ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Il contributo dei catasti regionali degli APE e degli impianti termici

Gian Luca Morini*, Filippo Azzini*+, Maurizio Goni+, Cosimo Marinosci+**

*Dipartimento di Ingegneria Industriale – DIN

+Osservatorio Regionale SACE

**ART-ER

I punti della presentazione

- La nuova Direttiva Europea EPBD IV (Case Green)
- I database nazionali e regionali
- Il valore aggiunto della georeferenziazione del dato energetico
- Esempi di estrazione di dati

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Direttiva Europea EPBD IV

La EPBD IV (Direttiva Case Green) traccia le direttrici operative in base alle quali i Paesi Membri devono «decarbonizzare» il loro patrimonio edilizio entro il 2050.



EPBD IV (Case Green): Il Cambio di Paradigma

Da Singolo a Collettivo

Superamento degli obblighi rigidi individuali (salti di classe per singola unità). Focus sulla prestazione media dell'intero parco immobiliare nazionale.

Nuovo Ruolo dell'APE

L'APE si trasforma da mero atto burocratico a strumento conoscitivo fondante per mappare e pianificare le strategie territoriali di decarbonizzazione.

Flessibilità Nazionale

Gli Stati Membri definiscono autonomamente le traiettorie applicative sulla base della reale distribuzione delle classi energetiche locali.



Obiettivo Finale EPBD IV: Decarbonizzazione completa de

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Target Differenziati: Residenziale vs Non Residenziale

L'Italia ha la flessibilità di decidere come raggiungere i target, ma per farlo deve basarsi sulla reale distribuzione delle sue classi energetiche.

La direttiva differenzia nettamente due comparti:

Edilizia residenziale (80%)



Edilizia non residenziale (20%)



introducendo logiche diverse per effettuare le previsioni sui fabbricati da ristrutturare.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Target Differenziati: Residenziale



Edifici Residenziali: il Target della "Media" Nazionale

Per le abitazioni non si ragiona più per classe energetica minima del singolo edificio (es. "tutti in classe E entro il 2030"), ma per **riduzione del consumo medio di energia primaria** dell'intero patrimonio nazionale/regionale.

Edilizia Residenziale

80% del parco

- **Riduzione consumi medi:** -16% entro il 2030, -20/22% entro il 2035 (vs 2020).
- **Regola del 43%:** Almeno il 55% del risparmio deve derivare dal recupero del 43% degli immobili a peggiori prestazioni (worst-performing buildings).
- **Focus:** Abitazioni unifamiliari e condomini ad alto rischio energetico.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Target Differenziati: Residenziale



Edifici Residenziali: La regola del 43% (Il vincolo sui peggiori)

Per evitare che vengano ristrutturati solo gli edifici già efficienti (**effetto Super-Bonus**), la Direttiva impone che almeno **il 55% del risparmio energetico complessivo provenga dal recupero del 43% degli edifici con le prestazioni energetiche peggiori (worst-performing buildings).**



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Target Differenziati: Non Residenziale



Edifici Non Residenziali: L'Approccio a Soglia

In questo settore si applicano i **MEPS** (Minimum Energy Performance Standards).

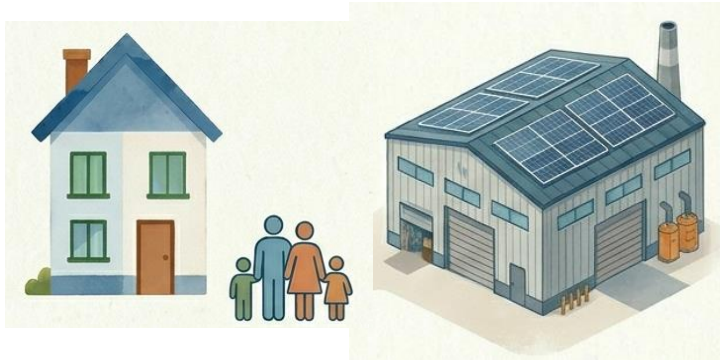
Edilizia Non Residenziale

20% del parco

- **Approccio a Soglia (MEPS):** Minimum Energy Performance Standards operativi.
- **Target 2030:** Ristrutturazione del 16% degli edifici pubblici e commerciali più energivori.
- **Target 2033:** Ristrutturazione del 26% degli edifici più energivori.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

I tool per l'applicazione dell'EPBD IV



Il Parco Immobiliare Italiano e i database sugli APE e sugli Impianti

Per definire numericamente a cosa corrisponde la soglia relativa al

- ***"43% di edifici residenziali peggiori"***
- ***"16-26% di edifici non residenziale peggiori"***

l'Italia ha bisogno di una radiografia digitale esatta dello stato di fatto che può essere ottenuta grazie alla elaborazione dei dati contenuti nei database regionali e nazionali relativi agli APE.

In questo modo si può creare una **«lista dei worst-performing buildings» a diverse scale (comunale, provinciale, regionale, nazionale)**

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

I tool per l'applicazione dell'EPBD IV



Database Nazionale APE (SIAPE)

SIAPE Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica

il SIAPE è stato realizzato e viene gestito da ENEA con lo scopo primario di restituire una immagine dettagliata dello stato dell'arte della riqualificazione energetica del parco edilizio nazionale.

Funzionalità principali

Nell'area **Monitoraggio** cittadini, imprese ed enti possono generare statistiche sugli APE presenti nel SIAPE, analizzandoli in forma aggregata e in base a determinati parametri scelti dall'utente.

- Analisi territoriale
- Caratteristiche degli immobili
- Indici di prestazione ed emissioni

8.815.714 APE

Totale APE presenti nel SIAPE al 19/10/2026

Indice di Prestazione Energetica Globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ medio

