



# **Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica**

---

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



MADRID

transitando  
ecología y educación para una ciudad sostenible



ecología y educación para una ciudad sostenible



# Objetivos

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



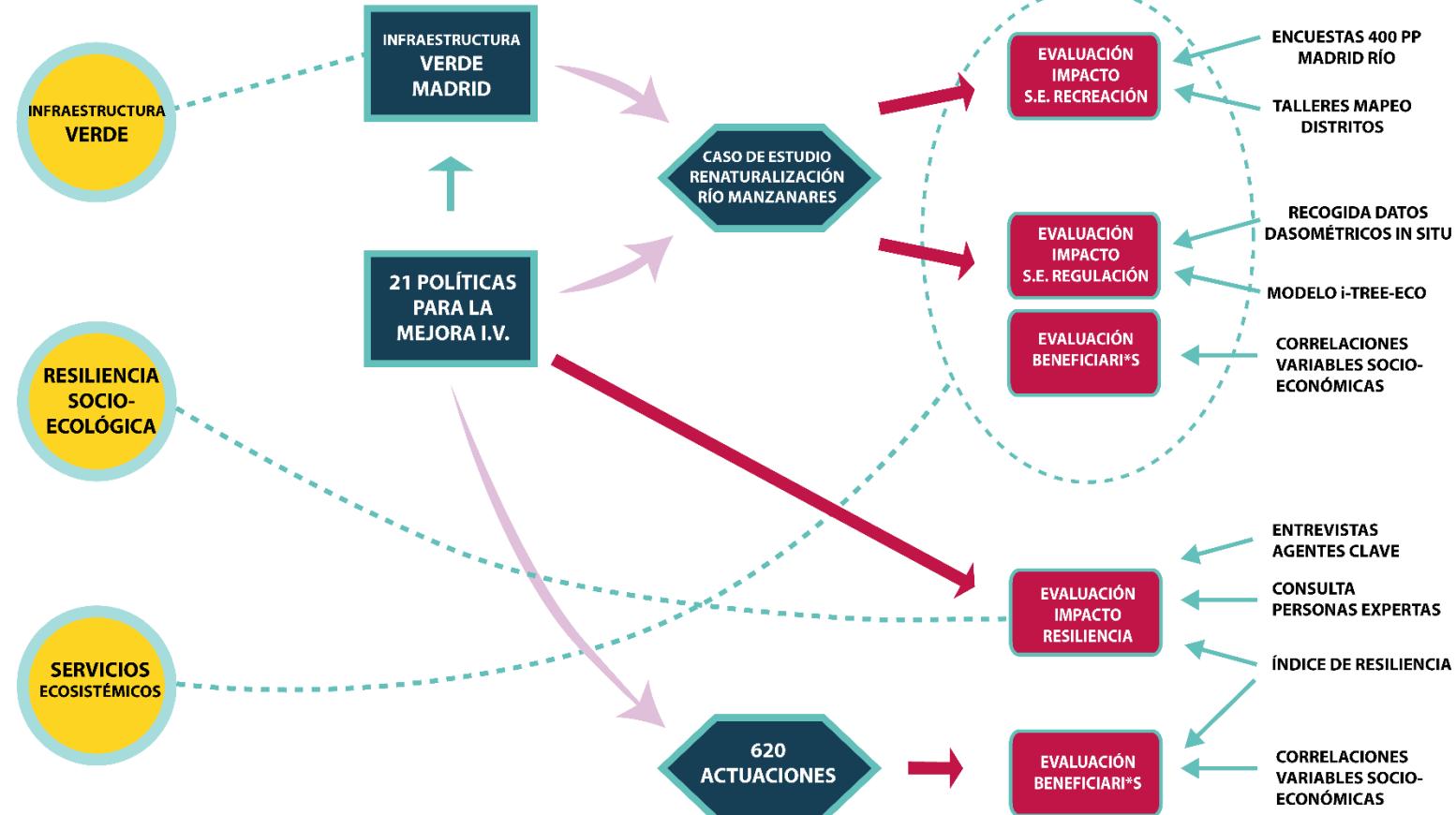
## OBJETIVO GENERAL

Identificar las políticas y actuaciones encaminadas a la creación y/o transformación de infraestructura verde en el municipio de Madrid entre el año 2015 y 2019 y evaluar su impacto sobre la resiliencia socio-ecológica de la ciudad.

- Identificar políticas, planes y actuaciones del Ayuntamiento de Madrid que implican la creación y/o transformación de infraestructura verde urbana desde el año 2015 hasta la actualidad;
- Realizar una evaluación cualitativa del impacto de las políticas identificadas sobre la resiliencia socio-ecológica del municipio;
- Realizar una modelización y evaluación cuantitativa del impacto de una actuación destacada sobre la resiliencia socio-ecológica del municipio y de los distritos y barrios afectados.



EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE DE MADRID:  
HACIA UNA MEJORA DE LAS POLÍTICAS MUNICIPALES PARA LA RESILIENCIA SOCIO-ECOLÓGICA





transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

# Impacto de las políticas para la mejora de la mejora de la infraestructura verde urbana sobre la resiliencia socio- ecológica del municipio de Madrid

---

Resultados Parte 1



# Objetivos

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



- **DISEÑAR UN SISTEMA DE INDICADORES Y UN ÍNDICE DE RESILIENCIA PARA EVALUAR LAS POLÍTICAS DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE.**
- **EVALUAR EL IMPACTO SOBRE LA RESILIENCIA DE LAS POLÍTICAS DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, APROBADAS O EJECUTADAS, TOTAL O PARCIALMENTE, ENTRE LOS AÑOS 2015 Y 2019.**
- **CONOCER QUIÉNES SON LOS POTENCIALES BENEFICIARIOS DE LAS ACTUACIONES DE DICHAS POLÍTICAS**, DIFERENCIANDO LAS SIGUIENTES VARIABLES SOCIO-ECONÓMICAS: EDAD, NACIONALIDAD, NIVEL DE INGRESOS Y NIVEL EDUCATIVO.

# Metodología

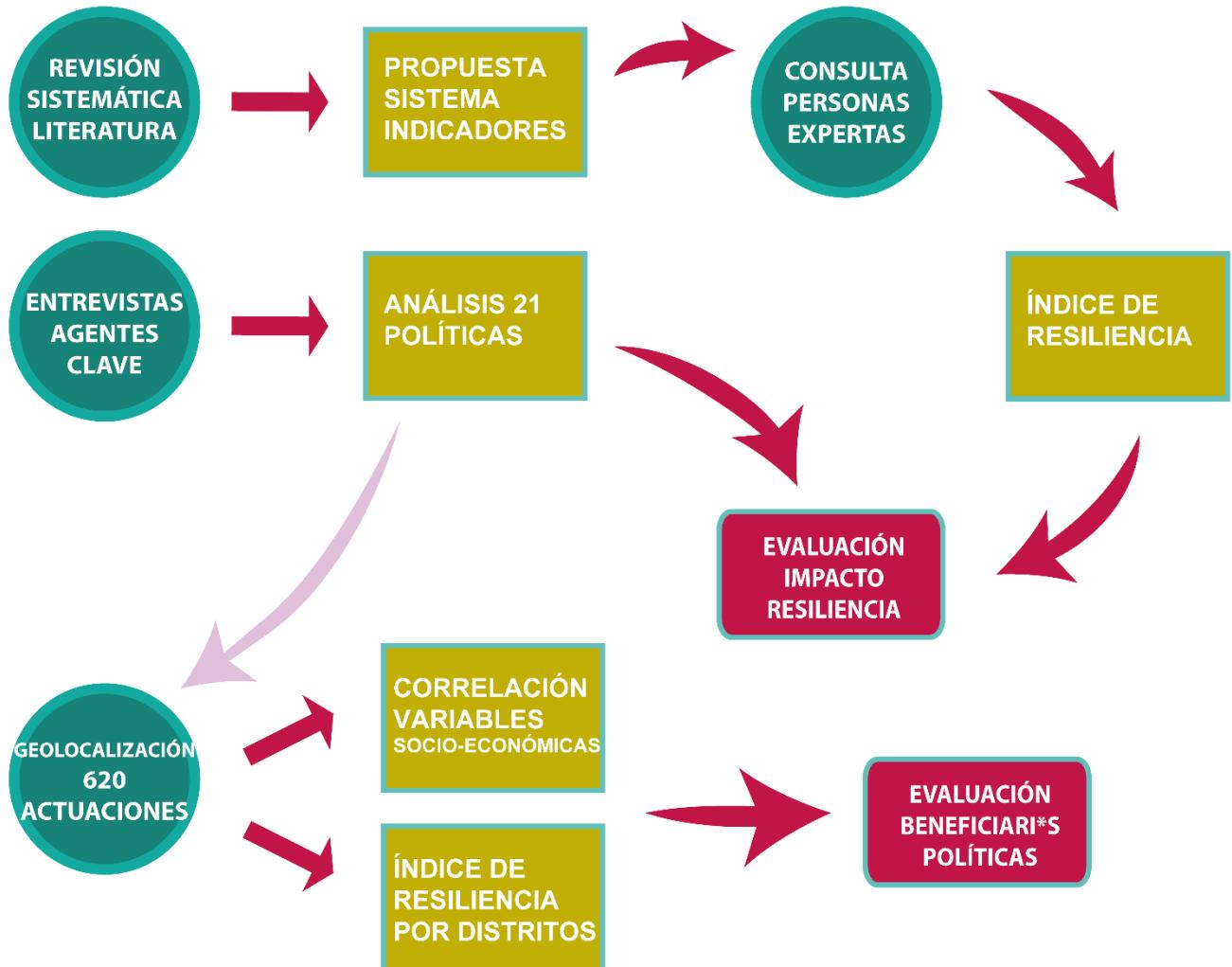
Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



transitando

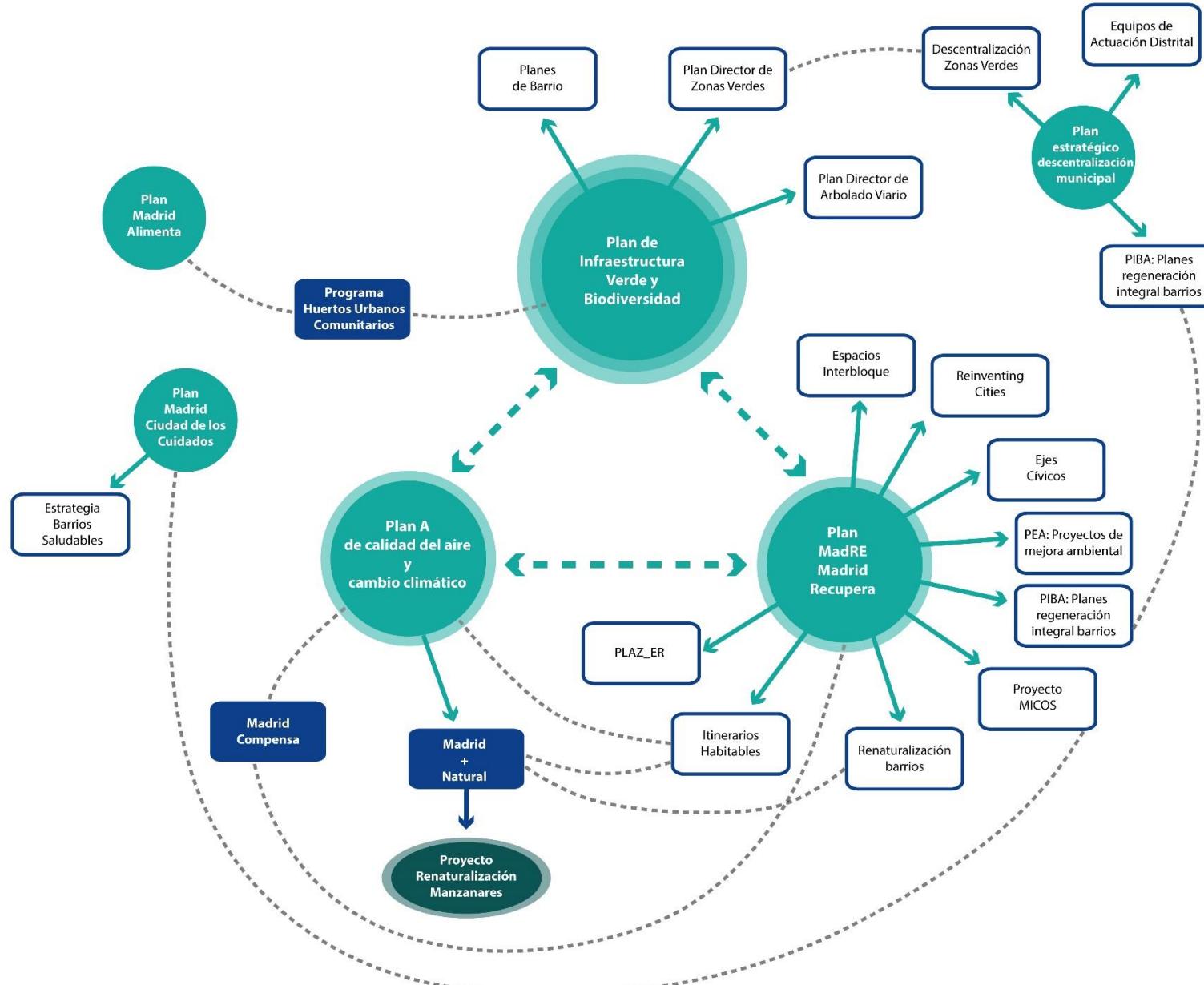
ecología y educación para una ciudad sostenible

- PARTE 1: Evaluación cualitativa del impacto de las políticas identificadas sobre la resiliencia socio-ecológica del municipio.

