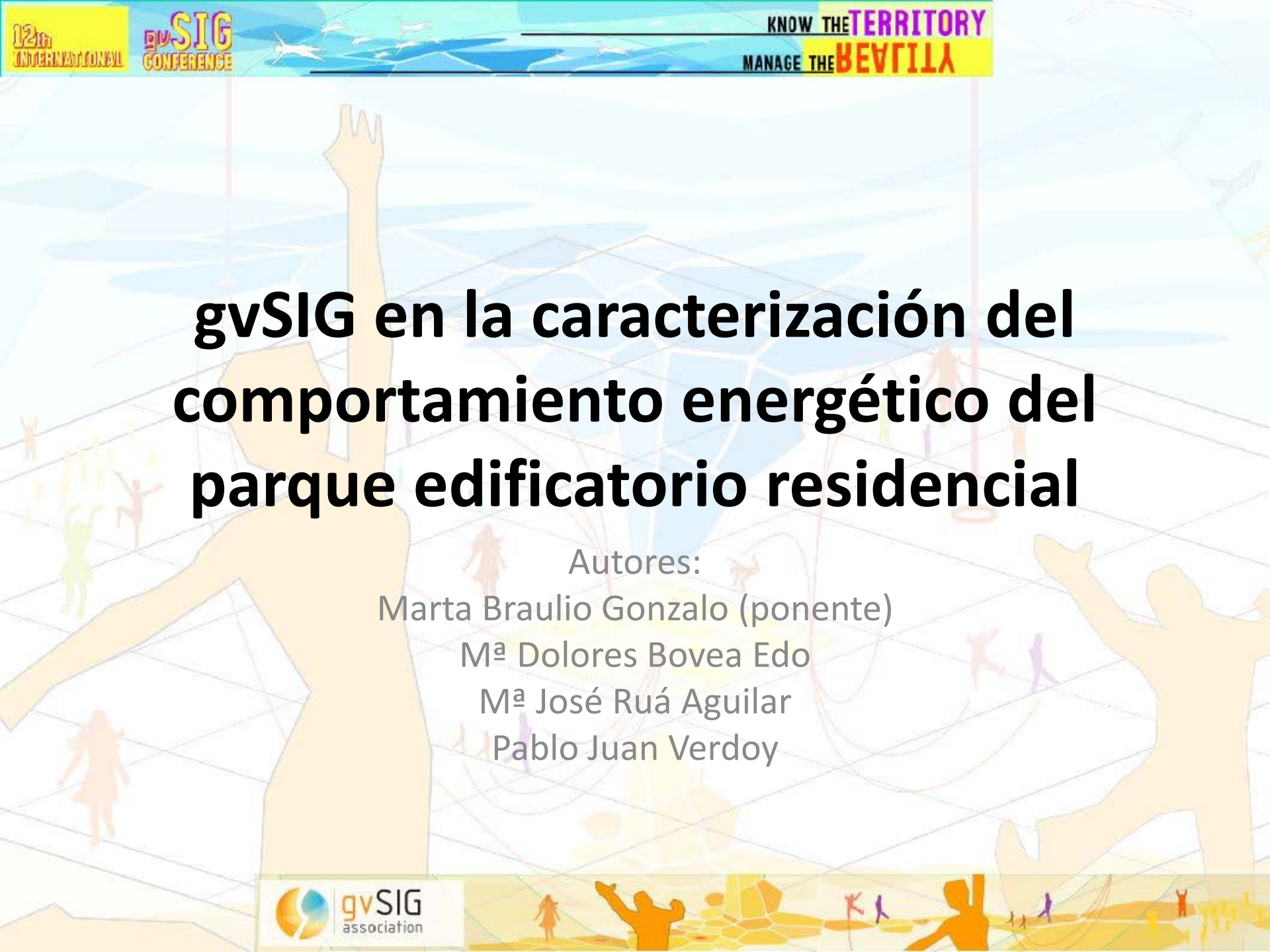




gvSIG en la caracterización del comportamiento energético del parque edificatorio residencial

Autores:

Marta Braulio Gonzalo (ponente)

M^a Dolores Bovea Edo

M^a José Ruá Aguilar

Pablo Juan Verdoy



Contenidos

1. Introducción
2. Selección de variables
3. Metodología
4. Caso de aplicación
5. Conclusiones

1. Introducción

Necesidades iniciales

- El **54%** de la **población** mundial vive en áreas urbanas, en la UE el **73%**.
- El sector de la **edificación** supone el **40%** del **consumo energético** en la UE.
- Los edificios de uso **residencial** son clave, gran consumo energético: **17%** en España y **25%** en la UE.
- España: **58%** de los edificios construidos anteriormente a 1980, previamente a la NBE CT-79 → obsolescencia del parque residencial
- Existe un **marco legislativo** cada vez más restrictivo en materia de eficiencia energética en los edificios: Ley 8/2013 sobre rehabilitación, regeneración y renovación urbana → ampara y promueve.

1. Introducción

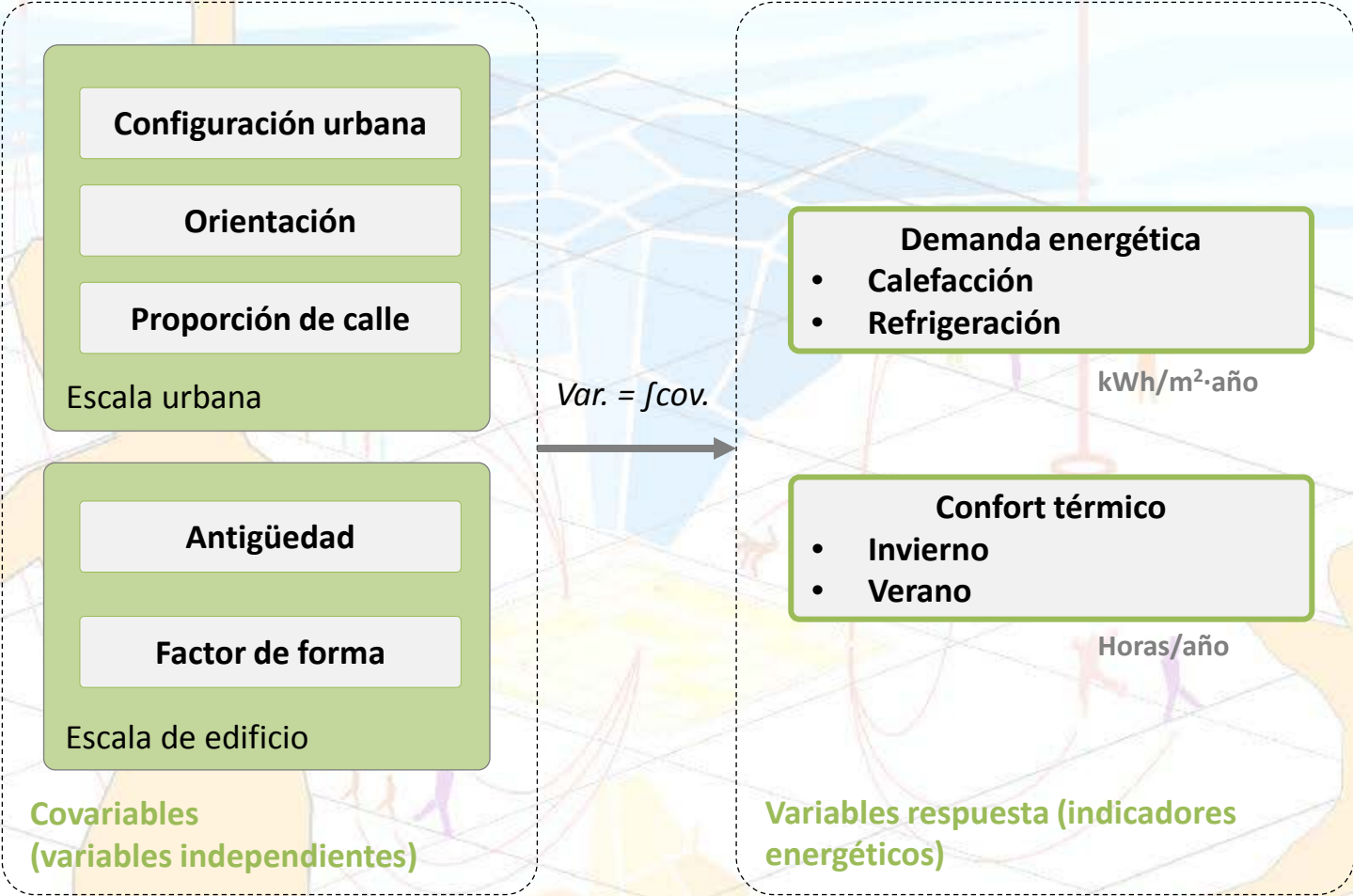
Solución adoptada

Desarrollar una **metodología** para caracterizar el **comportamiento energético pasivo** del **parque** edificatorio **residencial** existente considerando su **contexto urbano**, que permita realizar un diagnóstico energético de áreas urbanas consolidadas.

Objetivos

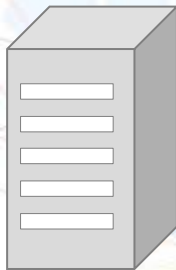
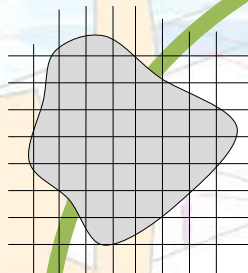
1. Identificar un **conjunto de variables** que permitan **evaluar el comportamiento energético pasivo** del parque edificatorio residencial existente.
2. **Caracterizar** el parque residencial de edificios de un entorno urbano consolidado e identificar la **taxonomía urbana representativa**.
3. Desarrollar un **modelo de predicción**, basado en los métodos experimental y estadístico, que permita estimar, a **escala urbana**, el comportamiento energético pasivo de los edificios, a través de las variables previamente identificadas.
4. Representar, de forma georreferenciada en un Sistema de Información Geográfica, los resultados en **mapas urbanos energéticos**.

2. Selección de variables



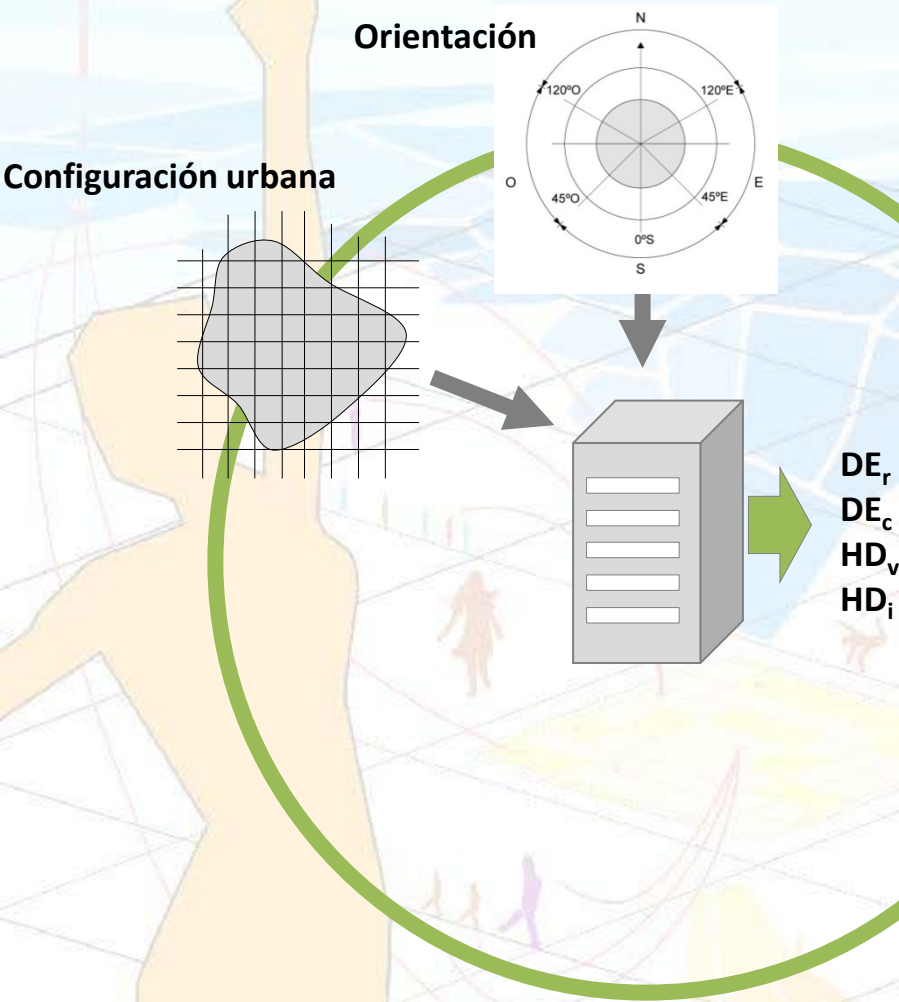
2. Selección de variables

Configuración urbana

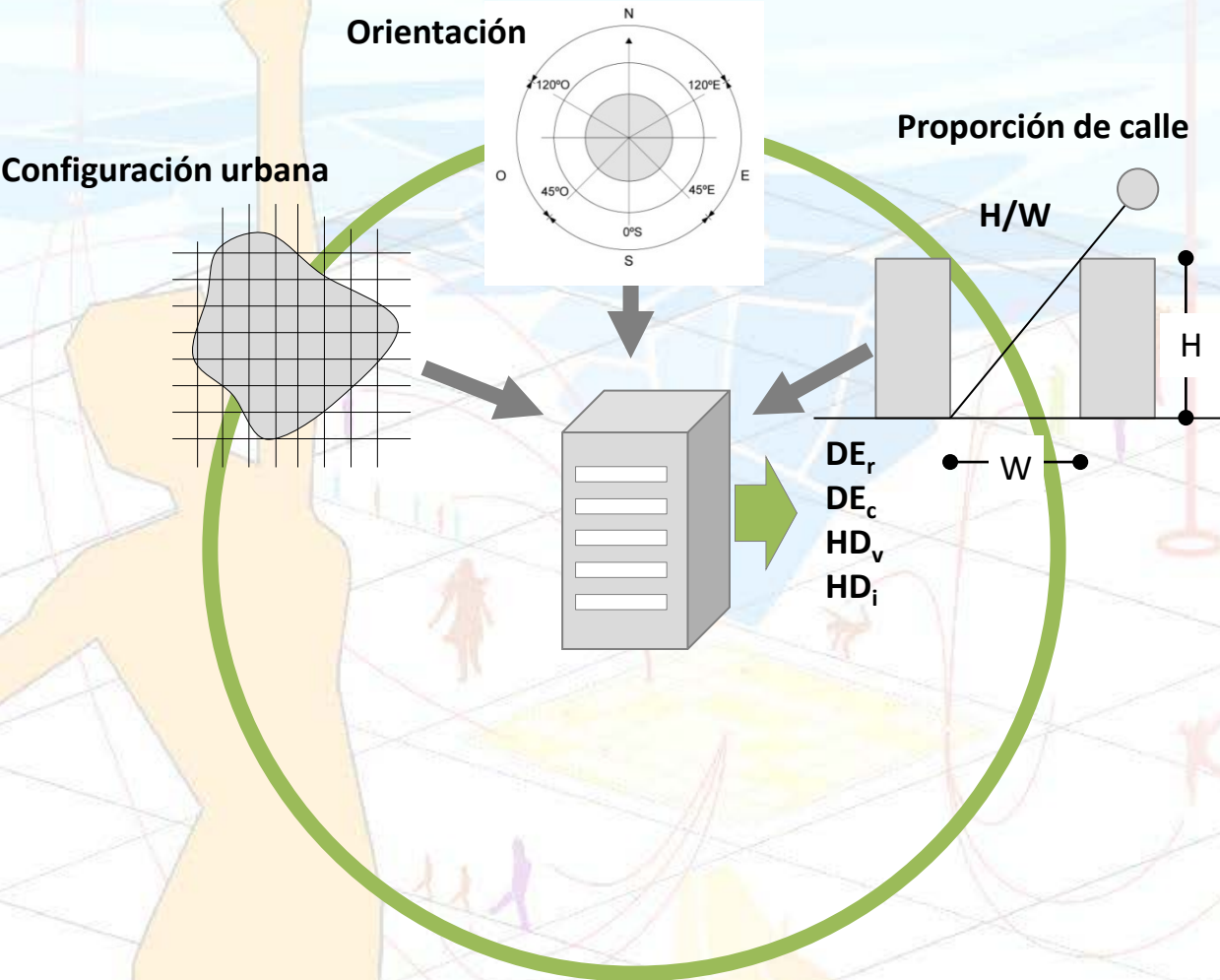


DE_r
 DE_c
 HD_v
 HD_i

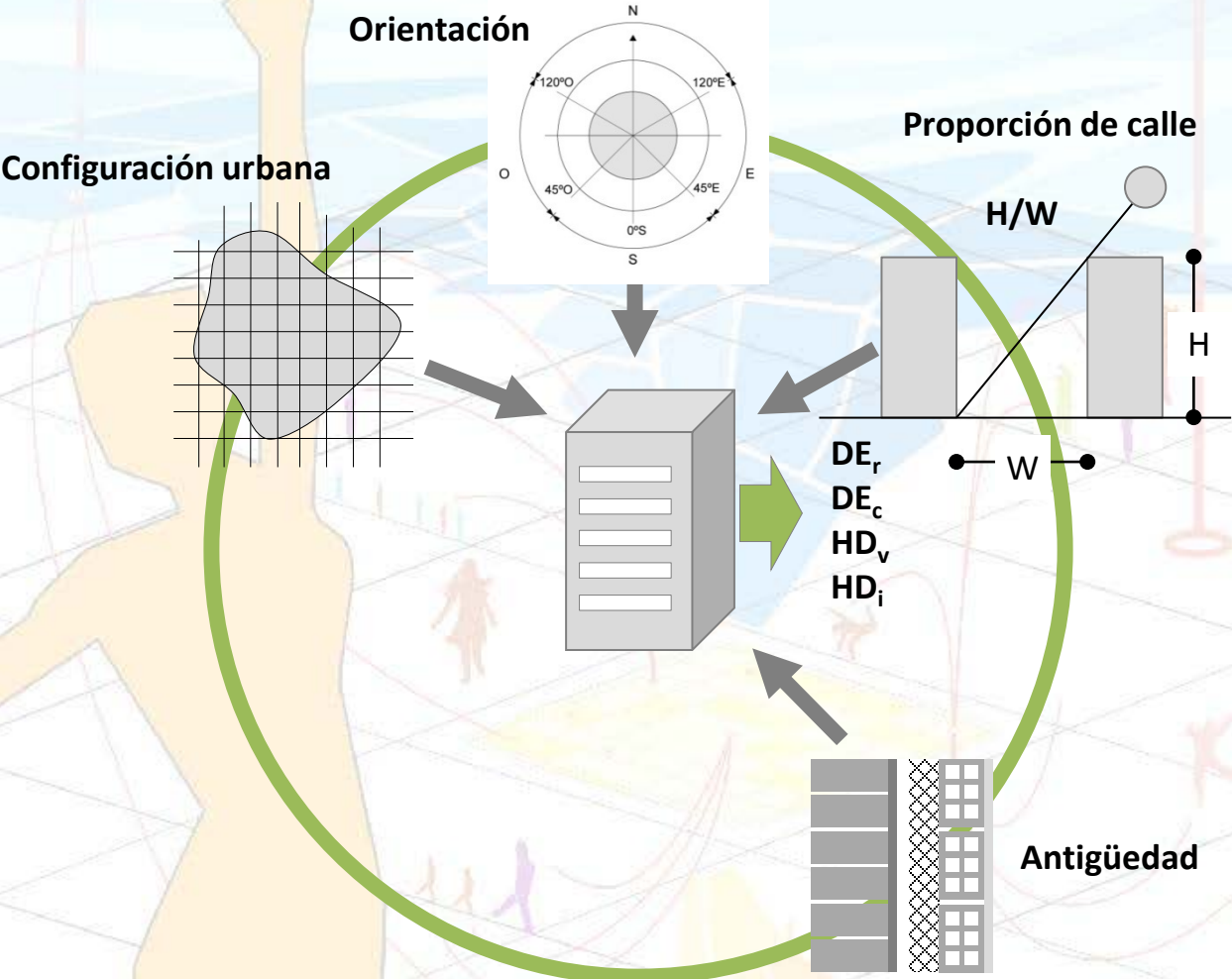
2. Selección de variables



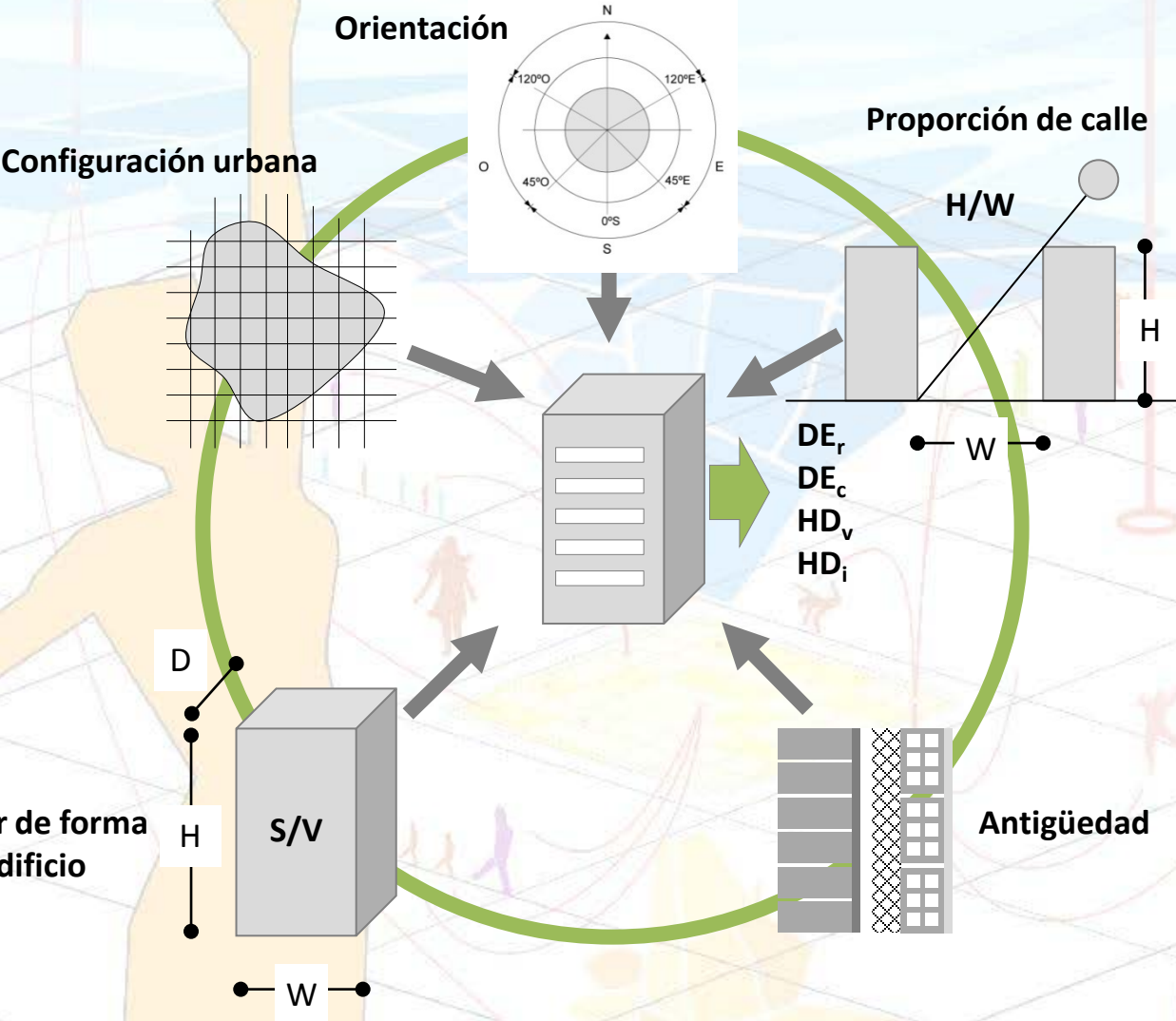
2. Selección de variables



2. Selección de variables



2. Selección de variables

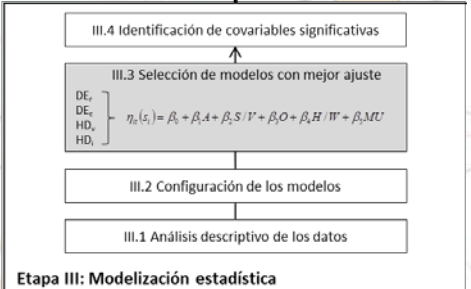


3. Metodología

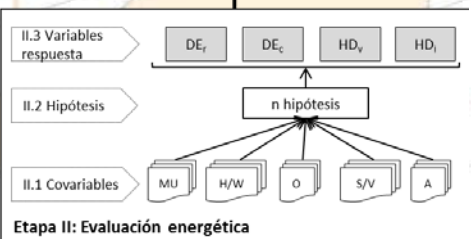
Etapa IV



Etapa III



Etapa II



Etapa I

- Plan general
- Cartografía
- Datos catastrales



Base de Datos urbana SIG

Herramientas empleadas

- EnergyPlus + DesignBuilder
- R + Librería INLA
- gvSIG



R-INLA



3. Metodología

Creación Base de Datos en entorno SIG

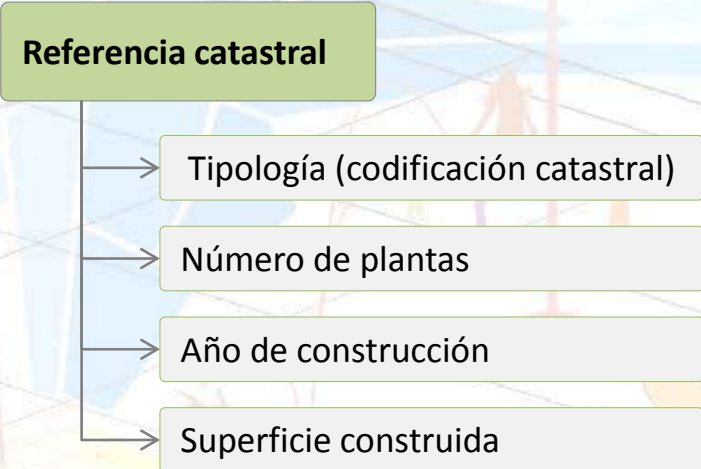
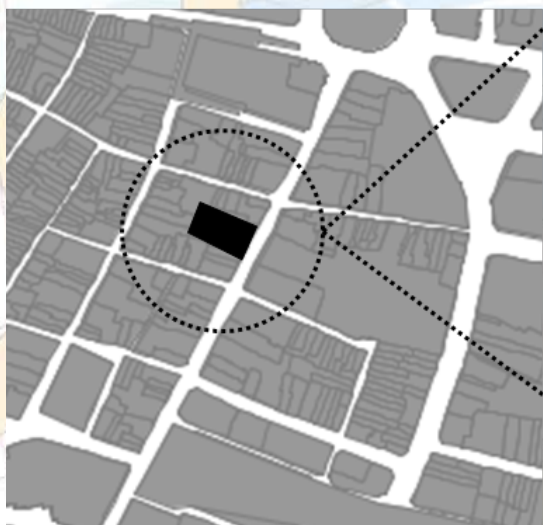


Tabla de atributos

Referencia catastral	Tipología (codificación catastral)	Número de plantas	Año de construcción	Superficie construida
3807601YK5330N0008TA	111	IV	1976	19.592 m ²



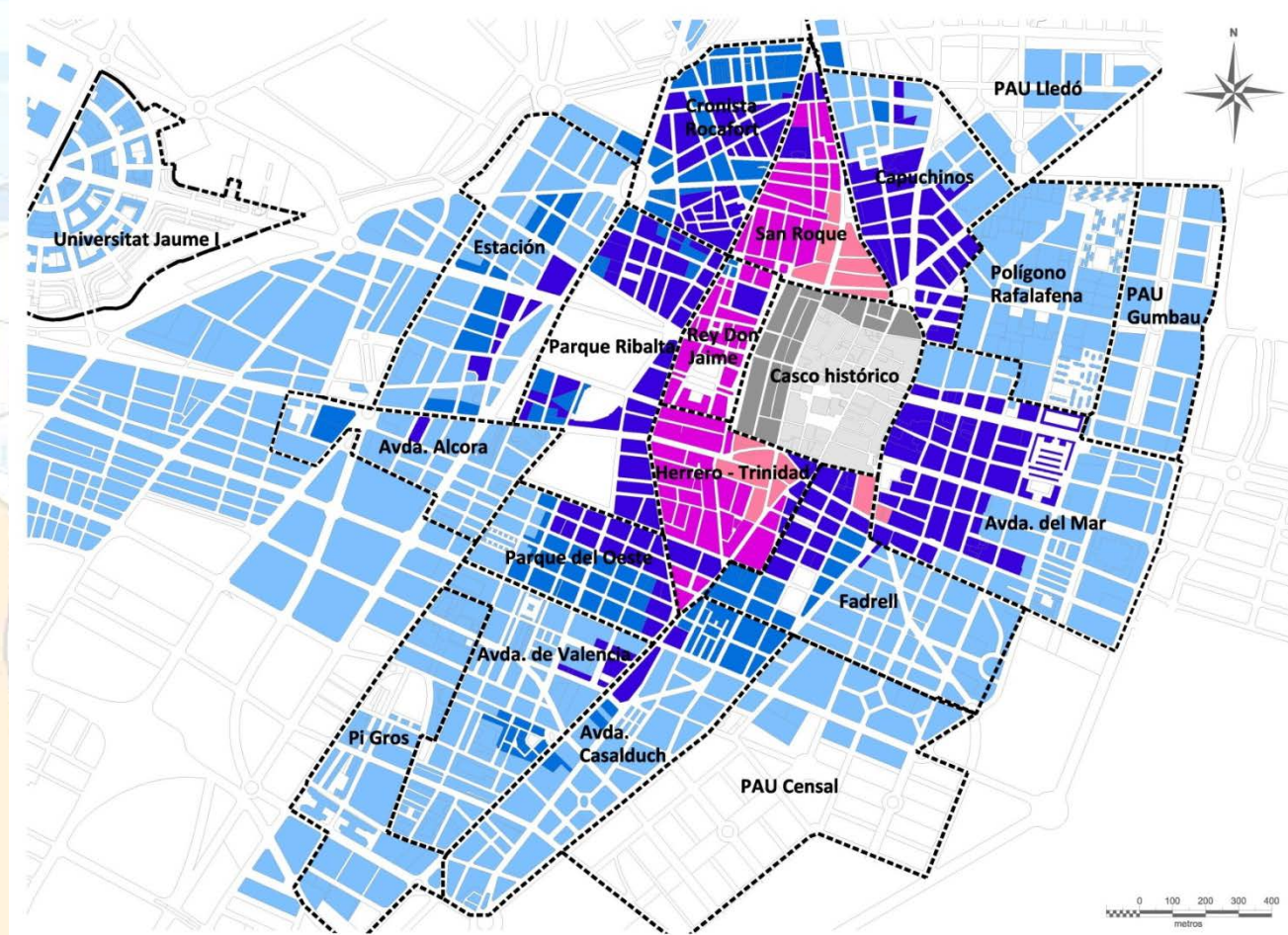
4. Caso de aplicación



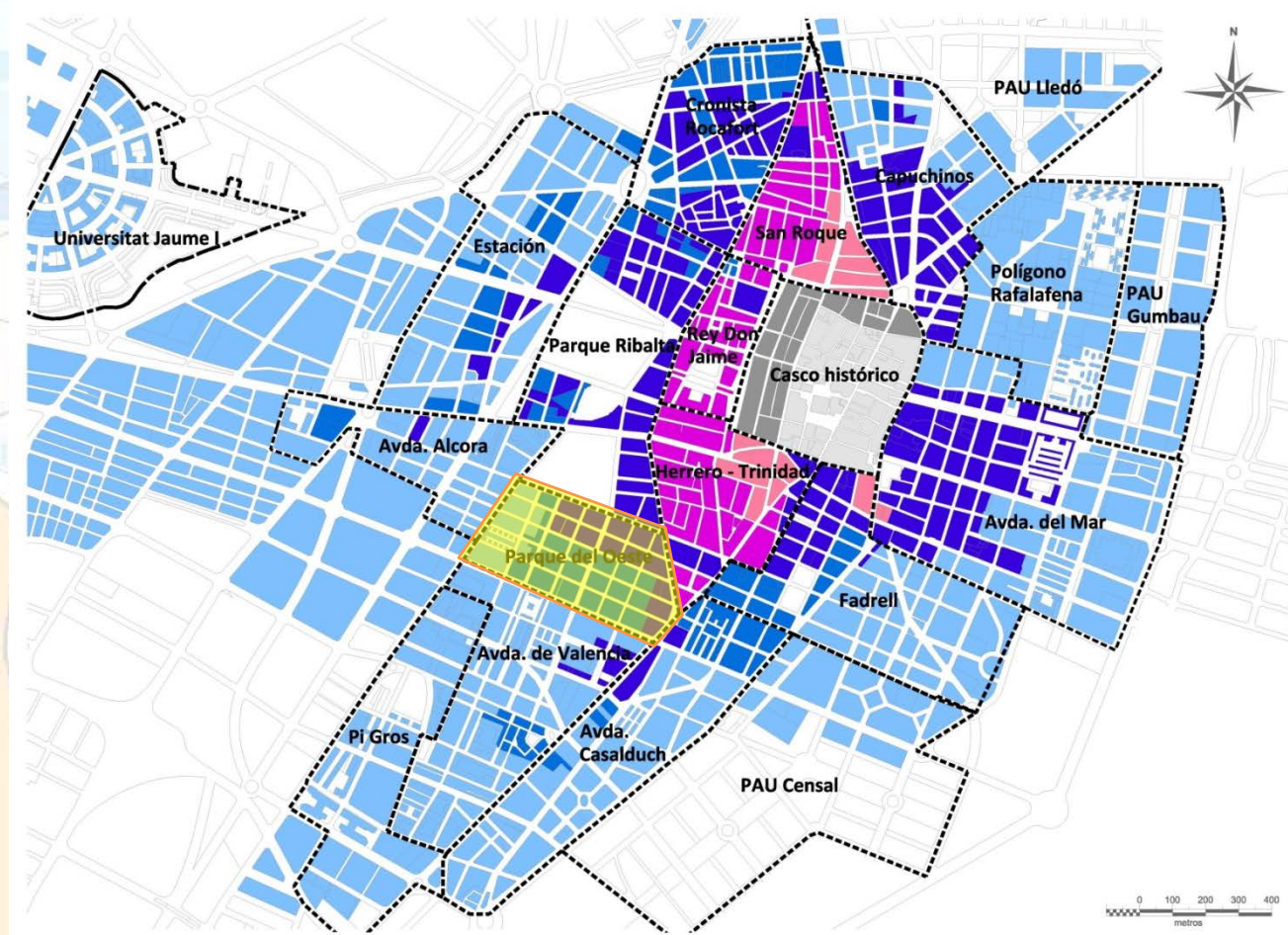
Castellón de la Plana

- Latitud: 39°59'11"N
- Población: 171.669 habitantes

4. Caso de aplicación



4. Caso de aplicación



4. Caso de aplicación

ETAPA I. Caracterización de la taxonomía urbana

Barrio Parque del Oeste



3 Tipologías de edificios S/V



PF_{M(>4)}
1971 [3]
2.006,61 m²

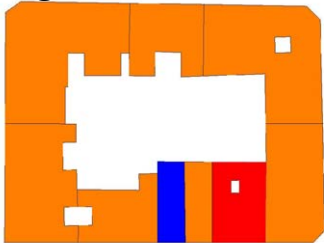


PF_{M(≤4)}
1940 [2]
337,98 m²



UF_{M(≤4)}
1925 [1]
165,24 m²

2 Tipologías de manzana urbana MU

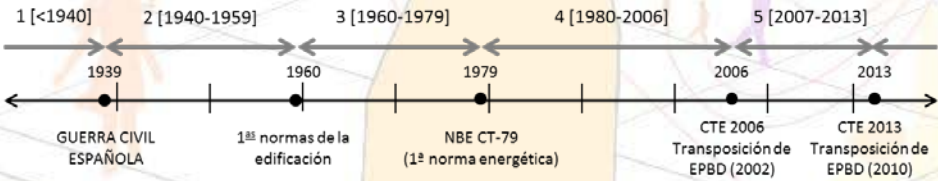


MU1



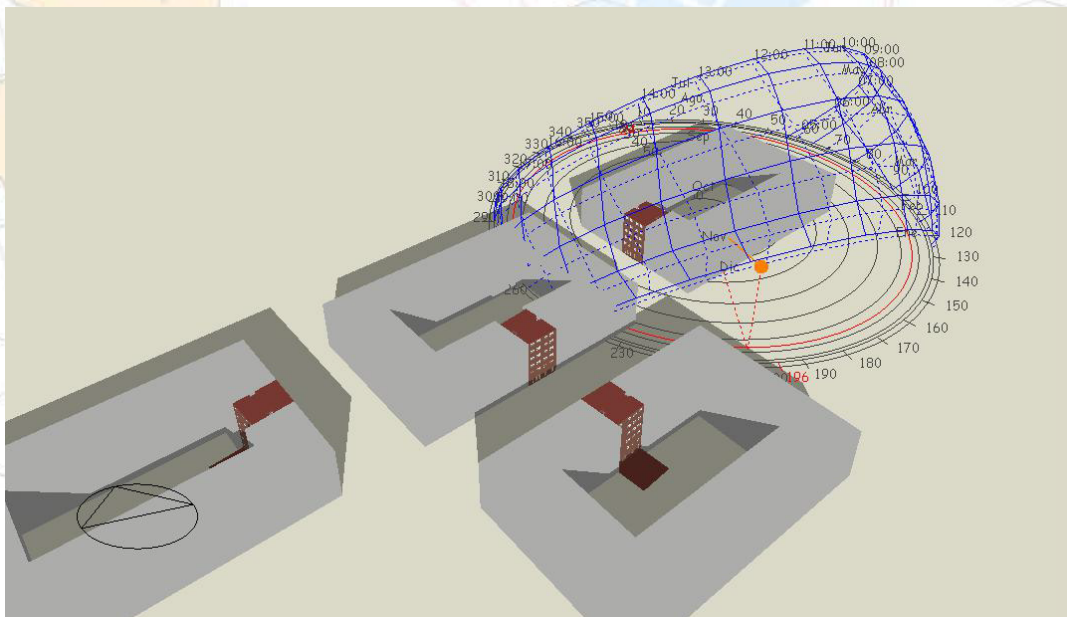
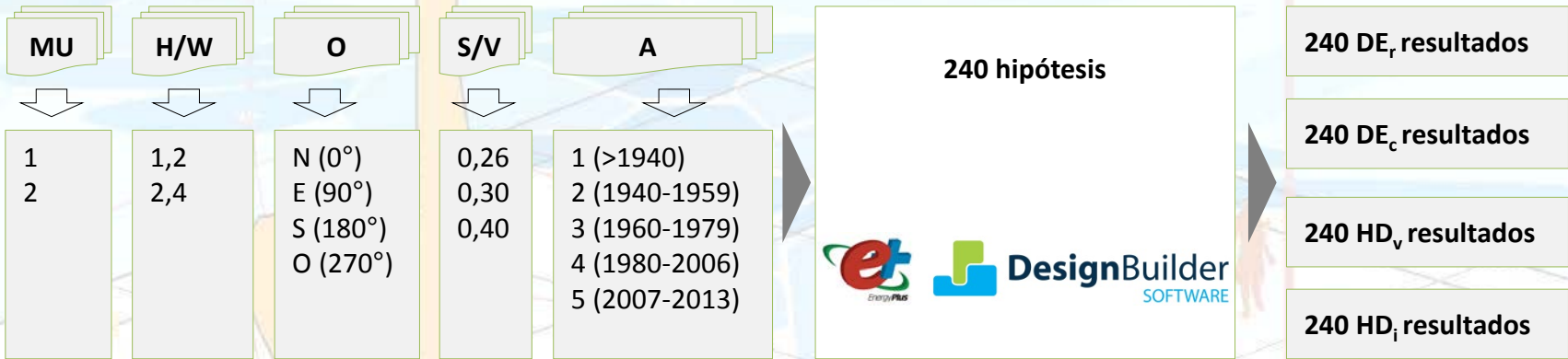
MU2

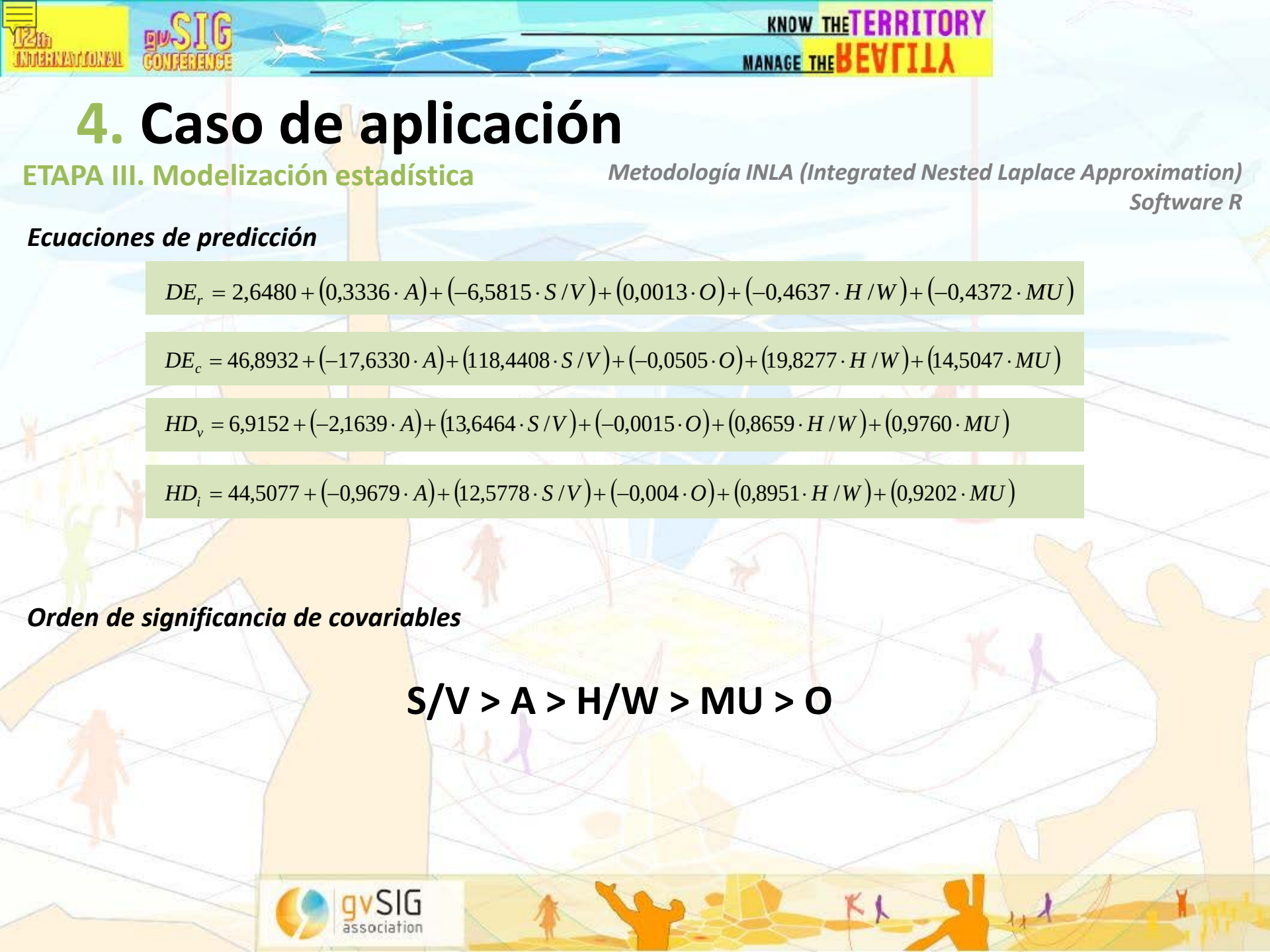
Periodo constructivo A



4. Caso de aplicación

ETAPA II. Evaluación energética





4. Caso de aplicación

ETAPA III. Modelización estadística

Metodología INLA (Integrated Nested Laplace Approximation)
Software R

Ecuaciones de predicción

$$DE_r = 2,6480 + (0,3336 \cdot A) + (-6,5815 \cdot S/V) + (0,0013 \cdot O) + (-0,4637 \cdot H/W) + (-0,4372 \cdot MU)$$

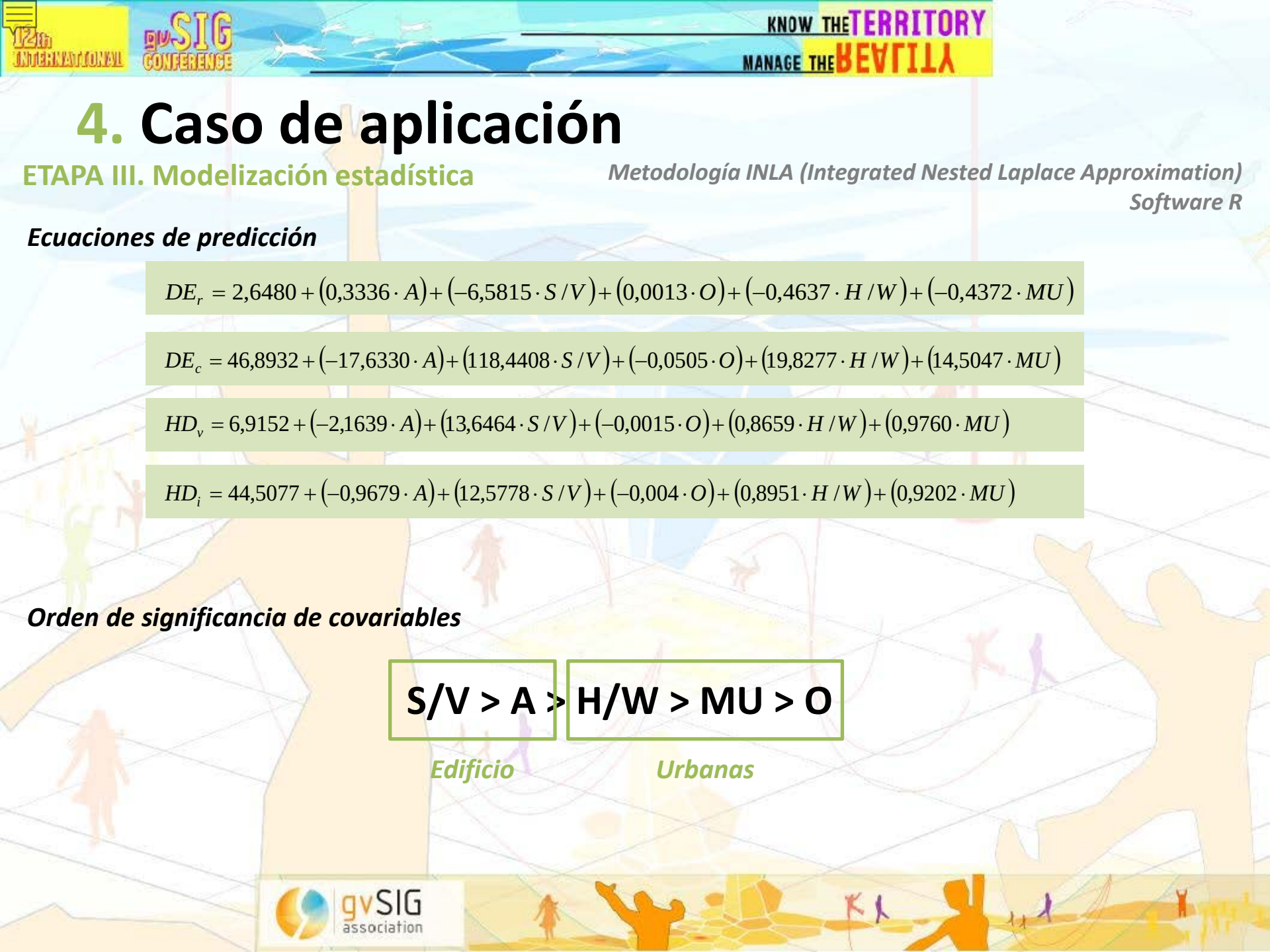
$$DE_c = 46,8932 + (-17,6330 \cdot A) + (118,4408 \cdot S/V) + (-0,0505 \cdot O) + (19,8277 \cdot H/W) + (14,5047 \cdot MU)$$

$$HD_v = 6,9152 + (-2,1639 \cdot A) + (13,6464 \cdot S/V) + (-0,0015 \cdot O) + (0,8659 \cdot H/W) + (0,9760 \cdot MU)$$

$$HD_i = 44,5077 + (-0,9679 \cdot A) + (12,5778 \cdot S/V) + (-0,004 \cdot O) + (0,8951 \cdot H/W) + (0,9202 \cdot MU)$$

Orden de significancia de covariables

$$S/V > A > H/W > MU > O$$



4. Caso de aplicación

ETAPA III. Modelización estadística

Metodología INLA (Integrated Nested Laplace Approximation)
Software R

Ecuaciones de predicción

$$DE_r = 2,6480 + (0,3336 \cdot A) + (-6,5815 \cdot S / V) + (0,0013 \cdot O) + (-0,4637 \cdot H / W) + (-0,4372 \cdot MU)$$

$$DE_c = 46,8932 + (-17,6330 \cdot A) + (118,4408 \cdot S / V) + (-0,0505 \cdot O) + (19,8277 \cdot H / W) + (14,5047 \cdot MU)$$

$$HD_v = 6,9152 + (-2,1639 \cdot A) + (13,6464 \cdot S / V) + (-0,0015 \cdot O) + (0,8659 \cdot H / W) + (0,9760 \cdot MU)$$

$$HD_i = 44,5077 + (-0,9679 \cdot A) + (12,5778 \cdot S / V) + (-0,004 \cdot O) + (0,8951 \cdot H / W) + (0,9202 \cdot MU)$$

Orden de significancia de covariables

S/V > A > H/W > MU > O

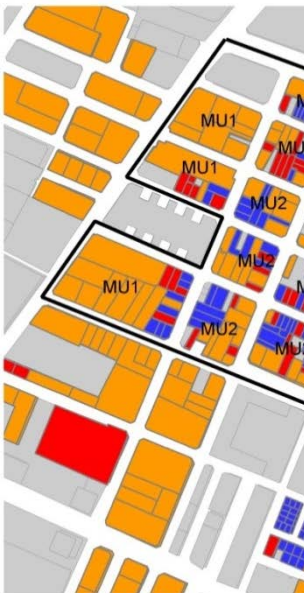
Edificio

Urbanas

4. Caso de aplicación

ETAPA IV. Extrapolación del diagnóstico energético

Determinación de los 4 indicadores en cada uno de los edificios del barrio



Ref. catastral	Sup. Construida (m ²)	Tipo (Catastral)	Año	Planta (nº)	H/W (ratio)	A	O (°)	S/V (m ⁻¹)	MU	DE _r /m ² (kWh/m ² año)	DE _r (kWh/m ² año)	DE _c /m ² (kWh/m ² año)	DE _c (kWh/año)	HD _v (h/año)	HD _i (h/año)
2200612YK5320S	256	112	2007	3	2,4	5	270	0,3	2	2,02	518,24	84,49	21.629,77	381,47	4.753,81
2499801YK5229N	208	112	1970	3	2,4	3	270	0,3	1	1,61	334,56	105,25	21.892,54	716,65	4.855,37
2300126YK5320S	223	112	1950	2	2,4	2	180	0,3	2	0,66	147,62	132,84	29.624,50	1.044,14	5.040,58
2302506YK5320S	250	112	1960	3	1,2	3	0	0,3	2	1,28	318,93	82,32	20.582,27	750,85	4.829,18
2302509YK5320S	129	112	1983	3	1,2	4	0	0,3	2	1,78	229,73	64,69	8345,79	534,46	4732,39
2501113YK5320S	417	112	1991	4	1,6	4	0	0,3	2	1,48	616,91	72,62	30285,52	569,09	4768,20
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Total barrio	313.301,00										523,53 MWh/año	<<<	29.354,89 MWh/año		

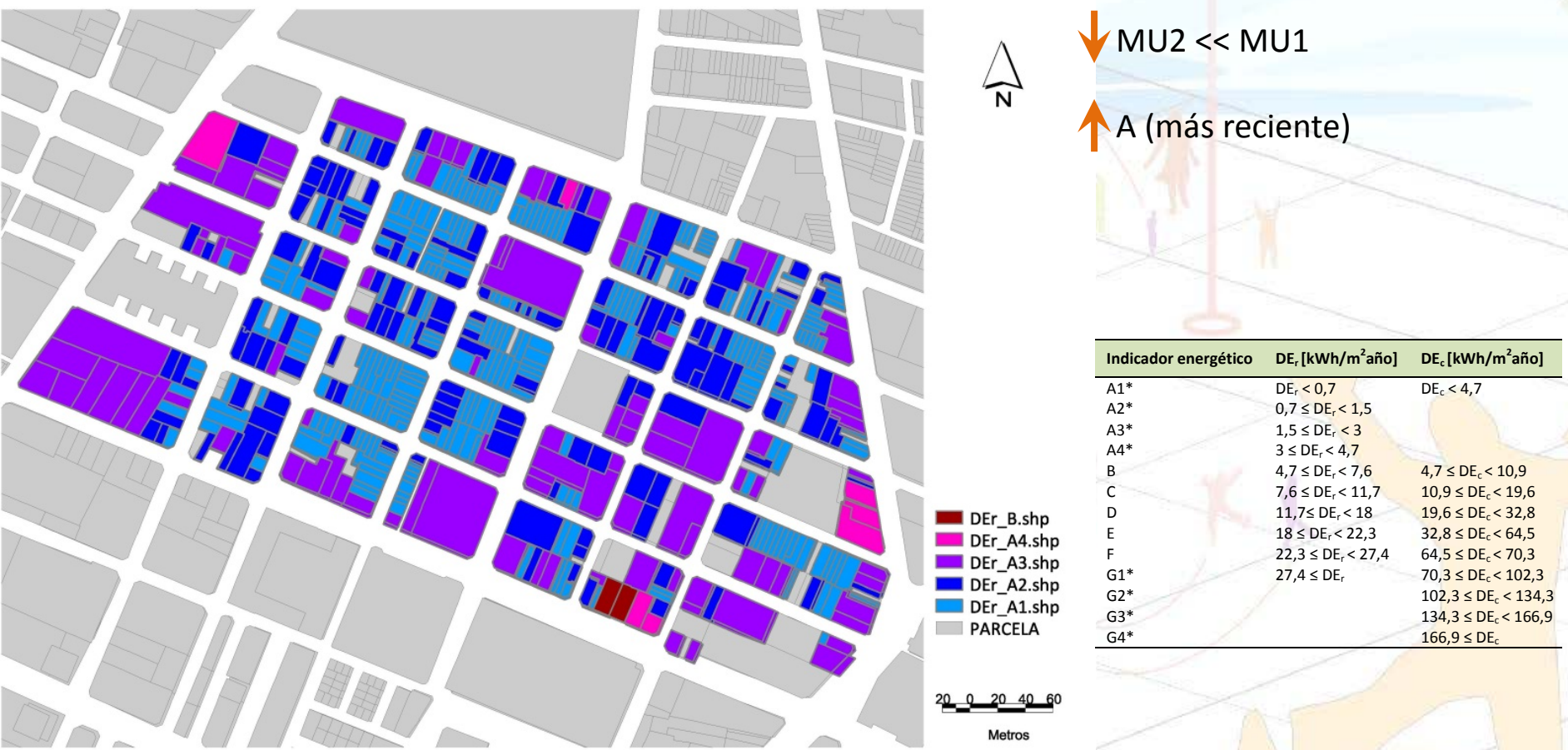
523,53 MWh/año

29.354,89 MWh/año

4. Caso de aplicación

ETAPA IV. Extrapolación del diagnóstico energético

Demanda energética de refrigeración



4. Caso de aplicación

ETAPA IV. Extrapolación del diagnóstico energético

Demanda energética de calefacción



MU2 >> MU1
 H/W

Indicador energético	DE _r [kWh/m ² año]	DE _c [kWh/m ² año]
A1*	DE _r < 0,7	DE _c < 4,7
A2*	0,7 ≤ DE _r < 1,5	
A3*	1,5 ≤ DE _r < 3	
A4*	3 ≤ DE _r < 4,7	
B	4,7 ≤ DE _r < 7,6	4,7 ≤ DE _c < 10,9
C	7,6 ≤ DE _r < 11,7	10,9 ≤ DE _c < 19,6
D	11,7 ≤ DE _r < 18	19,6 ≤ DE _c < 32,8
E	18 ≤ DE _r < 22,3	32,8 ≤ DE _c < 64,5
F	22,3 ≤ DE _r < 27,4	64,5 ≤ DE _c < 70,3
G1*	27,4 ≤ DE _r	70,3 ≤ DE _c < 102,3
G2*		102,3 ≤ DE _c < 134,3
G3*		134,3 ≤ DE _c < 166,9
G4*		166,9 ≤ DE _c

4. Caso de aplicación

ETAPA IV. Extrapolación del diagnóstico energético

Horas de disconfort en verano



Indicador HD	HD [h/año]
A	$HD < 1.000$
B	$1.000 \leq HD < 2.000$
C	$2.000 \leq HD < 3.000$
D	$3.000 \leq HD < 4.000$
E	$4.000 \leq HD < 5.000$
F	$5.000 \leq HD$

4. Caso de aplicación

ETAPA IV. Extrapolación del diagnóstico energético

Horas de desconfort en invierno



Indicador HD	HD [h/año]
A	HD < 1.000
B	1.000 ≤ HD < 2.000
C	2.000 ≤ HD < 3.000
D	3.000 ≤ HD < 4.000
E	4.000 ≤ HD < 5.000
F	5.000 ≤ HD

5. Conclusiones

- Obtención del diagnóstico energético de un área urbana y representación gráfica de los resultados en mapas urbanos energéticos.
- Fácil visualización en mapas urbanos a través de un SIG de las necesidades energéticas en los edificios, en cuanto a demanda energética y confort térmico.
- Rápida identificación de las áreas con mayor vulnerabilidad energética para priorizar futuras intervenciones de rehabilitación de edificios.
- Herramienta de apoyo a las administraciones locales y otros agentes durante la elaboración de políticas energéticas, la toma de decisiones y la propuesta de estrategias tanto para la intervención en tejidos ya consolidados como para el diseño de futuros planeamientos urbanos.

Referencias

Tesis doctoral

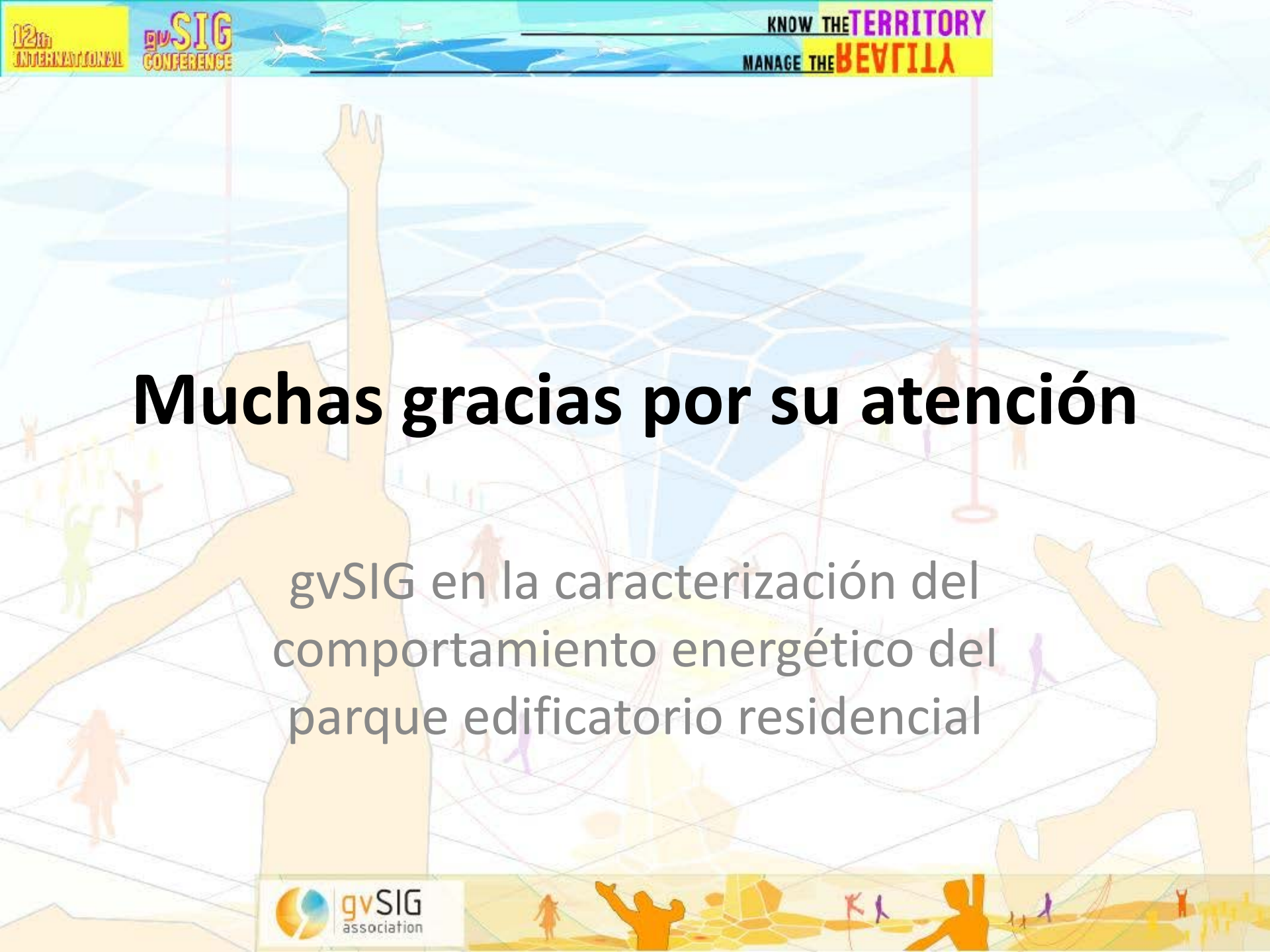
- Braulio Gonzalo, M. (2016) Propuesta metodológica para la caracterización del comportamiento energético pasivo del parque edificatorio residencial existente considerando su contexto urbano (Tesis doctoral). UniversitatJaume I, Castellón de la Plana, España.

Artículos en revistas

- Braulio-Gonzalo, M., Bovea, M. D., & Ruá, M. J. (2015). Sustainability on the urban scale: Proposal of a structure of indicators for the Spanish context. *Environmental Impact Assessment Review*, 53, 16–30. <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.03.002>
- Braulio-Gonzalo, M., Juan, P., Bovea, M. D., & Ruá, M. J. (2016). Modelling energy efficiency performance of residential building stocks based on Bayesian statistical inference. *Environmental Modelling & Software*, 83, 198–211. <http://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.05.018>
- Braulio-Gonzalo, M., Bovea, M. D., Ruá, M. J., & Juan, P. (2016). A methodology for predicting the energy performance and indoor thermal comfort of residential stocks on the neighbourhood and city scales. A case study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 139, 646–665. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.059>

Ponencias en Congresos

- Braulio-Gonzalo, M., Bovea, M. D., & Ruá, M. J. (2014). Propuesta metodológica para la caracterización energética de edificios existentes. In 18th International Congress on Project Management and Engineering. Alcañiz.
- Braulio-Gonzalo, M., Ruá Aguilar, M., & Bovea Edo, M. (2015). Characterisation of urban patterns at the neighbourhood scale as an energy parameter. Case study: Castellón de la Plana. In P. Mercader Moyano (Ed.), Proceedings of the II International and IV National Congress on Sustainable Construction and Eco-Efficient Solutions (pp. 1069–1079). Sevilla: University of Seville.



Muchas gracias por su atención

gvSIG en la caracterización del
comportamiento energético del
parque edificatorio residencial