



Resiliencia urbana frente al cambio climático. Resultados del proyecto RESCCUE

RESCCUE es un proyecto de investigación financiado por el programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea y liderado por Suez que tiene como objetivo ayudar a ciudades de todo el mundo a ser más resistentes a retos físicos, sociales y económicos, utilizando el sector del agua como elemento central. Desde 2016, RESCCUE ha desarrollado metodologías y herramientas para ayudar a las ciudades a aumentar su resiliencia, que se han probado en Barcelona, Bristol y Lisboa, y ya están listas para ser implementadas en otras urbes, con diferentes presiones provocadas por el cambio climático. Este documento presenta los principales resultados de RESCCUE. Desde escenarios de cambio climático hasta materiales de difusión, los productos que se han producido son diversos, pero se hace hincapié en el ciclo urbano del agua y las inundaciones urbanas. Todos los resultados tienen un objetivo común: aumentar la resiliencia de las ciudades, ofreciendo metodologías y herramientas para que cualquiera pueda replicarlos.

Palabras clave

Resiliencia urbana, cambio climático, servicios urbanos, ciclo del agua, adaptación, gestión del riesgo de desastres.

URBAN RESILIENCE TO COPE WITH CLIMATE CHANGE. RESCCUE PROJECT RESULTS

RESCCUE is a research project funded by the European Commission's Horizon 2020 Programme and led by Suez that aims to help cities around the world to become more resilient to physical, social, and economic challenges, using the water sector as the central point of the approach. Since 2016, RESCCUE has been developing methodologies and tools to support cities increase their resilience, tested in Barcelona, Bristol, and Lisbon, and ready to be deployed to different types of cities, with different climate change pressures. This article presents some of the main outputs generated by RESCCUE. From climate change scenarios to dissemination materials, its outputs are very diverse, but special focus is put on the urban water cycle and urban floods. All the project results have a common goal: to increase the resilience of cities, by offering the methodologies and tools so anyone can take advantage of using them and replicate the RESCCUE results.

Keywords

Urban resilience, climate change, urban services, water cycle, adaptation, disaster risk management.

Marc Velasco

project manager de Aquatec, Suez Advanced Solutions, Urban Drainage and Resilience Direction y coordinador del Proyecto RESCCUE

Beniamino Russo

R&D project manager de Aquatec, Suez Advanced Solutions, Urban Drainage and Resilience Direction y profesor del Grupo de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia de la Universidad de Zaragoza

Robert Monjo

chief research and innovation officer de la Fundación para la Investigación del Clima (FIC)

César Paradinas

climate researcher and meteorologist de la Fundación para la Investigación del Clima (FIC)

Slobodan Djordjević

profesor del Centre for Water Systems de la University of Exeter

Barry Evans

research fellow del Centre for Water Systems de la University of Exeter

Eduardo Martínez-Gomariz

researcher and project manager de Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua

María Guerrero-Hidalga

researcher in environmental economics de Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua

Maria Adriana Cardoso

assistant researcher del Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

Rita Salgado Brito

assistant researcher del Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

David Pacheco

project communications manager de Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua



1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo de ciudades, y esta tendencia continuará en el futuro. En la actualidad, el 54% de la población mundial vive en zonas urbanas, una proporción que se espera que aumente al 66% en 2050 [1]. Además, el cambio climático está sumando presiones e incertidumbres que plantean nuevos desafíos a la sociedad, la economía y el medio ambiente. Esto es especialmente crítico en las áreas urbanas, donde el cambio climático puede poner en riesgo los servicios urbanos básicos, como el suministro de agua o energía, afectando la capacidad de las ciudades de funcionar de manera normal [2]. Tal como han señalado las Naciones Unidas, la gestión de las zonas urbanas se ha convertido en uno de los retos de desarrollo más importantes del siglo XXI [1].

Las ciudades se enfrentan a un rango cada vez mayor de adversidades y desafíos, y el aumento de la resiliencia urbana es la única manera que tienen las urbes de sobrevivir y adaptarse a las crisis que se avecinan [3]. En este contexto, el proyecto RESCCUE (de las siglas en inglés de 'Resiliencia para hacer frente al cambio climático en áreas urbanas - un enfoque multisectorial centrado en el agua') ha tenido como objetivo evaluar la resiliencia actual y futura, basada en escenarios futuros de cambio climático, a través de un enfoque multisectorial, tomando el sector del agua como elemento central [4].

