

COBERTURA BIOCLIMÁTICA ARBÓREA EN UNA CIUDAD DE ZONA ÁRIDA

Alejandra Kurbán¹, Alberto Papparelli² Mario Cúnsulo³,
Eduardo Montilla⁴, Andrés Ortega⁴, Gabriela Roca⁵, Verónica Ripoll⁵

Área Arquitectura Ambiental – INEAA (Instituto de Estudios en Arquitectura Ambiental)
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) – Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
Santa Fe 198 Oeste 1º Piso, J5400ZAA San Juan. Email: arqamb@unsj.edu.ar. Tel (0264) 4202664

RESUMEN: Se presentan resultados de un proyecto de investigación bianual financiado por CICITCA-UNSJ, inserto en un programa de clima urbano (PROPAC), cuyo objetivo es calcular la cobertura del efecto térmico de los espacios verdes públicos del Gran San Juan, como aporte al clima urbano de zonas áridas. Propende al mejoramiento de las condiciones de confort higrotérmico de la población en los espacios exteriores y a la consecuente disminución de la carga térmica sobre los edificios. Se trabaja sobre una estadística de mediciones de temperatura de una muestra de Espacios Verdes Urbanos (EVU) ejecutada en los veranos 2006/7 y 2008/9. En base a los índices arbóreos de los 21 EVU bioclimáticamente eficientes del GSJ, se calcula el *Alcance* (Radio y Superficie) y la *Intensidad* del efecto térmico de cada uno de ellos. Se concluye que el déficit de Cobertura Térmica es del 87% del ejido urbano. Espacializada esta Cobertura según las Bandas Urbanas Características, en la BUC Eminentemente Urbana falta cubrir aproximadamente el 51% de su superficie, en la BUC Urbana el 91% y en la BUC Suburbana, el 92%.

Palabras Clave: Espacios Verdes Urbanos, Clima Urbano, Efecto Térmico.

INTRODUCCIÓN

Los espacios verdes forestados en las ciudades cumplen un importante rol que conjuga aspectos paisajísticos con otros tales como bioclimáticos, sanitarios, de esparcimiento, científicos, educativos, psicológicos, de arraigo colectivo, morfológico-funcionales, cívico-sociales. Uno de los aspectos menos estudiados y contemplados por los poderes de gestión, es el del diseño bioclimático incorporado a los estudios de planificación urbana, teniendo en cuenta variables de los espacios verdes tales como: distribución, tamaño, canopia arbórea, superficie forestada, densidad arbórea, especies implantadas, etc.

El no aprovechamiento de los recursos naturales renovables, como lo constituye la forestación entre otros, para colaborar en la satisfacción de las necesidades de confort higrotérmico de la población urbana, genera el uso de energía producida por combustibles fósiles, hecho que convierte a los asentamientos humanos en altamente insustentables. A su vez este mismo crecimiento insustentable pone en peligro los logros en salubridad y habitabilidad. A lo anterior debe sumársele que, en la Franja Árida de América del Sur, existe un importante potencial climático en la actualidad desaprovechado, orientado a proveer confort higrotérmico a la población para mejorar la calidad del hábitat regional disminuyendo con ello la dependencia de energías convencionales en el acondicionamiento edilicio.

El uso de la forestación urbana para atenuar las condiciones de rigurosidad del clima urbano en los espacios abiertos públicos de zonas áridas, comporta una estrategia que colabora en la disminución de la carga térmica edilicia. Al respecto, la Isla de Calor urbana del Gran San Juan fue para el verano del año 2008 de 4,5°C y la Depresión Humídica del 3,5% (Cúnsulo, Papparelli *et al* 2007a y b). Si se diseña bioclimáticamente con la forestación, la edificación estará sometida a menores presiones climáticas y por tanto el control de la temperatura y humedad interiores será más accesible. De manera complementaria, junto a la mitigación de la Isla de Calor y rehidratación de la atmósfera con sus consecuentes reducciones de cargas térmicas de verano y los ahorros de energía asociados, otro aporte importante de la forestación lo constituye el aumento de la absorción de gases de invernadero, principalmente CO₂ y la liberación de oxígeno, el filtrado de partículas en suspensión y la absorción de ruido por el follaje de los árboles.

A su vez las áreas verdes y su arbolado constituyen uno de los componentes del espacio urbano de más sencilla intervención en áreas urbanas existentes, particularmente con índices urbanísticos que las caractericen como de baja o media densidad. Además, al considerar también sus implicancias socio-económicas, toda estrategia que propenda a la disminución del consumo energético de recursos fósiles es de importancia prioritaria en la contribución a la sustentabilidad ambiental, ya que la población de bajos recursos sufre disconfort higrotérmico al no poseer los medios económicos que le permiten acceder a fuentes convencionales de energía para el acondicionamiento de sus viviendas.

