

IMPACTOS ENERGÉTICO–AMBIENTALES PREVISIBLES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS REFORMAS AL CÓDIGO URBANO Y DE EDIFICACIÓN PROPUESTAS POR LA MUNICIPALIDAD DE MENDOZA, ARGENTINA.

Mariela Arboit – marboit@lab.cricyt.edu.ar

Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales. INCIHUSA - CONICET
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Mendoza, Argentina

Gabriela Pastor – gpastor@lab.cricyt.edu.ar

Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas. IADIZA – CONICET
Laboratório.de Desertificación y Ordenamiento Territorial. Mendoza, Argentina

Carlos de Rosa – cderosa@lab.cricyt.edu.ar

Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales. INCIHUSA - CONICET
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. Mendoza, Argentina

Resumen. Se presentan los primeros resultados de un estudio exploratorio en avance, que se está llevado a cabo con el fin de predecir con razonable aproximación, las consecuencias energético-ambientales adversas de la implementación de un proyecto de reformas al Código Urbano y de Edificación preparado por la Municipalidad de la ciudad de Mendoza (Argentina) cuyo objetivo principal ha sido densificar el tejido urbano, lo que supuestamente mejoraría su eficiencia funcional y su situación presupuestaria. En las primeras etapas del estudio, la labor se ha concentrado en los aspectos que parecen tener el mayor impacto negativo. En lo energético, la estimación de la reducción del acceso al recurso solar respecto a la situación de referencia (actual, sin cambios) y en lo ambiental, en la estimación del deterioro de la fisonomía urbana y en la pérdida del carácter único de Mendoza como “ciudad-oasis”. Se han procesado 2 unidades urbanas (manzanas), una de máxima y una de mínima densidad de construcción, resultantes de la nueva zonificación propuesta por el municipio. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que la reducción de la energía solar disponible por unidad de volumen sería sustancial: para alta densidad: entre 46 y 60 % para muros al norte y techos respectivamente y para baja densidad, entre 10 y 63 %. En lo ambiental, el deterioro previsible de la calidad del paisaje urbano, podría ser duradero y difícilmente recuperable.

Palabras-clave: Potencial Solar, Densidad Edilicia, Calidad Ambiental, Paisaje Urbano.

1. INTRODUCCIÓN

Al comenzar el siglo XXI la sociedad humana se encuentra comprometida en un rumbo insostenible. Los problemas que configuran este cuadro amenazador son globalmente reconocidos: el aumento de la población mundial, el crecimiento sostenido de la tasa de urbanización en países de economías emergentes, el agotamiento de los recursos naturales no-renovables, entre ellos los energéticos fósiles, el cambio climático global y el incremento desolador de la pobreza. Después de más de tres décadas de reuniones internacionales para acordar políticas que propicien un mejor nivel de sostenibilidad ambiental para todo el planeta en el futuro, muy pocos avances se han efectivizado y los principales indicadores continúan evolucionando negativamente.

En el momento histórico que transitamos, son previsibles grandes desafíos sociales y ambientales que comprometen seriamente, a corto plazo, la sostenibilidad de los sistemas urbanos y la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones. La situación demanda una urgente toma de conciencia por parte de diversos actores involucrados en la construcción del territorio, pero especialmente del sector político al que la sociedad está reclamando una mayor responsabilidad en la toma de decisiones que permita planificar, desarrollar e implementar acciones que mejoren los niveles de sostenibilidad social, económica y ambiental de la ciudad, eligiendo como paradigma el modelo conocido como “ciudad compacta”.

Planteada así la cuestión, la propuesta de reforma al código edilicio de la ciudad de Mendoza constituye una oportunidad para implementar las estrategias que faciliten el camino hacia la sostenibilidad territorial. La revisión de los modelos precedentes que guiaron el desarrollo urbano, el conocimiento disponible para una evaluación más precisa y las demandas sociales explícitas para la construcción de una ciudad más inclusiva y equitativa, -ergo, más sostenible-, constituyen el marco de los desafíos a los que la nueva propuesta podría dar respuesta. Sin embargo del análisis se desprende que la nueva normativa distaría bastante de acercarse al paradigma de ciudad compacta lo cual resultaría clave para un desarrollo más sostenible de un conglomerado urbano en el contexto de las tierras secas.

Este trabajo parte de considerar que si bien la construcción de la ciudad se presenta como una obra colectiva, las improntas que los diversos actores imprimen en su paisaje denotan los estilos de desarrollo que ellos mismos encarnan. Así, el paisaje urbano es capaz de dar cuentas de las distintas estrategias de aprovechamiento de los recursos ambientales y culturales que han guiado los procesos de construcción de la ciudad así como los que se proyectan hacia el futuro.

En este marco, la presente comunicación se propone el doble propósito de evaluar los impactos que producirían las reformas propuestas a la normativa de edificación de la ciudad de Mendoza, particularmente, en las incidencias que se producirían en el aprovechamiento de los recursos ambientales y culturales. El avance de la investigación que aquí se presenta, aborda específicamente los impactos en el aprovechamiento del recurso solar como fuente de energía renovable y a partir de allí, las afecciones que produciría en el paisaje cultural como patrimonio ambiental.

El estudio se ha concentrado hasta el momento, en la estimación del deterioro de los aspectos de mayor relevancia de ambas problemáticas abordadas, en caso de implementarse masivamente las reformas al Código Urbano y de Edificación propuestas por el municipio. En lo energético, del potencial solar existente en las construcciones urbanas para calefacción de espacios y calentamiento de agua y en lo ambiental, la pérdida de la fisonomía urbana como patrimonio cultural, reconocido como ejemplo de “ciudad oasis”.

2. SITUACIÓN DE REFERENCIA

La provincia de Mendoza se encuentra situada en el centro oeste de la República Argentina donde las condiciones de aridez y escasez de agua sumadas al riesgo sísmico del área, pautan severamente la construcción del habitat humano. Sobre estas condicionantes el territorio provincial se organiza en áreas irrigadas y no irrigadas. Las primeras constituyen los oasis y concentran aproximadamente el 90% de la población en apenas el 5% de la superficie del territorio provincial. El Área Metropolitana de Mendoza (AMM), se localiza en el oasis norte y se halla compuesta por un conjunto de 6 municipios articulados físicamente en un solo conglomerado urbano próximo a alcanzar una población de un millón de habitantes. Se extiende sobre un área urbanizada de 114.000 ha. con una densidad de: 4.310 hab./km². (Fernandez, 1992).

Históricamente, comparte con la mayoría de las ciudades latino-americanas de fundación hispánica, la traza en cuadrícula regular en su centro e irregular en la periferia. La presencia masiva del arbolado público es un aspecto distintivo que constituye el mayor aporte de calidad ambiental a la ciudad.

Geográficamente, el AMM se sitúa en la región mesotermal árida del piedemonte andino, siendo sus coordenadas: latitud: - 32,88, longitud: 68,8 y altitud: 827m. s.n.m. Fig. 1

Las variables climáticas principales de la zona son: TBS min. med. anual: 0,80°C; TBS max. med. anual: 32,30°C; HR media anual: 56%; GD anuales de calefacción, (base 18°C): 1.384, GD anuales de enfriamiento, (base 23°C): 163; horas anuales: en confort 21,53%, calefacción necesaria: 70,14%, enfriamiento necesario: 8,5%, radiación solar horizontal media anual: 18.06 Mj/m².

Actualmente, el AMM es un territorio de conflictos derivados de las crecientes demandas de recursos territoriales – agua, suelo, ciudad- para llevar a cabo diversas actividades productivas y de servicios. En este contexto, los procesos de urbanización y expansión residencial desbordan sobre el conjunto de tierras irrigadas del oasis y avanzan incluso, sobre el piedemonte árido provocando una progresiva interpenetración de lo urbano en lo rural señalando una fuerte tendencia hacia la ciudad difusa que amenazan seriamente la sostenibilidad del sistema territorial mendocino.

3. PROPUESTA DEL MUNICIPIO

El Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, revisado por última vez en 2000 y adoptado con mínimos cambios por las restantes 5 comunas que conforman el AMM, presentaba ya serias deficiencias y atrasos en sus requerimientos energéticos y ambientales, poniendo en evidencia la oportunidad de actualizar sus exigencias de diseño y tecnología, en las escalas urbana y edilicia, encauzando progresivamente el desarrollo de la ciudad hacia un modelo energética y ambientalmente sostenible.

Con el objetivo de afrontar este desafío la Municipalidad de Mendoza convocó a mediados de 2008 a un grupo de profesionales representativos de los sectores involucrados en la planificación, producción y gestión del hábitat: el científico-tecnológico, el empresarial (inmobiliario y de la construcción) y el político con el fin de identificar problemas y consensuar las posibles soluciones sin que se arribara finalmente, a conclusiones formalmente consensuadas. Paralelamente, la Dirección de Planificación Urbanística del municipio trabajaba ya en un proyecto de reformas al Código, (Exp. N° 93-26-P-2009 Proyecto de Zonificación por Indicadores Urbanos), como respuesta al conjunto de problemas identificados: a) pérdida de población residente que emigra hacia zonas periféricas, extendiéndose sobre áreas productivas o sobre el frágil ecosistema árido regional; como contracara b) presencia de áreas deprimidas con adecuada infraestructura y alto potencial urbanístico; c) altos costos de urbanización por la extensión de redes de infraestructura de servicios y riesgos ante la vulnerabilidad aluvional; d) fuerte incremento del tráfico vehicular en el centro urbano debido a la creciente evolución del mismo como centro de servicios, y por tanto, e) mayor demanda de áreas de estacionamiento y usos comerciales en áreas residenciales consolidadas; f) aumento de la contaminación atmosférica y sonora en la zona central debida a fuentes móviles y g) incremento de los costos de mantenimiento. (Bragagnini, 2009).

Frente a estos problemas, la reforma propone densificar el tejido urbano en zonas residenciales consolidadas, mediante “5 estrategias: densificación de áreas subutilizadas, recuperación de sectores deprimidos, desarrollo de nuevas centralidades, conservación de áreas residenciales y preservación de la calidad y patrimonio ambiental de la ciudad.” (Bragagnini, 2009). Operativamente, se proponen valores revisados de retiros frontales, laterales y posteriores, número de pisos máximos y mínimos de los edificios, valores máximos y mínimos revisados de Factores de Ocupación (FOS y

FOT) para las diferentes zonas de una zonificación revisada del área urbana del municipio. Fig. 2-3 y Tab. 1 (Ordenanza de Zonificación, 2009)

La estrategia propuesta para poder alcanzar los máximos números de niveles de pisos consiste en alentar la unificación de dos o más parcelas contiguas, estableciendo valores tope de altura según las superficies de los terrenos resultantes, con límites definidos de: hasta 500 m², entre 500 y 1.500, entre 1.500 y 2.500 y más de 2.500 m². En el último caso se permitiría acordar una morfología no regulada por el código, por parte de una comisión designada a ese efecto.

Un primer análisis de la situación que plantea la propuesta del Municipio indica que la implementación masiva de la misma produciría drásticos cambios en la fisonomía urbana, que pondrían en crisis las condiciones de habitabilidad de los habitantes en medios plazos y continuarían profundizando el deterioro del ambiente urbano y la sostenibilidad del parque edilicio en el largo plazo.

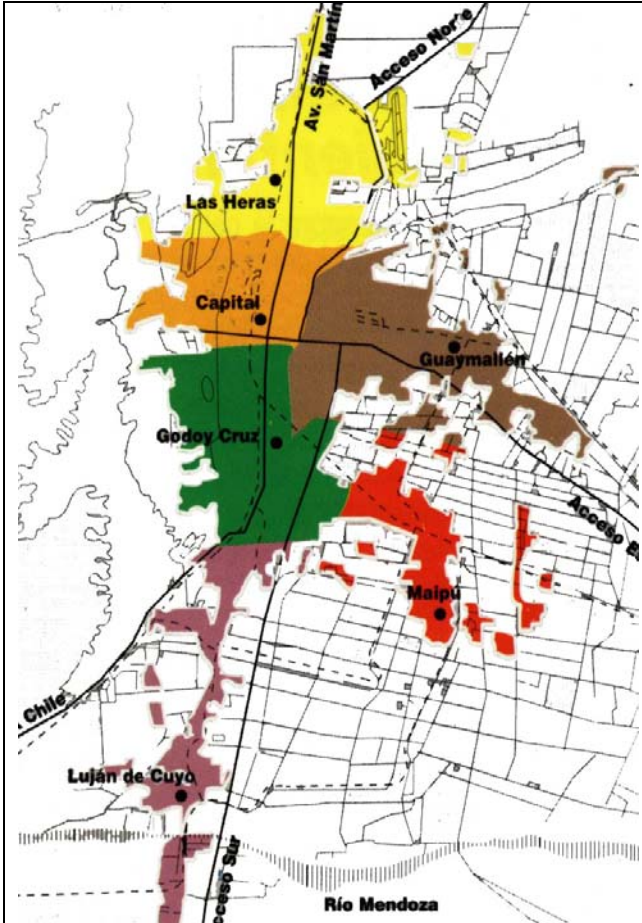


Figura 1- División política del AMM.

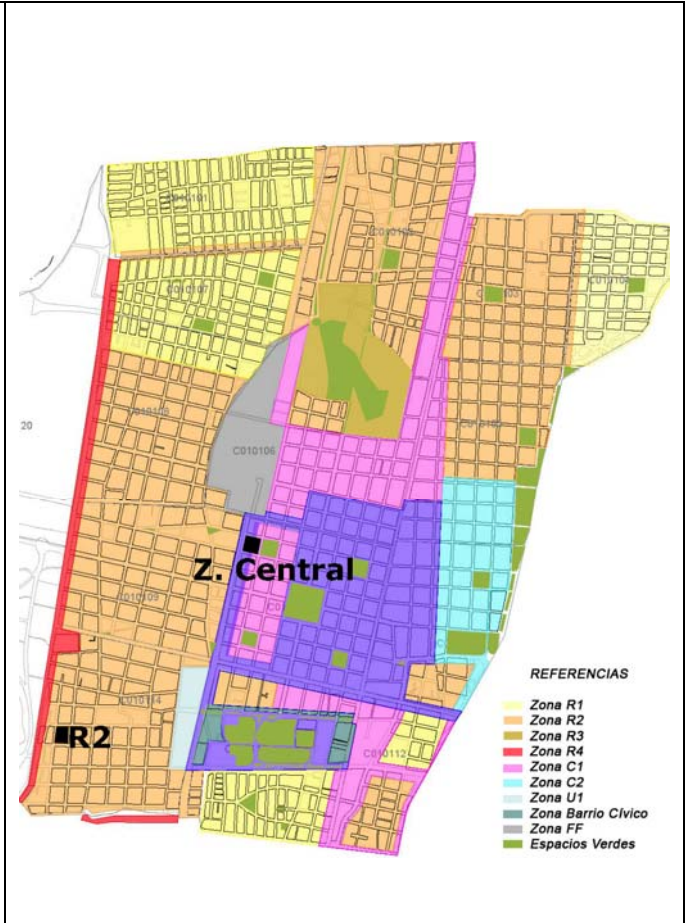


Figura 2 - Zonificación por Indicadores Urbanos propuesta por la Municipalidad de Capital. Ubicación de Manzanas estudiadas.



Figura 3- Imágenes de la Zona Central del AMM.

Tabla 1. Planilla de indicadores propuestos por la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza

ZONA	SUPERFICIE PARCELA	FOS mínimo	FOS máximo	FOT mínimo	FOT máximo	N° mín. niveles	N° máx. niveles	Retiros laterales	Retiros posteriores	Separación entre torres
	1.500 a 2.500 m2	0,4	0,7	2,8	7	4	18	1/7 h	2x1/7 h	2x1/7 h
CENTRAL	500 a 1.500 m2	0,5	0,8	2,4	6	3	12	1/7 h	2x1/7 h	2x1/7 h
	hasta 500 m2	0,6	1	2	4	2	7	1/7 h	2x1/7 h	2x1/7 h
	1.500 a 2.500 m2	0,4	0,5	2,5	6	5	15	1/6 h	2x1/6 h	2x1/6 h
C1	500 a 1.500 m2	0,5	1,6	2,4	5	4	10	1/6 h	2x1/6 h	2x1/6 h
	hasta 500 m2	0,6	0,7	2,1	3	3	5	1/6 h	2x1/6 h	2x1/6 h
	1.500 a 2.500 m2	0,4	0,5	2	4,8	4	12	1/6 h	2x1/6 h	2x1/6 h
C2	500 a 1.500 m2	0,5	0,6	1,8	4	3	8	1/6 h	2x1/6 h	2x1/6 h
	hasta 500 m2	0,6	0,7	1,4	2,4	2	4	1/6 h	2x1/6 h	2x1/6 h
	1.500 a 2.500 m2	0,2	0,3	1,2	2,4	4	12	1/5 h	2x1/5 h	2x1/5 h
R4	500 a 1.500 m2	0,3	0,45	0,9	1,8	2	6	1/5 h	2x1/5 h	2x1/5 h
	hasta 500 m2	0,4	0,6	0,6	1,2	1	3	1/5 h	2x1/5 h	2x1/5 h
	1.000 a 2.500 m2		0,3		3,6		12	1/4 h	1/4 h	1/2 h
R3	500 a 1.000 m2		0,3		1,8		6	1/4 h	1/4 h	1/2 h
	hasta 500 m2		0,6		1,2		2	1/4 h	1/ h	1/2 h
	1.500 a 2.500 m2	0,25	0,4	1,2	2	3	8	1/4 h	2x1/4 h	2x1/4 h
R2	500 a 1.500 m2	0,3	0,45	0,9	1,8	2	6	1/4 h	2x1/4 h	2x1/4 h
	hasta 500 m2	0,4	0,6	0,6	1,2	1	3	1/4 h	2x1/4 h	2x1/4 h
	1.500 a 2.500 m2	0,25	0,4	0,4	1,5	1	6	1/3 h	2x1/3 h	2x1/3 h
R1	500 a 1.500 m2	0,3	0,5	0,5	1,2	1	4	1/3 h	2x1/3 h	2x1/3 h
	hasta 500 m2	0,4	0,55	0,55	0,8	1	2	1/3 h	2x1/3 h	2x1/3 h

4. DETERMINACIÓN DE IMPACTOS PREVISIBLES

Como se ha mencionado, las reformas tendrían como objetivo principal densificar el tejido urbano conservando los beneficios ambientales de la preservación de “corazones de manzana” vegetados y la mayor disponibilidad de espacio vital para el desarrollo de la arboleda en el espacio público. Sin embargo, la propuesta técnica no resulta coherente con estos objetivos y por tanto cuestionable desde el punto de vista de la preservación de las bondades ambientales de las que hoy goza Mendoza y que resultan altamente eficientes en la mitigación de los rigores del clima desértico.

Teniendo en cuenta que la construcción del territorio mendocino se lleva a cabo en un ecosistema sumamente frágil y vulnerable, que la implantación de nuevos modelos urbanos sobre otros preexistentes es un proceso de larga duración (Nicolini, 1990) que incluso, es posible que no llegue a consolidarse nunca (Waisman, 1995), cabe preguntarse: ¿las condiciones ambientales urbanas actuales poseen la capacidad para adaptarse a las fuertes presiones que propone el nuevo modelo urbano?; ¿cuál sería el costo de dicha adaptación?; ¿quiénes lo pagarían y con qué?, ¿quiénes se beneficiarían o perjudicarían con esta propuesta de reforma?. Frente a estos interrogantes, cabe señalar que, los impactos energético-ambientales predecibles más negativos que presenta la propuesta producirían un deterioro de la calidad de vida de los actuales y futuros pobladores urbanos. Entre ellos:

- Pérdida total de la homogeneidad de la morfología urbana, como resultado de posibilitar que, en una misma manzana, sea posible la construcción de estructuras de 18 niveles (54,00 m.) de altura máxima y 4 niveles (12,00 m.) de mínima, es decir, una diferencia aceptada de 14 niveles (42,00 m.) (Zona Central), en posibles situaciones de contigüidad, no mitigadas efectivamente por los retiros laterales prescriptos. El contraste sería aún peor (16 niveles de diferencia) (48,00 m.), cuando se trate de situaciones de contigüidad con construcciones existentes de 2 plantas en buen estado de mantenimiento, aptas para ser preservadas. Fig. 7 – 14.
- Pérdida total de la fisonomía de la ciudad en cuanto a sus bondades ambientales de escala, estética urbana y microclima en zonas residenciales consolidadas de baja densidad, posibilitando la inserción en las mismas de estructuras de 6 niveles (Zona R1; Barrio Bombal) y 8 niveles (Zona R2: 5ª, y 6ª. secciones). Fig. 7-14.
- Desmesura de las alturas máximas permitidas en los nuevos edificios, lo que condiciona el acceso a los recursos climáticos regionales, (radiación solar, brisa estival nocturna y factor de visión de cielo) y deteriora el paisaje urbano en su valor de homogeneidad morfológica aumentando desproporcionadamente los riesgos y costos estructurales en zonas de alta sismicidad, como ha quedado demostrado recientemente por los sismos de Chile y Haití.
- Las mayores alturas y densidades edilicias podrían contribuir además al deterioro progresivo y final de las arboledas urbanas actuales en medios plazos, teniendo en cuenta que las más antiguas y de mayor tamaño están ya, notablemente deterioradas por el estrés hídrico, la contaminación del aire y del suelo y principalmente por la acción destructiva de la poda indiscriminada, en la mayoría de los casos innecesaria. Por otra parte, no se ha avanzado en el desarrollo de técnicas de vivero ni de trasplante, que posibiliten la reposición de ejemplares de mayor tamaño y resistencia, permitiendo obtener en menor tiempo los servicios ambientales de las arboledas renovadas, aún cuando, en las mejores situaciones las nuevas densidades edilicias probablemente no permitirían nunca alcanzar la escala y la biomasa de los grandes forestales existentes.
- Varios factores se conjugan negativamente para incrementar la intensidad, ya crítica, de la isla de calor urbana actual y las posibilidades de control del microclima estival para reducir la demanda de enfriamiento convencional; ellos son: mayor masa de acumulación de calor en volúmenes construidos; reducción del factor

de visión de cielo con la consecuente disminución del potencial de enfriamiento radiativo nocturno y la mayor rugosidad del terreno que reduce las posibilidades de ventilación de confort, enfriamiento convectivo nocturno y barrido de contaminantes atmosféricos generados en la ciudad. (Correa, 2008). Los impactos energéticos resultantes son conocidos: mayor demanda de enfriamiento mecánico, de consumo de combustibles fósiles y las consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero.

- Falta total de previsión del acceso a los recursos climáticos y la eficiencia energética de los edificios, ante la certidumbre del encarecimiento y próximo agotamiento de los energéticos fósiles en plazos relativamente cortos, en el país y en el mundo. Si bien las predicciones del agotamiento definitivo de los combustibles fósiles admiten un rango amplio de valores, estudios confiables para el país señalan que las reservas conocidas tenían una duración de 12 años a las tasas de consumo de ese momento, a fines de 2003. (Freda, 2004).¹
- Dado que esta problemática debe ser considerada desde las primeras etapas del diseño de nuevos edificios urbanos, no puede ser relegada a futuras revisiones de la normativa correspondiente dado que, cuando las mismas se implementaran, se habrían materializado ya una cantidad de grandes estructuras energéticamente ineficientes.
- Perjuicios económicos sustanciales a propietarios de construcciones residenciales existentes toda vez que se construyan edificios de desarrollo en altura en situaciones de contigüidad o cercanía a sus propiedades. Al mismo tiempo, aumento de la especulación del mercado inmobiliario en cuanto al costo de la tierra urbana y a la mayor rentabilidad de los edificios en altura, alentados por los inversores inmobiliarios, como ha quedado demostrado en este municipio mediante las cuestionables excepciones al Código, en los años recientes (Edificios Da Vinci y Sheraton, entre otros). Todo ello, contribuyendo a acentuar la falta de equidad distributiva de los bienes comunes que beneficia a unos pocos perjudicando a la mayoría.
- Insuficiencia de las redes de servicios de infraestructura actuales para atender a las demandas de las nuevas densidades de población.
- Mayor congestión vehicular, ruido y emisiones hasta tanto no se implemente un sistema eficiente de transporte urbano para toda el AMM.
- Pérdida de la privacidad visual y sonora en vecindarios consolidados de baja densidad, cuando en los mismos se permita la construcción de edificios en altura.
- Deterioro de las condiciones de acceso al sol de la edificación existente por inserción en la trama urbana de construcciones nuevas que provocan alteraciones ambientales, sin considerar la preservación y derecho al uso del recurso solar en los entornos urbanos consolidados, ni la recuperación del potencial solar en las estructuras ya construidas.

El listado podría seguramente extenderse a otras consideraciones previsiblemente negativas, pero la suma de los impactos adversos que generaría la implementación masiva de la propuesta del Municipio en su forma actual, determinaría a largo plazo la posibilidad de mejorar las prestaciones ambientales del medio urbano, la calidad de vida de la población y la sostenibilidad energético-ambiental presente y futura de la ciudad.

5. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El estudio iniciado aborda problemáticas adecuadas para ser evaluadas utilizando metodologías cuantitativas y cualitativas. El acceso a la radiación solar como recurso energético se encuadra netamente dentro de la primera categoría. La evaluación del impacto que tendrían las reformas al código urbano y de edificación en el paisaje urbano, pertenece claramente a la segunda en su consideración holística, permitiendo, sin embargo, evaluaciones cuantitativas en aspectos específicos limitados de la profusa problemática involucrada.

5.1 Determinación del Potencial Solar

Para determinar el potencial solar disponible para calefacción de espacios (muros al norte) y calentamiento solar de agua (techos), se ha tomado como indicador del asoleamiento disponible el **Factor de Asoleamiento Volumétrico (FAV)**, (Arboit, 2010), que correlaciona, para cada uno de los componentes edilicios, la sumatoria de la energía recibida sobre las áreas asoleadas de muros al norte (FAV_m) y techos (FAV_t), durante una estación de calefacción, con el volumen total de los edificios a calefaccionar o servir. Igualmente, se ha considerado a las sumatorias de todos los componentes edilicios sobre cada unidad de análisis (manzana urbana) como si se tratara de una sola estructura. El indicador es posiblemente el que mejor describe el potencial solar para calefacción de espacios mediante sistemas solares pasivos, en particular, la Ganancia Directa, en MJ/m^2 año.

No se consideran las sombras arrojadas a las manzanas vecinas, ni las sombras arrojadas sobre el espacio público (cañones urbanos, plazas).

La expresión matemática del FAV_m , para muros al norte, ($\pm 15^\circ$) es:

¹ Otro dato de interés dentro de este punto, está dado por el altísimo porcentaje de subsidio que tiene el gas natural en Argentina. Valga como ejemplo elocuente comparar el valor del fluido en el país (0,44 \$/m³, impuestos incluidos) con los valores en vigencia en países limítrofes: Montevideo 2,97 \$/m³, Santiago 10,34 \$/m³, Sao Paulo (9,12 \$/m³ y Rio de Janeiro 13,44 \$/m³. (ENARGAS, 2009).

$$FAV = \frac{\sum_{m:4}^{08} \sum_{d:1}^{30} \sum_{h:9.30}^{14.30} [A_{fn} - (A_{es} + (A_{ep} \cdot (1-P)))] \cdot R}{\text{Volumen a calefaccionar}}$$

Donde:

A_{fn}: Área total potencialmente colectora en fachadas norte (m²)

A_{es}: Área de enmascaramiento sólido (construcciones): fachada potencialmente colectora afectada por las sombras proyectadas por construcciones edilicias próximas (m²)

A_{ep}: Área de enmascaramiento permeable (árboles): fachada potencialmente colectora afectada por las sombras proyectadas por el arbolado urbano, se aplican los porcentajes de permeabilidad solar de cada especie vegetal, para determinar el área de captación real (m²)

P: Factor de Permeabilidad: porcentajes de permeabilidad solar de cada especie vegetal (%).

R (m-d-h): Radiación horaria diaria en fachadas norte para cada mes de la estación de calefacción (Wh/m²).

(1) m: N° de meses a calefaccionar (n), d. N° de días mensuales (5), h: N° de horas diarias(n).

Se ha considerado también, como indicador energético secundario, el **Factor de Asoleamiento de Patios (FAP)** que expresa la relación entre el área asoleada de patios y el área total de espacios no construidos en la manzana; se consideran las sombras arrojadas por muros bajos entre parcelas y elementos vegetales en los patios.

Si bien el aporte energético del asoleamiento de patios es secundario para los espacios a calefaccionar, el beneficio en la percepción ambiental en invierno es considerable. La expresión matemática del FAP es:

$$FAP = \frac{\sum_{m:4}^{08} \sum_{d:1}^{30} \sum_{h:9.30}^{14.30} [A_p - (A_{es} + (A_{ep} \cdot (1-P)))]}{\text{Áreas construídas}}$$

Donde:

A_p: Área horizontal total potencialmente colectora en espacio abierto privado (m²)

A_{es}: Área de enmascaramiento sólido (construcciones): espacio abierto potencialmente asoleado afectado por las sombras proyectadas por construcciones edilicias próximas (m²)

A_{ep}: Área de enmascaramiento permeable (árboles): espacio abierto potencialmente asoleado afectado por las sombras proyectadas por el arbolado, se aplican los porcentajes de permeabilidad solar de cada especie vegetal, para determinar el área de captación real (m²)

P: Factor de Permeabilidad: porcentajes de permeabilidad solar de cada especie vegetal (%).

(2) m: N° de meses a calefaccionar (n), d. N° de días mensuales (5), h: N° de horas diarias(n).

Los pasos metodológicos de la investigación han sido:

- Selección de casos de estudio representativos de situaciones de máxima y mínima densidad edilicia, dentro de la nueva zonificación propuesta por el municipio. Se ha priorizado en el procedimiento a las unidades que permitirían por las características de las parcelas y el escaso valor de las construcciones existentes, demoler dichas estructuras y anexas 2 o más parcelas para posibilitar la construcción de mayores volúmenes y máximas alturas.
- Determinación de áreas asoleadas de muros al norte y techos, mediante el uso de un modelo gráfico-computacional (Mesa, 2000), en la situación de referencia (actual, sin cambios) y modificada implementando la máxima densificación posible permitida por la nueva normativa propuesta. Se han realizado 35 corridas con el modelo para cada unidad de análisis, abarcando 7 días-tipo mensuales (abril –setiembre) y 5 horas centrales del día solar. (9.30 – 14.30).
- Se ha realizado un estudio comparativo de los valores obtenidos para las manzanas seleccionadas y las reducciones del potencial solar producto de la inserción de nuevos edificios permitidos por las modificaciones al código propuestas por el municipio.

5.2 Evaluación cualitativa del paisaje urbano actual y modificado



Figura 4- Zona Centro. Alta Densidad. Estado actual.



Figura 5 y 6- Zona Residencial R2. Baja Densidad. Estado actual.

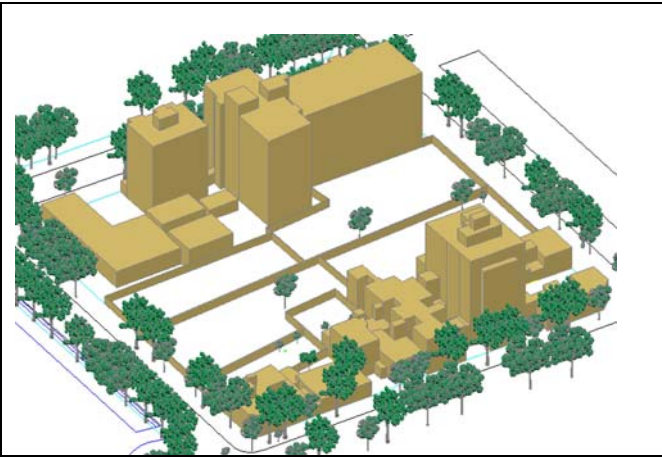


Figura 7- Zona Centro. Comercial C1. Alta Densidad. Estado actual.

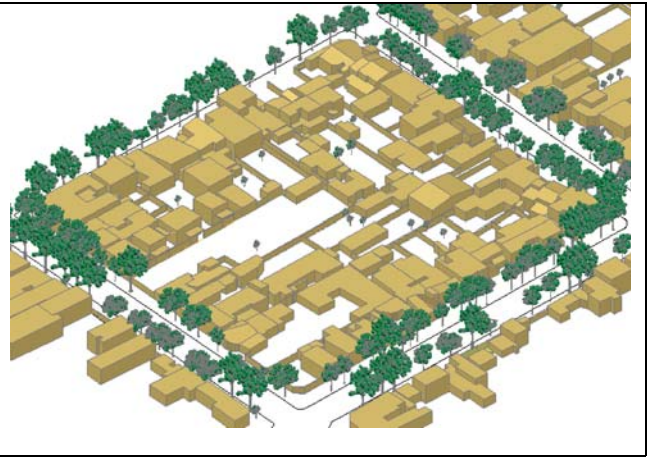


Figura 8- Zona Residencial R2. Baja Densidad. Estado actual.

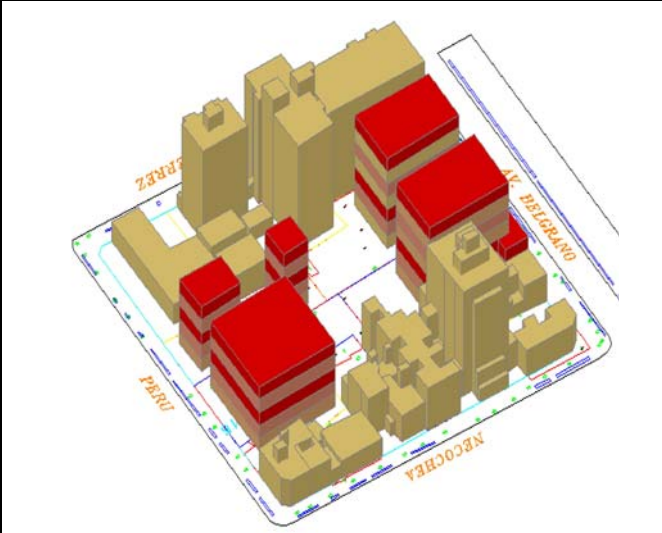


Figura 9- Zona Centro. Comercial C1. Alta Densidad. Reforma de mínima.

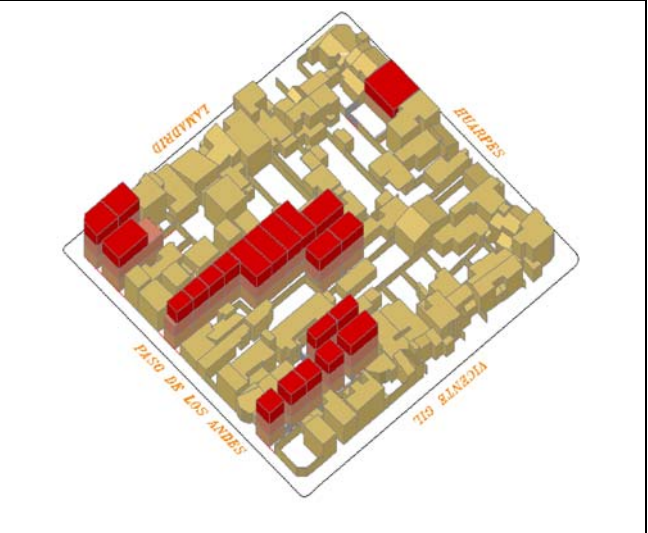


Figura 10- Zona Residencial R2. Baja Densidad. Reforma de mínima.

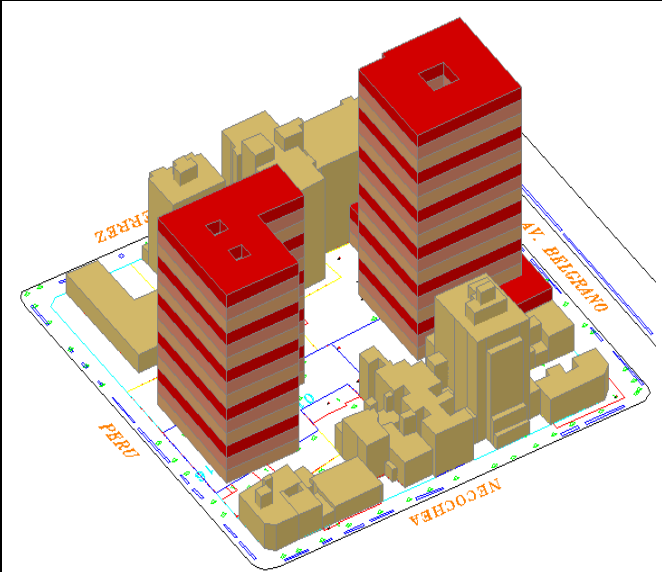


Figura 11- Zona Centro. Comercial C1. Alta Densidad. Reforma de máxima.

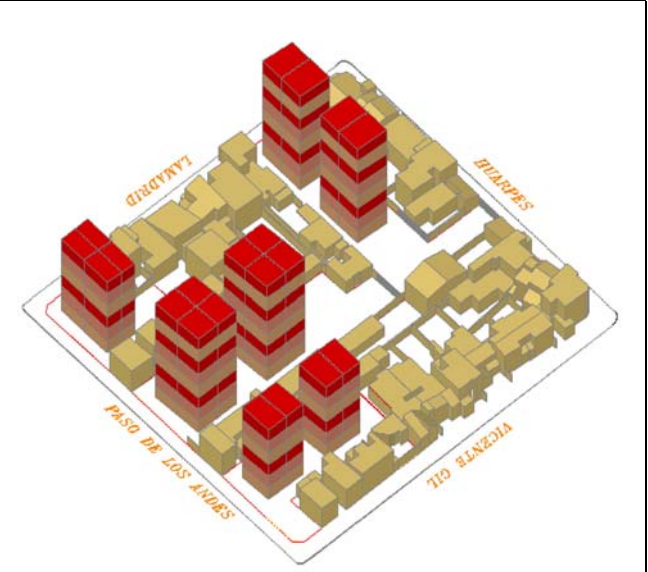


Figura 12- Zona Residencial R2. Baja Densidad. Reforma de máxima.

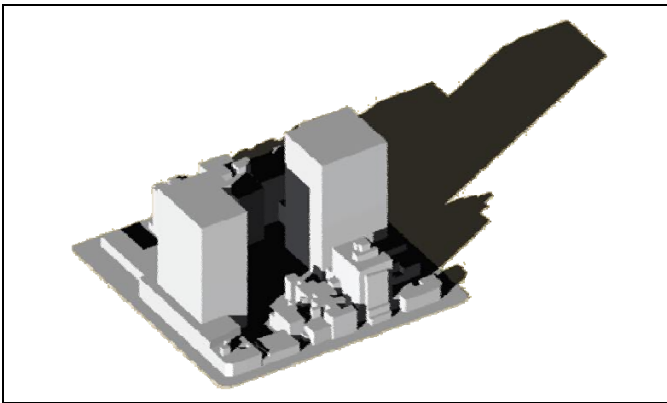


Figura 13- Zona Centro. Comercial C1. Alta Densidad. Reforma de máxima. Sombras proyectadas por los edificios. 21/06 - 9hs.

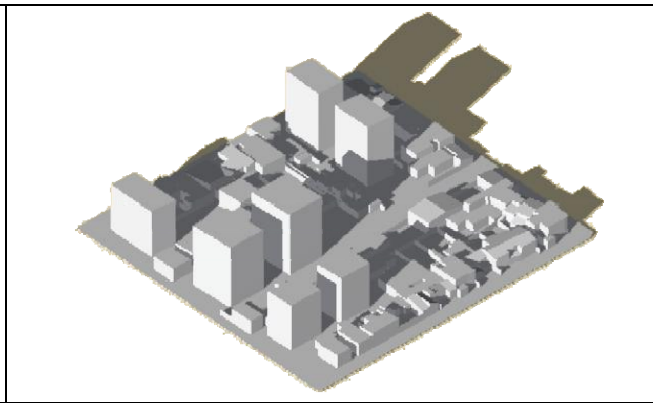


Figura 14- Zona Residencial R2. Baja Densidad. Reforma de máxima. Sombras proyectadas por los edificios. 21/06 - 9hs.

Resultados:

Los resultados obtenidos se sintetizan como sigue: Tab. 1, Fig. 15-20.

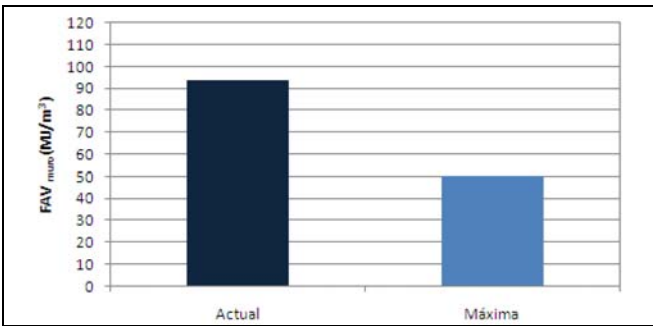


Figura 15- Valores de FAV- fachadas norte (Z. Centro).

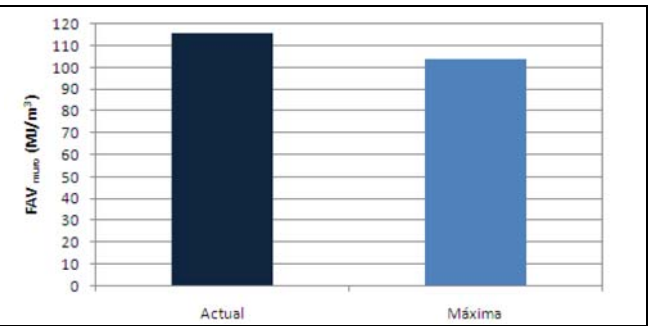


Figura 16- Valores de FAV- fachadas norte (Zona R2).

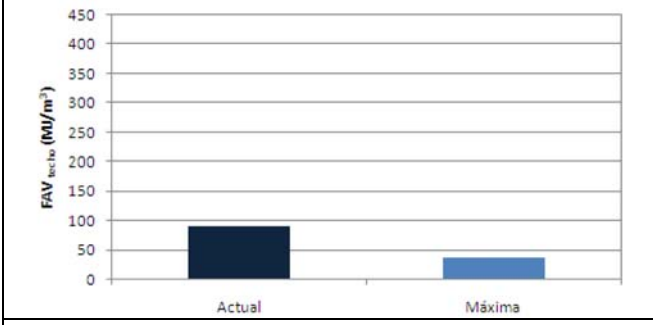


Figura 17- Valores de FAV- techos (Zona Centro).

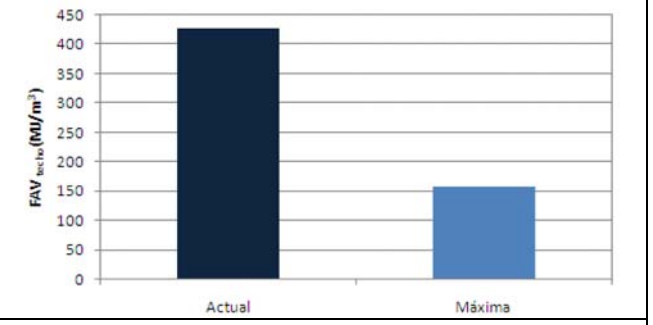


Figura 18- Valores de FAV- techos (Zona R2).

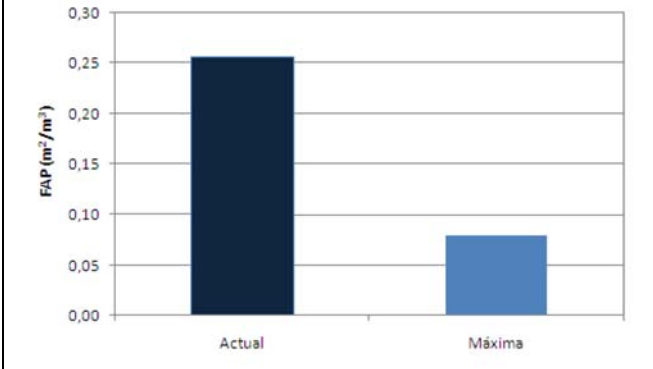


Figura 19- Valores de FAP (Zona Centro).

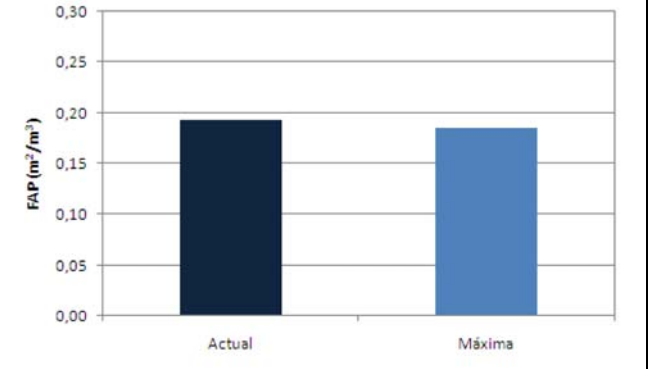


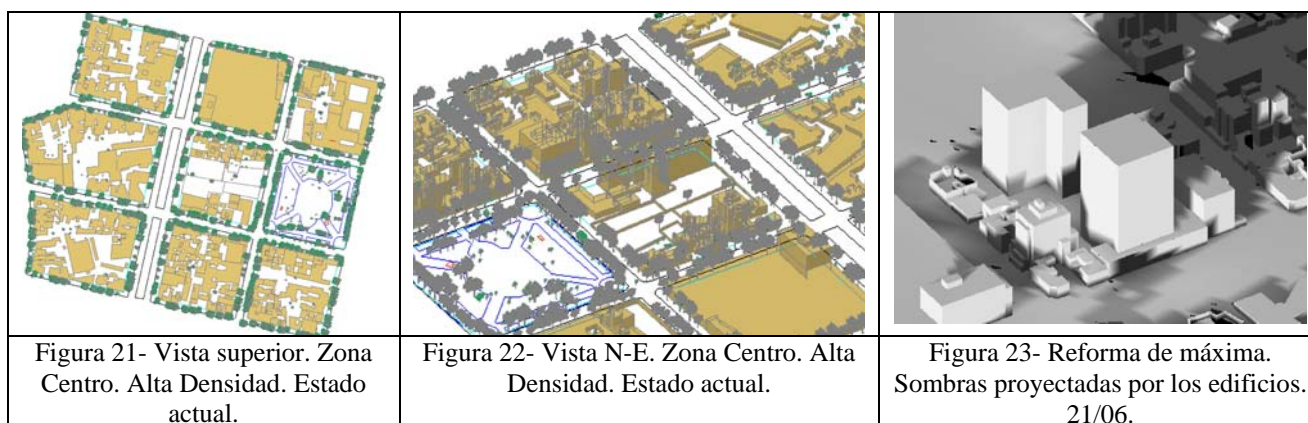
Figura 20- Valores de FAP (Zona R2).

Tabla 1. Valores de FAV y FAP

Zona Centro. Alta Densidad. Estado actual.			Zona R2. Baja Densidad. Estado actual.		
FAVm	93,51	MJ/m ³	FAVm	115,81	MJ/m ³
FAVt	90,98	MJ/m ³	FAVt	427,12	MJ/m ³
FAP	0,256	m ² /m ³	FAP	0,193	m ² /m ³

Zona Centro. Alta Densidad. Reforma de máxima.			Zona R2. Baja Densidad. Reforma de máxima.		
FAVm	50,2	MJ/m ³	FAVm	103,91	MJ/m ³
FAVt	36,05	MJ/m ³	FAVt	156,01	MJ/m ³
FAP	0,08	m ² /m ³	FAP	0,185	m ² /m ³

Los resultados obtenidos indican una considerable reducción de energía solar disponible por unidad de volumen: para alta densidad: 46,32% para muros al norte y 60,38% techos y para baja densidad, 10,27% para muros al norte y 63,47%. En lo ambiental, el deterioro previsible de la calidad del paisaje urbano, podría ser duradero y difícilmente recuperable.



5.3 Incidencias y afecciones en el paisaje urbano derivadas del impacto en el aprovechamiento del recurso solar.

Resulta interesante en el contexto de análisis planteado, observar holísticamente las consecuencias que el no aprovechamiento de los recursos ambientales inducirían sobre la construcción del paisaje urbano mendocino. En virtud de ello cabe puntualizar y alertar sobre algunos de los impactos que la propuesta de la reforma al código edilicio produciría sobre el paisaje urbano existente. Por un lado, una *fuerte transformación del paisaje urbano*: Mendoza es una ciudad –oasis, cuyas características singulares y excepcionales evidencian la alta calidad del paisaje construido. En ese sentido el impacto provocado por las sucesivas sustituciones de morfologías y funciones urbanas inciden de manera negativa sobre los modelos de habitar vigentes, socialmente aceptados, históricamente avalados y turísticamente reconocidos y valorados. Si bien el paisaje es cambiante y dinámico, la inversión en la relación existente entre las dimensiones principales que definen el sistema calle - acequia - árbol (Montaña 2005) alteran sustancialmente las características del espacio público urbano, ergo, del paisaje urbano, sin quedar claro cuáles serían los valores y las bondades de los nuevos paisajes emergentes de esta normativa. Es decir, no se alcanza a percibir cómo este conjunto de actuaciones propuestas añadirían valores, usos, significados al espacio público urbano si no que las figuras y gráficos precedentes dan cuentas de las amenazas que se ciernen sobre el patrimonio ambiental de la ciudad de Mendoza.

Induciría también a promover una *pérdida de diversidad paisajística*. En este sentido las identidades presentes en las diversas secciones se verían seriamente amenazadas por una banalización de los paisajes existentes tras una homogenización dada por la proliferación de torres o edificaciones que no referencian a Mendoza, en la rigurosidad de su clima y en su vulnerabilidad sísmica. Es que Mendoza, debido a los diversos eventos sísmicos sufridos en su historia posee en el espesor histórico de su paisaje las huellas de dichos terremotos, múltiples historias, narrativas y relatos vinculados a su paisaje y/o elementos de su paisaje. El borrar esas huellas de la memoria para ser sustituidas por elementos que despatrimonializan el paisaje construido significa eliminar las señas de identidad de un modo de construcción del territorio que ha venido sosteniéndose en estrategias que resultaron eficaces en el contexto de aridez mendocino.

Derivado de lo anterior, se estaría promoviendo una *Fragmentación paisajística* al interior de áreas que resultaban homogéneas en cuanto a su calidad. Es que las transformaciones tendrían lugar durante un proceso, en cuyo desarrollo convivirían ambos modelos con la consiguiente pérdida de calidad de vida.

Además, estas transformaciones ponen de manifiesto el importante *Valor productivo del paisaje*, es decir, el paisaje como recurso que, considerado como uno de los factores relevantes de localización, ha resultado un fuerte condicionante para el desarrollo de productos ligados a la producción agraria y del habitat pero también y fundamentalmente, a la actividad turística que ha logrado posicionar a Mendoza dentro de los primeros cuatro destinos nacionales.

Finalmente señalar una vez más, que Mendoza tiene la oportunidad, a la vez que desafío, de conciliar conservación con desarrollo. Tiene las herramientas en su paisaje construido y cimentado sobre una cultura territorial de manejo controlado de recursos con la que ha logrado acumular un valioso capital cultural que se plasma en el paisaje construido. Un paisaje de alta calidad y a la vez, de alta fragilidad y vulnerabilidad.

Es por ello que se considera que si bien el paisaje es cambiante y los cambios y transformaciones son parte intrínseca de su misma noción, lo que aquí se cuestiona es la transformación indiscriminada del conjunto de paisajes que identifican a la ciudad de Mendoza inducidos por una reforma normativa que parecería comprender a la ciudad existente como una “tabula rasa”. Indudablemente existen áreas en las que la renovación urbana es imprescindible, áreas que poseen una buena cobertura de servicios y requieren de una planificación que las dinamice y aproveche las capacidades urbanas instaladas. Son justamente estos casos los que constituyen la oportunidad para gestionar los nuevos paisajes de la sostenibilidad para Mendoza considerando como punto de partida el patrimonio natural- el sol- y el cultural –el paisaje urbano- como algo más que recursos, sino más bien, como factores de identidad y cohesión territorial y social que permitirían orientar el desarrollo hacia modelos más apropiados y sostenibles.

6. CONCLUSIONES

El progreso, el desarrollo, el crecimiento, si bien no son términos sinónimos, constituyen las ideas sobre la que se sustentan los cambios que las nuevas planificaciones tienden a avalar.

Mientras algunas ciudades proyectan su “progreso” basando su competitividad en borrar sus propias señas de identidad cambiándolas por imágenes anodinas descontextualizadas, otras lo hacen a través del desarrollo y potenciación de sus propias características diferenciales, preservando los valores que han dado sentido –trazado, patrimonio ambiental e histórico cultural, escala, paisaje, skyline, contacto con la naturaleza, etc. – a lo que suman espacios y paisajes propios de la modernidad. Estas ciudades, no niegan ni destruyen su acervo cultural, por el contrario, son capaces de asimilar los cambios y nuevos desafíos sin destruir lo preexistente sino sumando y generando nuevas oportunidades para la ciudad y sus ciudadanos, enriqueciendo aún mas esas señas de identidad de su paisaje urbano consolidado.

Del análisis precedente se desprende que es evidente que existe una importante falta de adecuación entre los objetivos teóricos correctamente formulados para el desarrollo de la ciudad y las conflictivas estrategias técnicas propuestas para satisfacerlos.

En tanto que la enunciación teórica de los objetivos se presenta como adecuada, (Bragagnini, 2009) la respuesta técnica no refleja dichos principios teóricos, sino por el contrario, anticipa consecuencias graves desde varios puntos de vista pero coincidentes en aportar impactos negativos sobre la calidad ambiental futura del medio urbano.

Si el estilo de desarrollo urbano se vincula con el modo de aprovechamiento de los recursos, y la sostenibilidad se juega en el difícil equilibrio entre la rentabilidad económica, la equidad social y la conservación de los recursos ambientales, de la propuesta técnica de la reforma se desprende el importante peso de la rentabilidad económica del suelo urbano en detrimento de las otras dimensiones de la sostenibilidad, la equidad en el acceso y aprovechamiento de los servicios ambientales del paisaje urbano construido.

Los resultados parciales alcanzados están demostrando claramente que la estrategia de densificación de la trama urbana no es de aplicación ilimitada ya que, a partir de cierto límite crítico, que se espera determinar más adelante en esta investigación, los impactos energéticos negativos, debidos al bloqueo de la radiación solar tendrán fuerte gravitación sobre los crecientes requerimientos energéticos del parque edilicio y sobre la calidad ambiental del paisaje urbano. Para ambas situaciones existe un par de variables críticas que deben ser consideradas como condicionantes de la densificación: el acceso al recurso solar y la homogeneidad morfológica y de escala de las unidades urbanas. Este reconocimiento es precisamente la principal causa del desajuste teórico-operativo de la propuesta municipal.

7. RECOMENDACIONES

Se han seleccionado situaciones extremas de máxima y mínima densificación determinadas por lo prescripto en manzanas reales, teniendo en cuenta la condición actual de sus construcciones y la posibilidad de unificar parcelas para poder alcanzar las mayores alturas y densidades. (Figuras 1 -56).

Dada la gran incertidumbre que la `propuesta del municipio plantea y lo avanzado de la gestión de la misma, próxima a ser aprobada en su forma actual; para asegurar el avance sobre los objetivos planteados, se considera necesario dividir las recomendaciones en dos conjuntos diferenciados: el primero, con el objetivo específico de revisar y corregir las

estrategias propuestas por el proyecto municipal, avanzando sobre los objetivos planteados, depurados ya de los riesgos ambientales señalados, aplicando el “principio precautorio,” siempre que se tengan dudas sobre la naturaleza del impacto de las estrategias a implementar y el segundo, proponiendo un listado de recomendaciones fundamentales para la consecución del desarrollo urbano sostenible del AMM, teniendo en cuenta los difíciles tiempos que las sociedades urbanas tendrán que afrontar y superar durante el siglo XXI.

7.1 Recomendaciones Específicas

- No permitir en ningún caso la inserción de edificios en altura (+ de 3 niveles), en entornos residenciales consolidados de baja densidad (1 ó 2 niveles) en una misma manzana.
- Limitar la altura de los edificios en las zonas de alta densidad a un máximo de 8 niveles, teniendo en cuenta la alta sismicidad de la región, el encarecimiento de las estructuras más allá de determinada altura y el impacto negativo de edificios de esa escala en cuanto a la reducción del acceso a los recursos climáticos en ambas estaciones extremas.
- No permitir la aprobación de edificios por parte de una comisión ad hoc, cuya morfología no esté prescrita por el código, en parcelas de más de 2.500 m
- Cabe señalar aquí que no se trata de prohibir la construcción de conjuntos residenciales de alta densidad, siempre que se cumpla con lineamientos básicos de definición espacial, homogeneidad de escala, evitando diferencias mayores a dos niveles entre edificios próximos y asegurando el acceso equitativo a los recursos climáticos disponibles, especialmente sobre los techos.
- Evitar barreras de edificios en altura a lo largo de la calle Boulogne Sur Mer por su consecuente disminución del potencial de enfriamiento convectivo nocturno, debido al bloqueo de las brisas frescas nocturnas provenientes del Parque General San Martín en verano.
- Desarrollar zonas deprimidas que cuentan con redes de infraestructura de servicios.

7.2 Recomendaciones Generales

- Definir en forma consensuada y con el máximo aporte de mecanismos participativos de la ciudadanía, el modelo de ciudad que se espera tener en el futuro, lo que necesariamente incluye límites en cuanto al crecimiento en densidad y extensión.
- Maximizar la eficiencia energética de los edificios, mediante estrategias de conservación de energía, sistemas pasivos y activos de calefacción y enfriamiento de espacios, calentamiento solar de agua, técnicas de iluminación natural de espacios y eventual introducción de generación fotovoltaica en el medio urbano.
- Maximizar el acceso a los recursos climáticos regionales en ambas estaciones extremas: radiación solar, brisa estival nocturna, diferencial de temperatura día-noche y temperatura aparente de cielo nocturno.
- Optimizar las prestaciones de confort del ambiente urbano exterior mediante el control de las variables determinantes del clima urbano, fundamentalmente, la “isla de calor” urbana.
- Reformar y actualizar en forma progresiva los códigos urbanos para implementar los máximos niveles de eficiencia energética y los mínimos impactos ambientales de las edificaciones urbanas.
- Considerar a la arboleda urbana como un componente fundamental del modelo de ciudad esperado, preservando en la máxima medida posible los servicios ambientales que provee y asegurando su reposición permanente a partir de técnicas de vivero y trasplante científicamente desarrolladas.
- Comenzar a generar conciencia de la importancia de la orientación adecuada de las construcciones y tejidos urbanos, estableciendo valores para desviaciones máximas admisibles de superficies colectoras. La tarea debería ir acompañada por reformas a la Ley Provincial de Loteos.
- Establecer estándares de eficiencia energética que signifiquen un mayor valor de las propiedades urbanas.
- Minimizar los impactos ambientales y los costos operativos durante el ciclo de vida de los edificios y redes de infraestructura y servicios.

El listado precedente se limita a las recomendaciones generales más importantes relacionadas con la escala edilicia y micro-urbana en cuanto a su contribución al desarrollo sostenible del AMM. Dando marco a las mismas, en la escala macro-urbana, no pueden dejar de considerarse las siguientes propuestas:

- Elaborar un Plan Regulador para el desarrollo de toda el área municipal a medio y largo plazo, a partir de la definición de un modelo de “ciudad compacta”, social, económica y ambientalmente sostenible que preserve la fisonomía de los entornos urbanos actuales en sus características de “ciudad oasis”
- Articular este Plan Regulador con los planes de los demás municipios del AAM. Para ello sería de utilidad la consideración de lo dispuesto por la Ley 8.051 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo respecto del Plan Estratégico de Desarrollo, el Plan de Ordenamiento Territorial Provincial y los planes de ordenamiento territorial municipales.

Debe considerarse además, que la transición hacia el paradigma sostenible, implica un enorme esfuerzo por parte de la sociedad toda, el que debe emprenderse sin dilaciones, a riesgo de confrontar un deterioro sin precedentes en la calidad de vida de la población urbana durante el presente siglo.

En este sentido, la responsabilidad del sector político es máxima pero, lamentablemente, hasta el momento, no hay indicios de que haya tomado conciencia de la gravedad de los problemas que nos planteará el futuro en la ciudad, en la región y en el mundo.

REFERENCIAS

- Arboit, M.; Mesa, A Diblasi, A.; Fernandez Llano, J. C. y de Rosa, C. 2010. Assessing the solar potential of low density urban environments in andean cities with desert climates - The case of the city of Mendoza, in Argentina. 2nd. Part. Renewable Energy. Elsevier Editorial System. Vol. 35 p.1551-1558 ISSN 0960-1481. UK.
- Bragagnini, S. "Una propuesta para orientar el desarrollo de la ciudad". Infoguía de la Arquitectura. Colegio de Arquitectos de Mendoza. 2009.
- Correa, E. Tesis Doctoral: Isla de Calor Urbana – El caso del Área Metropolitana de Mendoza. Universidad Nacional de Salta. Inédito. 2008.
- Dirección de Planificación Urbanística de la Ciudad de Mendoza: Ordenanza de Zonificación por Indicadores Urbanos. 2009.
- Dirección de Planificación Urbanística, Municipalidad de la Ciudad de Mendoza: Ordenanza de Zonificación por Indicadores Urbanos. 2009
- ENARGAS. 2009. Nota 9097/09. Costos del gas natural en países limítrofes.
- Fernandez, J. Esteves A., de Rosa C. 1992. Zonificación climática de la Provincia de Mendoza. XV Reunión de Trabajo de ASADES. San Fernando del Valle de Catamarca.
- Mesa NA, 2000. Determinación de áreas de fachadas potencialmente colectoras en medios urbanos, a través de un modelo gráfico computacional. Memorias from the: ISES Millennium Solar Forum. ANES, México, DF, 2000.
- Montaña, E., 2005. De la Cultura del Riego y del Aménagement du Territoire a la Vulnerabilidad del Patrimonio Urbano. El Sistema Calle-Acequia-Árbol en la Ciudad-oasis de Mendoza, en Argentina; Cahiers de l'Amérique Latine, CREDAL, Paris, Francia.
- Nicolini, A., 1990. Las cuatro etapas de la ciudad argentina, según su estructura, funciones y paisaje urbanos. En Thema, nº 9. Tucumán.
- Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), 2009. Patrimonio Natural, Cultural y Paisajístico Claves para la Sostenibilidad Territorial. NIPO: 770-09-270-6
- Pastor, G. 2010. Consideraciones sobre el impacto en el Paisaje Urbano de Mendoza a partir de las Reformas propuestas al Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, Inédito.
- Sánchez, Domingo; Pastor, Gabriela, 2009. El Patrimonio Cultural en la Modelización de los Futuros Escenarios de Ordenación + Sostenibles. Ponencia publicada en Actas del II Congreso Internacional de Medida y Modelización de la Sostenibilidad. ICSMM 09. Barcelona, España.
- Waisman, Marina 1995. La arquitectura descentrada. Editorial Escala, Bogotá, Colombia.

Abstract. *The first results of an exploratory study underway are presented. It is aimed at predicting with reasonable accuracy, the adverse environmental and energy consequences of implementing Mendoza's Municipality recently modified Urban and Building Code, whose main purpose is densifying the urban tissue under the assumption that it would improve the functional efficiency of the city and the budgetary situation of the agency. On the first stages, the work has concentrated on the aspects that seem to produce the greatest negative impact. On energy aspects, the solar access reduction estimation from the reference situation (present without changes) and on environmental aspects, the urban physiognomy's impairment and the loss of Mendoza's unique character, internationally recognized as a valuable example of an "oasis city". Two urban city units (city blocks), one of maximum and one of minimum building densities, defined by the new zoning proposed by the municipality have been calculated. The results so far, indicate that the reductions of the available solar energy per unit of built volume, are substantial: 80 to 85 % for north facing walls and roofs, in the high density situation and 10 to 65 % in the low density case. Environmentally, the foreseeable deterioration of the urban landscape could be long lasting and hardly recoverable.*

Keywords: *Solar potential, Building density, Environmental quality, Urban landscape*