Desde 2016, RESCCUE ha desarrollado metodologías y herramientas para ayudar a las ciudades a aumentar su resiliencia. Las tres ciudades piloto de RESCCUE, Barcelona, Bristol y Lisboa, se han convertido en una plataforma de prueba para las tecnologías de vanguardia desarrolladas

» Las ciudades se enfrentan a un rango cada vez mayor de adversidades y desafíos, siendo la resiliencia urbana la única manera que tienen de sobrevivir y adaptarse. En este contexto, el proyecto RESCCUE evalúa la resiliencia actual y futura de las ciudades, basada en escenarios futuros de cambio climático y con el agua como elemento central

en RESCCUE. Una vez finalizado el proyecto, estas soluciones están listas para ser implementadas en diferentes tipos de ciudades, con varias presiones del cambio climático.

Los tres casos de estudio representan diferentes desafíos en términos de construcción de resiliencia urbana. Estas ciudades han sido seleccionadas debido a su fuerte participación en iniciativas de resiliencia urbana, como lo demuestra su selección y participación en el programa 100 Resilient Cities, financiado por la Fundación Rockefeller. Además, las tres ciudades identificaron los riesgos relacionados con el agua como cruciales en su análisis de riesgos, una característica común que permitió el desarrollo de la metodología RESCCUE.

Este artículo tiene como objetivo presentar algunos de los resultados generados por el proyecto RESCCUE, como escenarios de cambio climático, materiales de difusión, modelos sectoriales y Planes de Acción de Resiliencia (RAP). En los siguientes apartados se pueden ver los resultados de RESCCUE más relevantes, junto con algunos de los detalles técnicos y su implementación en las tres ciudades piloto del proyecto.

2. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

El aporte básico necesario de RESCCUE para el correcto desarrollo del proyecto consiste en datos climáticos

abundantes, extensos y confiables, tanto observaciones como proyecciones climáticas futuras. Aparte de casi 300 estaciones meteorológicas analizadas, RESCCUE ha trabajado con modelos de sistemas terrestres (ESM) a escala reducida del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados - Fase 5 (CMIP5, utilizado en el 5º Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático), bajo los dos principales escenarios de las Rutas de Concentración Representativas (*Representative Concentration Pathway*, RCP): RCP4.5 y RCP8.5.

Se utilizaron un total de 10 ESM (con escala temporal diaria) para estimar la incertidumbre de propagación de las variables climáticas a través de una estrategia de conjunto: ACCESS1-0, BCC-CSM1-1, CanESM2, CNRM-CM5, GFDL-ESM2M, HADGEM2-CC, MIROC-ESM-CHEM, MPI-ESM-MR, MRI-CGCM3, NorESM1-M. Para obtener series de tiempo locales del pasado (simulaciones) y del clima futuro (proyecciones), se aplicó el método de reducción de escala estadística FICLIMA a los resultados del modelo a gran escala [5].

Los resultados reducidos se corrigieron posteriormente con observaciones de calidad y diferentes funciones de transferencia [6, 7], obteniendo así proyecciones que representan mejor las condiciones locales del clima. Estas proyecciones futuras

también fueron tratadas, junto con observaciones, no solo para obtener valores climáticos sino también tendencias de diferentes eventos climáticos extremos como olas de calor, noches tropicales o lluvias extremas para evaluar en ambas escalas de tiempo y ayudar a las ciudades a ser más resilientes ante estos peligros.

En cuanto a los eventos climáticos extremos, los resultados son coherentes con los obtenidos para el clima promedio: Los eventos relacionados con la temperatura sufrirán un aumento notable en el futuro para las tres ciudades, con un aumento de la temperatura máxima anual en promedio de +3,0 °C a +5,0 °C (por ejemplo, la temperatura máxima récord de 37 años de Lisboa fue superada el 08/04/18, alcanzando los 44 °C). Los días de olas de calor y las noches tropicales también verán incrementos extraordinarios (**Tabla 1**). A pesar de que no se espera que la precipitación media sufra cambios, las lluvias extremas sí aumentarán (hipotéticamente debido a una mayor humedad en la atmósfera). Lo mismo ocurre con las nevadas, que serán más raras, pero las acumulaciones cuando ocurran podrían ser más importantes. También se espera que aumente la marejada ciclónica, principalmente debido al aumento medio del nivel del mar. Finalmente, una aceleración del ciclo hidrológico podría incrementar la escasez de agua debido a una mayor evapotranspiración, especialmente en Barcelona y Lisboa, donde se espera que las sequías meteorológicas sean más frecuentes [9].

