

COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE PLAZAS URBANAS EN CONTEXTOS SEMIÁRIDOS. EL CASO DE MENDOZA, ARGENTINA.

Susana Stocco¹, M. Alicia Cantón², Érica N. Correa²

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 C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza
Tel. (0261) 5244322, Fax. (0261) 5244001. E-mail: sstocco@mendoza-conicet.gob.ar

Recibido: 13/10/12; Aceptado: 01/10/12

RESUMEN: En climas áridos los espacios abiertos vegetados constituyen una estrategia de climatización y acondicionamiento térmico de las ciudades. Este trabajo presenta un estudio de los efectos que generan las plazas en las condiciones térmicas del espacio en sí mismo y su influencia en el entorno mediato. Metodológicamente, se han seleccionado dos casos de estudio con distintas características en términos de forma, materialidad y diseño. Se desarrollaron mediciones de temperatura del aire mediante sensores tipo H08-003-02 durante 40 días en la estación verano - 2012-. Se calculó el factor de visión de cielo - SVF- con el programa Pixel de cielo a partir de la toma de imágenes hemisféricas registradas con una cámara digital Nikon CoolPix equipada con lente de ojo de pez. Los resultados obtenidos muestran la importancia de las plazas como espacio regulador de las condiciones térmicas del entorno construido. Dichos efectos dependen de la condición verde del espacio y la exposición solar, resultante de la combinación entre la distribución de la vegetación, su relación con el recorrido solar y el SVF.

Palabras clave: Plazas urbanas, Comportamiento térmico, Factor de visión de cielo

1. INTRODUCCIÓN

Las estructuras verdes son asociadas a la imagen de las ciudades, esto significa que el espacio genera en los sujetos una imagen mental, identificada y poderosamente estructurada, lo cual se conoce como "imagen urbana" (Lynch, 1960). Por ello ciudades importantes se relacionan con sus parques; Nueva York se identifica con el Central Park, Ciudad de México con Chapultepec, Roma con Villa Borghese (García, N. y Pérez, T 2009).

Si bien estos espacios verdes fueron creados con conceptos higienistas del siglo XIX haciendo aportes a la estética urbana y como lugares de recreación y esparcimiento, con el paso del tiempo se los reconoce como una estrategia de mitigación del medio artificial. Esto se debe a que aporta mejoras a las condiciones ambientales (Rosenfeld, et.al, 1998; Santamoris, M. 2001), favorece el clima urbano, particularmente en la mitigación de la "isla de calor" en climas con importantes niveles de radiación solar; contribuye a la rehidratación de la atmósfera en ciudades de climas áridos, al refrescamiento del aire, incrementa las condiciones de confort en los espacios públicos durante las estaciones cálidas y hace habitable los espacios para uso recreativo. (Cantón, 2003). Adicionalmente, produce bienestar físico y emocional favoreciendo el relajamiento del sistema sensorial (Nilsson, K. y Randrup, 1997).

Los efectos de esta estrategia en el acondicionamiento térmico de las ciudades dependen de la cantidad de espacios verdes como así también de su distribución, diseño y materialidad. En general el estándar internacional de espacios verdes aceptado para ciudades de 100.000 a 500.000 hab es de 1 a 2 has por cada 1000 hab es decir 10 a 20 m² por hab (Diagnostico físico-ambiental Mendoza UNC, 2004).

La ciudad de Mendoza - Argentina, se inserta en un medio semiárido ubicada en 32° 40' Latitud Sur, 68° 51' Longitud Oeste y 827 metros sobre el nivel del mar. Caracterizada por inviernos fríos, veranos calurosos, con importantes amplitudes térmicas diarias- estacionales y escasas lluvias (250mm anuales promedio). Consta con 2762 horas anuales de sol.

Su estructura urbana se caracteriza por la fuerte presencia de espacios verdes vegetados, formada por arbolado de alineación en calles con "700.000 ejemplares" en el área metropolitana, plazas y parques. La importancia de esta red verde ha dado lugar a un modelo urbano reconocido internacionalmente como ciudad oasis (Bormida, 1984). Su trama urbana está compuesta de manzanas cuadradas o rectangulares con calles y veredas anchas de 16m, 20m y 30m, organizadas en cuadrícula con una plaza central y cuatro plazas periféricas equidistantes de la principal, legado de su influencia hispánica (figura 1).

Sin embargo este modelo fundacional con el cual se proyectó la ciudad de Mendoza se ha debilitado con el tiempo, debido al proceso de crecimiento urbano. Alterando la relación manzanas construidas: manzanas vacías destinadas a plazas, incrementando los espacios construidos y disminuyendo los verdes, alejándose de la concepción urbanística original. Esta condición se refleja en los porcentajes de crecimiento de las urbanizaciones en la última década, (16%) respecto a las áreas verdes (1%) (Informe provincia-Comunidad Europea 2006).

