

## **EVALUACIÓN DE LA LUZ NATURAL EN RECINTOS URBANOS CON Y SIN BOULEVARD CENTRAL ARBOLADO DE LA CIUDAD DE MENDOZA. ESTACIÓN ESTIVAL.**

Córica, Lorena<sup>1</sup>; Pattini, Andrea<sup>2</sup>; Endrizzi, Martín<sup>3</sup>; Martínez, Claudia<sup>1</sup>; Cantón, M. Alicia<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:** La estructura urbana de la ciudad de Mendoza se encuentra compuesta por una red de canales viales intercalada con una masa verde completamente articulada, sistema conocido como modelo en oasis. De esta forma se observa que en algunas de las principales avenidas de la ciudad se encuentren boulevares con presencia de un eje verde central a la que se suma la disposición de arboledas laterales sobre las veredas, a diferencia de la mayoría de los cañones donde prevalece la disposición tradicional de arboleda lateral.

En el medio urbano, la incidencia de la iluminación natural se ve condicionada por las características todos los elementos que participan en los recintos urbanos. El presente trabajo pretende evaluar y comparar el comportamiento del recurso lumínico de dos tipologías arbóreas presentes en el tejido de la ciudad, a partir de la toma de mediciones objetivas en las superficies horizontales y teniendo en cuenta la estación estival como condición de análisis. Los resultados muestran contrastes en las condiciones lumínicas con diferencias del 40% en la apertura de cielo y una disponibilidad lumínica del 30% para cañones con boulevard forestado y del 80% para el caso que no alberga eje central de arboleda.

**Palabras Claves:** Iluminación natural, recintos urbanos, arboleda urbana.

### **INTRODUCCIÓN:**

En el desarrollo de morfologías urbanas, los elementos que participan en las configuraciones de los recintos pueden presentarse como obstrucciones considerables a la incidencia de la luz natural. Esto hace que el aprovechamiento del recurso como fuente de iluminación del ambiente construido, esté fuertemente condicionado por dos grupos de variables del contexto construido: las particularidades morfológicas de la arquitectura y las diferentes iluminancias que reciben las superficies (Tregenza, 1995). Dentro del grupo de características morfológicas, las dimensiones de los espacios urbanos, la distancia entre los edificios, las orientaciones, la presencia del equipamiento y de la arboleda pueden ser reconocidas como las principales variables que influyen en las condiciones de confort visual de los espacios.

Como parte de este abordaje, es necesario conocer la relación que se entabla entre la disponibilidad lumínica de una región y las características de los recintos urbanos, lo que significa conocer las razones por las que se llegó a esa realidad urbana y de qué manera las condiciones ambientales de los soportes naturales influyeron en la conformación espacial del hábitat construido, para de esta forma, poder evaluar y caracterizar el aprovechamiento del recurso lumínico en las morfologías.

La respuesta urbano-ambiental que se dio al soporte árido y sísmico de la Provincia de Mendoza, fue la adopción del modelo en oasis, a partir de la superposición de especies forestales sobre el desarrollo de un tejido urbano heterogéneo. La aplicación de este patrón fue posible gracias a las importantes dimensiones de las calles, como normas de prevención antisísmica, y al sistema hídrico implementado a través de una red de canales y acequias de riego que permiten la subsistencia de las especies. La interacción de ambos sistemas promovió la presencia de verde a lo largo de las calles, razón por la cual, el árbol adquiere un rol protagónico dentro del espacio público, no sólo porque se ha transformado en un fenómeno cultural que hace a la identidad de la población, sino también, porque representa uno de los elementos más significativos que conforma la lectura del paisaje urbano de Mendoza. Mucho se ha profundizado sobre las bondades de esta masa forestal: los aportes ambientales que transmite al medio, sus características estético- paisajísticas, entre otras, pero es importante resaltar que dentro de este contexto árido adquiere un carácter especial ya que se convierte en el sistema de control y protección ambiental que la ciudad impone a las particularidades del medio físico.