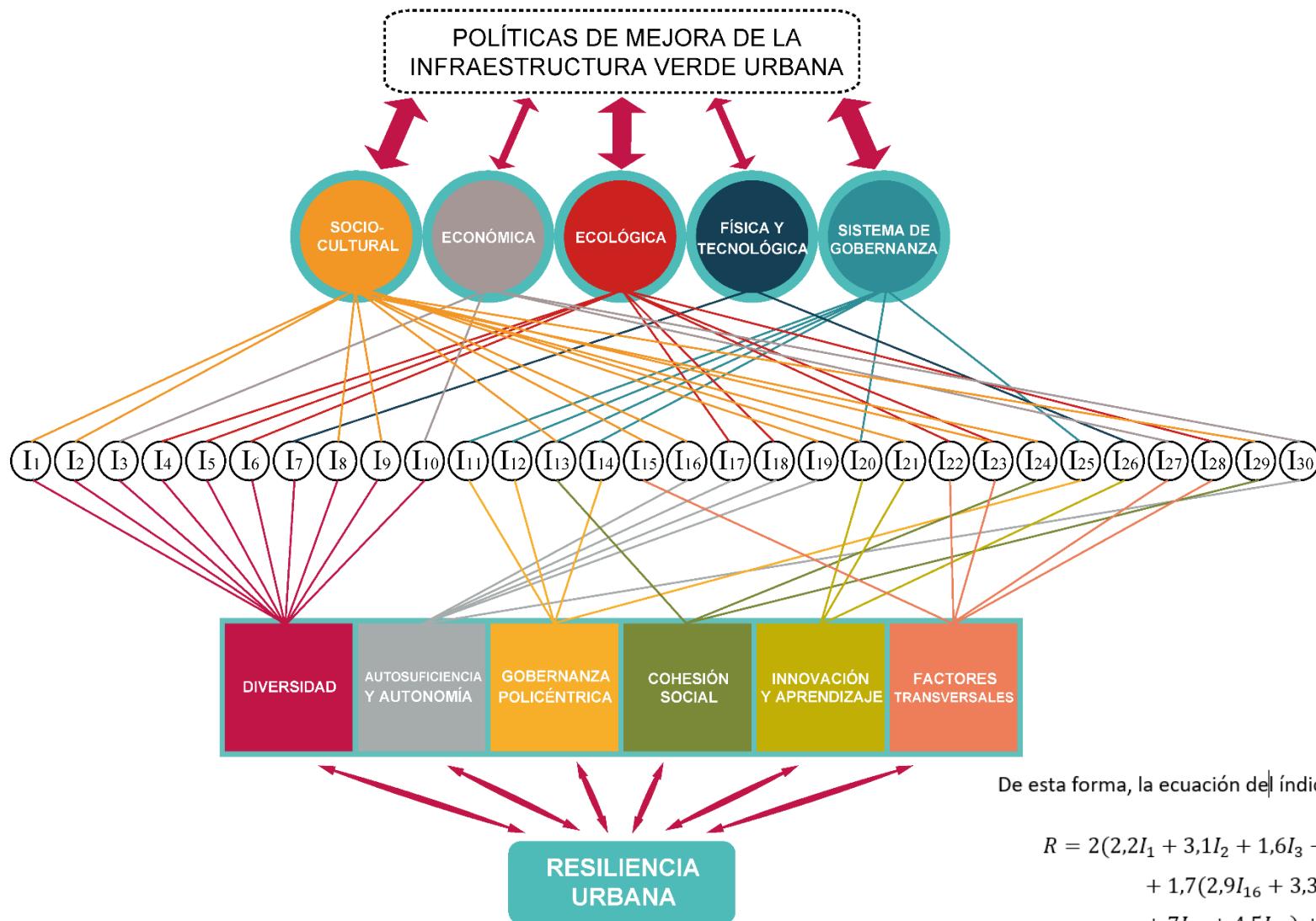


## Marco metodológico

ra la resiliencia socio-ecológica



- # Políticas para la mejora de la infraestructura verde urbana del municipio de Madrid
- Identificación de 21 Políticas
  - Entrevistas agentes Clave



De esta forma, la ecuación del índice de resiliencia sería:

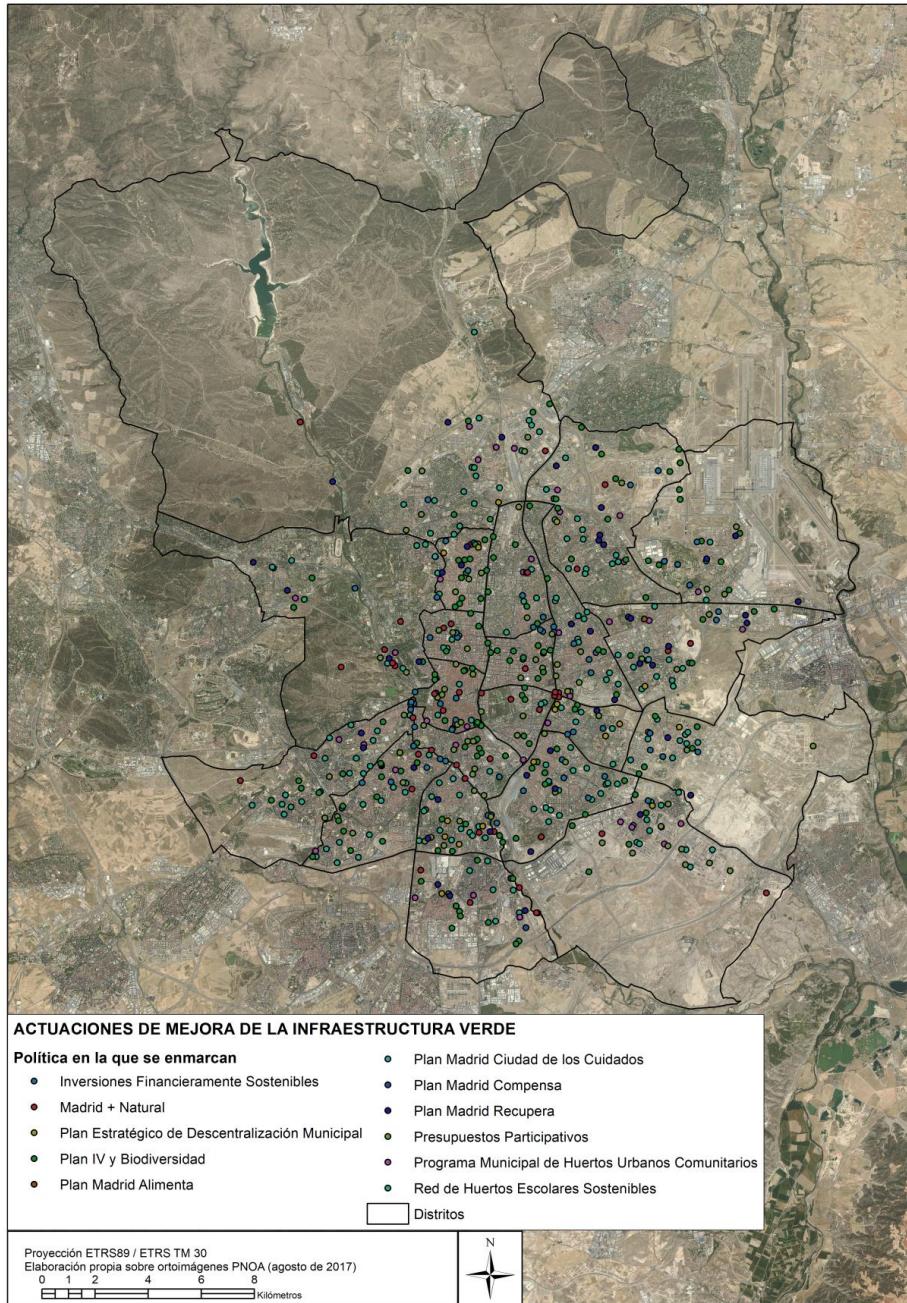
$$\begin{aligned}
 R = & 2(2,2I_1 + 3,1I_2 + 1,6I_3 + 3,7I_4 + 1,9I_5 + 2I_6 + 1,6I_7 + 1,6I_8 + 1,2I_9 + 1,2I_{10}) \\
 & + 1,7(2,9I_{16} + 3,3I_{17} + 3,3I_{18} + 2,6I_{19} + 7,9I_{30}) + 1,6(4,3I_{11} + 4,2I_{12} \\
 & + 7I_{14} + 4,5I_{25}) + 2,1(5,47I_{13} + 10,3I_{24} + 4,3I_{29}) + 1,7(7,6I_{20} + 6,9I_{21} \\
 & + 5,5I_{26}) + 1,7(2I_{15} + 5,6I_{22} + 4,3I_{23} + 4,7I_{27} + 3,3I_{28})
 \end{aligned}$$

donde  $R$  es el índice de resiliencia e  $I_n$  es el indicador.



