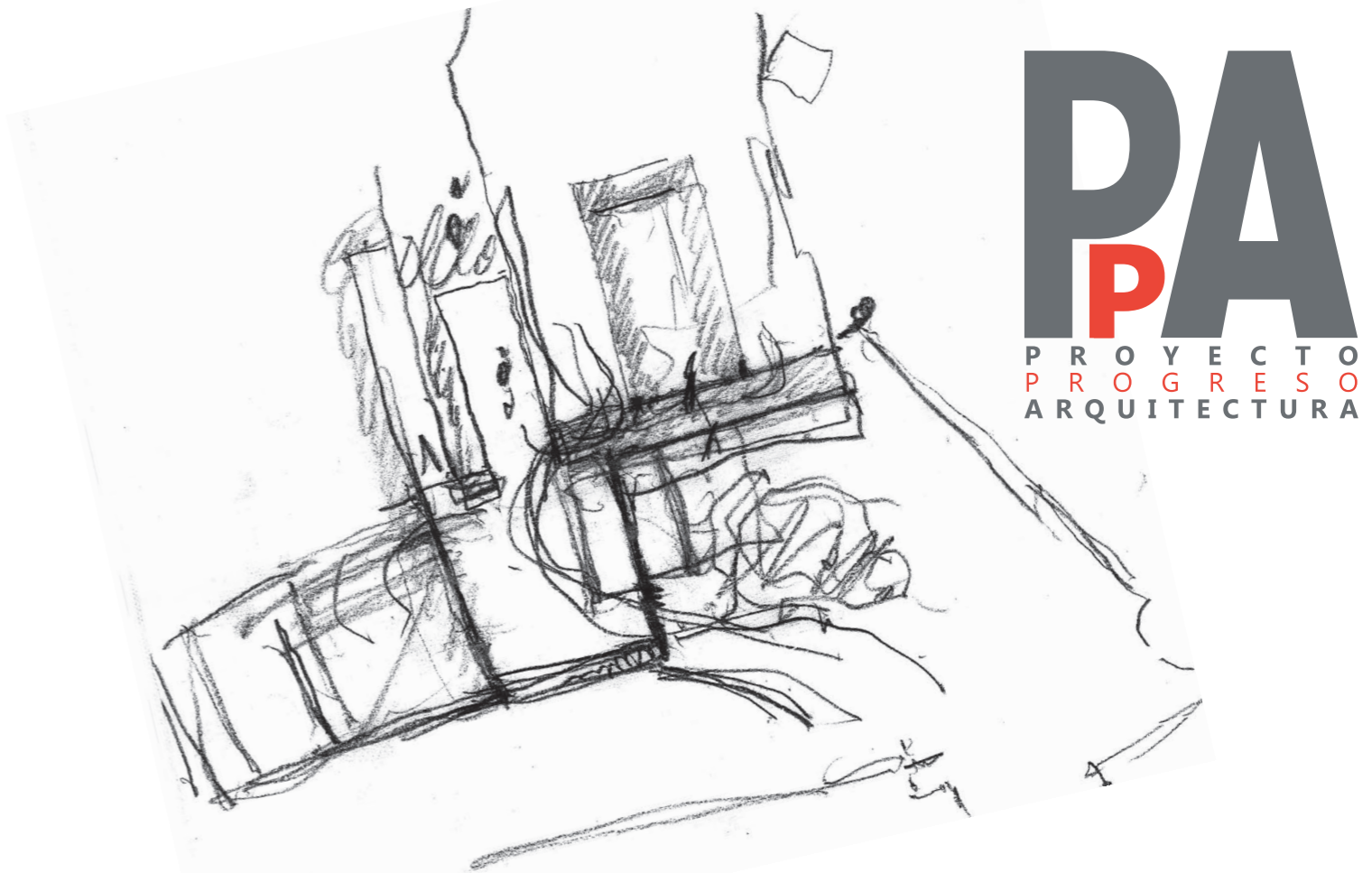


22

• **EDITORIAL** • EL DOMINIO DEL ARQUITECTO: CAMINOS ABIERTOS; ENFOQUES PRECISOS / THE ARCHITECT'S DOMAIN: OPEN ROADS, PRECISE APPROACHES. Victoria Domínguez Ruiz • **ENTRE LÍNEAS** • INVESTIGACIONES Y ANÁLISIS. PANDA ESTE DEL CLAUSTRO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA / RESEARCH AND ANALYSIS. EASTERN WING OF THE CLOISTER AT SANTIAGO DE COMPOSTELA CATHEDRAL • **ARTÍCULOS** • **LEARNING FROM CIVILIA. HETERODOXIAS CRÍTICAS, HISTORIOGRAFÍA Y PROYECTO URBANO** / LEARNING FROM CIVILIA. CRITICAL HETERODOXIES, HISTORIOGRAPHY AND URBAN DESIGN. Luis Miguel Lus Arana; Stephen Parnell • **CONSTRUYENDO UN TERRITORIO INVISIBLE. REALIDAD Y RELATO EN LA REINVENCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PAISAJE ESTADOUNIDENSE** / CREATING AN INVISIBLE TERRITORY. REALITY AND DISCOURSE IN THE ARCHITECTURAL REINVENTION OF THE AMERICAN LANDSCAPE. Carlos Santamarina-Macho • **ARQUITECTURA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: HACIA UN PROYECTO DE PAISAJE INFORMADO** / ARCHITECTURE AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: TOWARDS AN INFORMED LANDSCAPE DESIGN. Marina López Sánchez; Antonio Tejedor Cabrera; Mercedes Linares Gómez del Pulgar • **UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL MEDIO AMBIENTE MEDIANTE LA TECNOLOGÍA: EL CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES DEL MIT** / RESEARCH CENTRE FOR THE COLLECTIVE CONSTRUCTION OF THE ENVIRONMENT THROUGH TECHNOLOGY: THE MIT CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES. Covadonga Lorenzo Cueva • **LIFE CERSUDS: UNA PROPUESTA PARA ADAPTAR NUESTRAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO** / LIFE CERSUDS: A PROPOSAL TO ADAPT OUR CITIES TO CLIMATE CHANGE. Eduardo de Miguel Arbones; Enrique Fernández-Vivancos González; Javier Mira Peidro; Jorge Corrales García • **LA LÓGICA ARQUITECTÓNICA DE LA FORTIFICACIÓN ITALIANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA Y LA FORMA** / THE ARCHITECTURAL LOGIC OF ITALIAN FORTIFICATION: A GEOMETRIC AND FORM-BASED APPROACH. Aritz Díez Oronoz • **ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO** / ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO S. DIALOGUES BETWEEN TOPOGRAPHY AND LANDSCAPE. Juan Domingo Santos; Carmen Moreno Álvarez • **RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS** • **KLAUS BIESENBACH Y BETTINA FUNCKE (ED): MOMA PS1. A HISTORY**. María F. Carrascal Pérez • **ENRIQUE JEREZ ABAJO Y EDUARDO DELGADO ORUSCO: PAISAJE Y ARTIFICIO. EL MAUSOLEO PARA FÉLIX RODRÍGUEZ DE LA FUENTE EN BURGOS. MIGUEL FISAC, PABLO SERRANO.** Francisco Javier López Rivera • **TOMÁS GARCÍA GARCÍA: CARTOGRAFÍAS DEL ESPACIO OCULTO. WELBECK ESTATE EN INGLATERRA Y OTROS ESPACIOS.** José Joaquín Parra Bañón.



ARQUITECTURA E INVESTIGACIÓN APLICADA

VISIONES HETEROGÉNEAS

22



ARQUITECTURA E INVESTIGACIÓN APLICADA
VISIONES HETOROGÉNEAS

22



REVISTA PROYECTO PROGRESO ARQUITECTURA

N22

**arquitectura e investigación aplicada.
visiones heterogéneas**



PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA. **N22**, MAYO 2020 (AÑO XI)

arquitectura e investigación aplicada. visiones heterogéneas

DIRECCIÓN

Dr. Amadeo Ramos Carranza. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España

SECRETARÍA

Dra. Rosa María Anión Abajas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España

EQUIPO EDITORIAL

Edición:

Dr. Amadeo Ramos Carranza. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dra. Rosa María Anión Abajas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Francisco Javier Montero Fernández. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Alfonso del Pozo Barajas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dra. Esther Mayoral Campa. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Miguel Ángel de la Cova Morillo–Velarde. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Germán López Mena. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Juan José López de la Cruz. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Guillermo Pavón Torrejón. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Asesores externos a la edición:

Dr. Alberto Altés Arlandis. Post–Doctoral Research Fellow. Architecture Theory Chair . Department of Architecture. TUDelft. Holanda.

Dr. José Altés Bustelo. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid. España.

Dr. José de Coca Leicher. Escuela de Arquitectura y Geodesia. Universidad de Alcalá de Henares. España.

Dr. Jaume J. Ferrer Fores. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. España.

Dra. Marta Sequeira. CIAUD, Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa, Portugal.

Dr. Carlos Arturo Bell Lemus. Facultad de Arquitectura. Universidad del Atlántico. Colombia.

Carmen Peña de Urquía, architect en RSH–P. Londres. Reino Unido.

SECRETARÍA TÉCNICA

Gloria Rivero Lamela, arquitecto.Personal Investigador en Formación. Universidad de Sevilla. España.

PORTADA:

Croquis: Álvaro Siza Vieira. Proyecto Atrio Alhambra

Fotografía: AA.VV. Guía oficial de la Alhambra y el Generalife. Madrid: Tf Editores, 2010

COMPOSICIÓN DE LA PORTADA

Rosa María Anión Abajas – Amadeo Ramos Carranza

PLANTILLA PORTADA–CONTRAPORTADA

Miguel Ángel de la Cova Morillo–Velarde

PLANTILLA MAQUETACIÓN

Maripi Rodríguez

ISSN (ed. impresa): 2171–6897

ISSN–e (ed. electrónica): 2173–1616

DOI: http://dx.doi.org/10.12795/ppa

DEPÓSITO LEGAL: SE–2773–2010

PERIODICIDAD DE LA REVISTA: MAYO Y NOVIEMBRE

IMPRIME: PODIPRINT

COORDINACION CONTENIDOS CIENTÍFICOS DEL NÚMERO

Dra. Victoria Domínguez Ruiz. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

COMITÉ CIÉNTIFICO

Dr. Gonzalo Díaz Recaséns. Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. José Manuel López Peláez. Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Dr. Víctor Pérez Escolano. Catedrático Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

Dr. Jorge Torres Cueco. Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universitat Politècnica de València. España.

Dr. Armando Dal'Fabbro. Professore Associato. Dipartimento di progettazione architettonica, Facoltà di Architettura, Università Istituto Universitario di Architettura di Venezia. Italia.

Dra. Anne–Marie Chatelêt. Professeur Titulaire. Histoire et Cultures Architecturales. École Nationale Supérieure d'Architecture de Stragbourg. Francia.

Dr. ir. Frank van der Hoeven, TU DELFT. Architecture and the Built Environment, Netherlands

EDITA

Editorial Universidad de Sevilla. Sevilla

DIRECCIÓN CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

E.T.S. de Arquitectura. Avda Reina Mercedes, nº 2 41012–Sevilla.

Amadeo Ramos Carranza, Dpto. Proyectos Arquitectónicos.

e–mail: revistappa.direccion@gmail.com

EDICIÓN ON–LINE

Portal informático https://revistascientificas.us.es/index.php/ppa

Portalinformático G.I.HUM–632 http://www.proyectoprogresoarquitectura.com

Portal informático Editorial Universidad de Sevilla http://www.editorial.us.es/

© EDITORIAL UNIVERSIDAD DE SEVILLA, 2019.

Calle Porvenir, 27. 41013 SEVILLA. Tfs. 954487447 / 954487451

Fax 954487443. [eus4@us.es] [http://www.editorial.us.es]

© TEXTOS: SUS AUTORES,

© IMÁGENES: SUS AUTORES Y/O INSTITUCIONES

SUSCRIPCIONES, ADQUISICIONES Y CANJE

revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA

Editorial Universidad de Sevilla.

Calle Porvenir, 27. 41013 SEVILLA. Tfs. 954487447 / 954487451

Fax 954487443

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta revista puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Las opiniones y los criterios vertidos por los autores en los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los mismos.



universidad de sevilla
escuela técnica superior

arquitectura

3^{er} Plan Propio de Docencia

Universidad de Sevilla. Proyecto de innovación docente núm. 22852 Ref. 1.2.3.A Convocatoria 19/20. Modalidad A “Innov–ación Estratégica de Titulaciones”



COLABORA: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla.
http://www.departamento.us.es/dpaetsas

revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA

Nuestra revista, fundada en el año 2010, es una iniciativa del Grupo de Investigación de la Universidad de Sevilla HUM–632 “*proyecto, progreso, arquitectura*” y tiene por objetivo compartir y debatir sobre investigación en arquitectura. Es una publicación científica con periodicidad semestral, en formato papel y digital, que publica trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente en otras revistas. Queda establecido el sistema de arbitraje para la selección de artículos a publicar mediante dos revisores externos –sistema doble ciego– siguiendo los protocolos habituales para publicaciones científicas seriadas. Los títulos, resúmenes ,palabras clave y texto completo de los artículos se publican también en lengua inglesa.

“*proyecto, progreso, arquitectura*” presenta una estructura clara, sencilla y flexible. Trata todos los temas relacionados con la teoría y la práctica del proyecto arquitectónico. Las distintas “temáticas abiertas” que componen nuestra línea editorial, son las fuentes para la conjunción de investigaciones diversas.

La revista va dirigida a arquitectos, estudiantes, investigadores y profesionales relacionados con el proyecto y la realización de la obra de arquitectura.

Our journal, “proyecto, progreso, arquitectura”, founded in 2010, is an initiative of the Research Group HUM–632 of the University of Seville and its objective is the sharing and debating of research within architecture. This six–monthly scientific publication, in paper and digital format, publishes original works that have not been previously published in other journals. The article selection process consists of a double blind system involving two external reviewers, following the usual protocols for serial scientific publications. The titles, summaries, key words and full text of articles are also published in English.

“*proyecto, progreso, arquitectura*” *presents a clear, easy and flexible structure. It deals with all the subjects relating to the theory and the practise of the architectural project. The different “open themes” that compose our editorial line are sources for the conjunction of diverse investigations.*

The journal is directed toward architects, students, researchers and professionals related to the planning and the accomplishment of the architectural work.

SISTEMA DE ARBITRAJE

EVALUACIÓN EXTERNA POR PARES Y ANÓNIMA.

El Consejo Editorial de la revista, una vez comprobado que el artículo cumple con las normas relativas a estilo y contenido indicadas en las directrices para los autores, remitirá el artículo a dos expertos revisores anónimos dentro del campo específico de investigación y crítica de arquitectura, según el modelo doble ciego.

Basándose en las recomendaciones de los revisores, el director de la revista comunicará a los autores el resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que éstos hayan utilizado para enviar el artículo. El director comunicará al autor principal el resultado de la revisión (publicación sin cambios; publicación con correcciones menores; publicación con correcciones importantes; no aconsejable para su publicación), así como las observaciones y comentarios de los revisores.

Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deberán reenviar una nueva versión del artículo, atendiendo a las demandas y sugerencias de los evaluadores externos. Si lo desean, los autores pueden aportar también una carta al Consejo Editorial en la que indicarán el contenido de las modificaciones del artículo. Los artículos con correcciones importantes podrán ser remitidos al Consejo Asesor y/o Científico para verificar la validez de las modificaciones efectuadas por el autor.

EXTERNAL ANONYMOUS PEER REVIEW.

When the Editorial Board of the magazine has verified that the article fulfils the standards relating to style and content indicated in the instructions for authors, the article will be sent to two anonymous experts, within the specific field of architectural investigation and critique, for a double blind review.

The Director of the magazine will communicate the result of the reviewers’ evaluations, and their recommendations, to the authors by electronic mail, to the address used to send the article. The Director will communicate the result of the review (publication without changes; publication with minor corrections; publication with significant corrections; its publication is not advisable), as well as the observations and comments of the reviewers, to the main author.