198,6 kWh/m² anno

Indice di Prestazione Energetica Globale rinnovabile $EP_{gl,ren}$ medio

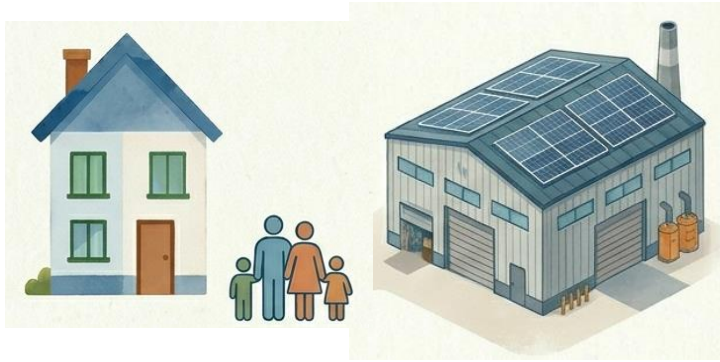
22,5 kWh/m² anno

Emissioni di CO_2 medie

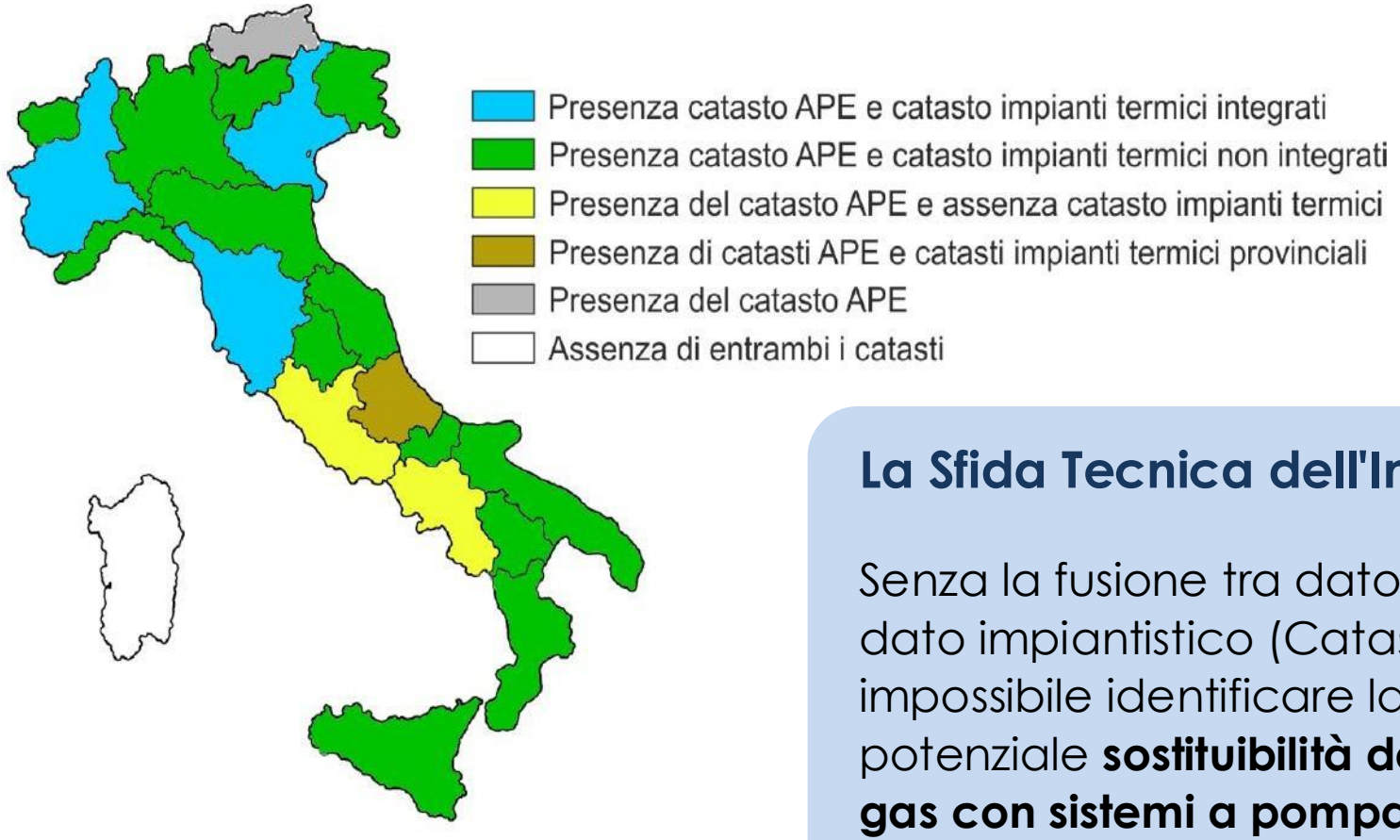
40,4 kg_{CO2}/m² anno

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Interoperatività dei DB



Database regionali: APE e Catasto impianti



- **In Emilia Romagna i database SACE e CRITER non sono nati come integrati**
- **Situazione fortemente disomogenea tra le regioni italiane.**

La Sfida Tecnica dell'Interoperabilità

Senza la fusione tra dato edilizio (APE) e dato impiantistico (Catasto Impianti), è impossibile identificare la reale potenziale **sostituibilità delle caldaie a gas con sistemi a pompa di calore.**

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

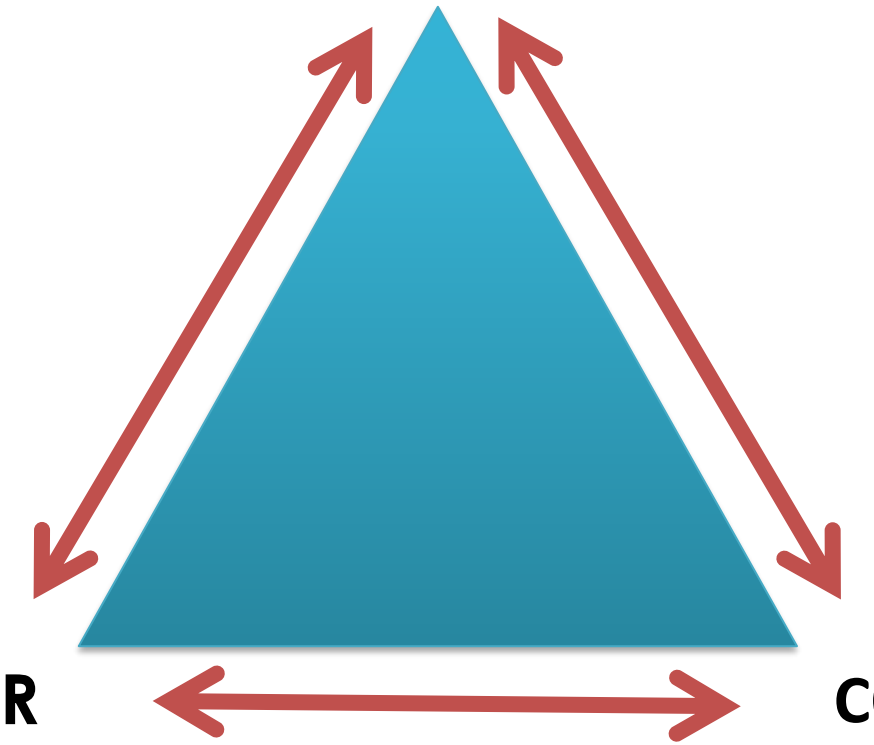
Il problema del collegamento dei DB

DB ISTAT Edilizia (2011)

- Nuclei familiari
- Anno di costruzione

- Indirizzo*
- Coordinate catastali

*Definizione dell'indirizzo libero, con possibili errori di scrittura



- Indirizzo*
- Coordinate catastali non obbligatorie
- Numero POD e PDR

- Indirizzo
- Numero PDR
- Assenza dell'interno e del subalterno

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

I Database ER: SACE-CRITER-CONSUMI

I dati contenuti in questi database sono estremamente eterogenei in termini di coordinate

	SACE	CRITER	CONSUMI
Coordinate catastali	Obbligatorie	Facoltative	Assenti
Coordinate spaziali	Obbligatorie	Assenti	Assenti
Indirizzo	Obbligatorio	Obbligatorio	Del contatore
Cross identificativi		→	

- Utilizzabili/Affidabili
- Parzialmente utilizzabili
- Non utilizzabili/non affidabili

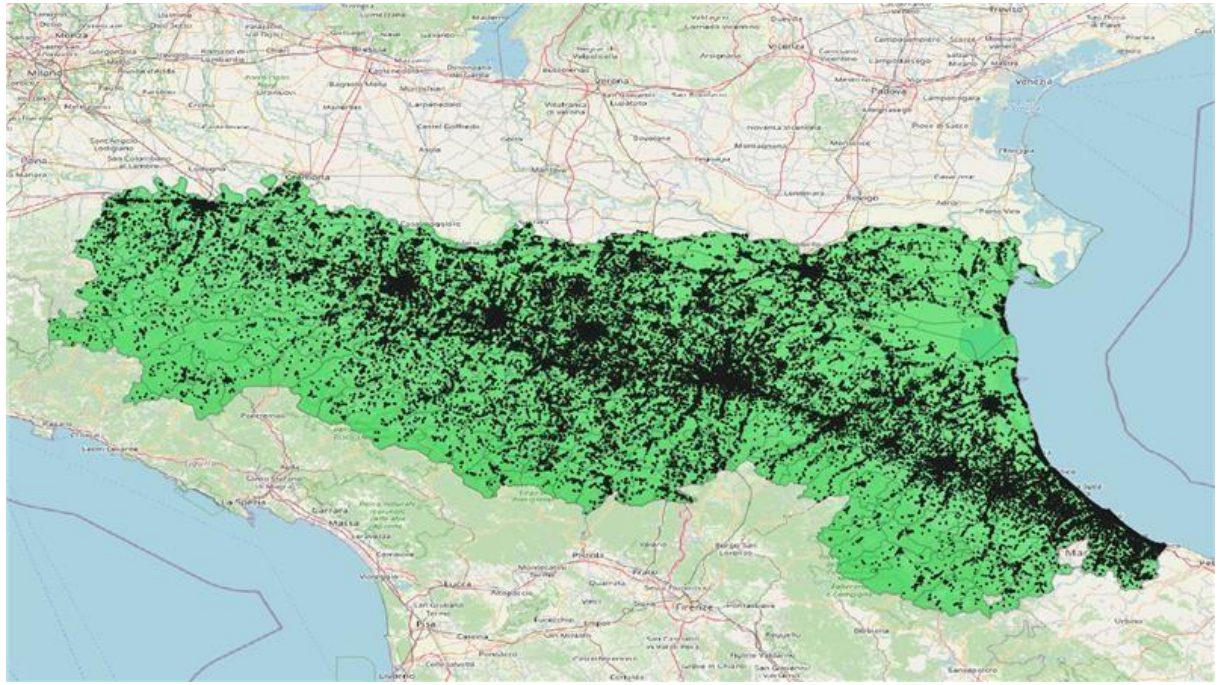
Si è utilizzato **eGeoCoding** per standardizzare ed eventualmente correggere gli indirizzi dei due database, a monte di un elevato **costo computazionale** si è potuto raggiunge un match **> 90%**

