



POLITECNICO DI MILANO

SCUOLA DI ARCHITETTURA URBANISTICA INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA EDILE E DELLE COSTRUZIONI

GREEN IS THE NEW GOLD?

IL VERDE URBANO E IL PREZZO DEGLI IMMOBILI:
APPLICAZIONE DELLA TEORIA DEI PREZZI EDONICI

CANDIDATO

AURORA LUIGIA TERESA BERTINI

MATRICOLA 865821

RELATORE

PROF. GIOVANNI PERUCCA

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

INDICE

PARTE I – Ragioni della ricerca	5
1.1 Introduzione	7
1.2 Domande, ipotesi e obiettivi	10
PARTE II – Il verde nelle città e il valore economico degli immobili	13
2.1 Le infrastrutture verdi e la loro classificazione	15
2.1.1 Classificazioni funzionali-configurazionali	16
2.1.2 Classificazioni strutturali-configurazionali	21
2.1.3 Classificazione delle coperture verdi	25
2.1.4 Classificazione dei sistemi di vegetazione verticale	27
2.2 Gli effetti economici del verde urbano	29
PARTE III – La teoria dei prezzi edonici	35
3.1 Cos'è il metodo dei prezzi edonici	37
3.2 I modelli dell'MPE	39
3.3 La procedura applicativa	43
3.4 I limiti applicativi	46
PARTE IV – L'influenza del verde sul prezzo degli immobili: il caso della città di Milano ...	47
4.1 Dati.....	49
4.2 Metodologia	51
4.3 Risultati e discussione	55
4.4 Conclusioni	59
Bibliografia	61
Sitografia	63
APPENDICE	

PARTE I

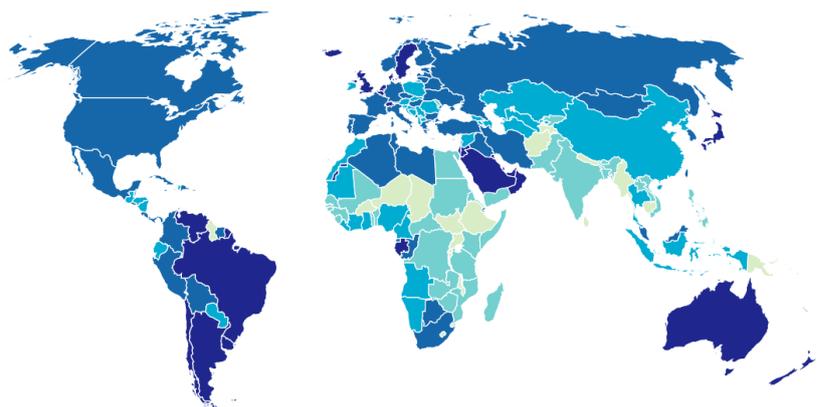
Ragioni della ricerca

I migliori studi e le ricerche che si possono fare, sono quelli fatti per seguire le proprie passioni e soddisfare la propria curiosità. Non è indispensabile avere basi o conoscenze pregresse, la cosa più importante è avere passione e voglia di comprendere e imparare ciò che non conosciamo. La curiosità di cercare di capire è il vero motore della vita.

(Stefano Nasetti)

1.1 Introduzione

Secondo quanto espresso dal Population Reference Bureau e visualmente riportato in figura 1.1, nel 2019 la percentuale della popolazione urbana mondiale era pari al 54%, dato ampiamente superato dalla maggior parte dei Paesi economicamente avanzati e in via di sviluppo, che raggiungono valori compresi tra l'83% e il 100%.



13% - 29% 31% - 47% 48% - 64% 66% - 82% 83% - 100%

✓ WORLD	54%
✓ SOUTH AMERICA	83%
✓ NORTHERN AMERICA	82%
✓ NORTHERN EUROPE	81%
✓ WESTERN EUROPE	80%
✓ LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN	78%
✓ EUROPE	74%
✓ SOUTHERN EUROPE	72%
✓ WESTERN ASIA	71%
✓ CENTRAL AMERICA	69%
✓ EASTERN EUROPE	69%
✓ OCEANIA	68%
✓ SOUTHERN AFRICA	64%
✓ EAST ASIA	63%
✓ NORTHERN AFRICA	52%
✓ MIDDLE AFRICA	49%
✓ SOUTHEAST ASIA	49%
✓ CENTRAL ASIA	48%
✓ WESTERN AFRICA	46%
✓ AFRICA	43%
✓ SOUTH ASIA	34%
✓ EASTERN AFRICA	28%

Figura 1.1.1 Percentuale della popolazione residente nelle aree urbane. Fonte: Population Reference Bureau (2019)

Ciò costituisce una sfida che è necessario conoscere e studiare in modo sempre più approfondito, dal momento che per il futuro si prevede un continuo incremento di tali valori percentuali, determinando notevoli effetti positivi e negativi sia a livello locale che globale.