¹ Prof. Titular FAUD-UNSJ; Prof. Ppal. CONICET

² Director Org. INEAA; Prof. Titular FAUD-UNSJ; Prof. Ppal. CONICET

³ Prof. Titular EM; Pof. Ppal. CONICET

⁴ Prof. JTP FAUD-UNSJ

⁵ Becaria CONICET Tipo I

Por lo anterior, se hace necesario que los Poderes de Gestión involucrados en la construcción del hábitat humano, establezcan una normativa de diseño urbano relativa a los espacios verdes públicos, considerando la utilización de la forestación como una de las infraestructuras más factibles de implantar y modificar con cierta facilidad, procurando una sencilla y rápida forma de producir un mejoramiento en las condiciones de vida de sus habitantes.

En el marco de investigaciones del clima urbano árido realizadas en el Área Arquitectura Ambiental del INEAA, se analizó el aporte de los elementos de la infraestructura urbana a la carga climática del Gran San Juan, considerada ésta como la sumatoria de los aportes calóricos de los elementos urbanos Kurbán, Papparelli, Cúnsulo *et al* (2004). Calculados como indicadores urbanísticos de: Masa Térmica (IME), Vial Urbano (IVU) y de Forestación Urbana (IFU), su cuantificación permitió identificar sus respectivos efectos concluyéndose que el IFU disminuye la temperatura de la carga climática urbana, aumenta la humedad relativa; es un indicador que se incrementa en verano y disminuye en invierno.

En relación a este rol del arbolado público, en el INEAA se llevan a cabo estudios que involucran tanto ejemplares aislados (Papparelli, Kurbán, *et al*, 1996; el ya citado Kurbán, Papparelli, Cúnsulo, *et al*, 2004; Kurbán, Papparelli, Cúnsulo, 2006 y 2007a); arbolado de alineación (Ripoll, Kurbán, 2001; Kurbán, Papparelli, Cúnsulo *et al*, 2002); espacios verdes forestados y su influencia en entornos con diferentes índices urbanísticos (Kurbán, Papparelli, Cúnsulo, *et al* 2007 b).

SELECCIÓN DE ESPACIOS VERDES URBANOS

El GSJ posee 508 Espacios Verdes Urbanos (EVU), que totalizan 130,76 Ha, localizados según las Bandas Urbanas Características (BUC) de la ciudad (Papparelli, Kurbán, Cúnsulo, 2007) de la siguiente manera: 18 EVU en la Banda Eminentemente Urbana; 195 EVU en la Banda Urbana y 295 EVU en la Banda Suburbana. Dichas Bandas se definen por sus respectivos Factores de Ocupación del Suelo (FOS): BUC EU < 40% FOS; BUC UR entre 20% y 40% de FOS y BUC SU entre 5% y 20% de FOS. Conforme Kurbán, Papparelli, Cúnsulo, *et al*, 2007b, las dimensiones mínimas que requiere un EVU para que contribuya a modificar las condiciones higrotérmicas de su entorno, disminuyendo la rigurosidad del clima urbano, son: Superficie mínima: 0,80Ha y Lado mínimo: 50m. Dimensiones menores, limitan su influencia, solamente a su propia superficie. Seleccionados los EVU que reunían dichos parámetros dimensionales, resultaron 21, totalizando una superficie de 39,92Ha. En la *Figura 1*, se muestran en color verde todos los EVU, diferenciándose los 21 estudiados con su impronta fotográfica.