If the manuscript has been accepted with modifications, the authors will have to resubmit a new version of the article, addressing the requirements and suggestions of the external reviewers. If they wish, the authors can also send a letter to the Editorial Board, in which they will indicate the content of the modifications of the article. The articles with significant corrections can be sent to Advisory and/or Scientific Board for verification of the validity of the modifications made by the author.

INSTRUCCIONES A AUTORES PARA LA REMISIÓN DE ARTÍCULOS

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Instrucciones a autores: extensión máxima del artículo, condiciones de diseño –márgenes, encabezados, tipo de letra, cuerpo del texto y de las citas–, composición primera página, forma y dimensión del título y del autor/a, condiciones de la reseña biográfica, del resumen, de las palabras claves, de las citas, de las imágenes –numeración en texto, en pié de imágenes, calidad de la imagen y autoría o procedencia– y de la bibliografía en http://www.proyectoprogresoarquitectura.com (> PARTICIPA > POLÍTICA DE SECCIONES Y NORMAS DE REDACCIÓN / NORMAS BIBLIOGRAFÍA Y CITAS)

PUBLICATION STANDARDS

Instructions to authors: maximum length of the article, design conditions (margins, headings, font, body of the text and quotations), composition of the front page, form and size of the title and the name of the author, conditions of the biographical review, the summary, key words, quotations, images (text numeration, image captions, image quality and authorship or origin) and of the bibliography in http://www.proyectoprogresoarquitectura.com (> PARTICIPA > POLÍTICA DE SECCIONES Y NORMAS DE REDACCIÓN / NORMAS BIBLIOGRAFÍA Y CITAS)



INICIATIVA DEL GRUPO DE INVESTIGACION HUM–632
"PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA"
http://www.proyectoprogresoarquitectura.com

SERVICIOS DE INFORMACIÓN

CALIDAD EDITORIAL

La Editorial Universidad de Sevilla cumple los criterios establecidos por la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora para que lo publicado por el mismo sea reconocido como “de impacto” (Ministerio de Ciencia e Innovación, Resolución 18939 de 11 de noviembre de 2008 de la Presidencia de la CNEAI, Apéndice I, BOE nº 282, de 22.11.08).

La Editorial Universidad de Sevilla forma parte de la U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas) ajustándose al sistema de control de calidad que garantiza el prestigio e internacionalidad de sus publicaciones.

PUBLICATION QUALITY

The Editorial Universidad de Sevilla fulfils the criteria established by the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI) so that its publications are recognised as “of impact” (Ministry of Science and Innovation, Resolution 18939 of 11 November 2008 on the Presidency of the CNEAI, Appendix I, BOE No 282, of 22.11.08).

The Editorial Universidad de Sevilla operates a quality control system which ensures the prestige and international nature of its publications, and is a member of the U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas–Union of Spanish University Publishers).

Los contenidos de la revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA aparecen en:

bases de datos: indexación



SELLO DE CALIDAD EDITORIAL FECYT 2019

WoS. Arts & Humanities Citation Index

WoS. ESCI - Emerging Sources Citation Index

SCOPUS

AVERY. Avery Index to Architectural Periodicals

REBID. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico

REDALYC. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

EBSCO. Fuente Académica Premier

EBSCO. Art Source

DOAJ, Directory of Open Access Journals

PROQUEST (Arts & Humanities, full text)

DIALNET

ISOC (Producida por el CCHS del CSIC)

DRIJ. Directory of Research Journals Indexing

SJR (2018): 0.111, H index: 2 CUARTIL: Q3

catalogaciones: criterios de calidad

RESH (Revistas Españolas de Ciencias Sociales y Humanidades).

Catálogos CNEAI (16 criterios de 19). ANECA (18 criterios de 21). LATINDEX (35 criterios sobre 36).

DICE (CCHS del CSIC, ANECA).

MIAR, Matriu d'Informació per a l'Avaluació de Revistes. IDCS 2018: 10,500. Campo ARQUITECTURA

CLASIFICACIÓN INTEGRADA DE REVISTAS CIENTÍFICAS (CIRC–CSIC): A

ERIHPLUS

SCIRUS, for Scientific Information.

ULRICH'S WEB, Global Serials Directory.

ACTUALIDAD IBEROAMERICANA.

catálogos on–line bibliotecas notables de arquitectura:

CLIO. Catálogo on–line. Columbia University. New York

HOLLIS. Catálogo on–line. Harvard University. Cambridge. MA

SBD. Sistema Bibliotecario e Documentale. Instituto Universitario di Architettura di Venezia

OPAC. Servizi Bibliotecari di Ateneo. Biblioteca Centrale. Politecnico di Milano

COPAC. Catálogo colectivo (Reino Unido)

SUDOC. Catálogo colectivo (Francia)

ZBD. Catálogo colectivo (Alemania)

REBIUN. Catálogo colectivo (España)

OCLC. WorldCat (Mundial)

DECLARACIÓN ÉTICA SOBRE PUBLICACIÓN Y MALAS PRÁCTICAS

La revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA (PPA) está comprometida con la comunidad académica en garantizar la ética y calidad de los artículos publicados. Nuestra revista tiene como referencia el Código de Conducta y Buenas Prácticas que, para editores de revistas científicas, define el COMITÉ DE ÉTICA DE PUBLICACIONES (COPE).

Así nuestra revista garantiza la adecuada respuesta a las necesidades de los lectores y autores, asegurando la calidad de lo publicado, protegiendo y respetando el contenido de los artículos y la integridad de los mismo. El Consejo Editorial se compromete a publicar las correcciones, aclaraciones, retracciones y disculpas cuando sea preciso.

En cumplimiento de estas buenas prácticas, la revista PPA tiene publicado el sistema de arbitraje que sigue para la selección de artículos así como los criterios de evaluación que deben aplicar los evaluadores externos –anónimos y por pares, ajenos al Consejo Editorial–. La revista PPA mantiene actualizados estos criterios, basados exclusivamente en la relevancia científica del artículo, originalidad, claridad y pertinencia del trabajo presentado.

Nuestra revista garantiza en todo momento la confidencialidad del proceso de evaluación: el anonimato de los evaluadores y de los autores; el contenido evaluado; los informes razonados emitidos por los evaluadores y cualquier otra comunicación emitida por los consejos Editorial, Asesor y Científico si así procediese.

Igualmente quedan afectados de la máxima confidencialidad las posibles aclaraciones, reclamaciones o quejas que un autor desee remitir a los comités de la revista o a los evaluadores del artículo.

La revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA (PPA) declara su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por esta razón, el plagio está estrictamente prohibido y los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento, serán eliminados o no publicados por la revista PPA. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por nuestra revista, los autores han de garantizar que el artículo y los materiales asociados a él son originales o no infringen derechos de autor. También los autores tienen que justificar que, en caso de una autoría compartida, hubo un consenso pleno de todos los autores afectados y que no ha sido presentado ni publicado con anterioridad en otro medio de difusión.

ETHICS STATEMENT ON PUBLICATION AND BAD PRACTICES

PROYECTO, PROGRESO ARQUITECTURA (PPA) makes a commitment to the academic community by ensuring the ethics and quality of its published articles. As a benchmark, our journal uses the Code of Conduct and Good Practices which, for scientific journals, is defined for editors by the PUBLICATION ETHICS COMMITTEE (COPE).

Our journal thereby guarantees an appropriate response to the needs of readers and authors, ensuring the quality of the published work, protecting and respecting the content and integrity of the articles. The Editorial Board will publish corrections, clarifications, retractions and apologies when necessary.

In compliance with these best practices, PPA has published the arbitration system that is followed for the selection of articles as well as the evaluation criteria to be applied by the anonymous, external peer–reviewers. PPA keeps these criteria current, based solely on the scientific importance, the originality, clarity and relevance of the presented article.

Our journal guarantees the confidentiality of the evaluation process at all times: the anonymity of the reviewers and authors; the reviewed content; the reasoned report issued by the reviewers and any other communication issued by the editorial, advisory and scientific boards as required.

Equally, the strictest confidentiality applies to possible clarifications, claims or complaints that an author may wish to refer to the journal's committees or the article reviewers.

PROYECTO, PROGRESO ARQUITECTURA (PPA) declares its commitment to the respect and integrity of work already published. For this reason, plagiarism is strictly prohibited and texts that are identified as being plagiarized, or having fraudulent content, will be eliminated or not published in PPA. The journal will act as quickly as possible in such cases. In accepting the terms and conditions expressed by our journal, authors must guarantee that the article and the materials associated with it are original and do not infringe copyright. The authors will also have to warrant that, in the case of joint authorship, there has been full consensus of all authors concerned and that the article has not been submitted to, or previously published in, any other media.

editorial

- EL DOMINIO DEL ARQUITECTO: CAMINOS ABIERTOS; ENFOQUES PRECISOS / THE ARCHITECT'S DOMAIN: OPEN ROADS, PRECISE APPROACHES**
Victoria Domínguez Ruiz - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.12>) 12

entre líneas

- INVESTIGACIONES Y ANÁLISIS. PANDA ESTE DEL CLAUSTRO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA / RESEARCH AND ANALYSIS. EASTERN WING OF THE CLOISTER AT SANTIAGO DE COMPOSTELA CATHEDRAL**
Eduardo Miguel González Fraile; José Ramón Sola Alonso; Salvador Pérez Mata - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.01>) 16

artículos

- LEARNING FROM CIVILIA. HETERODOXIAS CRÍTICAS, HISTORIOGRAFÍA Y PROYECTO URBANO / LEARNING FROM CIVILIA. CRITICAL HETERODOXIES, HISTORIOGRAPHY AND URBAN DESIGN**
Luis Miguel Lus Arana; Stephen Parnell - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.02>) 36

- CONSTRUYENDO UN TERRITORIO INVISIBLE. REALIDAD Y RELATO EN LA REINVENCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PAISAJE ESTADOUNIDENSE / CREATING AN INVISIBLE TERRITORY. REALITY AND DISCOURSE IN THE ARCHITECTURAL REINVENTION OF THE AMERICAN LANDSCAPE**
Carlos Santamarina-Macho - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.03>) 54

- ARQUITECTURA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA: HACIA UN PROYECTO DE PAISAJE INFORMADO / ARCHITECTURE AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: TOWARDS AN INFORMED LANDSCAPE DESIGN**
Marina López Sánchez; Antonio Tejedor Cabrera; Mercedes Linares Gómez del Pulgar
(DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i20.04>) 72

- UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DEL MEDIO AMBIENTE MEDIANTE LA TECNOLOGÍA: EL CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES DEL MIT / A RESEARCH CENTRE FOR THE COLLECTIVE CONSTRUCTION OF THE ENVIRONMENT THROUGH TECHNOLOGY: THE MIT CENTER FOR ADVANCED VISUAL STUDIES**
Covadonga Lorenzo Cueva - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i20.05>) 88

- LIFE CERSUDS: UNA PROPUESTA PARA ADAPTAR NUESTRAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO / LIFE CERSUDS: A PROPOSAL TO ADAPT OUR CITIES TO CLIMATE CHANGE**
Eduardo de Miguel Arbones; Enrique Fernández-Vivancos González; Javier Mira Peidro; Jorge Corrales García
(DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.06>) 102

- LA LÓGICA ARQUITECTÓNICA DE LA FORTIFICACIÓN ITALIANA: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA GEOMETRÍA Y LA FORMA / THE ARCHITECTURAL LOGIC OF ITALIAN FORTIFICATION: A GEOMETRIC AND FORM-BASED APPROACH**
Aritz Díez Oronoz - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.07>) 118

- ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO / ATRIO DE LA ALHAMBRA. UNA REFLEXIÓN SOBRE EL JARDÍN MODERNO EN LA CONSERVACIÓN DEL MONUMENTO NAZARÍ Y SU ENTORNO**
Juan Domingo Santos; Carmen Moreno Álvarez - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.08>) 138

reseña bibliográfica TEXTOS VIVOS

- KLAUS BIESENBACH Y BETTINA FUNCKE (ED): MOMA PS1. A HISTORY**
María F. Carrascal Pérez - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.09>) 160

- ENRIQUE JEREZ ABAJO Y EDUARDO DELGADO ORUSCO: PAISAJE Y ARTIFICIO. EL MAUSOLEO PARA FÉLIX RODRÍGUEZ DE LA FUENTE EN BURGOS. MIGUEL FISAC, PABLO SERRANO**
Francisco Javier López Rivera - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.10>) 162

- TOMÁS GARCÍA GARCÍA: CARTOGRAFÍAS DEL ESPACIO OCULTO. WELBECK ESTATE EN INGLATERRA Y OTROS ESPACIOS**
José Joaquín Parra Bañón - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.11>) 164

LIFE CERSUDS: UNA PROPUESTA PARA ADAPTAR NUESTRAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO

LIFE CERSUDS: A PROPOSAL TO ADAPT OUR CITIES TO CLIMATE CHANGE

Eduardo de Miguel Arbones (<https://orcid.org/0000-0003-1866-6591>)

Enrique Fernández-Vivancos González (<https://orcid.org/0000-0003-4806-0910>)

Javier Mira Peidro (<https://orcid.org/0000-0002-9185-7215>)

Jorge Corrales García (<https://orcid.org/0000-0001-9771-5421>)

RESUMEN En un momento como el actual, en el que se debate con intensidad sobre el futuro de nuestras ciudades, surgen nuevos retos que han de ser abordados desde una reflexión multidisciplinar abierta a la experimentación, la innovación y la transferencia del conocimiento. En este contexto emergente podemos situar el proyecto LIFE CERSUDS, Ceramic Sustainable Urban Drainage System, una propuesta integrada en el programa LIFE de la Unión Europea en la que confluyen instituciones académicas, institutos tecnológicos, entidades públicas y empresas privadas. Dicha propuesta responde al problema del agua y el sellado del suelo en la ciudad mediante el desarrollo de un sistema urbano de drenaje sostenible que utiliza cerámica de bajo valor comercial como material permeable de pavimentación, aportando una solución aplicable en infraestructuras verdes. El presente artículo realiza un análisis crítico de la iniciativa, entendiéndola como un espacio de colaboración interdisciplinar en el que el proyecto canaliza la indagación sobre un problema concreto: la adaptación de las ciudades al cambio climático. Como resultado, se observa la oportunidad que suponen para la investigación, la actividad profesional y la docencia estos nuevos marcos transversales de trabajo que han de dar respuesta a los problemas de nuestra sociedad, pero también la necesidad de consolidar una aún incipiente cultura de la colaboración.

PALABRAS CLAVE LIFE CERSUDS; proyecto; experimentación; innovación; transferencia; cerámica.

SUMMARY At a time like today, when intense debate is taking place on the future of our cities, new challenges are arising which must be tackled from a multidisciplinary reflection open to experimentation, innovation and knowledge transfer. The LIFE CERSUDS project, Ceramic Sustainable Urban Drainage System, can be viewed as an example of this emerging context. This project is part of the European Union's LIFE programme and brings together academic institutions, technological institutes, public entities and private companies. This proposal addresses the problem of water and soil sealing in cities by developing a sustainable urban drainage system which uses low commercial value ceramic tiles as a permeable paving material, thus providing a solution which can be applied to green infrastructures. This paper provides a critical analysis of this initiative, considering it to be a space for interdisciplinary collaboration in which the project channels research into a specific problem: the adaptation of cities to climate change. As a result, it is possible to identify the opportunity that these new transversal work frameworks represent for research, professional activity and teaching, which must provide a response to the problems of our society, but also the need to consolidate a still incipient culture of collaboration.

KEY WORDS LIFE CERSUDS; project; experimentation; innovation; transfer; ceramics.

