

## MORFOLOGIA URBANA PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICO AMBIENTAL DEL PARQUE EDIFICIO EN CIUDADES ANDINAS. CASO: AREA METROPOLITANA DE MENDOZA, ARGENTINA.

Arboit, Mariela<sup>1</sup> y de Rosa, Carlos<sup>1</sup>

Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales. (INCIHUSA – CONICET)  
Av. Adrián Ruiz Leal s/n Parque General San Martín. (5500) Mendoza, Argentina  
Tel: +54 0261 524 4310 Fax: +54 0261 4287370 Email: marboit@mendoza-conicet.gob.ar

*Recibido: 13-8-12; Aceptado: 28-9-12.*

**RESUMEN.-** El trabajo presenta la caracterización morfológica del Área Metropolitana de Mendoza (AMM) desde el punto de vista de la planificación urbana sostenible, con el objetivo de revalorización del espacio y de mejorar la calidad de vida urbana. La metodología aplicada incluye la caracterización de la morfología urbana ligada a las condiciones energéticas y de confort. Una serie de variables condicionan en mayor o menor medida, la posibilidad de utilizar estrategias de diseño bioclimático, limitando la posibilidad de acceso a los recursos que ofrece el clima en distintas épocas del año; entre ellas la morfología del trazado urbano. Se identificaron y cuantificaron las características principales del trama existente: 1. manzanas urbanas regulares, 2. manzanas urbanas irregulares, 3. grandes manzanas y 4. áreas verdes, considerando además los indicadores de mayor incidencia: forma y orientación de las manzanas, ancho de calles, arbolado urbano. Los resultados alcanzados permitirán a futuro identificar e implementar propuestas de renovación urbana indispensables para una aproximación a la consecución de la sostenibilidad ambiental y energética del tejido urbano, definiendo lineamientos y estrategias que permitan mitigar el deterioro urbano ambiental en curso, en el corto plazo.

**Palabras claves:** desarrollo sostenible, planificación urbana, energías renovables.

## URBAN MORPHOLOGY FOR THE ENERGETIC AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF THE URBAN BUILDING STOCK IN ANDEAN CITIES CASE: MENDOZA'S METROPOLITAN AREA IN ARGENTINA.

**ABSTRACT.-** The paper presents the morphological characterization of Mendoza's Metropolitan Area (MMA) from the sustainable urban planning view-point, with the goal of upgrading the urban space and improving the life quality of urban dwellers. The methodology used includes the characterization of the urban morphology related to energy and comfort requirements. A series of variables more or less condition the possibilities of implementing bioclimatic design strategies, limiting the accesses to climatic resources, in the different seasons of the year; among them, the urban layout. The existing layout's main features were identified and quantified: 1. regularly shaped city-blocks, 2. irregularly shaped city-blocks, 3. large urban plots and 4. green areas; considering besides the indicators of greater incidence: form and orientation of city blocks, street's width and urban forest features. The results obtained will allow identifying and implementing urban renewal proposals in the future, essential for approaching to the consecution of environmental and energy sustainability of the urban tissue, defining guidelines and strategies allowing for mitigating the ongoing environmental decay, in the short-term.

**Keywords:** sustainable development, urban planning, renewable energy.

### 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe a nivel mundial, un consenso creciente respecto a que la civilización humana ha sobrepasado sus límites al crecimiento y se encuentra comprometida en un rumbo ecológicamente insostenible (Meadows, 1992). El modelo de crecimiento económico ilimitado, universalmente impuesto por las políticas de la globalización neoliberal, está poniendo en grave riesgo la supervivencia misma de la

sociedad humana sobre el planeta en medios y largos plazos, al desconocer el carácter finito y no-renovable de muchos de los recursos naturales y los servicios ambientales prestados por la base ecológica (Daly, 1996).

Entre los problemas más críticos que se debe enfrentar en la búsqueda del desarrollo sostenible se encuentran los interrelacionados correspondientes al hábitat y la energía. El primero constituye el continente espacial de toda actividad humana y produce el impacto más significativo y durable de dicha actividad sobre el medio natural. La energía por otra parte, es un insumo indispensable para el funcionamiento y

1. Investigador del CONICET

la supervivencia de la sociedad urbana y es imperativo confrontar, durante el presente siglo, una difícil transición desde el consumo masivo de combustibles fósiles agotables y contaminantes a fuentes alternativas renovables y limpias. Dicha problemática se presenta en forma relevante, tanto en la escala global como en la regional y local. Además, toda mejora ambiental que se logre a nivel local constituye un aporte valioso en el nivel planetario. El conocido lema: "Pensar globalmente y actuar localmente" es en este caso de máxima pertinencia.