¹ Becaria INCIHUSA – CONICET

² Investigadora Adjunta CONICET



Figura 1: Mendoza, Argentina: Espacios verdes

Por otro lado la utilización de grandes áreas duras con materiales diversos: cemento, adoquines, revestimientos calcáreos, etc., que forman parte de las nuevas tendencias de diseño con las que se proyectaron, materializaron y modernizaron parques y plazas. Esto produjo alteraciones en la condición natural de los espacios abiertos, creando grandes superficies acumuladoras de calor en perjuicio de la capacidad de atenuación del clima local.

Este trabajo presenta un estudio de los efectos térmicos que genera el diseño y materialidad de las plazas en la condición verano, su impacto en el espacio abierto en sí mismo y su influencia en el entorno mediato. Con el objetivo final destinado a proponer pautas de diseño eficientes para la rehabilitación de los espacios existentes y la configuración de nuevos espacios abiertos asociados a ciudades emplazadas en zonas áridas.

2. METODOLOGÍA

2.1 Casos de estudio

Se han evaluado las condiciones térmicas de dos casos de estudio en la ciudad de Mendoza, con características distintas en términos de Contexto de inserción, Forma, Organización interna, Superficie y Materialidad que se presentan en la figura 2.

Caso 1	Plaza San Martín	
Contexto de inserción	Alta densidad	
Forma	Cuadrada	
Organización interna	Núcleo central predominantemente sellado alrededor, se sitúan los espacios verdes. Agrupados con referencia a un sistema radial.	
Superficie	11.699,80 m ²	
Materialidad	Verde: 42,50% - Sellado: 57,25% - Agua 0,22%	
Caso 2	Plaza Manuel Belgrano	
Contexto de inserción	Baja densidad	
Forma	Triangular	
Organización interna	Núcleo principal sellado, desfasado del centro. Los espacios verdes están agrupados-en relación a un sistema de líneas que acompañan la forma triangular.	
Superficie	7.358,51 m ²	
Materialidad	Verde: 54,70% - Sellado: 12,82% - Pisos ladrillo molido: 32,47%	

Figura 2: Caracterización formal y material de los casos de estudio

El caso 1 representa al 62.5 % de plazas en Mendoza dado que la forma cuadrada acompaña la retícula espacial urbana. La plaza San Martín corresponde a una cuadra de 11.699,80 m² y cuya configuración interna consta de un núcleo central fuertemente materializado y espacios organizados mediante un sistema radial presentando simetría de diseño en su orientación N-E, S-O y N-O, S-E. El caso 2 se considera un caso atípico debido a que se trata de una forma triangular y dimensiones menores en el orden de 7350,51 m² presentando en su configuración un núcleo principal sellado, desfasado del centro, y su eje de simetría en sentido E - O. En cuanto a la materialidad, en el caso 1 predominan las superficies selladas en

57,25% y en el caso 2 las superficies verdes (54,70%). Ambas plazas presentan en su estructura tres esquemas definidos: bosque, prado y centro. Se define al bosque como un área donde la vegetación predominante la constituyen los árboles de gran porte, cuyo solapamiento de copas genera áreas de sombra y huecos de tamaños variables. El prado se define como un área donde predominan las superficies de césped y vegetación herbácea perenne de escasa altura. La estructura de centro corresponde a un área donde predominan las superficies selladas, conformando un lugar de encuentro.

2.2 Factor de visión de cielo (SVF).

El factor de visión de cielo –SVF- es un parámetro climatológico usado para caracterizar las condiciones radiativas para un punto de observación, expresando la relación entre el área visible de cielo y la porción de bóveda celeste cubierta por los distintos componentes del medio.

Para la determinación del SVF se utilizó el programa PIXEL DE CIELO desarrollado en DELPHI 5.0 (opera en entorno Windows). Esta herramienta permite obtener el valor del factor de visión de cielo para un determinado punto a partir de imágenes digitales hemisféricas en formato JPG. Las mismas son tomadas con una cámara digital Nikon CoolPix equipada con una lente de ojo de pez.

Para la toma de imágenes se montó la cámara sobre un trípode, en cada uno de los puntos de análisis (bosque, prado y centro, tanto en su orientación norte como en la sur) verificando que el lente esté apuntando hacia el cenit, permitiendo orientar la foto hacia el norte, utilizando una brújula para mayor precisión.

Los valores obtenidos son resultado de 6 pruebas realizadas por imagen, ajustando los rangos de delineación de colores presentes en el cielo, variando el valor del SVF (denominando bajo al color más oscuro del rango y alto al más claro) hasta llegar a la imagen que refleja las condiciones reales de la imagen original, (Correa 2006). (Figura 3).