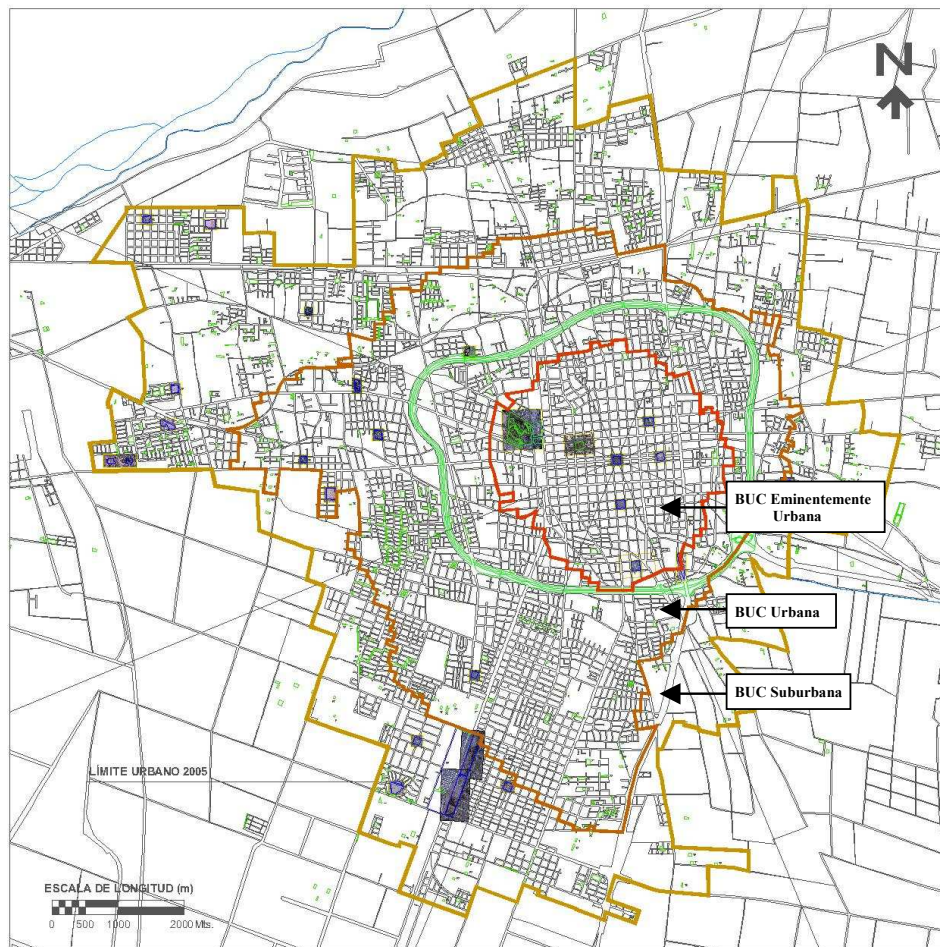


Figura 1: EVU bioclimáticamente eficientes del GSJ y su ubicación según las Bandas Urbanas Características

El detalle de los EVU y su ubicación en cada BUC, se presenta en la *Tabla 1*.

SECTOR CARDINAL	Nº	ESPACIO VERDE URBANO	BUC
NORTE	1	Plaza 25 de Mayo	EU
NORESTE	2	Plaza Gertrudis Funes	EU
ESTE	3	Plaza Antonino Aberastain	EU
	4	Plaza Gral. San Martín	SU
SURESTE	5	Plaza Acceso Sur	UR
SUR	6	Plaza Hipólito Irigoyen	EU
	7	Plaza Almirante Brown	EU
	8	Plaza Villa Krause	SU
SUROESTE	9	Plaza B° San Damián	SU
	10	Parque Rawson	SU
OESTE	11	Plaza Narciso Laprida	EU
	12	Plaza España	EU
	13	Plaza Ferro Urbanístico	EU
	14	Parque de Mayo	EU
	15	Plaza Salvador M° del Carril	UR
	16	Plaza Manuel Belgrano	UR
	17	Plaza San Roque	UR
	18	Plaza B° Camus	SU
NOROESTE	19	Plaza Nstra. Sra. del Carmen	UR
	20	Plaza B° Huaziul	SU
	21	Plaza B° Villa Obrera	SU

Tabla 1.: Espacios Verdes bioclimáticamente eficientes del Gran San Juan según Sector Cardinal y BUC

RELEVAMIENTOS PLANIALTIMÉTRICOS DE LOS ESPACIOS VERDES URBANOS

La información urbanística y arbórea de los 21 EVU se elaboró con: planos digitales del catastro de San Juan (Dirección General de Catastro, 2008), fotografías aéreas del Gran San Juan (Dirección General de Catastro, 2005), imágenes satelitales y relevamientos in situ. Debido a que no todos los EVU tenían las mismas características en sus veredas (continuidad, ancho, longitud, lugar) y que la forestación de las mismas se sumaba al arbolado de alineación interviniendo en el aporte higrotérmico, para el cómputo de superficies se asumió que cada EVU estaba limitado por los cordones de sus respectivas veredas. El relevamiento arbóreo de todos los ejemplares implantados consideró: ubicación exacta (coordenadas x e y respecto al baricentro del EVU), especie, altura de fuste, tamaño de copa, altura total, estado y fenotipo. El archivo de datos urbano y arbóreo permitió calcular:

- *Superficie del EVU (m^2)*: integrando a su área parcelaria, las veredas perimetrales.
- *Impronta Arbórea (m^2)*: sumatoria de las proyecciones arbóreas incluidos ejemplares de veredas perimetrales.
- *Altura Promedio Arbórea por especie (m)*: promedio de las alturas de cada especie arbórea existente.
- *Altura Promedio del EVU (m)*: sumatoria de las alturas promedio multiplicadas p/porcentaje de incidencia de c/especie.
- *Porcentaje de Impronta Arbórea (%)*: Porcentaje de la superficie arbórea por EVU.
- *Volumetría arbórea (por especie y total) (m^3)* producto de la altura promedio según su especie por su impronta.
- *Densidad Volumétrica Arbórea (m^3/Ha)* = Volumen Arbóreo por hectárea.
- *Impronta Arbórea Neta y Volumen Arbóreo Neto*: calculada con los valores de permeabilidad arbórea a la radiación solar global (bibliografía citada, Kurbán, Papparelli, Cúnsulo, *et al* 2006),