Dentro del sinnúmero de problemas ambientales que afectan a las estructuras urbanas regionales, el presente estudio se concentrará en dos de ellos cuyo carácter es crítico: 1. En lo energético, el único recurso disponible en el medio urbano regional para su aprovechamiento irrestricto es el recurso solar. Las posibilidades de uso son: la calefacción solar de espacios, pasiva y activa, el calentamiento de agua para uso doméstico y la generación fotovoltaica, este último aún lejos de ser una alternativa económicamente viable en el medio local. Se han estudiado previamente las implicancias de la morfología urbana para acceder al recurso solar en entornos urbanos (Arboit, M. 2008). Sin embargo, es aún necesario abordar aspectos específicos no considerados hasta ahora, tales como los umbrales de factibilidad económica de implementación de sistemas solares en función de los valores de FOS y FOT; aspectos de indispensable conocimiento para poder definir lineamientos técnicos transferibles a municipios para actualizar el Código Urbano y de Edificación. 2. En lo ambiental, se considera necesario comenzar a legislar, promover e incentivar el reciclaje energético de las construcciones existentes, mediante el mismo podría lograrse una recuperación parcial energética, una recuperación de materiales y componentes posibles de reutilizar o reciclar y finalmente, una menor emisión producida por los residuos sólidos, de difícil absorción por el ecosistema (Civit, 2005).

La zona definida como universo de análisis es el Área Metropolitana de Mendoza (AMM) que se inscribe sobre el borde Oeste del oasis Norte de la provincia homónima, su población es de 848.600 (2001) concentra más de la mitad de la población total de la provincia, posee una superficie de 16.692 km<sup>2</sup>, y sus coordenadas geográficas son: latitud -32.85, longitud 68.85 y altitud 827 msnm. El AMM está desarrollada sobre un oasis de cultivo con riego artificial, lindando su borde Oeste con el pedemonte andino, es decir, la zona desértica natural de la región. La superficie de los oasis de la provincia constituye alrededor del 3% de la superficie total de la provincia que concentra aproximadamente el 97% de la población.

El conocimiento de datos y características del ambiente urbano construido (de la morfología urbana), está en estrecha relación con las condiciones energéticas y el confort urbano; el otro aspecto importante es la infraestructura, para poder relacionar lo físico y lo bioclimático en la planificación de una ciudad energéticamente más eficiente. En el AMM es necesario considerar la trama verde y el paisaje natural y antropizado que determinan condiciones específicas para el desarrollo de actividades humanas. El tejido urbano está integrado por la geometría de las manzanas, la morfología edilicia, áreas verdes, acequias y arboleda. En la descripción de la morfología del espacio urbano se consideran una serie de factores relacionados a la calidad del ambiente, se evalúa la

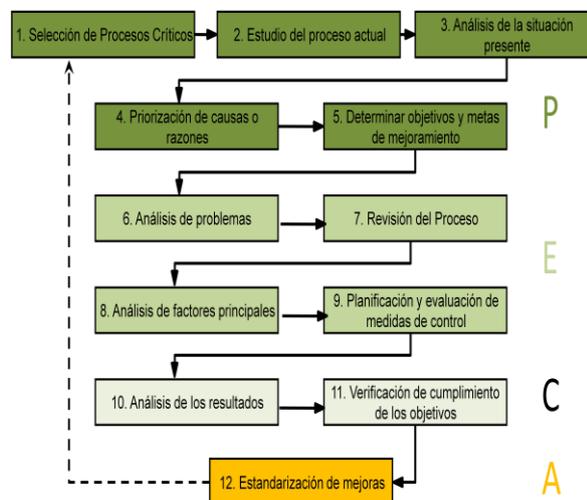
influencia de la morfología urbana sobre la disponibilidad de radiación solar, que permita entender las condiciones energéticas y el comportamiento bioclimático.