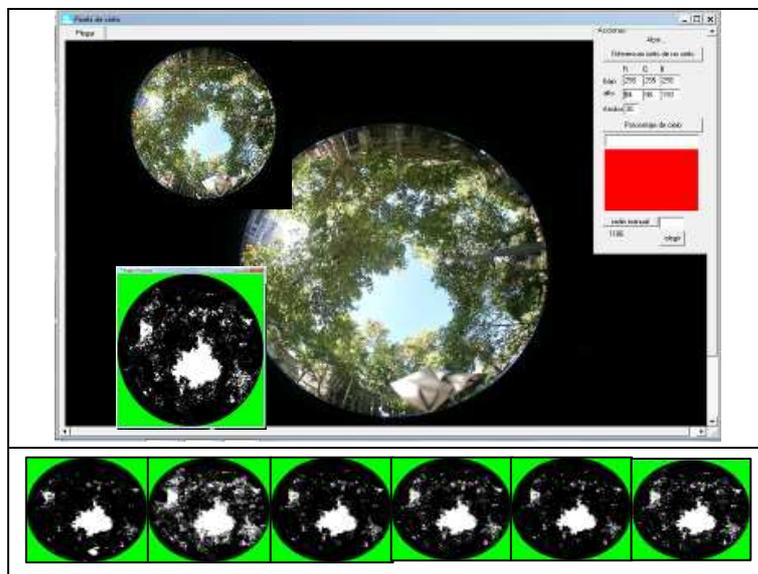


Figura 3: Proceso de determinación SVF, programa Pixel de cielo para el punto 1 Plaza San Martín.

2.3 Método de medición - comportamiento térmico.

Con el objeto de monitorear el comportamiento térmico de las distintas estructuras verdes de las plazas se desarrollaron mediciones de temperatura del aire, en la estación verano, durante un periodo de 40 días. Los datos se registraron cada 15 minutos bajo la siguiente configuración: cinco datalogger del tipo HOBO RH por espacio abierto y 2 datalogger de referencia en el espacio público de la calle en un eje direccionado en el sentido norte-sur. Los mismos fueron calibrados anteriormente, exponiéndolos durante 7 días a condiciones similares de medición, elaborando una curva promedio, gráficos de dispersión y sus respectivas funciones de calibración.

Los sensores localizados en el interior de la plaza se corresponden con las distintas estructuras presentes en el espacio abierto: bosque, prado y centro sellado. El instrumental de medición fue colocado en el interior de una caja de material plástico, perforada en cuatro de sus caras (Cantón et al., 2007) y a una altura de dos metros (Oke, 2004). A modo de ejemplo se presentan las imágenes correspondientes a los sensores ubicados en la plaza San Martín, Manuel Belgrano y sus alrededores. (Figura 4)

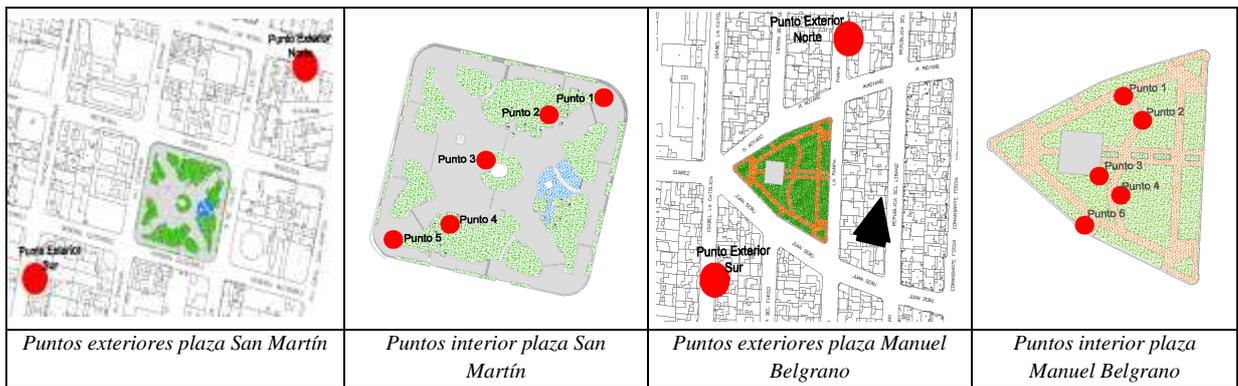


Figura 4: Localización de sensores de medición

3. RESULTADOS

3.1 Factor de visión de cielo (SVF)

Los valores obtenidos de factor de visión de cielo (SVF) son el resultado del procesamiento de fotos hemisféricas tomadas en cada una de las estructuras. Los porcentajes obtenidos han sido evaluados en forma conjunta al comportamiento térmico de cada estructura a los efectos de asociar dichos comportamientos a la visión de cielo y la distribución de las sombras en relación al recorrido del sol.