MEDICIONES DE TEMPERATURA

En el verano 2006/7 (Kurbán, Papparelli, Cúnsulo, *et al* 2007 b), se ejecutaron en la tercera semana de diciembre y con horario central a las 13:00hs, mediciones de temperatura en cuatro EVU, correspondientes a diferentes Bandas Urbanas Características y por tanto con diferentes valores de Factor de Ocupación del Suelo y Densidad Volumétrica. En el verano 2008/9 se repitieron los mismos EVU como muestra de los 21 espacios seleccionados. En ellos se efectuaron registros de temperatura en la misma semana, el mismo horario y con el mismo Programa de Mediciones que el aplicado en el verano 2006/7. Las tomas se efectuaron durante la tercera semana de diciembre en días despejados y con brisa B-1 (según la escala de Beaufort), del cuadrante Sur o Sureste. Estas consideraciones se adoptaron debido a la relación del efecto de la variación de la temperatura de cada EVU con la dirección y velocidad de los vientos (Honjo y Takakura, 1991) y en función de la estadística de vientos del Gran San Juan (Kurbán, *et al*, 2007, *Ibidem*).

Las mediciones se efectuaron aproximadamente cada 100 metros; el área monitoreada estuvo en función del tamaño del EVU y cubrió una superficie que abarcó como mínimo 350m hacia el sector Sur, a partir de los límites del EVU. El área de mediciones comprendió una superficie mayor hacia el sector Norte por la dirección del viento prevalente (S y SE). El detalle del número de puntos de registro para cada EVU fue: Plaza Gral. San Martín: 21 puntos de medición; Plaza Alnte. Brown: 31 puntos de medición; Parque 25 de Mayo: 78 puntos de medición; Plaza Gertrudis Funes: 38 puntos de medición.

Se utilizaron dos Termohigrómetros digitales portátiles (Marca Model 321 CE) con tiempo de respuesta 60seg; una Estación Meteorológica II (EM-II), digital marca DAVIS con sensores de T°C, HR%, Vientos (velocidad y dirección) y Pluviómetro y un Abrigo meteorológico con Psicrómetro (termómetros: de bulbo seco y de bulbo húmedo). Ambos medidores portátiles fueron instalados en vehículos, a una altura de 2,0m. La Estación Meteorológica es fija y se encuentra ubicada en la Banda Eminentemente Urbana a una altura de 12,0m y libre de obstáculos. Se programó para hacer registros cada 1 minuto, en los mismos días de mediciones itinerantes. La Unidad Ejecutora realizó un estudio de la variación del perfil vertical de temperatura y humedad relativa entre los 12,0m y los 2,0m de altura, que permite trasladar los registros de la estación meteorológica fija a una estación meteorológica simulada a nivel de 2,0m en coincidencia con la localización de los aparatos portátiles. Debido a la sincronización necesaria en las mediciones, los equipos se calibraron con un psicrómetro alojado en un abrigo meteorológico a la misma altura que la EMII y con idénticas condiciones de entorno.

PERFILES ESPACIALES DE TEMPERATURA

La información obtenida, se integró a un sistema georeferenciado, adjudicando los valores de temperatura a la coordenada espacial z. Los datos se interpolaron para convertir la información puntual disponible en información continua, utilizando el grillado del método modificado de Shepard. Realizando cortes horizontales con equidistancias de 0,25°C, se obtuvieron isotermas de cada EVU y su entorno urbano.

Los planos se convirtieron a un formato compatible con diseño asistido por computadora. En los ejes cardinales principales y con origen en el centro geométrico de cada EVU, se calcularon las distancias entre isolinéas de T°C. Estos datos con sus respectivas distancias al centro se volcaron a gráficos de Cortes en planos de perfiles verticales al terreno. Se adoptó el ajuste polinómico a la 6ª potencia pues fue el que dio el mayor coeficiente de determinación. Las curvas y sus respectivas ecuaciones matemáticas mostraron la distribución espacio-direccional de la temperatura en la dirección de los ejes cardinales principales: N-S; E-O; SE-NO y SO-NE. Aplicando las ecuaciones respectivas y reemplazando la variable x de distancia al centro, se obtuvo la temperatura del EVU y su entorno.

La Figura 2 muestra un ejemplo de la orientación SURESTE-NOROESTE para el EVU: Parque de Mayo. En los perfiles se trazó una recta de referencia, uniendo los valores máximos.