Tra questi si possono citare sia vantaggi (quali una crescente internazionalizzazione, che stimola anche un incremento del livello culturale) che svantaggi, come l'inquinamento atmosferico e acustico, l'isola di calore urbana e la ridotta presenza di verde.

In merito a quest'ultimo aspetto, si sta assistendo ad una crescente domanda di aree verdi come risultato dell'aumento della popolazione urbana (che determina un incremento della densità abitativa ed una conseguente riduzione del verde), del tempo libero e della consapevolezza ambientale. A tale fenomeno si accompagna, inoltre, la risposta positiva dei governi cittadini di diverse parti del mondo (dall'Europa, agli Stati Uniti e al Giappone), che stanno elaborando strategie, progetti, norme e provvedimenti per tutelare, gestire e ampliare il verde urbano.

In Italia, ad esempio, il Comitato per lo Sviluppo del Verde Pubblico ha elaborato i seguenti documenti: "Strategia Nazionale del Verde Urbano - Foreste urbane resilienti ed eterogenee per la salute e il benessere dei cittadini" e "Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile". Il primo ha come oggetto di discussione la realizzazione di aree verdi permanenti intorno alle maggiori conurbazioni e di filari alberati lungo le strade, la creazione di giardini e orti e il miglioramento degli spazi verdi esistenti, nonché la riqualificazione delle infrastrutture pubbliche e scolastiche. In esso si riportano anche le principali azioni da intraprendere, quali sensibilizzazione ed educazione ambientale, pianificazione e progettazione delle aree verdi e monitoraggio delle strategie adottate.

Nel secondo documento, invece, si descrivono le regolamentazioni del verde e le strategie di pianificazione, progettazione e gestione del verde. Spazio è dedicato anche in questo caso al tema della comunicazione, della divulgazione e della sensibilizzazione del pubblico su tale argomento.

Relativamente alla gestione del verde, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha redatto il documento "Gestione ecosistemica delle aree verdi urbane: analisi e proposte" (2009), con lo scopo di riportare le normative vigenti in Italia relativamente al verde urbano e di descrivere piani di gestione

sostenibili, atti a favorire l'integrazione della gestione dei servizi delle aree verdi e degli spazi aperti urbani nella pianificazione urbanistica locale.

In merito alle normative, in particolare, si possono citare:

- Decreto interministeriale 2 aprile 1968, n. 1444: Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 765 del 1967
- Regolamento del verde urbano (per la gestione del verde cittadino)
- Piano del verde urbano (tutela, controllo e pianificazione per il mantenimento e la formazione del verde pubblico)
- Censimento del verde urbano (rilevazione e analisi delle caratteristiche del verde pubblico e privato)
- Carta del verde urbano (con principi, valori, obiettivi e linee guida di intervento per la tutela e la promozione del verde)
- UNI 11235 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture verdi

Queste ultime consentono di guidare sindaci e governanti verso delle decisioni più consapevoli e meditate, nonché di fornire ai tecnici un supporto valido lungo tutto il processo di progettazione, così da consentire la realizzazione di interventi duraturi ed efficaci per tutta la comunità.

1.2 Domande, ipotesi e obiettivi

La domanda fondamentale del presente lavoro è la seguente: *“Come incide la presenza delle tecnologie di verde in involucro sul prezzo degli immobili?”*.

La domanda è sorta analizzando quanto discusso nel paragrafo precedente: la popolazione è sempre più sensibile al tema ambientale e richiede la presenza del verde anche nelle città. Ma è difficile rivoluzionare l’assetto urbanistico e liberare spazio da destinare al verde.

Inoltre, nelle zone densamente edificate, il prezzo del terreno è molto elevato, data la sua elevata domanda e ridotta offerta. Per questo motivo, non risulterebbe economicamente conveniente sottrarre terreni edificabili e ad altamente redditizi per destinarli a verde.

Perciò, per introdurre il verde nelle città sarebbe importante riqualificare i terreni dismessi e sfruttare l’involucro degli edifici.

