



ISSN 1853-8045

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ECOLOGÍA DE PAISAJES



RASADEP Volumen 5 Número 1
Junio 2014

Revista en línea, libre y gratuita



ISSN 1853-8045

Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes

**RASADEP Volumen 5(1)
Junio 2014**

Editores

Guillermo Martínez Pastur
María Vanessa Lencinas
Silvia D. Matteucci

Permitida la reproducción parcial con mención explícita de los autores y la fuente.

Dibujo y diagramación de la tapa: Guillermo Martínez Pastur

ISSN 1853-8045
Asociación Argentina de Ecología de Paisajes.

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
Impreso en Argentina – Printed in Argentina.

COMITÉ CIENTÍFICO

Los trabajos seleccionados para su publicación contaron con la revisión y aportes del Comité Científico integrado por:

Juan Manuel Cellini. LISEA, Universidad Nacional de La Plata.

Silvia E. López. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Facultad de Cs., Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Noelia Paredes. Centro Austral de Investigaciones Científicas (CONICET).

Patricia E. Perelman, Museo Argentino de Ciencias Naturales, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina.

ÍNDICE

COMITÉ CIENTÍFICO.....iii

CONTRIBUCIONES

Los indicadores de sostenibilidad urbana y la gestión de la ciudad. Caso de aplicación Barrio San Vicente. Córdoba. Argentina (V. Budovski, G. Baigorri, A. Amione, F. Tolosa, I. Pereyra, P. Carballo, E. Ermoli)..... 1

*Avance de la mortalidad de los bosques de *Austrocedrus chilensis* a escala de paisaje (L. La Manna, A. Greslebin, S.D. Matteucci)*.....17

Valoración de infraestructuras verdes (A. Novello, M. Ferreyra, A. Di Marco, M. Asís, A. Mas).....25

Análise multitemporal da evolução estrutural da paisagem por meio de técnicas de sensoriamento remoto e métricas de paisagem (R. Pinheiro Ribas, B. Machado Gontijo).....38

Los indicadores de sostenibilidad urbana y la gestión de la ciudad. Caso de aplicación Barrio San Vicente. Córdoba. Argentina.

Vilma Budovski^{1*}, Germán Baigorri², Alejandra Amione³, Fabián Tolosa³,
Ignacio Pereyra³, Pablo Carballo³ y Edgar Ermoli³.

¹Directora Investigación. ²Codirector Investigación. ³Investigadores - Grupo de investigación: GIAPB - Cátedra de Arquitectura Paisajista "B" - Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba. Avda. Vélez Sársfield 264. CP 5000. Córdoba. Argentina. *Autor de correspondencia: V. Budovski: *budovski@hotmail.com*.

RESUMEN

El deterioro ambiental y paisajístico que se observa en la ciudad de Córdoba y específicamente en el caso de aplicación, se manifiesta en un crecimiento urbano disperso, caótico y fragmentado, que ponen en peligro las condiciones de una aceptable calidad de vida para sus ciudadanos. Esto nos lleva a desarrollar el presente proyecto de investigación estudiando el espacio y paisaje urbano de un sector periurbano en la ciudad de Córdoba, cuyos objetivos generales son: aportar conceptos y métodos desde la ecología del paisaje para una gestión de estrategias urbanas que resuelvan los nuevos desafíos que producen en la ciudad el cambio global y desarrollar metodologías y proyectos integrados de gestión urbana, arquitectónica, y paisajística a partir de modelos de carácter teórico y sus alternativas de aplicación, exponiendo criterios generales que orienten la incorporación de normas para el diseño de estrategias urbanas sostenibles. Los métodos de análisis utilizados incluyeron la aplicación de indicadores de sostenibilidad ambiental y paisajística dirigidos al conocimiento de la estructura morfológica urbana y habitabilidad del espacio urbano. Estos han sido procesados con diferentes herramientas de relevamiento y análisis: fichas, tablas, base de datos en un procesador de textos, obtención de índices de cobertura urbana aplicando los SIG con el software IDRISI. Los resultados obtenidos son: el desarrollo de una metodología integrada de investigación; un diagnóstico cuali-cuantitativo del sector estudiado; y estrategias de diseño y gestión urbana con alternativas modélicas que prefiguran tipologías construidas y de verde orientadas a una resolución del ambiente y el paisaje urbano sostenible. La conclusión más importante se muestra en el método aplicado que da la posibilidad de diagnosticar el desarrollo morfológico urbano y de habitabilidad del espacio público actual; analizar escenarios posibles de planificación urbana, diferenciando la tendencia actual, la permitida por la normativa y las alternativas de sostenibilidad pretendidas; teniendo en cuenta que las acciones de densificación y compactación del tejido en las áreas de renovación, debieran salvaguardar la identidad de las mismas a partir de la consideración de sus determinantes ambientales, paisajísticos, ecológicos y patrimoniales.

Palabras claves: indicadores, sostenibilidad, ecología, paisaje, estrategias urbanas, estructura morfológica, habitabilidad, gestión sostenible, Córdoba.

ABSTRACT

The environmental and landscape degradation observed in the city of Córdoba, specifically in the application case, manifests in a disseminated, chaotic and fragmented urban growth that jeopardizes the conditions of an acceptable quality of life of citizens. This situation lead to the development of this research project through the study of the urban space and landscape of a periurban area of the city of Córdoba. The main goals are: to provide concepts and methods derived from the landscape ecology for the management of urban strategies that solve the new challenges that global change produces on the city, and to develop methodologies and integrated innovative projects of urban, architectonic and landscape management from theoretical models and their possible applications, while exposing general criteria oriented to the incorporation of regulations for the design of sustainable urban strategies. The study methods used included the application of indicators of environmental and landscape sustainability, oriented to the knowledge of the urban morphology and the habitability of the urban space. The data has been analyzed using different mapping and analysis tools: charts, tables, databases in a word processor, indexes of urban coverage applying the GIS of the IDRISI software. The results obtained are: the development of a comprehensive research methodology, a qualitative and quantitative diagnosis of the studied area, design and urban management strategies with certain alternatives that prefigure built and green typologies oriented to a sustainable environmental and urban landscape solution. The most meaningful solution is shown in the applied method which offers the possibility of diagnosing the morphologic urban development and the habitability of current open areas, of analyzing possible areas of urban planning, establishing a difference among current tendencies, tendencies allowed by regulations and pretended sustainable alternatives. All of these taking into account densification and compacting actions of the weave in areas that are being renovated. The identity of such constructions should be safeguarded considering the hereditary, landscape and ecologic factors.

Key words: indicators, sustainability, ecology, landscape, urban strategies, morphologic structure, habitability, sustainable management, Córdoba.

INTRODUCCIÓN

La investigación se diseña desde la planificación urbana sustentable (Padilla Galicia, 2009) enmarcándose en el enfoque de la ecología del paisaje que proporciona una base importante para el análisis holístico y sistémico del espacio urbano (Matteucci, 2009); este abordaje resulta importante para orientar un diseño y gestión de la ciudad que tenga en cuenta la conservación de la identidad natural y cultural de su territorio (Busquets y Cortina, 2009). Al mismo tiempo permite la reorientación de los procesos organizativos urbanos hacia un modelo que formalice una ciudad con límites en la extensión y densificación, menos dispersa, más compacta y estructurada con una densidad media controlada. El estudio promueve un proceso de planificación de ciudad compacta en base a un modelo urbano de interrelación entre los componentes antrópicos con el medio geográfico que le sirve de soporte; esto implica integrar los procesos naturales del territorio dentro de la matriz urbana y además que la organización morfológica del trazado urbano y las formas de ocupación sean determinantes esenciales de la forma del espacio abierto, para que el mismo logre un diseño de calidad y confort para su uso social.

Se plantea un modelo de análisis, diseño y gestión desde una visión multidimensional y con una valoración cuanti-cualitativa que propicie en los nuevos desarrollos urbanos aspectos como:

equilibrio entre espacios llenos y vacíos; reducción del sellado e impermeabilización del suelo posibilitando la captación de las aguas pluviales; el incremento de los espacios abiertos relacionados por corredores verdes a través de calles y accidentes geográficos que atraviesan la ciudad; el aumento de las superficies forestadas en las distintas magnitudes, estratos y niveles para mejorar el microclima urbano y como portadores de biodiversidad.

Reconocida la complejidad y los problemas de diversa índole que genera actualmente la ciudad de Córdoba, y más específicamente el área estudiada en Barrio Pueblo San Vicente (Fig. 1); se analizó la evolución de su proceso de crecimiento y expansión poniéndose en evidencia así una serie de problemas y disfunciones ambientales y paisajísticas, dadas por su colindancia con el área central cuya proximidad produce cambios en los usos de suelo de sus vacancias urbanas por obsolescencia y deterioro y origina un proceso de renovación y densificación según tendencias y normativa vigente. La multiplicidad de situaciones en términos ambientales y paisajísticos relacionados a las variables naturales, históricas-patrimoniales, socio-culturales e identitarias que posee el polígono de estudio dentro del citado barrio lo convierten en un laboratorio interesante para el desarrollo de la investigación (Di Marco et al., 2009).