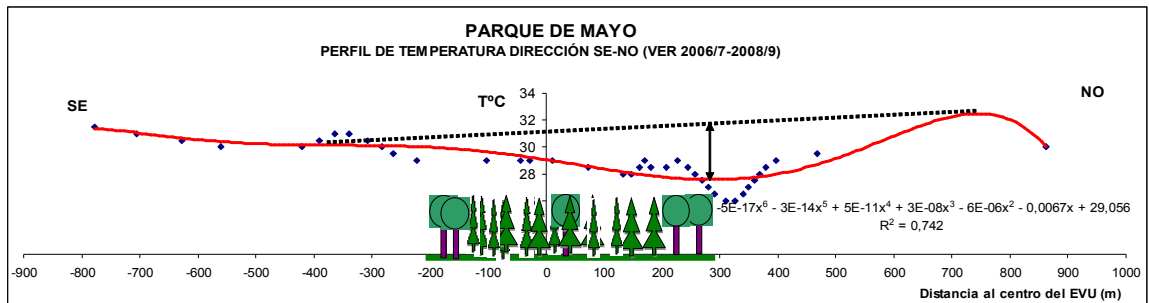


Figura 2: Perfil térmico SE/NO del Parque de Mayo

El efecto térmico de los EVU se analizó conforme dos variables, una espacial y otra climática, la primera refiere al valor del *Alcance* y la segunda al de la *Intensidad*.

a) *Alcance*: Toma en cuenta la longitud hasta la cual se produce el efecto térmico y la superficie que abarca el mismo. La longitud se calcula con origen en el baricentro de cada EVU y en las direcciones cardinales principales.

b) *Intensidad*: Se refiere a la diferencia de temperatura existente entre el EVU y su entorno.

En los perfiles espaciales, las mayores diferencias de temperatura entre las curvas polinómicas y las rectas de referencia en cada eje cardinal, correspondieron a la *Intensidad* del efecto térmico en esa dirección; las distancias al centro en las cuales se produjo esa intensidad, fue el *Alcance* de dicha variable climática.

ISOLÍNEAS DE DIFERENCIA DE TEMPERATURA

Se ejecutaron planos de isolinéas de diferencias de temperatura ($\Delta T^{\circ}\text{C}$) con intervalos de 0,20°C. Así se calculó: la superficie del *Alcance* (área comprendida por la isolinéa de $\Delta T^{\circ}\text{C} = 0^{\circ}\text{C}$) y la máxima *Intensidad* de la variable climática en ese EVU, (la isolinéa de mayor valor de T°C). A modo de ejemplo, se presenta en la Figura 3, el caso del Parque de Mayo, con las isolinéas de $\Delta T^{\circ}\text{C}$.

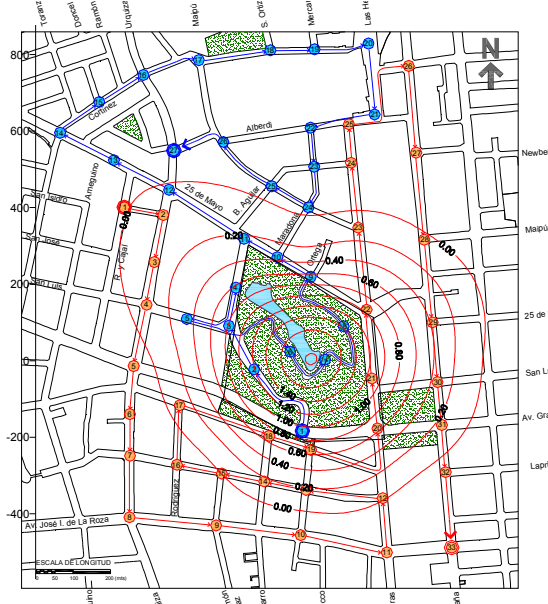


Figura 3: Isolíneas de diferencias de temperatura del Parque de Mayo (verano 2006/7 y 2008/9)

CORRELACIONES URBANÍSTICO-ARBÓREAS CON EFECTOS TÉRMICO

Los valores de *Alcance e Intensidad*, estadística verano 2007/8 y verano 2008/9, se promediaron y correlacionaron con los índices de Impronta y Volumen arbóreo. Para ello, los datos se ajustaron con una curva logarítmica, la que se correspondía más claramente con la situación empírica urbana y bibliográfica de influencia térmica espacial de los EVU. Es decir que su pendiente ascendente se hace asintótica definiendo una variable (longitud; volumen; impronta), más allá de la cual el efecto térmico no se incrementa.