Persona de contacto / Corresponding author: catedraceramica@upv.es. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Proyecto, Progreso, Arquitectura. N22 Arquitectura e investigación aplicada. Visiones heterogéneas. Mayo 2020. Universidad de Sevilla. ISSN 2171-6897 / ISSN 2173-1616 / 23-09-2019 recepción - aceptación 16-03-2020. DOI <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2020.i22.06>

NUEVOS MARCOS DE TRABAJO INTERDISCIPLINAR. EL PROGRAMA LIFE

Tras un largo proceso participativo, el pasado 22 de febrero de 2019 fue presentada la *Agenda Urbana Española*¹, un documento estratégico que define los principios y los valores que deben de orientar las políticas de desarrollo y de transformación de nuestras ciudades durante las próximas décadas. Como las agendas internacionales que la preceden², la versión española propone 30 objetivos específicos enfocados al cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos en materia de sostenibilidad, entre los que destacan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y en concreto el ODS 11, que apuesta por los modelos urbanos sostenibles, inclusivos, seguros y resilientes. Con ello, se posiciona con claridad en el debate actual sobre el futuro de las ciudades en el que lo urbano asume un puesto central en la lucha por la sostenibilidad. Sin embargo, la implementación efectiva de estos objetivos en nuestro ter-

ritorio no solo supone un significativo cambio de rumbo de las políticas públicas, sino también de las prácticas consolidadas en lo que respecta a la planificación, el diseño y la construcción de los entornos habitados. Este hecho nos permite comprender que su aplicabilidad, en gran medida, dependerá del desarrollo de conocimientos, procedimientos y técnicas contrastadas que sirvan como alternativas a las soluciones habituales. Como la propia agenda aclara: “*Los tradicionales mecanismos de intervención, tanto sobre la ciudad como sobre el territorio, plantean limitaciones importantes y marcos que ya están ampliamente superados. La innovación permanente abre también nuevos espacios de oportunidad a nuevas maneras de entender la ciudad y a nuevas maneras de intervenir sobre ella*”³.

El nuevo modelo al que se aspira, consistente en ciudades económicamente productivas, socialmente inclusivas y ambientalmente sostenibles⁴, nos sitúa ante una definición compleja, integrada y holística de los

1. MINISTERIO DE FOMENTO. *Agenda Urbana Española* 2019. Madrid: Ministerio de Fomento, 2019. Disponible en: www.aue.gob.es

2. Ver la Nueva Agenda Urbana de Naciones Unidas y la Agenda Urbana de la Unión Europea en: www.aue.gob.es

3. MINISTERIO DE FOMENTO, *op. cit. supra*, nota 1, p. 12.

4. SACHS, Jeffrey. *La era del desarrollo sostenible*. Barcelona: Planeta, 2015, p. 428. ISBN:978-84-234-2180-0.

1. Socios participantes y fases de trabajo. Fuente CCV.

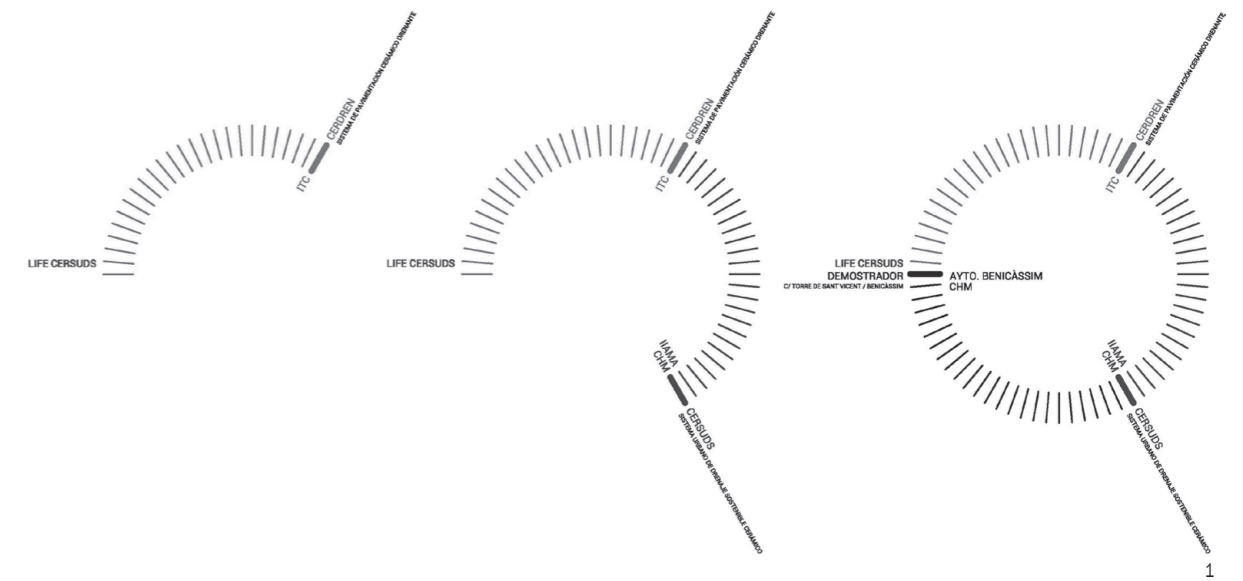
problemas urbanos cuya resolución requiere de grupos de trabajo interdisciplinarios. De hecho, la propia Agenda Española resalta la necesidad de involucrar a las Administraciones públicas, al mundo académico, a la sociedad civil y al sector productivo. En esta misma dirección, la Unión Europea promueve, a través de su Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima⁵ (LIFE), iniciativas de colaboración internacional entre el sector público y el privado dedicadas al fomento de buenas prácticas y al desarrollo de tecnologías innovadoras en materia medioambiental y cambio climático. Una cooperación que, en el caso del LIFE, se canaliza a través del proyecto, entendido como un espacio participativo que agrupa, coordina e integra las aportaciones de interlocutores muy diversos, identificando diversas tipologías que son objeto de cofinanciación: proyectos piloto, de demostración, de mejores prácticas, proyectos integrados, de asistencia técnica, de información, de sensibilización y de difusión. Se define así un marco reglado de acción, con carácter interdisciplinario, multisectorial e internacional, que tiene por objeto generar alternativas replicables que permitan superar las limitaciones y las carencias de las mejores prácticas actuales. Fruto de este planteamiento abierto, en los últimos años, conocidos proyectos colaborativos españoles, desarrollados en el marco del LIFE, se han convertido en referentes de la innovación en el campo de la resiliencia urbana y de la sostenibilidad ambiental, entre los que podemos destacar: LIFE REUSING POSEIDONIA, LIFE-myBUILDINGisGREEN, LIFE AIRUSE, LIFE HEATLAND, o el LIFE DESERT-ADAPT.

LIFE CERSUDS: ECONOMÍA CIRCULAR, DRENAJE SOSTENIBLE E INFRAESTRUCTURA VERDE
El proyecto LIFE CERSUDS⁶, *Ceramic Sustainable Urban Drainage System*, se lleva a cabo en el marco del programa LIFE 2014-2020 de la Unión Europea, dentro de su objetivo específico dedicado a la adaptación al cambio climático. En concreto, esta propuesta responde al problema del agua y el sellado del suelo en las ciudades

mediante el desarrollo de un sistema urbano de drenaje sostenible (SUDS) que utiliza cerámica de bajo valor comercial como material permeable de pavimentación, aportando una solución aplicable en la implantación de infraestructuras verdes. Esta solución ha sido a prueba mediante la ejecución de un demostrador que permite la monitorización, la medición y la valoración de la evolución de las soluciones adoptadas. Se trata, por tanto, de un caso de investigación aplicada que surge como respuesta a la escasez de datos contrastables detectada durante la Jornada sobre Experiencias SUDS en España⁷, llevada a cabo en el curso del proyecto LIFE para determinar el estado del conocimiento en este campo.

Para abordarlo, en 2016 se creó un consorcio público-privado en el que participan: instituciones académicas como la Cátedra Cerámica de Valencia (CCV) y el Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la Universitat Politècnica de València (UPV); institutos tecnológicos de ámbito internacional, como el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), como coordinador del proyecto, el Centro Cerámico Bologna (CCB) y el Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidrio (CTCV); la Administración pública, representada por el Ayuntamiento de Benicàssim; y empresas privadas interesadas en la innovación, como Trencadis de Sempre y CHM. En el seno de este equipo multidisciplinar el trabajo quedó organizado en tres fases lideradas consecutivamente por uno de los socios: la primera, bajo la dirección del ITC, tuvo por objeto el diseño de un sistema permeable de pavimentación cerámica desde la óptica de la economía circular; la segunda, coordinada por el IIAMA, consistió en el desarrollo de un sistema de drenaje urbano desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental; y en la tercera, conducida por el Ayuntamiento de Benicàssim, se abordó la ejecución y la monitorización del citado demostrador con el objetivo de desarrollar soluciones contrastadas aplicables al desarrollo de la futura infraestructura verde de esta localidad (figura 1).

5. Los objetivos específicos del programa LIFE se integran en Agenda Urbana de la Unión Europea. Disponible en: ec.europa.eu
6. Proyecto LIFE15 CCA/ES/000091. Disponible en: www.lifecersuds.eu
7. Disponible en: www.lifecersuds.eu/es/prensa



FASE 1: SISTEMA PERMEABLE DE PAVIMENTACIÓN CERÁMICA

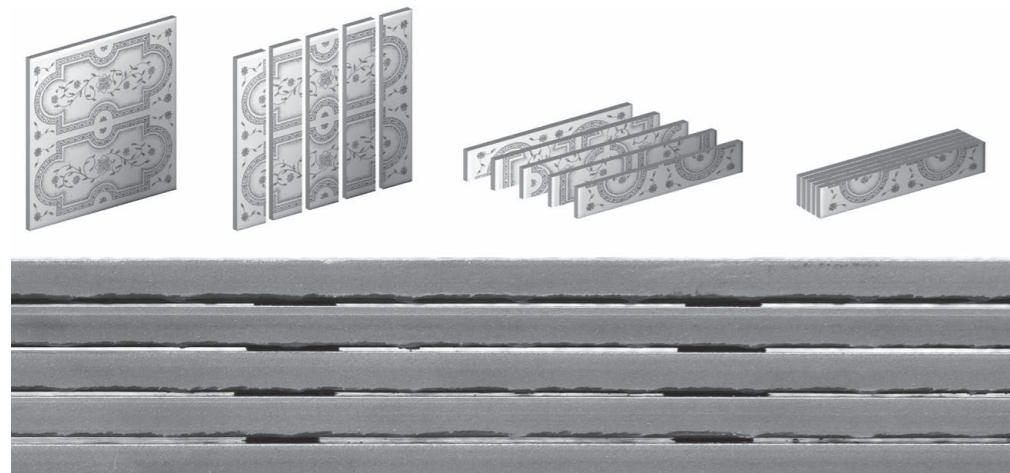
La preocupación por la economía circular se encuentra en el origen de esta iniciativa⁸, que parte de una experiencia previa de I+D financiada por la Comunidad Valenciana en 2010, centrada en la reutilización y reciclado de los productos obsoletos y de los deshechos de fabricación generados por el sector cerámico. Sin embargo, será en el marco de este proyecto LIFE donde se aborde un estudio pormenorizado del stock industrial de material de bajo valor existente en tres de los principales centros de producción europea –España, Italia y Portugal⁹–, caracterizando en cada caso su disponibilidad, el tipo de producto y sus características físicas y mecánicas. Entendiendo como “stock de bajo valor” aquel de muy difícil comercialización, con venta a pérdidas o descatalogado, el estudio muestra la existencia global de 12,32 millones de metros cuadrados, de los cuales 7,33 millones se localizan en España. Un dato que avala la pertinencia de abordar una investigación sobre su posible reutilización en forma de pavimento urbano permeable con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ asociadas a la fabricación y distribución de nuevos materiales, así como el fomento del empleo local generado por los procesos de transformación necesarios. Con ello se trata de generar un nuevo valor social, ambiental y económico a partir del reciclaje de los productos depreciados derivados de la

dinámica de innovación constante que caracteriza a la competitiva industria cerámica española.

El sistema permeable de pavimentación cerámica propuesto se basa en un proceso que tiene en la sencillez su mayor virtud. Se trata de la división por corte de baldosas de bajo valor comercial, la posterior disposición de canto de las piezas resultantes y su encolado a modo de adoquín, de modo que la separación producida por el material encolado, inferior a un milímetro, garantiza la permeabilidad transversal al agua sin comprometer su uso como pavimento urbano (figura 2).

A partir de este planteamiento, se inicia una investigación en laboratorio para determinar los parámetros de diseño y producción del adoquín. Primero se analiza la relación existente entre la resistencia mecánica y la permeabilidad, obteniendo como resultado para 65 mm una carga de rotura de 178 N/mm y una permeabilidad de 34 920 mm/h, muy por encima de los objetivos inicialmente fijados de 80 N/mm y los 5000 mm/h. Sin embargo, dichos valores se verán penalizados por su fragilidad a impacto, por lo que su consideración, junto con los de heladicidad, resbaladicidad y abrasión, determina una altura recomendada de 75 mm. Posteriormente, se estudia el proceso de fabricación teniendo en cuenta: las tolerancias dimensionales del material disponible, el sistema de corte, el proceso de encolado y las condiciones de paletizado y transporte. Todo ello

8. El fomento de la economía circular aparece recogido como uno de los objetivos estratégicos de la Agenda Urbana Española en concreto el Objetivo 4: Hacer una gestión sostenible de los recursos y favorecer la economía circular.
9. Dicho estudio titulado “Cuantificación del stock de baldosas cerámicas de bajo valor comercial en España, Italia y Portugal” puede descargarse en www.lifecersuds.eu



2. Proceso de conformación del adoquín cerámico. Fuente CCV/ ITC.
3. Efectos del sellado del suelo en la hidrología natural del territorio. Fuente CIRIA SUDS Manual.
4. Definición constructiva y funcionamiento hidráulico. Fuente CCV.

permite determinar el coste del material cerámico necesario para el adoquín, 10€/m², y el coste añadido del proceso manual, 40€/m²; datos a partir de cuales se realiza modelo de negocio basado en una futura producción industrializada en el que se estima un posible precio de comercialización de entre 30–35€/m².

FASE 2: SISTEMA URBANO DE DRENAJE SOSTENIBLE

El segundo objetivo de la propuesta será el desarrollo de un sistema urbano de drenaje sostenible¹⁰ (SUDS), adaptado al clima mediterráneo, que emplee el pavimento cerámico reciclado como superficie drenante. Los SUDS tienen como misión la restitución del ciclo hidrológico natural previo a la impermeabilización producida por los procesos de urbanización, lo cual ofrece múltiples ventajas: la reducción de las inundaciones por lluvias torrenciales; la reducción de los volúmenes de escorrentía que determinan el dimensionamiento de la red de colectores; la reducción del consumo energético de las estaciones depuradoras; la protección de la calidad del agua por el filtrado de las partículas contaminantes y su reutilización para el riego. De las diversas