	Caso 1: Plaza San Martín		Caso 2: Plaza Manuel Belgrano	
	Puntos Norte	Puntos Sur	Puntos Norte	Puntos Sur
	Punto 1	Punto 5	Punto 1	Punto 5
Estructura de Bosque				
	21%	33%	24%	25%
Estructura de Prado				
	72%	71%	47%	42%
Estructura de Centro				
	82%		60%	

Figura 5: Factor de visión de cielo (SVF) y su relación con el recorrido solar para las diferentes estructuras evaluadas.

Las estructuras de bosque presentan un factor de visión de cielo que varía entre 21 a 33% para los dos casos de estudio. Se trata de una estructura del tipo cerrada. El prado presenta valores del orden del 72 % para la plaza San Martín y de 47 % para la plaza Manuel Belgrano, siendo la estructura vegetada con mayor visión de cielo. Por último, la estructura de centro es la que presenta los mayores factores de visión de cielo dado el carácter abierto del ámbito (86% para la plaza San Martín y de 60% Manuel Belgrano).

3.2 Comportamiento térmico

Los datos obtenidos se han analizado para un día representativo de verano en relación a dos periodos: el período de enfriamiento, comprendido entre las 20:00 y las 8:00 horas; y el período de calentamiento comprendido entre las 10:00 y las 18:00 horas. Se excluyen de este análisis los datos obtenidos para las 10:00 y las 18:00 horas dado que se trata de horas de

transición entre ambos períodos y muestran un comportamiento heterogéneo. Los comportamientos térmicos han sido asociados a los resultados obtenidos en el SVF.

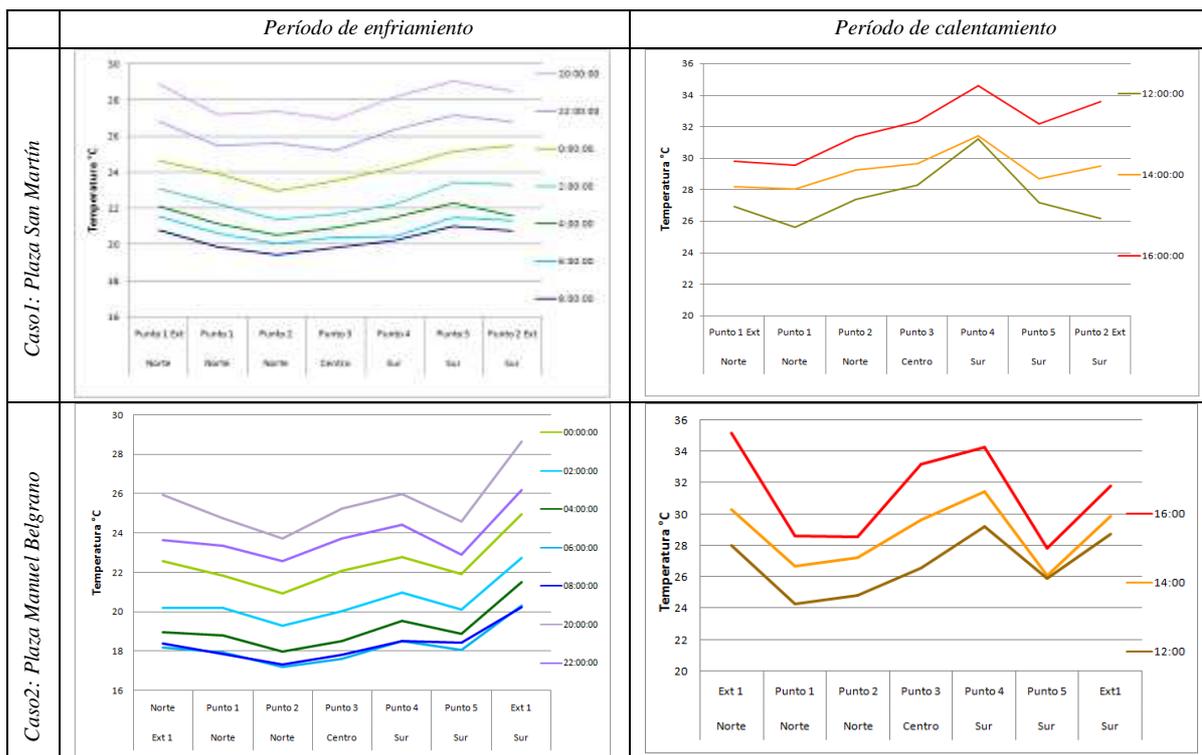


Figura 6: Curvas de temperatura de un día representativo de verano de los casos de estudio