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible



Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica

# Políticas para la mejora de la infraestructura verde urbana del municipio de Madrid

- Identificación de 620 Actuaciones derivadas
- Geolocalización

# Resultados

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

Políticas	Índice de resiliencia
16 Itinerarios Habitables	7,5
11 Descentralización Municipal	6,8
13 Programa MICOS	6,6
01 Plan IV y Biodiversidad	6,4
02 Plan Director ZV	6,4
14 Plan Madrid Recupera	6,1
09 Madrid Alimenta	5,6
20 Reinventing Cities	5,4
12 Madrid Ciudad Cuidados	5,1
06 Plan A	5,1
10 Huertos Urbanos	4,9
15 PLAZ-ER	4,8
07 Madrid + Natural	4,4
19 Espacios Libres Interbloques	3,4
03 Plan Director AU	3,4
21 Plan MAD-RE	2,4
05 Plan Director Arbolado Retiro	2,2
18 Renaturalizar Barrios	2,1
17 Ejes Cívicos	1,3
08 Madrid Compensa	1,0
04 Planes gestión arbolado	0,0

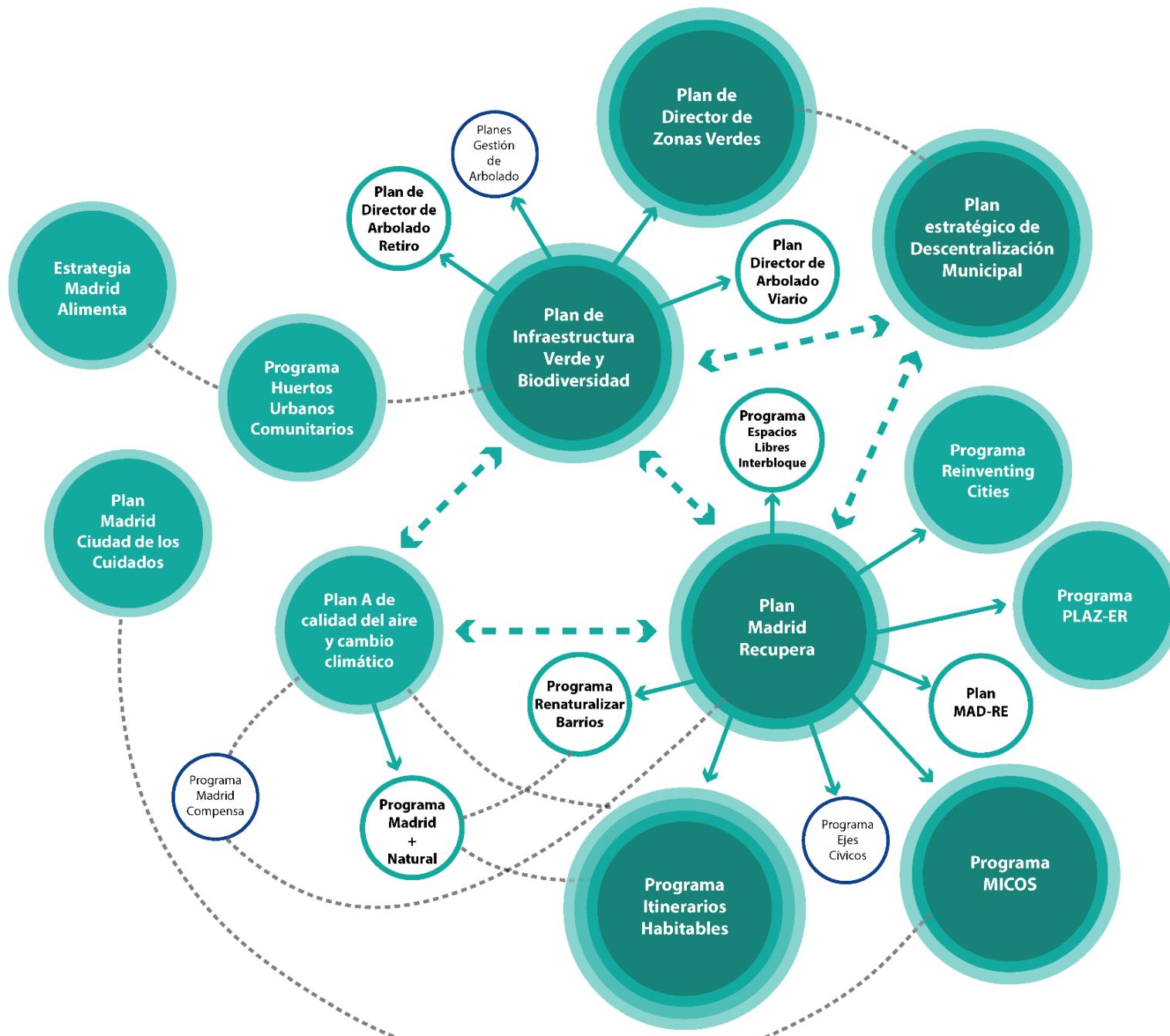


- **1. Impacto positivo moderado de las políticas en la resiliencia socio-ecológica.**

Resultados evaluación:

- Media Índice de Resiliencia de todas las políticas: 4,32 (escala -10 a 10)

Tabla 5. Índice de resiliencia aplicado a las políticas analizadas. Fuente: Elaboración propia.



- ## Resultados evaluación:
- Impacto de las políticas
    - 1. Impacto positivo moderado de las políticas en la resiliencia socio-ecológica.



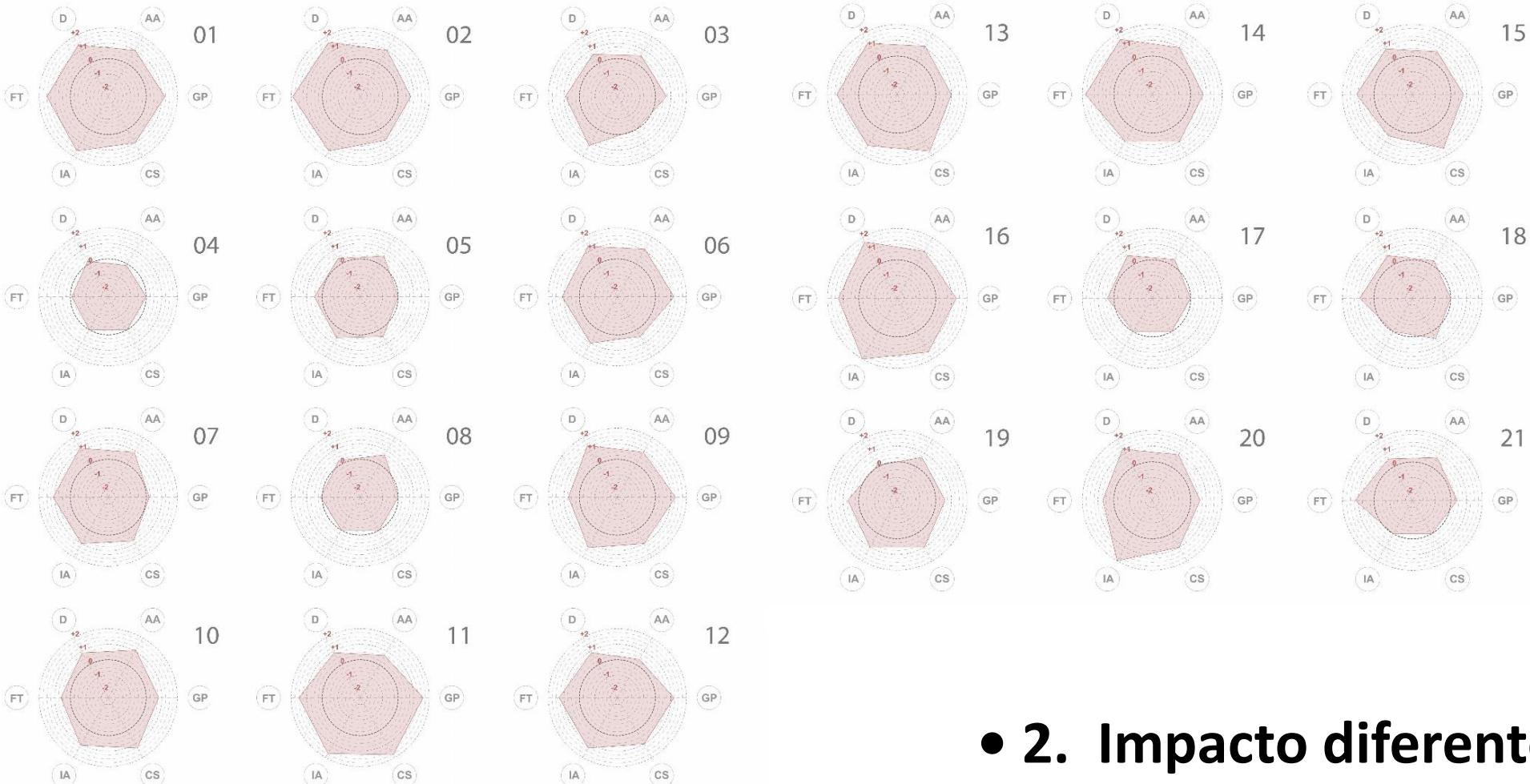
transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

## Resultados evaluación:

- Índice por factores (escala -2 a 2)

### • 2. Impacto diferente por factores





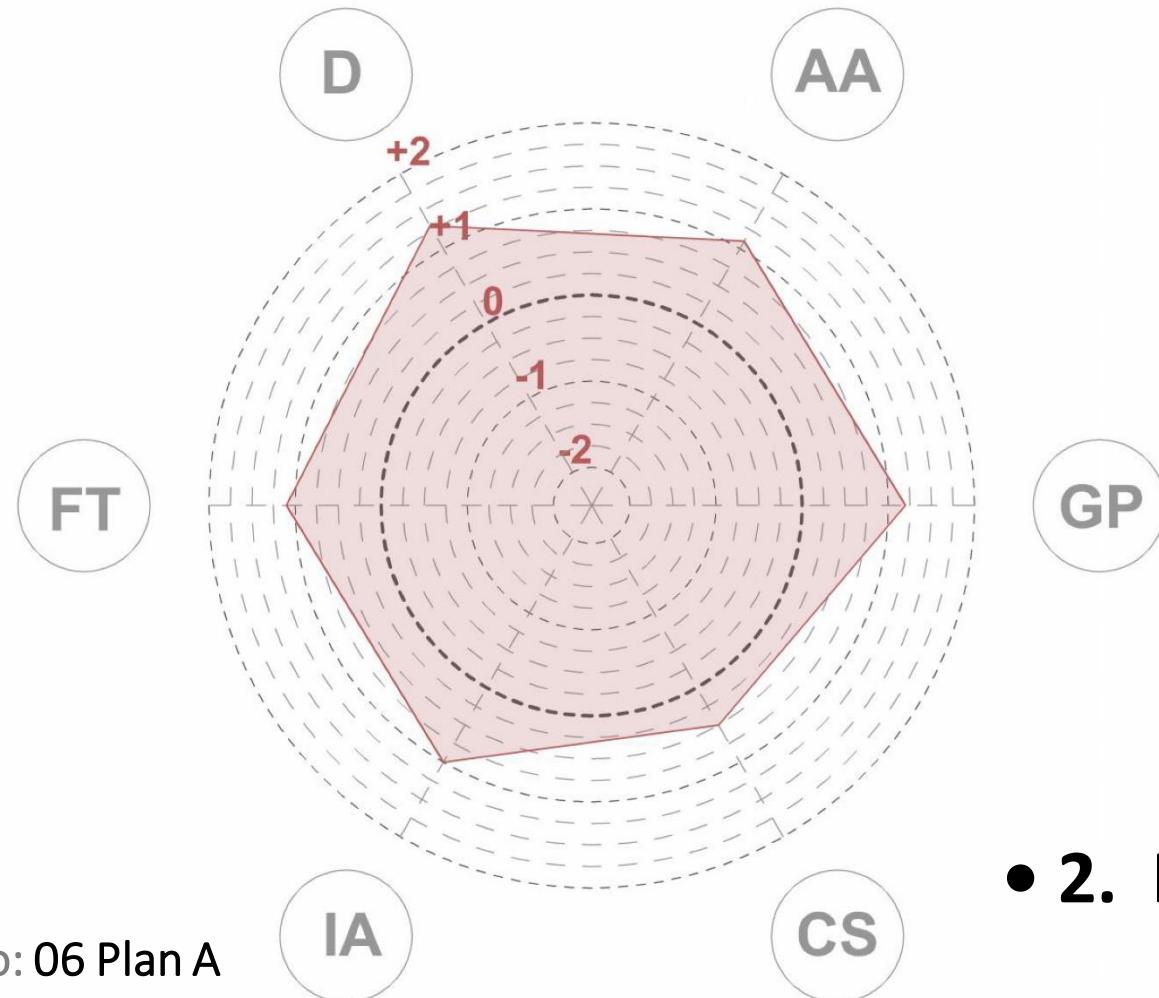
transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible



## Resultados evaluación:

- Índice por factores (escala -2 a 2)