## 2. METODOLOGÍA. Base para el análisis.

Con el objetivo final de desarrollar un sistema de evaluación de la sostenibilidad urbana, en la ciudad donde está comprometido el desarrollo de los espacios abiertos y edificados. El proceso de planificación y gestión urbano-edilicia abarca un conjunto de elementos interrelacionados que posibilita elaborar estrategias de desarrollo sustentable y preservación de recursos energéticos a través de fijar objetivos y metas.

Se establecieron las siguientes etapas metodológicas para el estudio futuro en base al Ciclo PDCA de Deming: (Deming W. E, 1989).

Tabla 1: Etapas Metodológicas.



P= Planificación, E=Ejecución, C=Control, A=Acción de retroalimentación. (Ciclo Deming. PDCA-Plan-Do-Check-Act)

Se plantea su análisis a partir de los siguientes niveles: 1. A Nivel Estratégico se integran los instrumentos de análisis para desarrollar acciones de la Planificación Estratégica. 2. A Nivel Operativo incluye el desarrollo de software, manuales y/o procedimientos, estableciendo además Proyectos Estratégicos; basados en directrices estratégicas, indicadores, parámetros de referencia y potencialidades de cambio, a partir de la administración y de la mejora de procesos y de obtención de resultados. 3. A Nivel de Implementación establece sistemas de seguimiento, evaluación y control a través de procedimientos, métodos e indicadores que posibilita alcanzar un mejoramiento continuo.

### 2.1. Objetivos para la Planificación Urbana Sostenible

Dentro de los lineamientos metodológicos planteados precedentemente se determinaron los siguientes objetivos:

- Determinar lineamientos de diseño para coordinar intervenciones de transformación urbana, (sobre áreas ya edificadas o sobre áreas libres, interiores a los tejidos urbanos consolidados o marginales), no sólo referidas a las exigencias de las demandas actuales, sino también a las oportunidades y posibles transformaciones.

- Proveer instrumentos para la requalificación urbana favoreciendo intervenciones en el tejido de la ciudad, sobre todo en áreas consolidadas, desarrollando también instrumentos para las zonas periurbanas y periféricas.

- Proponer alternativas para los grandes lotes, favoreciendo transformaciones y desarrollo urbano en una lógica de ocupación sostenible de los vacíos urbanos, con propuestas estratégicas para asegurar una cierta sostenibilidad compacta del sistema urbano.

- Promover el verde urbano, las intervenciones de salvaguardia de las zonas de valor ambiental y continuidad del oasis presente en el territorio. Valorización de áreas urbanas, libres o potencialmente libres, dotadas de características ambientales de cualidad o relevantes del punto de vista ambiental. La construcción de una "red verde" que favorezca la conexión y calidad de los espacios de la ciudad (reducción de los factores contaminantes y factores de riesgo, aumento del verde urbano).

- Promover el verde urbano, las intervenciones de salvaguardia de las zonas de valor ambiental y continuidad del oasis presente en el territorio. Valorización de áreas urbanas, libres o potencialmente libres, dotadas de características ambientales de cualidad o relevantes del punto de vista ambiental. La construcción de una "red verde" que favorezca la conexión y calidad de los espacios de la ciudad (reducción de los factores contaminantes y factores de riesgo, aumento del verde urbano).

2.2. Caracterización morfológica del trazado del Área Metropolitana de Mendoza.

Para alcanzar a futuro los objetivos propuestos en una primera etapa el trabajo presenta la identificación y cuantificación de las características principales del trazado urbano: 1.manzanas urbanas regulares, 2.manzanas urbanas irregulares, 3.grandes manzanas y 4.áreas verdes, considerando además los indicadores de mayor incidencia: forma y orientación de las manzanas, ancho de calles, arbolado urbano. Metodológicamente, en esta primera etapa el trabajo se ha enfocado sobre los componentes urbanos que caracterizan el tejido de la ciudad en lo morfológico, a partir del diagnóstico de las manzanas urbanas. (Carrasco, M.). El mapeo de la morfología urbana para toda el AMM considera en el estudio las características de las manzanas existentes. La clasificación, se compone de cuatro tipologías:

2.2.1. Manzanas urbanas regulares.

Tipologías cuadradas y rectangulares, sintetizadas en el trazado urbano en forma ortogonal pura como se muestra en la Figura 1. La disposición espacial nace de un diseño urbano ortogonal o en damero, las volumetrías edilicias se agrupan en los bordes de las manzanas formando espacios verdes en el corazón de las mismas. Esta forma se acomoda fácilmente a las necesidades de parcelamiento.