3.2.1 Período de enfriamiento

Caso 1 Plaza San Martín: Se observa una tendencia de enfriamiento progresivo que responde a un mismo patrón de comportamiento en las distintas horas medidas para todos los puntos. Alcanza diferencias de temperatura de aproximadamente 2°C entre las 20:00 y 02:00 horas para cada punto y cada periodo comprendido entre esas horas. Y nuevamente estas diferencias disminuyen progresivamente entre las 2:00 y las 6:00 de la mañana oscilando entre 1°C y 0,5°C para cada uno de los puntos y los intervalos comprendidos durante ese período. Esta tendencia de enfriamiento progresivo que muestra un enfriamiento mayor en las primeras horas y disminuye hacia las últimas horas, se debe a que la diferencia entre la temperatura superficial y las fuentes de enfriamiento (aire y cielo) son mayores al principio del periodo incrementando las velocidades de transferencia convectiva y radiativa. (Ver figura 6).

Este fenómeno se manifiesta con leves diferencias en su intensidad debido al efecto combinado de los materiales utilizados y el acceso al sol. En las estructuras correspondientes a puntos de medición que tienen mayor exposición solar y materiales mäsicos de mayor capacidad de acumulaci3n de calor (punto 3 centro SVF=82%, $\Delta T_{enf}=6,1^{\circ}C$); el valor en grados de enfriamiento se equipara con el de aquellas estructuras que presentan menor exposici3n solar y materialidades verdes (punto 1 bosque norte SVF=21%, $\Delta T_{enf}=6,3^{\circ}C$);). El punto 2, correspondiente al prado norte -SVF=72% - es la estructura que mäs enfría con un gradiente de temperaturas de 27,4°C a 19,3°C -8°C de enfriamiento-. Esto responde a una combinaci3n 3ptima entre acceso a la fuente de enfriamiento y menor cantidad de calor acumulado.

Las estructuras localizadas al sur de la plaza alcanzan temperaturas mäs elevadas respecto a las localizadas al norte debido a su condici3n de exposici3n solar que est vinculada no s3lo al valor de SVF si no también a la distribuci3n de la vegetaci3n en relaci3n a la b3veda celeste.

En términos de enfriamiento la estructura de bosque localizada al sur (punto 5) enfría 8°C y el bosque norte (punto 1) 7°C. Esta leve diferencia se asocia a la diferencia de visi3n de b3veda de ambos puntos (punto 5 bosque sur SVF=33% Vs punto 1 bosque norte SVF=21%). En el caso de los prados, la estructura localizada al sur enfría 7°C y el prado norte 8°C. En este caso la diferencia no se asocia a los valores de SVF -similares para ambos puntos- sino a su condici3n de mayor exposici3n solar durante el periodo de calentamiento que depende de la relaci3n entre la distribuci3n de la vegetaci3n y la trayectoria solar (ver figura 5).

Respecto de sus alrededores el punto mäs fresco dentro de la plaza (punto 3: centro) presenta diferencias máximas de 2°C, permaneciendo esta estructura siempre mäs fresca que su entorno. Para el caso de la estructura que se halla a mayor temperatura dentro de la plaza (bosque sur) en relaci3n con las temperaturas exteriores no se observan diferencias significativas, encontrándose esta configuraci3n equiparada térmicamente con su entorno. (Ver tabla 1)

Caso 2 Plaza Manuel Belgrano: Para las horas de enfriamiento comprendidas entre las 20:00 y 00:00 horas se registran diferencias de aproximadamente 1.5°C para cada punto y cada intervalo dentro del periodo considerado. Esta diferencia

incrementa a 2,0°C entre las 00:00 y las 2:00 horas y disminuye nuevamente a 1,5°C entre las 2:00 y las 4:00 horas, para el intervalo siguiente esta diferencia desciende a 1°C. (Ver figura 6)

En términos de enfriamiento se observa que el centro de la plaza -punto 3-, SVF=60%, y el punto 4 correspondiente al prado sur-SVF=42% -, son las estructuras que más enfrían y presentan una variación de temperatura similar ($\Delta T=7,5^\circ\text{C}$). Esto se debe al efecto combinado de una mayor exposición a la fuente de enfriamiento y mayor acumulación de calor resultante de la materialidad sellada del punto 3 y una menor exposición y acumulación para el caso del punto 4 fuertemente vegetado.

El punto 5 correspondiente a una estructura de bosque ubicado al sur - SVF=25% - es la estructura que menos enfría con un $\Delta T=6^\circ\text{C}$, debido a su menor acceso a la fuente de enfriamiento radiante.