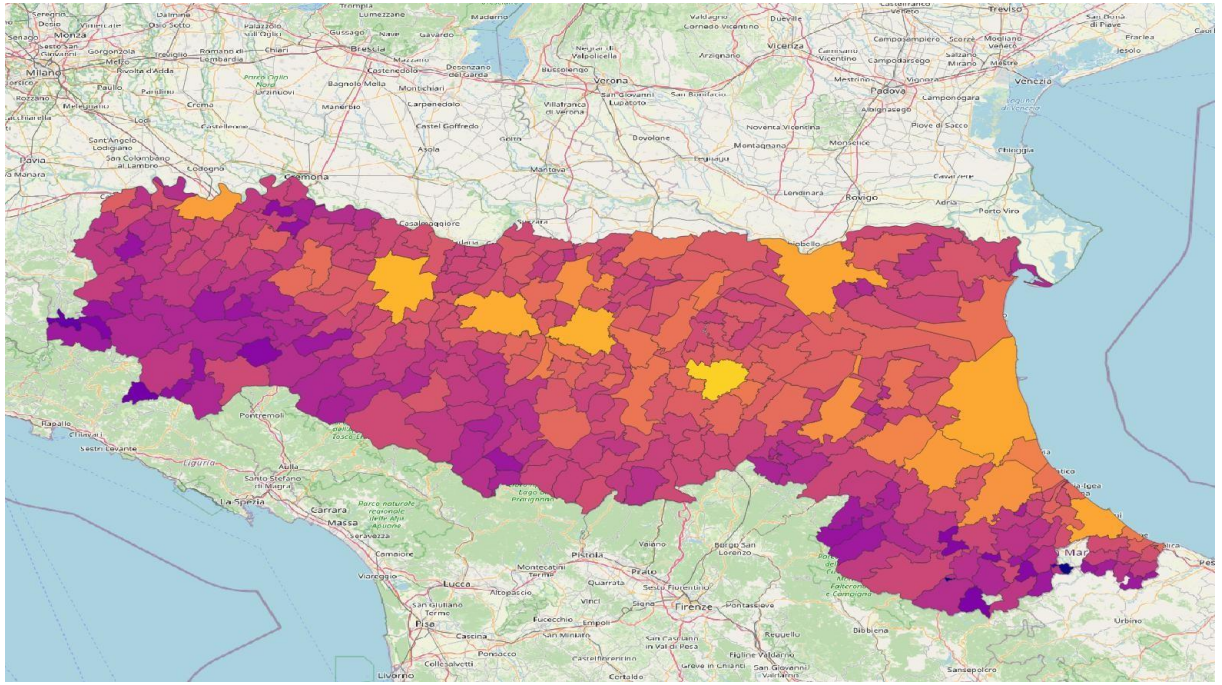
Questo dimostra l'importanza di avere db già predisposti per ottenere un match.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Analisi dati SACE: Regione Emilia-Romagna

Progetto PNRR GRINS: convenzione tra Università di Bologna e RER

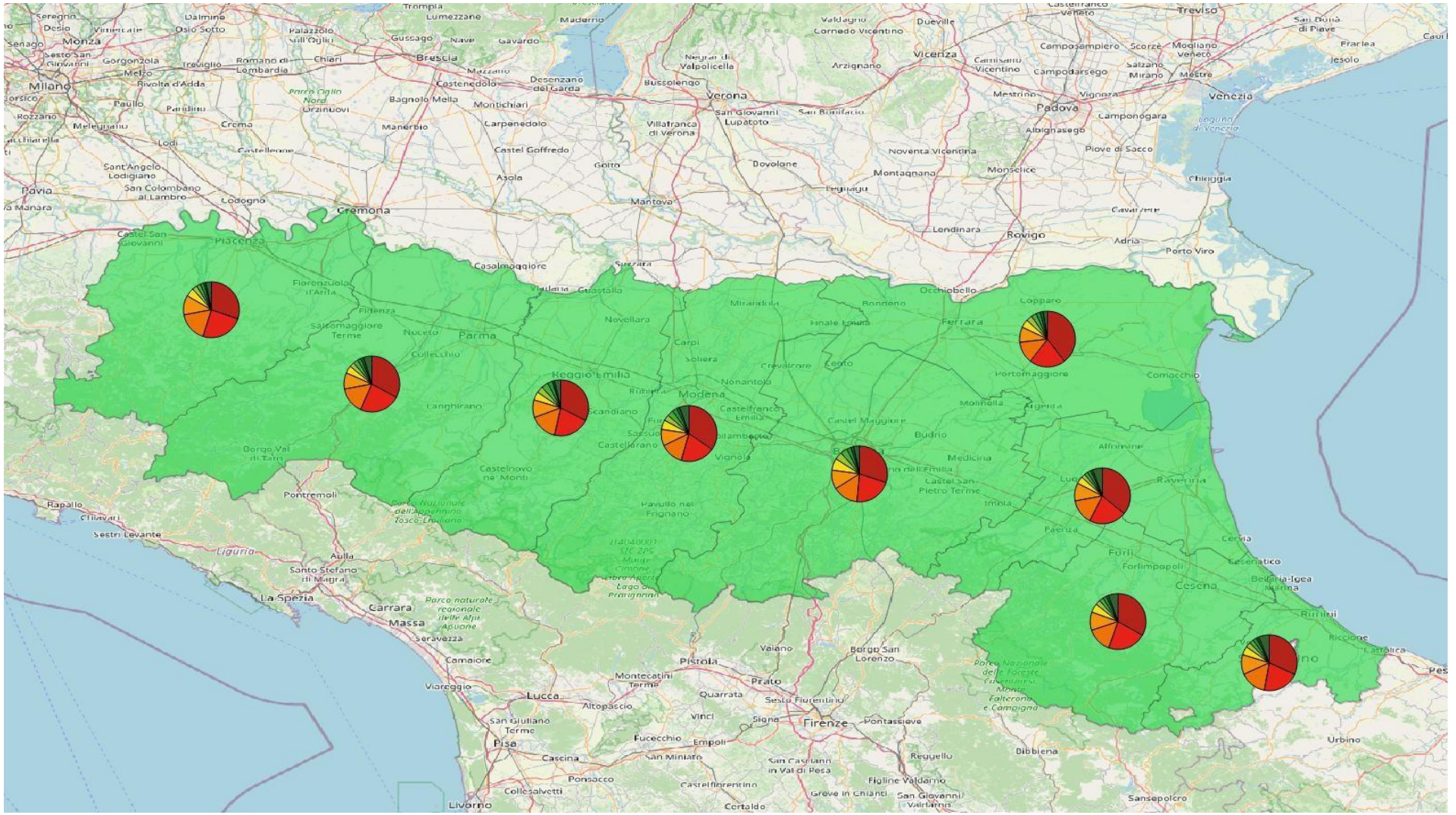




ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Analisi dati SACE: Regione Emilia-Romagna

Distribuzione Classi Energetiche per Provincia/Comune

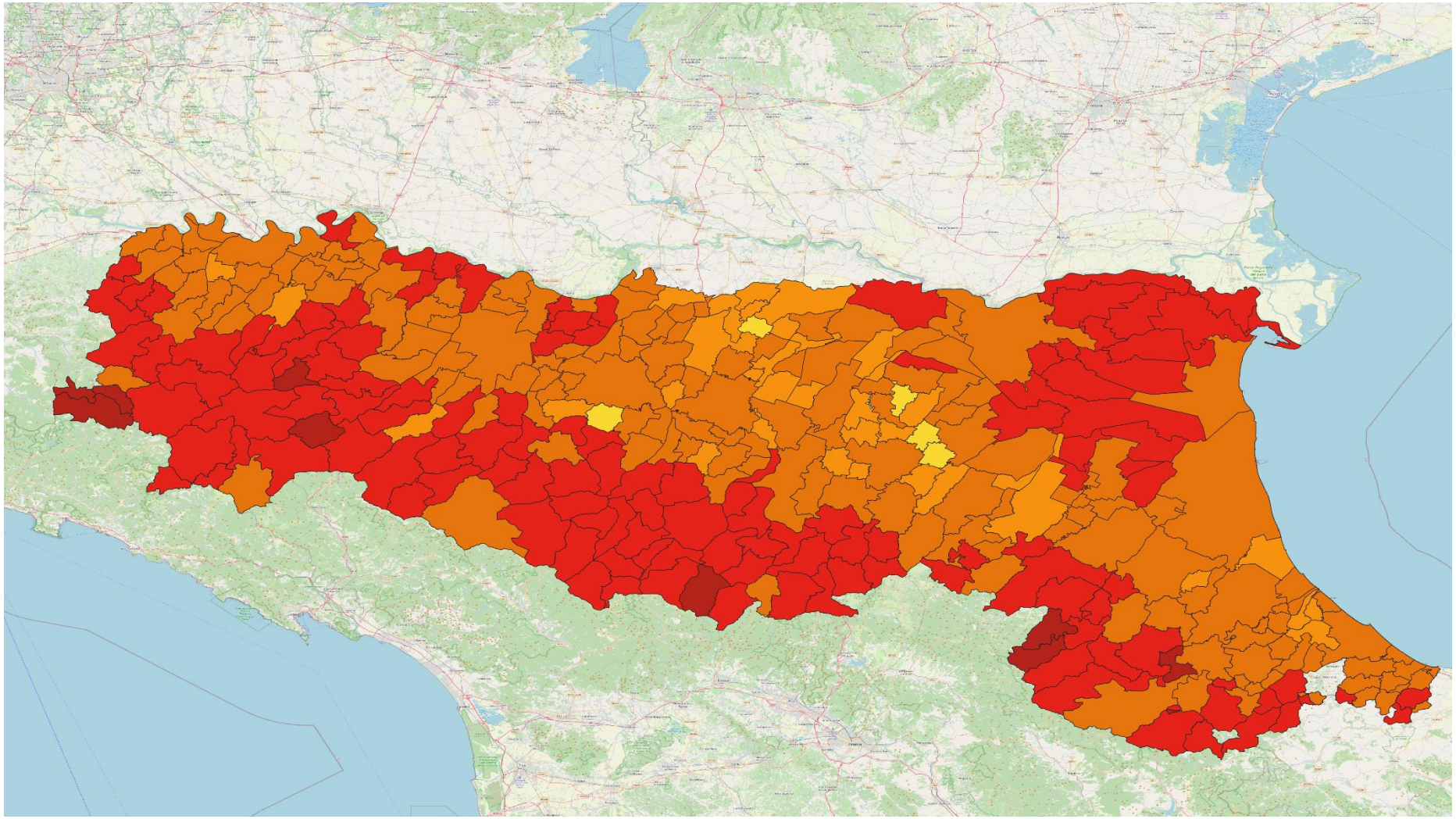




ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Analisi dati SACE: Regione Emilia-Romagna