3. EVALUACIONES DE PELIGROS E IMPACTOS

La evaluación de peligros es el primer paso en el proceso de evaluación de riesgos [10]. En este marco,

TABLA 1			
VALORES DE EVENTOS EXTREMOS PROYECTADOS PARA LAS CIUDADES RESCCUE PARA LOS AÑOS 2071-2100. Nota: los valores con (*) corresponden a un período de devolución de 100 años. Los valores se muestran siguiendo la estructura "(histórico) _cuantil10 / mediana / cuantil90" de la variable de interés. Los cambios se expresan, en las unidades especificadas, con respecto al valor histórico (1986-2015).			
Variable	Barcelona	Bristol	Lisboa
Temperatura máxima	(37,1 °C) +2,3/+5,1/+8,9	(32,8 °C) +1,8/+3,1/+10,2	(40,7 °C) +4,7/+5,1/+5,6
Días con olas de calor	(5) +25/+40/+80	(4) +2/+15/+44	(5) +0/+15/+50
Noches tropicales (Noches con >20 °C)	(29) +40/+60/+75	(1) +10/+15/+35	(12) +42/+48/+66
1 h lluvia (%) *	-	-	(40 mm) +17/+19/+26
12 h lluvia (%) *	(130 mm) +30/+45/+50	(35 mm) +30/+40/+60	-
12 h nieve (%) *	(29 mm) -3/+60/+300	(22 mm) -4/+14/30	-
Marejada ciclónica (%) *	(1,15 m) -15/+10/+25	(3,34 m) +0/+10/+20	(1,26 m) -15/-5/+20

se han identificado y seleccionado algunos peligros potenciales para los servicios urbanos estratégicos producidos por un conjunto de presiones seleccionadas del cambio climático según su importancia y el interés en cada sitio de investigación. Los efectos de estos factores climáticos sobre los servicios urbanos estratégicos se han analizado mediante modelos detallados y herramientas desarrolladas y calibradas dentro del proyecto [11-15]. Además, la evaluación de múltiples peligros y riesgos se realizó mediante el desarrollo de modelos acoplados [16-19], donde los resultados de ciertos modelos se utilizaron como insumos en otros. El objetivo de los modelos acoplados desarrollados fue la evaluación de múltiples peligros y riesgos múltiples producidos por inundaciones fluviales, mareomotrices y pluviales urbanas y los efectos en cascada sobre otros servicios urbanos como el sistema eléctrico, de recolección de residuos y de tráfico de superficie, así como el efecto sobre los cuerpos de agua receptores.

El análisis de inundaciones, tratado a través de drenaje urbano, modelos de inundaciones de mareas y ríos, y un conjunto de modelos acoplados, fue un problema común en las tres ciudades de RESCCUE, con la resiliencia a las inundaciones como una de sus preocupaciones más críticas en un contexto de cambio climático. Estos modelos fueron desarrollados, calibrados y validados en base a los datos y software locales disponibles. Las grandes diferencias entre las principales características de los modelos RESCCUE, en términos de características intrínsecas y precisión de los resultados, muestran la alta replicabilidad del análisis realizado en otros contextos con un amplio rango de disponibilidad de recursos. El modelo sectorial y acoplado de RESCCUE se enumeran en la **Tabla 2**.

Se realizaron cientos de simulaciones por los modelos RESCCUE para lograr una evaluación detallada y precisa de múltiples peligros y un análisis de efectos en cascada para los diferentes sectores urba-



TABLA 2

MODELOS SECTORIALES Y ACOPLADOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO RESCCUE PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS Y RIESGOS MÚLTIPLES.

Modelos sectoriales y acoplados	Barcelona	Bristol	Lisboa
Modelo de drenaje urbano	✓	✓	✓
Modelo de drenaje + modelo de transporte	✓	✓	✓
Modelo de drenaje + modelo eléctrico	✓	✓	✓
Modelo de drenaje + modelo de recogida de residuos	✓	✓	✓
Modelo de inundación de mareas y ríos		✓	
Modelo de aumento del nivel del mar	✓		✓
Modelo de drenaje + modelo de calidad de las aguas de baño	✓		
Modelo de calidad del agua del río Llobregat	✓		
Sequía	✓		

nos analizados en las tres ciudades. Estas simulaciones se llevaron a cabo considerando los siguientes escenarios:

- Línea de base (o escenario actual).
- Escenario Business as Usual (BAU) de acuerdo con las proyecciones climáticas para un horizonte temporal seleccionado (generalmente 2100).
- Escenarios de adaptación según las estrategias de adaptación seleccionadas adoptadas por los tres mu-

nicipios para enfrentar el cambio climático y mejorar su resiliencia ante eventos climáticos extremos.