Describir esta impronta morfológica implica aclarar que la estructura urbana se encuentra compuesta por una retícula (como definición espacial y soporte físico del conjunto), delineada por una red de canales viales, la cual se intercala con la masa

---

<sup>1</sup> Becaria Doctoral CONICET

<sup>2</sup> Investigadora Adjunta CONICET

<sup>3</sup> Becario ANCYPT

verde articulada, condición que ha permitido la conformación de diferentes tipos de canales viales urbanos (CVU) y en la mayoría de los casos, el desarrollo de verdaderos túneles arbóreos a lo largo de los mismos (Cantón, 2001). Por otro lado, las dimensiones de los CVU descriptos, permiten la concepción de tipologías de cañones arbóreos representativas. De esta forma se observa que en algunas de las principales avenidas de la ciudad se encuentren boulevares con un eje verde central a lo que se suma la presencia de arboleda lateral, a diferencia de la mayoría de los cañones donde prevalece la disposición tradicional de arboleda lateral.

En términos lumínicos, la incidencia del recurso solar se ve afectada y a la vez controlada por las características de estos entornos, ya que las características de estos elementos vivos y la fuerza bioregional que ejerce el recurso solar, constituyen un sistema que está sujeto a cambios dinámicos permanentes a lo largo del año dados por la trayectoria del sol sobre la bóveda celeste, por la asimetría que presentan las volumetrías urbanas y por la estacionalidad de las especies caducas en su mayoría a partir de los períodos de foliación de las mismas (Rall, J.C.2002).

Ante lo expuesto, el trabajo que se presenta, pretende comparar la incidencia de la luz natural y evaluar la disponibilidad de la misma en dos tipologías arbóreas presentes dentro de la ciudad, tomando como caso de análisis la estación estival y considerando que representa la situación más compleja, es decir la época de máxima expresión foliar de las especies. El desarrollo metodológico correlaciona mediciones físicas de los escenarios seleccionados a partir de la aplicación del Protocolo de mediciones de recintos urbanos (Córica, Pattini, 2005)

## METODOLOGÍA:

### *Descripción de los escenarios:*

Las situaciones seleccionadas responden a diferentes tipologías de cañones arbóreos reales que se encuentran en la trama urbana de la ciudad de Mendoza. Como primer caso de análisis se toma un recinto de 30m de ancho, el que alberga un eje central de forestales dispuestos sobre un Boulevard, y la disposición de especies de arboleda lateral. El mismo se define como caso Mitre I y es un entorno urbano ubicado en el microcentro de la ciudad de Mendoza. Las especies que se presentan son Tipas para el eje central y Mora para las veredas, las cuales se encuentran dispuestas de manera continua y equidistante (Fig. 1).

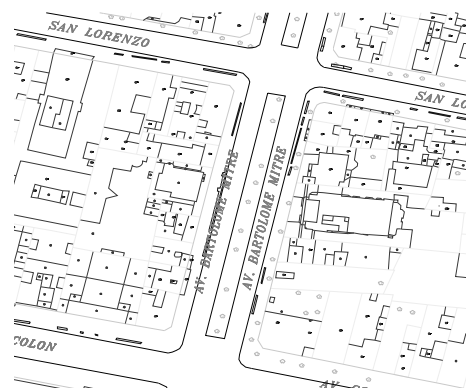


Figura 1: Caso de estudio: Av. Mitre I, Eje central de verde y arboleda lateral

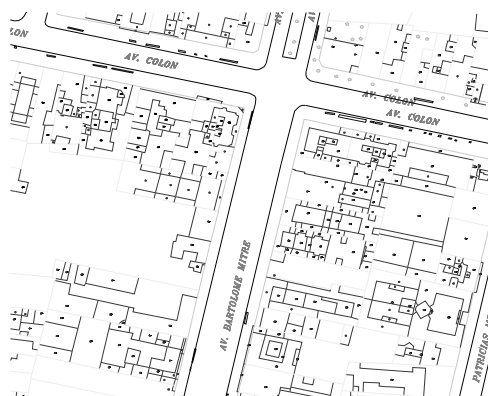


Fig. 2: Caso de estudio Av. Mitre II. Arboleda con lateralidad

Como segundo caso de estudio, el escenario corresponde a un entorno con presencia de Arboleda lateral, es decir líneas de forestales dispuestos en las dos veredas peatonales, pero con discontinuidad y ausencias en la disposición de los forestales, por lo que presenta importantes superficies de exposición al sol (Fig. 2).

