

In-class training

Utilizzo degli APE per la pianificazione
energetica locale, regionale e nazionale

29 maggio 2024
Politecnico di Torino



Politecnico
di Torino



Estrazione all'interno dell'APE di dati utili per analisi energetiche ad ampia scala e creazione di cluster per la definizione degli archetipi

Ilaria Ballarini - Matteo Piro
Politecnico di Torino



**Politecnico
di Torino**



Come sviluppare un UBEM?

Modelli
dettagliati

Risultati
accurati

Time
consuming

Assenza di
dati

Esperienza
modellatori

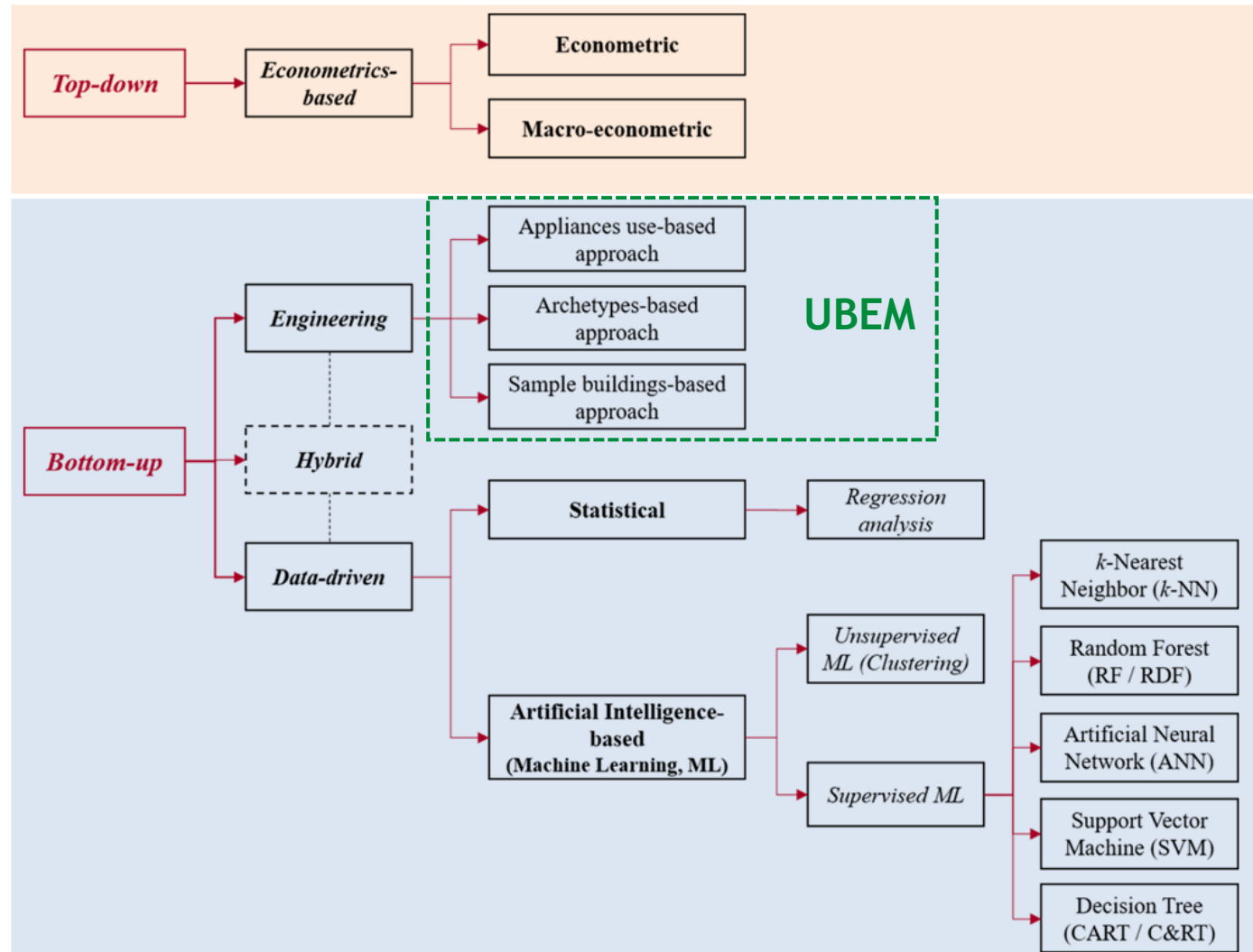
Strumenti poco
user-friendly

Modelli poco
flessibili



Fonte: Google Maps

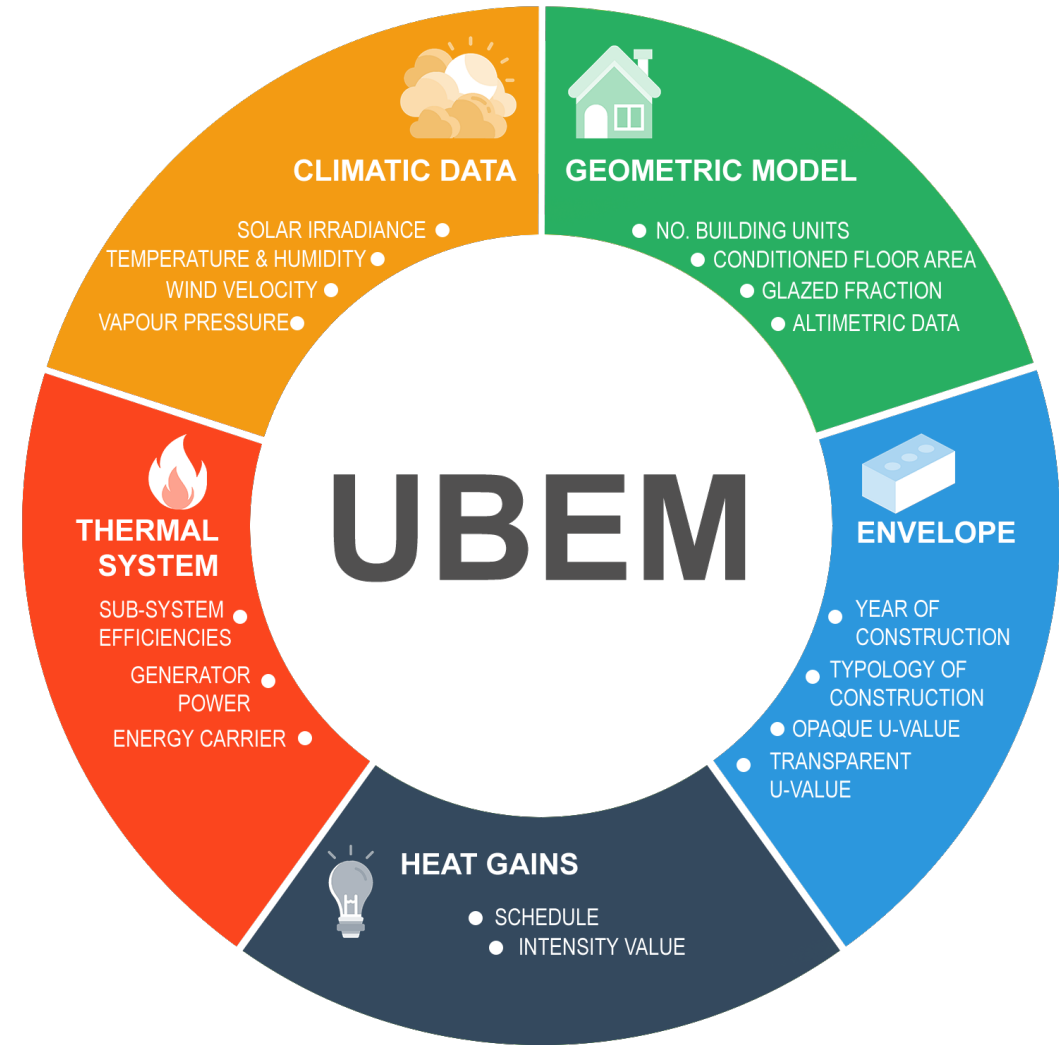
Classificazione dei modelli energetici a larga scala



Fonte: Ballarini, I., Corrado, V., & Piro, M. (2021). Building Stock Energy Models and ICT Solutions for Urban Energy Systems. In M. Del Giudice, A. Osello (Eds.), Handbook of Research on Developing Smart Cities Based on Digital Twins (pp. 490-514). IGI Global.

Urban Building Energy Modelling (UBEM)

- **UBEM** per la valutazione energetica ed ambientale ad ampia scala.
- **UBEM** come **strumento** di **supporto** a pubbliche amministrazioni, agenzie dell'energia e pianificatori urbani per incoraggiare lo sviluppo di **piani nazionali di ristrutturazione degli edifici**.

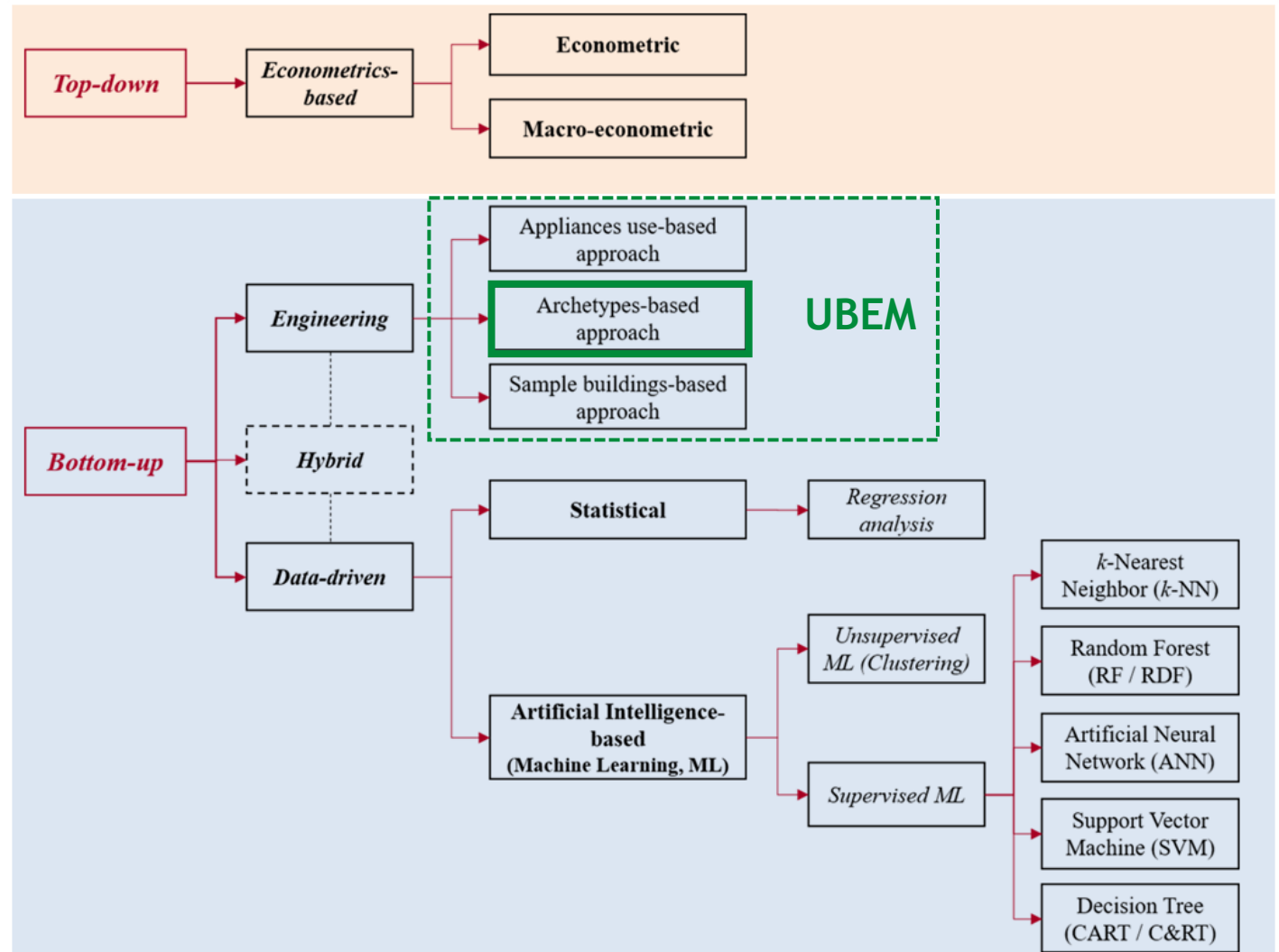


Archetipi edilizi



The **building archetype** is a **statistical composite of the features** found within a category of buildings in the stock (IEA-ECBCS, Annex 31, 2004).

The archetype is not a real building, it is a **“virtual” building** characterized by a set of properties statistically detected in a building category (Sartori et al., Energy Policy 37, 2009; Caputo et al., Energy Policy 55, 2013; Ballarini et al., Energy Policy 68, 2014).



Fonte: Ballarini, I., Corrado, V., & Piro, M. (2021). Building Stock Energy Models and ICT Solutions for Urban Energy Systems. In M. Del Giudice, A. Osello (Eds.), Handbook of Research on Developing Smart Cities Based on Digital Twins (pp. 490-514). IGI Global.

Edifici rappresentativi

ESEMPIO

EDIFICI RAPPRESENTATIVI

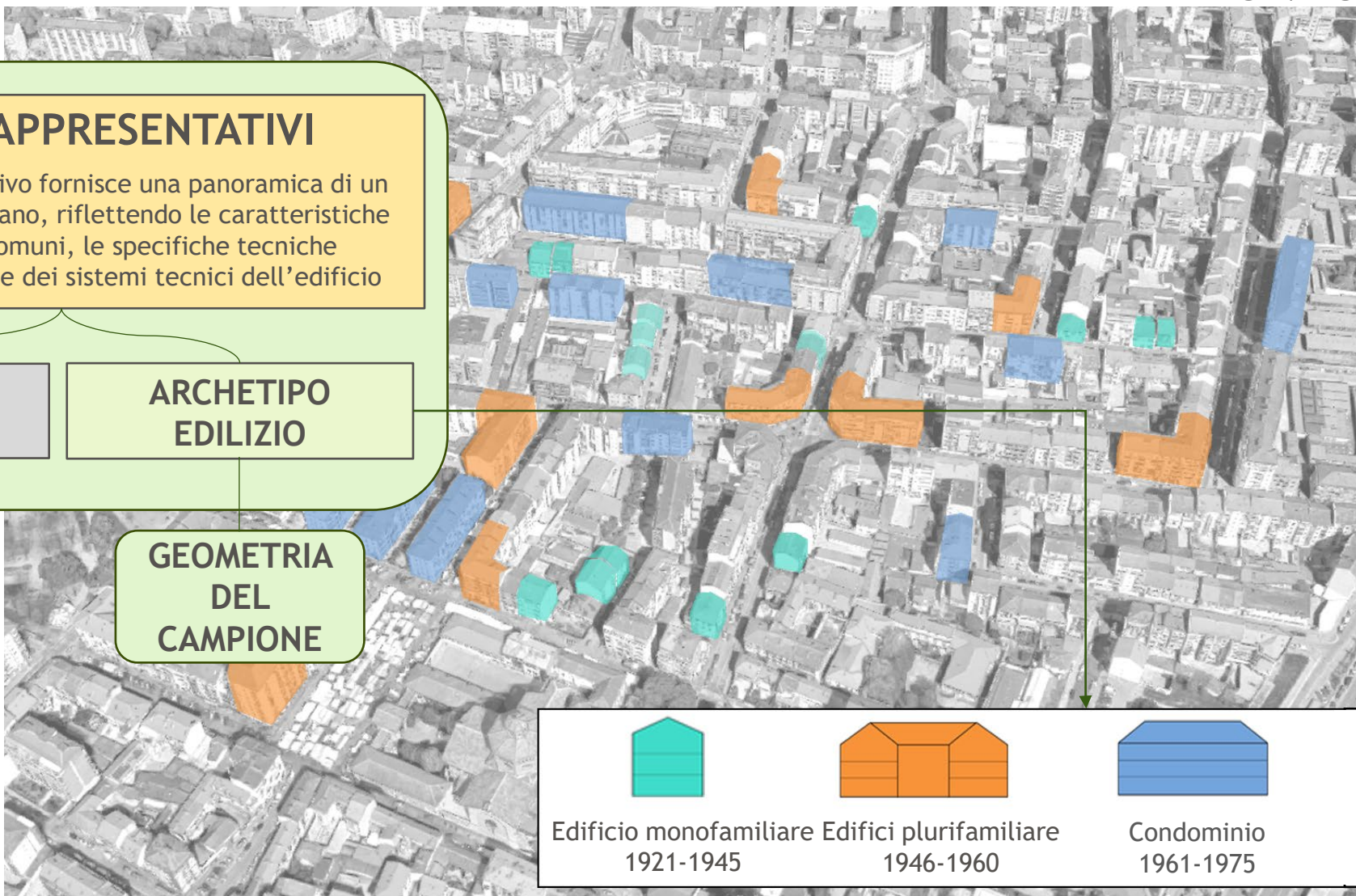
L'edificio rappresentativo fornisce una panoramica di un particolare tessuto urbano, riflettendo le caratteristiche geometriche più comuni, le specifiche tecniche dell'involucro edilizio e dei sistemi tecnici dell'edificio

EDIFICIO REALE

ARCHETIPO
EDILIZIO

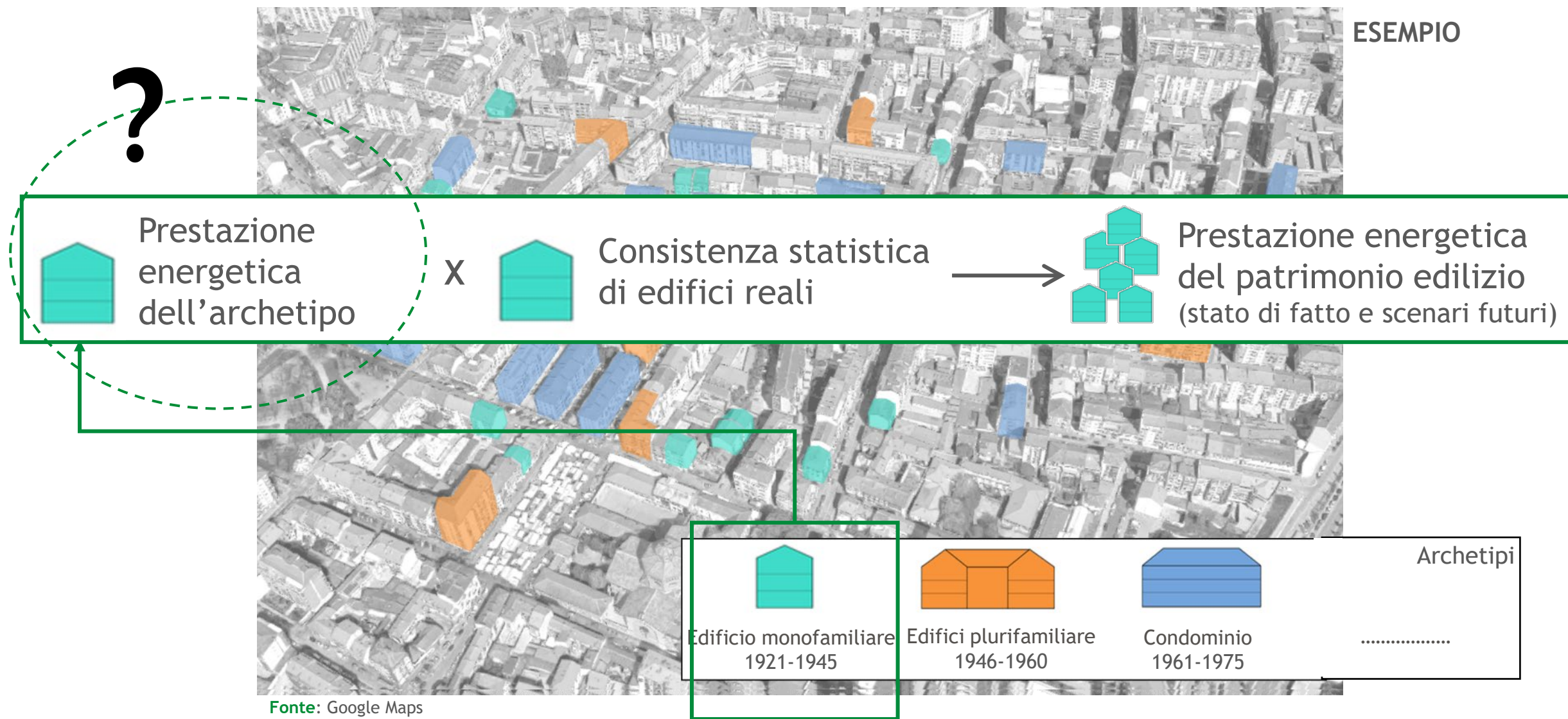
GEOMETRIA
REALE

GEOMETRIA
DEL
CAMPIONE



Fonte: Google Maps

Bottom-up UBEM archetype-based approach

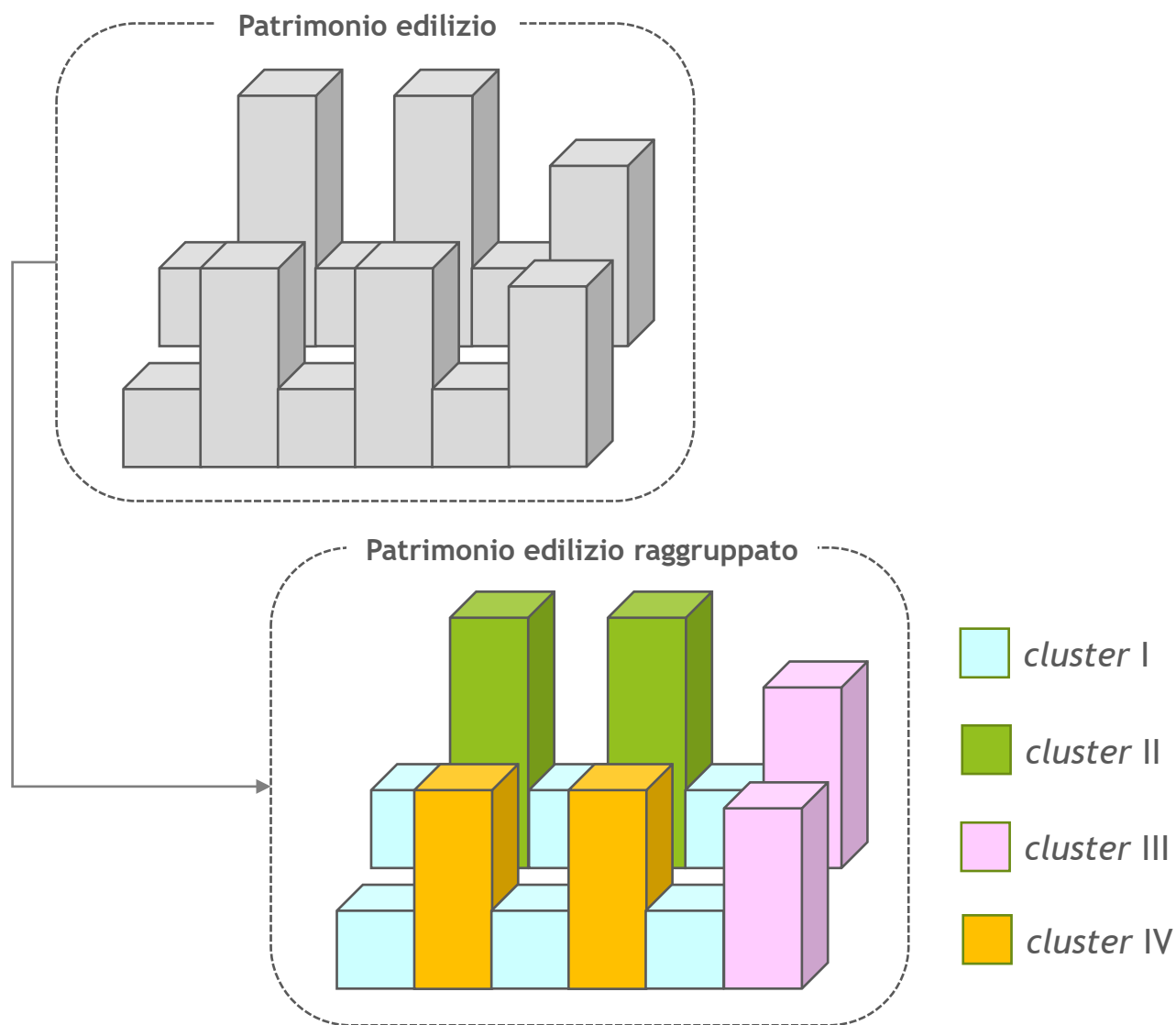


Archetyping

Il processo che conduce alla **creazione** dell'**archetipo** è generalmente composta da due fasi, descritte di seguito:

- ➔ la fase di clustering (o segmentation) si riferisce alla classificazione di edifici simili in base a diversi criteri, quali la zona climatica, la categoria d'uso dell'edificio, i periodi di costruzione, etc., e
- la fase di caratterizzazione corrisponde alla definizione dei parametri rappresentativi che generalizzano le prestazioni energetiche del parco immobiliare. Questo aspetto influenza la struttura del *dataset* degli archetipi edilizi, poiché possono includere parametri deterministici o probabilistici.

Segmentare il patrimonio edilizio



- Classificazione dell'**eterogeneità** del patrimonio edilizio in diverse categorie
- Raggruppamento di edifici con **proprietà termofisiche** simili e **caratteristiche** dei **sistemi tecnici** comparabili.
- **Profilazione** di diversi segmenti di prestazione energetica del patrimonio edilizio

Criteri di *clustering*



Zona climatica

- Impatto significativo sul fabbisogno e sulle prestazioni energetico dell'edificio



Destinazione d'uso

- Requisiti funzionali dell'edificio
- Norme e regolamenti edilizi
- Esigenze e aspettative degli occupanti



Periodo di costruzione

- Stili architettonici e tecniche di costruzione
- Fattori culturali e socioeconomici



Forma e dimensione dell'edificio

- Differenziazione dei sistemi tecnici dell'edificio
- Utilizzo dell'edificio

... ulteriori *cluster* per approfondire l'analisi

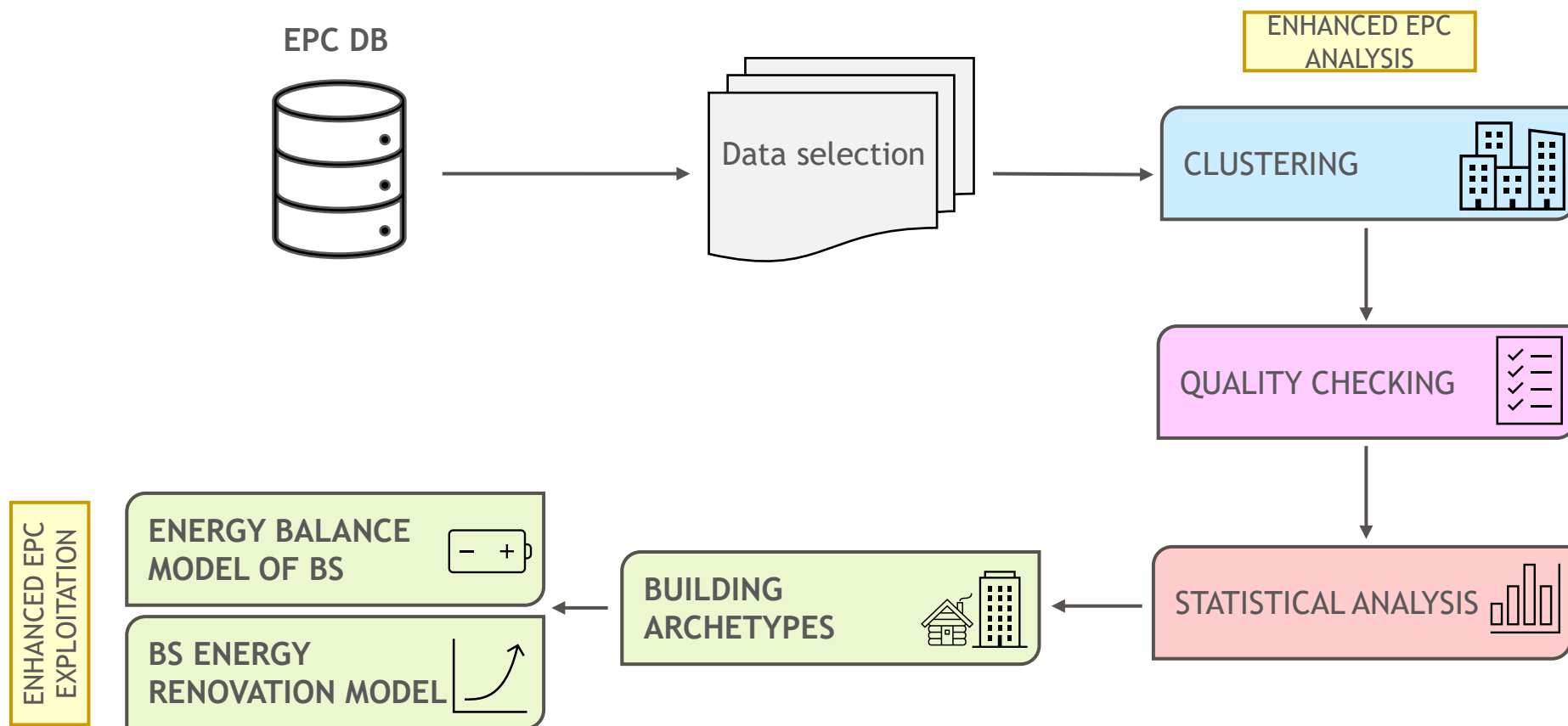
Indicatori socio-economici

- Livello di reddito

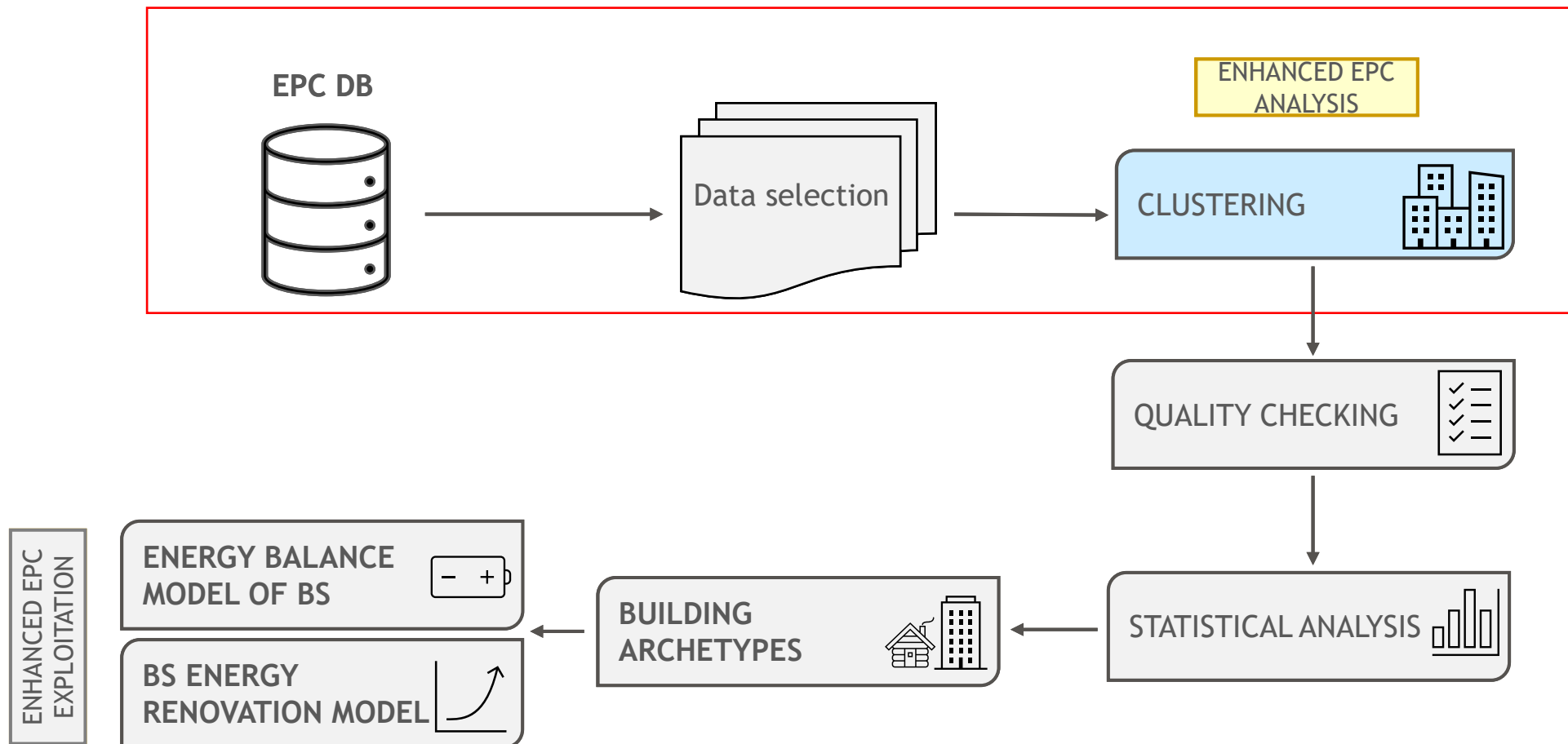
Prestazioni attive o passive dell'edificio

- Involucro edilizio
- Sistemi tecnici dell'edificio
- *Energy use intensity*

APE come fonte dati per UBEM: l'approccio TIMEPAC

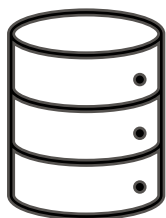


APE come fonte dati per UBEM: l'approccio TIMEPAC

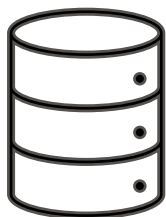


Selezione dati da APE

XML ridotto



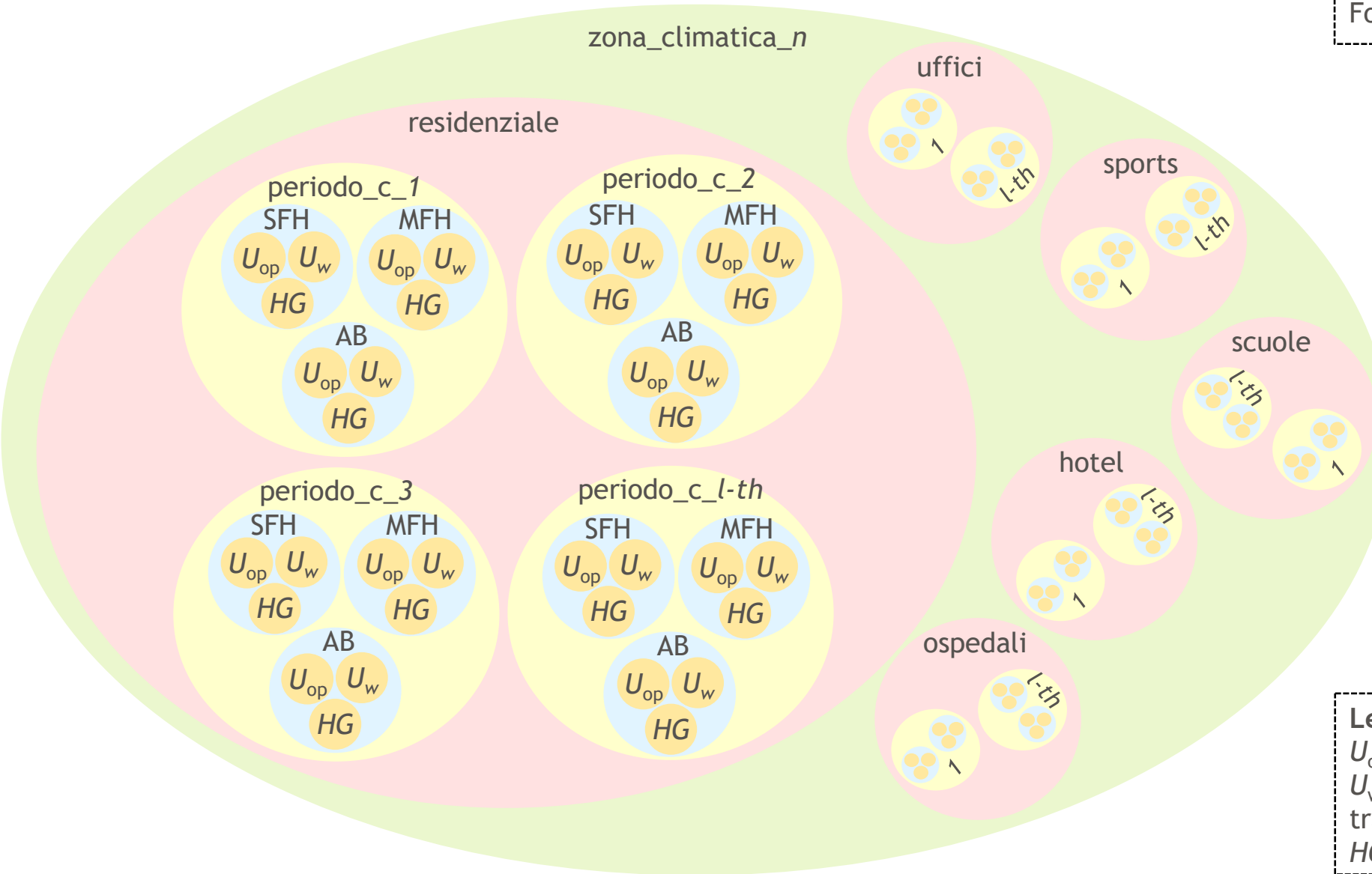
XML esteso



Oggetto attestato	Motivazione	APE ID	Comune
Destinazione d'uso	n. di unità immobiliari	Tipologia edilizia	Tipologia costruttiva
Anno di costruzione	Anno di ultima ristrutturazione	n. di piani	Zona climatica
Gradi giorno	Fattore S/V	Superficie di pavimento riscaldata/raffrescata	Volume lordo riscaldato/raffrescato
Area disperdente	H'_T	Area disperdente opaca	Area disperdente trasparente
Trasmittanza termica media involucro edilizio	Trasmittanza termica media involucro opaco	Trasmittanza termica media involucro trasparente	Servizi energetici
Tipo di generatore per servizio energetico	Vettore energetico per servizio energetico	Efficienza media stagionale dell'impianto per servizio energetico	Rendimenti dei sottosistemi per l'impianto di riscaldamento
$EP_{H,nd}$	$EP_{C,nd}$	$EP_{W,nd}$	$EP_{H,nren}$
$EP_{C,nren}$	$EP_{W,nren}$	$EP_{gl,nren}$	$EP_{gl,ren}$
EP_{nren} per servizio energetico	Energia consegnata per vettore energetico	Misure di efficienza energetica (raccomandazioni)	$EP_{gl,nren}$ con misure di efficienza energetica

Clustering APE (metodologia)

Zone climatiche: $n = (1, \dots, 6)$
Destinazioni d'uso: $m = (1, \dots, 6)$
Periodi di costruzione: $l = (1, \dots, L)$
Forma e dimensione edifici: $o = (1, \dots, 3)$



Legenda

 Zona climatica	 Destinazione d'uso
 Periodo di costruzione	 Forma e dimensione edificio
 Altri parametri	

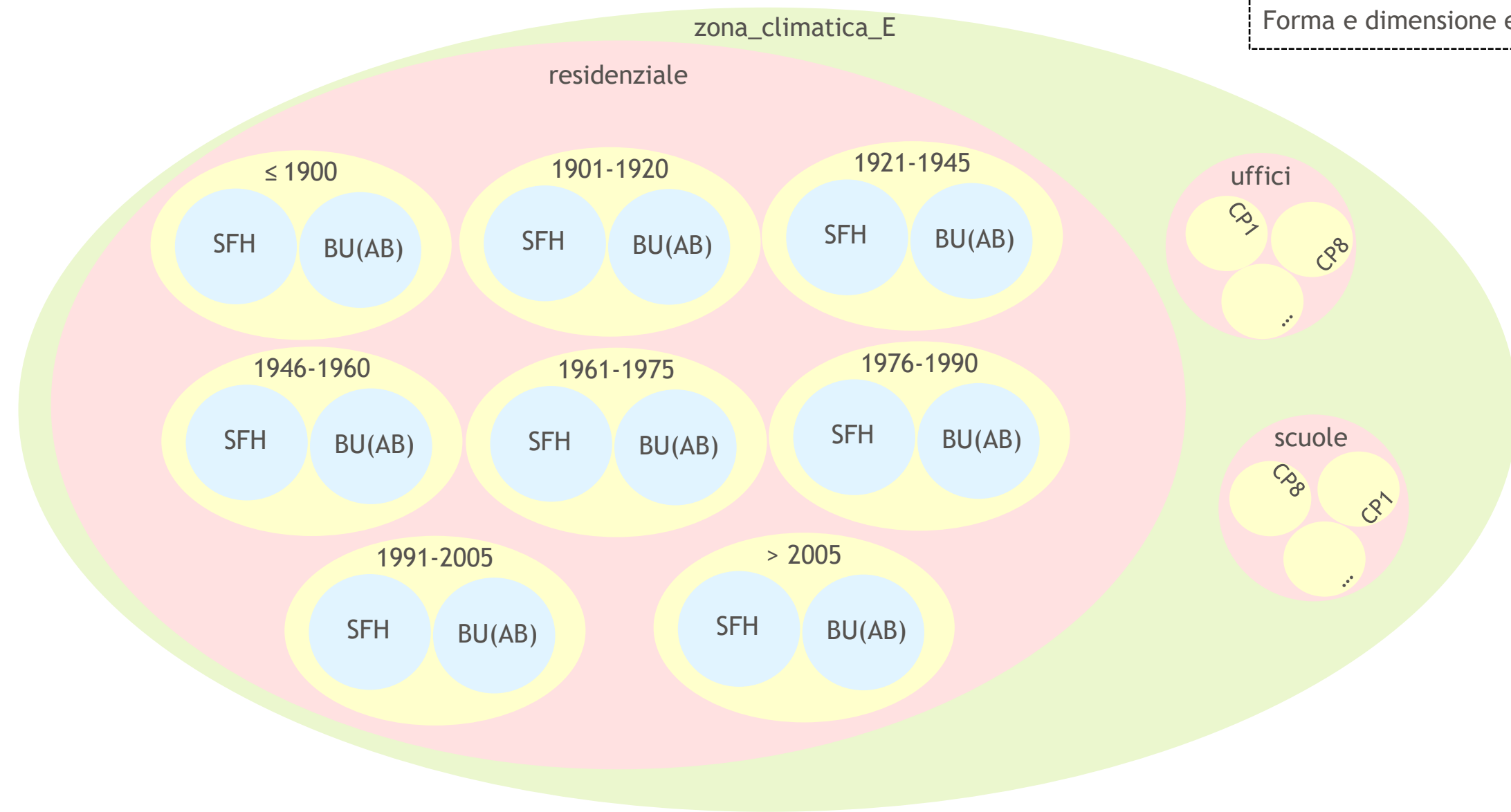
Legenda
 U_{op} = Trasmittanza termica involucro opaco
 U_w = Trasmittanza termica involucro trasparente
 HG = Tipologia generatore di calore

Clustering APE (applicazione)

Zone climatiche: $n = (1)$
Destinazioni d'uso: $m = (1, 3)$
Periodi di costruzione: $l = (1, 8)$
Forma e dimensione edifici: $o = (1, 2)$

Legenda

- Zona climatica
- Destinazione d'uso
- Periodo di costruzione
- Forma e dimensione edificio

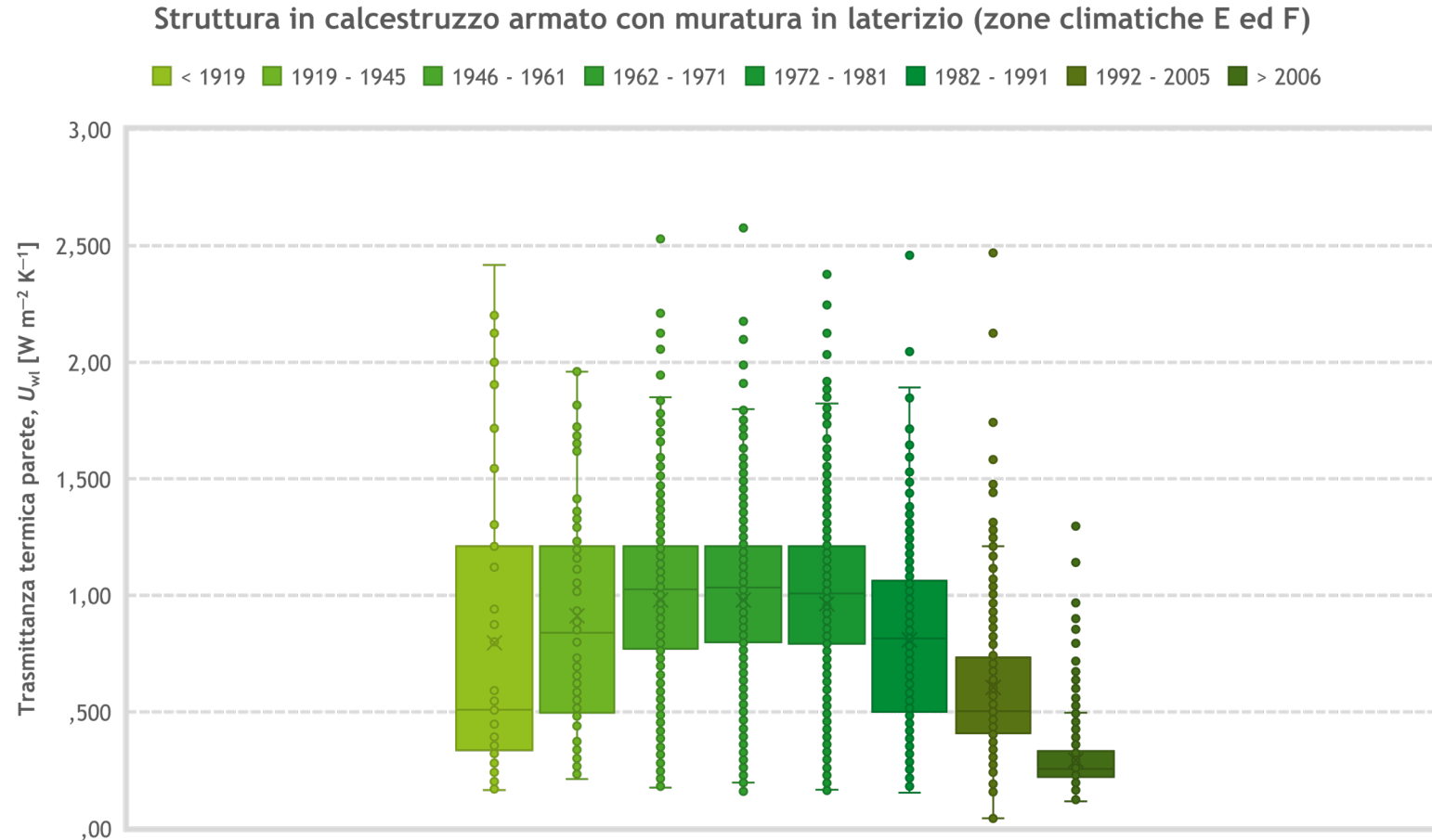


Clustering APE (applicazione)

ws	EPC ID	EPC data quality score	Climatic region	Building category	Year of construction	Assessed object	Application type	Building city	No. building units	Building typology	Building constructive typology	Heating degree
												HDD
												[°C·day]
	1640_14_2011	3.257	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	CASALBORGONE	1			2661
	3489_18_2012	3.200	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	OSASCO	1	Edificio in Linea	Struttura in muratura portante	2784
	3802_58_2012	3.286	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	GRUGLIASCO	1			2687
	1569_20_2013	5.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	BOSCONERO	1	Edificio in Linea	Struttura in muratura portante	2714
	4932_10_2013	5.286	E	E1(1)	1700	Intero edificio	Locazione	SAN BENIGNO CANAVESE	1			2673
	5775_13_2013	0.171	E	E1(1)	1800	Intero edificio	Locazione	AVIGLIANA	1	Edificio in Linea	Struttura in muratura portante	2928
	8194_5_2013	3.200	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	SAN GIUSTO CANAVESE	1	Altro	Struttura in muratura portante	2750
	8655_11_2013	3.257	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Locazione	SALASSA	1			2668
	1196_15_2014	3.257	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	VIGONE	1			2643
	1618_10_2014	0.086	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	SALASSA	1	Edificio isolato (monofamiliare)	Struttura in muratura portante	2668
	5950_11_2014	2.143	E	E1(1)	1870	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	CASALBORGONE	1	Altro	Struttura in muratura portante	2661
	6378_13_2014	3.257	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Altro	GASSINO TORINESE	1			2699
	10045_2_2015	3.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Altro	PONT-CANAVESE	1			2866
	10166_32_2015	3.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Altro	CHIVASSO	1			2628
	10378_21_2015	5.257	E	E1(1)	1850	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	CASCINETTE D'IVREA	1			2717
	10380_8_2015	3.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	FRONT	1			2759
	11235_23_2015	3.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	PORTE	1			2902
	1163_52_2015	3.229	E	E1(1)	1890	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	PANCALIERI	1			2618
	11787_28_2015	5.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	ALPIGNANO	1			2825
	1189_29_2015	3.314	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	RIVAROLO CANAVESE	1			2600
	11906_83_2015	5.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Locazione	SAN SECONDO DI PINEROLO	1			2885
	12193_3_2015	3.314	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	BALDISSERO CANAVESE	1			2732
	12291_6_2015	2.200	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Altro	IVREA	1	Edificio in Linea	Struttura mista (c.a. e laterizi)	2737
	12324_6_2015	5.200	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Passaggio di proprieta'	BOLLENGO	1	Edificio in Linea	Struttura in muratura portante	2740
	12339_15_2015	3.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Locazione	RIVOLI	1			2939
	1304_62_2015	5.229	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Ristrutturazione importante	CHIERI	1			2778
	13518_18_2015	5.174	E	E1(1)	1900	Intero edificio	Ristrutturazione importante	BONDISSONE	1	Edificio a Schiera	Struttura in c.a. (con chiusure in laterizi)	2670