Los resultados del análisis de peligros se utilizaron para alimentar los modelos de impactos y para realizar una evaluación integral de riesgos, incluidos los daños tangibles e intangibles (evaluación de riesgos socioeconómicos). En los tres estudios de caso se han empleado diversas metodologías para evaluar estos impactos. Debido a la variabilidad en los datos, modelos, recursos e

intereses específicos, cada ciudad seleccionó una gama de servicios críticos para analizar con respecto a los impactos impulsados por el clima (Tabla 3).

4. IMPLEMENTACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

La implementación de estrategias de adaptación normalmente está limitada por factores como las limitaciones de capital y mano de obra y está sujeta al impulso político; por lo tanto, se debe realizar una evaluación de priorización con el fin de seleccionar el conjunto de medidas más adecuado para cada ciudad en un escenario climático cambiante [20]. Existen múltiples criterios para clasificar las opciones disponibles para facilitar los procesos de toma de decisiones. Los métodos preferidos generalmente implican la consideración de indicadores de eficiencia, económicos, sociales y ambientales.

En el proyecto RESCCUE se ha propuesto un enfoque flexible para priorizar las medidas de adaptación, para ser adaptable a una variedad de entornos urbanos. Se consideró un doble nivel de detalle en su desarrollo, debido a la variabilidad de los datos disponibles. Se siguieron principalmente los principios de un análisis multicriterio (MCA).

Las combinaciones de métodos de evaluación forman su proceso, que se ordenan de más básico a más detallado. La fase inicial incluye un Análisis de Coste-Eficiencia (CEA) y una evaluación de puntuación de beneficios alternativos (cobeneficios), relacionado con las opciones de adaptación. La segunda etapa considera una valoración más detallada, al abarcar, entre otros, evaluaciones de reducción de riesgos

TABLA 3

SERVICIOS SELECCIONADOS PARA EVALUACIÓN DE IMPACTO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN POR CIUDADES RESPECTIVAS.

Servicio afectado	Barcelona	Bristol	Lisboa
Propiedades	✓	✓	✓
Vehículos	✓		
Peatones	✓		✓
Residuos	✓		✓
Energía	✓	✓	✓
Tráfico / Transporte	✓	✓	✓
Descargas del Sistema de Saneamiento (DSS)	✓	✓	
Suministro de agua (sequía)	✓		

y Análisis Coste-Beneficio (CBA). El objetivo de la metodología de priorización es clasificar las medidas de adaptación para que los responsables de la toma de decisiones seleccionen las más adecuadas para sus objetivos específicos de política local. Esta metodología se describe en profundidad en el trabajo [20] disponible en las referencias del artículo.

Esta metodología se aplicó a las ciudades de Barcelona y Bristol. A partir de los planes climáticos existentes de las ciudades y de los talleres con diferentes actores, se propusieron 4 estrategias y 27 medidas para Barcelona, y 3 estrategias y 14 medidas para Bristol. Para Barcelona, se aplicó el método de priorización a los relacionados con inundaciones pluviales y Descargas del Sistema de Saneamiento (DSS) (**Tabla 4**). Las partes interesadas decidieron centrarse en la mejora de la resistencia de Bristol frente a inundaciones pluviales y fluviales y DSS.

Los resultados de la evaluación preliminar brindan a las partes interesadas una idea de cuán eficiente puede ser el efecto individual de cada medida de adaptación. Esta primera clasificación es un punto de partida para que los responsables de la toma de decisiones creen escenarios de adaptación (es decir, subconjuntos de medidas dentro de una estrategia) cuya efectividad puede evaluarse en un siguiente paso, con un análisis multicriterio.

