

# A Data-Driven Platform for Sustainable Building Renovation Plans

24 September 2024

**Álvaro Sicilia** – [alvaro.sicilia@salle.url.edu](mailto:alvaro.sicilia@salle.url.edu)

**Leandro Madrazo** – [leandro.madrazo@salle.url.edu](mailto:leandro.madrazo@salle.url.edu)

ARC Engineering and Architecture La Salle  
Ramon Llull University, Spain



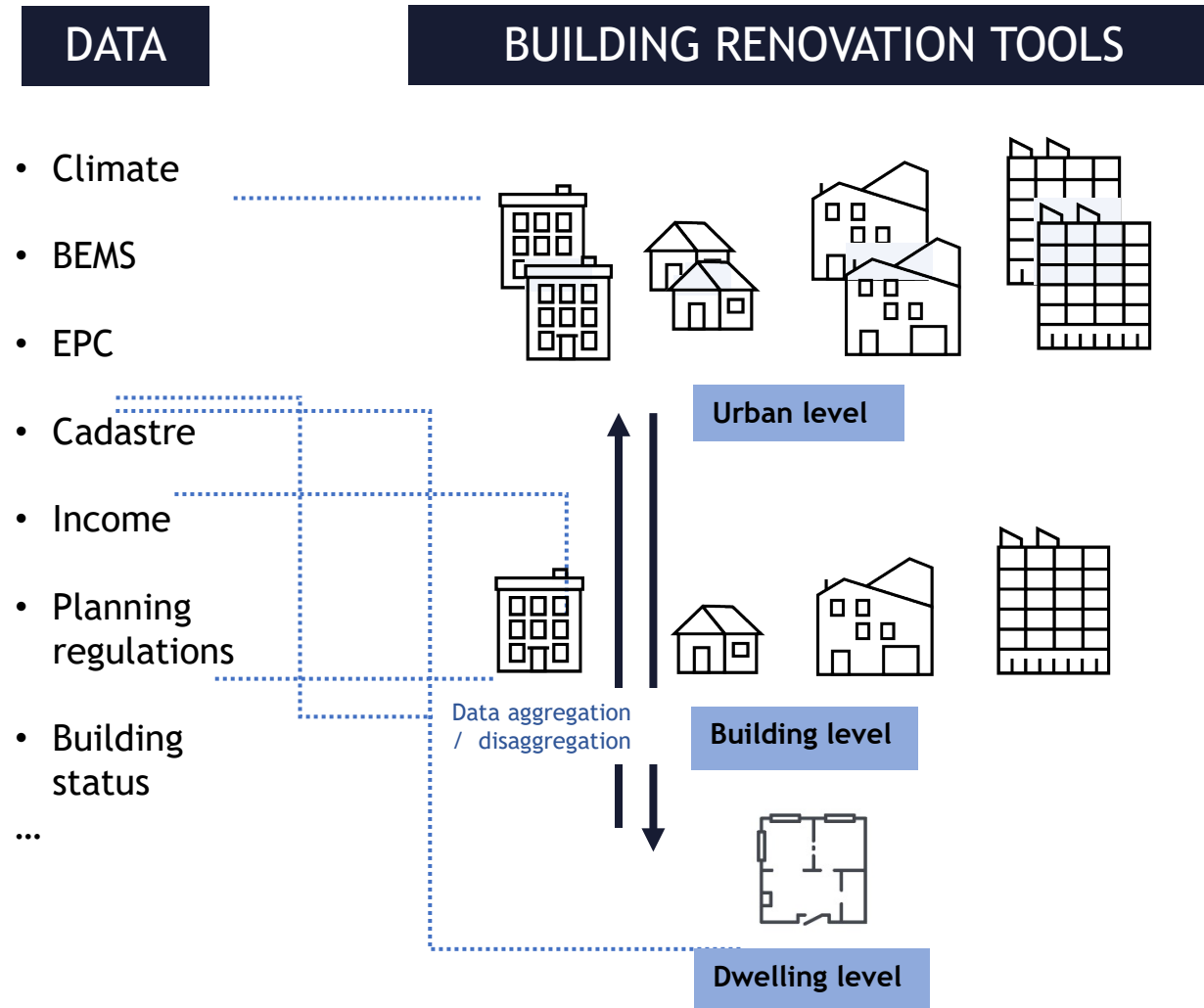
# Current challenges with building data accessibility

## DATA

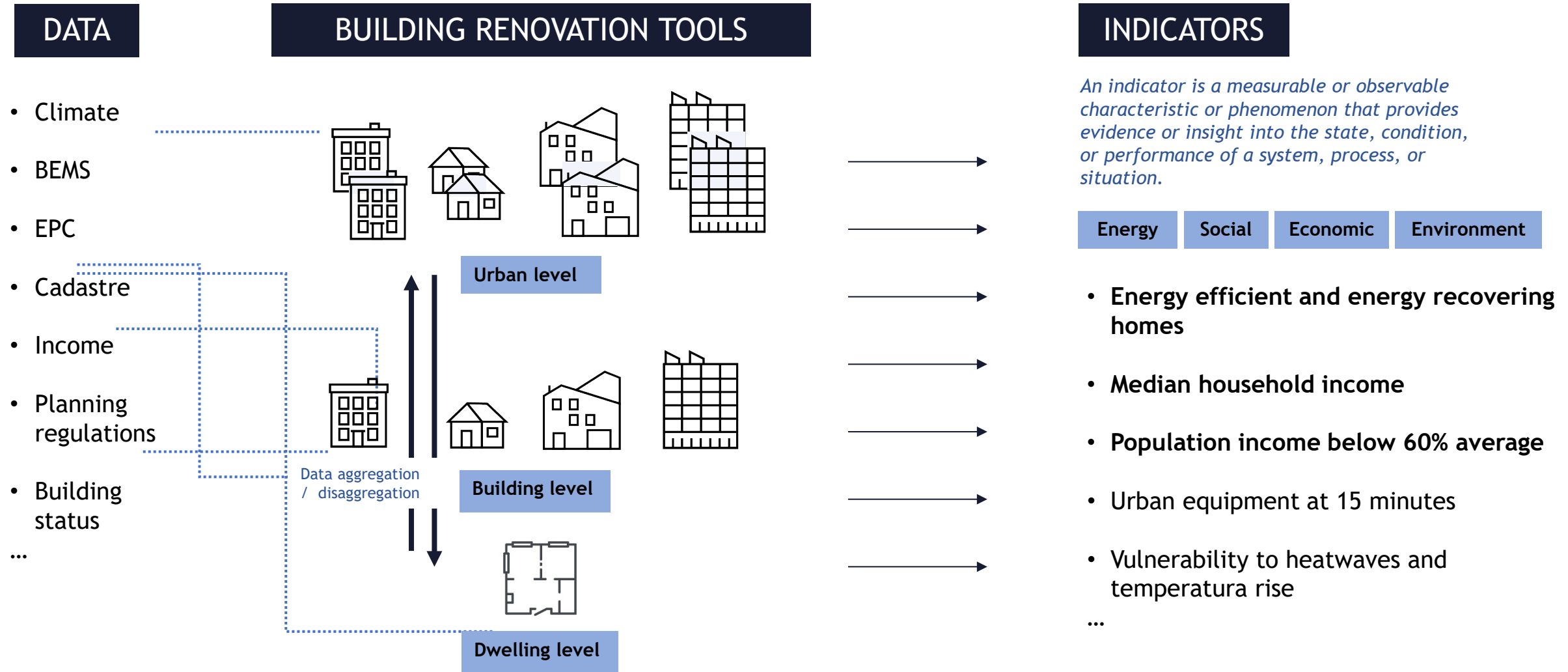
- Climate
- BEMS
- EPC
- Cadastre
- Income
- Planning regulations
- Building status
- ...

- Disparate
- Dispersed
- Available in multiple formats and granularities

# Current challenges with building data accessibility



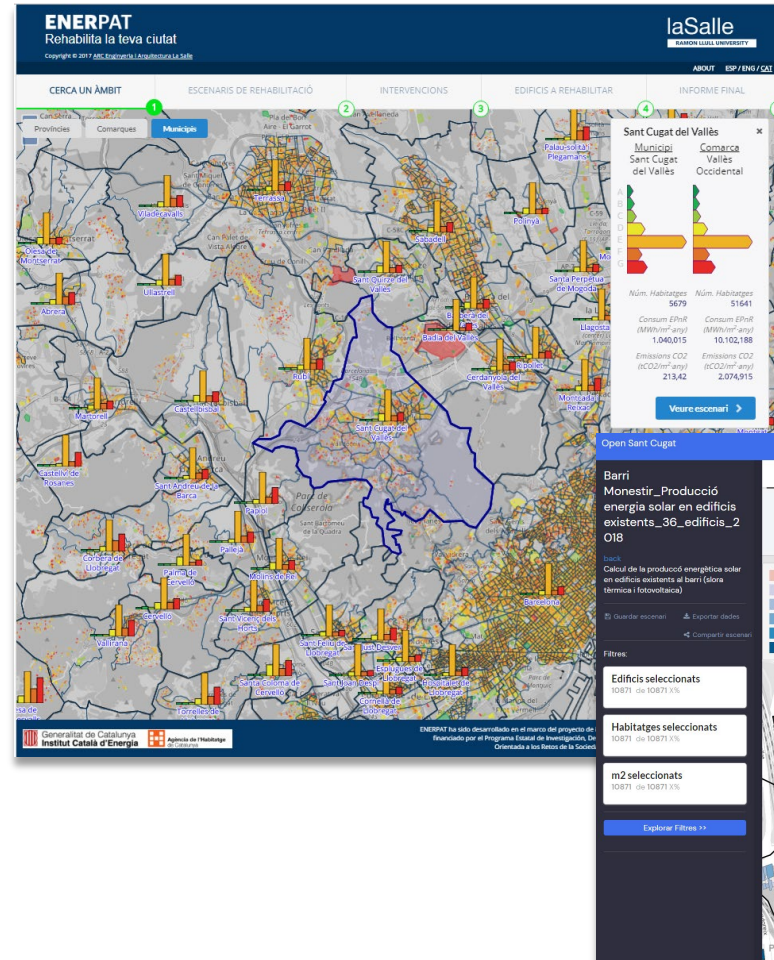
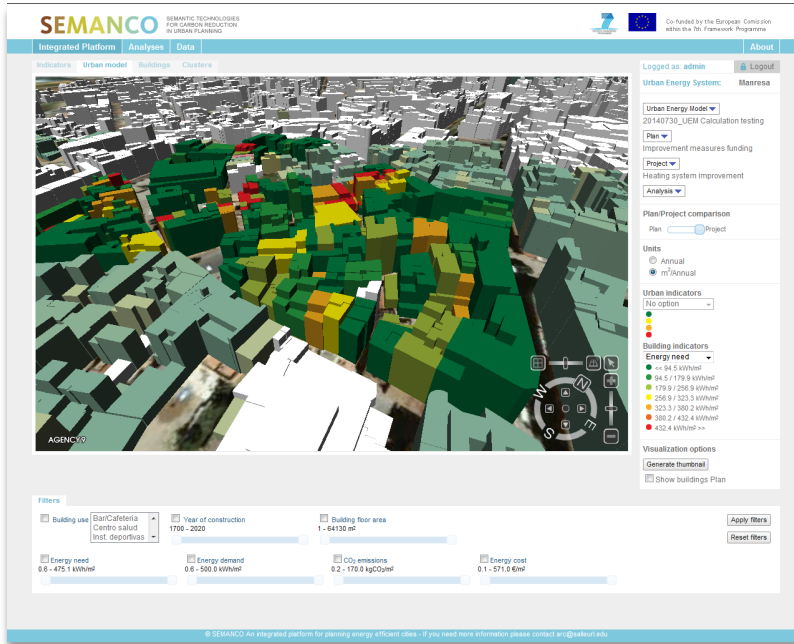
# Current challenges with building data accessibility



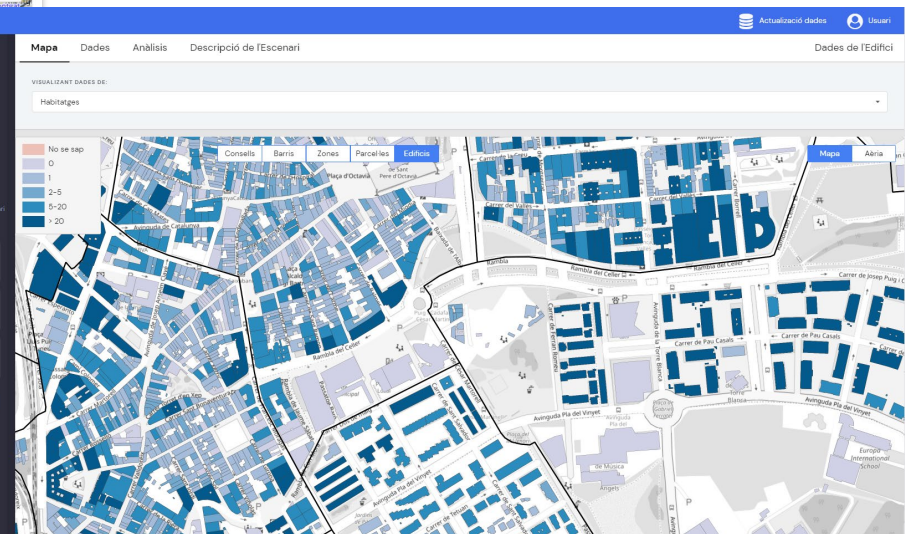
# Current challenges with building data accessibility