2.2.2. Manzanas urbanas irregulares.

Conformadas por manzanas de formas triangulares y trapezoidales de amezanamientos presentes en el AMM tal como se muestra en la Figura 2. Son el resultado de la unión de tramas diversas, a menudo estrechas, sin orden y con escasos espacios abiertos.

La falta de planificación y la propia morfología de expansión urbana crea una manera de organizar el espacio que incluye, en la regularidad de su trazado los "retazos urbanos", que delimitan el espacio ocupado por las manzanas irregulares. La tipología de manzanas irregulares representan el 6.40% del área metropolitana (Figura 3). (Carrasco, M.)

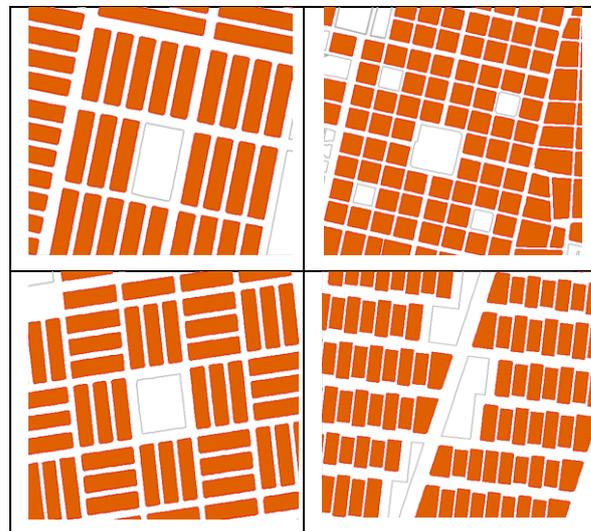


Fig. 1: Manzanas Urbanas Regulares del AMM.



Fig. 2: Manzanas Urbanas Irregulares del AMM.

Desde el punto de vista cuantitativo, los entornos urbanos construidos de traza regular son dominantes en los entornos urbanos del AMM, no sólo por su extensión sino también porque soportan los tejidos de mayor densidad edilicia. En valores absolutos surge hay 4732 hectáreas están constituidas por manzanas regulares, lo que representa casi el 40 %, es una matriz común en las ciudades áridas del oeste argentino como se observa en la Figura 4.

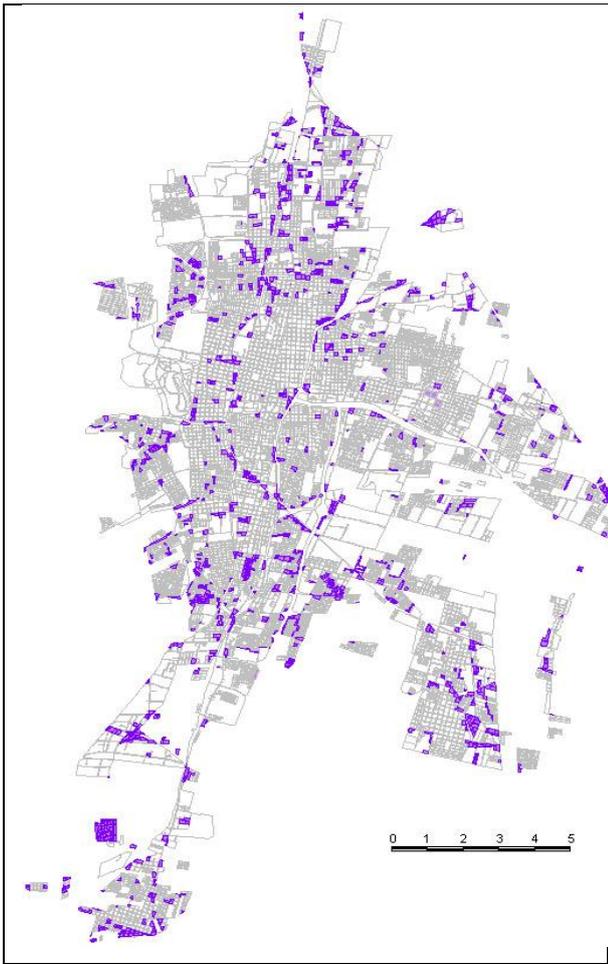


Fig. 3: Manzanas urbanas irregulares

refuncionalizarlas puede mejorar la calidad de vida urbana y evitar la dispersión hacia áreas agrícolas y sectores pedemontanos según se observa en la Figura 7.