Dentro de esta metodología se reconoce que el objetivo de los investigadores no es seleccionar las 'mejores' opciones de adaptación, sino proporcionar una imagen de cuán efectivas pueden ser estas opciones bajo ciertos criterios. Por lo tanto, los resultados de la priorización son un punto de partida para que los responsables tomen

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS SELECCIONADAS Y SUS MEDIDAS A PRIORIZAR PARA LA CIUDAD DE BARCELONA [20].	
Estrategia seleccionada y sus medidas	
Inundación pluvial	
<ol style="list-style-type: none"> Mejoras del Sistema de drenaje superficial Aumento de la capacidad de sistemas de alcantarillado: nuevas tuberías (I) Aumento de capacidad del sistema de alcantarillado: nuevos tanques de retención (II) Esquema SUDS (mayor área de techos verdes, zanjas de infiltración y estanques de retención). Sistema de alerta temprana Algoritmo de autorreparación implementado en la red de distribución eléctrica Garantizar la estabilidad de los contenedores de residuos 	
Descargas del Sistema de Saneamiento (DSS)	
<ol style="list-style-type: none"> Esquema SUDS Sistema de alerta temprana Tanques de retención para la prevención de DSS Mejoras de la capacidad del interceptor de alcantarillado y depuradora Tratamiento de DSS al final de la tubería 	

decisiones mejor informadas. Una evaluación conjunta de los aspectos técnicos, socioeconómicos y ambientales proporciona un valor agregado a los formuladores de políticas, en comparación con las evaluaciones de características únicas. Ese fue el enfoque de la presente metodología, cuyos resultados de aplicación se espera que conduzcan a decisiones informadas sobre la adaptación al cambio climático en áreas urbanas.

5. PLANIFICACIÓN DE LA RESILIENCIA

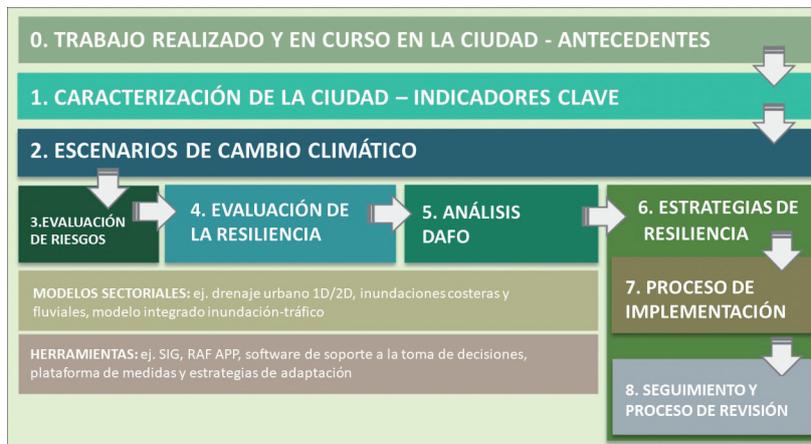
El desarrollo de un Plan de Acción de Resiliencia (*Resilience Action Plan*, RAP) es un proceso importante para que cualquier ciudad planifique la mejora de la resiliencia a largo plazo. Un RAP es una herramienta clave para la ciudad, considerando la complejidad asociada, las incertidumbres, la escasez de datos, las interdependencias entre los servicios urbanos prestados en la ciudad, así como las partes interesadas involucradas. El RAP proporciona una hoja de ruta para la

resiliencia, definiendo un camino para mejorar la resiliencia de la ciudad y sus servicios con respecto al cambio climático, con enfoque en el ciclo urbano del agua. Se basa en el intenso trabajo y antecedentes ya existentes en la ciudad, el establecimiento de escenarios de planificación de cambio climático, la caracterización del contexto y las amenazas de la ciudad, la evaluación de riesgos y resiliencia y en el desarrollo de las estrategias que se deben implementar para mejorar la resiliencia de la ciudad al cambio climático con especial atención al agua.

Los RAP desarrollados para Barcelona, Bristol y Lisboa son planes temáticos que contribuyen a la planificación global de las ciudades y siguieron el proceso de planificación definido que se presenta en la **Figura 1** [26]. Los servicios urbanos abordados son el abastecimiento de agua, las aguas residuales, las aguas pluviales, los residuos, la energía eléctrica y la movilidad. En cada paso se desarrollaron y aplicaron enfoques y herramientas.



FIGURA 1. Proceso de planificación para desarrollar un plan de acción de resiliencia [26].



