR AND DAYLIGHT AVAILABILITY IN URBAN AREAS. PRECis, Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg.
- Córica, Lorena; Pattini, Andrea. (2005). "PROTOCOLO DE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN NATURAL EN RECINTOS URBANOS." Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 9, N° 1, 05.85-05.90.ISSN: 0329-5184 . Argentina.
- Correa, E.; Pattini, A.; Córica, L.; Fornés, M.; Lesino, G. (2005). "EVALUACIÓN DEL FACTOR DE VISION DE CIELO A PARTIR DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES HEMIESFÉRICAS. INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN DEL CANÓN URBANO EN LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO SOLAR. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 9, N° 1.ISSN: 0329-5184. Argentina.
- Mardaljevic J. and Rylatt M., (2003). "IRRADIATION MAPPING OF COMPLEX URBAN ENVIRONMENTS: AN IMAGE-BASED APPROACH". Energy and Buildings 35(1): 27-35).
- Tse-ming Chung, John Mardaljevic and Tak-tung To. (2005). "APPLICATION OF ANNUAL IRRADIATION MAPPING FOR DAYLIGHTING ANALYSIS". CIE Congreso Internacional de Iluminación. España.
- Lozano, E. (1974). "VISUAL NEEDS IN THE URBAN ENVIRONMENT". Town Planning Review, Vol 45, N°4,
- Boyce, P. R. (1986). "HUMAN FACTORS IN LIGHTING" Editores Macmillan Publishing CO, Inc. NY Collier Macmillan Canada, Toronto.
- Carmona M. & al. (2003). "PUBLIC PLACES." Urban Spaces, Architectural Press, 2003. J. Goyette & R. Compagnon, "RUROS - REDISCOVERING THE URBAN REALM AND OPEN SPACES PROJECT : TWO CASE STUDIES IN FRIBOURG, SWITZERLAND". In: ICUC-5 Fifth International Conference on Urban Climate. Poland.

**ABSTRACT:** In urban geometries, the heights of facing buildings and the component public spaces can appear like considerable obstructions to natural light, reducing the potential of the natural lighting but generating different sensations of discomfort in users of the public spaces. This work tries to evaluate the daylighting potential in one of the situations it jeopardize more in relation to the wide one of the streets of Mendoza. It is taken as case of analysis the comparison of two urban canyons corresponding to streets of thirty meters, with building densities opposed (high and low) considering the same direction of streets orientation and maintaining the species forest, in addition to other similar morphologic variables. The evaluations will be approached under the application of a Protocol of Measurements of the Daylight in urban environment. As first results are observed, that, for urban canyons of thirty meters, the contribution of the reflected component is reduced since the facades in the high density are in favor conditional of significant the wide one of the street to which the camouflage of the urban forest. Contrary, the diffuse component increases its influence for both situations.

**Keywords:** Natural Light, Urban Environments, Urban Forest.