En términos de enfriamiento la estructura de prado localizada al sur (punto 4) enfría 7,5°C y el prado norte (punto 2) 6,5°C. En este caso la diferencia no se asocia a los valores de SVF -similares para ambos puntos, 47% vs 42% - sino a su condición de mayor exposición solar durante el periodo de calentamiento que depende de la relación entre la distribución de la vegetación y la trayectoria solar. (Ver figura 5)

El punto más frío dentro de la plaza (prado norte) presenta diferencias que van desde los 5°C a 3°C respecto a sus alrededores. El punto interior a la plaza que se encuentra a mayor temperatura durante el periodo considerado (prado sur) presenta diferencias de 2,7°C a 1,7°C con respecto al entorno. Es decir que para este caso evaluado, cualquier estructura dentro de la plaza siempre se encuentra más fresca que su entorno. (Ver tabla 1)

Plaza	Hora	Entorno N	Entorno S	Bosque N	Bosque S	Centro	Prado N	Prado S
Caso 1: San Martín	20:00	28,9	28,5	27,2	29,1	26,9	27,4	28,2
Caso 2: Manuel Belgrano		26,0	28,6	24,8	24,6	25,3	23,7	26,0
Caso 1: San Martín	02:00	23,1	23,3	22,3	23,5	21,7	21,4	22,2
Caso 2: Manuel Belgrano		20,2	22,7	20,2	20,1	20,0	19,3	21,0
Caso 1: San Martín	08:00	20,8	20,8	19,9	21,0	19,8	19,3	21,0
Caso 2: Manuel Belgrano		18,4	20,2	17,9	18,4	17,8	17,3	18,5

Tabla 1: Promedios horarios de temperaturas durante el periodo de enfriamiento en los casos de estudio.

3.2.2 Período de calentamiento

En general, las curvas que representan los distintos comportamientos térmicos de las configuraciones espaciales evaluadas en las plazas, siguen el comportamiento del entorno urbano próximo en el cual están emplazadas.

Caso 1 Plaza San Martín: En el caso de la plaza San Martín el entorno Sur generalmente se encuentra a mayor temperatura que el Norte y por lo tanto, la curva de la plaza se desplaza hacia esa orientación. Las temperaturas máximas se concentran en la estructura de prado localizado hacia el Sur; con valores comprendidos entre los 31,2°C y 34,6°C. Las mayores temperaturas están asociadas a la combinación entre la materialidad de ámbito y la exposición solar (punto 4: prado, SVF=71%); el cual al no presentar masa de acumulación la curva de temperatura sigue a la radiación solar. (Ver figura 6)

La estructura correspondiente al bosque norte (punto 1) es la que tiene las menores temperaturas, que oscilan entre 25,6°C y 29,6°C con un SVF=21%. Se observa que esta estructura tiene una atenuación importante de la radiación directa que define su condición térmica. (Ver figura 5 y 6)

De modo particular, la estructura de centro (punto 3) muestra condiciones térmicas intermedias, cuyas temperaturas oscilan entre 28,3 y 32,3 °C, debido a que si bien es el punto que presenta mayor exposición solar (SVF=82%), la inercia asociada a su materialidad atenúa las temperaturas del ámbito.

El punto que se encuentra más caliente en la plaza, el prado sur, muestra diferencias positivas respecto al exterior de 4,5°C y 2°C entre las 12:00 y las 14:00 horas (siendo esta configuración de la plaza más caliente que el entorno) y a partir de las 16:00 horas se invierte esta situación y se halla 1°C más fresca que el entorno. Para el caso del punto más fresco, el bosque norte, siempre se encuentra más fresco que sus alrededores con diferencias que varían de 4°C a 0,5°C, entre las 12:00 y las 16:00 horas. (Ver tabla 2)

Caso 2 Plaza Manuel Belgrano: Para la plaza Manuel Belgrano, en la cual la temperatura de sus entornos Norte y Sur se encuentran equilibradas, se observa que la curva que representa su comportamiento térmico es semejante en los bordes y crece hacia el interior de la misma alcanzando sus mayores temperaturas en la configuración de prado localizado hacia el Sur (punto 4) entre las 12:00 y 16:00 horas; con valores comprendidos entre 29 y 34 °C. (Figura 6). Esto se debe al efecto de la materialidad y la distribución de la vegetación que determina la mayor exposición del ámbito en las horas de mayor intensidad de la radiación.