El RAP pretende ser conciso y está dirigido a un público amplio que incluye a expertos y al público en general. Por tanto, los métodos aplicados, tanto los desarrollados dentro del proyecto RESCCUE como los que ya existían en las ciudades, son referidos allí, pero no se detallan en los planes.

La producción de los planes por cada ciudad de RESCCUE se basó en una plantilla con pautas detalladas, desarrollada como una herramienta de apoyo dentro de RESCCUE. Esta aplicación brindó oportunidades para producir una plantilla general y pautas respectivas que cualquier ciudad puede utilizar para desarrollar su propio RAP para el cambio climático.

6. HERRAMIENTAS DE DIFUSIÓN DE RESCCUE

La investigación y la innovación no se pueden concebir sin comunicación. A lo largo de la vida del proyecto, RESCCUE ha realizado un gran esfuerzo en las tareas de difusión, con el objetivo de permitir que el público general y especializado acceda a información sobre el progreso del proyecto y sus resultados. Además, durante las últimas etapas del pro-

yecto, el principal objetivo en materia de comunicación y difusión ha sido la promoción de la más amplia aplicación de las herramientas y metodologías RESCCUE en otras ciudades. En este sentido, las RESCCUE Guidelines y el RESCCUE Toolkit son clave para alcanzar este objetivo.

Se han desarrollado varias *guidelines* sobre los diferentes paquetes de trabajo de RESCCUE con el objetivo de explicar a los usuarios finales los resultados más relevantes. Estos materiales, que están disponibles tanto impresos como para su descarga *on line*, sintetizan los resultados clave de cada etapa del proyecto en un formato atractivo y fácil de entender y sirven para presentar una hoja de ruta sobre cómo aplicar la metodología RESCCUE en diferentes ciudades.

» RESCCUE debe tener un impacto significativo en el sector de la resiliencia urbana en Europa porque las metodologías y las herramientas desarrolladas en este proyecto para permitir la evaluación, la planificación y la gestión de la resiliencia de las ciudades se pueden utilizar fácilmente en otros lugares

Asimismo, con el fin de asegurar la replicabilidad de las herramientas y metodologías desarrolladas dentro del proyecto, se desarrolló el RESCCUE Toolkit (www.toolkit.resccue.eu), un espacio interactivo donde se recogen los principales resultados del proyecto, junto con las RESCCUE *guidelines*, describiendo los pasos a seguir para hacer que una ciudad sea resiliente.

El RESCCUE Toolkit permite a los usuarios navegar a través de las diferentes directrices y conocer todos los resultados del proyecto, incluido un *e-book* de mejores prácticas [36], bases de datos, herramientas, metodologías y plantillas. Además, se puede encontrar información general sobre los tres estudios de caso, así como materiales adicionales, como publicaciones científicas, mapas y entregables del proyecto RESCCUE.

7. CONCLUSIONES

Tras cuatro años y medio de arduo trabajo y gracias a la implicación de un equipo multidisciplinar de expertos, el proyecto RESCCUE ha arrojado una gran cantidad de resultados. Como se presenta en este documento, se ha trabajado mucho para ayudar a las ciudades a aumentar su resiliencia al cambio climático.

RESCCUE tendrá un impacto significativo en el sector de la resiliencia urbana en Europa porque las

metodologías y herramientas desarrolladas para permitir la evaluación, planificación y gestión de la resiliencia de la ciudad se pueden utilizar fácilmente en otros lugares para que otras ciudades puedan replicar los resultados de RESCCUE. Por tanto, lo que aquí se ha presentado para Barcelona, Bristol y Lisboa, ya está listo para ser replicado en cualquier otra ciudad, aprovechando el equipo de expertos de RESCCUE y RESCCUE Toolkit. Lo que RESCCUE ha generado es solo el comienzo. El trabajo iniciado en RESCCUE seguirá evolucionando y las ciudades estarán cada vez más preparadas para los desafíos venideros.

8. AGRADECIMIENTOS

Este documento presenta algunos de los resultados obtenidos en el marco del proyecto RESCCUE (Resiliencia para hacer frente al cambio climático en áreas urbanas: un enfoque multisectorial centrado en el agua) (www.resccue.eu). RESCCUE es un proyecto de investigación financiado por la Comisión Europea en el marco del Programa Horizon2020 (acuerdo de subvención número 700174), y su principal objetivo es proporcionar metodologías y herramientas para la evaluación, planificación y gestión de la resiliencia urbana en el contexto del cambio climático.