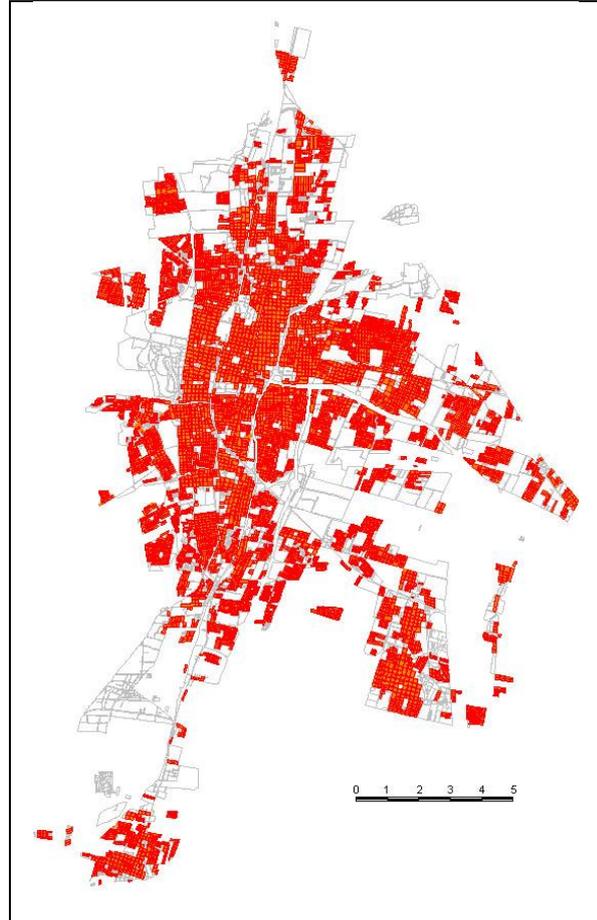


Fig. 4: Manzanas urbanas regulares

Las características fundamentales que se advierten en la disposición de la trama urbana son la regularidad en el área central (organización de damero) y una tendencia creciente de desorden en las áreas periféricas, que albergan áreas de vivienda unifamiliares en loteos privados, viviendas de interés social, asentamientos inestables, y zonas de uso industrial. Existe un contraste entre la regularidad del área central respecto de la dispersión de la trama en la periferia, que redundan en una mayor complejidad de la estructura vial. (Böhm,P.et.al. 1999), (Bórmida, E. et. al. 2005).

### 2.2.3. Grandes manzanas:

Manzanas urbanas presentes en el AMM cuya superficie es mayor a 2 ha. independientemente de su forma y uso, excluyendo las áreas verdes. Generalmente se desarrollan alrededor del sector industrial, agrícola o estatal: zonas de gobierno, universidades, hipódromo, entre otras como se muestra en la Figura 5.

Las grandes manzanas poseen una representatividad 45,48 % (están excluidas las áreas ocupadas por la red vial). Las grandes manzanas albergan construcciones del sector estatal en el área central, hacia la periferia se observa un aumento progresivo de las grandes manzanas que refleja las concepciones financieras e inmobiliarias, ligadas a los cambios sociales, y a las diversas modalidades de acceso a la propiedad. En el caso de manzanas urbanas sin uso, “vacíos urbanos”, representadas por manzanas sin edificar, antiguas manzanas de uso industrial o de servicios, incorporarlas y



Fig. 5: Grandes Manzanas

### 2.2.4. Áreas verdes.

Están conformadas por parques, plazas, paseos y bulevares: espacios abiertos públicos de libre acceso y circulación que

sustentan vegetación como se observa en las Figuras 6 y 8. (Panasiti A. 1994).