Tuttavia, anche quest’ultima strategia ha un costo. Ma quale? È un investimento che i proprietari degli immobili possono ripagarsi grazie ad un aumento dei prezzi di affitto e vendita degli stessi?

Inoltre, come affermano Koster et al. (2014) in merito ai monumenti e agli edifici storici, esistono tre tipologie di effetti che tali beni hanno sul prezzo di una casa:

- un effetto diretto per il proprietario dell’abitazione stessa, che usufruisce e gode della bellezza dell’edificio storico vivendoci all’interno
- un effetto indiretto per i residenti del quartiere, che possono camminare vicino agli edifici storici e godere della bellezza della zona
- un effetto indiretto per i residenti che godono della vista dell’edificio storico dalla loro casa.

Trasponendo tali considerazioni al tema qui analizzato, ci si può, quindi, chiedere: le tecnologie di involucro verde determinano solo effetti economici diretti, ossia l’incremento del prezzo dell’immobile ospitante il verde? Oppure è possibile osservare anche conseguenze indirette, quali un aumento del prezzo degli immobili con vista sul verde verticale e orizzontale incorporato in un altro edificio? Probabilmente, per ciascuna delle domande poste la risposta è affermativa: infatti, il verde va ad incrementare il benessere degli individui che ne usufruiscono (grazie

agli effetti psicologici che la sua vista determina) e, nel caso sia accessibile, fornisce numerosi servizi ai residenti che ne dispongono.

Obiettivo di questo lavoro è, quindi, indagare se vi sia una relazione tra presenza del verde in involucro e prezzo degli immobili interessati da tale tecnologia, con lo scopo di capire (se tale legame esistesse e fosse positivo) se l'eventuale incremento di prezzo sia sufficiente per rendere la strategia di involucro verde sostenibile dal punto di vista economico e, quindi, se quest'ultima abbia la possibilità di diffondersi in futuro nelle nostre città.

PARTE II
Il verde nelle città e il valore economico degli immobili

La natura non è un posto da visitare. È casa nostra.

(Gary Snyder)

2.1 Le infrastrutture verdi e la loro classificazione

Secondo quanto riportato nella Comunicazione della Commissione Europea COM(2013) 249 final, le infrastrutture verdi (o GI, Green Infrastructure) sono una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Sulla terraferma, le infrastrutture verdi sono presenti in un contesto rurale ed urbano e sono rappresentate da parchi, viali alberati, tetti verdi (verde pensile), aree agricole e boschive all'interno delle città.

Esistono diverse classificazioni delle infrastrutture verdi, ma incomplete e non condivise dai diversi studiosi. Ciò è dovuto al fatto che vi sono differenti discipline che si approcciano a questo tema, diversi contesti applicativi, metodi, terminologie e criteri di valutazione.

Tuttavia, è possibile effettuare un'iniziale macro-suddivisione delle GI in 4 categorie:

- a. canopia
- b. spazi verdi aperti
- c. coperture giardino
- d. sistemi di vegetazione verticale (facciate, muri)

Queste, sulla base dell'approccio tripartito di Ahern e Mell, possono essere a loro volta classificate secondo tre principi fondamentali, come riportato in tabella 2.1:

1. funzione
2. morfologia o struttura
3. contesto o configurazione

Tabella 2.1 Classificazione secondo l'approccio tripartito di Ahern e Mell

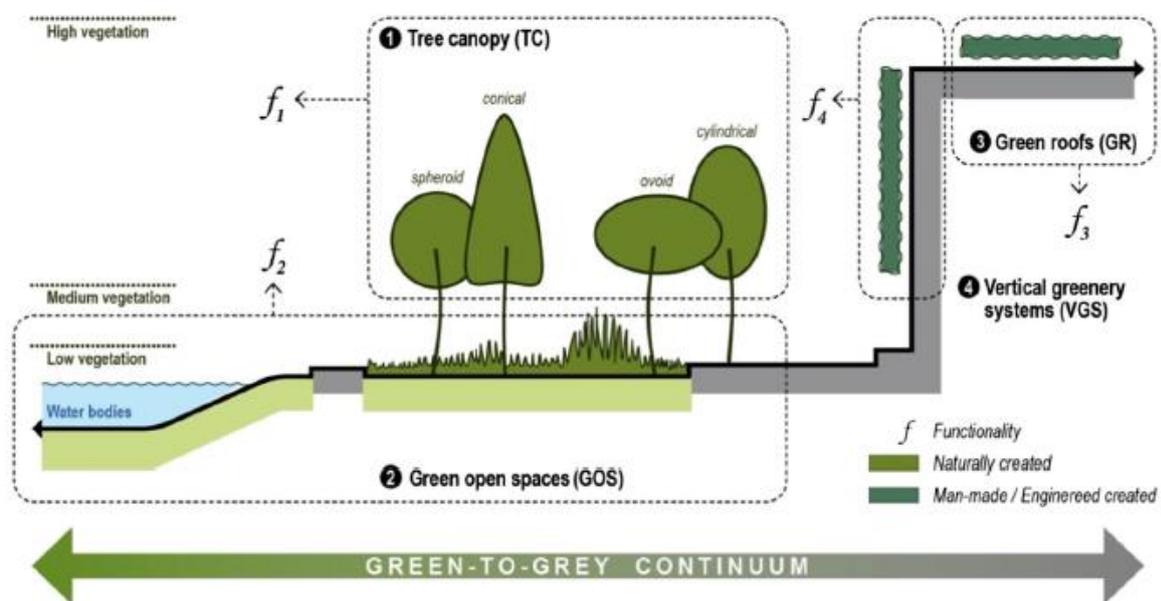
PRINCIPIO	ELEMENTO O FUNZIONE
FUNZIONE	<i>Ecologica</i> (biodiversità, conservazione) <i>Economica</i> (industria, business, rigenerazione) <i>Sociale</i> (istruzione, ricreazione, salute)
MORFOLOGIA	<i>Ecologica</i> (spazio fisico, connessione, elementi) <i>Economica</i> (costo degli spazi, progettazione) <i>Norme socio-culturali</i> (utenti, estetica, motivazioni)
CONTESTO	<i>Ecologico</i> (biodiversità, reti di supporto, mobilità ecologica) <i>Economico</i> (costo degli spazi, sviluppo economico, sostenibilità) <i>Norme socio-culturali</i> (collocazione, agevolazioni, motivazioni, percezioni)

2.1.1 Classificazioni funzionali-configurazionali

Si tratta della tipologia di classificazione maggiormente utilizzata.

Il modello ANGSt (Accessible Natural Greenspace Standard Model) proposto da English Nature si basa su parametri quali accessibilità, complessità strutturale e intensità d'uso. Essa si fonda sui principi di continuità degli spazi e di graduale progressione dalle infrastrutture grigie a quelle verdi, come riportato in figura 2.1.

Figura 2.1: Rappresentazione grafica delle principali categorie di infrastrutture verdi



Dal punto di vista dei servizi e benefici sociali, invece, il PPG17 (The Planning Policy Guidance Note 17) proposto dall'Urban Green Spaces Taskforce (Office of the Deputy Prime Minister) propone una classificazione degli spazi verdi e aperti utilizzata ampiamente nel Regno Unito. Organizzata su due livelli con crescente grado di precisione e definizione, essa si articola come mostrato in tabella 2.2.

Come si può osservare, essa è facilmente implementabile sulla base dei propri scopi. Ad esempio, Gill et al. (2007) ha ampliato lo schema PPG17, introducendo una caratterizzazione dei tipi di morfologia urbana (UMT), con lo scopo di integrare unità spaziali di collegamento tra attività umane e processi naturali. Esse si distinguono in base alle attività umane che si possono svolgere, come illustrato in tabella 2.3.

Tabella 2.2 Classificazione PPG17

PRIMO LIVELLO	SECONDO LIVELLO
PARCHI E GIARDINI	Parchi urbani e giardini Giardini privati Country parks
SPAZI NATURALI E SEMI-NATURALI	Bacini d'acqua e zone paludose Foreste Terreni liberi e cinture verdi
CORRIDOI VERDI	Spazi verdi lineari Canali e rive Ferrovie inutilizzate
SPAZI RICREATIVI	Giardini privati Aree ricreative informali
SPAZI PER LO SPORT OUTDOOR	Giardini scolastici Campi da gioco Spazi destinati ad altri sport
SPAZI PER BAMBINI E GIOVANI	Parchi giochi per bambini Spazi per attività speciali, quali skateboarding Spazi per giovani
ORTI PUBBLICI E FATTORIE URBANE	Porzioni di terreno in affitto Orti pubblici Fattorie urbane Spazi per agricoltura urbana
CIMITERI, SAGRATI E TERRENI DI SEPOLTURA	Cimiteri Sagrati in disuso Altri terreni di sepoltura
SPAZI PUBBLICI	Strade Piazze Lungomare Mercati e aree per lo shopping Altri spazi pavimentati