<http://www.semanco-project.eu>

**[www.enersi.es/enerpat](http://www.enersi.es/enerpat)**



# Open Data Sant Cugat





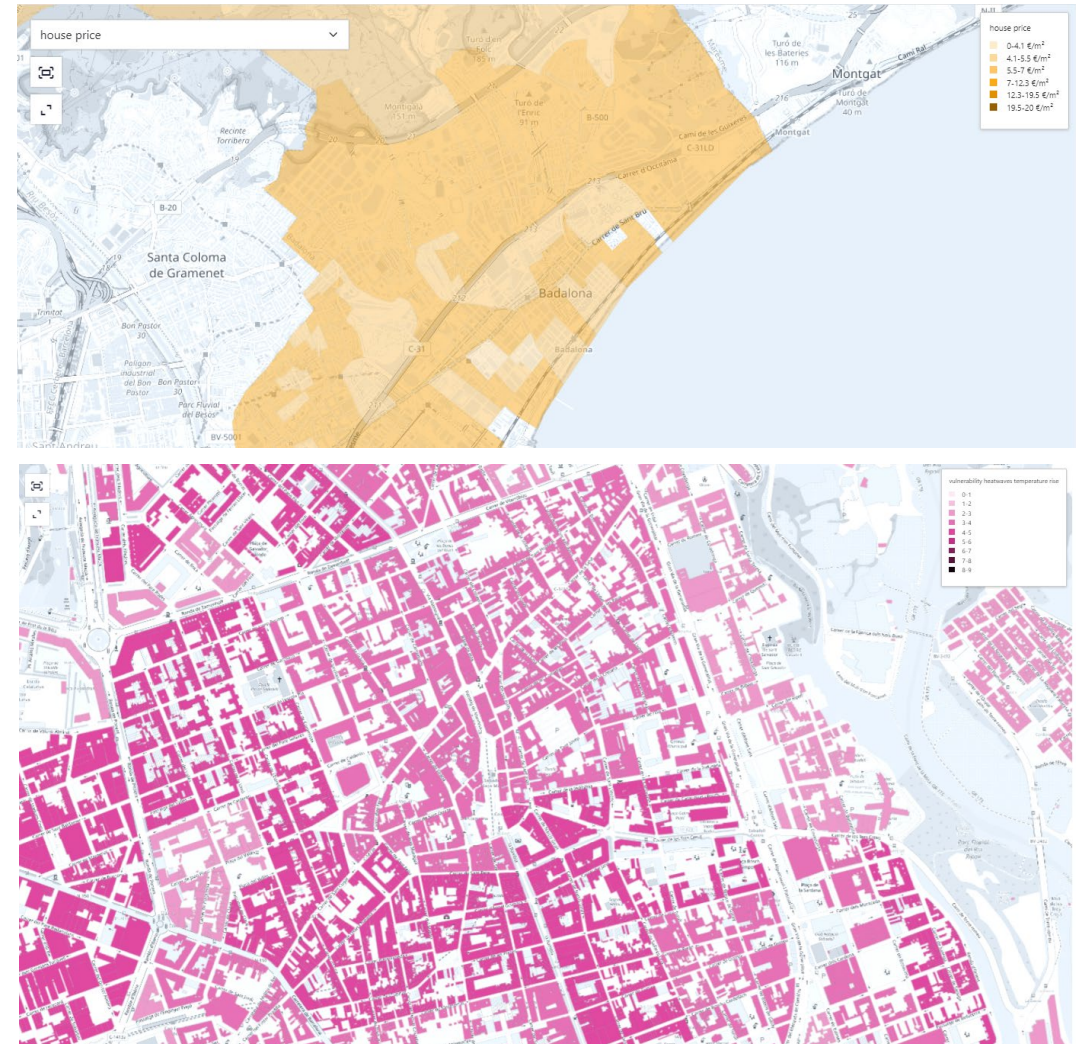
# RETABIT research project

<https://retabit.es>

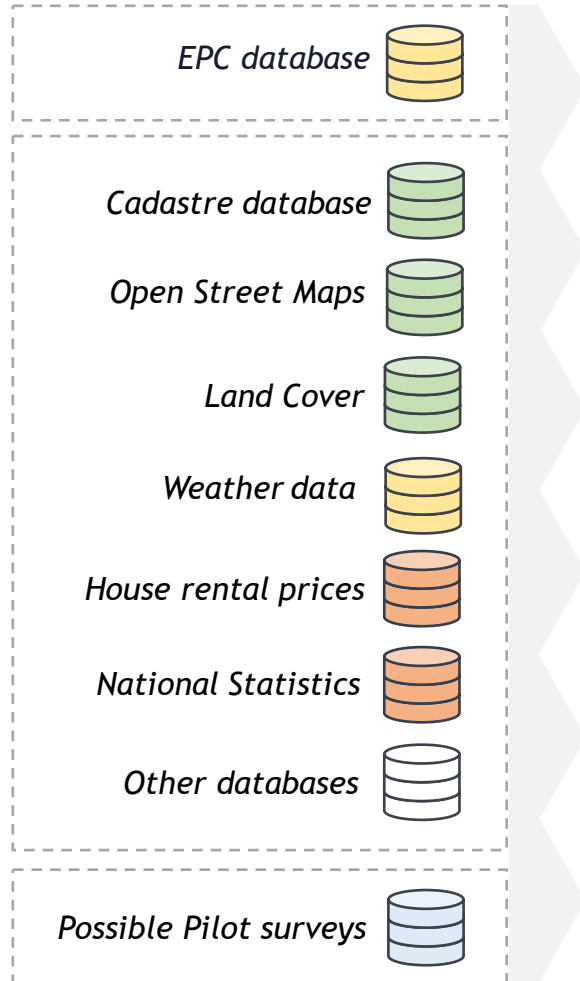
A data-driven service platform which facilitates multiple stakeholders involved in building retrofitting at urban scale:

1. to evaluate the current status of an urban area
  - Based on the available data
  - with combination of multidimensional indicators
2. to design and assess the impact of renovation plans
  - Using building archetypes to assess impact of energy renovation measures

Retabit is a project co-financed by the Spanish Ministry of Science and Education, 2021-2024 carried out by the research group ARC La Salle-URL (coordinator) and the Catalonia Institute for Energy Research (IREC)



# RETABIT research project



## Energy

Primary Energy Consumption  
Heating Energy Consumption  
CO2 Emissions  
PV potential generation  
Energy renovation residential buildings

## Socioeconomic

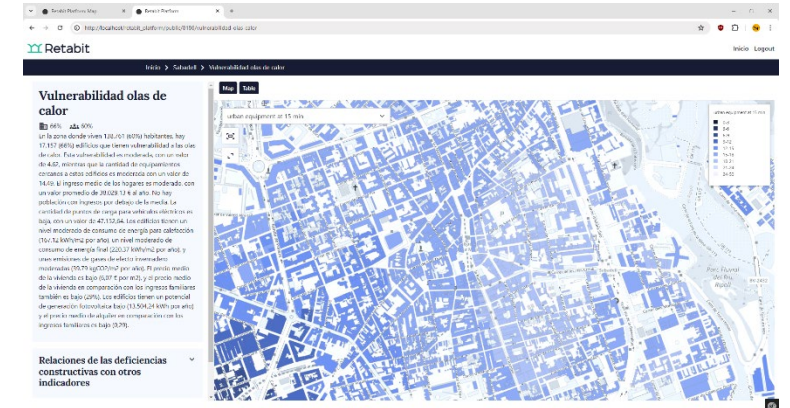
Median household income  
House price  
Average renting price compared to family income

## Environment

Vulnerability to heatwaves and temperature rise  
Urban equipment at 15 minutes  
Green area surfaces  
Accessibility to bike lanes

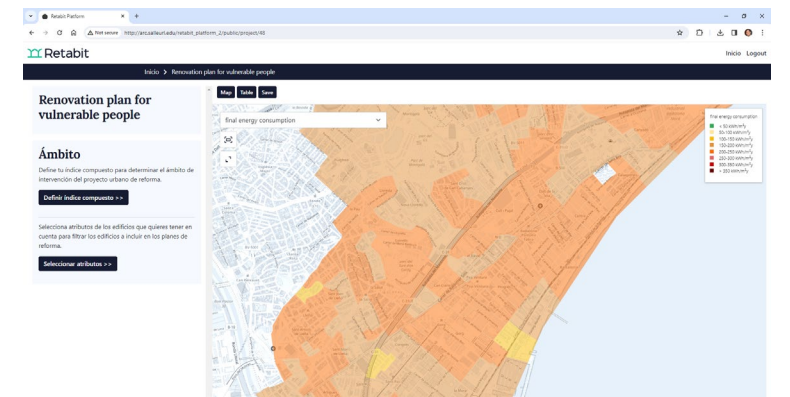
## Buildings to renovate

*Which buildings to renovate considering multiple domains and scales - integrating multiple data sources*



## Renovation plans

*Which measures to apply to improve baseline conditions - applying archetypes*



# Energy indicators

KPI		Heating Energy Consumption		
Scale Possibilities		Building		
		Urban (Aggregation)		
Data source		Energy Performance Certificates, Cadastre		
SDG - SECAP Association		SDG 7, 11, 12 Mitigation		

## Definition:

Heating energy consumption of a building considering all types of energy.

## Use:

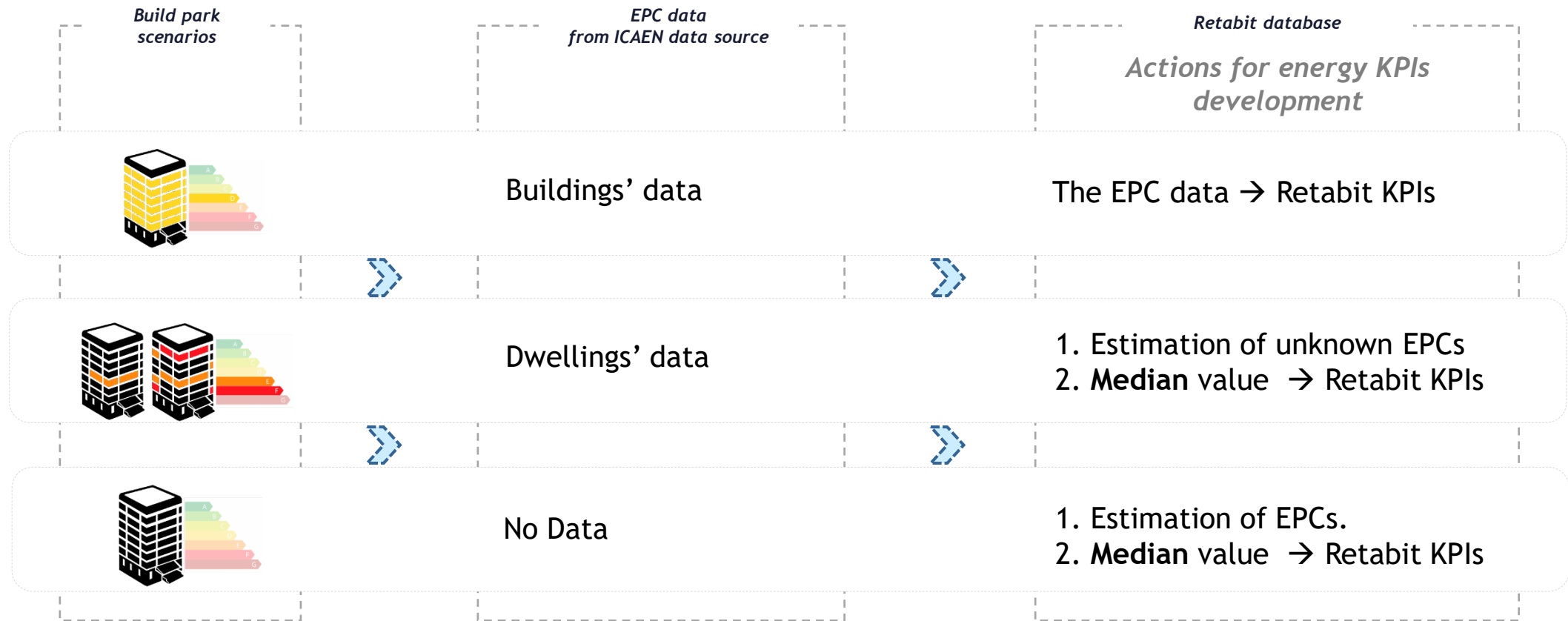
Evaluate the heating energy consumed by the buildings.