A modo de ejemplo se presentan en la *Figura 4* las gráficas de correlación Impronta/Radio de Alcance T°C; y en la *Figura 5* las gráficas de correlación Impronta/Intensidad T°C

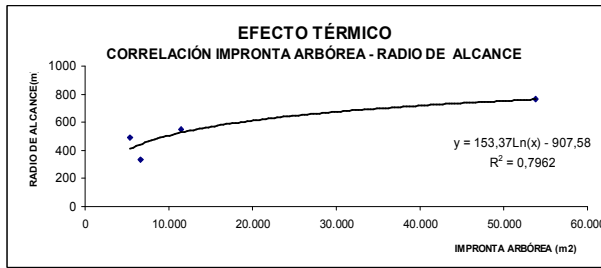


Fig. 4: Correlaciones Impronta Arbórea/Alcance (m) (VER 2008/09)

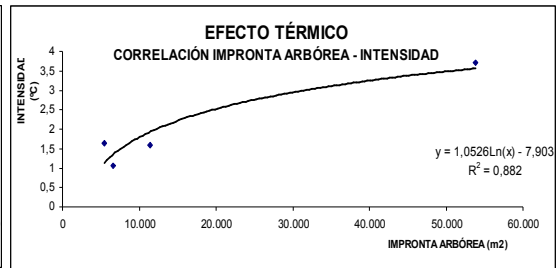


Fig. 5: Impronta Arbórea/Intensidad (T°C) (VER 2008/09)

RESULTADOS

a) ALCANCE e INTENSIDAD térmica de los EVU del Gran San Juan

Como un muestreo de los EVU bioclimáticamente eficientes, las fórmulas de las correlaciones resultantes de las mediciones de los cuatro EVU medidos (19% del total), se aplicaron a los 17 espacios verdes restantes, conforme sus respectivas superficies de proyección y volumen arbóreo. Se obtuvieron así los *Alcances* (radios y superficies) e *Intensidades* del efecto térmico para cada uno de ellos. El resultado se presenta en la *Tabla 2*. Los valores de intensidad térmica negativos (EVU 5 y 9), se explican por la baja impronta arbórea de los mismos. Por debajo de los 1.825m² de proyección de superficie arbolada, el efecto térmico en su entorno, es nulo.

N°	EVU	IMPRONTA ARBÓREA (m ²)	ALCANCE E INTENSIDAD S/IMPRONTA			DENSIDAD VOLUMÉTRICA (m ³ /Ha)	ALCANCE E INTENSIDAD S/VOLUMEN		
			Alcance		Intensidad		Alcance		Intensidad
			Radio (m)	Sup. (m ²)	(°C)		Radio (m)	Sup. (m ²)	(°C)
1	Plaza 25 de Mayo	7.778,03	466,47	683.580,47	1,53	78.643,76	469,23	691.702,16	1,56
2	Plaza Gertrudis Funes	5.404,13	410,62	529.695,18	1,14	46.831,80	404,11	513.046,76	1,13
3	Plaza Aberastain	8.506,24	480,19	724.401,99	1,62	88.057,49	485,72	741.173,03	1,67
4	Plaza Gra San Martín	6.621,00	441,76	613.100,96	1,36	57.458,89	427,64	574.531,74	1,29
5	Plaza Acceso Sur	1.616,70	225,54	159.801,44	-0,13	18.202,23	256,61	206.863,60	0,16
6	Plaza Hipólito Yrigoyen	6.612,47	441,57	612.552,28	1,36	51.997,42	432,65	588.066,31	1,32
7	Plaza Almirante Brown	11.443,90	525,69	868.178,97	1,93	103.877,55	551,38	955.115,47	2,11
8	Plaza V° Krause	6.645,30	442,33	614.661,49	1,36	46.320,31	398,85	499.764,61	1,10
9	Plaza B° San Damián	5.811,10	421,75	558.814,44	1,22	71.537,38	425,55	568.921,07	1,27
10	Parque Rawson	22.198,18	627,31	1.236.254,07	2,63	29.184,94	572,39	1.029.273,23	2,25
11	Plaza Laprida	12.937,64	544,51	931.440,45	2,06	117.719,10	519,70	848.494,68	1,90
12	Plaza España	7.436,02	459,57	663.516,70	1,48	52.063,37	405,51	516.606,12	1,14
13	Plaza Ferro Urbanístico	4.660,26	387,91	472.717,09	0,99	11.970,39	318,77	319.230,98	0,57
14	Parque de Mayo	53.824,50	763,15	1.829.643,53	3,56	67.268,01	758,08	1.805.427,56	3,47
15	Plaza Desamparados	7.157,44	453,71	646.714,45	1,44	80.939,13	435,52	595.886,20	1,34
16	Plaza M. Belgrano	7.723,53	465,39	680.423,37	1,52	50.508,43	399,52	501.459,03	1,10
17	Plaza San Roque	4.279,76	374,84	441.414,71	0,90	34.124,23	281,18	248.380,50	0,32
18	Plaza B° Camus	3.042,45	322,51	326.760,33	0,54	13.858,93	250,08	196.476,81	0,11
19	Plaza Ntra Sra. del Carmen	1.242,30	185,13	107.677,83	-0,40	6.710,80	67,54	14.328,82	-1,09
20	Plaza B° Huazul	5.523,86	413,98	538.401,61	1,17	71.099,64	370,19	430.535,82	0,91
21	Plaza B° Villa Obrera	4.622,37	386,65	469.670,40	0,98	46.523,62	381,68	457.675,82	0,98