Distribuzione Classe Energetica media per Comune

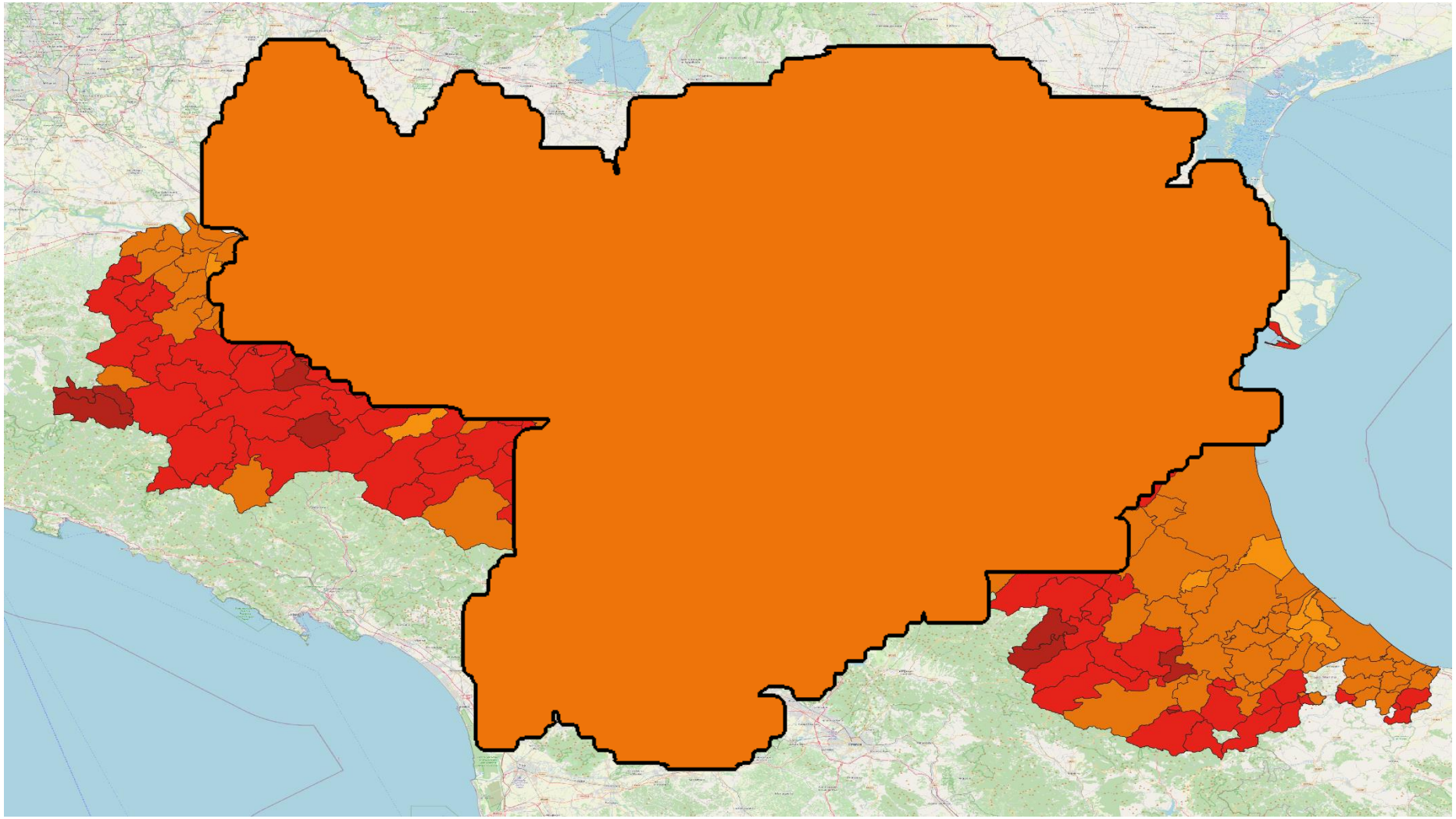




ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Analisi dati SACE: Regione Emilia-Romagna

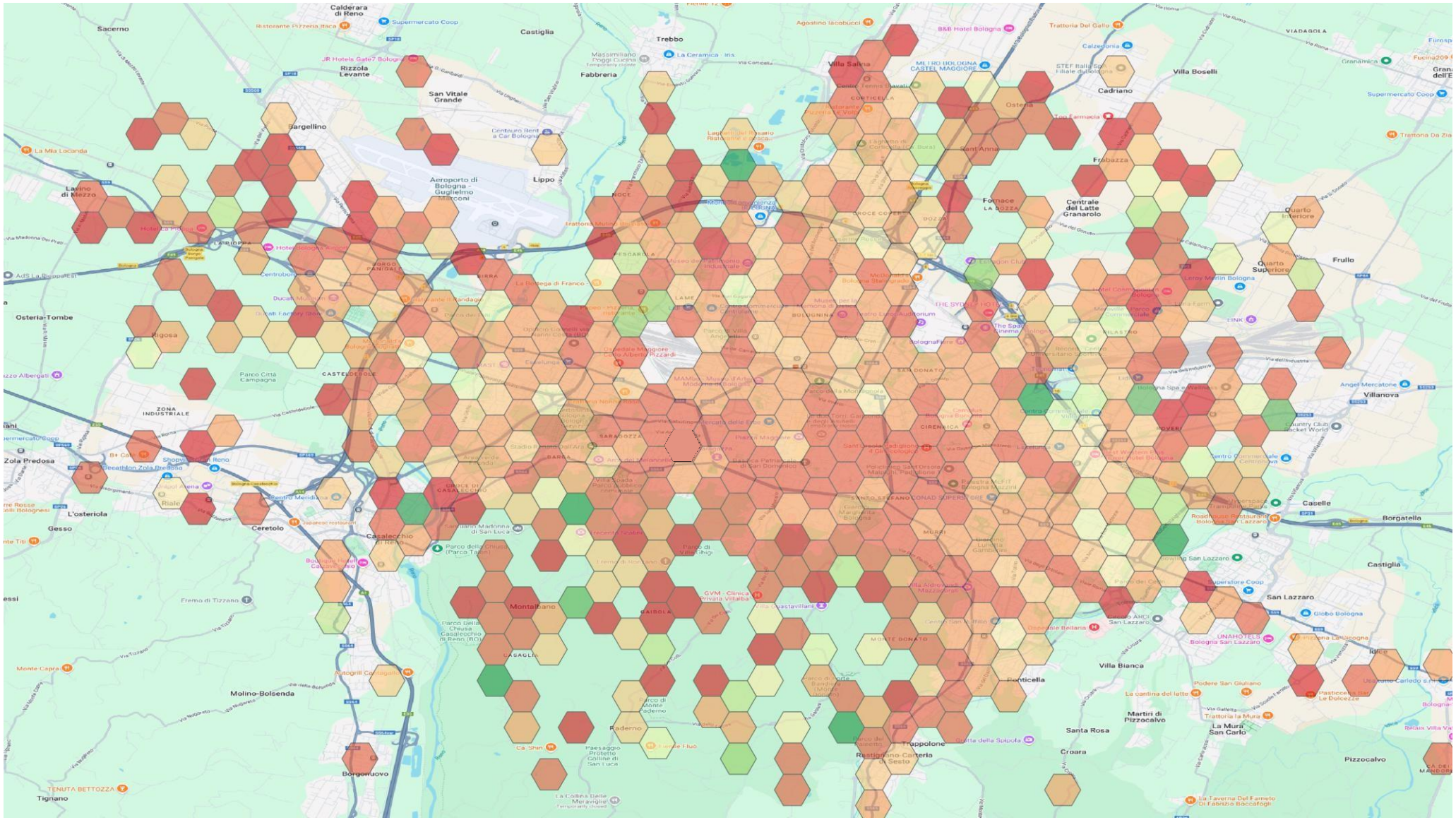
Distribuzione Classe Energetica media per Comune