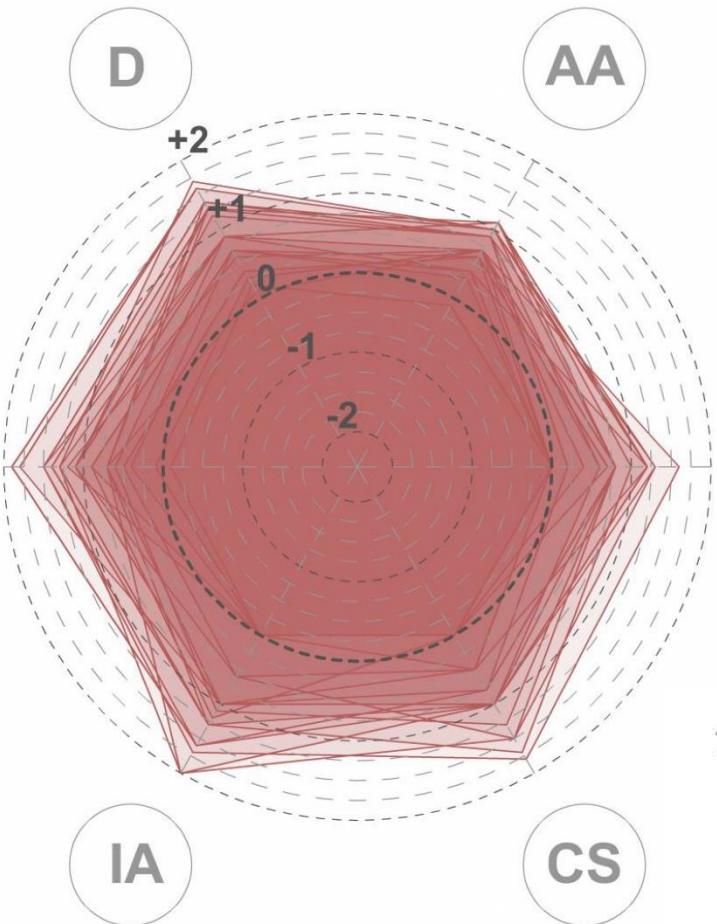
Ejemplo: 06 Plan A

## • 2. Impacto diferente por factores



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible



## • 2. Factores + favorecidos:

- Innovación y Aprendizaje

- Factores transversales

## Factores – favorecidos:

- Gobernanza Policéntrica

- Autonomía y Autosuficiencia

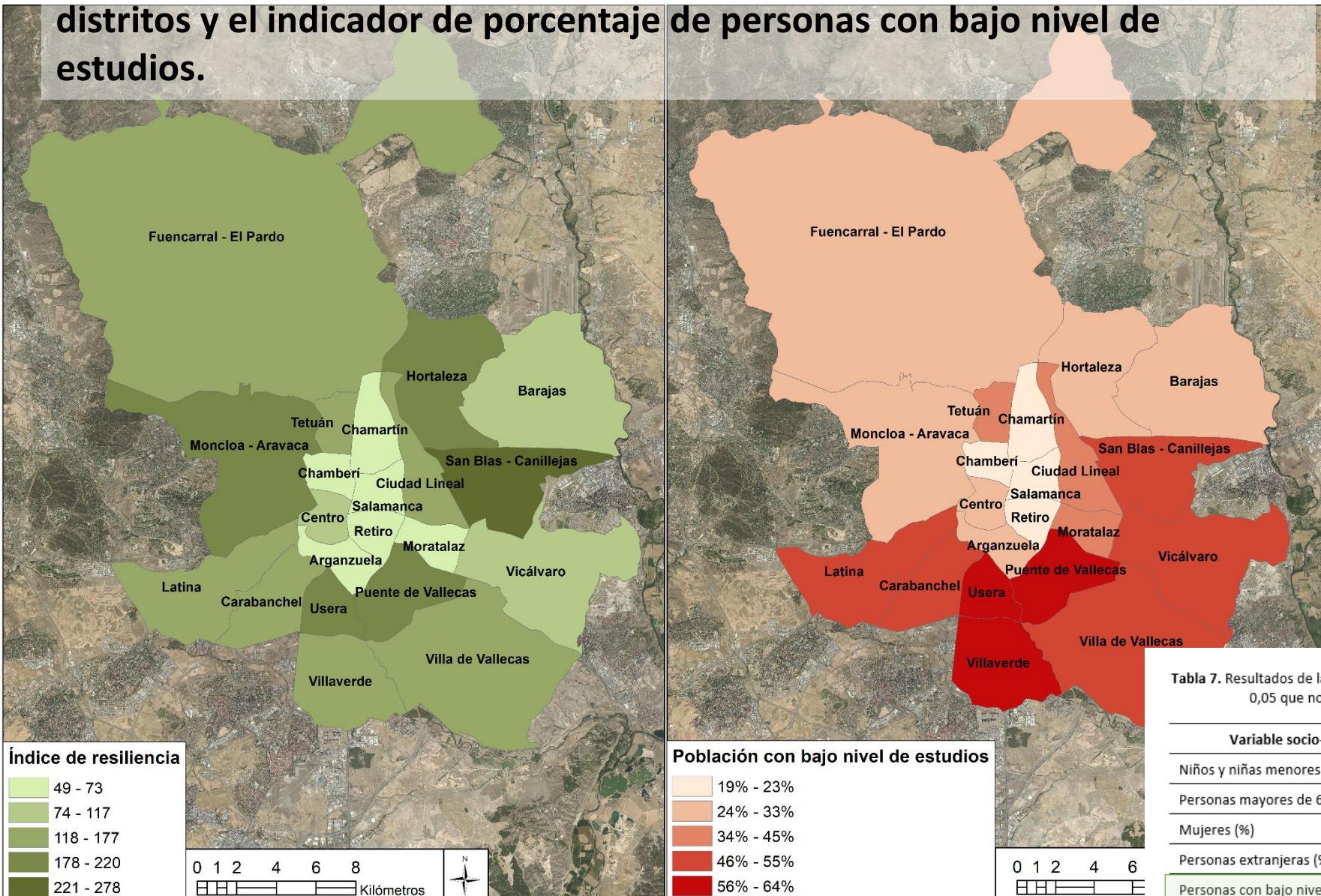
Resultados evaluación:

## • Media Índice de Resiliencia por Factores

Tabla 6a. Puntuación media de todas las políticas por factores, en escala de -2 a 2. Fuente: Elaboración propia.

Factores	Índice de resiliencia (media de todas las políticas)
01 Diversidad	0,95
02 Autonomía y Autosuficiencia	0,76
03 Gobernanza Policéntrica	0,69
04 Cohesión Social	0,81
05 Innovación y Aprendizaje	0,98
06 Factores Transversales	0,98

- 3. Correlación positiva y significativa entre el Índice de resiliencia de los distritos y el indicador de porcentaje de personas con bajo nivel de estudios.



## Resultados evaluación:

- Impacto por distritos y características socio-económicas de la población

Tabla 7. Resultados de las correlaciones bivariadas de Pearson. En negrita se han marcado los p-valores menores de 0,05 que nos indican que sí existe una correlación significativa. Fuente: Elaboración propia.

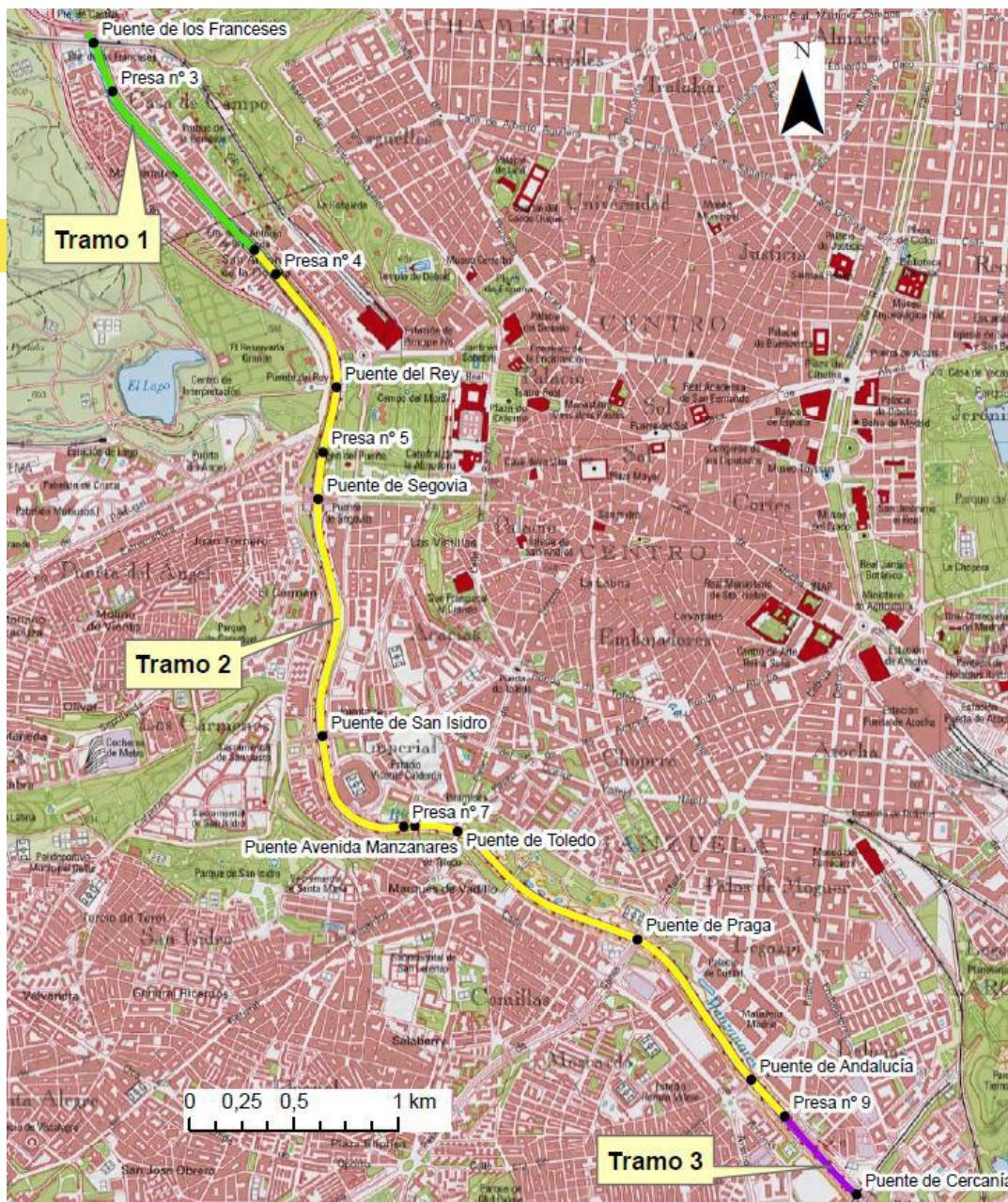
Variable socio-económica	p-valor <sup>21</sup>	Coeficiente de correlación de Pearson <sup>22</sup>
Niños y niñas menores de 14 años (%)	0,060	0,418
Personas mayores de 65 años (%)	0,057	-0,422
Mujeres (%)	0,089	-0,381
Personas extranjeras (%)	0,217	0,281
<b>Personas con bajo nivel de estudios (%)</b>	<b>0,007</b>	<b>0,569</b>
Renta media por hogar (€)	0,062	-0,414



# Impacto de la renaturalización del río Manzanares sobre los servicios ecosistémicos de regulación

---

Resultados Parte 2



## Renaturalización del río Manzanares a su paso por la ciudad

Recuperar los valores ecológicos del río.

**Fase 0:** apertura permanente de las compuertas de las presas 4 a 9 en mayo de 2016. Restablecimiento de la dinámica fluvial natural del río y la deposición de sedimentos en forma de islas. Especies vegetales espontáneas autóctonas, reproduciendo la ribera propia de la cuenca del Manzanares. Especies faunísticas, destacando un gran número de especies de aves.

**Fase 1:** implementada en el tramo comprendido entre el Puente de los Franceses y el Puente de la Reina Victoria. Eliminación de la escollera, la revegetación del talud fluvial con más de 16.000 árboles y arbustos de especies autóctonas, y la eliminación de especies vegetales exóticas invasoras. En 2017 finalizó la intervención, prolongándose durante dos años después de su implementación, algunas tareas de mantenimiento, incluyendo riego y reposición de marras.



## Beneficios del arbolado urbano y sus potenciales beneficiarios.

Servicios de los ecosistemas	Descripción	Indicador
Mejora de la calidad del aire y regulación del clima global.	Retirada de sustancias contaminantes de la atmósfera por deposición sobre su superficie.	Eliminación de O3, CO, NO2, PM2,5 y SO2.
Regulación del clima global.	Secuestro y almacenamiento de carbono por incorporación.	Almacenamiento y secuestro de C.
Reducción de la escorrentía superficial.	Agua interceptada por la parte aérea y radicular.	Escorrentía evitada.
Regulación de la temperatura local.	Reducción de la temperatura por emisión de vapor de agua a la atmósfera.	Transpiración.