Bibliografía

- [1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). In World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights 2014, (ST/ESA/SER.A/352); UN: New York, NY, USA.
- [2] ARUP. International Development and the Rockefeller Foundation (2015). In City Resilience and the City Resilience Framework; ARUP: London, UK.
- [3] Rockefeller Foundation, 100 Resilient Cities. Available online: <http://www.100resilientcities.org/> (accessed on 28, June 2018).
- [4] Velasco, M.; Russo, B.; Martínez, M.; Malgrat, P.; Monjo, R.; Djordjevic, S.; Fontanals, I.; Vela, S.; Cardoso, M.A.; Buskute, A. (2018). Resilience to cope with climate change in urban areas - A multisectorial approach focusing on water - The RESCCUE Project. *Water*, núm. 10, pág. 1.356.
- [5] Ribalaygua, J.; Torres, L.; Pórtolos, J.; Monjo, R.; Gaitán, E.; Pino, M.R. (2013). Description and validation of a two-step analogue/regression downscaling method. *Theor. Appl. Climatol.*, núm. 114, págs. 253-269, doi:10.1007/s00704-013-0836-x.
- [6] Monjo, R.; Caselles, V.; Chust, G. (2014). Probabilistic correction of RCM precipitation in the Basque Country (Northern Spain). *Theor. Appl. Climatol.*, núm. 117, págs. 317-329, doi:10.1007/s00704-013-1008-8.
- [7] Monjo, R.; Gaitán, E.; Pórtolos, J.; Ribalaygua, J.; Torres, L. (2016). Changes in extreme precipitation over Spain using statistical downscaling of CMIP5 projections. *Int. J. Climatol.*, núm. 36, págs. 757-769, doi:10.1002/joc.4380.
- [8] Monjo, R.; Royé, D.; Martín-Vide, J. (2020). Meteorological drought lacunarity around the world and its classification. *Earth Syst. Sci. Data*, núm. 12, págs. 741-752, doi:10.5194/essd-12-741-2020.
- [9] Turner, B.L.; Kasperson, R.C.; Matsone, P.A.; McCarthy, J.; Corell, R.; Christensen, L.; Eckley, N.; Kasperson, J.X.; Luers, A.; Martello, M.L.; *et al.* (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, núm. 100, págs. 8.074-8.079, doi:10.1073.pnas.1231335100.
- [10] Russo, B.; Velasco, M.; Monjo, R.; Martínez-Gomariz, E.; Sánchez, D.; Domínguez, J.L.; Gabàs, A.; Gonzalez, A. (2020). Evaluación de la resiliencia de los servicios urbanos frente a episodios de inundación en Barcelona. El Proyecto RESCCUE. *Ing. del Agua*, núm. 24, pág. 101, doi:10.4995/ia.2020.12179.
- [11] Forero-Ortiz, E.; Martínez-Gomariz, E.; Monjo, R. (2020). Climate Change Implications for Water Availability: A Case Study of Barcelona City. *Sustainability*, núm. 12, págs. 1.779, doi:10.3390/su12051779.
- [12] Russo, B.; Velasco, M.; Locatelli, L.; Sunyer, D.; Yubero, D.; Monjo, R.; Martínez-Gomariz, E.; Forero-Ortiz, E.; Sánchez-Muñoz, D.; Evans, B.; *et al.* (2020). Assessment of urban flood resilience in Barcelona for current and future scenarios. The RESCCUE project. *Sustainability*, núm. 12, pág. 5.638, doi:10.3390/su12145638
- [13] Stevens, J.; Henderson, R.; Webber, J.; Evans, B.; Chen, A.; Djordjevic, S.; Sánchez-Muñoz, D.; Domínguez-García, J. (2020). Interlinking Bristol based models to build resilience to climate change. *Sustainability*, núm. 12, pág. 3.233, doi:10.3390/su12083233
- [14] Almeida, M.D.; Telhado, M.J.; Morais, M.; Barreiro, J.; Lopes, R. (2020). Urban resilience to flooding: Triangulation of methods for hazard identification in urban areas. *Sustainability*, núm. 12, pág. 2.227, doi:10.3390/su12062227.