## Rule for calculation:

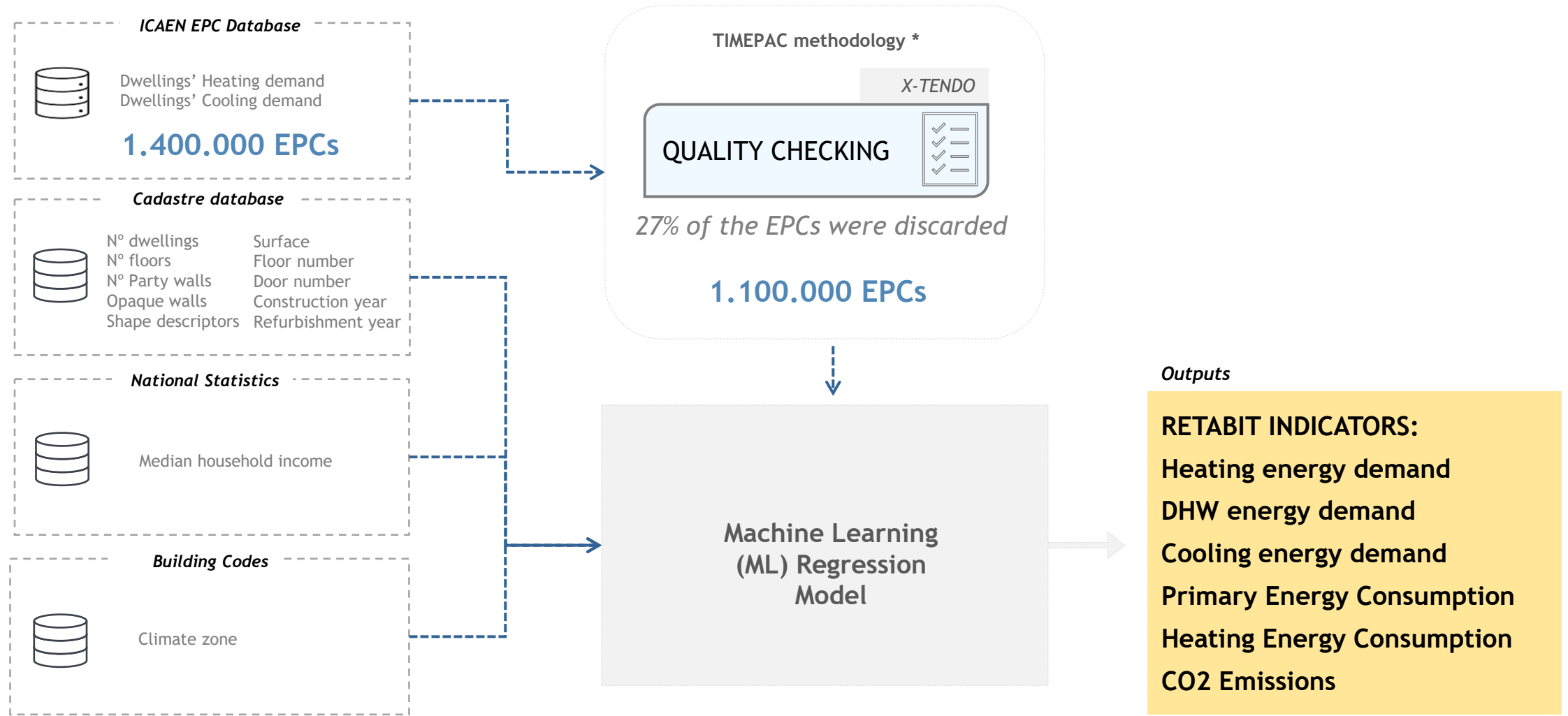
- Energy simulation of the archetype
- Associate the archetype to each geo-referenced building
- Kwh/m2y x m2



# Energy indicators

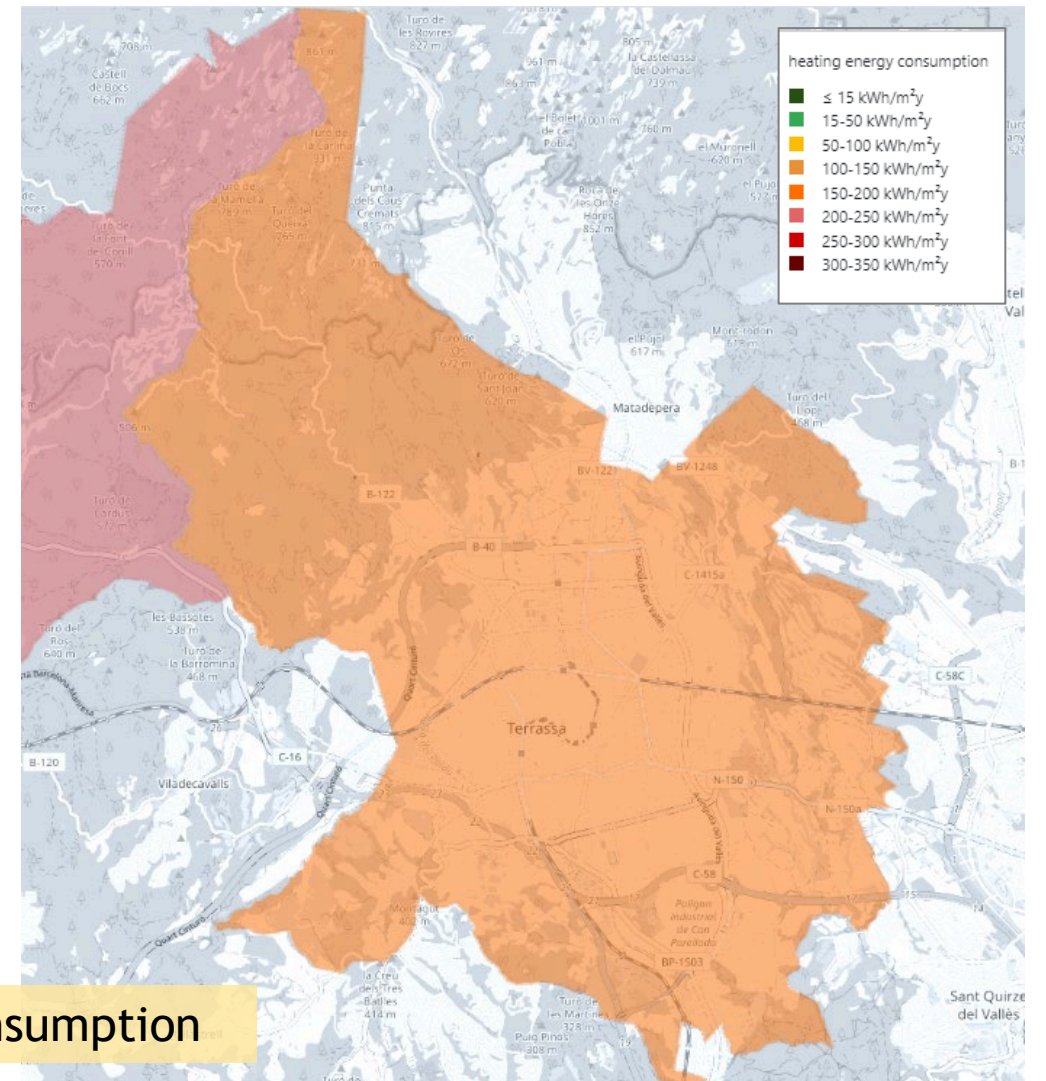
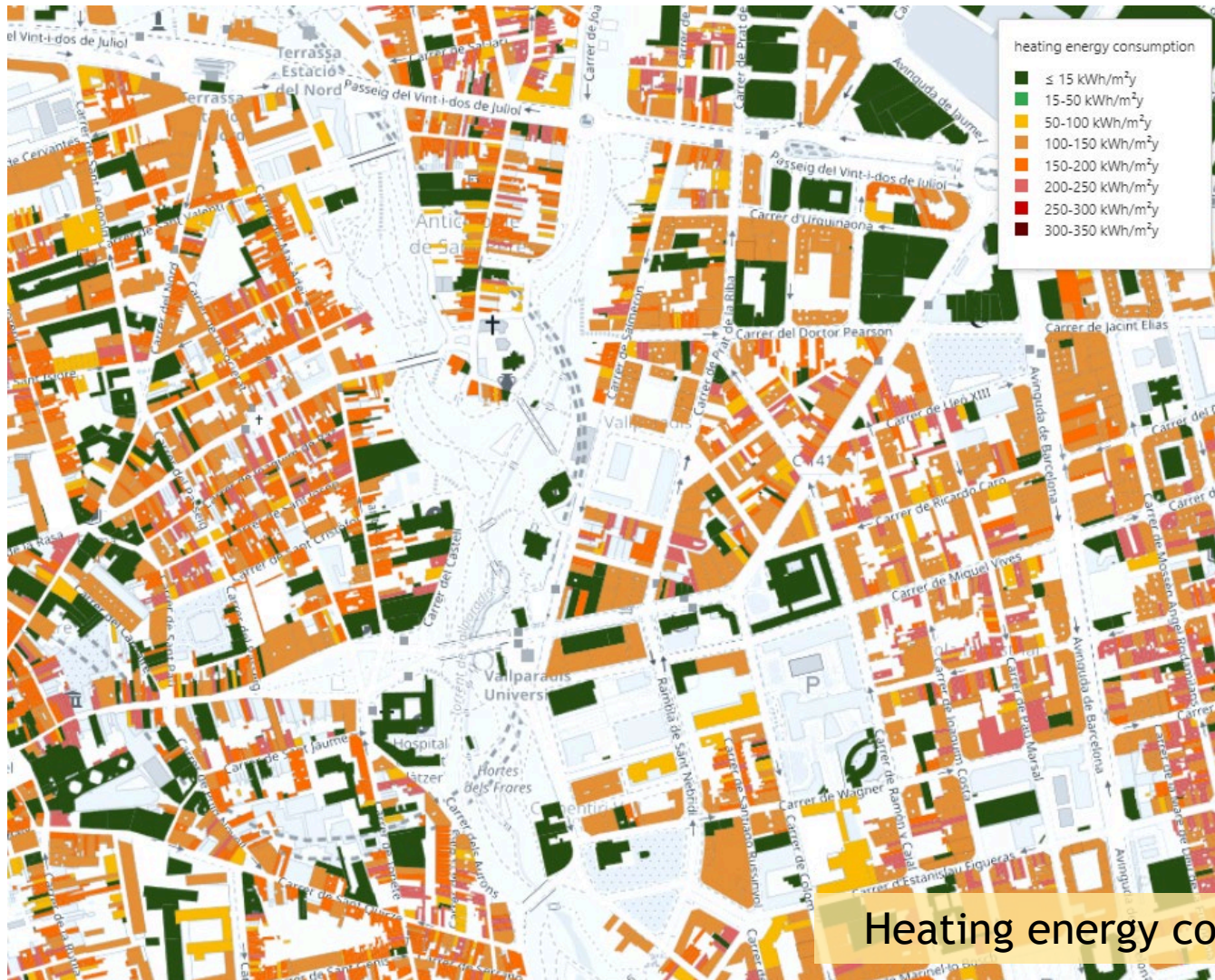


# Energy indicators







# Energy indicators



# Multidimensional indicators

<i>KPI</i>	<i>Median Household income</i>	
Scale Possibilities	Building (de-escalation) Urban (Aggregation)	
Data source	National Institute of Statistics	
SDG - SECAP Asspciation	SDG 1, 10 Mitigation	 

## *Definition:*

Median household income per building.

## *Use:*

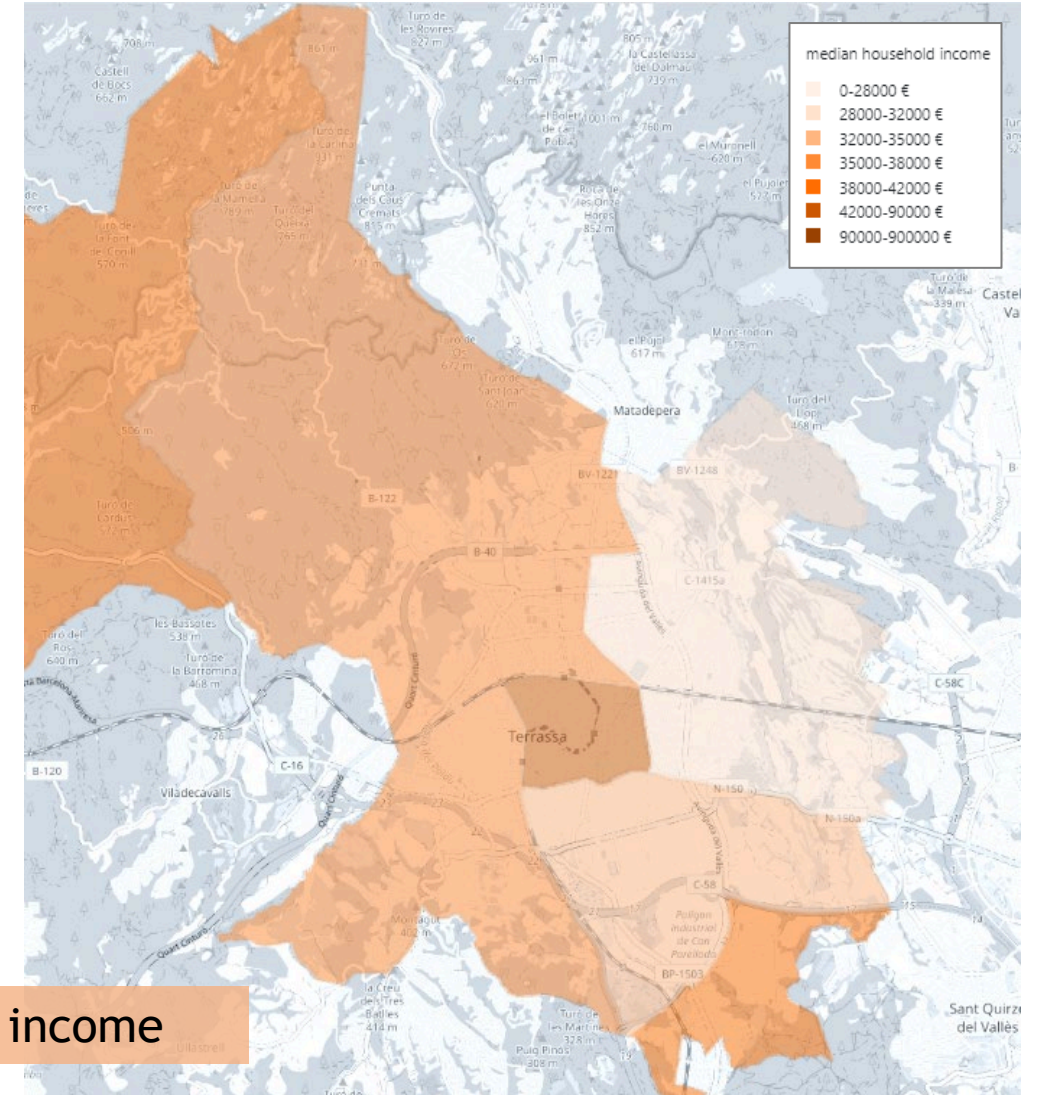
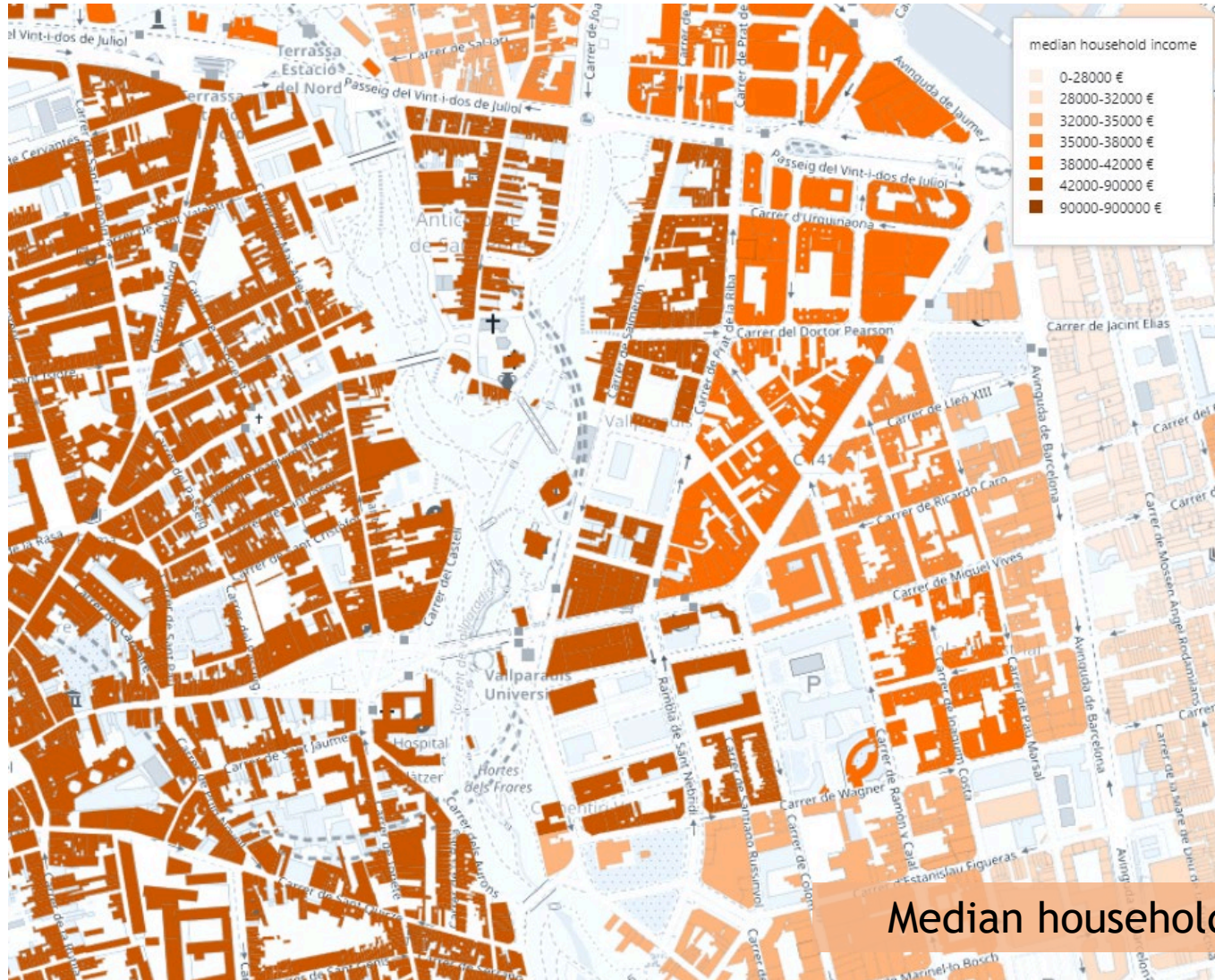
Evaluate economic situation of the population.

## *Rule for calculation:*

- Gathering economic data per census unit.
- Associate the data to each building within the census unit.
- The same data is applied to all buildings within the same census unit (sensitive data protection)




# Multidimensional indicators





# Environmental indicators

<i>KPI</i>	<i>15 - Minutes City</i>
Scale Possibilities	Building Urban (Aggregation)
Data source	Open Maps (geo-located data)
SDG - SECAP Association	SDG 3, 4, 10, 11, 13 Mitigation 

## *Definition:*

Equipments within 15 minutes far away from the building.

## *Use:*

Evaluate proximity, accessibility and quality of life.

## *Rule for calculation:*

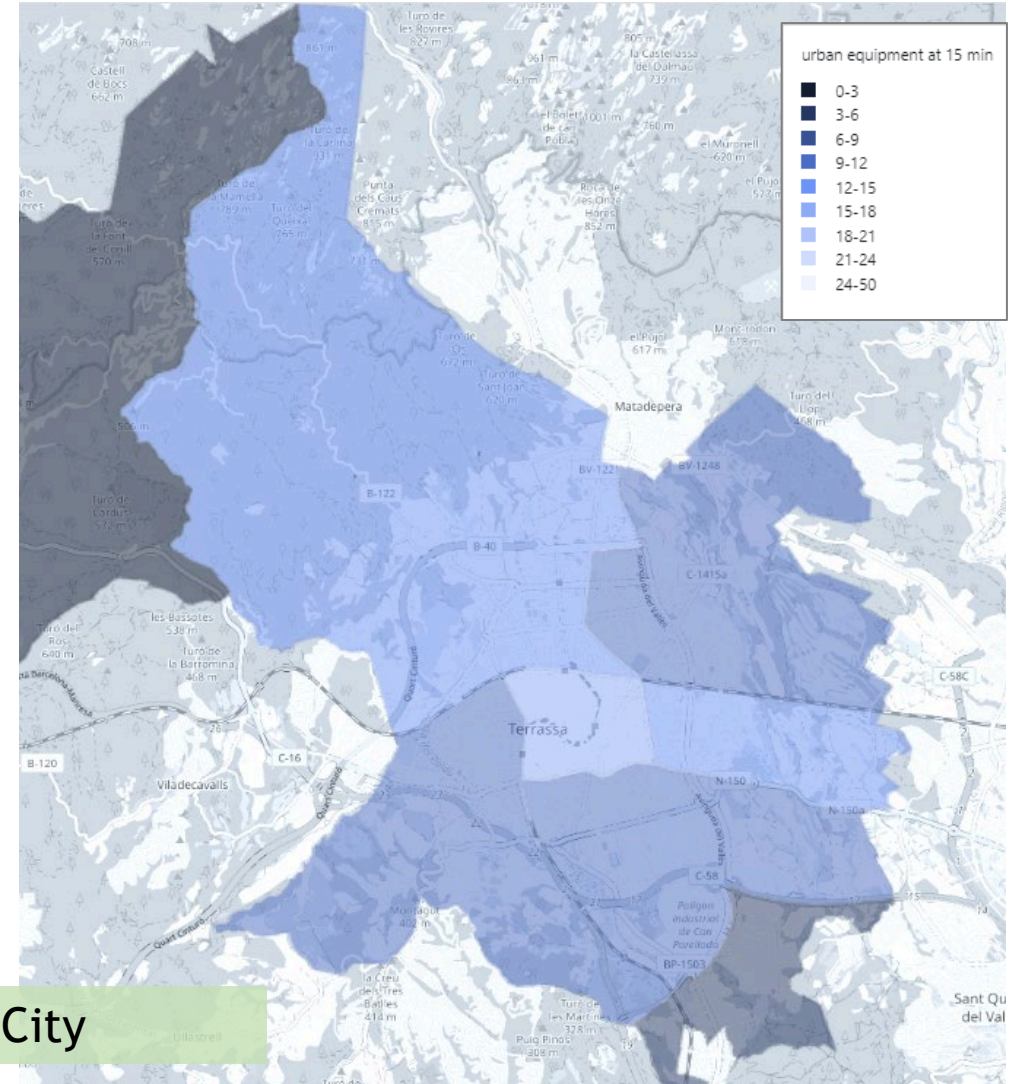
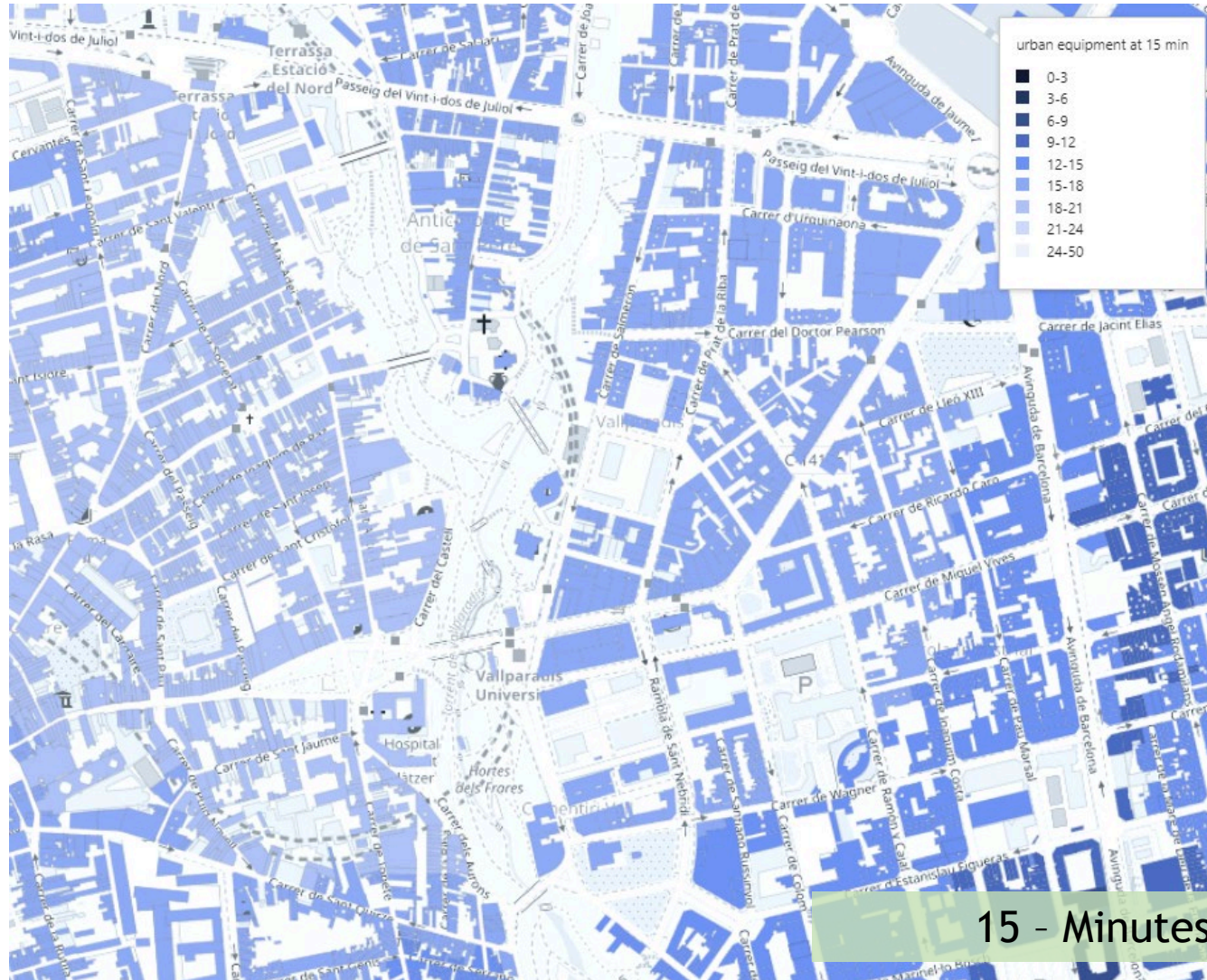
- Geo-referenciation of all care, education, provisioning, entertainment and transport categories services.
- Limitation of the minutes > Transformation to Meters
- Selection and count of the services > Limit: Meters/service

# Environmental indicators

<i>KPI</i>	<i>15 - Minutes City</i>
<b>Scale Possibilities</b>	Building Urban (Aggregation)
<b>Data source</b>	Open Maps (geo-located data)
<b>SDG - SECAP Asspciation</b>	SDG 3, 4, 10, 11, 13 Mitigation

Function	Category	Minutes	Meters
Care	Health	10	850
Care	Social Services	15	1225
Care	Day centers	10	850
Education	Preschool Education	5	475
Education	Primary education	5	475
Education	Secondary education	10	850
Provisioning	Supermarkets	10	850
Provisioning	Markets	10	850
Provisioning	Fresh food	5	475
Provisioning	Daily non-food	5	475
Provisioning	Catering	5	475
Provisioning	Miscellaneous services	5	475
Entertainment	Shows	10	850
Entertainment	Libraries	15	1225
Entertainment	Civic centers	10	850
Entertainment	Children playgrounds	5	475
Entertainment	Sports facilities	10	850
Entertainment	Squares and parks >1000m2	5	475
Entertainment	Squares and parks > 10000m2	5	475
Transport	Metro stations	10	850
Transport	Bus stations	5	475
Transport	Night bus	10	850
Transport	Trains stations	10	850
Transport	Bike stations	5	475
Transport	Bike lanes	5	475

# Environmental indicators



15 - Minutes City



# Environmental indicators

<i>KPI</i>	<i>Vulnerability degree against heatwaves and temperature rise</i>
<b>Scale Possibilities</b>	Building Urban (Aggregation)
<b>Data source</b>	Land cover, Weather data, Cadastre, National Statistics
<b>SDG - SECAP Association</b>	SDG 3, 11, 13 Mitigation

## *Definition:*

Value (from 0 to 9) of vulnerability resulting from comfort decrease within the buildings due to heat island effect.