Tabla 1. Servicios de los ecosistemas evaluados e indicadores asociados. Fuente. Elaboración propia.



Figura 1: Urban Trees Benefits. Urbana, Legacy Tree Program. Fuente: itservicesrewotara.blogspot.com



# Objetivos

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



1. Evaluación cuantitativa cuatro servicios de regulación generados por el arbolado replantado en el proyecto de renaturalización del río Manzanares.
  - Mejora de la calidad del aire
  - Regulación del clima global
  - Reducción de la escorrentía superficial
  - Regulación de la temperatura local
2. Analizar cuál es la población potencialmente beneficiaria de los servicios de regulación que provee tanto el arbolado replantado como el que ha crecido espontáneamente tras la renaturalización, según diversas variables socio-económicas.



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

# Metodología

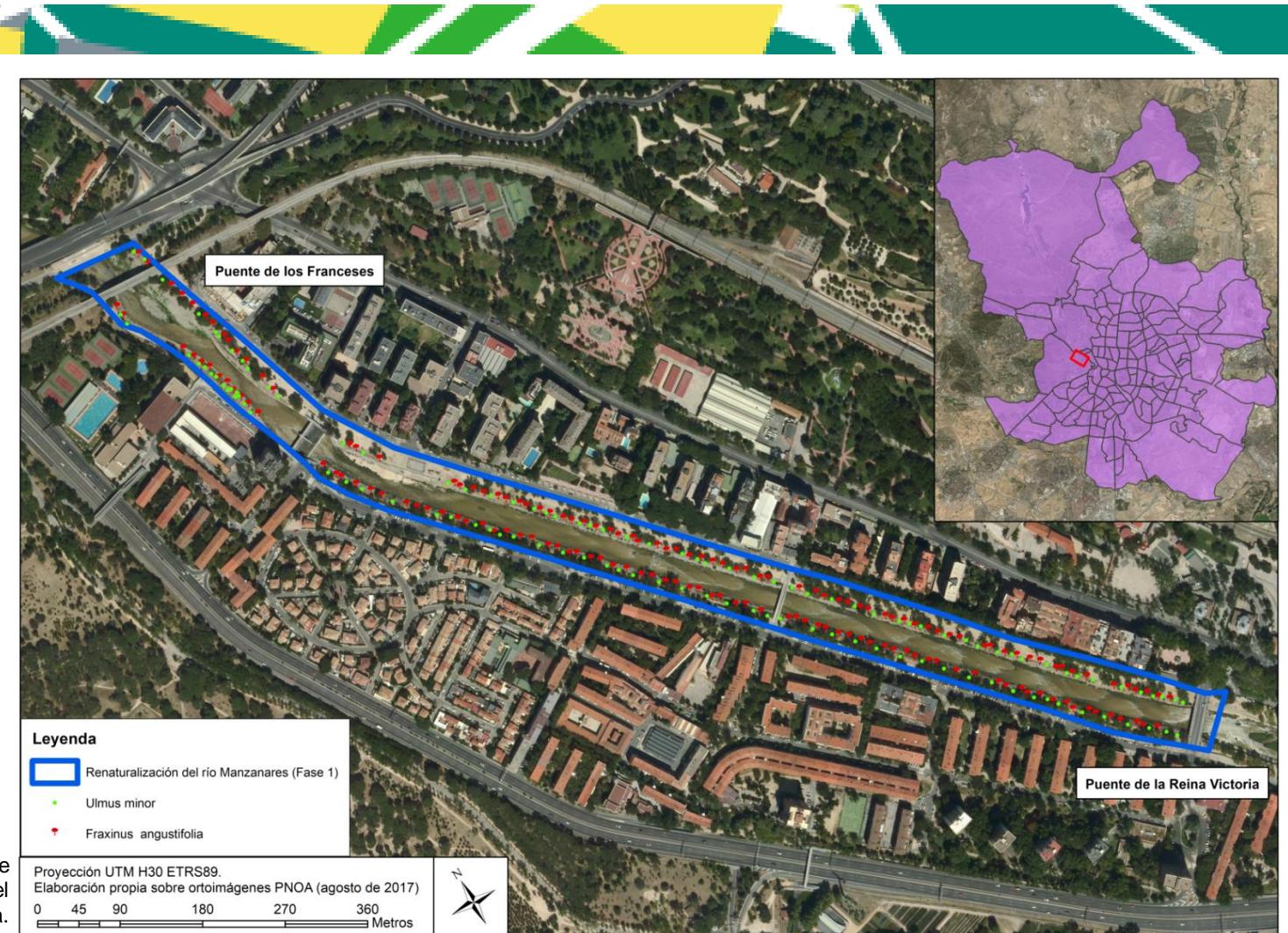
## Caso de estudio y materiales

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



## OBJETIVO 1: Servicios de regulación

Tramo del río Manzanares entre el Puente de los Franceses y el Puente de la Reina Victoria.



**Figura 2.** Área de estudio para la evaluación de los servicios ecosistémicos de regulación. Tramo del río Manzanares entre el Puente de los Franceses y el Puente de la Reina Victoria. Fuente: Elaboración propia.



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

## OBJETIVO 2: Beneficiarios potenciales

Tramo del río Manzanares entre el Puente de los Franceses y la Presa 9.



**Figura 3.** Área de estudio para análisis de la población potencialmente beneficiaria de los servicios ecosistémicos de regulación. Tramo del río Manzanares entre el Puente de los Franceses y la presa 9. Fuente: Elaboración propia.





transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

## METODOLOGÍA 1: Servicios de regulación

**i-Tree Eco Model:** Software de modelado de servicios de regulación asociados al arbolado.

- Cinta métrica
- Clinómetro
- Planilla de recogida de datos dasométricos



Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica





transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

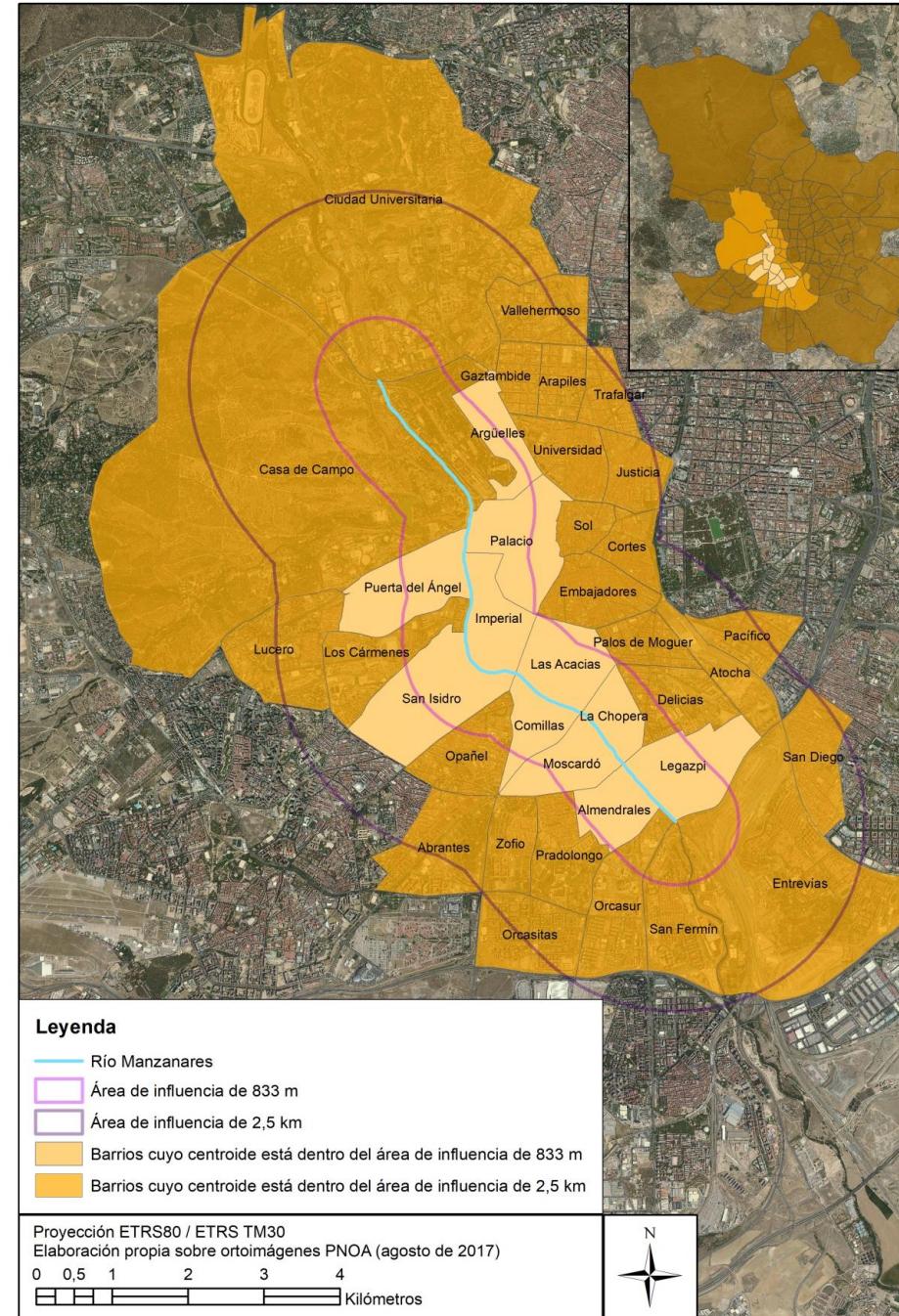
## METODOLOGÍA 2: Beneficiarios potenciales

Análisis comparativo entre la población que vive en barrios colindantes o cercanos al río y el resto de la población del municipio de Madrid.

Dos buffers o zonas de influencia de 833 m (5 min) y 2,5 km (30 min) alrededor del cauce del río.

- Sistemas de Información Geográfica Arc GIS
- Datos socio-demográficos nacionalidad, sexo, edad, nivel educativo y renta media (Ayuntamiento de Madrid, 2015 y 2018).
- Software análisis estadístico SPSS

**Figura 4.** Barrios cuyos centroides están dentro de las áreas de influencia de 833 m y 2,5 km del río Manzanares. Fuente: Elaboración propia.



131 barrios en el área de influencia del río.

11 en 833 m  
37 en 2,5 km

# Resultados

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



OBJETIVO 1: Evaluación de los servicios de regulación.