Tabla 2: Alcance e Intensidad del Efecto Térmico de los EVU bioclimáticamente eficientes del Gran San Juan

b) Espacialización y cuantificación de la Cobertura Térmica

En la *Figura 6* se presenta el plano con la trama urbana del Gran San Juan junto a la espacialización de la Cobertura Térmica de sus EVU. La superficie de dicha Cobertura es de 1.142,61Ha. Considerando que la superficie de la ciudad es de 8.871,36 Ha, la Cobertura Térmica representa el 12,88%.

c) Cuantificación de la Cobertura Térmica por Banda Urbana Característica

Las respectivas superficies de Cobertura Térmica en cada BUC son las siguientes: BUC Eminentemente Urbana = 471,16Ha; BUC Urbana = 315,25Ha y BUC Suburbana = 356,20Ha. Teniendo en cuenta la superficie de cada BUC, el porcentaje de cubrimiento resulta: BUC EU (955,33Ha): 49,32%; BUC UR (3.430,79Ha): 9,19% y BUC SU (4.483,24Ha): 7,94%.

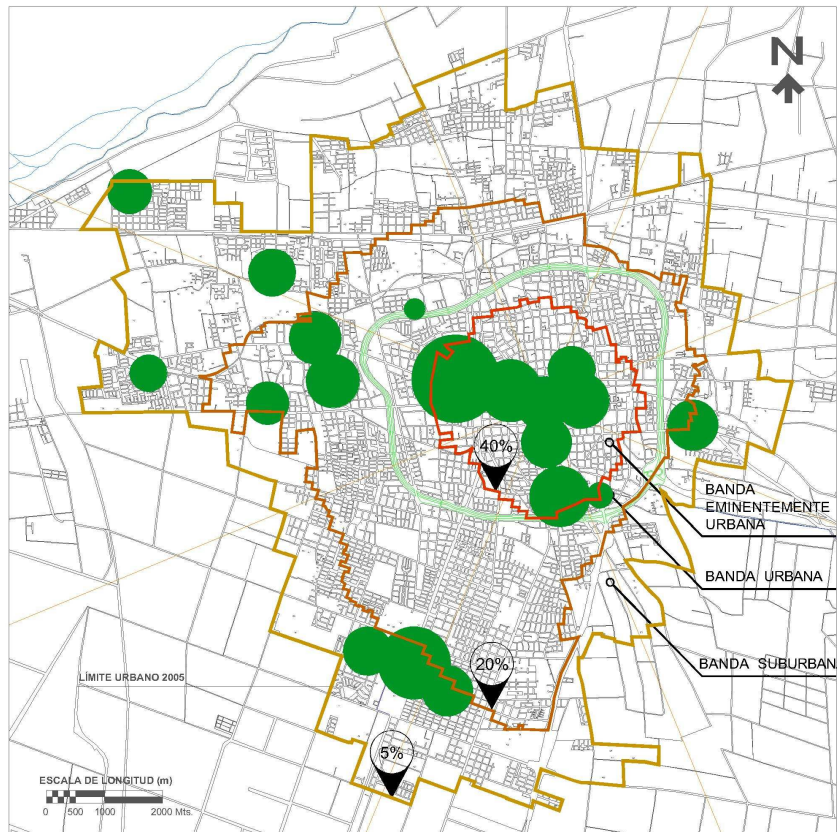


Figura 6: Cobertura Térmica de los Espacios Verdes del Gran San Juan

CONCLUSIONES

Para el Gran San Juan, caso de estudio de una ciudad localizada en la Franja Árida de América del Sur, la superficie de los EVU bioclimáticamente eficientes constituye sólo el 0,45% de su ejido. En relación con las Bandas Urbanas Características (BUC), definidas por valores decrecientes del centro urbano a la periferia de Factor de Ocupación del Suelo (FOS), la superficie de los mismos equivale al 2,18% del área de la BUC Eminentemente Urbana (< 40% FOS); 0,20% de la BUC Urbana (20% FOS ÷ 40% FOS) y 0,30% de la BUC Suburbana (20% FOS ÷ 5% FOS). Asimismo la cantidad de espacios verdes con influencia higrótérmica en su entorno es también marcadamente asimétrica: 43% en la BUC Eminentemente Urbana, 24% en la BUC Urbana y 33% en la BUC Suburbana.

Considerando como déficit de Cobertura Térmica al porcentaje de superficie urbana no alcanzada por el efecto térmico de espacios verdes urbanos, en el Gran San Juan dicho valor es de 87,12%.