- [15] Martínez-Gomariz, E.; Russo, B.; Gómez, M.; Plumed, A. (2019). An approach to the modelling of stability of waste containers during urban flooding. *J. Flood Risk Manag.*, núm. 13, e12558, doi:10.1111/jfr3.12558.
- [16] Sánchez-Muñoz, D.; Domínguez-García, J.L.; Martínez-Gomariz, E.; Russo, B.; Stevens, J.; Pardo, M. (2020). Electrical grid risk assessment against flooding in Barcelona and Bristol cities. *Sustainability*, núm. 12, pág. 1.527, doi:10.3390/su12041527.
- [17] Evans, B.; Chen, A.S.; Djordjevic, S.; Webber, J.; Gonzalez, A.; Stevens, J. (2020). Investigating the effects of pluvial flooding and climate change on traffic flows in Barcelona and Bristol. *Sustainability*, núm. 12, pág. 2.330, doi:10.3390/su12062330.
- [18] Forero-Ortiz, E.; Martínez-Gomariz, E.; Porcuna, M.C.; Locatelli, L.; Russo, B. (2020). Flood risk assessment in an underground railway system under the impact of climate change-A case study of the Barcelona Metro. *Sustainability*, núm. 12, pág. 5.291, doi:10.3390/su12135291
- [19] Guerrero-Hidalga, M.; Martínez-Gomariz, E.; Evans, B.; Webber, J.; Termes-Rifé, M.; Russo, B.; Locatelli, L. (2020). Methodology to prioritize climate adaptation measures in urban areas. Barcelona and Bristol case studies. *Sustainability*, núm. 12, págs. 4.807, doi:10.3390/SU12124807.
- [20] Cardoso, M.A.; Brito, R.S.; Pereira, C.; Gabàs, A.; González Gómez, A.; Goodey, P.; Lopes, R.; Martínez, M.; Russo, B.; Telhado, M.J.; *et al.* (2020). Resilience Action Plans of the RESCCUE Cities; D6.2 RESCCUE Project (Public); RESCCUE: Lisbon, Portugal.
- [21] Cardoso, M.A.; Telhado, M.J.; Almeida, M.C.; Brito, R.S.; Pereira, C.; Barreiro, J.; Morais, M. (2020). Following a step by step development of a Resilience Action Plan. *Sustainability*, núm. 12, pág. 9.017, doi:10.3390/su12219017.
- [22] González, A.; Gabàs, A.; Cardoso, M.A.; Brito, R.S.; Pereira, C.; Russo, B.; Martínez, M.; Velasco, M.; Domínguez, J.L.; Sánchez-Muñoz, D.; *et al.* (2020). Barcelona Resilience Action Plan. In Resilience Action Plans of the RESCCUE Cities; D6.2 RESCCUE Project (Public); RESCCUE: Barcelona, Spain.
- [23] Stevens, J.; Goodey, P.; Cardoso, M.A.; Brito, R.S.; Pereira, C.; Henderson, R.; Colclough, G.; Evans, B.; Chen, A.; Gibson, M.; *et al.* (2020). Bristol Resilience Action Plan. In Resilience Action Plans of the RESCCUE Cities; D6.2 RESCCUE Project (Public); RESCCUE: Bristol, UK.
- [24] Telhado, M.J.; Morais, M.; Cardoso, M.A.; Brito, R.S.; Pereira, C.; Lopes, R.; Barreiro, J.; Pimentel, N.; Silva, I.C.; Duarte, N.; *et al.* (2020). Lisbon Resilience Action Plan. In Resilience Action Plans of the RESCCUE Cities; D6.2 RESCCUE Project (Public); RESCCUE: Lisbon, Portugal.
- [25] Cardoso, M.A.; Brito, R.S.; Pereira, C.; Gonzalez, A.; Stevens, J.; Telhado, M.J. (2020). RAF: Resilience Assessment Framework - A Tool to Support Cities' Action Planning. *Sustainability*, núm. 12, pág. 2.349, doi:10.3390/su12062349.
- [26] Brito, R.S.; Cardoso, M.A.; Pacheco, D.; Velasco, M.; González, A.; Evans, B.; Russo, B.; Martínez-Gomariz, E.; Stevens, J.; Guerrero-Hidalga, M.; *et al.* (2020). Resilient Cities Facing Climate Change; RESCCUE E-Book; RESCCUE Project Deliverable D6.3; RESCCUE: Lisbon, Portugal, pág. 47. Available online: https://toolkit.resccue.eu/wp-content/uploads/2020/10/RESCCUE-e-book_Final-version_EC_web.pdf (12, November 2020).