160 individuos

- *Fraxinus angustifolia* (99,4%)
- *Ulmus minor* (0,6%) ( $\varnothing < 2,54$  cm)

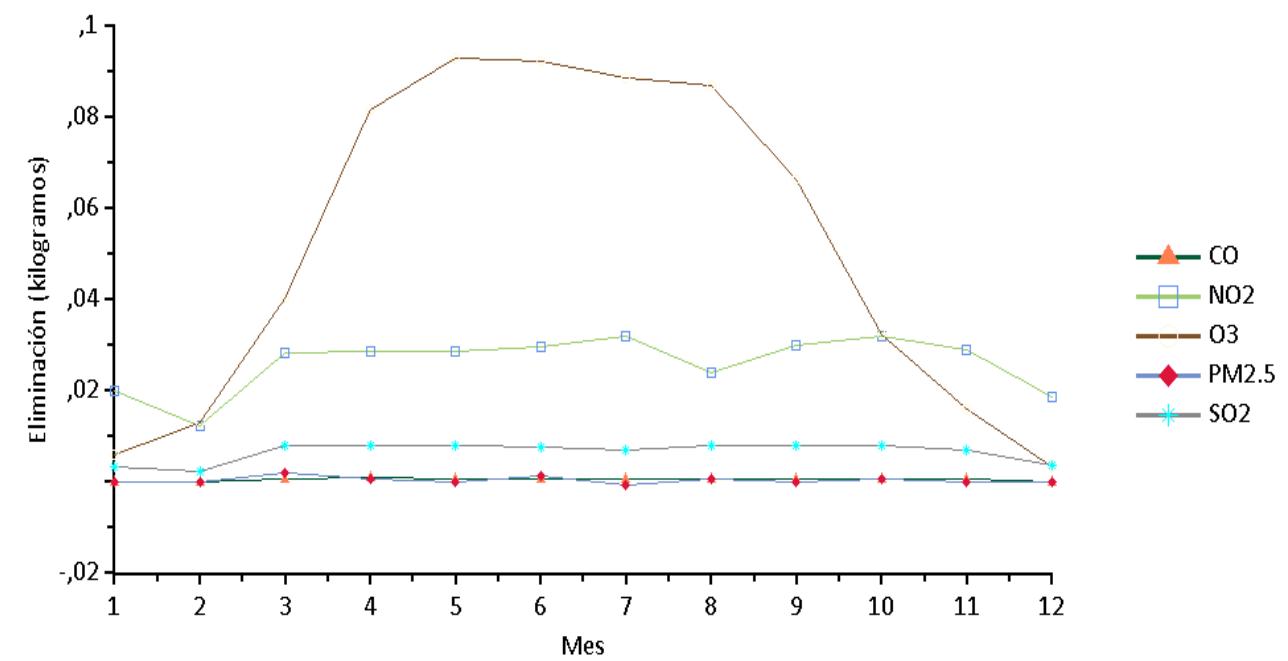
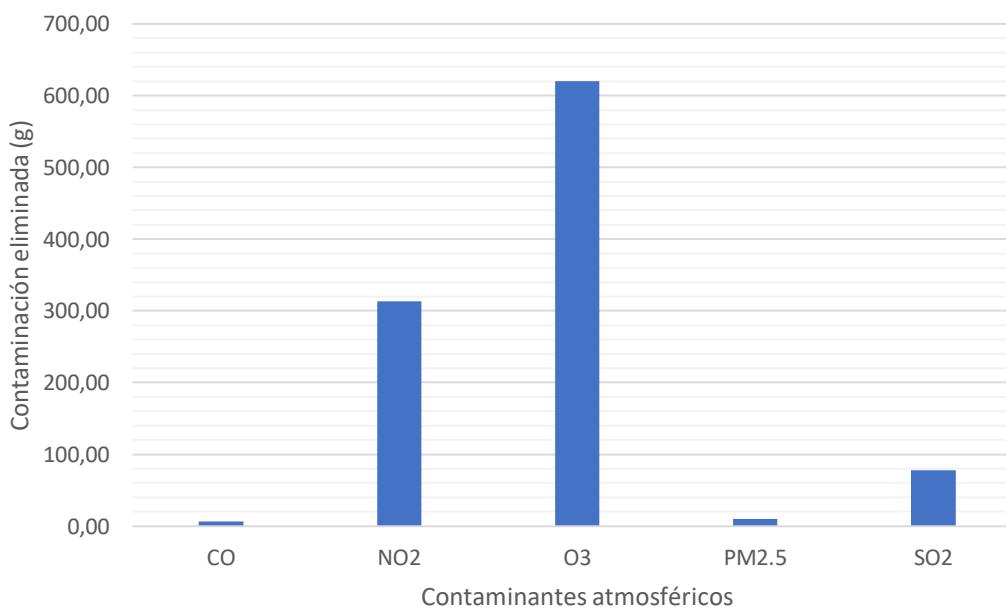
Servicios de los ecosistemas	Descripción	Valor biofísico
Eliminación de contaminantes atmosféricos (O <sub>3</sub> , CO, NO <sub>2</sub> , PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> )	El arbolado retira sustancias contaminantes de la atmósfera por deposición sobre su superficie.	1,022 kg/año
Secuestro de carbono	Los árboles secuestran y almacenan carbono en sus tejidos a medida que van creciendo y desarrollándose.	153,2 kg/año
Almacenamiento de carbono		431,5 kg/año
Escorrentía evitada	Tanto la parte aérea de los árboles como la radicular interceptan agua de precipitación.	0,424 m <sup>3</sup> /año
Transpiración	Los árboles emiten agua en forma de vapor a la atmósfera. Para ello consumen energía solar, lo que disminuye la temperatura del entorno.	408,4 kg/año

Tabla 2. Servicios de los ecosistemas evaluados e indicadores asociados. Fuente. Elaboración propia.



## OBJETIVO 1: Evaluación de los servicios de regulación

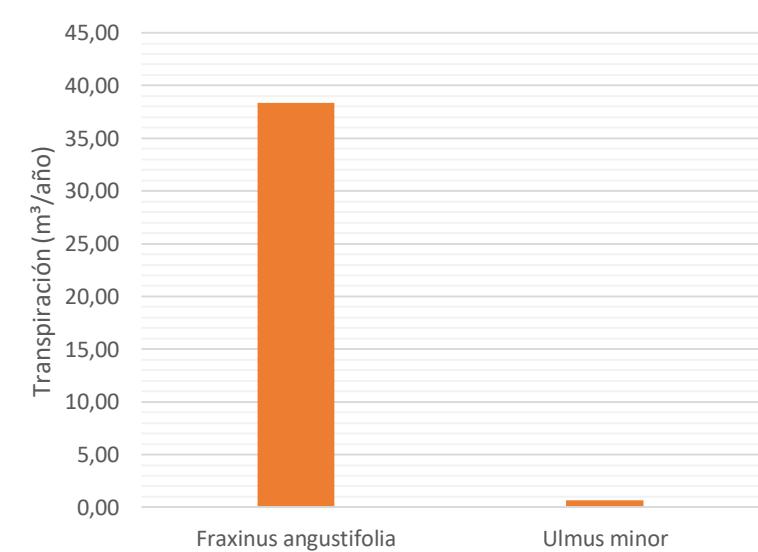
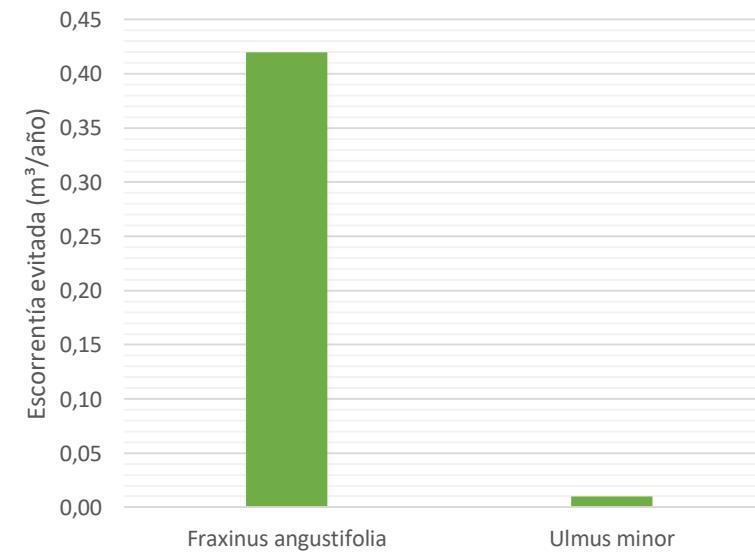
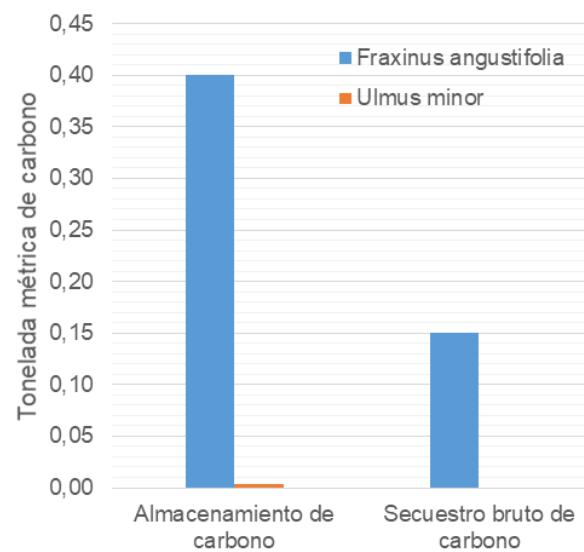
### 1. Retirada de contaminantes atmosféricos.





## OBJETIVO 1: Evaluación de los servicios de regulación

2. Almacenamiento y secuestro de carbono.
3. Escorrentía superficial evitada.
4. Transpiración.





transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

Los servicios de regulación que provee el arbolado replantado en el marco del proyecto de renaturalización del río Manzanares a su paso por la ciudad de Madrid son **diversos** aunque limitados cuantitativamente.

- **Dimensiones** arbolado joven
- **Estado fitosanitario** de las copas: 25% en estado malo, crítico o muriendo y hasta el 9% de los ejemplares había muerto.

Tanto las **dimensiones** como las características de la **copa** son **determinantes** en la provisión de los servicios de regulación.





El **arbolado espontáneo** sobre las islas de sedimentos genera beneficios de gran relevancia: conjunto numeroso, estado fitosanitario aparentemente muy bueno, gran porte.

- No ha requerido apenas intervención, dejar actuar a las dinámicas bio-ecológicas (coste-beneficio mucho mayor).
- Las especies evaluadas tienen un gran potencial para la generación de servicios de los ecosistemas en su estado adulto. En la ciudad de Madrid ***Fraxinus angustifolia*** es la especie que más cantidad de carbono almacena en términos medios por árbol (290,09 kg/árbol).
- Unos beneficios óptimos se debe garantizar un desarrollo adecuado del arbolado urbano.



Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



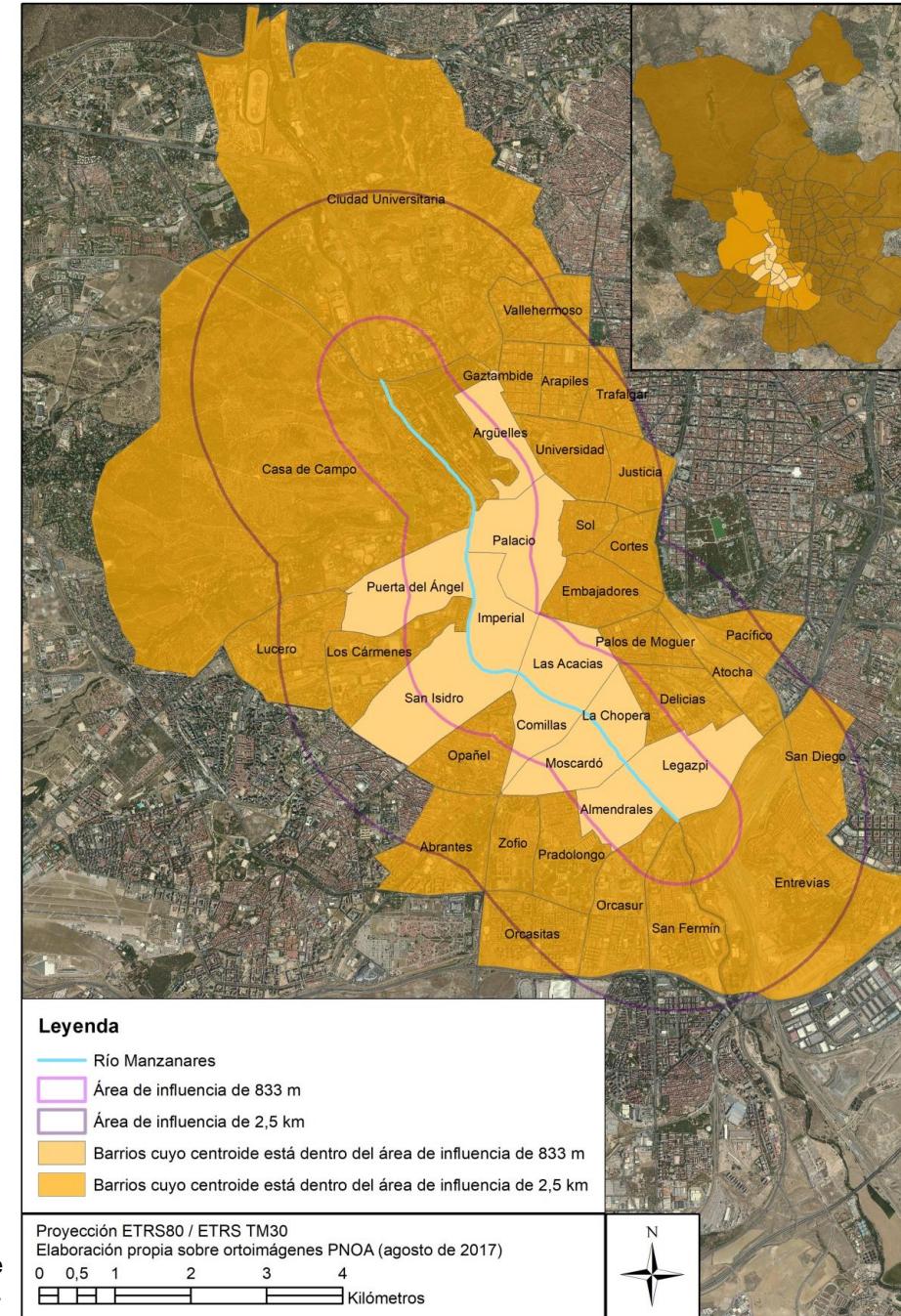
transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

## OBJETIVO 2: Evaluación de los beneficiarios potenciales de los servicios de regulación.

Se han identificado diferencias poblacionales con respecto a la media municipal para el área de influencia de 2,5 km donde sí hay diferencias:

- Menos niñas y niños
- Más personas migrantes
- Menor renta media



**Figura 5.** Barrios cuyos centroides están dentro de las áreas de influencia de 833 m y 2,5 km del río Manzanares. Fuente: Elaboración propia.



- **Diseño y ubicación** pueden favorecer o ir en detrimento de unos u otros tipos de grupos poblacionales. Distribución heterogénea de zonas verdes y arbolado en Madrid: reequilibrar la dotación entre barrios y distritos (*Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de Madrid*).
- Personas **migrantes, minorías raciales y religiosas**, o población con **menor renta** tienen en general **menos acceso a zonas verdes** que el resto de la población: Berlín, Ciudad del Cabo, Chicago, Leicester, Brooklyn o Leipzig.



Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

# Impacto de la renaturalización del río Manzanares sobre el uso recreativo de Madrid Río

---

Resultados Parte 3



# Objetivos

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica

- 
- Evaluar el **impacto de la renaturalización** del río Manzanares en el **potencial recreativo** de Madrid Río.
  - Analizar la **influencia** de las **características bióticas y abióticas** en el uso recreativo que hace la población de este espacio.
  - Realizar una **aproximación evaluativa** de la **accesibilidad** de los espacios con mayor potencial recreativo según **características socioeconómicas**.



transitando

ecología y educación para una ciudad sostenible

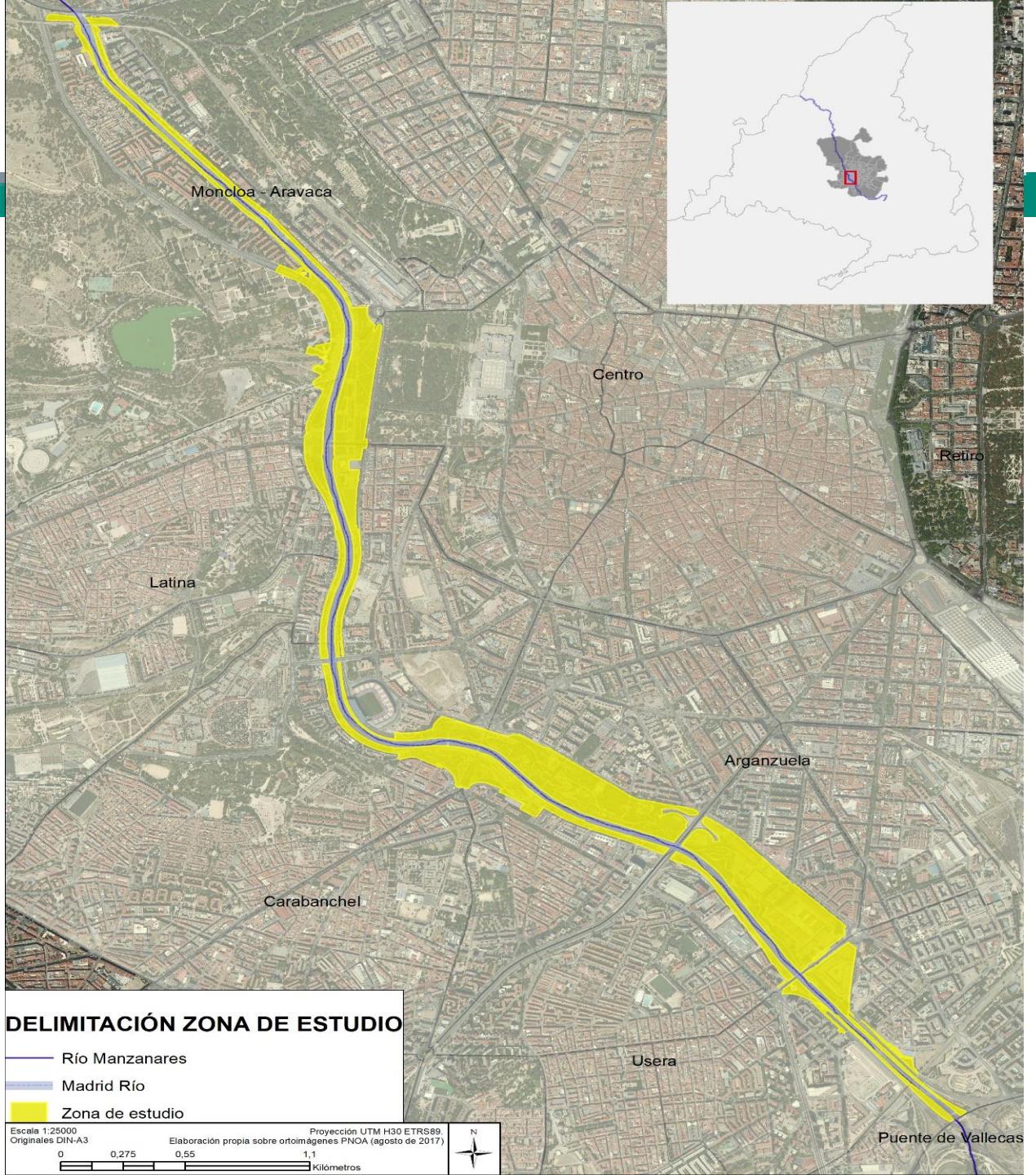
# Metodología

## Caso de estudio y materiales

Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica

# CASO DE ESTUDIO

## TRAMO URBANO RENATURALIZADO DEL RÍO MANZANARES



## CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA

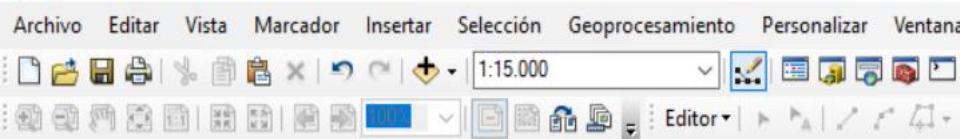
Talleres de  
mapeo en 3  
distritos

**SIG**

Para representación  
espacial (S.E.  
recreación)

## MODELO ESTIMAP

Encuestas a  
400 pp en  
Madrid Río



# CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA



# Modelización del potencial recreativo y la accesibilidad de Madrid Río (Modelo ESTIMAP)

**ENCUESTA A 400 pp en Madrid Río**

**Preguntas 16, 17 y 18:** evalúan las actividades realizadas y los factores determinantes a la hora de acudir a determinados espacios de Madrid Río

**Cartografiado digital**

**Elementos bióticos y abióticos**

**Asignación de puntuaciones** entre 0 y 1 a cada celda de 50 m, tras el análisis de respuestas y superposición de capas de elementos.

**Representación espacial con MODELO ESTIMAP**

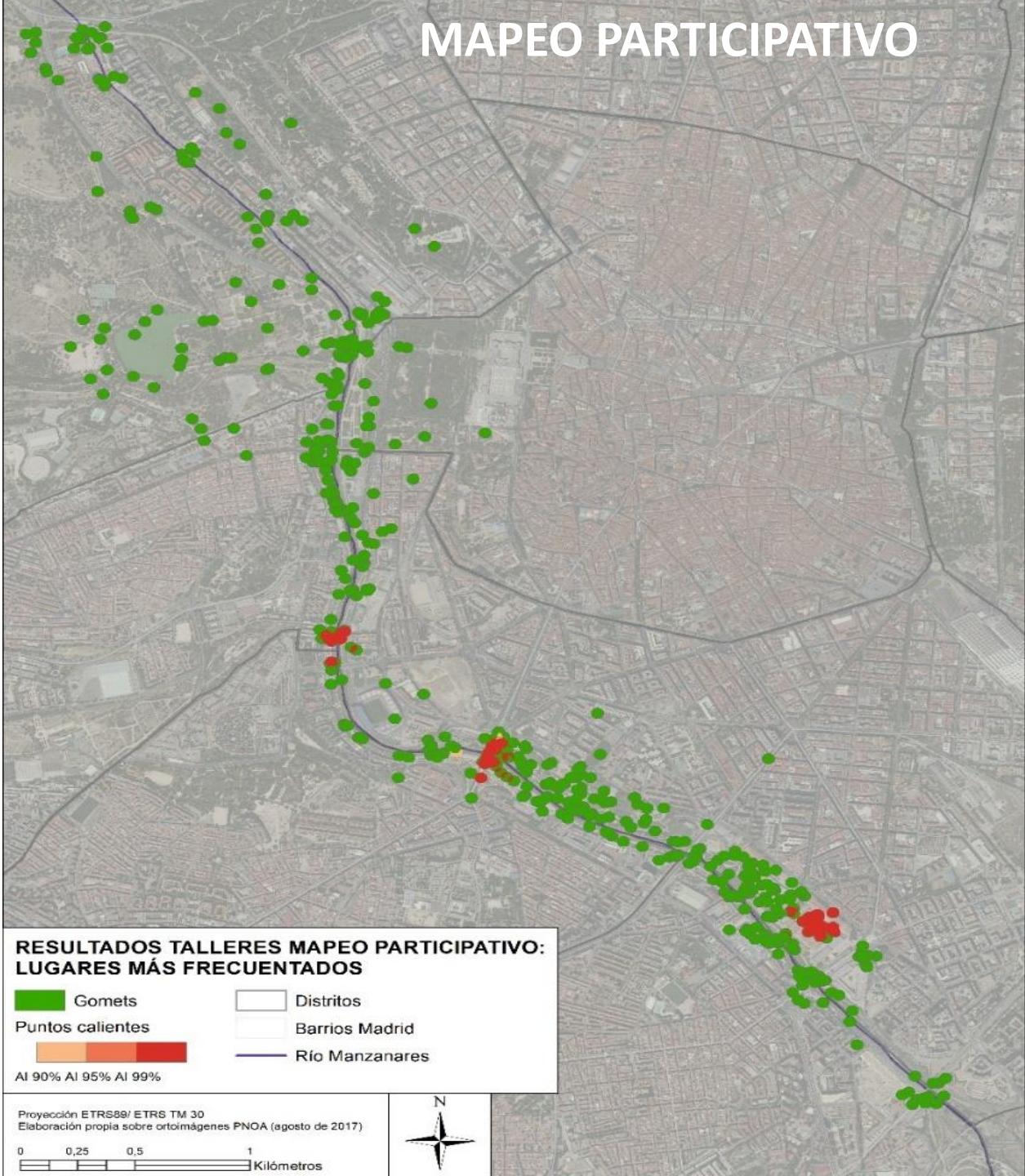
**Comparativa de resultados** (de los dos modelos)

Análisis de datos socioeconómicos y representatividad de la muestra (población encuestada-población real)

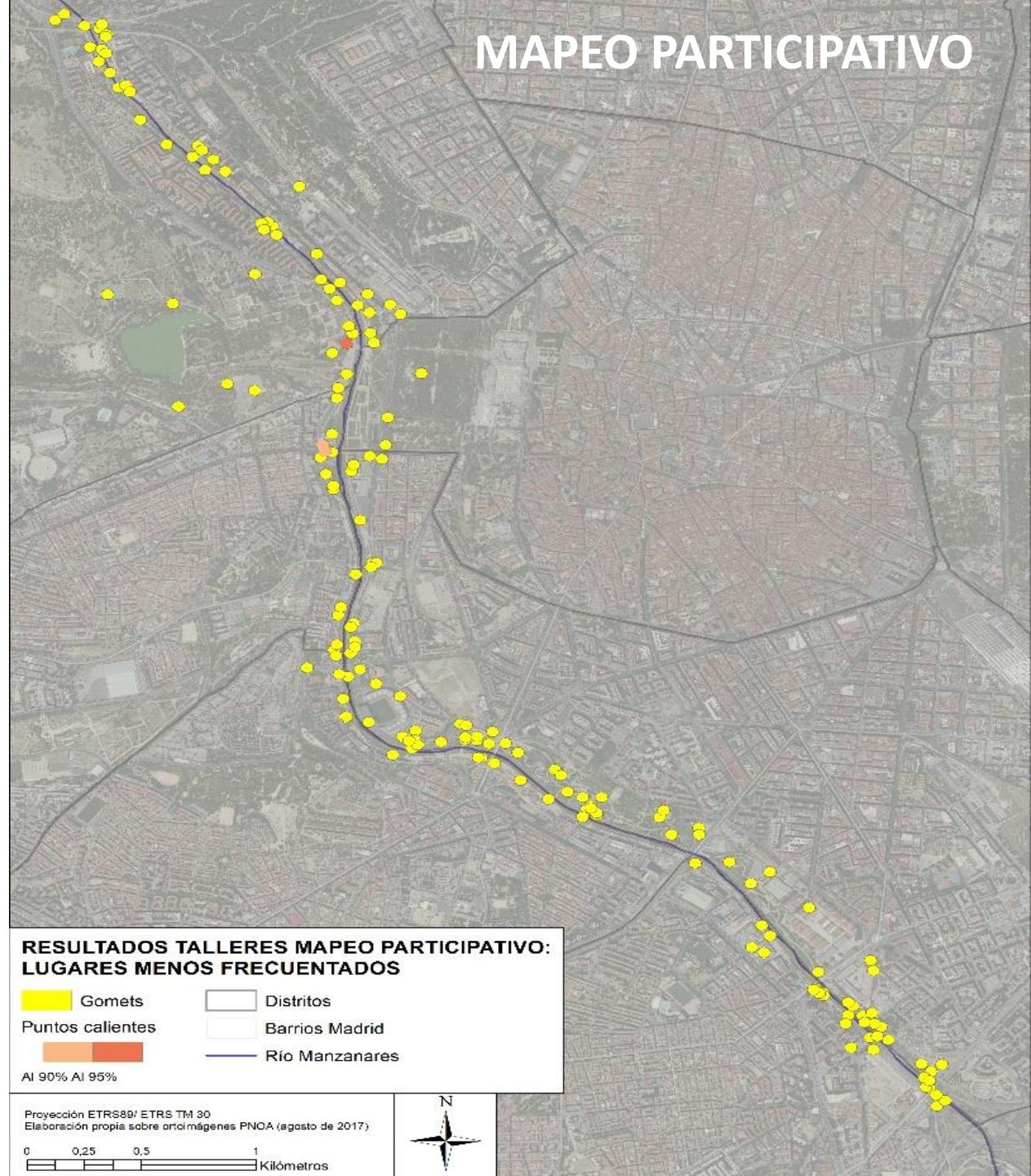
# Resultados

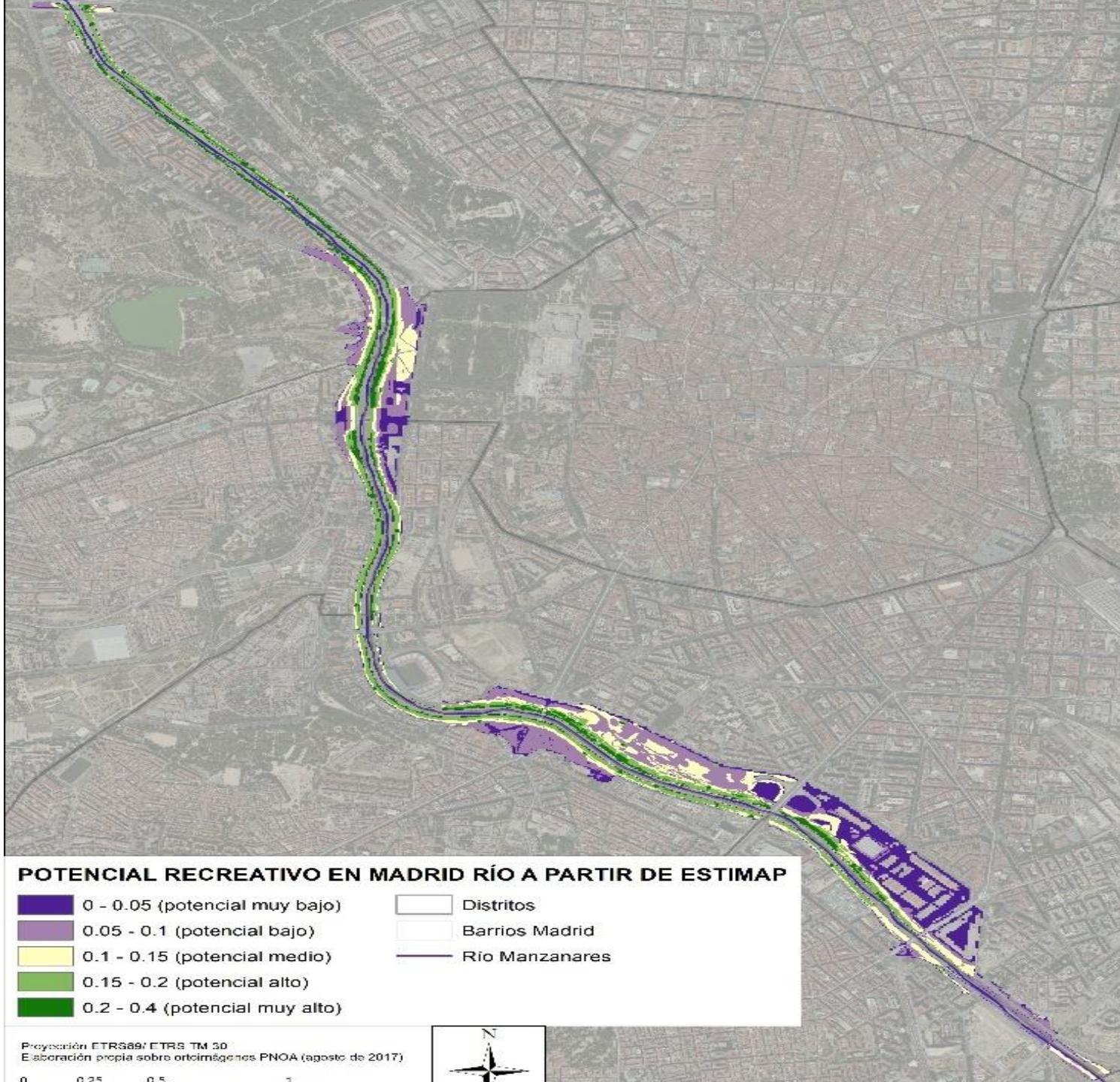
Evaluación de la infraestructura verde de Madrid: hacia una mejora de las políticas municipales para la resiliencia socio-ecológica

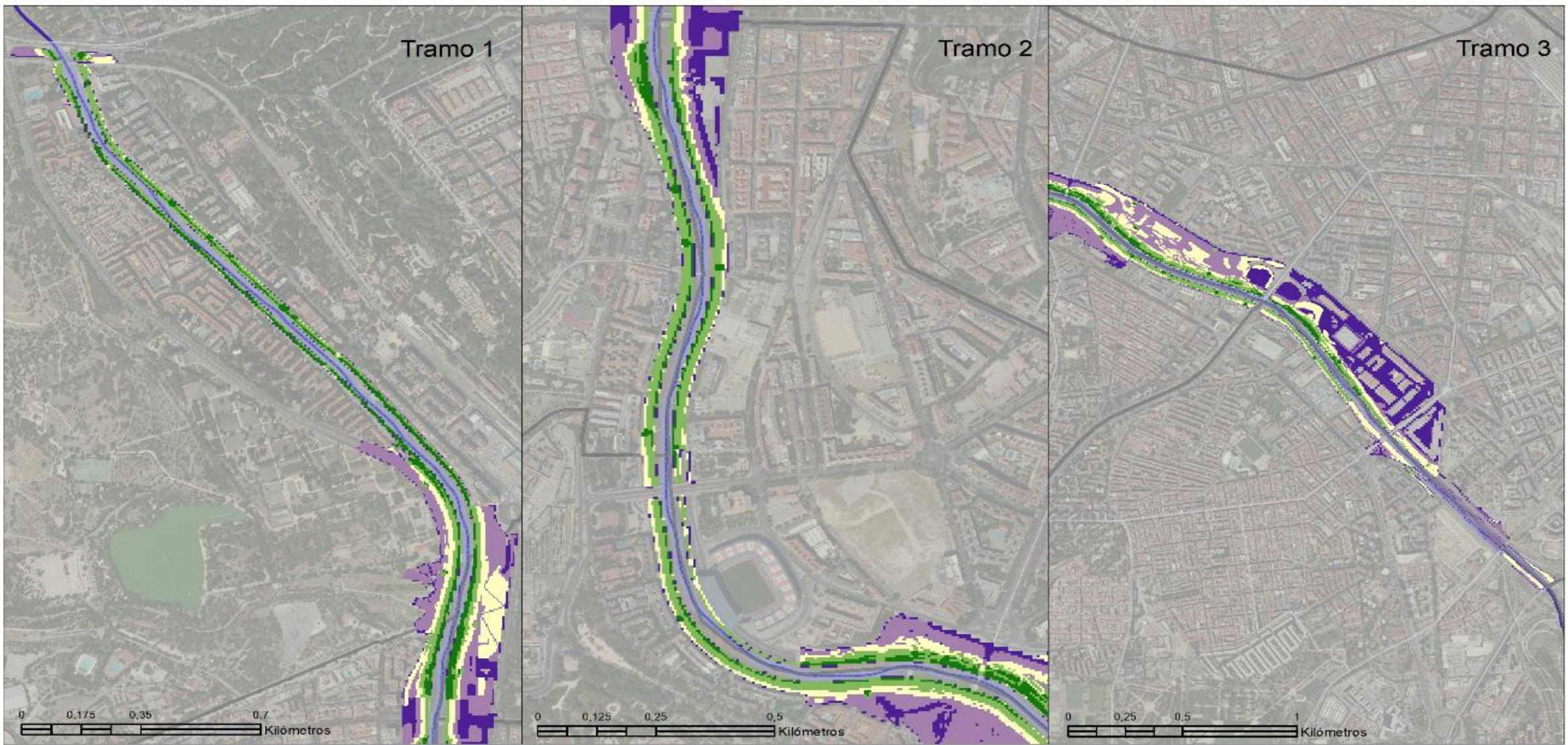
# MAPEO PARTICIPATIVO



# MAPEO PARTICIPATIVO







#### POTENCIAL RECREATIVO EN MADRID RÍO A PARTIR DE ESTIMAP

0 - 0.05 (potencial muy bajo)	Distritos
0.05 - 0.1 (potencial bajo)	Barrios Madrid
0.1 - 0.15 (potencial medio)	Madrid Río
0.15 - 0.2 (potencial alto)	Río Manzanares
0.2 - 0.4 (potencial muy alto)	

Proyección ETRS89/ ETRS TM 30  
Elaboración propia sobre ortoimágenes PNOA (agosto de 2017)

# ALGUNOS RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DEL POTENCIAL RECREATIVO IDENTIFICADO A PARTIR DEL MODELO ESTIMAP

## CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

Aplicación de cuadriculas de 50 m

Valores asignados a cada cuadricula entre 0 y 1, a partir de la media de las puntuaciones asignada a cada capa/categoría evaluada

## DESTACAN:

- Cercanía al río
- Arbolado y matorral
- Presencia de aves
- Presencia de fuentes

**31 %** elementos con elevado potencial recreativo (cerca río)

## MENOS RELEVANTE:

- Instalaciones deportivas
- Áreas infantiles
- Ruido

**50 %** elementos con menor potencial (infraestructuras)