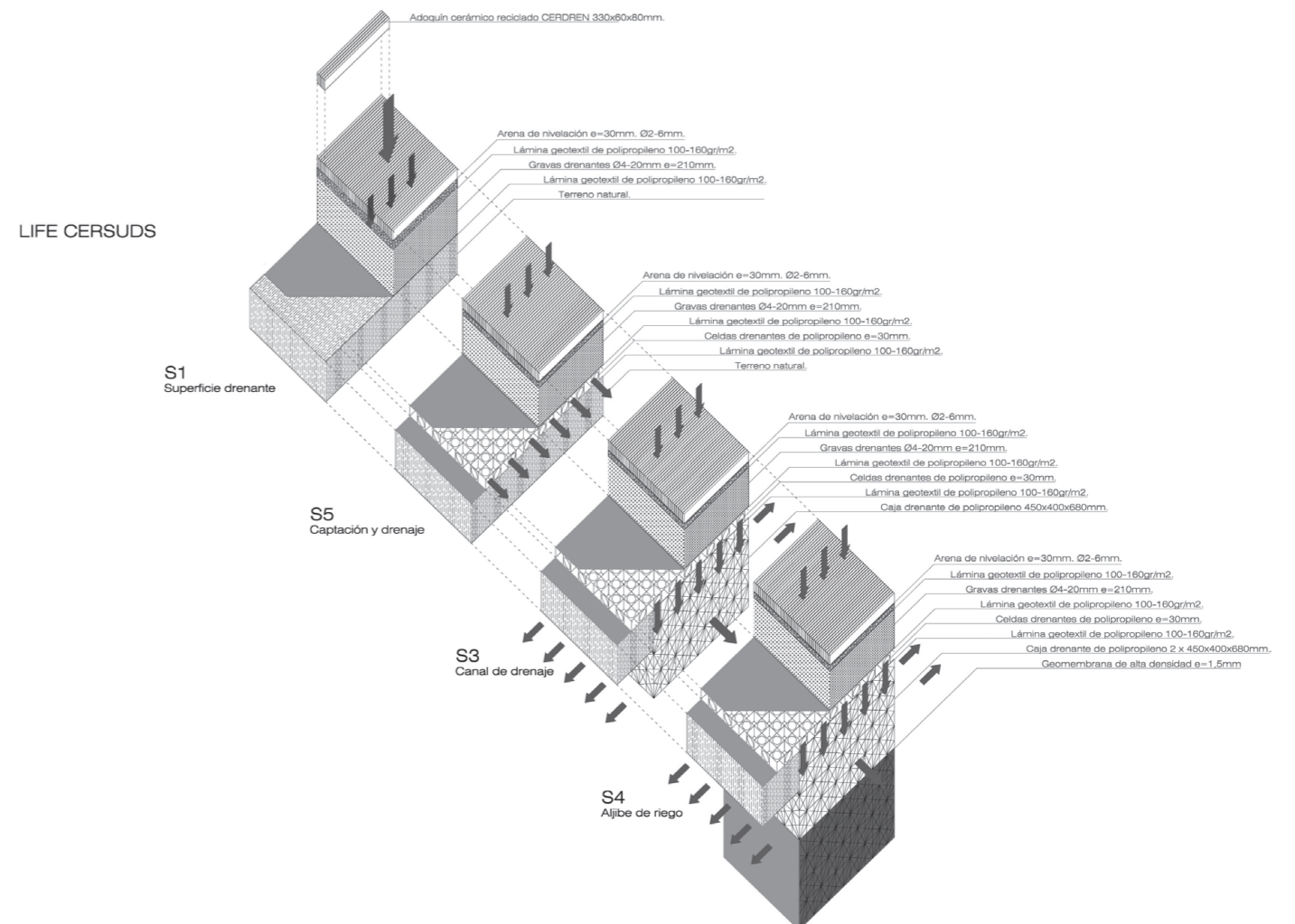
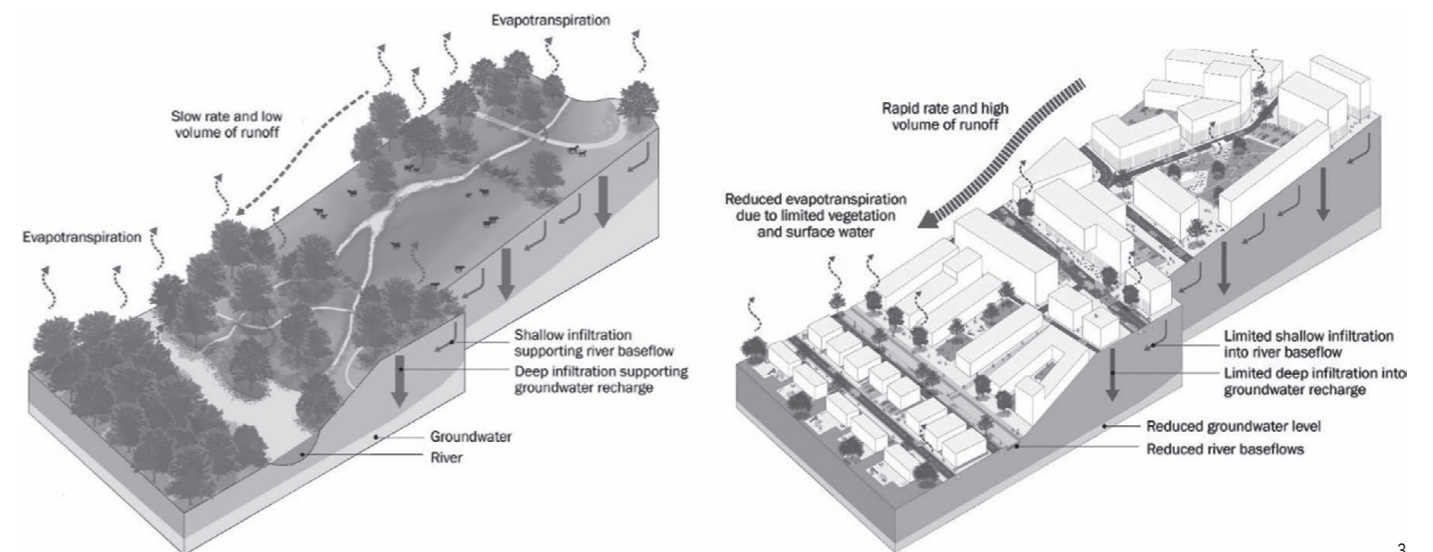
tipologías de SUDS disponibles –cubiertas vegetadas, zanjas filtrantes, cunetas verdes, depósitos de detención y superficies permeables¹¹–, en su segunda fase, el proyecto apuesta por la investigación sobre estas últimas, vinculándola a una reflexión respecto al impacto medioambiental que implica el sellado del suelo en un contexto internacional de notable crecimiento de las áreas urbanas (figura 3).

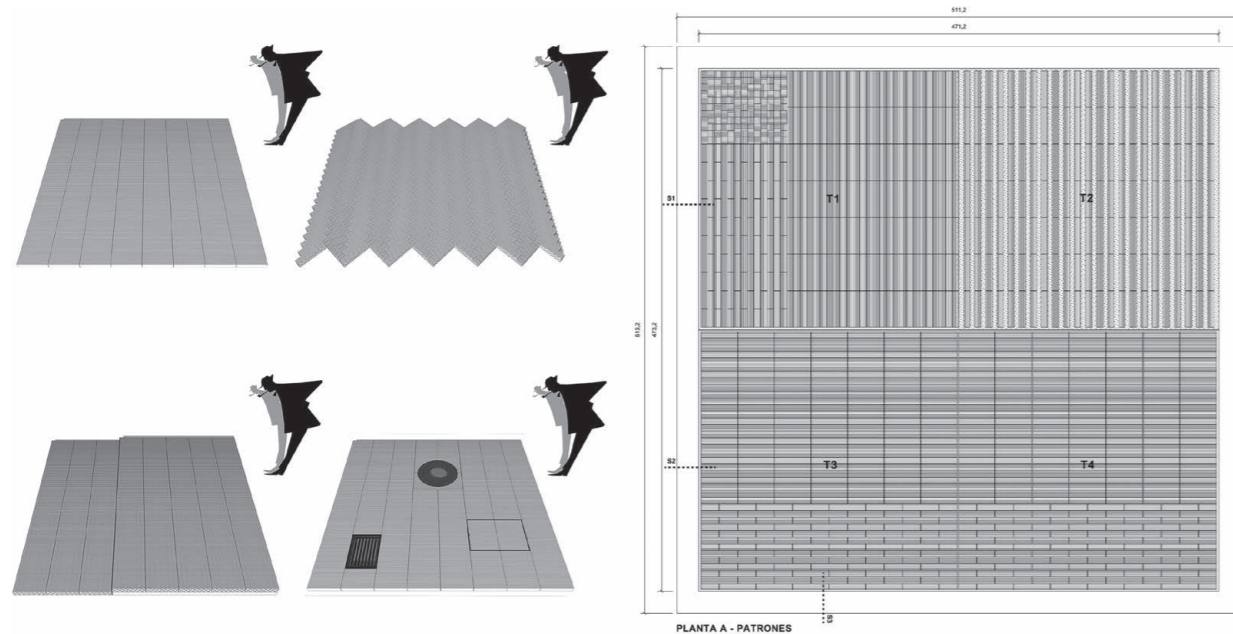
Con este objetivo, en esta fase se analiza la relación entre las necesidades de permeabilidad del SUDS y de resistencia portante para poder determinar de la sección de firme propuesta como solución de urbanización. Tras diversas pruebas de laboratorio, se opta por disponer los adoquines en seco sobre una capa de arena de nivelación Ø2–6 mm de 3 cm de espesor, separada mediante un geotextil de una subbase de gravas drenantes Ø4–20 mm de 21 cm y un recebado con árido de sílice Ø1–2 mm. Los ensayos realizados para dicha sección dan una carga de rotura puntual en el punto más desfavorable de 4600 N y una permeabilidad 5580 mm/h, manteniéndose, por tanto, dentro de los valores recomendados¹². Seguidamente, a partir de esta configuración

10. El impulso de los SUDS aparece recogido como uno de los objetivos estratégicos de la Agenda Urbana Española, en concreto el Objetivo 3: Prevenir y reducir los impactos del cambio climático y mejorar la resiliencia.

11. WOOD-BALLARD, Bridget et al. The SUDS Manual. Londres: Ciria, 2015. ISBN: 978-0-86017-760-9.

12. La definición constructiva, las especificaciones técnicas y el proceso de puesto en obra se puede consultar en el documento "Material Formativo", descargable en www.lifecersuds.eu





5. Sistemas de pavimentación cerámica y prueba de calle. Fuente CCV.
6. Proyecto de reurbanización de la calle Torre Sant Vicent, Benicàssim. Fuente CCV.

5

constructiva, se procede al estudio del comportamiento hidráulico de esta sección, analizándola en relación con su capacidad de infiltración, captación, conducción y almacenamiento del agua de lluvia en combinación con la disposición de celdas y cajas de polipropileno, como respuesta a los requerimientos específicos de funcionamiento de los SUDS (figura 4).

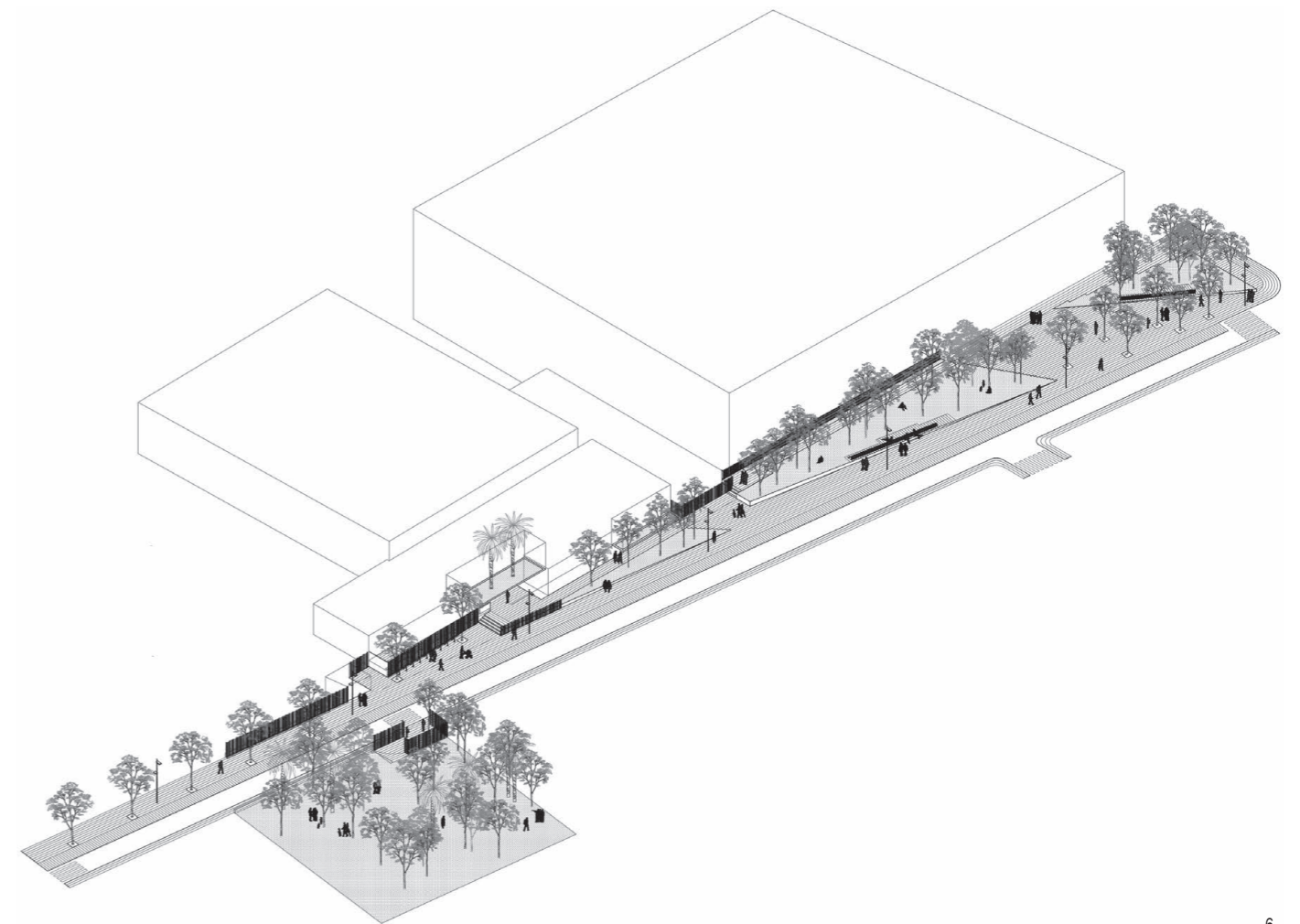
Finalmente, en esta misma fase, el proyecto estudia las cuestiones concretas a las que el sistema ha de dar respuesta con relación a su presencia en el espacio público. De esta manera, se identifican sus necesidades básicas, como la de disponer elementos de confinamiento lateral para evitar desplazamientos y asientos; la de contar con juntas y aparejos que permitan resolver las diferencias dimensionales entre las piezas; la problemática de la resolución de encuentros con paramentos y demás elementos de urbanización como alcorques, mobiliario urbano o

registros de instalaciones; su respuesta ante cambios de nivel y vados; o la formación de pavimentos hápticos (figura 5). Al mismo tiempo, se realiza una prueba de calle de 25 metros cuadrados que permite analizar cuestiones relativas a su puesta en obra como la facilidad de manipulación del adoquín en cuanto a dimensiones, peso y corte; rendimientos de colocación o precauciones para garantizar la correcta ejecución, así como distintos tipos de aparejo y su comportamiento frente a cargas dinámicas con distintas intensidades de tráfico.

FASE 3: INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA

Finalmente, el proyecto aborda como tema relevante el de la infraestructura verde como respuesta a la progresiva fragmentación del espacio habitado, uno de los principales problemas que se detectan recurrentemente en los análisis del territorio contemporáneo¹³. El intenso pro-

13. BENEDICT, Mark; MCMAHON, Edward. *Green Infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington: Island Press, 2006. ISBN-10: 1559635584; ISBN 13: 978-1559635585.



6

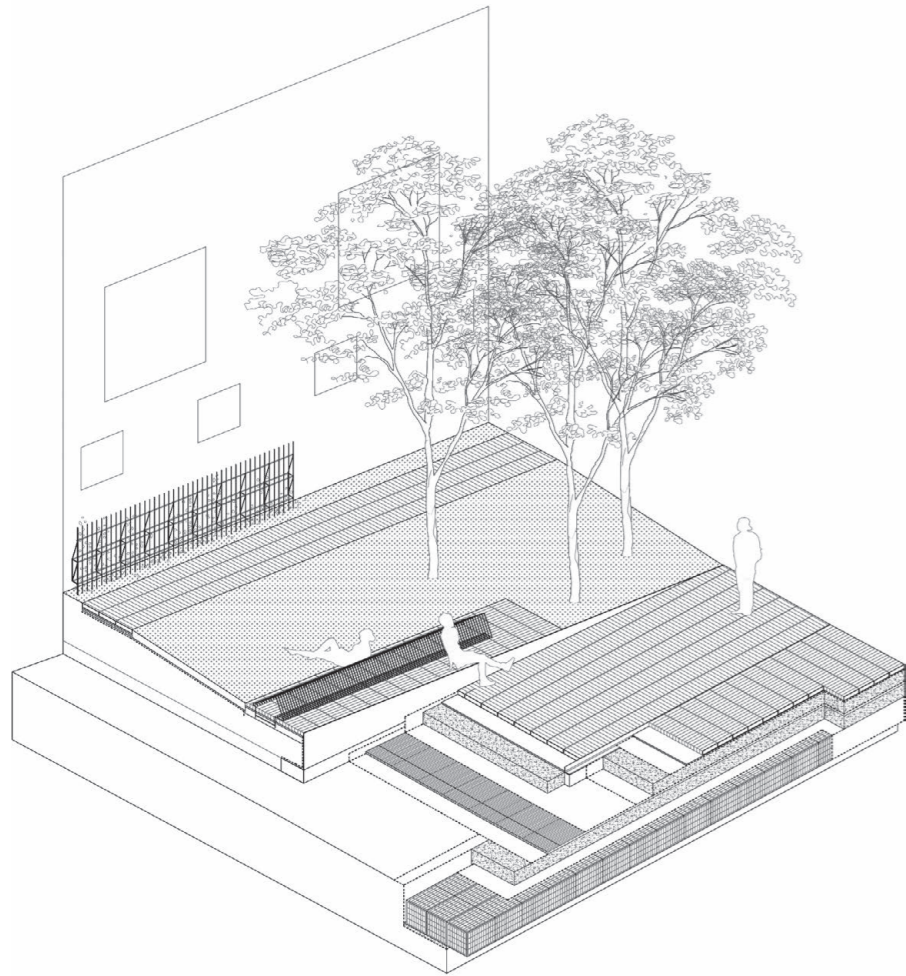
ceso de crecimiento urbano actual, las conurbaciones, el desarrollo de las infraestructuras, la concentración de las actividades productivas especializadas en las áreas periurbanas y los asentamientos dispersos son las razones más frecuentes que explican la creación de barreras que delimitan áreas disfuncionales y ambientalmente segregadas. La infraestructura verde se define como una red interconectada que integra los espacios de mayor valor medioambiental, paisajístico, social o cultural a escala territorial, municipal y urbana. Su objetivo sería la de proporcionar servicios ecosistémicos vinculados a la conservación y a la regeneración de las áreas naturales, a la minimización del impacto de los riesgos ambientales, a la

preservación de la calidad del agua y del aire y a la lucha contra el cambio climático¹⁴. Pero también aporta sustanciales beneficios sociales, como la mejora de la calidad de los espacios destinados a la residencia y el trabajo, o el desarrollo de los vínculos de comunidad a través de un modelo de uso público participativo, integrador e igualitario de estas redes verdes¹⁵.