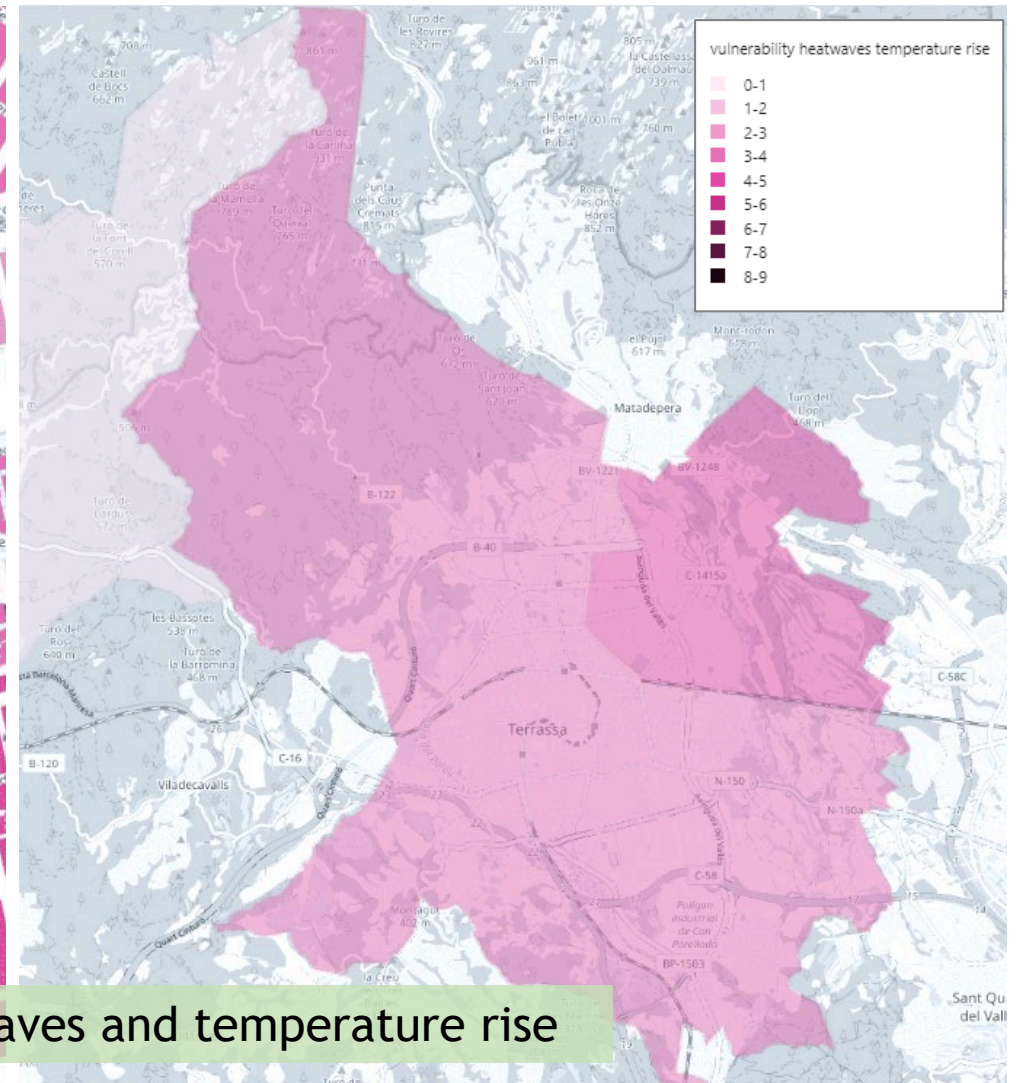
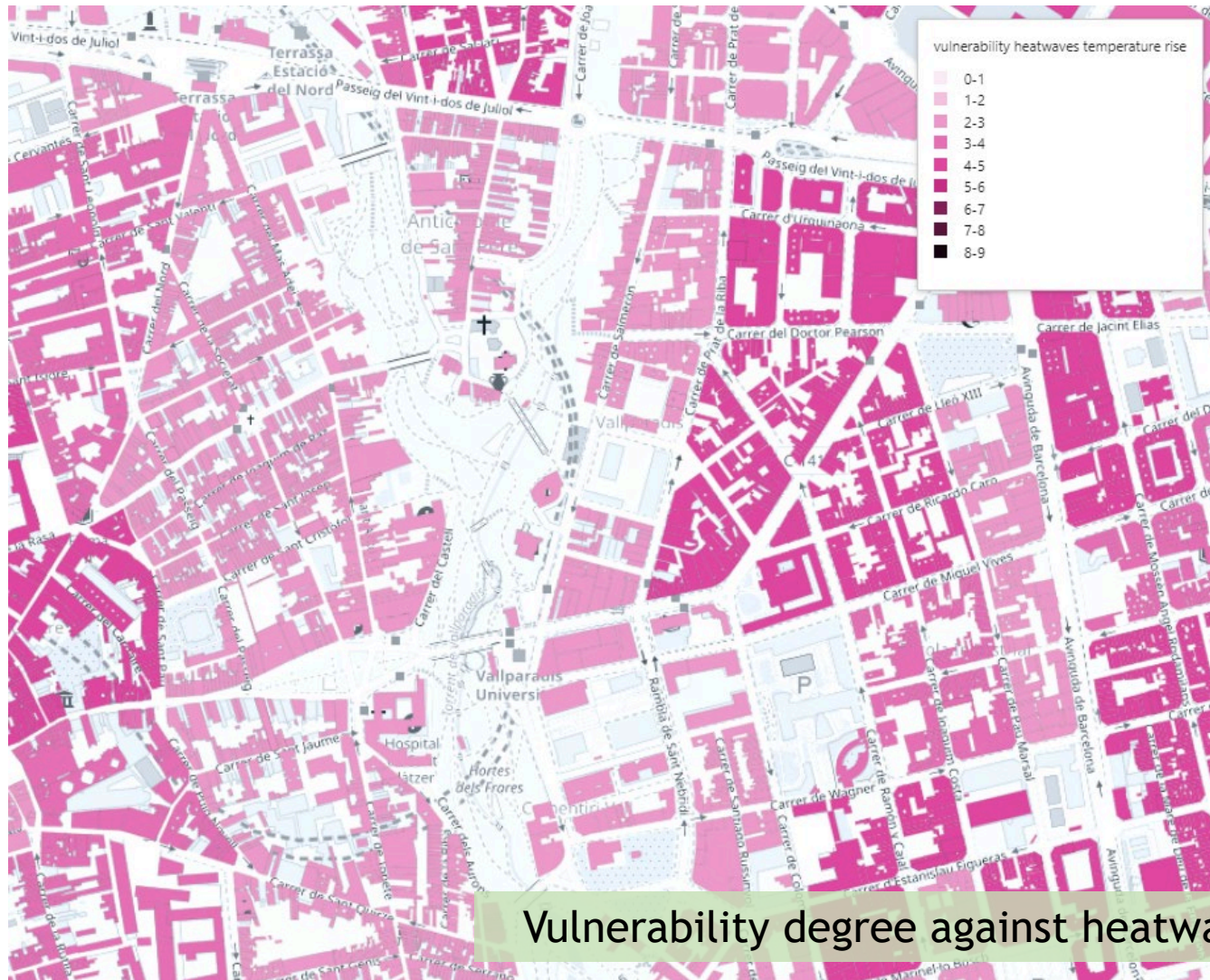
## *Use:*

Evaluate resilience and quality of life.

## *Rule for calculation:*

- **Sub-KPI 1:** Calculation of temperature increase projection (1 to 3)
- **Sub-KPI 2:** Evaluation of population density (1 to 3)
- **Sub-KPI 3:** Evaluation of green areas and building conservation status (1 to 3)
  - **Sub-KPI 3.1:** Green areas (1 to 3)
  - **Sub-KPI 3.2:** Building conservation status (1 to 3)
- **KPI:** Combination of the scale of each sub-KPI

# Environmental indicators



Vulnerability degree against heatwaves and temperature rise



## Barcelona



A continuación, se muestran los distintos aspectos sociales, económicos, sostenibles y medio ambientales que se pueden tener en cuenta para la rehabilitación del parque edificado. Esta perspectiva integral permite considerar no solo la infraestructura física, sino también su impacto en el bienestar social, el desarrollo económico, la preservación del medio ambiente y la viabilidad a largo plazo de las comunidades urbanas.

### Vulnerabilidad olas de calor ⓘ

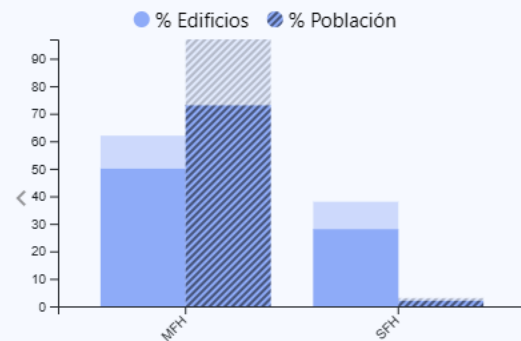
78% 76%

En un área donde viven 1.223.262 (76%) habitantes, se encuentran 47.751 (78%) edificios que tienen vulnerabilidad a las olas de calor. La cantidad de zonas verdes cercanas es baja (6 hectáreas), pero en un radio de 15 minutos a pie se pueden encontrar una gran cantidad de equipamientos urbanos (20) y un carril bici completamente accesible (100%). El potencial de generación fotovoltaica es bajo (9.006,59 kWh por año), pero el número de viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía es alto (el 94% de las viviendas). En la zona no hay población con ingresos inferiores al 60% de la media.

[Ver más](#)

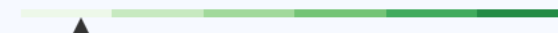
#### Características de los edificios

##### Uso del edificio

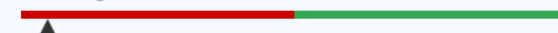


#### Indicadores relacionados

##### Superficies de zonas verdes ⓘ



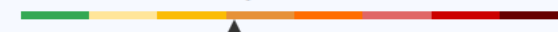
##### Viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía ⓘ



##### Equipamiento urbano a 15 minutos caminando ⓘ



##### Consumo final de energía ⓘ



### Edificios eficientes ⓘ

3% 4%

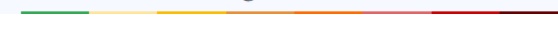
En la zona donde viven 61.463 (4%) habitantes, existen 1.894 (3%) edificios que destacan por su alta eficiencia energética.

#### Características de los edificios

##### Uso del edificio

#### Indicadores relacionados

##### Consumo final de energía ⓘ



# Barcelona



A continuación, se muestran los distintos aspectos sociales, económicos, sostenibles y medio ambientales que se pueden tener en cuenta para la rehabilitación del parque edificado. Esta perspectiva integral permite considerar no solo la infraestructura física, sino también su impacto en el bienestar social, el desarrollo económico, la preservación del medio ambiente y la viabilidad a largo plazo de las comunidades urbanas.

## Vulnerabilidad olas de calor ⓘ

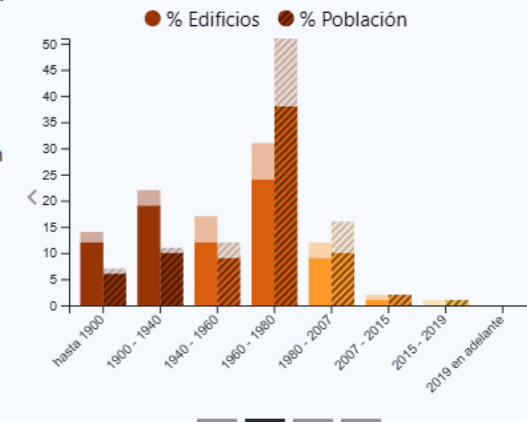
78% 76%

En un área donde viven 1.223.262 (76%) habitantes, se encuentran 47.751 (78%) edificios que tienen vulnerabilidad a las olas de calor. La cantidad de zonas verdes cercanas es baja (6 hectáreas), pero en un radio de 15 minutos a pie se pueden encontrar una gran cantidad de equipamientos urbanos (20) y un carril bici completamente accesible (100%). El potencial de generación fotovoltaica es bajo (9.006,59 kWh por año), pero el número de viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía es alto (el 94% de las viviendas). En la zona no hay población con ingresos inferiores al 60% de la media.

[Ver más](#)

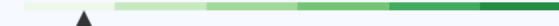
### Características de los edificios

#### Año de construcción

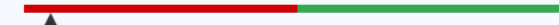


### Indicadores relacionados

#### Superficies de zonas verdes ⓘ



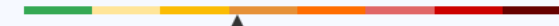
#### Viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía ⓘ



#### Equipamiento urbano a 15 minutos caminando ⓘ



#### Consumo final de energía ⓘ



## Edificios eficientes ⓘ

3% 4%

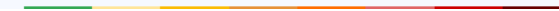
En la zona donde viven 61.463 (4%) habitantes, existen 1.894 (3%) edificios que destacan por su alta eficiencia energética.

### Características de los edificios

#### Uso del edificio

### Indicadores relacionados

#### Consumo final de energía ⓘ



# Barcelona



A continuación, se muestran los distintos aspectos sociales, económicos, sostenibles y medio ambientales que se pueden tener en cuenta para la rehabilitación del parque edificado. Esta perspectiva integral permite considerar no solo la infraestructura física, sino también su impacto en el bienestar social, el desarrollo económico, la preservación del medio ambiente y la viabilidad a largo plazo de las comunidades urbanas.

## Vulnerabilidad olas de calor ⓘ

78% 76%

En un área donde viven 1.223.262 (76%) habitantes, se encuentran 47.751 (78%) edificios que tienen vulnerabilidad a las olas de calor. La cantidad de zonas verdes cercanas es baja (6 hectáreas), pero en un radio de 15 minutos a pie se pueden encontrar una gran cantidad de equipamientos urbanos (20) y un carril bici completamente accesible (100%). El potencial de generación fotovoltaica es bajo (9.006,59 kWh por año), pero el número de viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía es alto (el 94% de las viviendas). En la zona no hay población con ingresos inferiores al 60% de la media.

[Ver más](#)

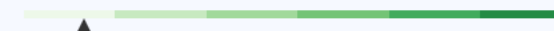
### Características de los edificios

#### Porcentaje de ocupación

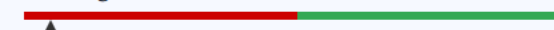


### Indicadores relacionados

#### Superficies de zonas verdes ⓘ



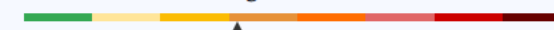
#### Viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía ⓘ



#### Equipamiento urbano a 15 minutos caminando ⓘ



#### Consumo final de energía ⓘ



## Edificios eficientes ⓘ

3% 4%

En la zona donde viven 61.463 (4%) habitantes, existen 1.894 (3%) edificios que destacan por su alta eficiencia energética.

### Características de los edificios

#### Uso del edificio

### Indicadores relacionados

#### Consumo final de energía ⓘ



## Indicador seleccionado

Precio medio alquiler comparado ingresos familiares



## Indicadores

### -- Económico indicators --

Precio medio alquiler comparado ingresos familiares



Población con ingresos inferiores al 60% de la media



Precio de la vivienda



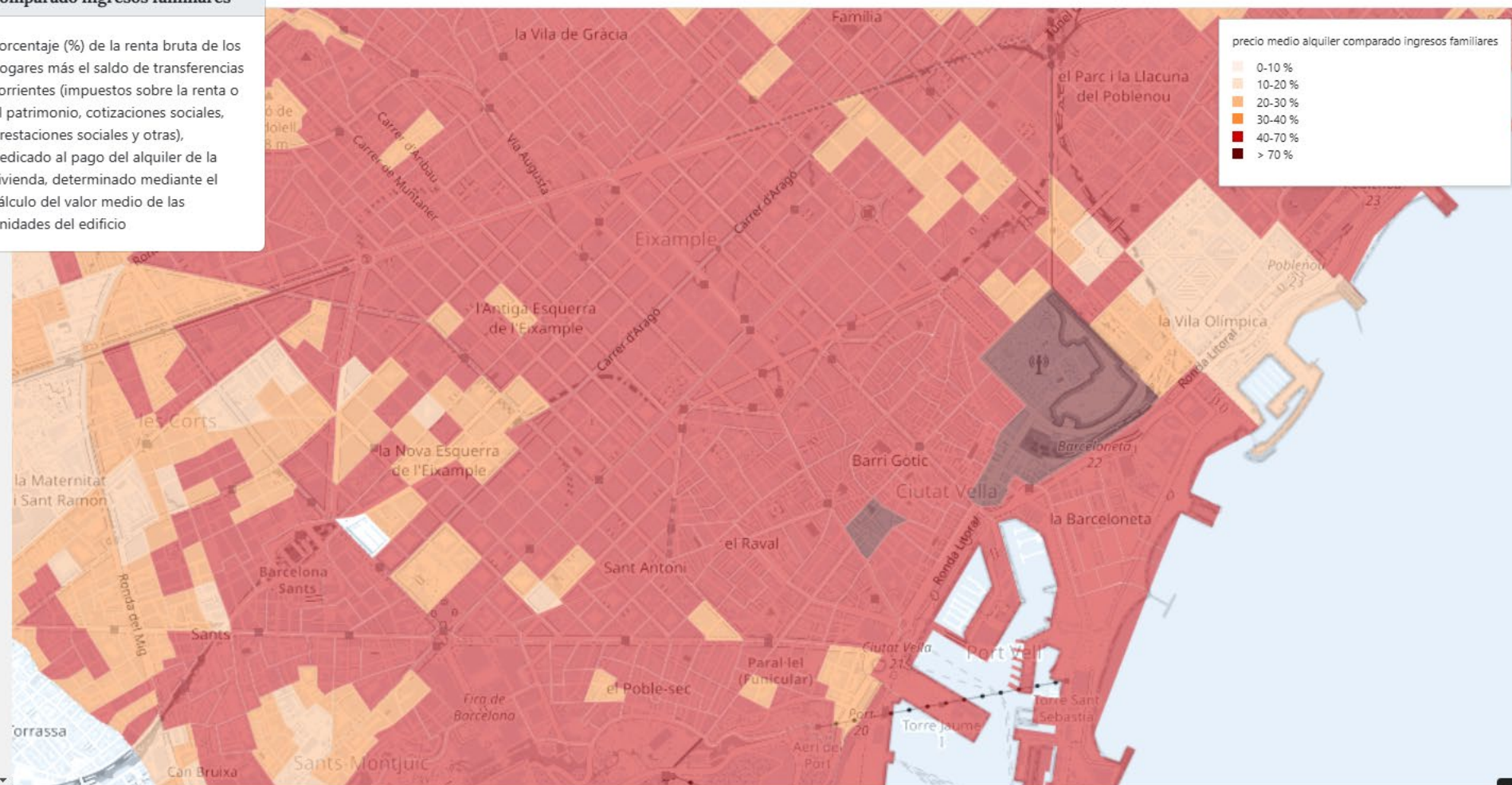
Ingresos familiares medios



### -- Energía indicators --

### Precio medio alquiler comparado ingresos familiares

Porcentaje (%) de la renta bruta de los hogares más el saldo de transferencias corrientes (impuestos sobre la renta o el patrimonio, cotizaciones sociales, prestaciones sociales y otras), dedicado al pago del alquiler de la vivienda, determinado mediante el cálculo del valor medio de las unidades del edificio





## Indicador seleccionado

### Ingresos familiares medios



### Precio medio alquiler comparado ingresos familiares



### Población con ingresos inferiores al 60% de la media



### Precio de la vivienda



### Ingresos familiares medios

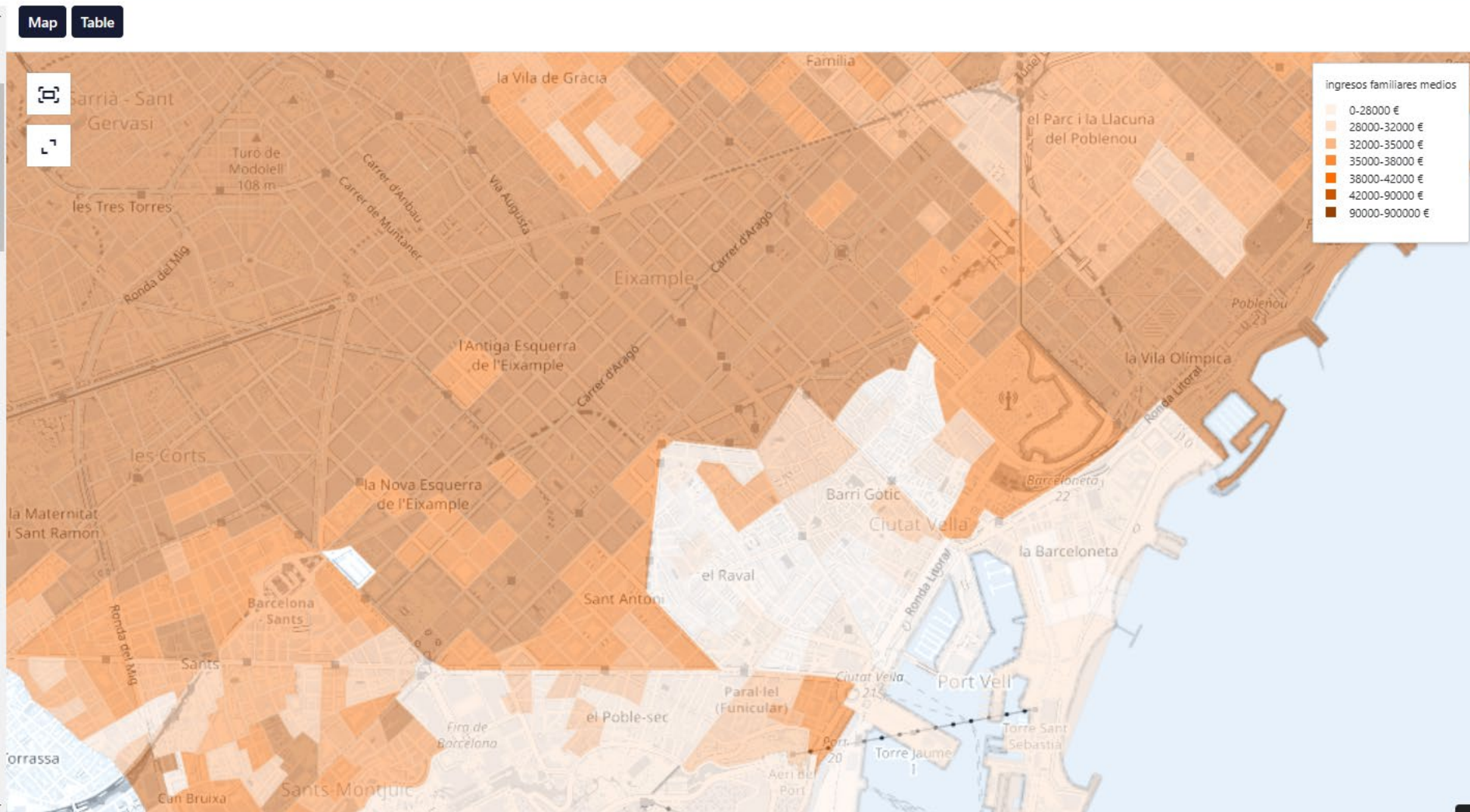


## -- Energía indicators --

### Viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía



### Potencial de generación solar fotovoltaica





## Indicador seleccionado

### Potencial de generación solar fotovoltaica



### recuperadoras de energía



### Potencial de generación solar fotovoltaica



### Viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía



### Consumo de energía de calefacción



### Emisiones de gases de efecto invernadero



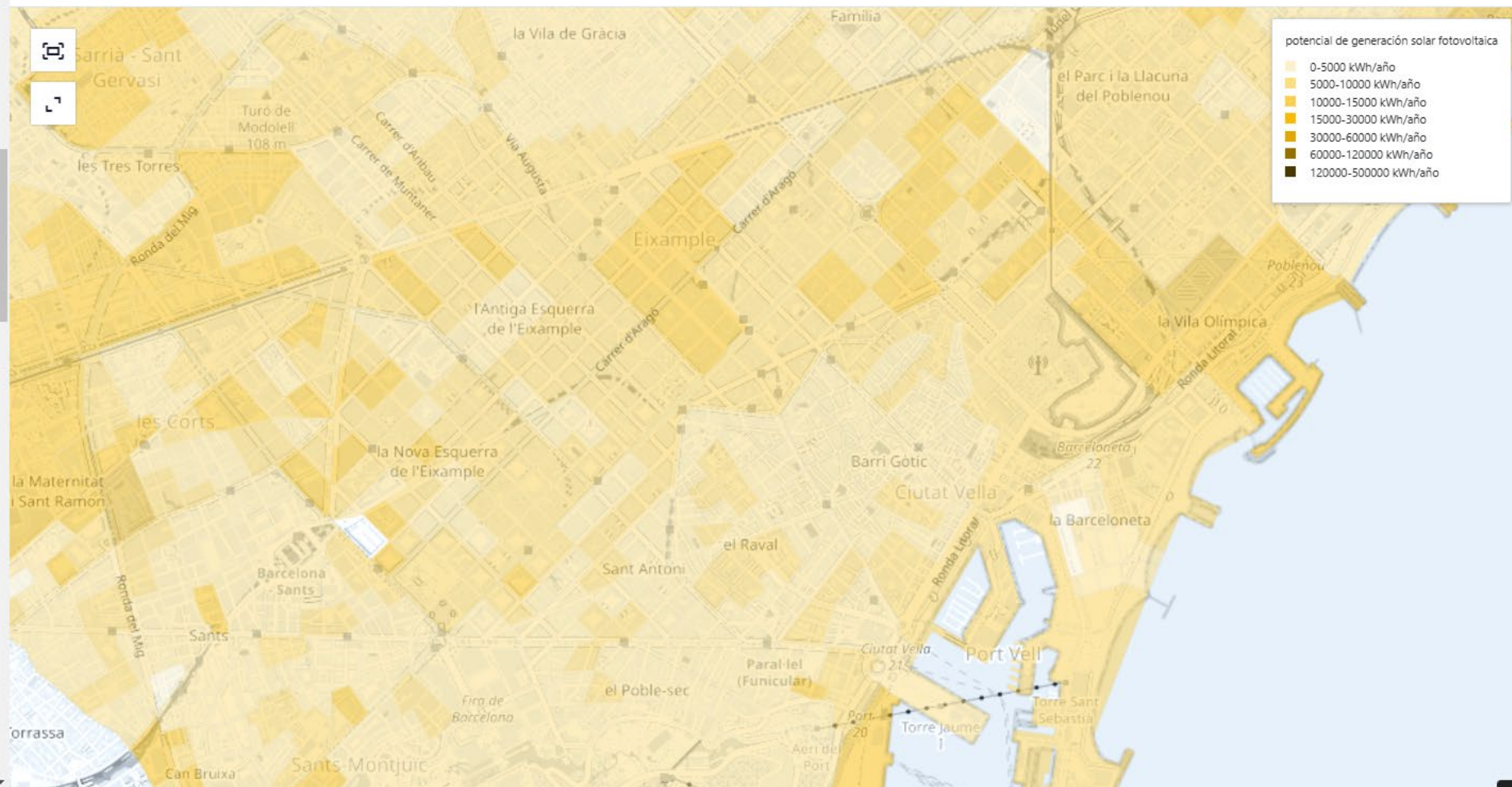
### Consumo final de energía



-- Social indicators --

Map

Table



## Indicador seleccionado

### Superficies de zonas verdes



### Consumo de energía de calefacción



### Emissiones de gases de efecto invernadero



### Consumo final de energía



## -- Social indicators --

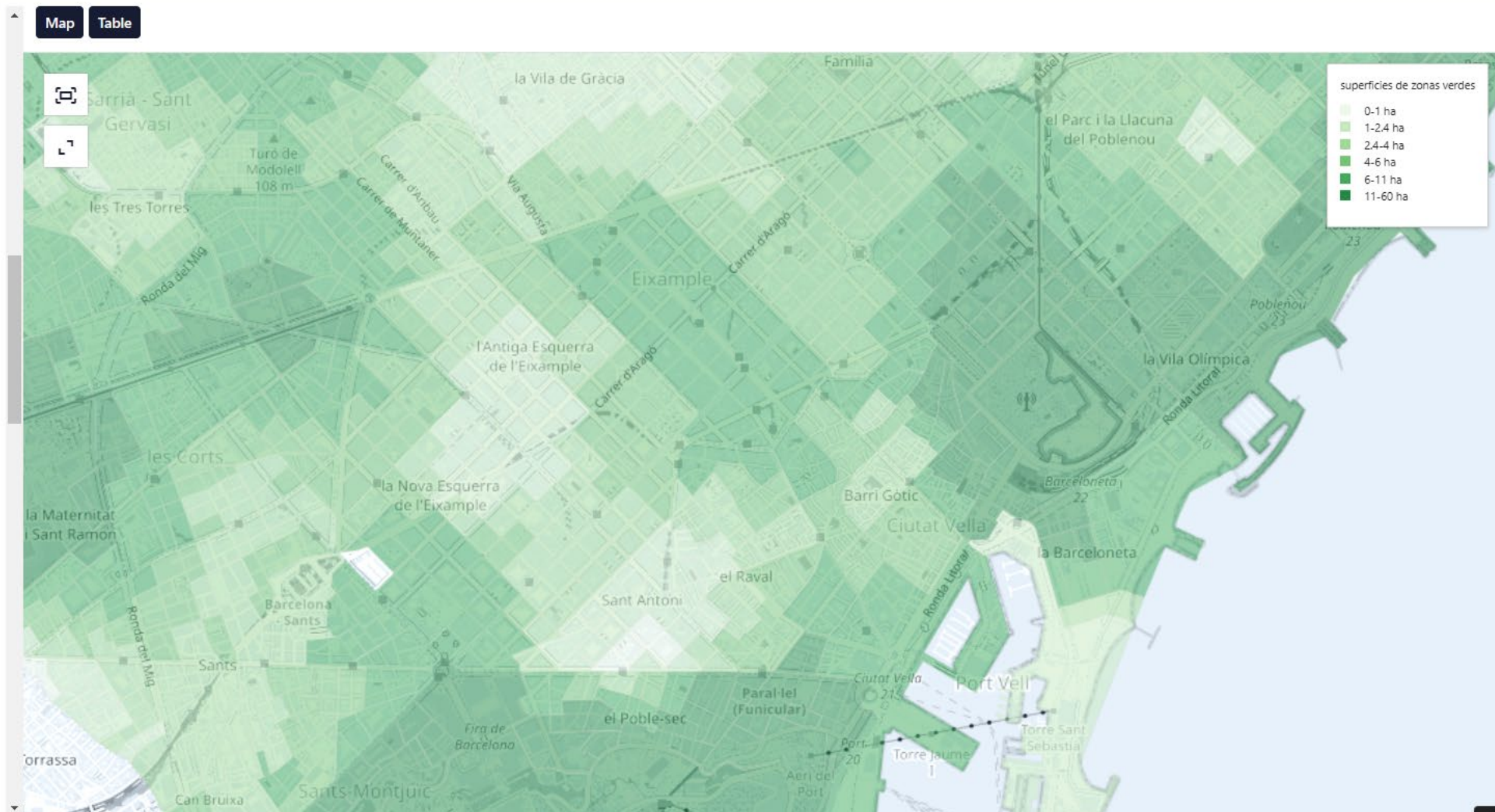
### Superficies de zonas verdes



### Equipamiento urbano a 15 minutos caminando



### Vulnerabilidad olas de calor y aumento de la temperatura



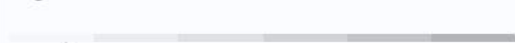


Indicador seleccionado

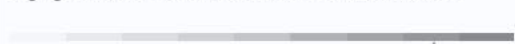
Vulnerabilidad olas de calor y aumento de la temperatura



Superficies de zonas verdes



Equipamiento urbano a 15 minutos caminando



Vulnerabilidad olas de calor y aumento de la temperatura



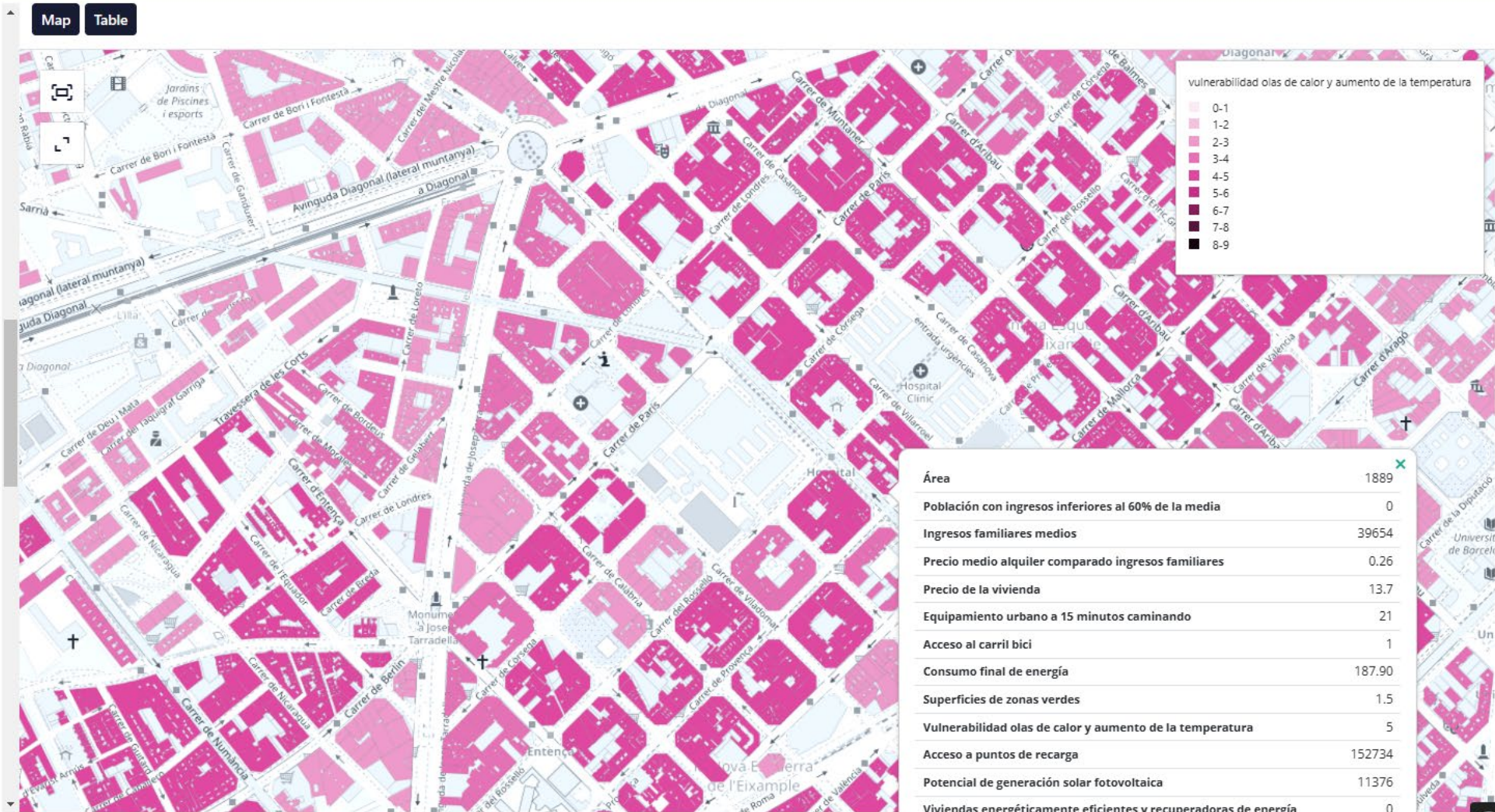
Acceso al carril bici



Acceso a puntos de recarga



Uso del edificio





## Indicador seleccionado

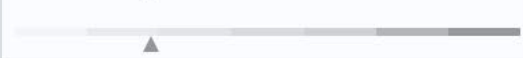
### Consumo de energía de calefacción



recuperadoras de energia



### Potencial de generación solar fotovoltaica



## Viviendas energéticamente eficientes y recuperadoras de energía



### Consumo de energía de calefacción



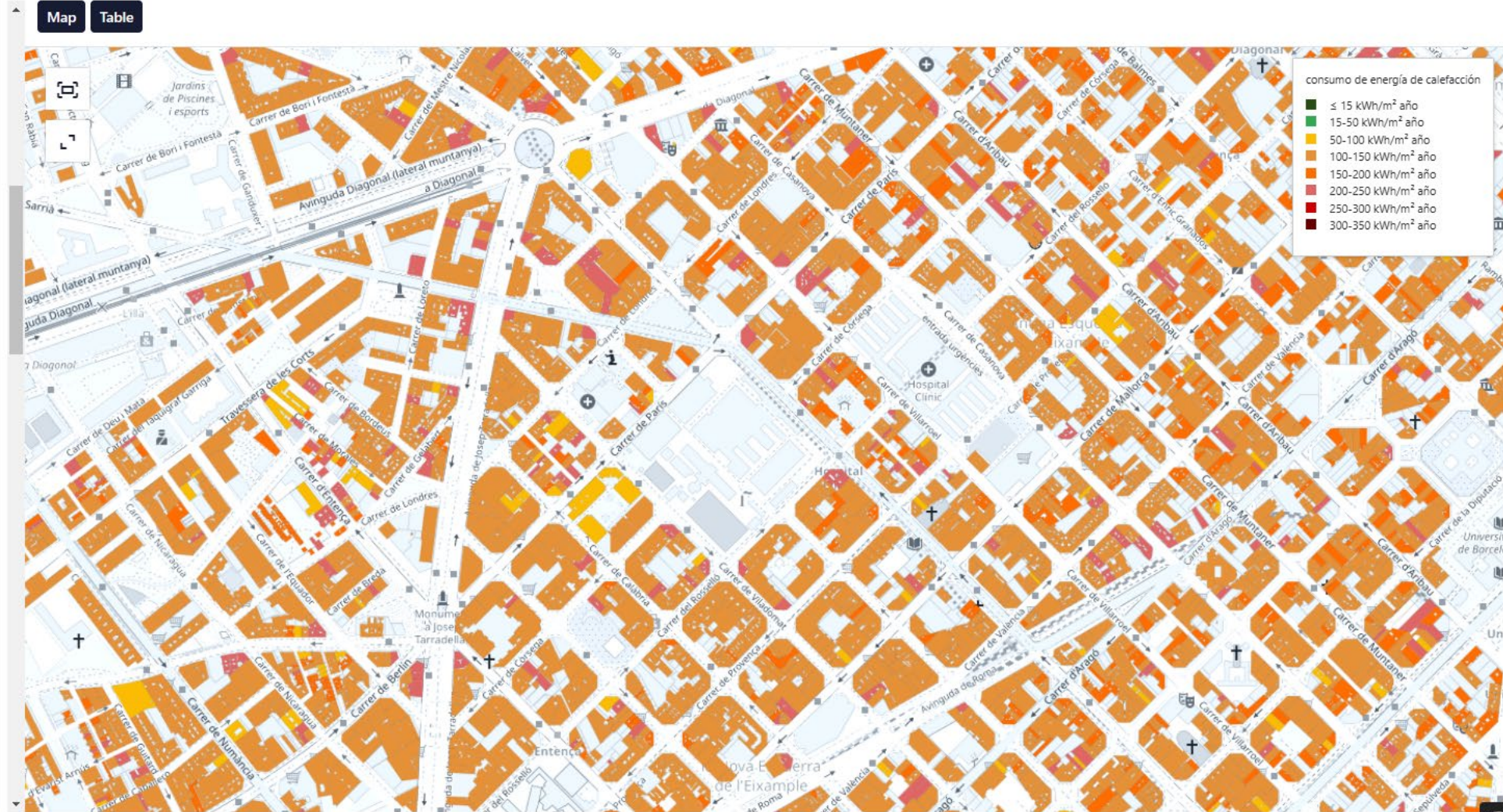
### Emisiones de gases de efecto invernadero



Consumo final de energía



-- Social indicators --

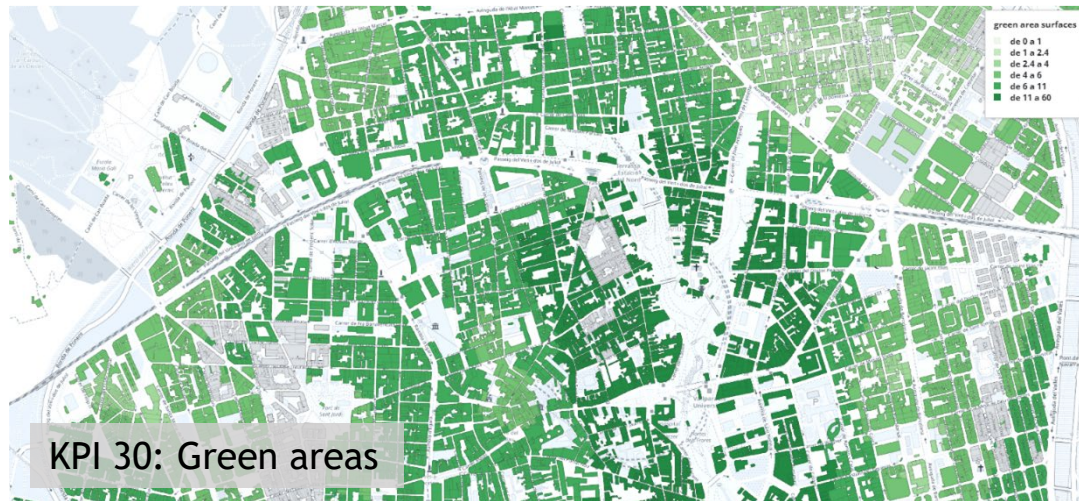


# Identifying buildings for large-scale renovation plans

*Where are the areas where vulnerable inhabitants live in non-efficient buildings within an urban context that do not enhance energy efficiency?*

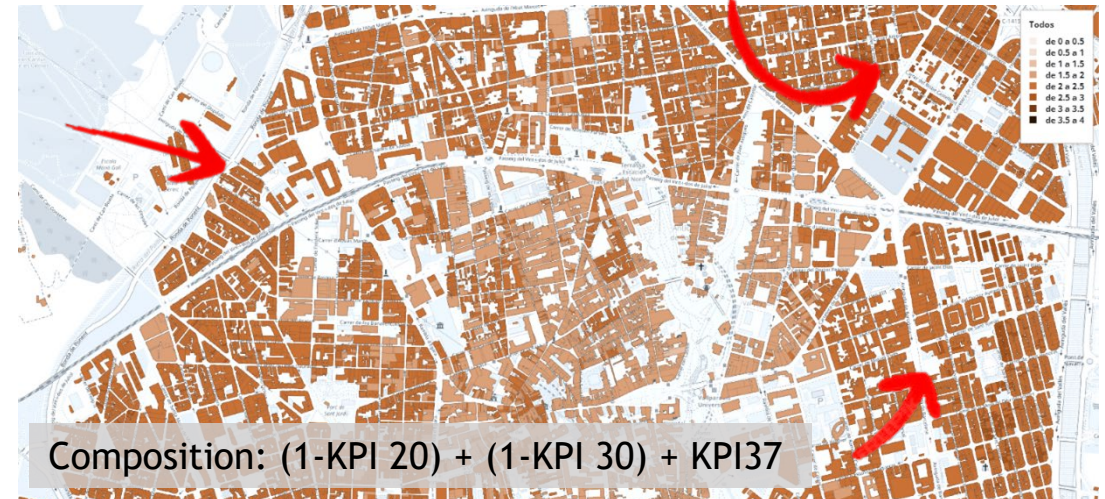
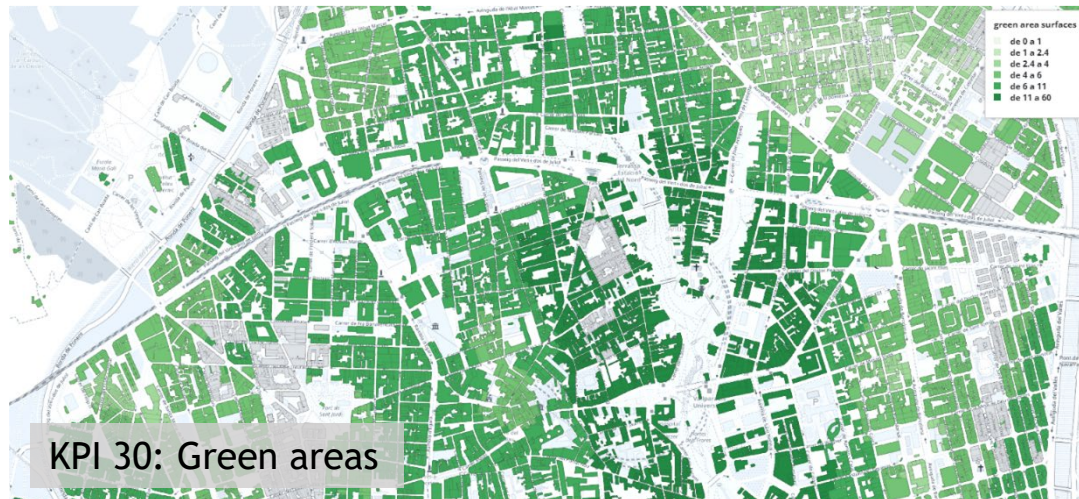


# Identifying buildings for large-scale renovation plans

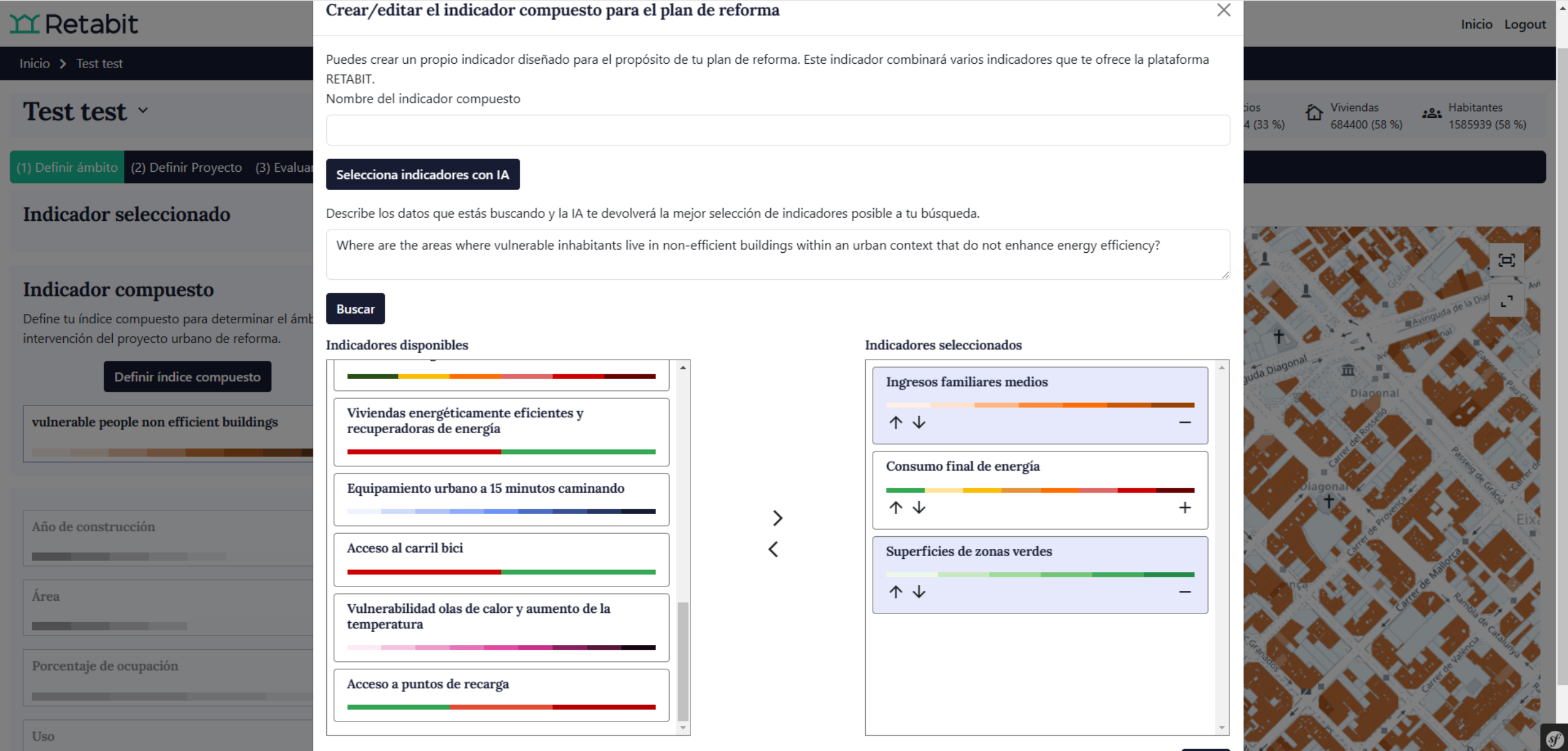




# Identifying buildings for large-scale renovation plans









## Test test ▾

Edificios  
20094 (33 %)Viviendas  
684400 (58 %)Habitantes  
1585939 (58 %)

(1) Definir ámbito (2) Definir Proyecto (3) Evaluar Proyectos

## Indicador seleccionado

## Indicador compuesto

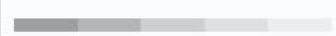
Define tu índice compuesto para determinar el ámbito de intervención del proyecto urbano de reforma.

Definir índice compuesto

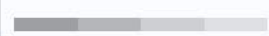
vulnerable people non efficient buildings



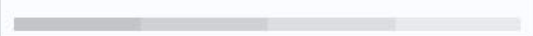
Año de construcción



Área



Porcentaje de ocupación



Uso



Map

Data



# Take Aways

- Global and holistic perspective to address sustainability goals through building renovation: going **beyond** urban **energy** modeling.
- The RETABIT Platform has been developed for analyzing Spanish municipalities, with potential for broader European application.
- To this end, three main needs arise:
  - Adequate data **granularity**: to ensure reliability of analysis avoiding assumptions or inaccuracies.
  - **Standardization** of KPIs: to align global goals with renovation actions and address issues with adequate measures.
  - Use of **Composite Indicators**: To provide a comprehensive approach through a single index, leveraging Artificial Intelligence tools without oversimplifying intricate data.

If you would like more information,  
please contact us at  
[alvaro.sicilia@salle.url.edu](mailto:alvaro.sicilia@salle.url.edu)  
[leandro.madrado@salle.url.edu](mailto:leandro.madrado@salle.url.edu)

Thanks for your attention!