Los dos recintos corresponden a diferentes segmentos urbanos del mismo Canal Vial Urbano: Avenida Mitre, cuya diferencia radica en la figura de boulevard. Espacialmente, se muestran con las mismas características edilicias, heterogeneidad en las alturas de los volúmenes. Cabe aclarar que ambos casos están circunscriptos a la misma variable de dimensión de calle, la constante es de 30m de ancho.

#### *Medición de Parámetros Objetivos*

Como elementos de análisis se presenta en primer lugar la comparación del Factor de Cielo Visible (SVF) en los dos ámbitos urbanos. El mismo expresa para un punto de observación, la relación entre el área visible de cielo y la porción de bóveda celeste cubierta por las distintas componentes del ambiente urbano (configuración edilicia, arboleda, luminarias, mobiliario urbano, etc.), siendo valores que representan los porcentajes de porción de cielo visible de ese espacio. Las imágenes son tomadas con una cámara digital Nikon CoolPix equipada con una lente de ojo de pez ya que se asume una proyección equiangular. Se trabaja con imágenes reales, donde se toma como puntos de comparación la misma localización de la cámara digital dentro de los CVU.

Para la medición de parámetros lumínicos, los recintos se dividieron en tres sectores de medición, para facilitar el análisis de campo, resolviendo trabajar con grillas longitudinales dispuestas sobre la calle y las veredas respectivamente. Los puntos están ubicados a una distancia equidistante de 3m, sobre los cuales se toman datos a nivel de piso. A tal fin se utilizó un luxímetro LI-COR 189 con sensor fotométrico LI-210 y base niveladora 2003S con corrección de coseno. El relevamiento se realizó en una jornada del período de verano, tomando Mediodía como condición de estudio.

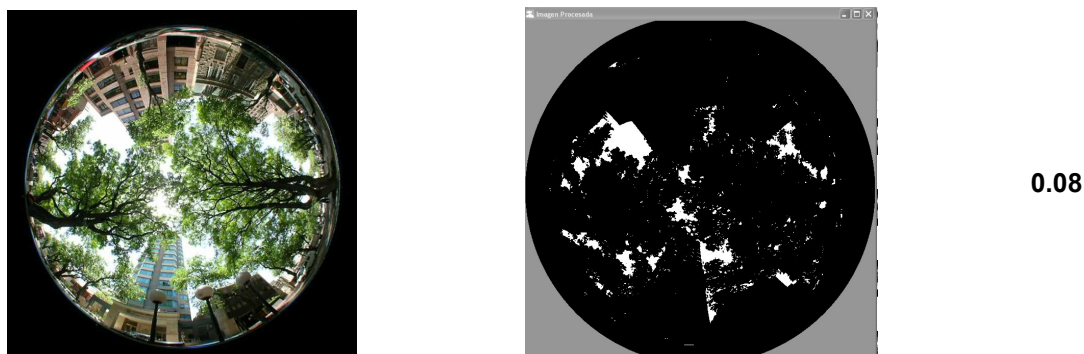
Las comparaciones lumínicas estuvieron realizadas a partir de la recolección de los siguientes datos: Mediciones de Iluminancia Horizontal sobre calzada (Nivel de suelo), de Iluminancias Horizontal sobre las veredas (Nivel de suelo), y relevamiento fotográfico del Factor de Cielo Visible.

#### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

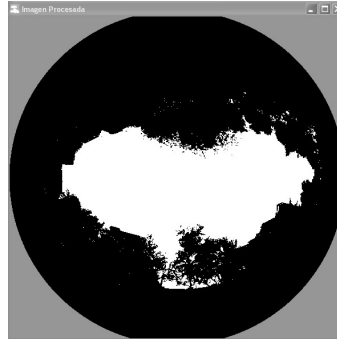
- *Definición del Factor de Cielo Visible (SVF).*

El procesamiento de las imágenes a través del SVF, determina valores que revelan el comportamiento del mismo punto determinado dentro de la configuración urbana en relación a la apariencia lumínica de cada espacio. Los resultados muestran que para el caso de Mitre I, la densidad del follaje de la arboleda, genera un medio con características ambientales particulares a partir de las sombras que proyecta la prominente masa de verde. Esto determina un porcentaje del 8% de porción de cielo visible. La frondosidad y el entramado que conforman las copas no permiten que existan importantes superficies de exposición cielo visible, filtrando también el paso de luz. Esta condición impide también que los planos verticales de los edificios aporten iluminación reflejada, lo que determina recintos oscuros y uniformes en la distribución de sombras. Cabe aclarar que la variable arboleda desplaza notablemente a la variable volumetría construida en términos de impacto sobre la iluminación natural disponible (Fig. 3).

Con respecto a Mitre II, al presentar discontinuidad de forestales, éstos no generan una estructura del tipo abovedada. En este caso la morfología edilicia es la variable responsable de definir con mayor impacto el factor de visión de cielo, que en entornos de este tipo alcanza un valor del 50% de apertura de cielo (Fig. 4).



*Figura 3: Imagen fotografiada, procesada y valor de SVF para Mitre I*



0.51

Figura 4: Imagen fotografiada, procesada y valor de SVF para Mitre II

Las barras muestran en proporción el impacto que tiene sobre el cañón urbano, la presencia de la arboleda del recinto Mitre I sobre la predominancia de morfología construida que se da en el caso de calle Mitre II, donde la porción de bóveda celeste, es mucho más abierta. (Fig.5)

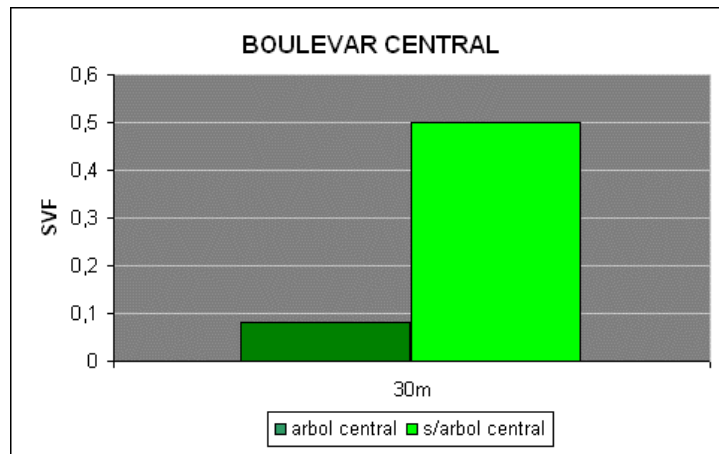


Figura 5: Tabla de porcentajes comparativos de SVF

**- Evaluaciones lumínicas**

Los resultados obtenidos del desarrollo de las mediciones han sido evaluados a partir de los siguientes datos de análisis: se comparan en calzada y veredas, los valores de Iluminancias Medias (*Eh med*) medidas en lux, *Eh* Máxima, *Eh* Mínima.

	Mitre I		
	Vereda Este	Calzada	Vereda Oeste
<i>Eh med</i>	65982	6246	16758
<i>Eh</i> Máxima	94910	16249	93650
<i>Eh</i> Mínima	3723	2221	1290

	Mitre II		
	Vereda Este	Calzada	Vereda Oeste
	80117	100133	59341
	96790	101720	94860
	4278	96480	2295

Tabla I: Resumen de Iluminancia.

Los valores relevados sobre las grillas de calzadas, delatan de qué manera impactan las tipologías arbóreas en el centro de la calle. Ambas presentan características de continuidad en sus comportamientos y de homogeneidad en la distribución de los niveles de iluminación, pero difieren en la disponibilidad del recurso, como lo muestran las *Eh med* (Tabla I). En el caso de Mitre II (sin Boulevard) se presenta un promedio de 100133 lx, en respuesta a que todos los puntos de la grilla se encuentran sin obstrucción (Iluminancia Máxima de 101720 lx), mientras que el promedio obtenido en Mitre I con presencia de arboleda central, desciende a 6246 lx, debido a que los valores de luz oscilan en el rango de 2000 a 17000 lx. Estas situaciones evidencian condiciones de contrastes que se generan en la ciudad en función de las características y de las tipologías arbóreas de los recintos urbanos (Fig.6).