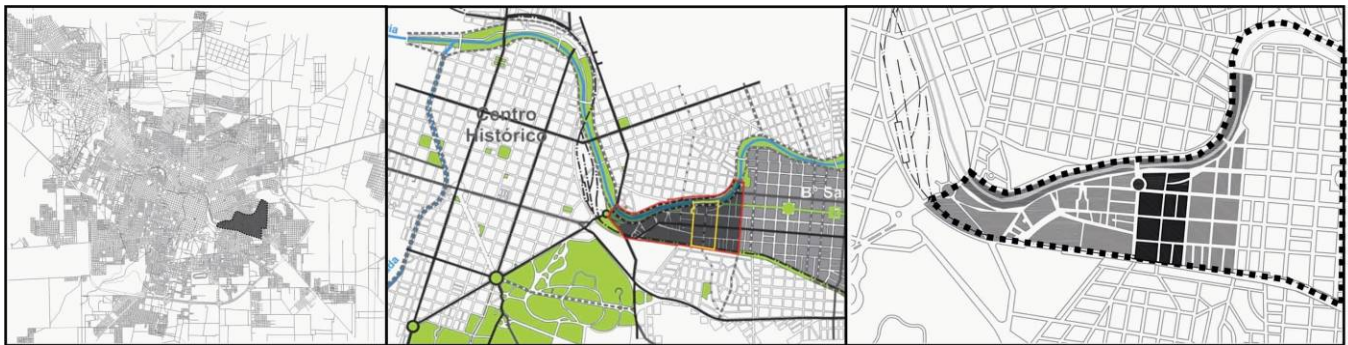


Fig. 1. Sector de estudio en el Barrio San Vicente, ciudad de Córdoba.

Como herramienta para el estudio se utilizaron los indicadores urbanos sostenibles (Torre Jofré, 2009), seleccionándolos relacionados a la estructura morfológica urbana y a la habitabilidad del espacio abierto urbano. La elección de indicadores fue orientada al estudio de un número reducido y manejable de variables organizándolas

por temas como la forma del trazado urbano, la morfología y compacidad del tejido, los índices de verde, los índices de radiación urbana, la diversidad y calidad del paisaje, etc. Estas posibilitaron conocer el estado ambiental y paisajístico del sector investigado, brindando la información determinante para la resolución de

cada problemática y los índices de sostenibilidad que evalúen y orienten las futuras actuaciones en el proceso de planificación (Bettini, 1998).

MATERIALES Y METODOS

A partir de un esquema metodológico general (Fig. 2), se efectúan estudios de campo y bibliográficos para recopilar información, analizarla, procesarla y arribar a diagnósticos

sobre los aspectos críticos y las principales causas de los problemas de insustentabilidad del ecosistema estudiado; relacionados a la gran fragmentación paisajística y social de la estructura urbana, presentando altos índices de obsolescencia y deterioro de su tejido construido, elevados índices de disconfort, pérdida del tejido histórico-patrimonial natural y cultural y deterioro creciente del paisaje.

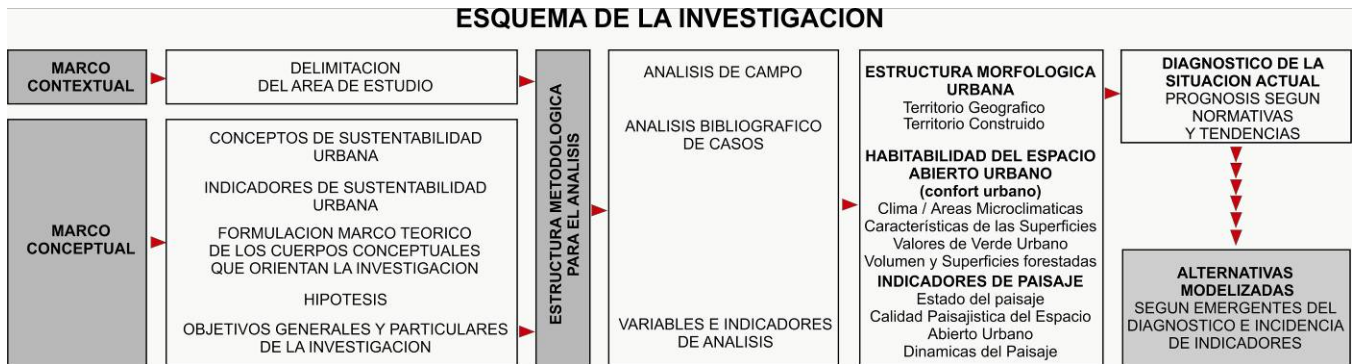


Fig. 2. Esquema general de la Investigación.

Los materiales y métodos utilizados para la comprensión de las interrelaciones entre variables de los diferentes indicadores fueron orientados a obtener índices que posibilitaran una lectura e interpretación aproximada de la realidad estudiada y aportaran información de las partes no visibles en forma directa a partir de datos observables y cuantificables. Estos últimos se organizaron en dos categorías: indicadores simples con datos obtenidos de la realidad en forma objetiva y cuantificable a través de fichas y matrices; e indicadores sintéticos-índices obtenidos a partir de interrelacionar el conjunto de indicadores. Para realizarlo se definieron esquemas metodológicos particulares para los dos indicadores generales mencionados (Fig. 3), las unidades de análisis, las fases de diseño del objeto de investigación y los procedimientos a aplicar. Se seleccionaron los indicadores funcionales y operativos para el desarrollo del estudio en términos de analizar y diagnosticar el estado del sector; y determinaron las alternativas modélicas de diseño más apropiadas según los objetivos específicos propuestos tales como: conocer y diagnosticar el sector de estudio como un sistema complejo constituido por múltiples indicadores integrados; determinar los parámetros cuali-cuantitativos de sostenibilidad

ambiental y paisajística urbana que sean funcionales y operativos para el diagnóstico; y delinear alternativas de modelización urbana sostenible apropiadas al caso de estudio.

En esta fase se identificaron las situaciones problemáticas en términos de sustentabilidad referidas a la Estructura morfológica urbana: estructura del tejido, densidad edificada, niveles de compacidad del lleno construido, espacios abiertos urbanos, tipos de cobertura del suelo y su distribución. Así como la Habitabilidad del espacio abierto urbano: clima / microclima urbano, radiación solar de las superficies, forestación urbana y comportamiento hídrico. Se elaboraron instrumentos para relevamientos determinándose los procedimientos de registro y medición más apropiados a cada caso realizados en trabajos de campo: se generaron fichas de relevamiento del arbolado urbano, de superficies construidas (horizontales y paramentos verticales), relevamientos fotográficos, lecturas cartográficas, etc. En gabinete se procesaron los datos obtenidos mediante matrices de interacción, cálculos aplicados a cada una de las variables de los indicadores, sistemas operativos GIS (IDRISI), etc. Estas operaciones aportaron índices, parámetros, gráficas y otras formas de síntesis cuantitativas ofreciendo la posibilidad de

interpretar y contrastar los resultados obtenidos, delimitar los problemas del ecosistema urbano estudiado y modelizar las posibles soluciones.

ESTRUCTURA MORFOLÓGICA URBANA				
INDICADORES				
ESTRUCTURA DEL TEJIDO	DENSIDAD EDIFICADA Existente / corregida	NIVELES DE COMPACIDAD del lleno construido Existente / corregida	ESPACIOS ABIERTOS URBANOS	NIVELES DE COBERTURA
VALOR DE REFERENCIA				
<ul style="list-style-type: none"> •Relación morfológica soporte natural / superficie construida •Llenos y Vacíos público / semipúblico / privado. 	<ul style="list-style-type: none"> •Relación llenos / vacíos. •Superficie edificada/ superficie libre (en m2 y %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de superficies y de trama • Altura edificación • Relación superficie construida / espacio ab. (en ms. lineales, m2 y %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura del espacio abierto • Superficie según/ tipología • E. Ab. con distintos tipos de superficies • Corredores naturales (en m2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Definición de clases de coberturas • Superficies de coberturas de los materiales (medidos en m2 y %)
HABITABILIDAD DEL ESPACIO ABIERTO URBANO (confort urbano)				
INDICADORES				
CLIMA / MICROCLIMA URBANO	RADIACIÓN SOLAR de superficies relacionado a temperatura del aire	FORESTACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO URBANO	COMPORTAMIENTO HÍDRICO del espacio abierto urbano	
VALOR DE REFERENCIA				
<ul style="list-style-type: none"> •Asoleamiento / sombra. Temperatura del aire •Vientos – Brisas. •Humedad atmosférica. •Precipitaciones. Tipos, períodos, intensidad mm, m3, m2 	<ul style="list-style-type: none"> •Materiales de las superficies •Absorción del calor y de la radiación de los diferentes materiales •Reflectancia de los materiales 	<ul style="list-style-type: none"> •Superficies forestadas en espacios abiertos públicos. •Tipo de forestación. •Especies / dominancia •Estado de la vegetación •Niveles de sombra arrojada 	<ul style="list-style-type: none"> •Niveles de permeabilidad y absorción de las superficies •Drenajes naturales •Desagües pluviales previstos •Áreas inundables 	

Fig. 3. Estructura morfológica urbana y Habitabilidad del espacio abierto urbano.