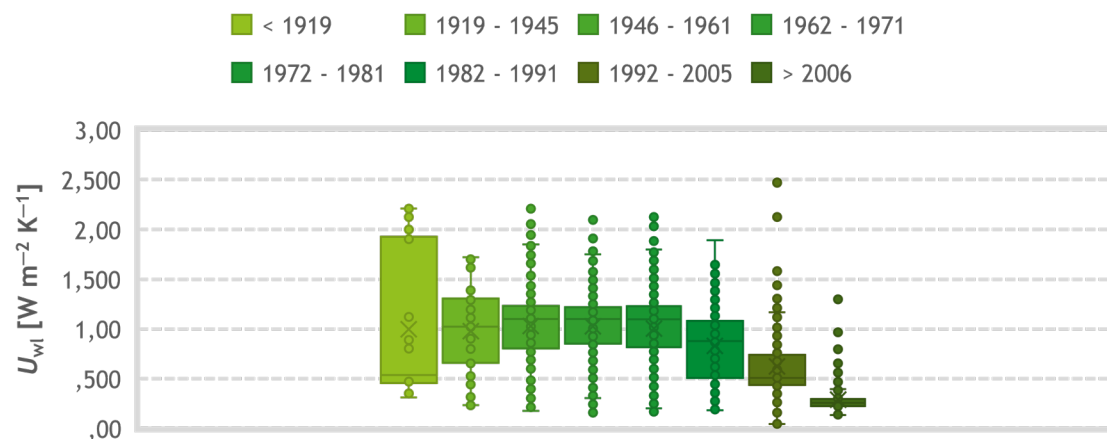
→ Data clustering

Perché il *data clustering* è importante?

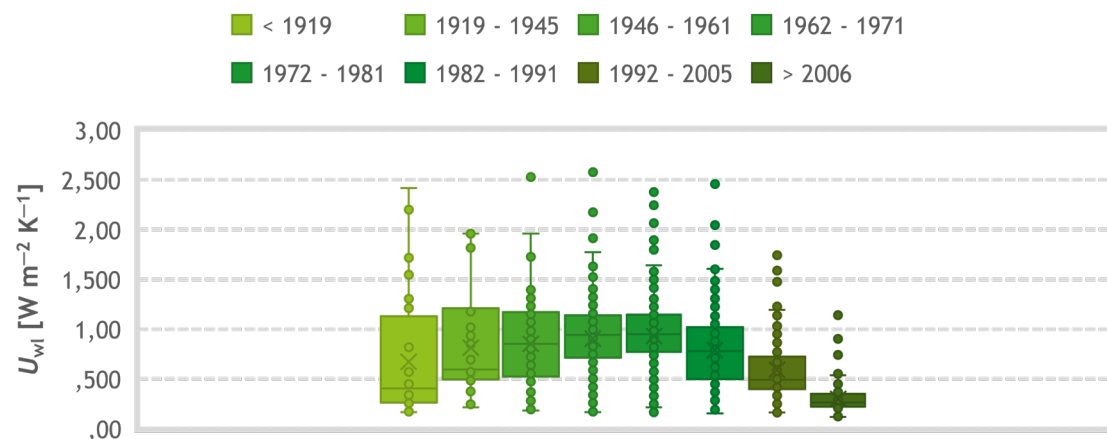


Perché il *data clustering* è importante?

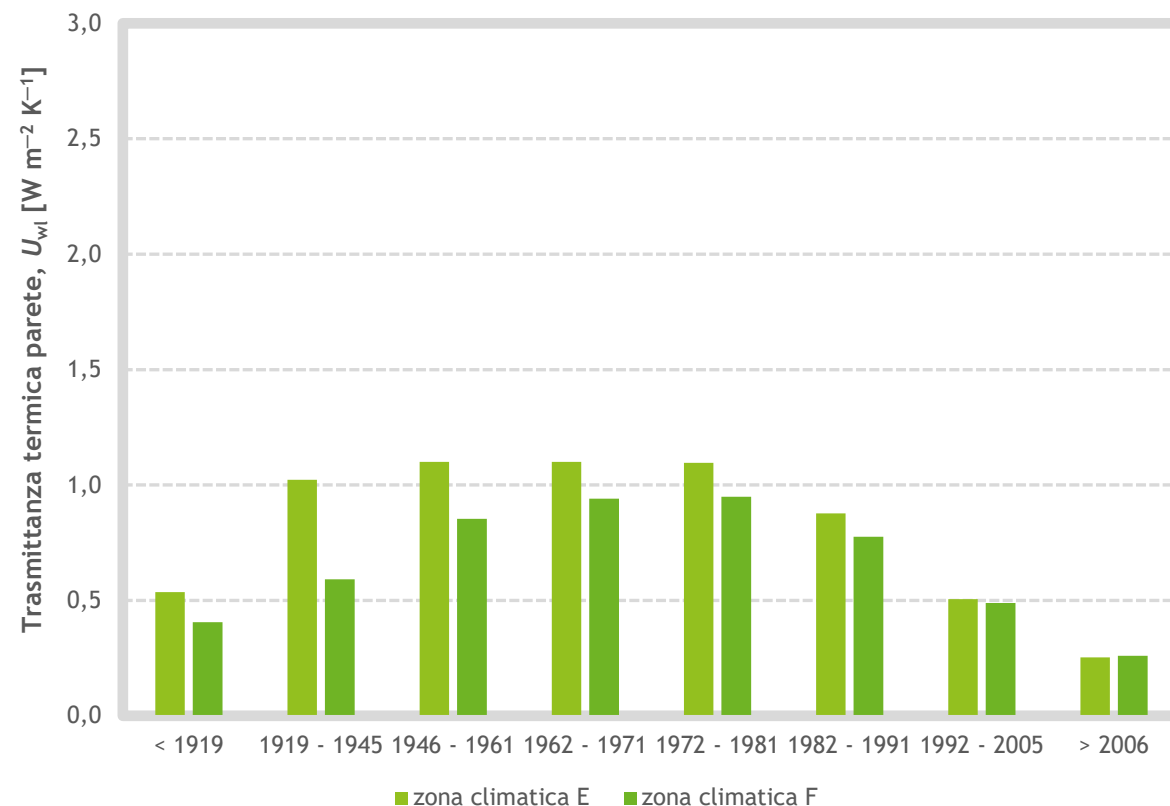
Struttura in calcestruzzo armato con muratura in laterizio
(zona climatica E)



Struttura in calcestruzzo armato con muratura in laterizio
(zona climatica F)



Struttura in calcestruzzo armato con muratura in laterizio
(mediane)



Conclusioni

- Gli archetipi sono uno strumento efficace per il **benchmarking** del patrimonio edilizio e per il **monitoraggio** dell'attuazione delle misure di ristrutturazione.
- L'approccio che utilizza gli archetipi edilizi è un **compromesso per ridurre la complessità e migliorare l'accuratezza** dell'analisi energetica.
- Il *data clustering* svolge un **ruolo significativo** nella generazione degli archetipi edilizi.
- Il processo di segmentazione (*segmentation*) consente di considerare gli **aspetti eterogenei** del patrimonio edilizio.
- Le **limitazioni** devono essere superate dal miglioramento dell'APE: aumento della qualità dei dati, arricchimento del dataset con nuovi indicatori e fonti di dati.