En el estudio de áreas verdes, se plantea la necesidad de una planificación urbana futura vinculada a las mismas que posibiliten un orden integral de los espacios verdes en la ciudad y una integración de dichos espacios a través de la trama verde urbana. La interconexión entre plazas y parques, a través de las calles arboladas, conforma un mosaico de verde integral, una verdadera red verde que aumenta la calidad del espacio público.



Fig. 6: Áreas Verdes

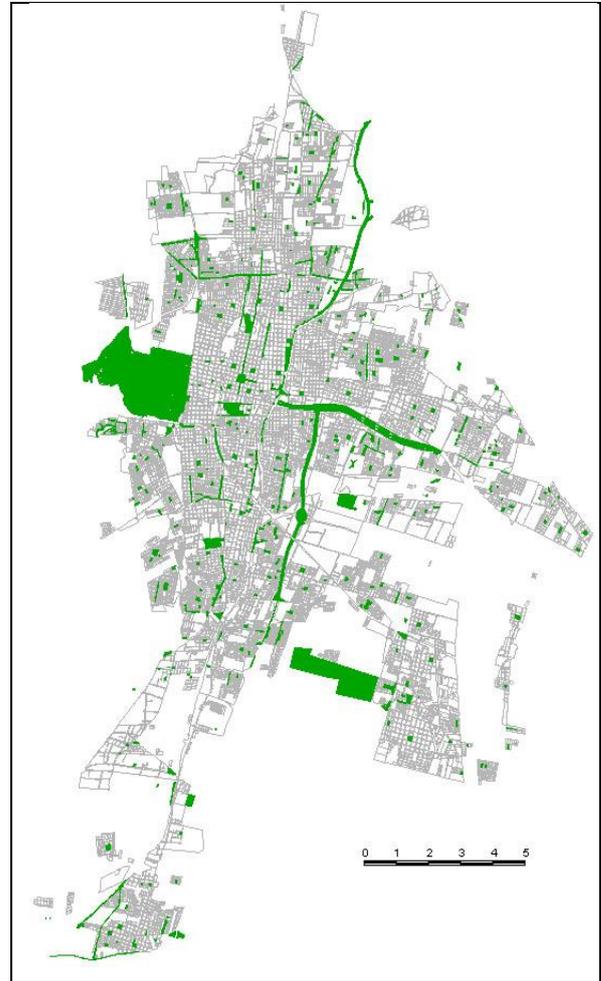


Fig. 8: Áreas verdes

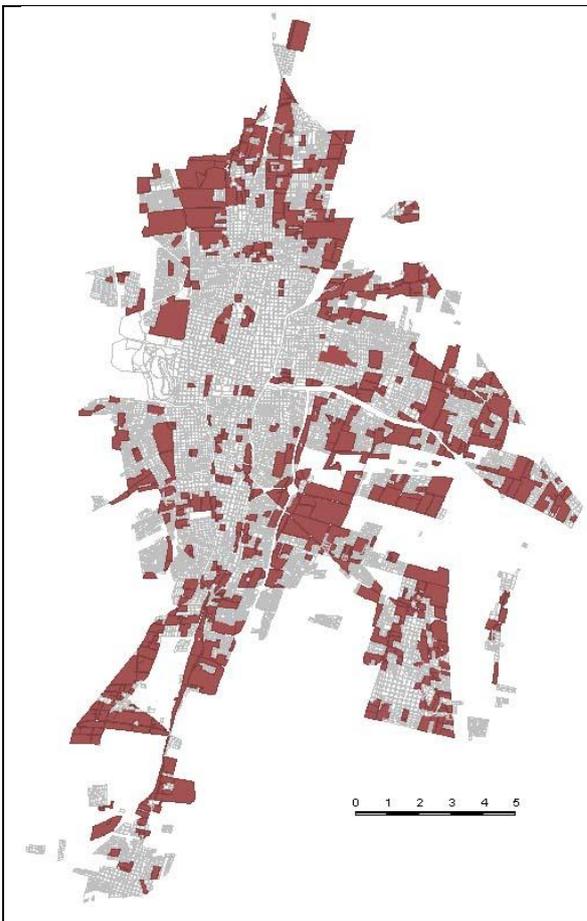


Fig. 7: Grandes Manzanas

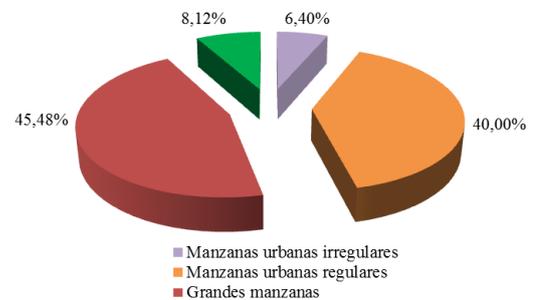


Fig. 9: Representatividad de cada tipología

En esta etapa se han cuantificado y evaluado las áreas verdes presentes en la trama urbana, para posteriormente, en el estudio detallado de variables, determinar la magnitud, la

permeabilidad, y plenitud de las tipologías arbóreas presentes en las manzanas urbanas.

Del total de la superficie analizada del AMM el 8,12 % está representada por áreas verdes si bien sólo el 6,40% de las áreas verdes están consolidadas como puede observarse en la Figura 9. (Panasi A. 1994).



Fig. 10: Ancho de Cañones Urbanos. AMM

En la descripción de la morfología del espacio urbano se considera una serie de factores que permiten entender las condiciones energéticas y la influencia de la morfología urbana.

En la formulación de estrategias bioclimáticas, energéticas y ambientales, los instrumentos urbanísticos son conectados directamente al sitio, y resultan relacionados con la planificación urbana.

En el estudio de la dimensión humana en la planificación de la ciudad, se debe redescubrir el espacio público, la optimización de las condiciones para la circulación y la mejora de los sistemas de gestión de la red pública con una distribución de áreas de servicio que contemple la circulación vehicular pública y privada céntrica.

En una primera instancia de análisis se han categorizado y evaluado los distintos cañones urbanos presentes en el AMM y su representatividad en la trama vial según la figura 10.

### 3. TRABAJO FUTURO Y CONCLUSIONES

Siguiendo el proceso metodológico planteado, se avanzará sobre las siguientes líneas temáticas:

1. Profundizar en el conocimiento de la compatibilidad de los modelos teóricos actuales de ciudades sostenibles: la ciudad compacta y la ciudad difusa, con las alternativas de evolución posibles del AMM en medios y largos plazos, en sus modalidades teóricas: sostenibilidad fuerte y sostenibilidad débil.
2. Profundizar en el conocimiento de los procesos de integración y articulación, entre los grandes subsistemas que componen el sistema urbano: el subsistema social, el económico y el físico-ambiental, identificando las distintas variables intervinientes y sus interrelaciones funcionales, estableciendo indicadores de sostenibilidad ambiental y energética para el análisis y evaluación de las distintas unidades estructurales urbanas existentes.
3. Iniciar el estudio de las técnicas de modelización de sistemas complejos y determinar diagramas de vínculos e interrelaciones entre las variables intervinientes.
4. Elaborar un diagrama completo de campos y vínculos de los componentes del sistema urbano que constituya un insumo para la elaboración de un plan de desarrollo urbano sostenible.
5. Elaborar lineamientos técnicos transferibles para la actualización de los códigos municipales y otros instrumentos normativos vigentes, que posibiliten la inclusión de principios de desarrollo urbano sostenible, dentro de los objetivos de un plan estratégico para el área analizada, estableciendo bases científicas que aporten confiabilidad a los instrumentos y acciones de control del desarrollo urbano en el futuro.

Se concluye que el desarrollo del trabajo otorgue una base de conocimientos para generar políticas públicas orientadas a alcanzar en mediano y largo plazo la sostenibilidad energética en un área urbana energéticamente eficiente a partir de la elaboración de un cuadro estratégico y de los instrumentos de planificación, que aseguren la evolución sostenible, al mismo tiempo políticas de valorización del oasis y del territorio natural. También se permitirá diseñar formas de intervenir en la ciudad de manera económica y ambientalmente sostenible, para controlar los procesos de expansión y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

### REFERENCIAS

Alvarez, A., Fernández, B. Los usos de suelo en el ordenamiento y gestión del territorio en el gran Mendoza. Dto. de Geografía. Fac. de Filosofía y letras, UNC.