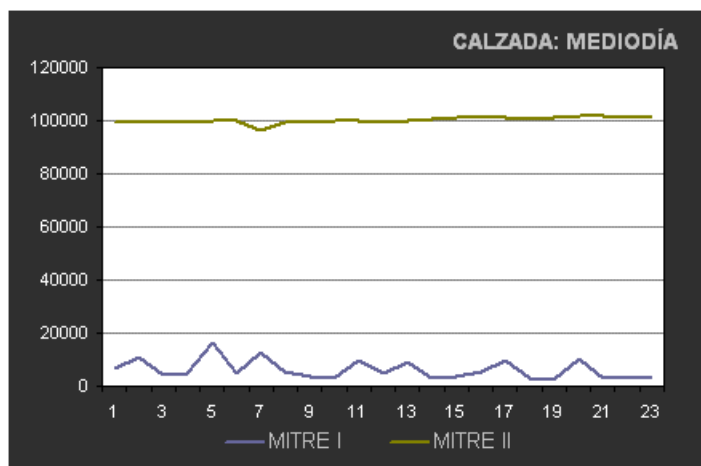


Figura 6: Curvas de Iluminancias de calzadas

Al contemplar la totalidad de la superficie horizontal del espacio público, en el que se incluye calzada y veredas, los gráficos se muestran totalmente disimiles. Para el caso de Mitre I, las curvas de isolux de superficies muestran homogeneidad en la distribución de iluminancias con bajos niveles de lux, excepto algunos puntos que se encuentran bajo exposición directa de luz, debido a huecos en la arboleda o a las características de las configuraciones edilicias en sus alturas y volumetrías (Fig. 7).

En el escenario de la Av. Mitre sólo con lateralidad de arboleda, existen mayores superficies de exposición al recurso solar y por ende también se evidencia el aporte de las reflectancias de los materiales y texturas de las mismas. También expresa una situación de homogeneidad pero con niveles de iluminancias elevados (Fig. 8). En este caso no se presenta una condición de apantallado de la luz solar del recinto urbano, que si bien permite una mayor disponibilidad (80%) del recurso lumínico, puede generar en los peatones condiciones de disconfort visual limitando su uso diurno en el periodo estival.

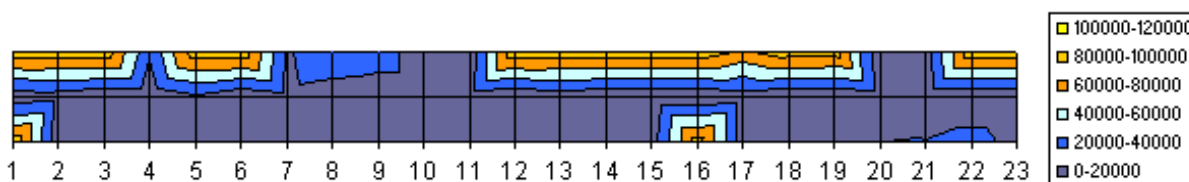


Figura 7: Curvas de superficies de Iluminancias generales de Mitre I.

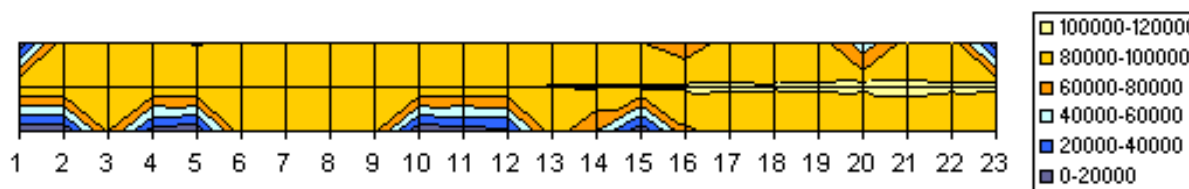


Figura 8: Curvas de superficies de Iluminancias generales de Mitre II.