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

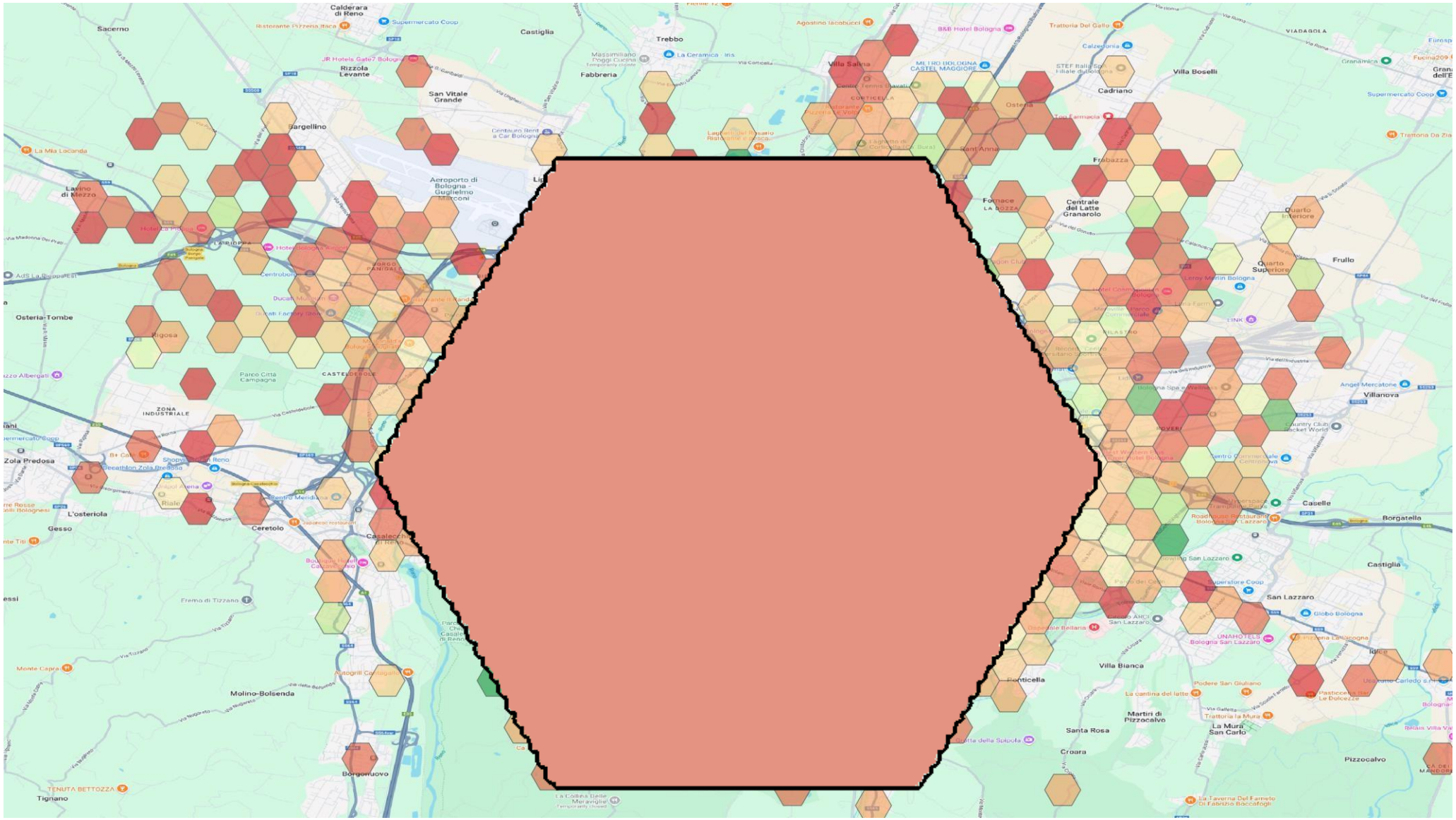
Analisi dati SACE: Comune di Bologna





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

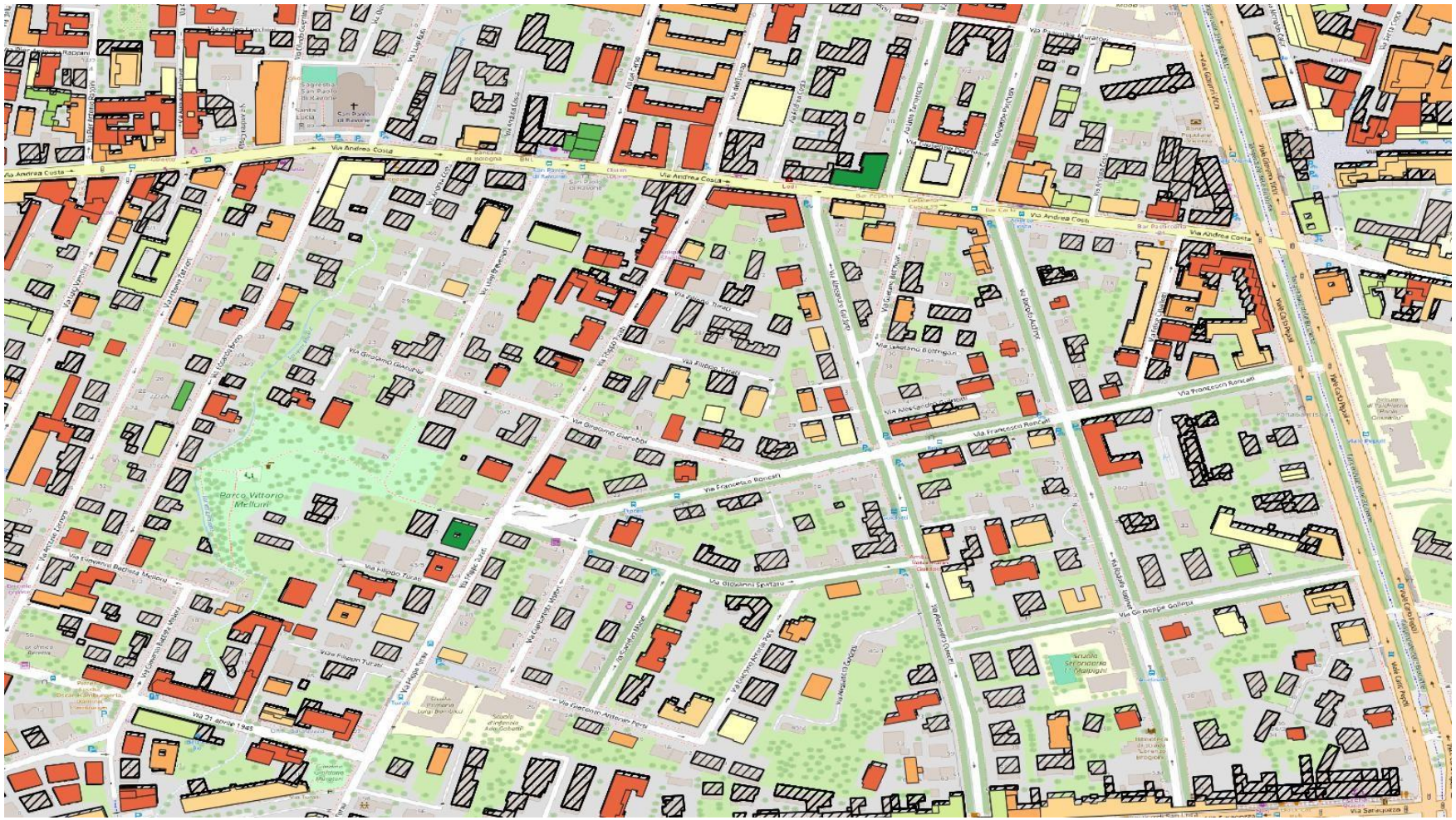
Analisi dati SACE: Comune di Bologna



APE
Attestato Prestazione Energetica

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Geolocalizzazione APE



UNITA' MINIMA MAPPALE



Non residenziale



Almeno 1 UI residenziale
Nessun APE



Almeno 1 UI residenziale
Almeno 1 APE

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Geolocalizzazione APE e Consumi gas

APE

comune	Piazzati	numeroAttesattiTotali	percentualePiazzati
BOLOGNA	95265	116316	81.90188796
PARMA	25796	53282	48.41409857
MODENA	37134	47897	77.52886402
REGGIO NELL EMILIA	32448	41675	77.85962807
RAVENNA	32472	41272	78.67803838
FERRARA	29440	37132	79.28471399
RIMINI	23965	34842	68.78192985
PIACENZA	19028	27330	69.62312477
FORLI	18970	25504	74.38048934
CESENA	14501	20300	71.43349754

Consumi annuali di gas

Comune	Lunghezza_df	Lunghezza_Final	Perc
BOLOGNA	209887	202459	96.46095
RAVENNA	91432	85497	93.50884
MODENA	86067	83319	96.80714
REGGIO NELL EMILIA	76941	74787	97.20045
RIMINI	75396	72381	96.00111
FERRARA	68068	66310	97.41729
FORLI	56845	54789	96.38315
PIACENZA	52789	50572	95.80026
CESENA	42773	37435	87.52016
IMOLA	32207	30855	95.80215

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Dati per unità immobiliare



I dati collegati alla singola unità immobiliare

- Classe
- subalterno
- EPgl,ren
- EPgl,nren
- indice emissione CO2
- codice attestato
- superficie climatizzata
- Trasmittanze
- Posizione (latitudine, longitudine)
- Motivazione attestato
- Tipologia impianto
- Servizi energetici attivi
- Anno costruzione
- Indirizzo.
- Destnazione d'uso