Arboit, M.; Diblasi, A.; Fernández Llano, J. C. and de Rosa, C. (2008). Assessing the solar potential of low density urban environments in andean cities with desert climates - The case of the city of Mendoza, in Argentina. *Renewable Energy*. Elsevier Editorial System. **33** - 8, ISSN: 0960-1481.

Arena, AP y Civit, B (2007) Soil nitrogen deposition calculation for determining its incidence in terrestrial eutrophization in Mendoza Argentina. **3º** 3rd

- International Conference on Life Cycle Management, Agosto, Zurich, Suiza.
- Argentina INDEC (1991). Censo Nacional De Población y Vivienda para El Dpto. de Luján de Cuyo, D.E.I.E., Mendoza.
- Blowers, A. (1993). Planning for a sustainable environment. A Report by the Town and Country Planning Association. *Earthscan Publications Limited*. London.
- Böhm, P., Breuste, J., Montaña, Elma, de Rosa, C. (1999). Diagnóstico ambiental de entornos urbanos. Identificación de zonas ambientalmente homogéneas de las ciudades de Lipzig y Mendoza a partir de indicadores funcionales y morfológicos. *Energías Renovables y Medio Ambiente*. Salta, 7, 43 - 54.
- Bórmida, Eliana et. al. (2005). Mendoza. Guía de arquitectura. Mendoza, Sevilla, Brizzolis. ISBN: 84-8095-406-X.
- Brehery, M. (1996). Centrist, Decentrists and Compromisers: Views on the future of Urban Form. *The Compact City*. E & FN Spon. Londres.
- Carrasco M. Diagnostico y tipificación de las formas del tejido urbano en ciudades intermedias de Chile. Estudio de la trama urbana en los procesos de extensión de la ciudad. [http://www-cpsv.upc.es/tesines/resumgu\\_mcarrasco.pdf](http://www-cpsv.upc.es/tesines/resumgu_mcarrasco.pdf)
- Civit, B; Arena, AP y Puliafito, SE (2005) Site-dependent acidification factors for Argentinean western arid region, 2nd International Conference on Life Cycle Management, Barcelona. ISBN 84-609-6564-3
- Cressie, N. (1993) *Statistics for Spatial Data*, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, John Wiley & Sons, New York.
- Daly H (1996) *Beyond Growth*. Beacon Press. Boston.
- Deming W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid.
- de Rosa C, et. al. (1988). Low-cost Passive Solar Homes built in a Tempered Arid Climate. *Thermal and Economic Evaluation. Proceedings of the 6th. International PLEA Conference*, pp. 795-802. Porto, Portugal.
- Dresner Simon, (2002). *The principles of sustainability*. Earthscan, University of Liverpool, UK.
- Gallopín, G.C. (1995). *El futuro ecológico de un continente*. Editorial de la Universidad de las Naciones Unidas. México.
- Hagget, P. (1988). *Geografía una síntesis moderna*. Ed. Omega. Barcelona.
- Jenks, Mike, Elizabeth BURTON and Katie Williams (1996). *The Compact City: A Sustainable Urban Form?*, Oxford Brookes University, Oxford, U.K.
- Laurelli, Elsa (1994). Los nuevos territorios metropolitanos. El rol de la Región Metropolitana de Buenos Aires en el Cono Sur de América Latina. *Revista Interamericana de Planificación*, 27-106, 107-137.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L. Randers, J. (1992). *Beyond the Limits – Global Collapse or a Sustainable Future*. Earthscan Publication Ltd. Londres.
- Owens S. (1986). *Energy Planning and Urban Form*. Pion Ltd. London.
- Panasiti A. (1994). Los espacios verdes en el ordenamiento territorial del Gran Mendoza. Mendoza en el 2000. Proyecto de ordenamiento territorial para la provincia I. Plan sectorial para el Gran Mendoza. Centro Coordinador de Ediciones Académicas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo.
- Ratti C, Raydam D, & Steemers K (2003). Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. *Energy and Buildings*, 35, 49-59.
- Ruiz de Lima, Gladys, (2000). Mendoza, Metrópoli Regional en Transformación. *Revista GeoNotas*, 4, 4.
- Solecki W., and Oliveri Ch. (2004). Downscaling climate change scenarios in an urban land use change model. *Journal of Environmental Management*, 72, 105-115.
- WCED. Comisión Mundial de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). "Our Common Future" o "Brundtland Report".