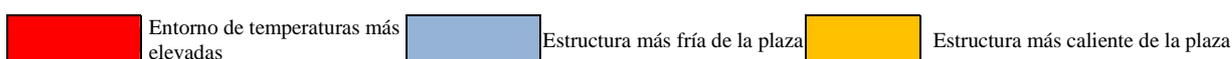
La estructura más fresca corresponde a la configuración de bosque alternando las menores temperaturas entre la orientación norte (punto 1) y sur (punto 5) de acuerdo a la distribución de la vegetación y su relación con el recorrido solar. Las temperaturas oscilan entre 24,3 y 27,8 °C y los SVF entre 21 y 33%.

Al igual que en el caso de la plaza San Martín, la estructura de centro (punto 3) muestra condiciones térmicas intermedias, cuyas temperaturas oscilan entre 26,5 y 33,2 °C y SVF=60%, debido a las razones expuestas anteriormente para el caso de la plaza San Martín.

El punto más caliente de la plaza (prado sur) presenta una diferencia máxima de 1°C respecto de su entorno siendo entre las 12:00 y 14:00 horas la plaza levemente más caliente que su entorno, a partir de las 16:00 horas esta estructura de la plaza se encuentra 1°C más fresca. El punto más fresco (bosque norte) alcanza diferencias respecto de su entorno de 7°C a 4°C entre las 12:00 y las 16:00 horas estando siempre la plaza más fresca que los alrededores. (Ver tabla 2)

Plaza	Hora	Entorno N	Entorno S	Bosque N	Bosque S	Centro	Prado N	Prado S
Caso 1: San Martín	12:00	26,9	26,1	25,6	27,2	28,3	27,2	31,2
Caso 2: Manuel Belgrano		28,0	28,1	24,3	25,9	26,5	24,8	29,2
Caso 1: San Martín	14:00	28,2	29,5	28,0	28,7	29,6	29,2	31,4
Caso 2: Manuel Belgrano		30,3	26,7	26,7	26,1	29,6	27,2	31,4
Caso 1: San Martín	16:00	29,8	33,6	29,6	32,2	32,3	31,4	34,6
Caso 2: Manuel Belgrano		35,2	31,8	28,6	27,8	33,2	28,5	34,3

Tabla 2: Promedios horarios de temperaturas durante el periodo de calentamiento en los casos de estudio



4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la importancia de las plazas como espacio regulador de las condiciones térmicas del entorno construido mediato. Así también las diferentes estructuras –sellado, prado, bosque- presentes en el espacio condicionan la eficiencia del mismo como atenuador de las condiciones climáticas de la ciudad. Esto depende de su diseño, su materialidad, y su exposición solar resultante de la combinación entre la estructura vegetal y la geometría solar como así también del factor de visión de cielo.

En el período de enfriamiento la plaza que más enfría es aquella que muestra en sus estructuras una mayor relación de áreas verdes respecto a las superficies selladas. En el caso de la Plaza Manuel Belgrano, en donde la relación verde / sellado es de 7,25:1 y con estructuras más cerradas en cuanto a su visión de cielo, (Bosques 24 y 25%, Prados 47 y 42%, Centro 60%), alcanza diferencias de temperatura máximas del orden de los 5 °C. Estas diferencias disminuyen a 2°C para el caso Plaza San Martín con una relación verde sellado de 0,74:1 y una visión de bóveda más abierta (Bosques 21 y 33%, Prados 72 y 71%, Centro 82%). En el caso de la Plaza Manuel Belgrano las diferentes estructuras evaluadas siempre están más frescas que su entorno, presentando la estructura más desfavorable diferencias del orden de 2,7°C mientras que en la plaza San Martín algunas estructuras presentan condiciones similares al entorno. Estos resultados ponen de manifiesto la relevancia de la condición verde en relación al resto de los parámetros analizados. En futuras etapas se evaluarán las diferentes combinaciones entre el porcentaje de verde y el factor de visión de cielo para determinar intervalos donde se localiza la mayor eficiencia térmica del espacio en relación a su potencial de enfriamiento.

En el período de calentamiento las mayores temperaturas en la plaza resultan del efecto combinado de la exposición solar del ámbito y su materialidad. Siendo la variable de mayor impacto la exposición solar. Este fenómeno puede verificarse comparando los resultados obtenidos en torno a la configuración de prado y bosque, que presentan igual materialidad y diferente exposición solar. La configuración de prado alcanza las temperaturas más elevadas influenciadas por los efectos de la radiación directa a lo largo del día; mientras que la configuración de bosque alcanza las temperaturas más bajas debido a que la estructura del espacio bloquea el acceso al recurso. En futuras etapas se evaluarán diferentes factores de exposición solar a los efectos de determinar intervalos donde se localiza la mayor eficiencia térmica del espacio para el periodo de calentamiento.