- Tutti i dati contenuti nel file .xml esteso

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

I dati SACE: filtri su specifici parametri

Trasmittanza componenti opachi





0 1.80 W/m2K 3.60 W/m2K

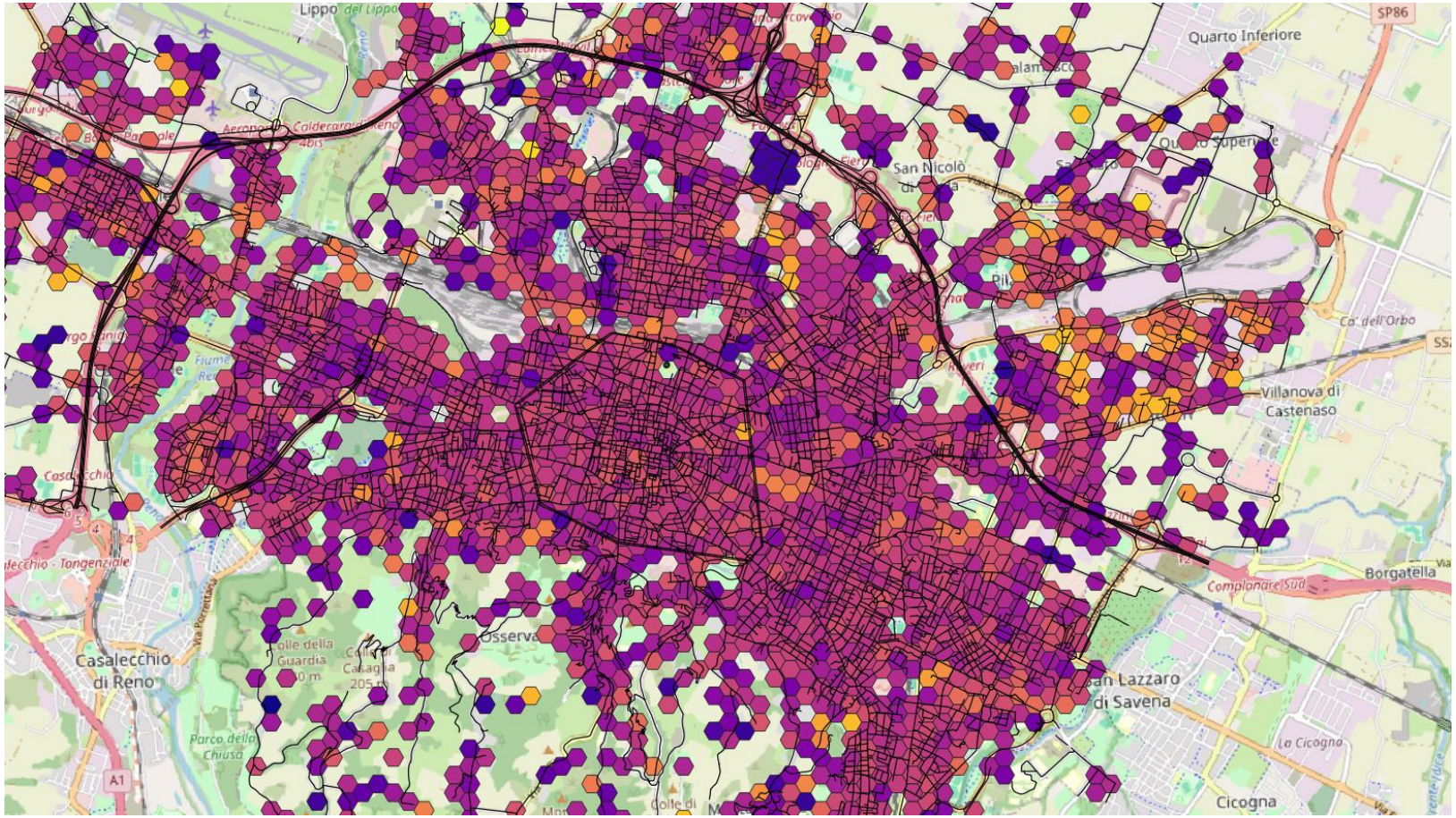
Filtri:
U_parete
U_serramenti
T_mandata

Attraverso i filtri su trasmittanze e corpi scaldanti contenuti nei database, il tool identifica dove è possibile installare subito una Pompa di Calore senza interventi sull'involucro.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

I dati SACE: filtri su specifici parametri

Trasmittanza componenti trasparenti





0 3.15 W/m2K 6.30 W/m2K

Filtri:
U_parete
U_serramenti
T_mandata

Attraverso i filtri su trasmittanze e corpi scaldanti contenuti nei database, il tool identifica dove è possibile installare subito una Pompa di Calore senza interventi sull'involucro.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

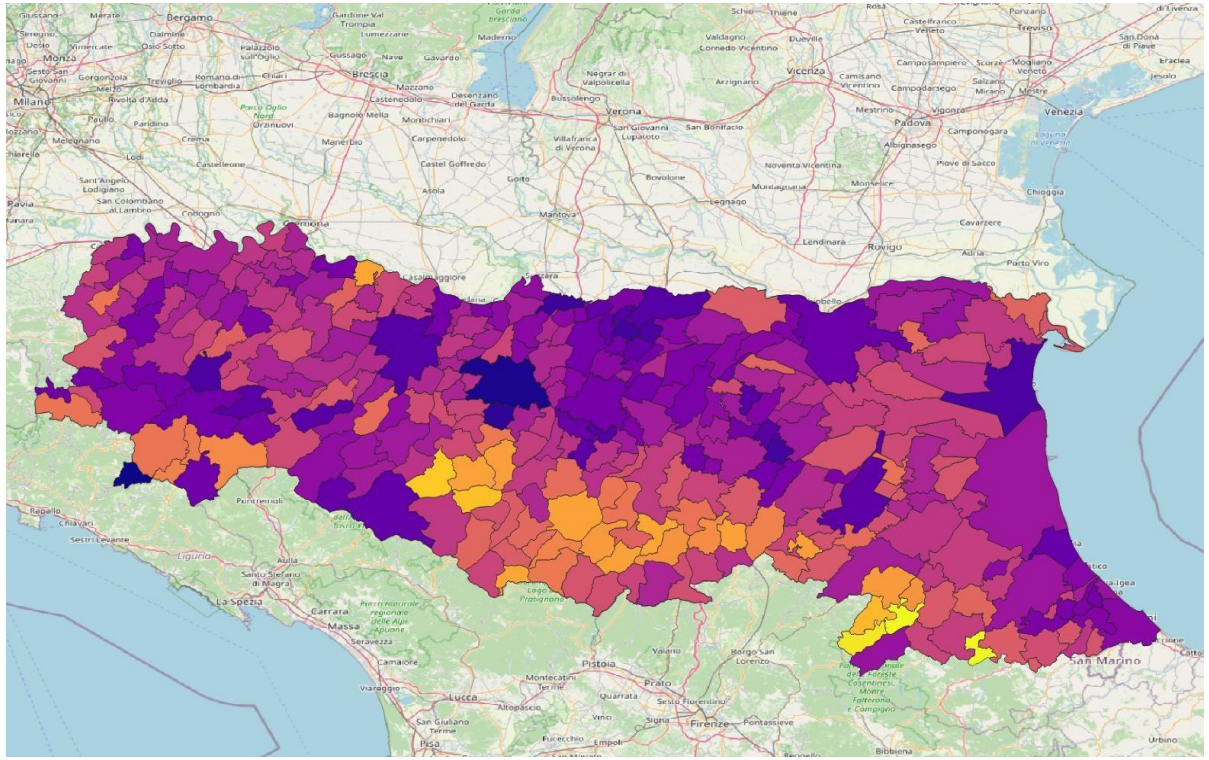
I dati SACE+CRITER, database geospaziale

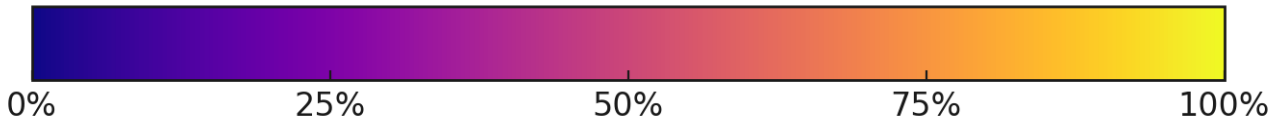
Distribuzione per Comune dei sottosistemi di generazione utilizzati per i servizi di riscaldamento, ACS, raffrescamento

Caldaie a gas

I dati incrociati SACE+CRITER mostrano una saturazione di caldaie a gas fossile vicina al 90% nei centri urbani (Zone Climatiche E, F).







ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

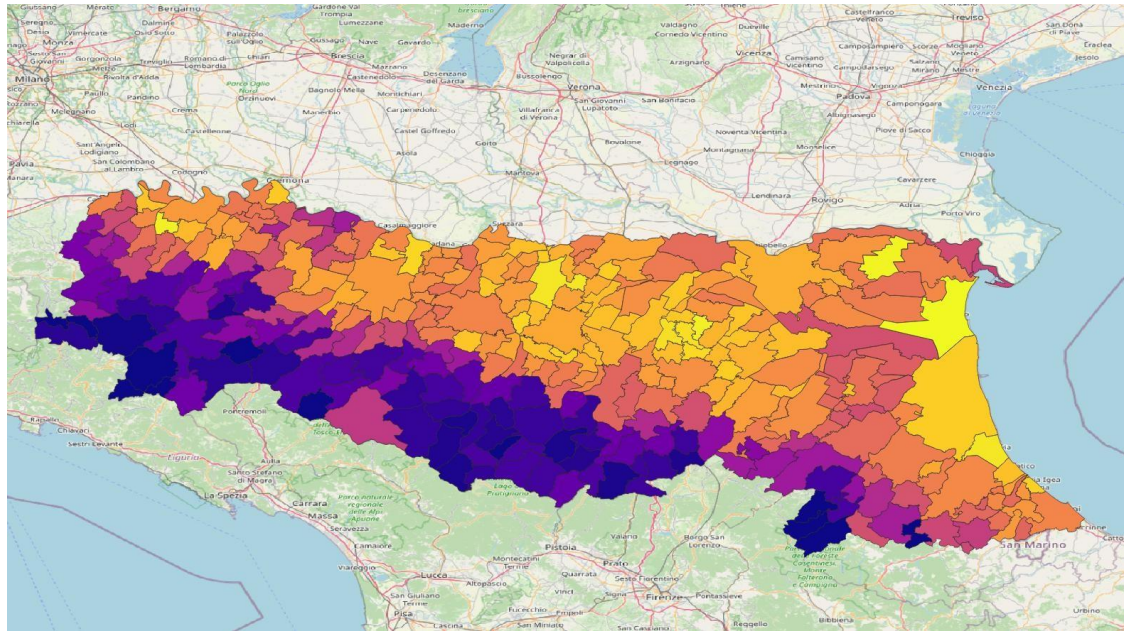
I dati SACE+CRITER, database geospaziale

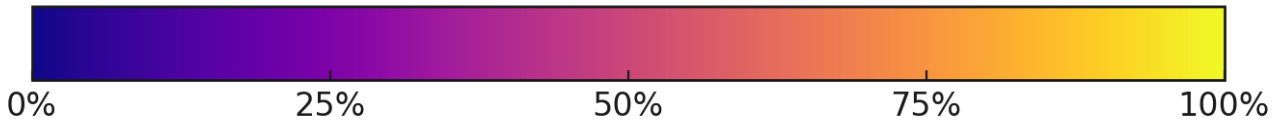
Distribuzione per Comune dei sottosistemi di generazione utilizzati per i servizi di riscaldamento, ACS, raffrescamento

Zone climatiche secondo DPR 412/93



Pompe di calore e gruppi frigo





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Verifiche sui dati SACE utilizzando gli altri db



I dati collegati alla singola unità immobiliare possono essere verificati:

- Incrociando i dati contenuti su CRITER
- I dati di consumo annuali

- E' importante sviluppare metodi automatici di verifica della correttezza dei dati contenuti nei database regionali (pulizia del dato)

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Stima prestazioni edifici senza APE



Il problema della baseload dei consumi dell'intero parco immobiliare regionale.

Occorre stimare I consumi (classe) degli edifice privi di APE.

Perchè un edificio non ha un APE?

- Mai ristrutturato
- Mai affittato
- Mai venduto
- Una combinazione delle voci precedenti

E' molto probabile che appartenga a classi "energivore" (dalla D alla G).

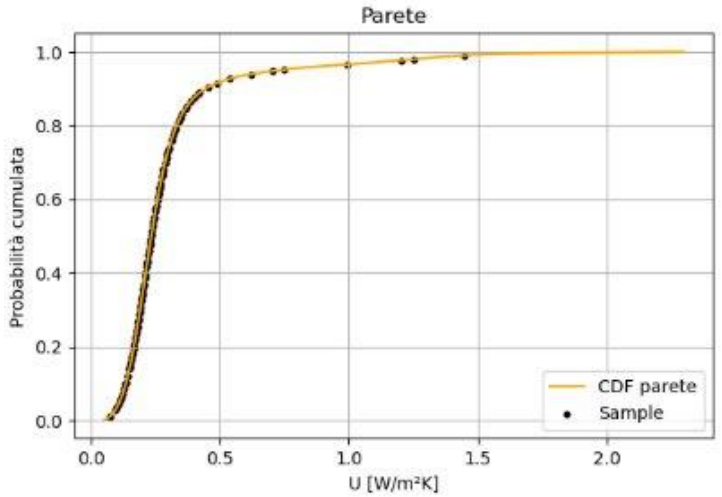
E' possible stimare la classe degli edifice privi di APE con:

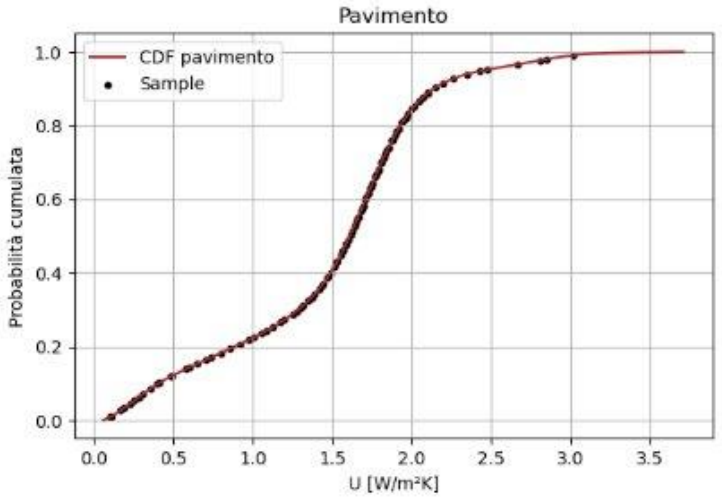
- **Modelli fisici (ad es. UNI TS 11300)**
- **Metodi analitici (Teoria dei Grafi)**
- **Modelli stocastici (Machine Learning)**

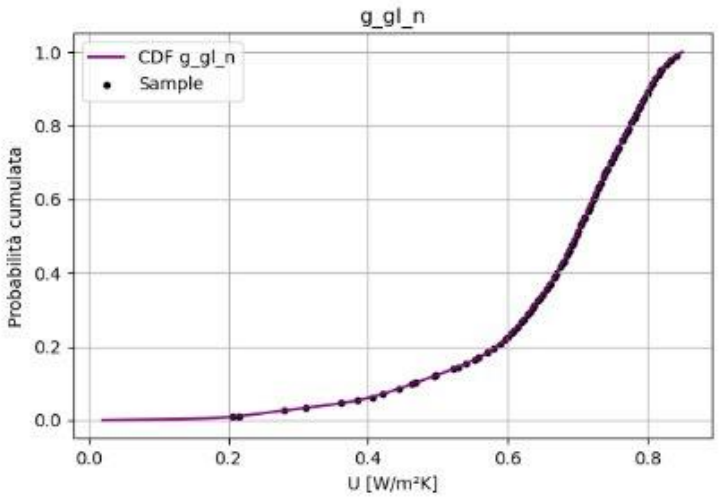
E' possible utilizzare 1.000.000 di APE per "addestrare" l'algoritmo (possibilmente su db "pulito")

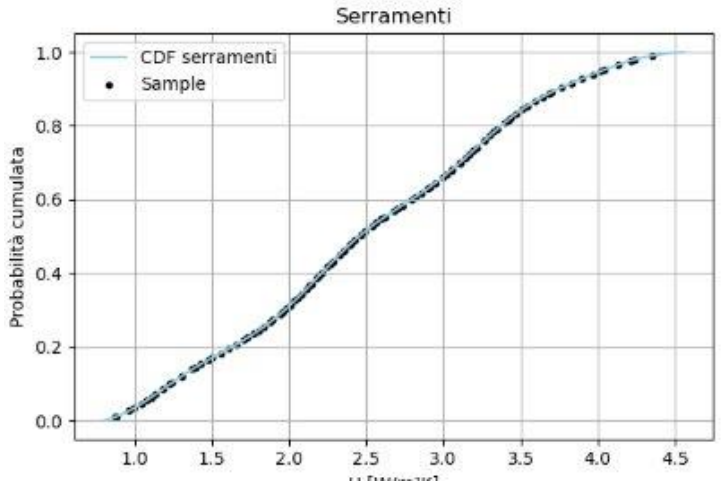
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

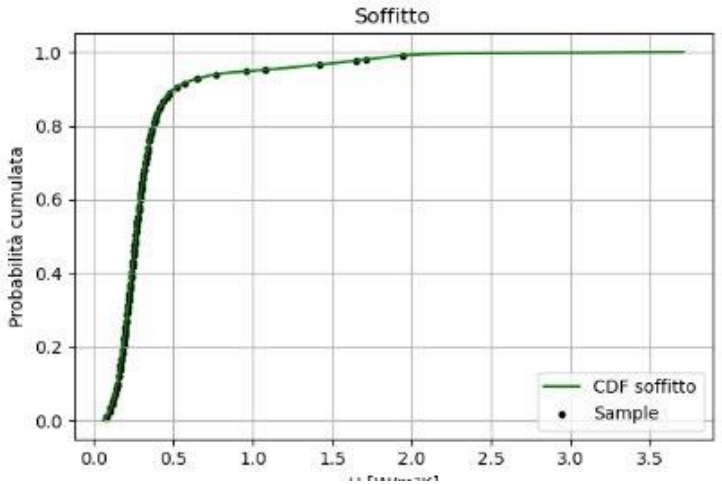
Stima prestazioni edifici senza APE: machine learning