Por todo ello, la infraestructura verde se ha convertido en una de las principales herramientas que orientan la planificación territorial y urbana, definiendo el marco de referencia que permite integrar las decisiones multidisciplinares que afectan a las estrategias de desarrollo urbano sostenible. Si bien en España existen casos relevantes

14. GARCÍA, Francisco. Planeamiento urbanístico y cambio climático: la Infraestructura Verde como estrategia de adaptación. En: *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 122. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2019.

15. FARIÑA, José. Zonas Verdes para el siglo XXI. En: Jorge Ozcáriz, coord. *Vitoria-Gasteiz European Green Capital 2012. Propuestas para la reflexión*. Vitoria-Gasteiz: Centro de Estudios Ambientales-Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2013.



7: Izquierda. Jardines de lluvia y áreas de infiltración. Fuente CCV
8: Derecha. Visualización de la propuesta. Fuente CCV / ITC

7

de su aplicación a escala territorial y urbana, entre los que podemos destacar el Anillo Verde de Vitoria, el Plan de Infraestructura Verde Litoral de la Comunidad Valenciana, el Plan Director de Infraestructura Verde de Zaragoza o el LIFE Anillo Verde de la Bahía de Santander, no resulta tan frecuente encontrar intervenciones realizadas en el espacio público que ofrezcan información concreta orientada a su replicabilidad.

Por ello, en esta tercera fase, se aborda la puesta a prueba del sistema mediante la ejecución de un demostrador, llevado a cabo en Benicàssim, que permite medir y valorar su capacidad de respuesta sometido a las condiciones ambientales y de utilización de un entorno real. En la actualidad, el ayuntamiento de esta localidad, como muchas otras de la Comunidad Valenciana, está llevando a cabo el desarrollo de su infraestructura verde

urbana, desarrollo que se ve ralentizado por la falta de datos precisos, por lo que el proyecto se concibe como una oportunidad para cubrir esta carencia (figura 6).

La intervención propuesta aborda la reurbanización y recalificación de la calle Torre Sant Vicent, uno de los itinerarios históricos que conectan el centro con la playa, definiendo el principal eje transversal de carácter peatonal que articulará su futura infraestructura verde urbana. Para la elaboración de la propuesta se realiza un análisis del ámbito de intervención, de 3209 metros cuadrados, sobre la base de cinco parámetros adoptados como indicadores de sostenibilidad en el espacio público que caracterizarán las intervenciones asociadas al desarrollo de la Infraestructura Verde Urbana de Benicàssim: proporción de suelo sellado, modo de gestión de las aguas pluviales, accesibilidad universal, movilidad sostenible y



8

calidad ambiental¹⁶. A partir de estos, se determinan los objetivos específicos y las acciones concretas que realizar, consistentes en: reducción del suelo sellado del 90% actual a un 30% correspondiente a la calzada; gestión sostenible de las escorrentías y almacenamiento de las aguas pluviales para riego, con una reducción superior al 80% de los vertidos a la red; reorganización de la sección viaria existente transformándola en una plataforma única para garantizar la accesibilidad universal; creación de un itinerario en sombra para uso peatonal y ciclista; e incremento en un 75% de las zonas verdes, arboladas y equipadas como zonas de estancia.

La propuesta final que da respuesta al conjunto de estos objetivos se organiza en torno al funcionamiento

del SUDS. Así, se disponen jardines de lluvia (figura 7), que gestionan las aguas pluviales de las cubiertas de los edificios colindantes, como zonas de estancia ajardinadas, mientras que las aceras peatonales se utilizan como áreas de infiltración y de captación subterránea de las escorrentías que son conducidas a un canal-depósito, situado bajo el carril-bici, capaz de almacenar el agua necesaria para el riego durante los meses estivales de las nuevas áreas verdes creadas. De esta manera, se logra establecer una relación directa entre la gestión sostenible del agua de lluvia y la mejora de las condiciones ambientales del espacio, en el que ésta deja de ser percibida como un problema y pasa a ser considerada, y tratada, como un recurso valioso (figura 8).

16. Actualmente, la Dirección General de Política Territorial y Paisaje de la Generalitat Valenciana está elaborando una guía metodológica para la valoración de la calidad del espacio urbano en el que se recogen estos cinco parámetros.

9: Proceso de ejecución. Fuente CCV /ITC
10: Estructura del proyecto LIFE CERSUDS. Fuente CCV /ITC



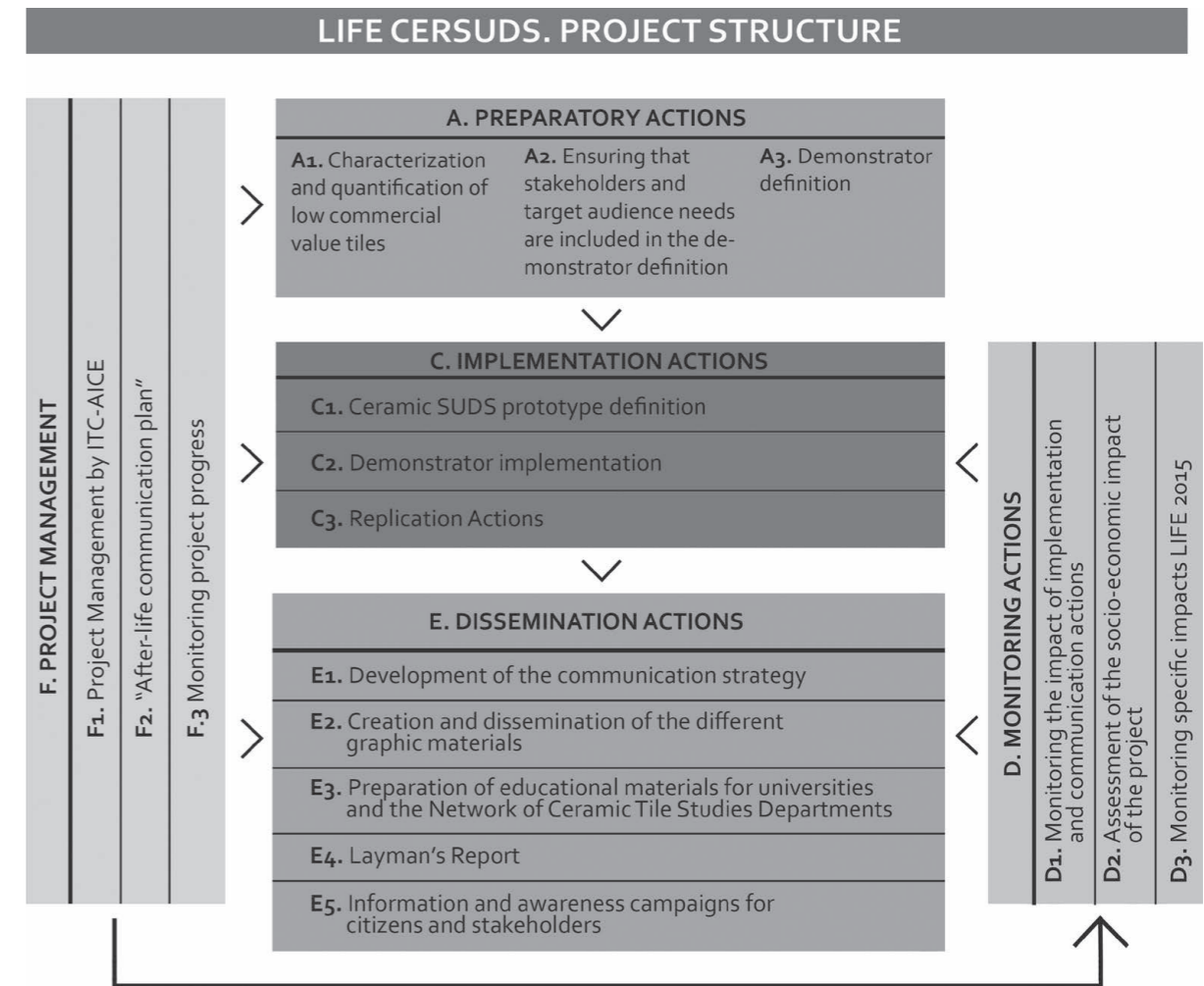
9

La construcción de este demostrador ha permitido la monitorización de su comportamiento hidráulico, tanto en lo que respecta a la cantidad como a la calidad del agua gestionada: reducción de los volúmenes vertidos al alcantarillado en un 86% y cobertura del 97% de las necesidades de riego. Desde el punto de vista de la permeabilidad, el demostrador ha posibilitado la realización de ensayos que revelan su funcionamiento real, con unos valores por encima de los 10000 mm/h frente a los 5000 mm/h recomendados; y permite conocer la evolución en el tiempo de dicha permeabilidad en función del grado de saturación del pavimento¹⁷. Así mismo, facilita el conocimiento del grado de aceptación por parte de la ciudadanía, mediante un trabajo de campo en el que el 75% de los encuestados se mostraba satisfecho o muy

satisfecho con su funcionamiento, especialmente en lo referente a la ausencia de charcos y respecto al confort y a la seguridad de la pisada. En esta misma dirección, el demostrador aporta la posibilidad de una experiencia directa de gran interés con vistas a la comunicación y a la difusión de los resultados entre los distintos grupos de interés.

Finalmente, el demostrador permite documentar pormenorizadamente el proceso de ejecución, facilitando su replicabilidad, y posibilita la identificación de las principales dificultades de puesta en obra y de mantenimiento de estos sistemas (figura 9). Las primeras se centran fundamentalmente en su compatibilidad con las redes de instalaciones existentes, que suelen ocupar gran parte del subsuelo, entorpeciendo la disposición y la continuidad

17. Los resultados de los ensayos realizados y la metodología empleada pueden consultarse en www.lifecersuds.eu



10

de los elementos de captación del agua, especialmente de los cajones o celdas de polipropileno. Por otro lado, la naturaleza laminar del adoquín obliga a tener un especial cuidado en lo que se refiere a su transporte y acopio. En cuanto al mantenimiento, su disposición en seco facilita las labores de reposición de los adoquines, pero la misma razón dificulta su limpieza mediante agua a presión o barreras obligando a renovación periódica del recebedo.

EL PROYECTO COMO ESPACIO DE EXPERIMENTACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO

En el contexto en el que se desarrolla esta investigación aplicada adquiere una especial relevancia el papel del proyecto como espacio común que permite abordar una reflexión transversal entre los diversos temas planteados,

ampliando notablemente con ello su alcance sectorial. Por este motivo, el proyecto LIFE CERSUDS, en su conjunto, se estructura en una serie de acciones interrelacionadas, pero no lineales, cuyo objetivo sería establecer sinergias entre los actores involucrados, que contemplan: acciones preparatorias, acciones de implementación, acciones de monitorización, acciones de comunicación y de gestión del proyecto (figura 10).

En una primera etapa preparatoria se aborda el ya citado estudio de caracterización y cuantificación de las existencias disponibles de baldosas cerámicas de bajo valor comercial, determinando la cantidad, la calidad, la ubicación y los precios del material disponible. Simultáneamente, se conforma un grupo de trabajo regional que agrupa los distintos agentes involucrados, públicos y privados. El objetivo de ello es definir intereses,

11: Demostrador LIFE CERSUDS. Fuente Milena Villalba.



11

preocupaciones y estrategias comunes orientadas a una definición compartida del problema que permita abordar colectivamente su solución mediante el desarrollo de una visión integrada a largo plazo. Finalmente, en esta fase se acomete la definición técnica del demostrador que se va a ejecutar en Benicàssim, lo que permite la determinación precisa de los requisitos exigibles al sistema permeable de pavimentación cerámica y al sistema urbano de drenaje sostenible propuesto, en función de la problemática urbana concreta a resolver.

La segunda etapa de implementación integra las tres fases de trabajo anteriormente descritas, primero se aborda el diseño y la definición de un sistema permeable de pavimentación cerámica, que más tarde será desarrollado mediante su aplicación en un sistema urbano de drenaje sostenible y se ensayará en la resolución de una parte reducida, pero relevante, de la Infraestructura Verde Urbana de Benicàssim mediante la ejecución del demostrador. Finalmente, tras la adopción de las medidas correctoras oportunas, se inician las acciones encaminadas a su replicabilidad en Italia y Portugal.

En una tercera fase, una vez ejecutado el demostrador, se realizan las acciones de monitorización que miden las repercusiones efectivas del proyecto a nivel ambiental y socioeconómico. En el primer aspecto se valora el comportamiento hidráulico del SUDS destacando, aparte de la capacidad de gestión del agua del 86% ya mencionada, su eficacia en la reducción de concentración materia orgánica (DQO), superior al 90%, y de la masa retenida de contaminantes, superior al 95%. Así mismo, se realiza una comparativa de los impactos ambientales del ciclo de vida: el impacto ambiental asociado al pavimento en la categoría GWP (*Global Warming Potential*) es 17,9 kg CO₂ eq; respecto a un pavimento de adoquines de hormigón permeable (23,9kg CO₂ eq) se obtiene una reducción del 25% en la categoría de impacto GWP (kg CO₂ eq); la instalación de unos 1950m² de pavimento cerámico permeable ha permitido reducir 11,7 toneladas de emisiones de CO₂ equivalente respecto a la instalación de un pavimento permeable de adoquines de hormigón. En el segundo, mediante la encuesta de opinión, se pulsa la valoración positiva que

hacen los ciudadanos de la intervención¹⁸ y se cuantifica su impacto, en términos económicos y de creación de empleo, en la industria local.

La fase de comunicación engloba todas las acciones encaminadas a transmitir de forma eficaz los beneficios ambientales, sociales y económicos del proyecto a los ciudadanos y al conjunto de los agentes interesados. Dichas acciones se llevan a cabo a lo largo de todo el recorrido del proyecto y se concretan en la creación de la plataforma digital www.lifecersuds.eu, donde se hacen públicos todos los documentos técnicos generados que permitan su libre replicabilidad¹⁹. Así mismo, se elabora un documento de material formativo de uso académico, y se llevan a cabo una serie de jornadas²⁰ divulgativas a nivel nacional e internacional y se realizan presentaciones del proyecto en el ámbito especializado de la industria cerámica y de las Administraciones local y autonómica, así como su presentación en ferias y en congresos relevantes del sector de la construcción como Cersaie, Construmat, Tektónica, Cevisama, Conama o Qualicer²¹.