Por último, para conocer la disponibilidad del recurso lumínico de cada recinto, se comparó en porcentajes el valor de Iluminancia global tomada en un punto sin obstrucción de cada caso de estudio, en relación con la Iluminancia Media (*Eh med*), determinando que para calle Mitre I, con presencia de Boulevard, la disponibilidad del recurso lumínico en el entorno es del 31% y que en el caso de Mitre II es del 80%.

## CONCLUSIONES

El trabajo permite comparar la incidencia de la iluminación en diferentes escenarios urbanos con distintas tipologías arbóreas, insertos en una ciudad que presenta el modelo oasis.

En relación al Factor de cielo Visible, la variable arboleda desplaza notablemente a la variable volumetría construida en términos de impacto sobre la iluminación natural disponible, ya que disminuye las superficies de cielo visible, además de comportarse como filtro al paso de luz.

En cuanto a los niveles de iluminación natural, ambos casos muestran uniformidad de iluminancias en las superficies horizontales, pero con diferencias completamente opuestas en los niveles de iluminación de los espacios pudiendo generar en los peatones condiciones de disconfort visual. Por último, en cuanto al aprovechamiento del recurso lumínico de cada recinto, la calle Mitre I, con presencia de Boulevard, presenta menor disponibilidad de luz (31%), que en el caso de Mitre II (80%), donde de la ausencia de arboleda presenta un recinto más abierto.

Desde el punto de vista de la habitabilidad del espacio público, en entornos de grandes dimensiones como los expuestos, para los peatones el escenario con boulevard es una impronta deseable. En términos de microclima local local, se considera como variable de peso el mantenimiento de la red hídrica de acequias que permita la sustentabilidad del modelo de ciudad en oasis.

#### **REFERENCIAS:**

- M. A. Cantón, J. L. Cortegoso, N. A. Mesa, C. de Rosa. SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA DEL PARQUE EDIFICIO EN ENTORNOS URBANOS FORESTADOS. ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO SOLAR EN LA ESTACIÓN FRÍA. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 5, 2001. Argentina. ISSN 0329-5184.
- Correa, Erica. N.; Pattini, Andrea; Córlica, M.Lorena; Fornés, Matías; Lesino, Graciela. 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. Asades, 2006.
- Córlica L. y Pattini A. (2005). Protocolo de mediciones de iluminación natural en recintos urbanos. Revista Averma -ISSN 0329-5184. Vol 9, Cap 5, 85-90.
- Rall, Juan Carlos. "DERECHO AL SOL, DERECHO A LA SOMBRA Y ANÁLISIS DINÁMICO URBANO". Anais do VI Congresso Arquisur, Salvador (Brasil) 2002
- Córlica, Lorena; Pattini, Andrea "IMPACTO DE LA EVOLUCIÓN URBANO- HISTÓRICA DE LA CIUDAD DE MENDOZA EN LA ILUMINACIÓN NATURAL".. Seminario Internacional Hipótesis del Paisaje. Córdoba 2005.
- Mascaró, Lucía R. AMBIENTE URBANO., Editor: Sagra- D.C.Luzzatto Porto Alegre, Brasil, 1996.

#### **ABSTRACT**

The urban structure of the city of Mendoza is composed by a network of road channels put in with a continuum green mass, a model commonly known as oasis city. It is observed that in some of the main avenues of the city there are boulevards with presence of a central green axis in addition to a lateral disposition of woods on the paths, unlike most of the urban canyons where the traditional disposition of lateral woods prevails.

In urban environment, the incidence of the natural illumination is conditioned by the characteristics of all the elements that participate in the urban enclosures. The present work tries to evaluate and to compare the behavior of the light resource for two arboreal typologies presents in the city, from the taking of objective measurements in the horizontal surfaces and considering the summer station like condition of analysis. The results show differences in the luminance conditions with values of 40% in the sky view factor and a light availability of 30% for urban canyons with forested boulevard and of 80% for the case that doesn't have it.

**Keywords:** Natural lighting, urban enclosures, urban woods.