El punto más frío respecto a su entorno tiene diferencias de 7 °C para la plaza M. Belgrano y 4 °C en la plaza San Martín. El punto más caliente alcanza temperaturas inferiores a su entorno del orden de 1°C en la plaza M. Belgrano. En el caso de la plaza San Martín este comportamiento se invierte alcanzando el punto más caliente temperaturas superiores a su entorno (4,5°C). Estos resultados refuerzan la importancia que adquiere el diseño en relación a los beneficios ambientales de las plazas. Dado que el efecto combinado de las variables ambientales y variables referidas a la estructura del espacio pueden invertir los beneficios buscados en torno al rol de los espacios abiertos en medios urbanos.

A escala macro la plaza más eficiente es aquella que potencia el enfriamiento nocturno con el objeto de mitigar el efecto de isla de calor. En el marco de los casos estudiados la plaza Manuel Belgrano es la que permite alcanzar esta condición de manera más eficiente.

A escala micro en la condición de verano, considerando la aptitud del espacio para su habitabilidad, durante el día (periodo de calentamiento) ambas plazas se encuentran fuera del rango de temperaturas de confort; mientras que durante la noche (periodo de enfriamiento) la plaza Manuel Belgrano muestra condiciones térmicas más favorables que propician el uso del espacio abierto.

Estas conclusiones ponen de manifiesto la necesidad de reflexionar y revisar las estructuras de plazas existentes y predominantes en la trama urbana, y su aptitud a la condición de clima árido.

REFERENCIAS

Bórmida, E. (1984). Mendoza, una ciudad oasis. Universidad de Mendoza.

- Cantón M. A. y Fernández J. (2007). Comportamiento térmico de verano de diferentes configuraciones de sombra en patios urbanos emplazados en climas áridos. Validación del método y Estudio de casos. AVERMA, Vol.11 pp. 01.89 -01.95.
- Cantón, M. A., De Rosa. C., Kasperidus. H. (2003) Sustentabilidad del bosque urbano en el área metropolitana la ciudad de Mendoza. Análisis y diagnóstico de la condición de la arboleda. AVERMA, Vol 7. pp. 01.29- 01.34..
- Correa, E. N. (2006). Tesis Doctoral. Isla de Calor Urbana. El Caso del Área Metropolitana de Mendoza. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas.
- García N. y Pérez. T.(2009).El verde urbano: indicador de sostenibilidad. Su incidencia en la calidad de vida del sancristobalense. 7th LACCEI Energy and Technology for the Americas: Education, Innovation, Technology and Practice. We1. 1-11.
- Kevin L. (1960). The Image of the City. Cambridge Massachussettes.
- Informe gestión de la urbanización de ciudades turísticas, realizado por la provincia y la comunidad Europea (2006).
- Jabareen Yosef. R. (2006). Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts, Journal of Planning Education and Research. < <http://jpe.sagepub.com/cgi/content/abstract/26/1/38>>
- Martínez C. F., Cantón M. A, Roig F. A. (2009). Impacto de la condición de aridez en el desarrollo ambientalmente sustentable de la ciudad oasis. El caso del arbolado urbano en el Área Metropolitana de Mendoza. AVERMA Vol. 13, pp. 01.113 - 01.120.
- Nilsson, K. y Randrup, T. (1997). Silvicultura urbana y periurbana, <http://www.fao.org/forestry/docrep/wfexi/publi/V1/T3S/1-12.HTM#TOP>, 07/01/09.
- Oke, T.R. (2004). Initial Guidance To Obtain Representative Meteorological Observations. At Urban Sites". Iom Report, Td In Press, World Meteorological Organization, Geneva.
- Panasiti, A. (2000) Mendoza en el 2000, 20, pp. 171
- Rosenfeld . A, Hakbari. H, Akbari J.J, Romm Pomerantz. M. (1998).Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction, Energy and Buildings 28 , pp. 51–62.
- Santamouris. M, (2001). Energy and Climate in the Urban Built Environment. James & James.
- Universidad Nacional de Cuyo. (2004). Marco estratégico para la provincia de Mendoza. Diagnostico Físico – Ambiental.

ABSTRACT

In arid climates, green open spaces are used as a strategy for thermal behavior improving of cities. This paper presents a study of the effects generated by the squares in the thermal conditions of open space itself and its influence on the surroundings. We have selected two studied case with different characteristics in terms of shape, materials and design. Air temperature measurements were made by sensors type H08-003-02 during 40 days in the summer season -2012-. We calculated the sky view factor with the program named "Pixel de cielo". It calculates the value of SVF from hemispherical images recorded with a digital camera -Nikon CoolPix- equipped with a fisheye lens. The results show the importance of the squares for mitigate the thermal conditions of the surroundings. These effects depend on the green features of the space and the sun exposure; which is the result of the combination of vegetation distribution, sun path and SVF.

Keywords: urban squares, thermal behavior, sky view factor