Finalmente, la fase de gestión del proyecto abarca igualmente el conjunto del mismo e integra todas las tareas destinadas a asegurar la correcta ejecución del mismo, la monitorización de su desarrollo y la comunicación e interlocución con los equipos externos de supervisión comisionados por la Unión Europea.

CONCLUSIONES

En un momento como el actual, en el que se debate con intensidad sobre el futuro de nuestras ciudades, surgen nuevos retos que han de ser abordados desde una reflexión multidisciplinar abierta a la experimentación, la innovación y la transferencia del conocimiento. Multidisciplinar –por la naturaleza misma de los problemas urba-

nos por resolver, que requieren de una visión compleja–, holística e integrada, capaz de abarcar de forma simultánea y operativa su dimensión social, cultural, ambiental y económica. Abierta a la experimentación, puesto que la investigación aplicada depende de la formulación de preguntas relevantes y de la asunción colectiva de retos. Orientada a una innovación que, como nos recuerda la *Agenda Urbana Española*, resulta necesaria para poder superar marcos de trabajo y enfoques que hoy resultan insuficientes u obsoletos. Preocupada por la transferencia, la replicabilidad y la continuidad de las líneas de investigación en las que se apoya la producción del conocimiento, ya que de ellas depende su repercusión social.

En esta dirección, la experiencia del proyecto LIFE CERSUDS revela la capacidad de un equipo multidisciplinar para generar de forma colectiva soluciones que superan los límites de su propio ámbito especializado mediante el establecimiento de relaciones transversales entre áreas de conocimiento habitualmente desconectadas. En este caso concreto, la propuesta requiere de un conocimiento preciso de las condiciones de producción de la industria cerámica capaz de identificar y de cuantificar el problema económico y ambiental que representa el *stock* existente, como base para idear una estrategia de reutilización basada en la economía circular. Pero también se necesita capacidad propositiva y experiencia proyectual para concebir las posibles aplicaciones de dicho material en la resolución de los problemas urbanos, estrechamente vinculados al debate actual sobre la sostenibilidad de los entornos habitados (figura 11).

Así mismo, su desarrollo y su implementación dependen de la posibilidad de disponer de capacidad técnica suficiente para poder dar respuesta a los interrogantes planteados y de un apoyo institucional firme que logre

18. El método de recogida de información ha sido a través de encuestas personales con cuestionario estructurado, realizadas a pie de calle. El tamaño ha sido 100 encuestas válidas, con error muestral del 9,80%, elevado, pero menor del 10%, y el nivel de confianza es del 95%.

19. Dicha documentación se puede descargar en lifecersuds.eu/es/documentos

20. XXIV Jornadas FACSA, Castellón, 2016; Jornadas de Innovación en Seguridad Vial, Murcia, 2017; LIFE Platform Meeting on Climate Action in Urban Areas, Barcelona, 2017; Jornada de Promoción Cerámica en Espacios Urbanos, Castellón, 2017; Jornada Experiencias SUDS en España, Benicàssim, 2018; Jornada Innovación en la Gestión del Drenaje Urbano, Castellón y Alicante, 2019; Jornada RedSUDS, Madrid, 2019; Workshop Drenaje Sostenible y renovación de las zonas urbanas, Faenza, 2019; European Conference. Adaptando nuestras ciudades al cambio climático, Madrid, 2019.

21. Durante 2019 el proyecto ha sido reconocido con el primer premio en el Concurso SOM Cerámica a la innovación de la diputación de Castellón, el Premio BB Construmat al producto innovador y la mención de honor de los Premios de Innovación en la feria Tektónica de Lisboa.

superar las inevitables cautelas. Actualmente, temas como la reducción del suelo sellado, el drenaje sostenible urbano o el papel de las infraestructuras verdes están pasando de ser recomendaciones contempladas en las guías de buenas prácticas a constituir exigencias recogidas en los textos normativos, pero su aplicación real se encuentra con la dificultad práctica de la falta de datos precisos que avalen decisiones que, por su escala, tienen una gran repercusión ambiental, económica y social. Es precisamente esta responsabilidad compartida en la toma de decisiones la que hace necesario generar sinergias entre distintos interlocutores públicos y privados. En el caso del proyecto LIFE CERSUDS, los grupos de trabajo regional se revelan como elementos fundamentales en la identificación precisa de las problemáticas sectoriales, en la orientación sobre la viabilidad de implantación de las soluciones propuestas y en la transferencia del conocimiento producido. Así mismo, la integración en el equipo de trabajo de visiones procedentes del ámbito académico, de la Administración pública y del sector productivo resulta necesaria en el estudio simultáneo de aspectos relacionados con la economía circular, la gestión hídrica y el espacio público, que habitualmente se analizan por separado. Por otro lado, la labor de comunicación, realizada durante todo el proyecto, ofrece la posibilidad de entrar en contacto con las preocupaciones de interlocutores muy diversos, permitiendo visibilizar ámbitos de mejora

y futuras líneas de investigación. En esta dirección, en el caso del LIFE CERSUDS los principales campos que abordar, con vistas a su replicabilidad, serían la reducción del coste económico mediante el empleo de cerámica sin valor comercial y la industrialización de la producción, así como el aumento de la capacidad portante de las bases granulares drenantes para ampliar sus posibilidades de uso en el espacio público.

Sin embargo, el proceso no está exento de dificultades que evidencian la importancia para este tipo de trabajo de un liderazgo sólido capaz de integrar y hacer compatibles posicionamientos, dinámicas, expectativas e intereses diferenciados, cuyas lógicas proceden del mundo académico, empresarial o institucional. Lo que, en su conjunto, pone de manifiesto la necesidad de consolidar una aún incipiente cultura de la colaboración como base de todo trabajo cooperativo. Finalmente, se ha de destacar la notable oportunidad que suponen para la investigación, la actividad profesional y la docencia en el ámbito de la arquitectura estos nuevos marcos de trabajo, que han de dar respuestas a los problemas actuales de nuestra sociedad, reintegrándolas en la realidad de las preocupaciones colectivas y, ante todo, superando los límites de lo individual al establecer una metodología de trabajo colaborativo que requiere de objetividad en la identificación de los problemas y de creatividad a la hora de proponer soluciones.■

Bibliografía citada

- BENEDICT, Mark; MCMAHON, Edward. *Green Infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington: Island Press, 2006.
- FARIÑA, José. Zonas Verdes para el siglo XXI. En: Jorge Ozcáriz, coord. *Vitoria-Gasteiz European Green Capital 2012. Propuestas para la reflexión*. Vitoria-Gasteiz: Centro de Estudios Ambientales-Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2013.
- GARCÍA, Francisco. Planeamiento urbanístico y cambio climático: La Infraestructura Verde como estrategia de adaptación. En: *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 122. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2019.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *Agenda Urbana Española 2019*. Madrid: Ministerio de Fomento, 2019.
- SACHS, Jeffrey. *La era del desarrollo sostenible*. Barcelona: Planeta, 2015.
- WOOD-BALLARD, Bridget et al. *The SUDS Manual*. Londres: Ciria, 2015.

Eduardo de Miguel Arbones (Pamplona 1959). Arquitecto por la Universidad de Navarra y Doctor Arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid, en la actualidad es Catedrático de Proyectos en la Universidad Politécnica de Valencia y director de la *Cátedra Cerámica* patrocinada por ASCER, siendo el editor de la plataforma digital www.ceramicarchitectures.com. Los proyectos realizados han obtenido reconocimientos en la III, V y VII BEAU, la IV y VII BIAU, la IX Biennale di Architettura di Venezia, los Premios FAD 2004, 2005 y 2009, el European Prize for Urban Public Space 2010 o el European Prize for Cultural Heritage 2011, y han sido difundidos en revistas como: El Croquis, A&V, Architectural Record o Architecture d'Aujourd'hui, y en publicaciones internacionales como: *Young Spanish Architects* de Birkhäuser, *Landscape Architecture Now!* de Taschen o *The Phaidon Atlas of 21st Century World Architecture*.

Enrique Fernández-Vivancos (Granada, 1967). Arquitecto y Doctor Arquitecto por la Universitat Politècnica de València 2016, actualmente es Profesor Asociado en el Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la UPV, Profesor Asociado de la UCH-CEU y Profesor Visitante de Diseño Urbano en la UTE-FAU de Quito. Su trabajo profesional ha recibido diversos reconocimientos en la: X Bienal de Ciudades Europeas, 2013; XI Bienal Española de Arquitectura y Urbanismo, 2011; III Premio Mediterráneo de Paisaje de la Unión Europea, 2010; Premio Hispalit de arquitectura con ladrillo, 2009, Premio Construmat a la innovación, 2019; y la Muestra JAE Jóvenes Arquitectos Españoles del Ministerio de Cultura, 2008. Su trabajo investigador se ha sido publicado en: PpA, EGA, Zarch, DPA, Palimpsesto, En Blanco, C3 Architecture, Le Moniteur Architecture AMC, Construire In Laterizio, Artpower, Arquitectura Viva, Paisea o Urban Pays Med.

Javier Mira Peidro (Alcoy, 1959). Arquitecto Técnico. Universidad Politécnica de Valencia. 1985. Actualmente y desde 2005 es Coordinador del Área de Hábitat del Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Fue miembro originario de la Asociación para la Promoción del Diseño Cerámico, ALICER, donde fue subdirector de 1993 a 2005. Desde 2010 es vicepresidente del bloque B: Baldosas cerámicas y construcción, en QUALICER, congreso mundial sobre calidad de baldosas cerámicas. Co-inventor de 7 productos y sistemas innovadores relacionados con baldosas cerámicas y sus sistemas de instalación. (ES2259904, ES1058512, ES1049996, ES105862, ES1059416, ES1072065, ES1075419). Coordinador de diecisiete proyectos relacionados con la cerámica, financiados por empresas de cerámica, así como como por organismos públicos pertenecientes a la Administración Valenciana (IVACE e IMPIVA), Española (CDTI) y Europea (LIFE).

Jorge Corrales García (Castellón, 1985). Arquitecto Superior, Escuela Técnica Superior Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia, 2010. Máster Oficial Universitario en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en instalaciones industriales y Edificación por la Universidad Jaume I de Castellón, 2015. Actualmente y desde 2008 es técnico del Área de Hábitat del Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Ha participado en veinticinco proyectos relacionados con la cerámica, financiados por empresas de cerámica, así como como por organismos públicos pertenecientes a la Administración Valenciana (IVACE e IMPIVA), Española (CDTI) y Europea (LIFE). Coautor de 11 artículos y presentación de 5 ponencias en el Congreso QUALICER, desde el año 2010 hasta el 2018. Coautor de artículo en revista Centro informativo de la construcción (CiC), Arquitectura y sostenibilidad, N° 519.

LIFE CERSUDS: UNA PROPUESTA PARA ADAPTAR NUESTRAS CIUDADES AL CAMBIO CLIMÁTICO**LIFE CERSUDS: A PROPOSAL TO ADAPT OUR CITIES TO CLIMATE CHANGE**

Eduardo de Miguel Arbones (https://orcid.org/0000-0003-1866-6591)

Enrique Fernández-Vivancos González (https://orcid.org/0000-0003-4806-0910)

Javier Mira Peidro (https://orcid.org/0000-0002-9185-7215)

Jorge Corrales García (https://orcid.org/0000-0001-9771-5421)

p.103 NEW INTERDISCIPLINARY FRAMEWORKS. THE LIFE PROGRAMME

After a long participatory process, the *Spanish Urban Agenda*¹ was presented on 22 February 2019. This is a strategic document defining the principles and values that should guide the development and transformation policies of our cities during the coming decades. As with previous international agendas², the Spanish version proposes 30 specific objectives focused on the fulfilment of international commitments made in terms of sustainability, among which the Sustainable Development Goals (SDA) and more specifically ODS 11 deserve special mention, which is committed to sustainable, inclusive, safe and resilient urban models. In so doing, it clearly positions itself in the current debate on the future of cities in which the concept of the urban takes on a central role in the struggle for sustainability. However, the effective implementation of these objectives in our territory does not only entail a significant change in the direction of public policies, but also in the consolidated practices regarding the planning, design and construction of inhabited environments. This fact allows us to understand that their applicability, to a great extent, will depend on the development of knowledge, procedures and proven techniques which will serve as alternatives to traditional solutions. As the agenda itself clarifies: *"The traditional mechanisms of intervention, both on the city and on the territory, pose important limitations and frameworks which are already largely overcome. Permanent innovation also opens up new spaces of opportunity for new ways of understanding the city and new ways of acting upon it"*³.

The new model to which we aspire, consisting of economically productive, socially inclusive and environmentally sustainable cities⁴, confronts us with a complex, integrated and holistic definition of urban problems whose resolution requires interdisciplinary working groups. In fact, the Spanish Agenda itself highlights the need for the participation of public administrations, the academic world, civil society and the productive sector. In this same vein, the European Union, through the Environment and Climate Action Programme⁵ (LIFE), promotes international collaboration initiatives between both public and private sectors aimed at promoting good practices and developing innovative technologies in the field of environment and climate change. This cooperation, in the case of LIFE, is channelled through the project, intended as a collaborative space which brings together, coordinates and integrates the contributions of a wide range of partners, by identifying several types which are subject to co-financing: pilot projects, demonstration projects, best practices, integrated projects, technical assistance, information, awareness raising and dissemination. This defines a regulated framework for action, of an interdisciplinary, multisectoral and international nature, which aims at generating replicable alternatives capable of overcoming the limitations and shortcomings of current best practices.

As a result of this open approach, in recent years, well-known Spanish collaborative projects, developed within the framework of LIFE, have become benchmarks for innovation in the field of urban resilience and environmental sustainability, among which we can highlight LIFE REUSING POSEIDONIA, LIFE-myBUILDINGisGREEN, LIFE AIRUSE, LIFE HEATLAND, or LIFE DESERT-ADAPT

LIFE CERSUDS: CIRCULAR ECONOMY, SUSTAINABLE DRAINAGE AND GREEN INFRASTRUCTURE

The LIFE CERSUDS project⁶, *Ceramic Sustainable Urban Drainage System*, is carried out within the framework of the European Union's LIFE 2014-2020 programme, considering its specific objective focused on adaptation to climate change. To be specific, this proposal addresses the problem of water and soil sealing in cities through the development of a Sustainable Urban Drainage System (SUDS) which uses low commercial value ceramics as a permeable paving material, thus providing a solution which is applicable in the implementation of green infrastructures. This solution has been put to the test by means of the execution of a demonstrator which allows for the monitoring, measurement and assessment of the evolution of the solutions adopted. This is, therefore, a case of applied research arising as a response to the scarcity of verifiable data detected during the Seminar on SUDS Experiences in Spain⁷, carried out in the course of the LIFE project to determine the state of knowledge in this field.

To address the issue, a public-private consortium was created in 2016 with the participation of the Spanish government: academic institutions such as the Ceramic Chair of Valencia (CCV) and the University Research Institute of Water and Environmental Engineering (IIAMA) of the Polytechnic University of Valencia (UPV); different international technology institutes, such as the Institute of Ceramic Technology (ITC), acting as project coordinator, the Bologna Ceramic Centre (CCB) and the Ceramic and Glass Technology Centre (CTCV); the public administration, represented by the Benicàssim Town Council; as well as private companies interested in innovation, such as Trencadís de Sempre and CHM. This multidisciplinary team organized the work in three stages led consecutively by one of the partners: The first stage, under the direction of the ITC, was aimed at designing a permeable ceramic paving system from the perspective of circular economy; the second stage, coordinated by the IIAMA, consisted of the development of an urban drainage system from the perspective of environmental sustainability; and the third stage, led by the Benicàssim Town Council, dealt with the implementation and monitoring of the aforementioned demonstrator with the aim of developing proven solutions applicable to the development of the future green infrastructure in this town (figure 1).

STAGE 1: PERMEABLE CERAMIC PAVING SYSTEM

The concern for circular economy is at the origin of this initiative⁸, which is based on a previous R+D experience funded by the Valencian Community in 2010, focused on the reuse and recycling of obsolete products and manufacturing waste generated by the ceramic sector. However, it is within the framework of this LIFE project that a detailed study of the industrial stock of low value material existing in three of the main European production centres -Spain, Italy and Portugal⁹- will be undertaken, characterising their availability, the type of product and their physical and mechanical characteristics in each specific case. The study defines "low-value stock" as stock which is very unlikely to be marketed, sold at a loss or discontinued. It shows the global existence of 12.32 million square meters, of which 7.33 million are located in Spain. This data supports the appropriateness of undertaking research into its possible reuse in the form of permeable urban paving with the aim of reducing CO2 emissions linked to the manufacture and distribution of new materials, as well as promoting local employment generated by the necessary transformation processes. The aim is to generate new social, environmental and economic value from the recycling of depreciated products resulting from the dynamics of constant innovation which characterises the competitive Spanish ceramics industry.