Respecto a su espacialización conforme las BUC, en la Eminentemente Urbana el déficit de Cobertura Térmica es del 50,68%; en la Urbana de 90,81 y en la Suburbana del 92,06.

Dadas las rigurosas condiciones de aridez del territorio provincial, agravadas por la Isla de Calor Urbana y la Depresión Humídica, el elevado déficit de Cobertura Térmica es altamente perjudicial para el confort de la población, resultando una ineludible decisión de planificación urbana el incremento de espacios verdes de dimensiones e impronta arbórea tales, que cubran más eficientemente el espacio de la ciudad.

REFERENCIAS

- Honjo, T. and Takakura, T. (1990/1991) Simulation of Thermal Effects of Urban Green Areas on their Surrounding Areas. *Proceedings of the Fourth International Conference on "Urban Climate, Planning and Building" Kyoto, Japan*. Energy and Buildings Vol 15, N 3-4.
- INDEC (2001) Censo Nacional de Población de la República. Argentina
- Cúnsulo, Papparelli, Kurbán, *et al* (2007a) Isla de Calor Urbana en Zona Árida AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente; Revista Nacional c/referato. ISSN 0329-5184; Volumen11 Págs 11.59 a 11.65.
- Cúnsulo, Papparelli, Kurbán, *et al* (2007b) Depresión Humídica en Zona Árida AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente; Revista Nacional c/referato. ISSN 0329-5184; Volumen11 Págs 11.53 a 11.58.
- Dirección General de Catastro (2008) Catastro de la ciudad de San Juan. Gobierno de San Juan.
- Dirección General de Catastro (2005) Fotografías aéreas del Gran San Juan. Gobierno de San Juan.
- Kurbán, A., Papparelli, A., Cúnsulo, M. *et al* (2006) Efecto Bioclimático de la Forestación en áreas urbanas de Clima Árido. *AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* ISSN 0329-5184 Volumen 10. Págs. 11- 145 a 11-151
- Kurbán, A., Papparelli, A., Cúnsulo, M.; (2002) Aporte de la Forestación al Control del Clima Urbano en Zona Árida. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Revista de ASADES* Vol. 6 pp.05.43 - 05.48
- Kurbán, A., Papparelli, A., Cúnsulo, M. *et al* (2007a) Shading Capacity of the Urban Forest in Arid Ecosystems *ARCHITECTURAL SCIENCE REVIEW* . ISSN 0003 - 8628. Vol 50.2 June 2007 University of Sydney.
- Kurbán, A., Papparelli, A., Cúnsulo, M. *et al* (2007b) Espacios Verdes y temperatura urbana en ecosistemas áridos AVERMA Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente; Revista Nacional c/referato ISSN 0329-5184; Volumen11 Págs 11.09 a 11.15.
- Kurbán, A., Papparelli, A., Cúnsulo, M., Ripoll, V. *et al* (2004) Measurements of the Bioclimatic Effects of Groups of Trees in an Argentinian Arid City *ARCHITECTURAL SCIENCE REVIEW* ISSN 0003 - 8628 Vol. 47 N°4, Págs.: 339-346, Univ. of Sydney.
- Papparelli A., Kurbán, A. *et al*, (1996) Eficiencia bioclimática arbórea en entornos urbanos de zona árida. Actas de la XIX Reunión de Trabajo "ASADES'96". Tomo II. pp. 9.05-9.09
- Papparelli, A., Kurbán, A., Cúnsulo, M., E. Montilla, E. Ríos (2007) Características de la Distribución Espacial de la Ciudad de San Juan. Estadística 2005. Ed. NOBUKO. Bs. As.
- Ripoll V., Kurbán A. (2001) Estudio Bioclimático de la Forestación Urbana en la ciudad de San Juan. Informe Final Beca de Investigación CICITCA-UNSJ.

ABSTRACT: Results of a two-year research project (CICITCA-UNSJ 2008-2009), whose objective is to calculate the coverage of the Thermal effects of the public green spaces of San Juan county, as contribution to the urban climate of arid zones, are exposed. The goal is the improvement of the hydro-thermal comfort conditions of the population at the exterior spaces and the consequent reduction of the thermal load on the buildings. A two-year statistic of thermal measurements of a sample of Urban Green Spaces (EVU) executed during 2007/8 and 2008/9 summers is used. On the basis of the arboreal index of the 21 bioclimatic efficient EVU of the GSJ, the *Reach* (Radio and Surface) and the *Intensity* of the thermal effect of each of them are calculated. It is concluded that the deficit of Thermal Coverage is 87% of the urban frame area. When analyzed the Coverage according to the Characteristic Urban Bands (BUC), the coverage deficit is approximately the 51% for the Eminently Urban BUC area, the 91% for the Urban BUC and the 92% for the Suburban one.

Keywords: Urban Green Spaces, Urban Climate, Thermal Effect.