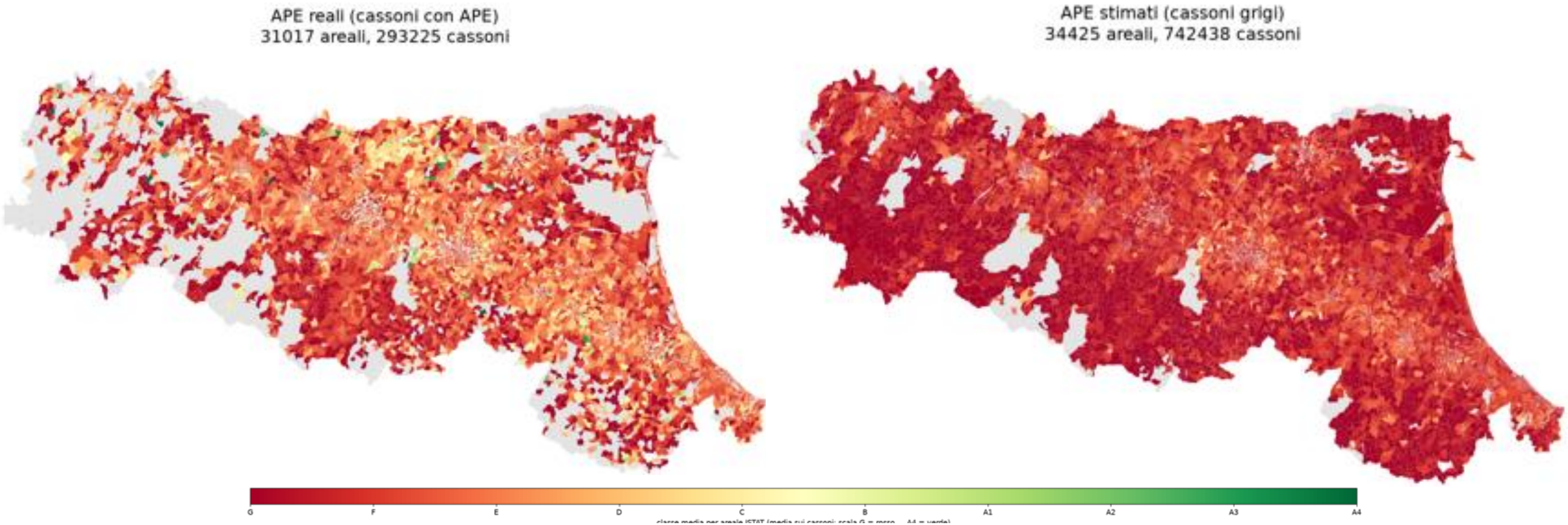




Analisi dei **coefficient di sensibilità** della classe e dei consume specifici dai parametri di input

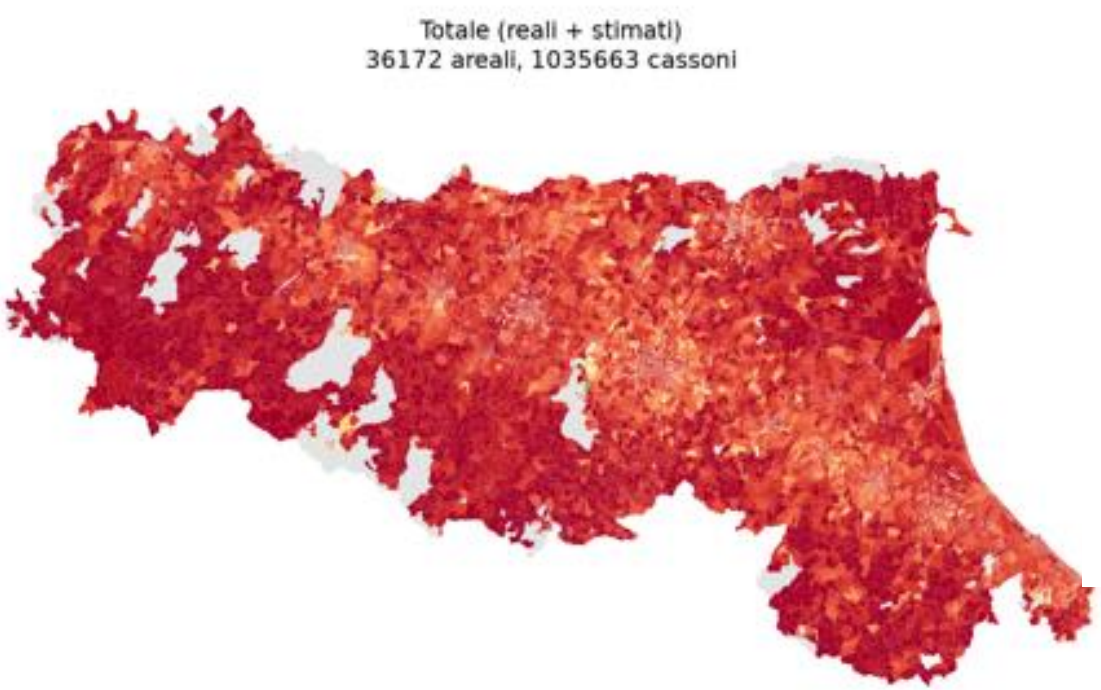
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

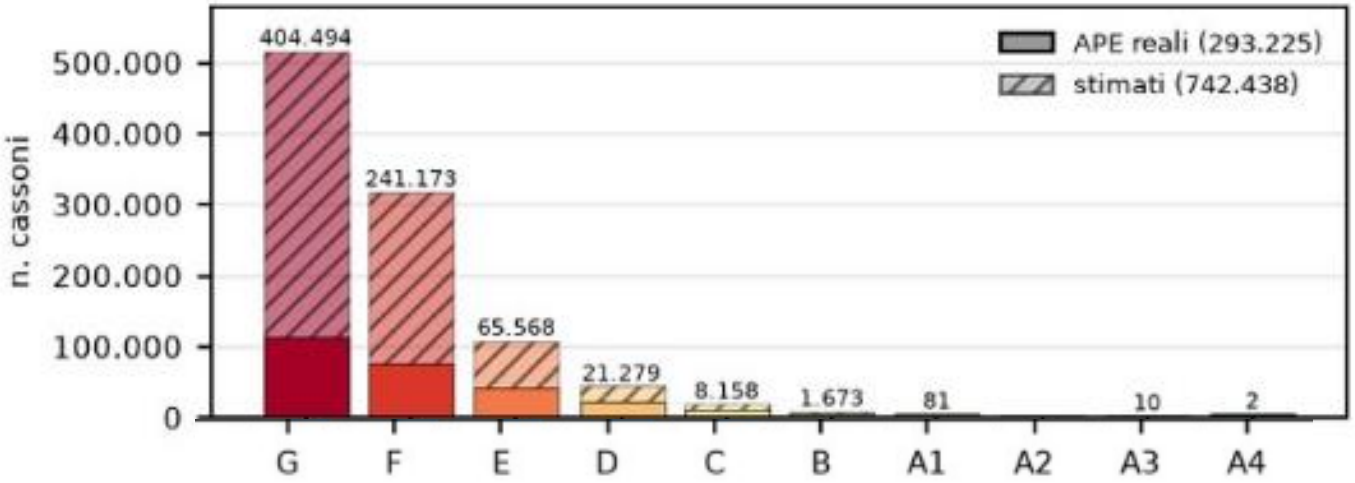
Stima prestazioni edifici senza APE: machine learning



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Stima prestazioni edifici senza APE: machine learning







ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Strumenti per la Decisione Politica e Tecnica

Pulizia Automatica DB

Algoritmi per la verifica formale e la rettifica automatica dei dati difformi in SACE e CRITER.

Baseload regionale e Liste Worst-Performing

Ricostruzione consumi medi regionali. Generazione automatizzata degli elenchi di edifici ad alta priorità a livello comunale e regionale.

Monitoring EPBD IV

Piattaforma di tracciamento in tempo reale dell'efficacia delle politiche pubbliche di incentivo.

Open Data Cittadini

Rilascio dati trasparenti per fornire feedback diretto alla cittadinanza sulle azioni intraprese.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Conclusioni

Università e Regione Emilia-Romagna stanno collaborando per sviluppare tool che permettano:

- **L'incrocio dei dati contenuti nei diversi db regionali e nazionali**
- **La verifica e pulizia dei db SACE e CRITER**
- **La geolocalizzazione dei dati contenuti nei db**
- **La stima dei consumi degli edifici privi di APE (con AI)**
- **La definizione della baseload dei consumi (a livello regionale/provinciale/comunale)**
- **La determinazione della lista dei «worst-performing buildings»**

Questi tool permettono di **monitorare gli effetti delle azioni intraprese a livello nazionale e regionale per l'applicazione della EPBD IV**

L'Osservatorio Regionale SACE disporrà di strumenti in grado di guidare la decarbonizzazione del parco immobiliare regionale.

Generazione di open data sugli effetti delle politiche energetiche in grado di fornire un feedback diretto al cittadino in merito all'efficacia delle singole azioni intraprese.

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA