

Infraestructuras verdes: desde el territorio a la cubierta habitable

Serie: Innovaciones para la sostenibilidad en vivienda, ciudad y territorio.
Para el caso de Córdoba

Compilación resultados de Proyectos de Investigación Secyt-UNC 2014-2019
Beatriz Giobellina - Susana Medina - Sara Pomazán - Clara Sánchez Gavier (editoras)



Infraestructuras verdes: desde el territorio a la cubierta habitable

Serie: Innovaciones para la sostenibilidad en vivienda, ciudad y territorio.

Para el caso de Córdoba

Compilación resultados de Proyectos de Investigación Secyt-UNC 2014-2019
Beatriz Giobellina-Susana Medina-Sara Pomazán-Clara Sánchez Gavier (editoras)

Infraestructuras verdes : desde el territorio a la cubierta habitable : Serie : innovaciones para la sostenibilidad en vivienda, ciudad y territorio : para el caso de Córdoba / Beatriz Giobellina ... [et al.] ; editado por Beatriz Giobellina ... [et al.]. - 1a ed compendiada. - Córdoba : Editorial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-4415-79-0

1. Infraestructuras. 2. Arquitectura . 3. Diseño Urbano. I. Giobellina, Beatriz, ed.
CDD 720.47

Fotografía de tapa: Agustina Sánchez Gavier

Mapa de tapa: Yuliana Céliz

Edición en acuarelas fotografía de tapa: Eugenia Contreras

Diseño y maquetación: Clara Sánchez Gavier y Sara Boccolini

Revisión textos: Sara Boccolini

Editoras

Dra. Arq. Beatriz Giobellina

Arq. Susana Medina

Arq. Sara Pomazán

Arq. Clara Sánchez Gavier

Equipo de investigación (con variaciones entre 2014-2019)

Dra. Arq. Beatriz Giobellina (Directora)

Arq. Susana Medina (Co-directora)

Arq. Sara Pomazán

Dra. Arq. Sara M. Boccolini

Mgter. Arq. Yuliana Céliz

Arq. Felipe Márquez

Arq. Clara Sánchez Gavier

Ing. Agr. Matías Giraudó

Ing. Agr. Ornella Ruggia

Estudiante Carolina Senestrari

Colaboradores Cial (Centro de Investigación en Acústica y

Luminotecnia (CIAL) – FAUD – UNC):

Arq. Arturo Maristany

Arq. Silvina Angiolini

Colaboradores externos

Ing. Agr. Guillermo Aguirre (Pro-huerta- INTA)

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Beatriz Giobellina.....	6
-------------------------	---

ESCALA DE TERRITORIO

Servicios ecosistémicos e infraestructuras verdes para avanzar hacia ciudades más sustentables. El caso de Córdoba. Yuliana Céliz, Beatriz Giobellina.....	11
---	----

ESCALA URBANA

Los techos verdes como innovación para la sustentabilidad en vivienda, ciudad y territorio. Beatriz Giobellina.....	27
Antecedentes históricos de los techos verdes. Susana B. Medina.....	43
Desde la casa, hacia narrativas del cuidado. Clara Sánchez Gavier.....	57
Cubiertas verdes en la ciudad de Córdoba. Factibilidad de implementación en construcciones existentes y potencial de difusión en el tejido urbano. Sara M. Boccolini.....	71
Estudios sobre el potencial de la terraza polifuncional para el caso de Córdoba. B. Giobellina; S. Medina; S. Pomazán; S. Boccolini; Y. Céliz; F. Márquez; M. Giraudó; O. Ruggia.....	81

CASOS DE TERRAZAS ESTUDIADAS EN CÓRDOBA

Rendimiento térmico de cubiertas verdes sobre techo de chapa en la Ciudad de Córdoba – Argentina B. Giobellina, A. Maristany, S. Angiolini, S. Medin, S. Pomazán	87
Conversando con Don Andrés Ramírez, una historia imperdible. Experiencia de huerta orgánica en la terraza, lograda por el promotor del INTA Pro-Huerta en barrio Villa Azalais de Córdoba. Guillermo Aguirre.....	99
Estudio de caso: la huerta en la terraza de Don Andrés. Felipe Márquez.....	103
Estudio de caso: terraza habitable y productiva en Alberdi, Córdoba. Felipe Márquez, Carolina Senestrari y Sara M. Boccolini.....	197
Relato de una experiencia de extensión: terrazas verdes en barrios populares. Ornela Ruggia y Felipe Márquez.....	135

APORTES AGRONÓMICOS

Paleta vegetal. Sara Pomazán.....	147
Especies hortícolas en techos verdes. Ornela Ruggia y Matías Giraudó.....	173
La huerta en la terraza. Consejos para lograr una huerta agroecológica en la terraza. Guillermo Aguirre.....	187

AUTORES

Beatriz Giobellina

Arquitecta (UNC)

Doctora en Ordenación del Territorio, el Medio Ambiente y el Urbanismo (Universidad Politécnica de Valencia)

Directora del Observatorio de Agricultura Urbana, Periurbana y Agroecología (INTA - AER Córdoba)

Susana Medina

Arquitecta (UNC)

Diplomada en Arquitectura Bioclimática y Sustentable (UNAM)

Docente de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (UNC)

Sara Pomazán

Arquitecta (UNC)

Directora Empresa TECHOS VIVOS y Asoc.

<http://www.techosvivosweb.com.ar>

<https://www.facebook.com/TechosVIVOSArq>.

SariPomazan

Yuliana Céliz

Arquitecta y Magíster en Ordenamiento Territorial (UNLP)

Becaria doctoral CONICET (O-AUPA) Observatorio de Agricultura urbana periurbana y agroecología. INTA AER Córdoba

yulianaceliz09@gmail.com

Sara M. Boccolini

Arquitecta y Magíster en Gestión y Desarrollo Habitacional (UNC)

Dr. Phil. Urban and Regional Studies (Bauhaus Universität – Weimar)

saraboccolini@gmail.com

Felipe Márquez

Arquitecto (UNC)

marquezfelipe@hotmail.com

Ornela Ruggia

Ingeniera agrónoma (UNC).

Becaria doctoral CONICET (O-AUPA) Observatorio de Agricultura urbana periurbana y agroecología. INTA AER Córdoba

ornelaruggia@gmail.com

Matias Giraudó

Ingeniero Agrónomo (UNC)

Dirección de producción agropecuaria familiar.

Ministerio de agricultura y ganadería.

mgiraudó81@hotmail.com

Clara Sánchez Gavier

Arquitecta (UNC)

Becaria SECyT-UNC de Maestría en Diseño

Arquitectónico y Urbano (UNC) - Instituto de Investigación de la Vivienda y el Hábitat (IINVIHAB/

CEUR-CONICET)

clarasanchezgavier@gmail.com

Guillermo Aguirre

Ingeniero agrónomo (MBA)

Pro Huerta del AER INTA Córdoba

aguirre.guillermo@inta.gob.ar

Carolina Senestrari

Estudiante de Arquitectura (UNC)

caritosenes@hotmail.com

Colaboradores:

Arq. Arturo Maristany y Arq. Silvina Angiolini

*Centro de Investigaciones en Acústica y Lumino-
tecnia (CIAL – FAUD – UNC)*

Cubiertas verdes en la ciudad de Córdoba

Factibilidad de implementación en construcciones existentes y potencial de difusión en el tejido urbano

Sara M. Boccolini

Introducción

Este capítulo presenta los resultados del análisis realizado para evaluar el impacto potencial de las intervenciones con cubiertas verdes en el tejido urbano de Córdoba. Al ser intervenciones que se focalizan específicamente en construcciones de pequeña escala, residenciales, construidas con técnicas tradicionales, es preciso analizar la factibilidad de estas intervenciones en este tipo de construcciones y la replicabilidad que pudieran tener en la ciudad de Córdoba (y en ciudades comparables de la región).

En primer lugar, se reconstruyen históricamente los factores culturales (políticos, socioeconómicos, productivos) que estructuran el patrón de urbanización residencial de baja densidad que genera estas construcciones. Estos factores se exponen muy brevemente, sirviendo de base para analizar la amplia extensión de este patrón en la ciudad, demostrando su representatividad en la estructura urbana y las posibilidades de replicación en gran parte de la superficie edificada, cuyo impacto beneficiaría a la mayor parte de la población de la ciudad.

En segundo lugar, se evalúan las condiciones materiales y técnicas de estas construcciones, con respecto a las condiciones ambientales de la ciudad y en función de las solicitudes que implica una intervención con cubiertas verdes. Se demuestra no sólo la factibilidad constructiva en términos generales -por supuesto, a corroborar en cada situación particular-, sino que también se presenta brevemente el impacto positivo de estas intervenciones en la regulación de temperatura, humedad y retardo de escorrentía de aguas de lluvia.

Factores históricos de la ocupación del territorio¹

La importancia de Córdoba como centro cultural, económico, educativo, financiero y de entretenimiento de la región es un hecho conocido ampliamente en el ámbito académico, técnico y por la población en general. También lo es que, con 1.329.604 habitantes, es la segunda ciudad más poblada de Argentina después de Buenos Aires y la más extensa del país (INDEC, 2012). Sin embargo, estrechamente relacionado con ello, hay un hecho menos conocido: La superficie de su ejido municipal de 57.000 Ha (576 km²)² es el tercero más extenso a nivel

¹ Los resultados sintetizados en este subcapítulo han sido realizados en el marco de una investigación doctoral (Boccolini, 2017), y han sido presentados parcialmente para su discusión en Boccolini, 2014.

² La Ley Provincial N° 1.295 del año 1893, junto con los Decretos Municipales N° 6.548 del 27 de enero y N° 7.102 del 14 de septiembre, ambos del año 1938, establecen que el Ejido Municipal de Córdoba queda delimitado por un cuadrado de 24 Km, el cual corresponde al Departamento Capital de la Provincia. El centro de ese cuadrado es la Plaza San Martín (la plaza fundacional) y sus lados coinciden con los rumbos Norte, Sur, Este y Oeste verdaderos (Subsecretaría de Desarrollo Económi-

mundial. Su superficie deja muy atrás, por ejemplo, las 20.200 Ha de la ciudad de Buenos Aires o a las 33.000 Ha del *inner London*.

El área urbanizable de ese ejido (23.775,1 Ha, 41% de la superficie total) está ocupada con los patrones característicos de las grandes ciudades argentinas, como son Buenos Aires y Rosario: Los patrones de alta densidad, con torres de vivienda colectiva están relegados sólo a las áreas centrales, su extensión inmediata o sobre los corredores de acceso a ella. Estos sectores de alta densidad concentrados contrastan fuertemente con el resto del tejido urbano, ocupado por tejido de baja y muy baja densidad, con viviendas unifamiliares en parcelas individuales, con muy baja ocupación del suelo y escasa relación entre la superficie privada y la destinada al uso público (que, en su mayoría se destina a espacio de circulación vehicular).

co y Estratégico - Dirección de Estadísticas y Censos, 2012: 14; Subdirección de Indicadores de Gestión, 2008)

Este modelo de ocupación del territorio se consolidó en la segunda expansión urbana de la ciudad, desarrollada a mediados del siglo XX como consecuencia del proceso de sustitución de importaciones que consolidó a la ciudad de Córdoba como el segundo centro de producción industrial del país³ (Foglia, 1989). Este período de crecimiento fue el mayor y más explosivo en la historia de la ciudad. La migración de origen interno y externo⁴ que se asentaba en los centros urbanos fue la principal responsable de que la población de la ciudad creciera de 386.828 habitantes en 1947 a 801.071 habitantes en 1970 (Secretaría de Planeamiento y Desarrollo Estratégico - Dirección de Estadísticas y Censos, 2014). Este crecimiento poblacional se tradujo en la expansión del área urbanizada de la ciudad. Esta ocupación del territorio se estructuró con políticas públicas que combinaban los intereses de los propietarios del suelo periurbano de ideologías de corte higienista y moralista burguesas, junto con políticas de construcción de una identidad nacional y sentimiento de pertenencia a partir del “crisol” de inmigrantes extranjeros.

Por un lado, las tendencias higienistas y moralistas tenían raíces en las teorías de la -por entonces- joven disciplina urbana, desarrolladas en Alemania, Inglaterra, Francia y Estados Unidos durante el siglo XIX y principios del XX (Gravagnuolo, 1998; Hall, 2014). La vivienda colectiva de alta densidad suponía el *covacherío* que reproducía las condiciones de insalubridad que se trataban de evitar a través del planeamiento urbano “moderno” (CIAM, 1957:

50). Por otro lado, se encontraban los motivos políticos de los reformistas de ligar al trabajador (en su mayoría inmigrante) a la tierra y a los valores de la tradición-, y los criterios de “poblar el territorio” que se mantenían desde mediados del siglo XIX. A esto se sumaban las muy buenas oportunidades de rentabilidad que ofrecía a los terratenientes la urbanización de la periferia de los pueblos y ciudades.

Desde los sectores más liberales a los más conservadores propiciaron la vivienda individual frente a la colectiva (Liernur y Ballent, 2014), posibilitando el rápido triunfo del modelo de “urbanización jardín” que caracterizó el crecimiento por extensión de la urbanización hacia la periferia, entendido como panacea superadora del crecimiento incontrolado de las ciudades en el país. La vivienda unifamiliar en una parcela individual era concebida, entonces, no como una alternativa, sino como un derecho básico de la población al “aire puro y agua pura, tranquilidad y belleza campesina”. Y a pesar de que los costos de infraestructura son un condicionante básico para definir los planes de desarrollo⁵, desde el Plan de Carrasco (1927), pasando por el Plan Director de La Padula (1957) hasta el Plan Diagnóstico (1973) y el Plan estratégico (2004) que se definirán en las décadas siguientes, la densidad media impuesta para la ciudad de Córdoba está definida por la vivienda unifamiliar en parcelas individuales con densidades cada vez más bajas.

El modelo residencial mono funcional de baja densidad

Siguiendo el patrón característico de las ciudades latinoamericanas que supieron ser colonias españolas (Panerai et al., 1986: 32), se ocupó el territorio con manzanas cuadradas de 1 Ha aproximadamente, separadas entre sí con calles regulares de 10 o 12 m de ancho y fraccionadas con parcelas de 250 a 350 m². Con el mismo precepto se “diseña” el resto del espacio público, que se reduce a la superficie mínima exigida por la normativa destinada a plazas y espacios verdes públicos (un 10% de la superficie destinada a parcelas). En definitiva, se designa como plaza una manzana o media manzana -generalmente aislada en el medio del trazado- que se “vacía” de parcelas individuales, sin mayor estudio de diseño urbano o paisajístico.

⁵ Según las propias memorias de los mencionados planes.



Imagen 1: Imagen aérea de la ciudad, desde el área central hacia el Oeste.

En primer plano se observa el área central y barrio Nueva Córdoba (las zonas donde se concentran los edificios de media y alta densidad de la ciudad). A continuación puede apreciarse el tejido del área pericentral, intermedia y periférica del cuadrante Oeste de la ciudad, ocupados con tejido de baja densidad.

El tejido construido y funcional de estos barrios repite de alguna forma la regularidad del trazado: se consagra definitivamente el modelo de ocupación de las parcelas con una vivienda unifamiliar entre medianeras, con un jardín delantero -que funciona como anexo ajardinado de la calle- y un patio trasero. Las edificaciones y funciones no residenciales (generalmente actividades de servicios poco complejas y equipamiento urbano básico) quedan relegadas a las avenidas que conectan los barrios con el área central o con la periferia. El grano resultante⁶ de este proceso es pequeño y casi uniforme. Las calles se ensanchan visualmente con los jardines delanteros, y los frentes de vereda tienen un cierre continuo, con edificaciones de una o dos plantas.

⁶ El grano del tejido urbano hace referencia al tamaño de las partículas o bloques que forman el tejido construido de un sector. De acuerdo a su composición, puede ser pequeño o grande, compacto, desagregado, homogéneo, heterogéneo, etc. Representa la relación de las edificaciones y el vacío entre ellas, y sirve, entre otras cosas, para evaluar la fragmentación del tejido o la ocupación de un sector a lo largo del tiempo.

El interior de las manzanas se destina a los patios individuales, conformando “corazones de manzana” -aunque fragmentados por los muros medianeros-.

La normativa de ocupación y uso del suelo es un factor clave en este proceso: con muy pocas variaciones en el tiempo, los barrios de la mayor parte del área urbanizada de la ciudad son definidos por el patrón residencial, que limita fuertemente la cantidad de unidades de vivienda por parcela⁷ y la superficie edificable total⁸, asegurando una superficie libre de entre 30 y 50% de la superficie total de la parcela.

Como resultado de este modelo, los barrios formales de la ciudad de Córdoba -aun cuando presentan grandes diferencias en cuanto a la condición socioeconómica de sus habitantes- tienen una densidad media

⁷ Prácticamente sólo 2 unidades en una parcela de superficie media (Tablas 1 y 2 del artículo 42 de la Ordenanza 8256/86).

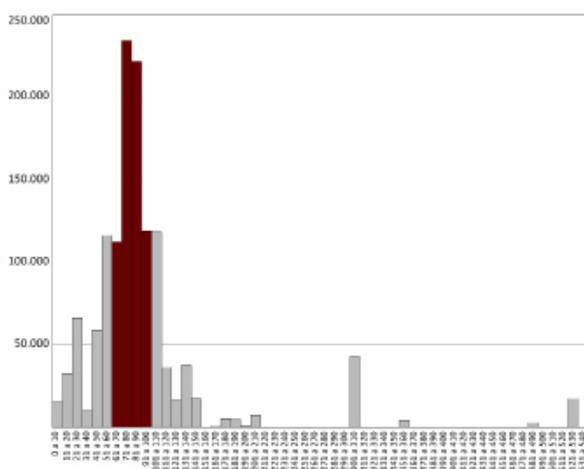
⁸ Entre 1 y 2 veces la superficie de la parcela (Ordenanza 8256/86).

percibida de 80 hab/Ha⁹: El 76% de la población vive en barrios de menos de 100 hab/Ha. (Gráfico 1).

Los barrios con una densidad entre 60 y 100 hab/Ha tienen un impacto significativo en la estructura urbana de Córdoba, ya que ocupan el 38% del área urbanizada actual. (Mapa 1).

El tejido de estos barrios está prácticamente consolidado en todo su trazado, con el grano pequeño que los caracteriza, y edificaciones de una y dos plantas. (Imagen 2). Su densidad de ocupación, que impide alcanzar umbrales mínimos de sostenibilidad

liza para calzadas vehiculares y veredas, y el 42% está ocupada por las construcciones (mayoritariamente viviendas de una y dos plantas). Esto deja sólo un 28% de la superficie para jardines privados (en el interior de cada manzana). La superficie parquizada de uso público es sólo el 7,8% del total, y está concentrada en uno o dos puntos en cada barrio. La superficie parquizada total por habitante es menos de 45 m².



53% de la población de Córdoba

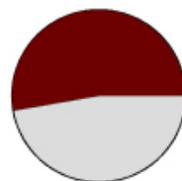


Gráfico 1: Distribución de la población de Córdoba según la densidad del barrio en que habita. En rojo se señala la población que habita en barrios cuya densidad está entre 60 y 100 habitantes. Fuente: Boccolini, 2017.

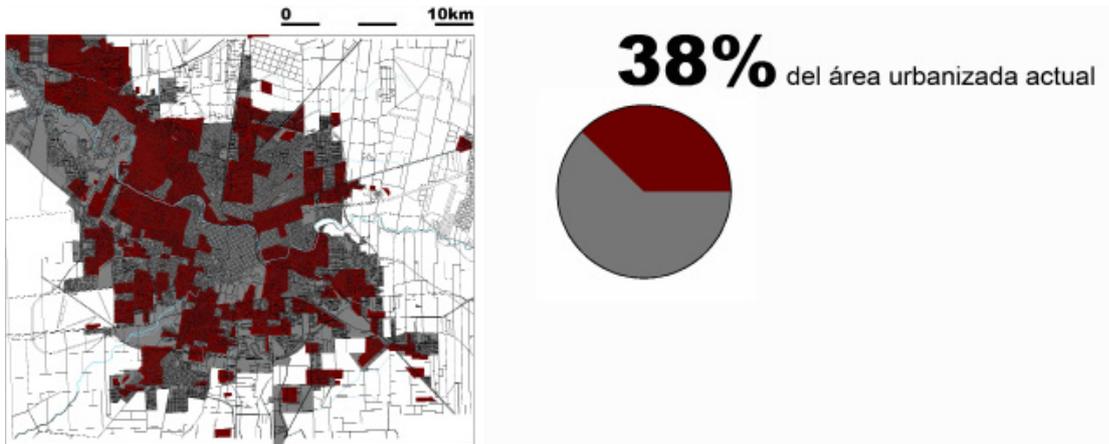
y eficiencia urbanos (Boccolini, 2017), se justifica por la supuesta calidad ambiental de un trazado que privilegia las superficies libres ajardinadas, públicas y privadas. Sin embargo, este modelo de ocupación del territorio no ha sido suficiente para garantizar el tan buscado modelo de “ciudad jardín”, tal como muestra el análisis de uso de superficies. (Gráfico 2).

Del total de la superficie, el 22,2% se uti-

⁹ Aunque la densidad promedio de la ciudad es de 60 hab/Ha, la densidad percibida de la ciudad es de 60 a 100 hab/Ha, ya que más de la mitad de la población de la ciudad -aproximadamente 864.434 personas- vive en barrios residenciales con esos niveles de ocupación. (Cálculos realizados en base a datos de INDEC, 2012 y de la Dirección de Planeamiento Urbano de la municipalidad)

Factores técnicos y materiales de la ocupación del territorio

En Córdoba –así como en gran parte de la región central de Argentina- los recursos materiales y tecnológicos disponibles se han mantenido constantes a lo largo del tiempo. Desde la época colonial, la piedra y los ladrillos de arcilla cocida eran los únicos materiales de la construcción que



Mapa 1: Barrios de la ciudad cuya densidad de población está entre 60 y 100 hab/Ha.

Fuente: Elaborado por Sara M. Boccolini (2015) con base en datos de Google Maps recuperados en 2015, INDEC (2012) y la dirección de Planeamiento Urbano de la municipalidad.



Imagen 2: Fotografía satelital de un sector de barrio Alberdi.

Fuente: Imagen de Google Maps recuperada en 2012 (actualmente sólo disponible como proyección

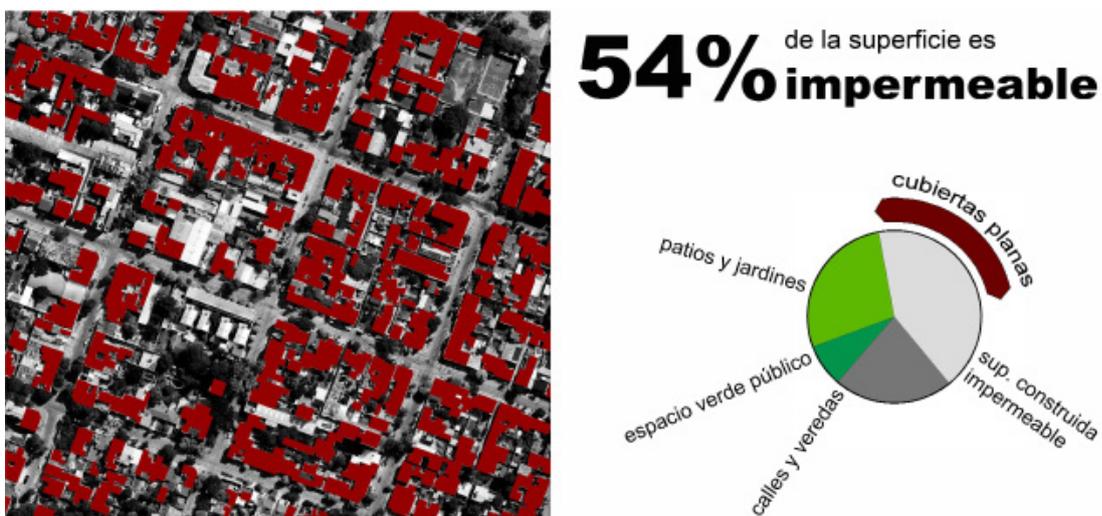


Gráfico 2: (Derecha) Distribución de la superficie del tejido de barrio Alberdi según su cobertura y uso. (Izquierda) Imagen satelital del sector de barrio Alberdi utilizado como muestra para el cómputo de superficies. En rojo se señalan las cubiertas planas existentes.

Fuente: Elaborado por Sara M. Boccolini (2015) con base en datos de Google Maps recuperados en 2012 (actualmente sólo disponibles como proyección horizontal).

eran elaborados con materia prima y mano de obra local, sin depender de insumos importados y sus variaciones de precios. Además, para su montaje no era necesaria mano de obra especialmente calificada ni herramientas complejas. La arena provenía de los ríos cercanos; las canteras de caliza junto con los hornos de cal y cemento ubicados al Oeste y Noroeste y las pequeñas fábricas de tejas, ladrillos y baldosas en el área periurbana de la ciudad proveían el resto de los materiales principales. Esto los convirtió en el material más accesible para la construcción de viviendas (Lier-nur y Ballent, 2014: 129 y ss.): Los muros de mampostería levantados a mano, con revestimiento de cemento, cal y arena se transformaron entonces en el principal elemento de construcción de las viviendas hasta la actualidad¹⁰.

Los muros de mampostería tienen, además, la ventaja de que su gran espesor y la inercia térmica del material protegen del calor del sol en verano durante el día, calor que es “liberado” hacia el interior de las habitaciones durante las noches más frescas. En invierno sucede lo mismo, minimizando los costos de calefacción y refrigeración mecánicos¹¹. La iluminación y ventilación de los ambientes se realiza a través de aberturas que debían ser protegidas de la incidencia directa del sol, sobre todo en verano

10 Es notable el hecho de que, en el contexto cordobés (y argentino en general), las técnicas constructivas y los materiales son los mismos para la vivienda social y para la vivienda de gran categoría, para la vivienda individual, los departamentos y las torres de alta densidad. Sólo se observa una ocasional mayor racionalidad constructiva en la estructura de hormigón armado de proyectos de alta densidad ejecutados por desarrollistas que operan a nivel nacional e internacional. Por otro lado, las viviendas prefabricadas por vía seca no son ampliamente aceptadas en el imaginario popular, frente a las técnicas tradicionales por vía húmeda, debido a preconceptos como la durabilidad, resistencia y seguridad de las construcciones “tradicionales”. Sin embargo, actualmente están teniendo mayor aceptación en las obras de ampliación y en las zonas rurales, por costos.

11 La ciudad de Córdoba se caracteriza por tener un clima templado subtropical húmedo con invierno seco, también conocido como pampeano. Su temperatura media anual es de 18 °C, pero con una gran amplitud térmica anual y diaria (con diferencias de 15° o más entre el día y la noche): En enero, la máxima media es de 31,1 °C y la mínima media de 18,1 °C. En julio, las temperaturas medias son 18,6 °C de máxima y 5,5 °C de mínima.

o de las lluvias, viento y granizo¹².

Estos materiales han determinado en gran medida la altura de las edificaciones de pequeña escala. La ciudad está dentro de la zona I de peligrosidad sísmica¹³. Con base en los requerimientos estructurales y el costo relativo de las fundaciones, a mayor altura de la edificación, mayor complejidad y profundidad del sistema de fundaciones y mayor costo de construcción. El solo hecho de superar las dos plantas de altura significa sustituir un sistema de fundaciones superficiales (que suponen sólo el 10% del costo de la construcción) por un sistema de fundaciones profundas indirectas (que equivalen al 15 o 20% del costo total de la construcción).

Las cubiertas suelen construirse con losas de hormigón armado macizas o en combinación con viguetas prefabricadas –también de hormigón armado-. Estas cubiertas siempre han sido de escasa pendiente, o directamente planas, debido a las pocas precipitaciones. Cuando se utilizan cubiertas inclinadas (revestidas de tejas cerámicas, por ejemplo) es principalmente por imposición de un modelo formal (estilístico) más que por requerimientos técnicos.

Potencial para la intervención con cubiertas verdes

Estas cubiertas planas, que predominan en el tejido existente en estos barrios (ver imágenes 1 y 2), son el lugar donde se ponen en práctica las reflexiones teóricas y

12 Córdoba tiene un cielo con una luminosidad comparable al de Cape Town en Sudáfrica (33° 55' S), Casablanca en Marruecos (33°35'34"N), Dallas en EEUU (32°47'39"N) o Shangai en China (31°10'N). Esto explica la posibilidad de aprovechar la energía solar para calefaccionar los espacios en invierno y otoño, pero también la necesidad de proteger las construcciones de la incidencia del sol en primavera y verano.

13 El Reglamento Instituto Nacional de Prevención sísmica (INPRES) en su reglamento INPRES-CIRSOC 103 clasifica el territorio argentino en zonas según su riesgo sísmico, de 0 (muy reducido) a 4 (muy elevado), que se ubican en franjas paralelas entre la costa atlántica y la cordillera de Los Andes. Los reglamentos de cálculo estructural impondrán mayores restricciones -en altura, cargas, dimensionado estructural- mientras mayor sea el riesgo de la zona en que esté ubicada una construcción.



de la superficie es ahora
62% absorbente

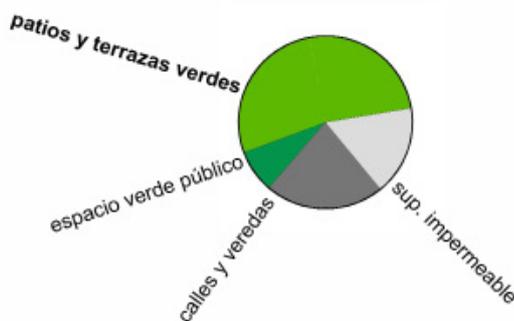


Gráfico 3: (Derecha) Distribución de la superficie del tejido de barrio Alberdi según su cobertura y uso si se ocuparan las cubiertas planas con vegetación.

(Izquierda) Imagen satelital del sector de barrio Alberdi utilizado como muestra para el cómputo de superficies. En verde se señalan las cubiertas planas que pueden ser intervenidas.

Fuente: Elaborado por Sara M. Boccolini (2015) con base en datos de Google Maps recuperados en 2012 (actualmente sólo disponibles como proyección horizontal).

tecnológicas de esta investigación. Actualmente, la superficie ocupada con este tipo de cubiertas en esos barrios varía. Según el relevamiento ejecutivo realizado en barrios centrales y pericentrales (Boccolini, 2017), entre un 35 y un 74% de la superficie cubierta con construcciones corresponde a cubiertas de este tipo. Si se ocuparan con vegetación en la forma de cubiertas verdes intensivas, extensivas, productivas u ornamentales, la superficie impermeable se reduciría a la mitad, y aumentaría la superficie verde por habitante casi al doble (82 m²/hab), con un impacto directo en las condiciones ambientales, no sólo en la calidad ambiental de cada parcela, sino del tejido urbano a escala barrial y sectorial, en cuanto a atenuación de la isla de calor urbano y retardo del agua de lluvia entregada a la red de desagües durante las tormentas¹⁴.

¹⁴ En la ciudad, las lluvias ocurren principalmente en verano, con frecuentes tormentas intensas (en promedio hay 800 mm de precipitaciones anuales). Debido a que la infraestructura urbana no está adaptada a soportar tormentas de estas características, la ciudad colapsa produciéndose el crecimiento del río Suquia y el arroyo La Cañada que surcan la capital, el anegamiento de distintas avenidas, calles y hasta barrios enteros; además de que la gran mayoría de estos fenómenos dejan importantes daños, evacuados, heridos y hasta víctimas fatales (Fuente: Observatorio Meteorológico Nacional - www.smn.gov.ar).

Además, la ciudad presenta importantes problemas debido a las isla de calor urbana (ICU). Córdoba tiene la ICU más grande del país, que se manifiesta todos los días. Pero en el 23% de las jornadas más calurosas del año. Durante estos días aumenta el

Además, los materiales y sistemas constructivos tradicionales permiten que casi la totalidad de las construcciones existentes puedan ser intervenidas con cubiertas verdes. De acuerdo a la capacidad de carga de losas y muros –incluyendo, por supuesto, el sistema de fundaciones más simple (el superficial) y la tensión de carga que admiten los suelos menos resistentes de la ciudad, las construcciones tradicionales podrían soportar distintas alternativas de cubiertas verdes, con un análisis estructural específico en cada caso.

A continuación, se reproducen tablas con el cálculo de cargas de tres tipos de cubiertas a modo indicativo:

consumo eléctrico para climatizar mecánicamente los ambientes. A su vez, especialmente en invierno, la ICU aumenta la frecuencia de inversión térmica en la atmósfera. Este fenómeno retiene los contaminantes del aire (producidos por los autos y la industria) y evita la ventilación de la zona urbana (Fuente: www.cordoba.gov.ar).

Tabla 1: Cálculo de cargas de una cubierta tradicional en la ciudad de Córdoba, con estructura de losa de viguetas prefabricadas de hormigón armado y aislación térmica e hidrófuga según materiales más difundidos.

Fuente: Elaborado por Sara M. Boccolini (2017) con base en datos del Reglamento INPRES-CIRSOC

	Espesor (m)	Peso (tn /m ²)
Losa de viguetas con bloques cerámicos	0,21	0,328
Pintura bituminosa al agua	0	0
Hormigón liviano como aislante térmico y pendiente (con perlitas de poliestireno exp.)	0,1	0,18
Carpeta (mortero cementicio) como aislante hidrófugo	0,02	0,42
Bovedillas sobre mortero calcáreo (protección mecánica de la cubierta)	0,055	0,095
Barrido cementicio	0	0
Cielorraso de mortero castigado sobre la losa	0,02	0,42
Carga permanente total		1,443

Tabla 2: Cálculo de cargas de una cubierta con estructura de losa de viguetas prefabricadas de hormigón armado y una cubierta verde extensiva.

Fuente: Elaborado por Sara M. Boccolini (2017) con base en datos del Reglamento INPRES-CIRSOC 101 (2005).

	Espesor (m)	Peso (tn /m ²)
Losa de viguetas con bloques cerámicos	0,21	0,328
Pintura bituminosa al agua		0
Carpeta (mortero cementicio) como aislante hidrófugo 2 a 3 cm	0,02	0,42
Barrera hidrófuga adicional		0
Membrana antiraíces		0
Sustrato (1:1 vermiculita, loess+arena)	0,1	0,21
Vegetales		0,02
Carga permanente total		0,978

Tabla 3: Cálculo de cargas de una cubierta con estructura de losa de viguetas prefabricadas de hormigón armado y una cubierta verde intensiva.

Fuente: Elaborado por Sara M. Boccolini (2017) con base en datos del Reglamento INPRES-CIRSOC 101 (2005).

	Espesor (m)	Peso (tn /m ²)
Losa de viguetas con bloques cerámicos	0,21	0,328
Pintura bituminosa al agua		0
Carpeta (mortero cementicio) como aislante hidrófugo	0,02	0,42
Barrera hidrófuga adicional		0
Membrana antiraíces		0
Sustrato capa 0 de espesor (vermiculita)	0,1	0,13
Sustrato capa 1 (1:0,75 tierra negra, arena gruesa)	0,2	0,26
Vegetales		0,05
Carga permanente total		1,188

Por lo tanto, los resultados de esta investigación no sólo son fácilmente replicables en una amplia área de la superficie urbanizada (incluyendo barrios de diferente densidad de ocupación), sino que puede ser implementada en las construcciones de las nuevas urbanizaciones. Esto significa que los resultados positivos en cuanto a regulación térmica, hidrófuga, etc. evidentes en intervenciones aisladas (ver capítulos XX), pueden potenciarse en función de la multiplicación de estas intervenciones en la ciu-

dad, sobre todo en la atenuación de efectos de la ICU, escorrentía de agua de lluvia y desarrollo de servicios ecosistémicos que involucran tanto a los vegetales de la cubierta como a fauna atraída por ella (ver capítulos XX). La gran capacidad de difusión de estas intervenciones en la ciudad posibilita, además, que puedan ser aprovechadas por grupos socioeconómicos de población muy disímiles, como lo demuestra su aplicación en las distintas intervenciones presentadas en esta publicación XX.

Bibliografía

- Boccolini, S. (2017). La microdensificación emergente de los barrios pericentrales de Córdoba. Una alternativa sostenible y eficiente para la revitalización de la ciudad construida. (Doctorado). Bauhaus Universität, Weimar.
- _____. (2014, September). Micro-densificación en barrios pericentrales. Una solución emergente a la tensión del sistema urbano. *Café de las ciudades*, CXLII/CXLIII, 9.
- Carrasco, B. (1927). Plan Regulador y de Extensión. Memoria y expediente urbano. Córdoba: Municipalidad de Córdoba.
- CIAM. (1957). Carta de Atenas, bases del ideario urbanístico del CIAM. Buenos Aires: Contempora.
- Foglia, M. E. (1980). Costos de urbanización. In *Planeamiento del desarrollo urbano. Ciudades intermedias, análisis, ordenamiento y regulación*. Córdoba: Organización multicopias.
- Gravagnuolo, B. (1998). *Historia del urbanismo en Europa 1750-1960*. Ediciones AKAL.
- Hall, P. (1996). *Ciudades del mañana: historia del urbanismo en el siglo XX*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2012). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 Censo del Bicentenario Resultados definitivos, Serie B No 2*. Buenos Aires: INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).
- La Padula, E. (1958, July). Contribución a una política económica urbana. *Económica*, V(17-20), 245-250.
- Liernur, J., & Ballent, A. (2014). *La casa y la multitud: vivienda política y cultura en la Argentina moderna*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Panerai, P., Castex, J., & Depaule, J.-C. (1986). *Formas urbanas: de la manzana al bloque*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Secretaría de Planeamiento y Desarrollo Estratégico - Dirección de Estadísticas y Censos. (2014). *Córdoba. Una ciudad en cifras. Guía estadística de la ciudad de Córdoba 2014*. Córdoba: Municipalidad de Córdoba.