The permeable ceramic paving system proposed is based on a process whose greatest virtue lies in its simplicity. It involves the cutting of low commercial value tiles, the subsequent edging of the resulting pieces and their bonding in the manner of a paving stone, so that the separation produced by the bound material, which is less than one millimeter, guarantees transverse permeability to water without compromising their use as urban paving (Figure 2).

Based on this approach, a laboratory investigation is undertaken to determine the design and production parameters of the paver. Initially, the relationship between mechanical strength and permeability is analysed, resulting in a breaking load of 178 N/mm for 65 mm and a permeability of 34,920 mm/h, well above the initially set targets of 80 N/mm and 5,000 mm/h. However, these values are disadvantaged by their fragility to impact. Therefore, their consideration, together with those of iciness, slipperiness and abrasion, determines a recommended height of 75 mm. Subsequently, the manufacturing process is studied considering: the dimensional tolerances of the material available, the cutting system, the bonding process and the palletizing and transport conditions. All of this makes it possible to determine the cost of the ceramic material required for the paving stone, 10 euros per square metre, and the added cost of the manual process, 40 euros per square metre. These data are used to create a business model based on future industrialised production in which a possible marketing price of between 30-35 euros per square metre is estimated.

STAGE 2: SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEM

The second objective of the proposal consists of the development of a sustainable urban drainage system¹⁰ (SUDS), adapted to the Mediterranean climate, using recycled ceramic pavement as a drainage surface. The mission of SUDS is to restore the natural hydrological cycle prior to the waterproofing produced by urbanisation processes, which offers multiple advantages: the reduction of flooding due to torrential rainfall; the reduction of the volumes of run-off determining the sizing of the network of collectors; the reduction of energy consumption at the wastewater treatment plants and the protection of water quality by the filtering of contaminating particles and its reuse for irrigation. Out of the different types of SUDS available -vegetated covers, filtering trenches, green gutters, detention tanks and permeable surfaces¹¹-, the second stage of the project is committed to research on the latter, linking it to a reflection on the environmental impact of soil sealing in an international context of notable growth in urban areas (figure 3).

For this purpose, this stage examines the relationship between the permeability needs of the SUDS and its bearing strength in order to determine the pavement section proposed as an urbanization solution. After several laboratory tests, the decision was made to lay the dry pavers on a 3 cm thick layer of Ø2-6 mm levelling sand, separated by a geotextile layer from a 21 cm sub-base of Ø4-20 mm draining gravel and a Ø1-2 mm silica aggregate dressing. The tests carried out for this section show a specific breaking load of 4600 N at the most unfavourable point and a permeability of 5580 mm/h, thus complying with the recommended values¹². Subsequently, based on this construction configuration, a study of the hydraulic behaviour of this section is undertaken, analysing it from the standpoint of its capacity for infiltration, capture, conduction and storage of rainwater in combination with the arrangement of polypropylene cells and boxes, in response to the specific operating requirements of the SUDS (Figure 4).

Finally, in this same stage, the project examines the specific questions to which the system must respond in relation to its presence in public space. Thus, the basic needs of the system are identified, such as the need to provide lateral confinement elements to avoid displacements and seating; the need for joints and equipment to resolve the dimensional differences between the pieces; the problem of resolving encounters with walls and other urbanisation elements such as tree holes, urban furniture or installation registers; the response to changes in level and fords; or the formation of haptic pavements (figure 5). Simultaneously, a 25 square metre street test is carried out to analyse issues concerning its installation, such as the ease of handling the paving stone in terms of size, weight and cut; installation

performance or precautions to ensure correct execution, as well as different types of rigging and its behaviour under dynamic loads with different traffic intensities.

STAGE 3: URBAN GREEN INFRASTRUCTURE

Finally, the project addresses the relevant issue of green infrastructure as a response to the progressive fragmentation of inhabited spaces, which is one of the main problems recurrently detected in analyses of contemporary territory¹³. The current intense process of urban growth, conurbations, the development of infrastructures, the concentration of specialized productive activities in peri-urban areas and dispersed settlements are the most frequent reasons behind the creation of barriers delimiting dysfunctional and environmentally segregated areas. Green infrastructure is defined as an interconnected network integrating the spaces of greatest environmental, landscape, social or cultural value at a territorial, municipal and urban scale. The objective is to provide ecosystem services connected to the conservation and regeneration of natural areas, minimizing the impact of environmental risks, preserving water and air quality and tackling climate change¹⁴. However, substantial social benefits are subsequent, such as the improvement of the quality of spaces for residence and work, or the development of community links through a model of participatory, inclusive and egalitarian public use of these green networks¹⁵.

For all these reasons, green infrastructure has become one of the main tools for orienting territorial and urban planning, since it provides the reference framework which allows for the integration of multidisciplinary decisions which affect sustainable urban development strategies. While in Spain there are relevant cases of implementation on a territorial and urban scale, among which we can highlight the Green Belt of Vitoria, the Coastal Green Infrastructure Plan of the Valencian Community, the Green Infrastructure Master Plan of Zaragoza or the LIFE Green Belt of the Bay of Santander, it is not so common to find interventions made in public spaces providing specific information aimed at their replicability.

For this reason, in this third stage, the system is being put to the test by means of a demonstrator, carried out in Benicàssim, which allows its response capacity to be measured and assessed under real environmental and usage conditions. At present, the town council of this town, like many others in the Valencian Community, is carrying out the development of its urban green infrastructure, a development which is being slowed down by the lack of precise data, and so the project is envisaged as an opportunity to fill this gap (figure 6).

p.109 The intervention proposed deals with the redevelopment and requalification of Torre Sant Vicent street, one of the historical routes connecting the town centre with the beach, defining the main transversal axis of a pedestrian type which will articulate its future green urban infrastructure. For the elaboration of the proposal, an analysis of the area of intervention of 3209 square metres is carried out on the basis of five parameters used as indicators of sustainability in the public space which will characterize the interventions associated with the development of the Green Urban Infrastructure of Benicàssim: proportion of sealed land, rainwater management system, universal accessibility, sustainable mobility and environmental quality¹⁶. On the basis of the latter, the specific objectives and concrete actions to be carried out are determined, consisting of the reduction of the sealed soil from the current 90% to 30% corresponding to the road; a sustainable management of run-off and storage of rainwater for irrigation, with a reduction of more than 80% in discharges into the network; the reorganisation of the existing road section to transform it into a single platform to guarantee universal accessibility; the creation of a shaded route for pedestrians and cyclists; and a 75% increase of green, wooded and equipped areas as living areas.

p.110 The final proposal addressing all these objectives is organized around the functioning of the SUDS. Thus, rain gardens (figure 7), which manage the rainwater from the roofs of the adjacent buildings, are set up as landscaped stay areas, while the pedestrian pavements are used as infiltration and underground collection areas for the runoffs which are led to a canal-tank, located under the cycle lane, which is capable of storing the water needed for irrigation of the new green areas created during the summer months. This way, a direct relationship can be established between the sustainable management of rainwater and the improvement of the environmental conditions of the area, in which it is no longer perceived as a problem but rather is considered and addressed as a valuable resource (Figure 8).

The construction of this demonstrator has allowed for the monitoring of its hydraulic behaviour, both with regard to the quantity and quality of the water managed: reduction of the volumes discharged into the sewer system by 86% and coverage of 97% of the irrigation needs. In terms of permeability, the demonstrator has made it possible to carry out tests revealing its real operation, with values in excess of 10,000 mm/h as opposed to the recommended 5,000 mm/h; and it makes it possible to ascertain the evolution of this permeability over time based on the degree of saturation of the pavement¹⁷. It also facilitates awareness of the degree of acceptance by the public, by means of field work in which 75% of those surveyed were satisfied or very satisfied with its operation, especially as regards the absence of puddles and with respect to the comfort and safety of the walking surface. In the same vein, the demonstrator provides for the possibility of a direct and very interesting experience with a view to communicating and disseminating the results among the different stakeholders involved.

p.112 Finally, the demonstrator makes it possible to thoroughly record the execution process, facilitating its replicability, while allowing for the identification of the main difficulties in the implementation and maintenance of these systems (Figure 9). The first ones are basically focused on their compatibility with the existing installation networks, which usually occupy a large part of the subsoil, hindering the arrangement and continuity of the water collection elements, especially the polypropylene boxes or cells. On the other hand, the laminar nature of the paving stone requires special

precautions to be taken with regard to transport and storage. As for maintenance, dry storage facilitates the work of replacing the paving blocks, but it also makes it difficult to clean them using pressurised water or sweepers, which means that the paving blocks must be renewed periodically.

THE PROJECT AS A SPACE FOR EXPERIMENTATION, INNOVATION AND KNOWLEDGE TRANSFER

Within the context in which this applied research is being developed, the role of the project as a common space allowing for a transversal reflection among the different topics raised becomes particularly relevant, thus notably extending its sectoral scope. This is why the LIFE CERSUDS project, as a whole, is structured in a series of interrelated, but non-linear actions, whose objective is to establish synergies between all the actors involved, including: preparatory actions, implementation actions, monitoring actions, communication actions and project management (Figure 10).

In a preliminary preparatory stage, the aforementioned study was undertaken to characterise and quantify the available stocks of ceramic tiles of low commercial value, determining the quantity, quality, location, and prices of the material available. Simultaneously, a regional working group was set up, bringing together the different public and private agents involved. Its objective was to define common interests, concerns and strategies aimed at a shared definition of the problem which will enable a collective approach to the solution of the problem through the development of an integrated long-term vision. Finally, in this stage, the technical definition of the demonstrator to be executed in Benicàssim was undertaken, which allowed for the precise determination of the conditions of the permeable ceramic paving system and the proposed sustainable urban drainage system, depending on the specific urban problem to be solved.

The second stage of implementation integrates the three work stages described above. Initially, the design and definition of a permeable ceramic paving system is addressed, which will later be developed through its application in a sustainable urban drainage system and will be further tested in the resolution of a small but relevant part of the Benicàssim Urban Green Infrastructure through the execution of the demonstrator. Finally, after the implementation of the appropriate corrective measures, the actions aimed at its replication in Italy and Portugal will be initiated.

The third stage, once the demonstrator has been installed, involves the implementation of monitoring actions to measure the effective impact of the project on both environmental and socio-economic levels. As regards that first issue, the hydraulic behaviour of the SUDS is assessed, highlighting, apart from the above-mentioned 86% water management capacity, its effectiveness in reducing the concentration of organic matter (COD), which is over 90%, and the mass of pollutants retained, which is over 95%. Likewise, a comparison is made of the environmental impacts of the life cycle: the environmental impact related to the pavement in the GWP category (Global Warming Potential) is 17.9 kg CO₂ eq; when compared to a permeable concrete paver (23.9 kg CO₂ eq), a 25% reduction is obtained in the GWP impact category (kg CO₂ eq); the installation of some 1950 m² of permeable ceramic paver has allowed for a reduction of 11.7 tonnes of CO₂ equivalent emissions as compared to the installation of a permeable concrete paver. On the other hand, the opinion poll referred to above, presses on the positive assessment of citizens towards the intervention¹⁸ and quantifies its impact, both in terms of economy and job creation, on local industry.

The communication stage comprises all the actions aimed at efficiently transmitting the environmental, social and economic benefits of the project to citizens and all the interested agents. These actions are implemented throughout the project and are embodied in the creation of the digital platform www.lifecersuds.eu, where all the technical documents generated are made public and can be freely replicated¹⁹. Additionally, a document containing training material for academic use is prepared, and a series of informative conferences and workshops²⁰ are held both nationally and internationally, and presentations of the project are made in the specialised field of the ceramic industry and local and regional administrations, as well as at relevant trade fairs and congresses in the construction sector, such as Cersaie, Construmat, Tektónica, Cevisama, Conama and Qualicer²¹.

Finally, the management stage of the project also comprehends the whole of it and integrates all the tasks aimed at ensuring the correct execution of the project, the monitoring of its development and the communication and interlocution with the external supervision teams commissioned by the European Union.

CONCLUSIONS

At a time like today, when an intense debate is taking place on the future of our cities, new challenges are arising which need to be tackled from a multidisciplinary reflection which is open to experimentation, innovation and knowledge transfer. Multidisciplinary -due to the very nature of the urban problems to be solved, which require a complex vision-, holistic and integrated, capable of simultaneously and operationally encompassing their social, cultural, environmental and economic dimensions. Open to experimentation, since applied research depends on the formulation of relevant questions and the collective assumption of challenges. Oriented to an innovation that, as the Spanish Urban Agenda reminds us, is essential to overcome frameworks and approaches which are today insufficient or obsolete. Concerned with the transfer, replicability and continuity of the lines of research on which the production of knowledge is based, since its social impact largely depends on them.

The experience of the LIFE CERSUDS project shows the capacity of a multidisciplinary team to collectively generate solutions exceeding the limits of its own specialised field by establishing transversal relationships between areas of knowledge which are usually isolated. In this specific case, the proposal requires a precise knowledge of the production conditions of the ceramic industry which is capable of identifying and quantifying the economic

and environmental problem that the existing stock represents, as a basis for devising a reuse strategy based on circular economy. However, it also requires a capacity for proposal and design experience to conceive of the possible applications of this material in the resolution of urban problems, closely linked to the current debate on the sustainability of inhabited environments (figure 11).

Furthermore, the development and implementation of these projects depends on the availability of sufficient technical capacity to be able to respond to the questions raised as well as firm institutional support to overcome the inevitable reservations that may arise. Currently, issues such as the reduction of sealed soil, sustainable urban drainage or the role of green infrastructure are moving from being mere recommendations included in good practice guides to being requirements contained in regulatory texts, yet their actual implementation is hindered by the practical difficulty of a lack of precise data to support decisions which, due to their scope, have a great environmental, economic and social impact. It is precisely this shared responsibility in decision-making that makes it necessary to build synergies between different public and private partners. In the case of the LIFE CERSUDS project, the regional working groups are fundamental elements in the precise identification of sectoral problems, in the guidance on the implementation

p.116 feasibility of the solutions proposed and in the transfer of the knowledge which is generated. Likewise, it is necessary to integrate visions coming from the academic field, the public administration and the productive sector into the work team when studying issues related to the circular economy, water management and public space, which are usually analysed independently. On the other hand, the communication work, carried out during the whole project, provides the possibility to get in touch with the concerns of very different interlocutors, thus enabling the visibility of areas for improvement and future lines of research. To this end, in the case of LIFE CERSUDS, the main fields to be addressed, with a view to their replicability, would be the reduction of the economic cost through the use of ceramics with low commercial value and the industrialisation of production, as well as the increase in the bearing capacity of the draining granular bases in order to extend their possibilities of use in public spaces.

However, the process is not immune to difficulties which show how important it is for this type of work to have a solid leadership which is capable of integrating and reconciling differentiated positions, dynamics, expectations and interests, the logic of which has its origin in the academic, business or institutional world. This, in its entirety, highlights the need to consolidate a still incipient culture of collaboration as the basis of all cooperative work. Finally, it is necessary to emphasize the remarkable opportunity that these new frameworks represent for research, professional activity and teaching in the field of architecture, which must provide answers to the current problems of our society, reintegrating them into the reality of collective concerns and, above all, overcoming the limits of the individual by establishing a methodology of collaborative work which calls for objectivity in the identification of problems and creativity when it comes to proposing solutions.