Indicador estructura morfológica urbana: Las variables del Indicador estructura morfológica urbana suministraron información esencial para comprender las características del espacio físico del sector investigado y los procesos en su dinámica de cambio. Para su estudio se adhirió a la metodología de trabajo y aplicación de algunos indicadores desarrollados para la localidad de Vitoria Gasteiz, provincia de Álava, España (Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público en Vitoria-Gasteiz, 2007)

Con el fin de reconocer y cuantificar diferentes patrones espaciales y ambientales, se investigaron los tipos de cobertura del suelo y su distribución en el área analizada. Posibilitando comprender la complejidad de la realidad del sector, diagnosticar la situación existente y determinar el nivel de presión del modelo vigente. Se estableció su diferencia con relación al

escenario deseado, establecido según los valores obtenidos y comparados con los parámetros óptimos deseables extraídos del estudio de Vitoria-Gasteiz de referencia.

El estudio de la Morfología Urbana se efectuó siguiendo un marco operativo organizado en cinco categorías:

- Estructura del tejido: se estudió el trazado y la relación morfológica entre soporte natural/superficie construida; se determinaron los niveles de preservación/destrucción de los hechos geográficos naturales, (Río, valle, terrazas, barrancas y cañadones); y la conformación de la estructura del tejido, porcentaje construido, FOS, FOT, etc.
- Densidad edificada de la estructura física urbana que permitió:

- Establecer la relación existente entre superficie edificada y superficie libre de espacio privado y

espacio abierto público en m² y % (Grado de compacidad edilicia existente y superficie libre).

• Conocer la densidad edificada actual y futura según normativa existente y posibles tendencias en función de su localización y proyectos estratégicos de la Gestión Municipal para el

sector en estudio (Fig. 4). Mediante el análisis de la normativa urbana, planes, proyectos e iniciativas privadas, se establecieron modelizaciones teóricas para el desarrollo del sector.

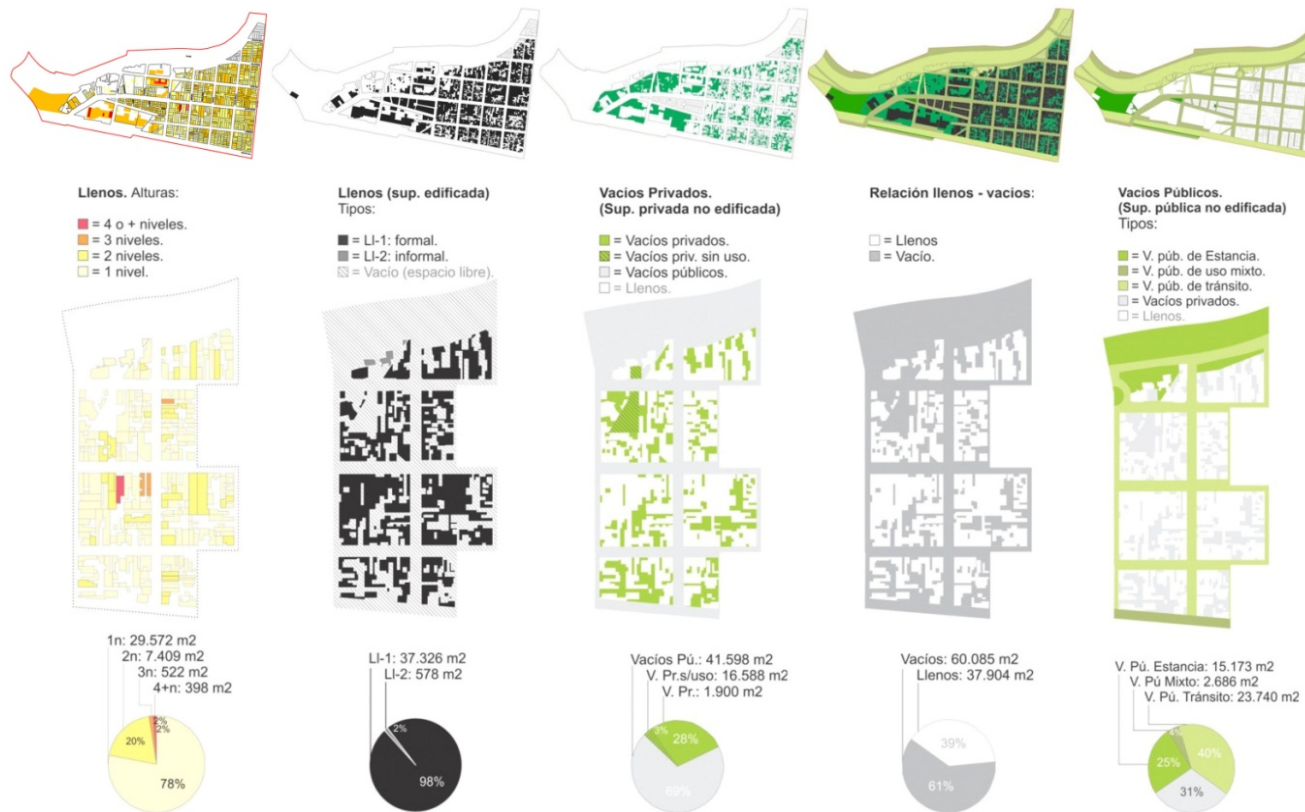


Fig. 4. Densidad edificada de la estructura física urbana.

- Niveles de compacidad del lleno construido de la estructura física urbana: El análisis de la compacidad absoluta y compacidad corregida permitió comprender la configuración de la estructura del tejido existente y definir lineamientos y parámetros para planificar según niveles deseables una renovación desde el modelo de ciudad compacta que garantice la superficie adecuada de espacios abiertos públicos (Vitoria-Gasteiz. 2007).

- Espacios abiertos urbanos: Se estudió la Estructura del Espacio Abierto existente identificando las distintas tipologías espaciales en el área de estudio, mediante el análisis de imágenes satelitales del sector, fotografías aéreas y modelos digitales en función del catastro, materializando espacios llenos y tipologías de vacíos existentes:

Espacios Abiertos Públicos EAP diseñados: calles, plazoletas, plazas, parques;
 Corredores de biodiversidad EAP no diseñados: cursos de agua, escorrentías naturales en cañadones, terrazas, barrancas y bordes ferrocarril con vegetación nativa.

Espacios abiertos Públicos EAP, no diseñados y remanentes del trazado;

Espacios Abiertos Privados EAPr: jardines, patios, corazones de manzanas, balcones, terrazas,

- Superficies de coberturas de suelo y definición de clases de coberturas: el estudio se realiza sobre un polígono de 56,8 Has (Totalidad B° San Vicente). Se investigaron alternativas de coberturas para el sector de estudio, determinadas en: superficies forestadas / mineralizadas (césped, árboles, suelo desnudo,

suelo consolidado, construido y construido reflectante). Fueron medidos a partir de cartografía satelital (Google Earth, 2011), y planchetas catastrales digitalizadas y escaladas en CAD, que se clasificaron con el programa

Adobe Photoshop; a partir del software específico GIS – Programa IDRISI (Martirena, 2011); estableciéndose las superficies en m² de cada una de las clases detectadas y porcentajes de cada una de las coberturas (Fig. 5).



Fig. 5. Definición de clases de coberturas.

- Coeficiente Ambiental Ponderado, CA: Este coeficiente se utilizó para indicar el porcentaje de radiación solar sustraída de su capacidad de aumentar la temperatura ambiente para el tipo de superficie considerada (Carrieri et al., 2009); cuyo resultado surge de la sumatoria de los valores individuales de las diferentes clases de coberturas multiplicadas por su coeficiente ambiental típico (CA) calculado para la Ciudad de Córdoba (latitud 31°24', fecha 12 de diciembre, considerada la máxima radiación).

Indicadores de Habitabilidad del Espacio Abierto Urbano: Estos indicadores suministraron información esencial para determinar las características del espacio abierto público del sector investigado y las condiciones de confort del mismo (Salvador Palomo, 2003). El interés se centró conceptual y metodológicamente en el estudio de indicadores que investigaran el clima / microclima urbano, la radiación solar de las superficies, la forestación urbana y comportamiento hídrico del espacio urbano (Fariña Tojo, 2007). A partir de los que se determinaron los valores de referencia actual contrastados con los de referencia deseados o

corregidos y se realizaron los ajustes necesarios en el diseño de las estrategias sostenibles más adecuadas para el sistema urbano mediante modelizaciones; orientando las líneas de actuación a la disminución del sellado del suelo con superficies construidas, el incremento de superficies permeables en diferentes planos (suelo y cubiertas verdes) y de forestación urbana (Falcón, 2007).

Para la definición de las variables de los indicadores de Habitabilidad del espacio abierto urbano (HEAU), se realizaron relevamientos de vegetación, de superficies construidas y tipo de materiales, de tipos de coberturas del sector de estudio y datos catastrales. Para la carga y procesamiento de los datos relevados se diseñó una base de datos en una hoja de cálculos Excel, (BDDV Base de Datos) que es la base principal en la que se descargaron los datos relevados en campo, esta tiene a su vez los vínculos con otras tablas de carácter genérico (Tabla Atributos de Vegetación, Tabla Callejero, Tabla Sombras Standard) que facilitaron la carga, el ordenamiento y la sistematización de la información; a cada elemento se le asignó un ID

(identificador) que luego sirvió para buscar la información asociada a este en las otras tablas y enlazar de manera automática todos los atributos que son susceptibles de predeterminar. El cruce de los datos generó resultados que determinaron un diagnóstico de grados de confort ambiental, de permeabilidad del espacio construido y posibilitaron el desarrollo de alternativas de modelización de los planos horizontales en el espacio urbano calle y del arbolado público.

El procedimiento utilizado fue el siguiente:

-Relevamiento de datos:

El relevamiento de la vegetación existente se realizó sobre un corredor de 4 tramos (335 m), y un valor ideal de 22 árboles por tramo de 100 m. Determinándose especies, localización, cantidad,

dimensiones, estado, densidad de follaje y sombra arrojada sobre las superficies.

El relevamiento de materiales en superficies horizontales y verticales (calles y fachadas), se efectuó en el mismo tramo de la vegetación relevada y los datos levantados en campo se efectuaron mediante fichas y un relevamiento fotográfico de perfiles de fachadas (Fig. 6). Estos relevamientos aportaron información sobre las dimensiones de los planos horizontales y verticales, los tipos de materiales, el color dominante, las texturas, la relación con la línea municipal directa o con retiros y permitieron mensurar superficies en m² que nos aportaron en porcentajes los niveles de absorción y reflexión del calor de los mismos.



Materiales en superficies horizontales y verticales (calles y fachadas)



Fig. 6. Fichas de relevamiento de datos.

-Base de Datos compuesta por las siguientes tablas: Base de Datos Vegetación (BDDV), y Base de Datos Superficie (BDDS); allí se descargaron la totalidad de datos relevados en campo, la cual contiene enlaces y vínculos con las demás tablas de atributos, de carácter

genérico, que permitieron ordenar y sistematizar la información.

-Desarrollo de Indicadores Específicos: Con el objetivo de establecer niveles de confort y grados de impermeabilización del espacio abierto urbano se determinaron: (i) Sombra Proyectada Estándar que definió la proyección de sombras y los

valores estándar de superficies de sombras arrojadas, diferenciados por rangos con relación a la forma y tamaño (altura y diámetro) obtenida por método gráfico con software AUTOCAD. (ii) Perfil radiado y perfil en sombra que definió zonas del perfil en sombra y zonas radiadas directamente por el sol en el día y horario establecidos, en términos de evitar escenarios de sombra y radiación solar que incidan sobre el confort urbano ambiental. Los valores se obtuvieron con una serie de tablas. (iii) Albedos y evapotranspiración. Se obtuvieron con procedimientos matemáticos y conceptos fisiológicos sobre datos locales de irradiación solar y evapotranspiración de los distintos tipos de vegetación y datos bibliográficos de albedo de las superficies más utilizadas en espacios públicos (Carrieri et al., 2009). (iv) Absorción de aguas pluviales sobre superficie. Se determinaron a partir de los datos de las precipitaciones

pluviales para la ciudad de Córdoba, tomando el promedio de precipitaciones anuales de los últimos diez años del orden de los 700 mm y cruzando con los datos de superficies permeables/impermeables del sector en estudio.

RESULTADOS

Estructura morfológica urbana: Los resultados obtenidos considerando las variables analizadas, se compararon con los valores de referencia adoptados de investigaciones y ejemplos previos desarrollados en otros medios, y se resumen en:

-Ocupación de Suelo: Tejido de traza en damero regular con morfología urbana de baja altura, factor de ocupación de suelo alto y baja densidad poblacional. La normativa posibilita en este sector una Densidad Edificada (Do) y poblacional sin considerar y/o hacer reserva de vacíos/abiertos privados y públicos (Fig. 7).

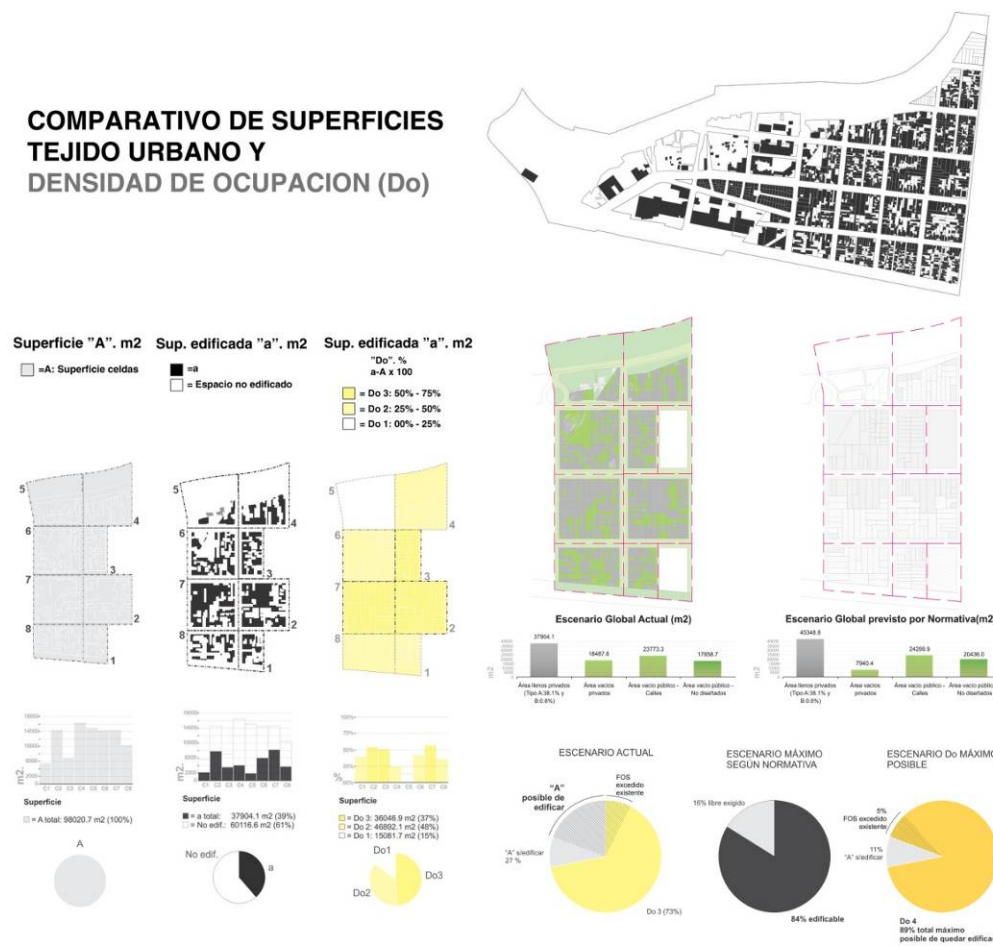


Fig. 7. Comparativo de superficies tejido urbano y Densidad de Ocupación (Do).

-Compacidad Absoluta: el valor registrado de **1,50875 m** de altura promedio de la edificación, comparado con los parámetros de referencia de 5 y 7,5 m, resulta una altura reducida para el óptimo deseado.

-Compacidad Corregida: Dentro del polígono de estudio existe un bajo porcentaje de espacio público diseñado, estando conformado por calles que por sus dimensiones y funciones no pueden ser consideradas como espacio atenuante; por

este motivo para el cálculo se incorporan las superficies de espacios abiertos no diseñados. El Valor de la Compacidad Corregida registrado es **5,4625 m** de altura promedio de la edificación; que comparado con los 10 a 50 m del valor de referencia y la superficie de estancia existente en el sector de estudio, observamos que este presenta un valor por debajo del rango mínimo planteado por dicho valor (Fig. 8).

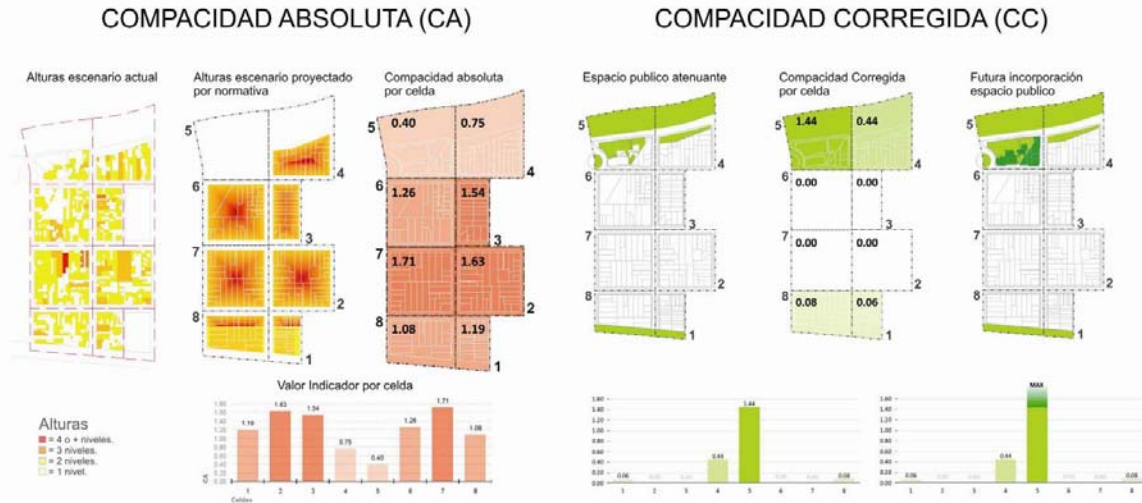


Fig. 8. Niveles de compacidad.

-Porcentajes de Coberturas sobre la totalidad de la superficie analizada: Las superficies impermeables y cementadas resultan ser el 55% de la superficie total, correspondiendo 34% a las construidas más el 21% a calles. Las superficies permeables suman el 45% de la superficie total,

en esta última inciden el río Suquia, los espacios intersticiales y bordes de las vías del ferrocarril, sin este aporte las superficies permeables estarían en el orden del 20% en lugar del 45% (Fig. 9).

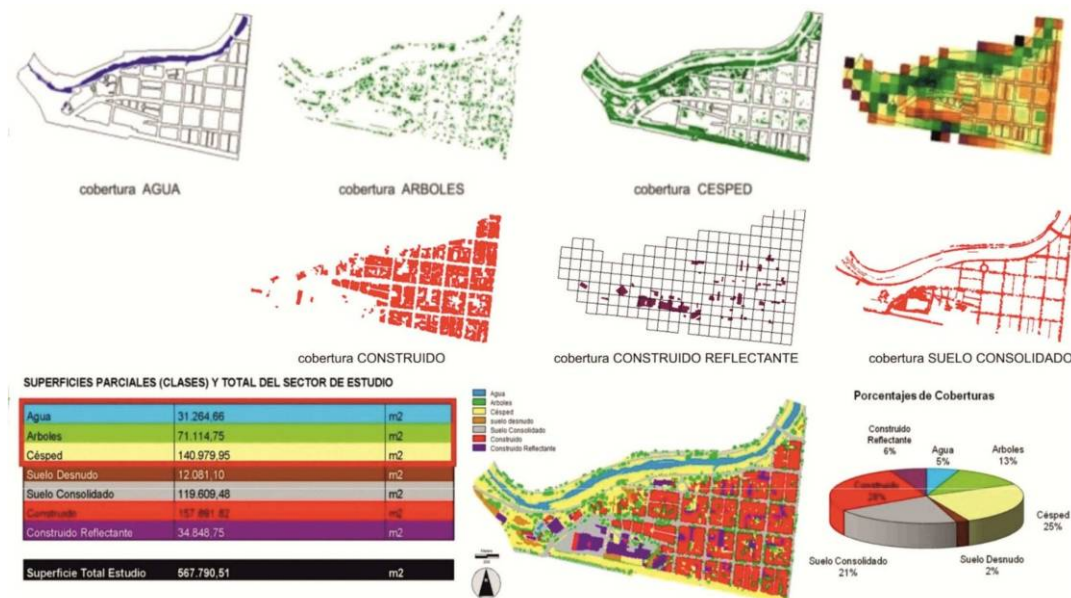


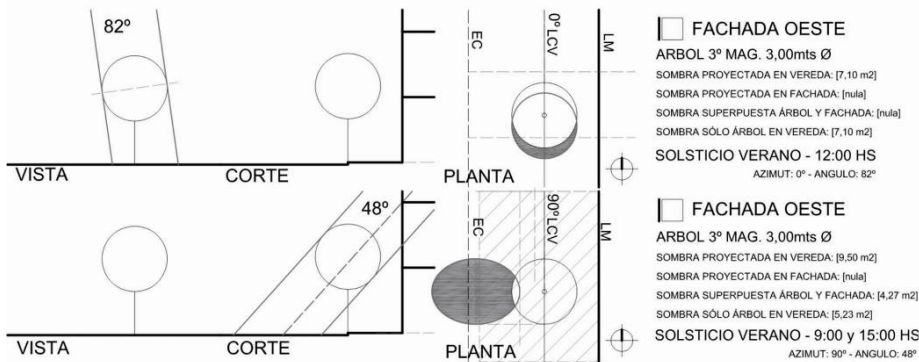
Fig. 9. Superficies y porcentajes de cobertura.

-Coeficiente Ambiental Ponderado, CA: Los datos procesados con IDRISI, arrojó un gráfico con los valores ponderados de las diferentes coberturas, que nos permitieron observar que pocas áreas alcanzan valores cercanos a 1 (situación ideal), predominando valores que se aproximan a 0, determinando altas emisiones de calor sensible en directa relación con el sector de mayor consolidación. Paralelamente se observó que en los ámbitos donde predomina el césped, los árboles y el agua (río y barrancas), el coeficiente ambiental ponderado se aproxima a los valores óptimos cercanos a 1.

Indicadores de Habitabilidad del Espacio Abierto Urbano: Los parciales sobre el Relevamiento de Arbolado Público determinaron un porcentaje de 41% de presencia arbórea y 59% de ausencia. Del tramo estudiado se observó que de las especies arbóreas relevadas un 75% son exóticas, mientras que el 25% restante son nativas de Argentina. Con relación a su estado, 56% se encuentran en buen estado, 34% en estado regular, y 10% en mal estado. Relacionado al tipo de follaje encontramos 42%

de persistentes, 7% de semipersistentes y 41% de caducifolias. En cuanto a la densidad de follaje los porcentajes están relacionados por una parte al tipo de especie y sobre todo al estado de la vegetación. En el análisis de superficie de Sombras Proyectadas por las Especies Vegetales en calle y fachadas, de los cálculos estándar luego de ponderar las sombras en función del tipo y la densidad del follaje bajo un criterio empírico, arrojó como resultado que los árboles relevados aportan en el solsticio de invierno una superficie de sombra sobre la calle que no supera el 2% en el horario de las 12 hs, y sobre las fachadas el 0,5%; en el solsticio de verano la superficie de sombra sobre la calle es del 5% en el mismo horario, y sobre fachada del 3%. Estos valores ponen en evidencia los ínfimos porcentajes de sombra y mínimo aporte al mejoramiento del clima urbano que efectúa el arbolado urbano existente (Fig. 10). Consecuencia del alto porcentaje de ausencia arbórea según el valor ideal por tramo y la gran cantidad de árboles en estado regular o malo.

Gráfico Determinación de Sombra Proyectada Estándar



- 1 - β = Ángulo Altitud del sol para ese día y horario (TABLA).
- 2 - a = Azimut rayo solar para ese día y horario (TABLA).
- 3 - α = Ángulo del eje de la calle respecto al norte (medición).
- 4 - Z_{pu} = Altura promedio en metros del perfil urbano (medición altura llenos).
- 5 - X_{pu} = Apertura promedio en metros del perfil urbano (medición ancho vacío público)

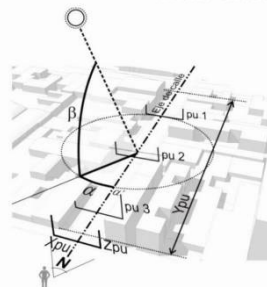


Gráfico Perfil Radiado / Perfil en Sombra

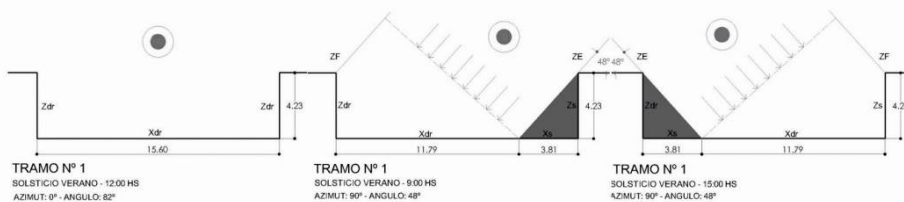


Fig. 10. Superficie de sombras proyectadas por las Especies Vegetales en calle y fachadas.

Sobre el grado de Permeabilidad de las Superficies en el EP, se puede observar que el área presenta una superficie impermeable del 87%, siendo el 13% permeable. De los materiales impermeables relevados, en las calzadas un 100% son de hormigón o asfalto, las veredas el 80% son de mosaico calcáreo y el 20% restante de otros materiales inertes. En cuanto a la presencia de cobertura permeable está constituida en un 85% por césped y un 15%, de suelo desnudo, el mayor grado de permeabilidad se encuentra al borde de la costanera del río, barrancas del ferrocarril y es menor en veredas. Este alto porcentaje de superficies impermeables incrementa los niveles de absorción, radiación solar y reflexión térmica de las superficies aumentando los niveles de temperatura y disminuyendo los de confort. Resultando al mismo tiempo desfavorable para la absorción hídrica necesaria para el mantenimiento de la forestación urbana.

Sobre los tipos de Materiales en Superficies de Fachada, predomina el revoque fino superando los 1.800 m², un grupo menor de 500 m² está constituido por fachadas de bloques de hormigón y ladrillo visto y en un tercer grupo de 300 m²; los materiales relevados son revoque grueso, vidrio, piedra y revestimientos de laja. Observamos que los tipos de materiales utilizados para las fachadas influyen en altos porcentajes de absorción de radiación solar y reflexión térmica.

En cuanto a los valores de evapotranspiración de la forestación urbana, la comparación se establece en verano, determinando que el tipo de vegetación que mayor evapotranspiración genera son las especies caducifolias y semipersistentes de tamaño chico y es del 28,7%, debido fundamentalmente a que son la mayoría en el tramo analizado. Si comparamos los ejemplares arbóreos de tamaño chico y tamaño grande, encontramos que los mayores aportes de evapotranspiración corresponden a los de mayor tamaño siendo de un 24% más. Las especies persistentes debido a que en el tramo hay menor porcentaje de estas aportan menos que las caducifolias un 22,35%, pero lo efectúan durante todo el año. La incidencia de la evapotranspiración que contribuye a la pérdida de ganancia calórica de los materiales por radiación solar aumentando el confort del espacio público,

es ínfima; debido a que la ausencia arbórea es de mayor porcentaje que su presencia.

Alternativas de modelización: Modelización de coberturas: En función de los resultados obtenidos, se procede a una fase de experimentación sobre tipos y porcentajes de coberturas y se modelizan cuatro alternativas, las que se generan con el objetivo de lograr acciones que mejoren los valores de Coeficiente Ambiental Ponderado. Se trabaja con tres variables claves, el arbolado público, la cobertura de las calles (modificando los materiales que la resuelven tecnológicamente) y las cubiertas de las edificaciones, trabajando la hipótesis de conversión de cubiertas cementadas convencionales en cubiertas verdes (Fig. 11). - Alternativa 1. Consolidación del arbolado público. Una primera experimentación proyectual fue trabajar la modificación de la densidad del arbolado público completando el arbolado existente, (aumentando los porcentajes de cobertura), se consideró para el caso un ejemplar de 8 metros de diámetro de canopia, determinándose un valor ideal de 22 ejemplares por cada tramo, equivalente a cien metros de longitud, y reforzando el corredor costanero del Río Suquia con árboles de 12 a 15 metros de diámetro. El incremento de ejemplares planteado aumentaría la clase árboles en un 10%. En el cálculo del Coeficiente Ambiental Ponderado de la situación prospectiva planteada, se observó un impacto positivo en el sector, mejorando sensiblemente los resultados en las áreas mayormente consolidadas, que resultaría una alternativa de ejecución factible por los bajos costos de su gestión.

-Alternativa 2 – 30% de césped en calles. La alternativa 2 desarrolló la hipótesis de la resolución del 30% de la superficie de las calles con materiales naturales y absorbentes, haciendo hincapié en la resolución de aceras, y en menor medida reconvirtiendo las calzadas, el material definido es césped. En relación con el Coeficiente Ambiental Ponderado, se observa una mejoría leve en el sector, con un aumento de la capa césped en un 4%. Esta es menor que en la alternativa 1, verificando que sería más eficiente la consolidación del arbolado público que la resolución de las vías con materiales absorbentes.

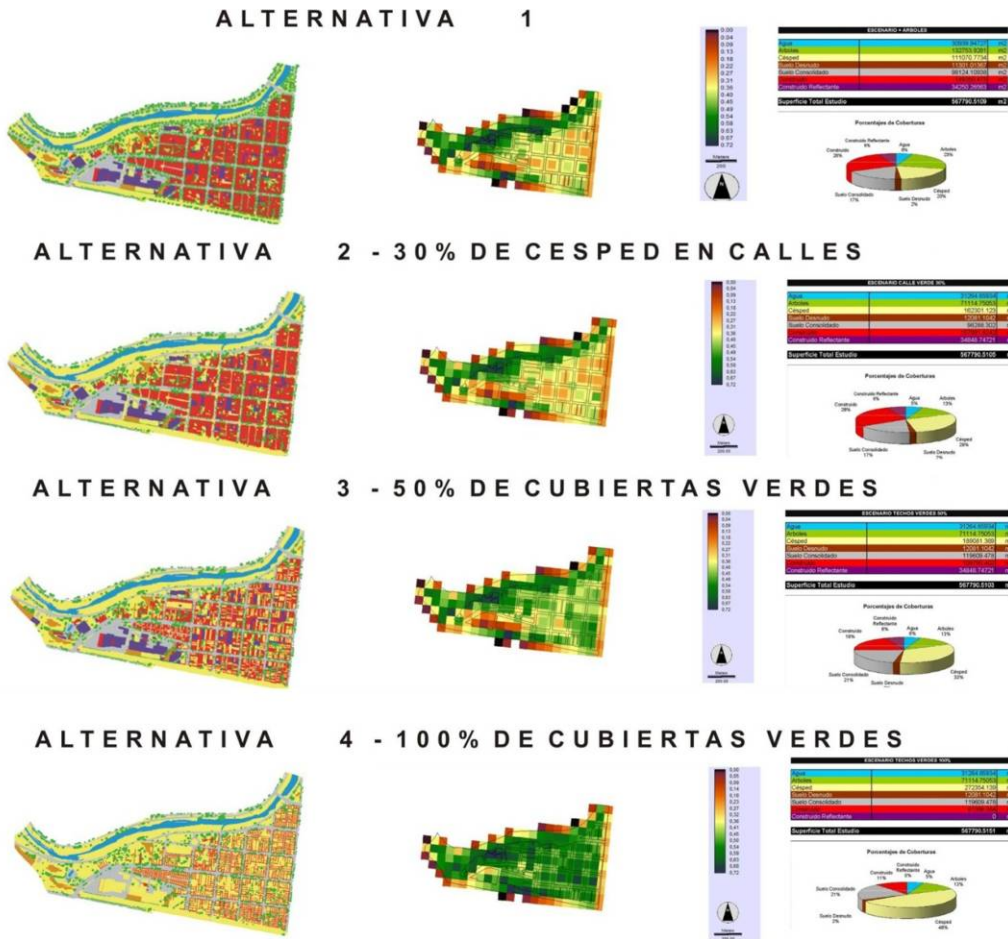


Fig. 11. Diferentes alternativas de coberturas para mejorar confort y permeabilidad de las superficies.

Alternativa 3 – 50% de cubiertas verdes. La alternativa 3 desarrolló la hipótesis de la resolución del 50% de la superficie de las cubiertas techadas con materiales naturales y absorbentes compuestas por gramíneas o crasuláceas. La aplicación del software permitió la verificación de un aumento de la capa Césped en un 8%. Con relación al Coeficiente Ambiental Ponderado, se observó una mejoría considerable, aproximándose a una situación deseada, verificando que esta última alternativa produciría mejoras en la situación ambiental en el sector de estudio; aunque implicaría altos costos en las acciones a realizar, ya que requeriría de la reconfiguración de cubiertas existentes o la renovación edilicia que incorpore esta nueva tipología.

-Alternativa 4 – 100% de cubiertas verdes. La alternativa 4 desarrolló la hipótesis de la resolución del 100% de la superficie de las cubiertas con materiales naturales y absorbentes

utilizando las mismas herbáceas y suculentas que en la alternativa 3. La aplicación del software permitió la verificación del aumento de la capa Césped en un 29%, la disminución de la capa construido en un 17%, bajando a 0% la capa construido reflectante. Con relación al Coeficiente Ambiental Ponderado, se verifica una mejoría notable en el sector estudiado, aproximándose a una situación óptima para los entornos urbanos de 0,68 sobre 1,00 (ideal); esta última alternativa produciría considerables mejoras en la situación ambiental en el sector de estudio pero implicaría altos costos en las acciones a realizar, ya que requeriría la reconfiguración de la totalidad de las cubiertas existentes o la renovación edilicia total que incorpore esta nueva tipología arquitectónica. Las alternativas de modelización desarrolladas permitieron realizar aproximaciones objetivas a la proyectualidad, definiendo valores y porcentajes de las distintas clases de coberturas (Fig. 12).

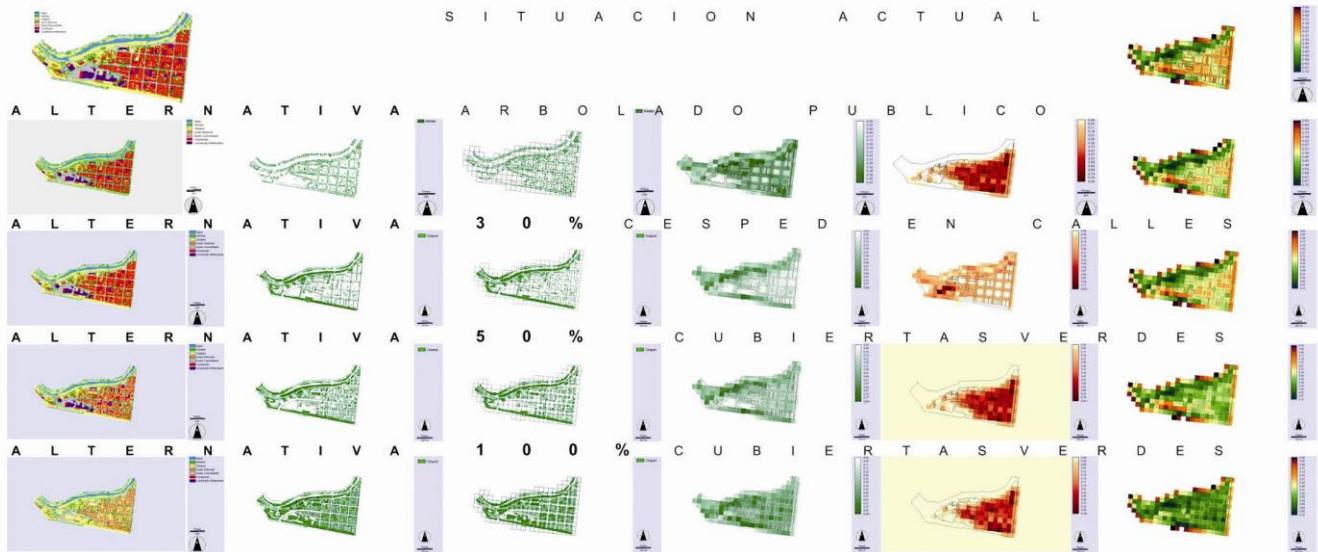


Fig. 12 – Comparativo de las alternativas prefiguradas.

En una situación de aplicación de proyectos específicos, las acciones desarrolladas en cada una de las alternativas deberían ser combinadas, utilizando los valores de cada una ellas, en función de la factibilidad económica y técnica de los proyectos a desarrollar.

Enfocados en los valores ambientales del sector, tendría que desarrollarse una política de gestión integral del arbolado público y el tratamiento de las calzadas y veredas con materiales absorbentes, y trabajar la renovación residencial utilizando cubiertas verdes al 100% en los nuevos emprendimientos.

Alternativas de modelización sobre superficies horizontales: Para efectuar la modelización, se definió como criterio la estandarización de determinados tipos de superficies, a los efectos de permitir fácilmente cuantificar y comparar los datos obtenidos generando una matriz o tabla síntesis que permitiera la sistematización de las situaciones estudiadas y planteadas hasta el momento. En base a los resultados obtenidos sobre radiación solar de las superficies impermeables como una de las variables que producen el efecto isla de calor urbano, se determinó como premisa que las superficies propuestas mitigaran estas consecuencias. En una primera etapa, se establecieron valores estándar de grados de permeabilidad, a los efectos de eficientizar el procedimiento de modelización y sistematizar su aplicación.

Matriz de alternativas: En función del tipo de superficie horizontal (calle) y el porcentaje de materialidad estándar (definido según el grado de permeabilidad), se diseñaron para calzadas y veredas alternativas que pueden ser aplicables a diferentes tramos de estudio; definiendo los siguientes.

-100% Impermeable: Calzadas y veredas efectuadas con materiales impermeables.

-30% Semipermeable: en veredas, realizadas en un 70% con materiales impermeables, y en un 30% con materiales permeables deducidas de un estándar de 22 especies vegetales en una cuadra de 100m de largo, resueltas con 1,20 m² de cazuela para c/u; en calzadas 70% por materiales impermeables, y en un 30% por materiales semipermeables (cribados).

-60% Semipermeable: constituidas en un 40% por materiales impermeables y en 60% por materiales permeables, en este caso se considera materializar una mínima superficie destinada a circulación peatonal y huellas de ingresos a cocheras privadas.

-100% Semipermeable: constituidas en la totalidad de la calzada por materiales semipermeables (cribados).

La combinación de las diferentes variables arrojó 9 alternativas con las cuales se realizaron modelizaciones a partir de la situación actual determinando porcentajes de coberturas y materiales en el espacio público que incidirían en las condiciones de confort urbano y niveles de

permeabilidad de las superficies horizontales en el espacio abierto público (Fig. 13 y 14).

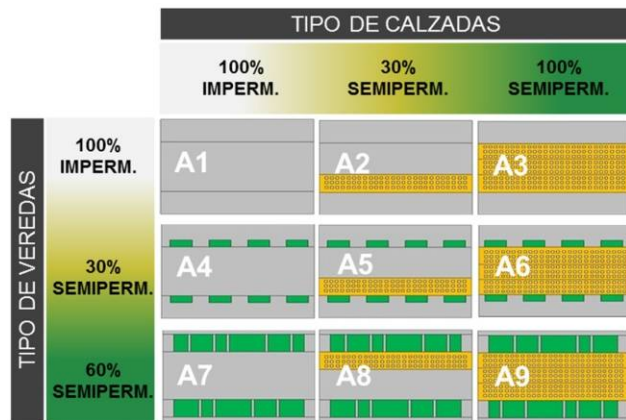


Fig. 13. Esquemas de alternativas para la materialidad.

Optimización del recurso hídrico: En función del registro promedio anual de 700 mm y de la Matriz de Alternativas expuesta en el punto 4.2.1 donde se definió el grado de absorción de los tres tipos de superficies para calzadas y veredas: Sup. Impermeables 0% de absorción, Sup. Semi Permeables 50% de absorción y Sup. Permeables 100% de absorción (sin considerar el nivel de saturación del suelo); se procedió a determinar el volumen de agua absorbido por las superficies del tramo en estudio. Con el mismo criterio se realizó el análisis efectuando la apertura de los volúmenes totales determinados para la estación seca y de la estación húmeda.

Los resultados permitieron determinar que el volumen de agua de lluvia retenido por las superficies Permeables y Semipermeables en el área de estudio van desde 0 m³ en el caso de la alternativa 1 (mayor superficies impermeables) a 1.633 m³ para el caso de la alternativa 5 (mayor superficies permeables).

Los resultados obtenidos, permitieron establecer criterios en base a datos específicos, para la toma de decisiones de diseño tendientes a mitigar las problemáticas de inundabilidad y anegamiento en el espacio público producto del alto grado de impermeabilidad que presentan dichos espacios en la actualidad. A su vez esta información permitió cuantificar el agua que podría captarse, acumularse y ser reutilizada para mantenimiento del espacio público en la estación seca (Fig. 15).

A5

Superficie Calzada:
30% Adoquín Cribado - 70% Hormigón AT
Superficie Vereda:
Baldosas y/o mosaicos con Cazuelas Individuales

La A5 (Alternativa de solados 5) está planteada considerando la superficie de calzada destinada al estacionamiento de vehículos (30% del total de su superficie) con un tratamiento superficial mediante adoquines cribados permitiendo un porcentaje de absorción de agua de aproximadamente el 50% del caudal recibido. El resto de su superficie se materializa con HPA® de Alto tránsito, siendo nula la absorción de agua en superficie. En veredas se manifiesta una situación intermedia, considerando cazuelas individuales de 2mts. x 1mts. cada 10mts una de otra. El resto de la superficie se materializa con solado de baldosas y/o mosaicos.

Modelización sobre tramo testigo: Calle Asunción

[Sup. Total: 6135m²]

Calzada

Superficie Adoquín Cribado: 1096 m²
Superficie Hormigón 3167 m²

Vereda

Superficie Impermeable: 1731 m²
Superficie Permeable 141 m²

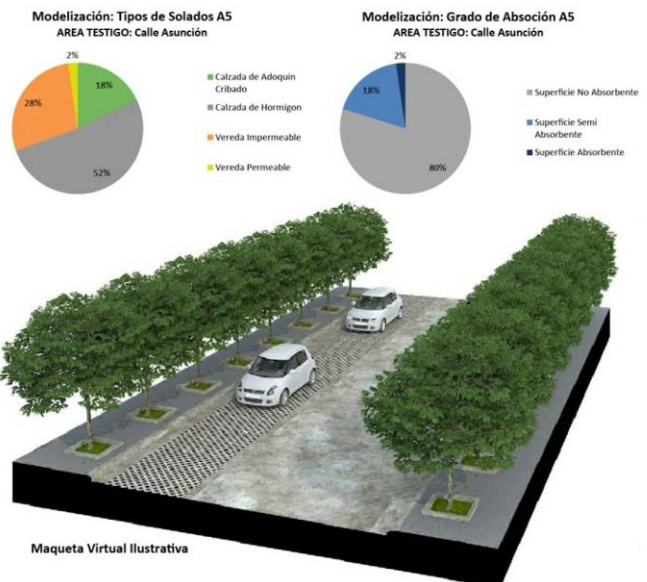


Fig. 14. Modelización de alternativas sobre el tramo. Alternativa 5

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las conclusiones en esta etapa de la investigación determinaron las problemáticas del ambiente y paisaje del sector estudiado, poniendo en evidencia una forma de ocupación del suelo que desconoce las características y amenazas de su soporte geográfico natural (Quintana Salvat et al., 2002). Una conformación morfológica con dominio de superficie construida y una habitabilidad del espacio público con alto y creciente deterioro ambiental y paisajístico. Evidenciando la necesidad de una legislación que regule la planificación urbana enfocada a estudiar el territorio natural de soporte, las tipologías construidas y del espacio abierto tanto privado

como público con una visión de totalidad, considerando las particularidades y articulaciones

de los fragmentos con el objetivo de cualificarlos y lograr un espacio urbano sustentable.

Mes	PROM. MENSUAL 2000-2010	TIPO DE ESTACION
Enero	131	HUMEDA
Febrero	92	HUMEDA
Marzo	118	HUMEDA
Abril	54	HUMEDA
Mayo	15	SECA
Junio	4	SECA
Julio	10	SECA
Agosto	5	SECA
Septiembre	27	SECA
Octubre	53	SECA
Noviembre	98	HUMEDA
Diciembre	111	HUMEDA

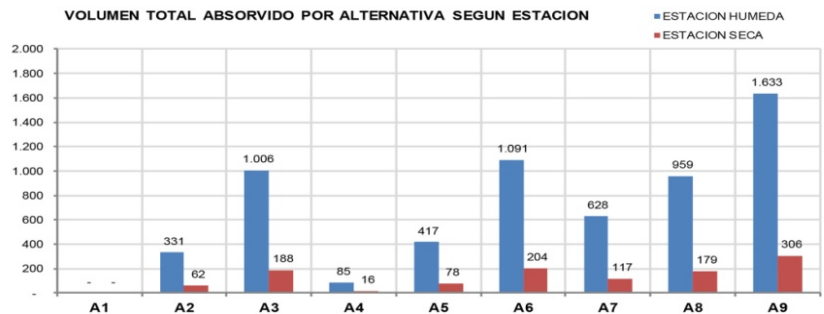
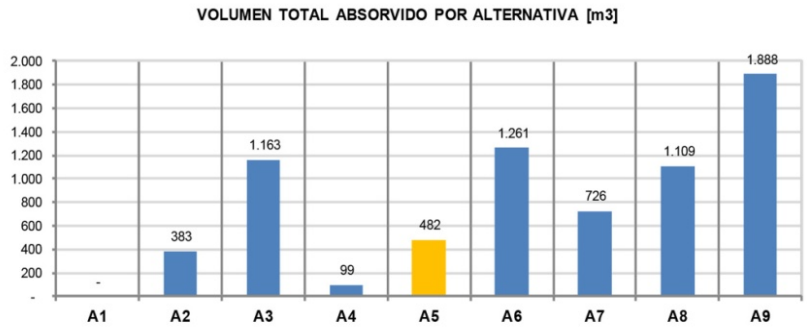
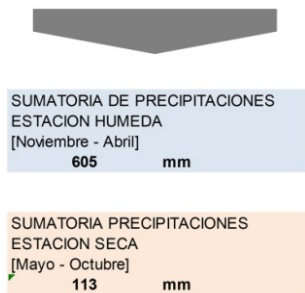


Fig. 15. Comparativa de Precipitaciones en Estación Húmeda y Estación Seca (2000 al 2010), y de volumen absorbido por las alternativas modelizadas.

La metodología aplicada resulta un ensayo que facilitó no solo el diagnóstico sino también el análisis de escenarios posibles para la planificación urbana, diferenciando la tendencia actual, la permitida por la normativa y las alternativas óptimas deseadas desde el concepto de sostenibilidad ambiental y paisajística aplicable al caso estudiado. Por otra, determinó que la densificación y compactación del tejido en las áreas de renovación, requiere salvaguardar la identidad de las mismas a partir de la consideración de sus determinantes ambientales, paisajísticas, ecológicas y patrimoniales. Esto implicaría integrar la matriz urbana dentro de los procesos naturales del territorio, de manera que estos aporten las funciones ecológicas y la biodiversidad necesarias para el funcionamiento de este fragmento ecosistémico de la ciudad. Los modelos propuestos generarían equilibrio entre superficies construidas y superficies libres; liberando superficies de suelo urbano para ser convertidos en espacios verdes accesibles al uso público; promoviendo la forestación arbórea urbana y las tipologías urbanas y arquitectónicas que descompriman impactos por radiación e

impermeabilización y optimicen los niveles de confort urbano y la captación hídrica. Se enfatiza la necesidad de planificar a futuro poniendo en valor el concepto de espacio abierto público como espacio de interacción, apropiación y uso social; contemplando generar diferentes categorías como áreas verdes, zonas de paseo peatonal, e incentivar y dar espacio para otros medios de movilidad, además del automóvil, a ello promueve la modelización de las diferentes tipologías de espacio abierto público. Para aproximar soluciones a lo expuesto se trabajó con modelizaciones que prefiguraran espacial y morfológicamente, tipologías volumétricas de espacio construido/abierto, forestación urbana y niveles de permeabilidad de las superficies a nivel y en altura, resolviendo según diagnóstico las condicionantes ecológicas y paisajísticas determinadas en el mismo. Estos son algunos de los alcances en la presente etapa de la investigación, efectuados a partir de alternativas modélicas relacionadas a variables como el Coeficiente Ambiental Ponderado, la permeabilidad de las superficies en calle y el incremento de la forestación urbana en calles y espacios abiertos de uso público.

BIBLIOGRAFÍA

- Bettini, V. 1998. Elementos de ecología urbana. Editorial Trotta. Valladolid. España.
- Busquets, J. y A. Cortina. 2009. Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje. Ed. Ariel. Patrimonio. Barcelona, España.
- Carrieri, S., M.J. Vespa, R. Codina, C. Kocsis, E. Manzano, M. Malecki Ferro, E. Videla y S. Fioretti. 2009. Propuesta de metodología para la calificación bio-ambiental de espacios verdes mediante coeficientes ecofisiológicos. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XLI. N° 1. Año 2009. 1-21. URL: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3091/carrieriagrarias41-1 (18/10/2010)
- Di Marco, A., V. Budovski, A. Novello, M. Asís, A. Mas y W. Castellan. 2009. El espacio público desde una visión paisajística. Bases de interpretación para Córdoba ciudad. Ed. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina
- Falcón, A. 2007. Espacios verdes para una ciudad sostenible Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Ed. Gili. Barcelona. España.
- Fariña Tojo, J. 2007. La ciudad y el medio natural. Ed. Akal S. A. Madrid. España.
- Martiarena, M. 2011. Plan de conservación del sistema de espacios verdes urbanos asociados a la red de acequias de riego de la localidad de Tilcara, Jujuy, Argentina. Lulu.com. 3101 Hillsborough St. Raleigh, NC 27607-5436
- Matteucci, S. 2009. Ecología de Paisajes: concepto, historia, campos de aplicación. URL: <http://www.gepama.com.ar>. (10/11/2011).
- Padilla Galicia, S. 2009. Temas de sustentabilidad en el urbanismo contemporáneo. Conclusiones del SUI. Revista Digital Universitaria. Volumen 10 Número 7 URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art39/art39.htm> (15/08/2010).
- Rueda S. 2006. Plan especial de indicadores de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanística de Sevilla. Ayuntamiento de Sevilla. URL: <http://www.bcnecologia.net/decourban/indicadores.pdf> (11/02/2011).
- Rueda S. 2007a. La compacidad urbana estudio del espacio público. Vitoria - Gasteiz. Memoria de avance Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. URL: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0538401.pdf> (5/09/2010).
- Rueda S. 2007b. Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público en Vitoria-Gasteiz. Memoria de avance. Documento Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. URL: www.sostenibilidad-es.org/.../plan_director_movilidad_y_espacio_publico_vitoria.pdf (10/03/2011).
- Salvador Palomo, P.J. 2003. La planificación verde en las ciudades. Ed. Gili. Barcelona, España
- Torre Jofré, M. 2009. Índice de Sostenibilidad Urbana: una propuesta para la ciudad compleja. Revista Digital Universitaria. Vol. 10(7). URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art44/art44.htm> (5/07/2010).