1. MINISTERIO DE FOMENTO. Spanish urban Agenda, 2019. Madrid: Ministerio de Fomento, 2019. Available at: www.aue.gob.es
2. See UN New Urban Agenda and EU Urban Agenda at: www.aue.gob.es.
3. MINISTERIO DE FOMENTO, op. Cit. Supra, note 2, page 12.
4. SACHS, Jeffrey. *The age of sustainable development*. Barcelona: Planeta, 2015, page 428. ISBN: 978-84-234-2180-0.
5. The specific objectives of the LIFE programme are integrated into the EU Urban Agenda. Available at: ec.europa.eu.
6. LIFE15 CCA/ES/000091. Available at: www.lifecersuds.eu
7. Available at: www.lifecersuds.eu/es/prensa
8. Promotion of circular economy is one of the strategic objectives in the Spanish Urban Agenda, more specifically in Objective 4: To sustainably manage resources and promote circular economy.
9. The study "Quantification of the low commercial value ceramic tiles in stock in Spain, Italy and Portugal" is available at: www.lifecersuds.eu
10. The promotion of SUDS is one of the strategic objectives of the Spanish Urban Agenda, more specifically Objective 3: To prevent and mitigate the impact of climate change while improving resilience.
11. WOOD-BALLARD, Bridget et al. The SUDS Manual. London: Ciria, 2015. ISBN: 978-0-86017-760-9.
12. Constructive definition, technical specifications and implementation process are available in the document "Training Material", available for downloading at www.lifecersuds.eu
13. BENEDICT, Mark; MCMAHON, Edward. *Green Infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington: Island Press, 2006. ISBN-10: 1559635584; ISBN 13: 978-1559635585.
14. GARCÍA, Francisco. Planeamiento urbanístico y cambio climático: la Infraestructura Verde como estrategia de adaptación. In: *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 122. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2019.
15. FARIÑA, José. Zonas Verdes para el siglo XXI. In: Jorge Ozcáriz, coord. *Vitoria-Gasteiz European Green Capital 2012. Propuestas para la reflexión*. Vitoria-Gasteiz: Center for the Environmental Studies-Vitoria-Gasteiz Town Council, 2013.
16. Currently, the General Directorate for Territorial Policy and Landscape, depending on the Valencian Government, is preparing a methodological guide for the assessment of the quality of urban space which includes these five parameters.
17. The results of the test developed as well as the methodology used are available at www.lifecersuds.eu
18. Information was gathered through personal surveys following a structured questionnaire, carried out at street level. 100 valid surveys were conducted, with a sampling error of 9.80%, which is high, but less than 10%. Confidence level is 95%.
19. These documents are available for downloading at www.lifecersuds.eu/es/documentos

20. XXIV FACSA Workshop, Castellón, 2016; Road Safety Innovation Workshop, Murcia, 2017; LIFE Platform Meeting on Climate Action in Urban Areas, Barcelona, 2017; Workshop on Promoting Ceramics in Urban Areas, Castellón, 2017; Seminar on SUDS Experiences in Spain, Benicàssim, 2018; Seminar on Innovation in Urban Drainage Management, Castellón and Alicante, 2019; RedSUDS Seminar, Madrid, 2019; Workshop on Sustainable Drainage and Renewal of Urban Areas, Faenza, 2019; European Conference. Adapting our cities to climate change, Madrid, 2019.

21. In 2019 the project was awarded the first prize in the SOM Ceramic Contest for the innovation of Castellón City Council, as well as the BB Construmat Award for the best innovative product and the honorable mention of the Innovation Awards in the Tektónica fair in Lisbon.

Autor imagen y fuente bibliográfica de procedencia

Información facilitada por los autores de los artículos:

página 19, 1; página 20, 2 y página 21, 3 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García), 4 (Fotografía de Eduardo M. González Fraile y José Ramón Sola Alonso), 5 (Fotografía cedida por la Casa da Fábrica de la Catedral de Santiago de Compostela, por gentileza del arquitecto Jorge Ares); página 22, 6 (Dibujo de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García), 7 (Fotografía de Eduardo M. González Fraile y José Ramón Sola Alonso); página 23, 8 y 9; página 24, 10 y página 25, 11 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García), 12 (PONS SOROLLA, Francisco. *Proyecto de restauración de cubiertas y cuerpo claustral*. Junio de 1962. Archivo General de la Administración de Alcalá de Henares (AGA). Grupo de fondos (4). Fondo 117. Signaturas: 51/11777 y 51/11780); página 26, 13 (Dibujo de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García); página 27, 14 (Dibujo de Eduardo M. González Fraile, José Ramón Sola Alonso y Raquel Hurtado García); página 29, 15 (Fotografía de Eduardo M. González Fraile y José Ramón Sola Alonso), 16 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García); página 31, 17 y página 32, 18 (Dibujos de Eduardo M. González Fraile y Raquel Hurtado García.) - NOTA: Los montajes se han hecho sobre los planos históricos de Conant, sobre el Plan General, redibujado, o sobre los levantamientos del trabajo de campo; página 38, 1 (Canals. Special number. *The Architectural Review*, julio 1949. Vol. 105, n.º 107; NAIRN, Ian. Outrage. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1955, Vol. 117, n.º 702; NAIRN, Ian. Counter Attack. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, diciembre 1956, Vol. 120, n.º 719; CULLEN, Gordon. *Townscape*. Londres: The Architectural Press, 1961; DE WOLFE, Ivor. *The Italian Townscape*. Nueva York: G. Braziller, 1966; Manplan n.º 8. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, septiembre 1970, Vol. 147, n.º 883; Collage City. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, agosto 1970, Vol. 158, n.º 952); página 40, 2 (DE WOLFE, Ivor. *Civilia: The End of Suburban Man; A Challenge to Semidetsia*. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1971, Vol. 149, n.º 892. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 40,3 (BROWNE, Kenneth; BASCHIERI-SALVADORI, Priscilla. *Collage* no utilizado. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 41-42, 4, 5, 6 (CATENA NIETO, Diego. Diagramas realizados a partir de los dibujados por Kenneth Browne para *Civilia: The End of Suburban Man; A Challenge to Semidetsia*. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1971, Vol. 149, n.º 892, pp. 346, 349, 350); página 44,7 (DE WOLFE, Ivor. *The Italian Townscape*. Nueva York: G. Braziller, 1966. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 44/46, 8, 9 (DE WOLFE, Ivor. *Civilia: The End of Suburban Man; A Challenge to Semidetsia*. *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, junio 1971, Vol. 149, n.º 892. Architectural Press Archive / RIBA Collections); página 49, 10 (*Collage* realizado por los autores. Imágenes procedentes de: DE WOLFE, Ivor. *Civilia: The End of Suburban Man*. Londres: Architectural Press, 1971; *The Architectural Review*. Londres: The Architectural Press, octubre 1965, Vol. 138, n.º 824; noviembre 1965, Vol. 138; n.º 825; diciembre 1965, Vol. 138; n.º 826; septiembre 1966, Vol. 140; n.º 835; julio 1967, Vol. 142; n.º 845; julio 1968, Vol. 144, n.º 857); página 50-51, 11, 12, 13, 14 (CORNELL, Daniel; MAYHEW, Richard; REEVES, Thomas; SCHNEIDER, Lisa. *The Civilia Project*. Newcastle: University of Newcastle APL, 2019); página 56, 1 (SZARKOWSKI, John. *The Photographer and the American Landscape*. The Museum of Modern Art: New York, 1963; SZARKOWSKI, John. *American Landscapes*. Nueva York: The Museum of Modern Art, 1981. ISBN 0-87070-207-6. Catálogos digitalizados disponibles en <http://www.moma.org>; página 57, 2 (SALVESEN, Britt. *New Topographics*. En: Britt SALVESEN; Alison NORDSTRÖM, eds. *New Topographics*. Göttingen: Steidl, 2009, pp. 11-67.; página 58, 3 (Library of Congress Geography and Map Division Washington, D.C. 20540-4650 USA dcu. LCCN 2010589962.; página 59, 4 (Library of Congress, Prints & Photographs Division, FSA/OWI Collection, LC-USF34- 081652-D [P&P] LOT 263; página 60, 5 (Man Made America: A Special Number of the Architectural Review for December, 1950. *The Architectural Review*, 1950; TUNNARD, Christopher; PUSHKAREV, Boris S. *Man-made America, chaos or control?: An inquiry into selected problems of design in the urbanized landscape*. Nueva York: Harmony Books, 1981. ISBN 0517543796. Cortesía de Penguin Random House LLC; BLAKE, Peter. *God’s Own Junkyard. The planned deterioration of America’s landscape*. Nueva York/Chicago/San Francisco: Holt, Rinehart and Winston, 1964. ISBN 03-043885-3.; página 62, 6 (The Architectural Archives, University of Pennsylvania by the gift of Robert Venturi and Denise Scott Brown.; página 63, 7 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 1: the Paul Groth collection of J. B. Jackson American slides and images, 000-866-11-003.; página 64, 8 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, 1940-1990, 000-866-1-T2-01. Library of Congress, Prints & Photographs Division, FSA/OWI Collection, LC-USF34- 040737-D [P&P] LOT 1363.; página 65, 9 (Colección de Paul F. Starrs y Peter Goin. Todos los derechos reservados.; página 66, 10 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 3: The Chris Wilson collection of J. B. Jackson American slides, 000-866-5-J-06.; página 67, 11 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 1: the Paul Groth collection of J. B. Jackson American slides and images, 000-866-6-K-04.; página 68, 12 (Center for Southwest Research, University of New Mexico Libraries. Collection of J. B. Jackson Pictorial Materials from Various Sources, Series 3: The Chris Wilson collection of J. B. Jackson American slides, 000-866-6-P-17.; página 69, 13 (Library of Congress, Prints & Photographs Division, Carol M. Highsmith Archive, LC-DIG-highsm-49794; página 74, 1 (MCHARG, Ian L. *Design with nature*. Nueva York: New York Natural History Press, 1969, pp. 156-157); página 75, 2 (SAUNDERS, William, ed. *Designed ecologies: the landscape architecture of Kongjian Yu*. Basilea: Birkhäuser; 2012, p. 52. Autoría: © 1998-2020 TURENSCAPE All Rights Reserved); página 75, 3 (SAUNDERS, William, ed. *Designed ecologies: the landscape architecture of Kongjian Yu*. Basilea: Birkhäuser; 2012, p. 53. Autoría: © 1998-2020 TURENSCAPE All Rights Reserved); página 76, 4 (Imagen proporcionada por Battle i Roig Arquitectura. © www.JordiSurroca.com); página 77, 5 (JAMES CORNER FIELD OPERATIONS, DILLER SCOFIDIO + RENFRO. *The High Line: foreseen, unforeseen*. Londres: Phaidon, 2015, p. 383. © James Corner Field Operations); página 78, 6 (Imagen proporcionada por Burgos & Garrido Arquitectos); página 79, 7 (Imagen proporcionada por Burgos & Garrido Arquitectos. Autoría: Equipo de fotografía formado por Ana Müller & Jeroen Musch); página 80, 8 (DESVIGNE, Michel *et al*. *Var Plain*, Nice, France, 2006-2007. En: James CORNER; Michel DESVIGNE; Gilles A. TIBERGHIEEN. *Intermediate natures: the landscapes of Michel Desvigné*. Basilea: Birkhauser Verlag AG, 2009. © MDP-2016); página 81, 9 (DESVIGNE, Michel; MOURTHÉ, Sophie; CHIGNIER, Luc. Issoudun District, Issoudun, France,

2003. En: James CORNER; Michel DESVIGNE; Gilles A. TIBERGHIEEN. *Intermediate natures: the landscapes of Michel Desvigné*. Basilea: Birkhauser Verlag AG, 2009. © MDP-2016); página 83, 10 (Imagen disponible en línea: http://www.catpaisatge.net/fitxers/catalegs/CC/Memoria1/Cartografia_general/8.%20Valors%20socials.pdf [consulta: 13-02-2020]. © 2005/2020 Observatorio del Paisaje de Catalunya / Hospici, 8 - 17800 OLOT); página 84, 11 (Imagen proporcionada por Jimmy Ta, coautor del proyecto. Autoría de la imagen: Jimmy Ta. La imagen ha sido creada usando el software ArcGIS® de Esri. ArcGIS® y ArcMap™ con propiedad intelectual de Esri y se usaron bajo licencia en el proyecto. © Esri. Todos los derechos reservados. Nota: Las imágenes han sufrido grandes alteraciones a través de herramientas gráficas computacionales con el objetivo de articular una idea. Los datos proporcionados en los mapas se crearon con fines de visualización y no se utilizarán para cuantificar resultados); página 85, 12 (Imagen proporcionada por Jimmy Ta, coautor del proyecto. Autoría de la imagen: Yaxin Zhao. La imagen ha sido creada usando el software ArcGIS® de Esri. ArcGIS® y ArcMap™ con propiedad intelectual de Esri y se usaron bajo licencia en el proyecto. © Esri. All Rights Reserved. Nota: Las imágenes han sufrido grandes alteraciones a través de herramientas gráficas computacionales con el objetivo de articular una idea. Los datos proporcionados en los mapas se crearon con fines de visualización y no se utilizarán para cuantificar resultados); página 91, 93, 94, 95, 96, 1-6 (Center for Advanced Visual Studies Special Collection (CAVSSC), Massachusetts Institute of Technology, Program in Art, Culture & Technology, Cambridge, Massachusetts); página 96, 7-8 (BURNHAM, Jack. *Software, Information Technology*. Nueva York: Jewish Museum, 1970); página 97-99, 9-15 (Center for Advanced Visual Studies Special Collection (CAVSSC), Massachusetts Institute of Technology, Program in Art, Culture & Technology, Cambridge, Massachusetts); página 105, 1 (Fuente CCV); página 106, 2 (Fuente CCV/ ITC); página 107, 3 (Fuente CIRIA SUDS Manual); página 107, 4 (Fuente CCV); página 108, 5: (Fuente CCV); página 109, 6 (Fuente CCV); página 110, 7 (Fuente CCV); página 111, 8 (Fuente CCV / ITC); página 112, 9 (Fuente CCV /ITC); página 113, 10 (Fuente CCV /ITC); página 114, 11 (Fuente Milena Villalba); página 121, 1 (Fotografía del autor); página 122, 2 (TARTAGLIA, Nicolo, *Quesiti et inventioni diverse*, f.35 y DÜRER, Albrecht. *Stich aus Dürers Anweisung zur Messung mit Zirkel und Richtscheid*, 1525); página 123, 3 (DA VINCI, Leonardo. *Codex Atlanticus*. f.767r. ©Veneranda Biblioteca Ambrosiana/Mondadori Portfolio); página 124-125, 4 y 5 (Fotografía y planos del autor); página 126-127, 6 y 7 (Fotografías del autor); página 128, 130-133, 8, 9, 10, 11, 12 (Dibujos del autor); página 135, 13 (BRAUN, Georg; HOGENBERG, Franz. *Civitates Orbis Terrarum*. 1570, planta de la ciudad de Palmanova); página 140, 1 (Patronato de la Alhambra y Generalife); página 141, 2 (Dibujo: estudio Álvaro Siza Vieira (ASV) y estudio Juan Domingo Santos (JDS)); página 142, 3 (BONI, Giacomo. *Flora Palatina. Vegetazione e archeologí*. Roma: Arbor Sapientiae, 2013); página 144, 4 (Dibujo: estudio JDS. Fotografía: AA.VV. *Guía oficial de la Alhambra y el Generalife*. Madrid: Tf Editores, 2010); página 145, 5 (PRIETO-MORENO PARDO, Francisco. *Los jardines de Granada*. Madrid: Cigüeña, 1952); página 146, 6 (Fotografía: Antonio Cayuelas Porras); página 147, 7 (Dibujo: estudio JDS. Fotografía: Antonio Cayuelas Porras); página 148, 8 (Autor dibujo: estudio JDS. Autor fotografía: Antonio Cayuelas Porras); página 149, 9 (Fotografía: estudio JDS); página 150, 10 (Croquis: Álvaro Siza Vieira. Fotografía: estudio ASV y estudio JDS); página 151, 11 (Fotografía: Lluís Casals. Croquis: Álvaro Siza Vieira. Dibujo: estudio JDS); página 152, 12 (Fotografía: AA.VV. *Guía oficial de la Alhambra y el Generalife*. Madrid: Tf Editores, 2010. Croquis: Juan Domingo Santos); página 153, 13 (Estudio JDS); página 154, 14 (Dibujo: Álvaro Siza Vieira y Juan Domingo Santos. Croquis: Álvaro Siza Vieira); página 155, 15 (Estudio ASV, estudio JDS y 3D LT Studio).