Tabella 2.3 Tipologie di UMT

PRIMARIE	DETTAGLIATE
FATTORIE	Fattorie avanzate, fattorie non avanzate
FORESTE	Foreste
MINIERE	Attività minerarie e di estrazione
SPAZI RICREATIVI	Formali, informali
TRASPORTI	Strade principali, aeroporti, ferrovie, fiumi, canali
INFRASTRUTTURE E SERVIZI	Produzione e distribuzione di energia, stoccaggio e trattamento delle acque, smaltimento dei rifiuti, cimiteri e forni crematori
RESIDENZIALE	Ad alta, media e bassa densità abitativa
SERVIZI SOCIALI	Scuole, ospedali
INDUSTRIA E AFFARI	Manifattura, uffici, distribuzione e stoccaggio
TERRENI DISMESSI	Terreni dismessi e abbandonati
DIFESA	Difesa
TERRENI NON UTILIZZATI	Campagne inutilizzate

Altri studi, infine, classificano gli spazi verdi sulla base della quantità e della qualità dei servizi forniti. Essi fanno riferimento ai seguenti parametri:

- accessibilità:
 - esterna: possibilità di raggiungere fisicamente lo spazio verde attraverso strade e marciapiedi
 - interna: possibilità di accedere fisicamente all'interno dello spazio verde
 - sociale: possibilità di accedere allo spazio da parte dei soli residenti o dell'intera comunità
- manutenzione: un'area che richiede un alto livello di manutenzione spesso garantisce un migliore impatto visivo; al contrario, aree scarsamente mantenute potrebbero avere un impatto visivo negativo.
- utilizzo dei lotti circostanti: alcune destinazioni d'uso (quali industrie, autostrade e ferrovie) potrebbero ridurre l'attrattiva dello spazio verde.

Questi sono alla base della sottostante categorizzazione degli spazi verdi, le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella 2.4:

- parchi: spazi verdi con alto livello di manutenzione, vegetazione curata e ampie possibilità ricreative. Marciapiedi aprono lo spazio verde al pubblico, ne rendono possibile il passeggio interno e consentono di godere di piccoli laghi, alberi, prati, fiori e aree sportive.
- laghi: spazi verdi caratterizzati dalla presenza primaria di bacini d'acqua. Sono distinti dai precedenti perché richiedono una differente attività di manutenzione e forniscono servizi diversi.
- natura: campi aperti con manti erbosi, alberi e laghi, con stradine sterrate che consentono alle persone di godere di tale paesaggio. Tali aree sono meno mantenute degli spazi precedenti.
- sagrati: spesso aperti al pubblico durante il giorno e con un elevato livello di manutenzione con fiori e siepi, non presentano spazi per lo svolgimento di attività ricreative.
- campi sportivi: accessibili a scuole e istituzioni o connessi a centri sportivi, sono spesso ad ingresso limitato.

- aree comuni: giardini condominiali o per gruppi di case, con prati ben curati e piccoli parchi. Sono utilizzati dai residenti e sono spesso di piccole dimensioni.
- campi agricoli: sono frequentemente molto estesi, senza strade di accesso all'interno dell'area.
- cuscinetti verdi: spazi in prossimità di infrastrutture come autostrade, strade a scorrimento veloce e ferrovie. Spesso coperti da alberi, la funzione principale è quella di ridurre l'inquinamento acustico e atmosferico.

Tabella 2.4 Tipologie di spazi aperti e criteri di classificazione.

	ACCESSIBILITÀ			MANUTENZIONE	USO TERRENO CIRCOSTANTE
	ESTERNA	INTERNA	SOCIALE		
PARCO	A	A	A	A	R
LAGO	A	M	A	M	R
NATURA	A	M	A	B	R
SAGRATO	A	M	M	A	R
CAMPO SPORTIVO	A	A	A	M	R
AREA COMUNE	M	A	M	A/M	R
CAMPO AGRICOLO	B	B	B	M	R
CUSCINETTO VERDE	B	B	B	B	I

Nota: A = Alto; M = Medio; B= Basso; R= Residenziale; I= Industriale.

Come si può notare, i parametri utilizzabili per la classificazione sono notevoli. Per questo motivo, le potenziali categorizzazioni sono infinite, dovute ad una combinazione di tali variabili. Per questo motivo, ci si limita ad elencare tutti i possibili parametri che si potrebbero scegliere per procedere ad un'adeguata classificazione funzionale-configurazionale:

- dimensione
- posizione
- configurazione spaziale
- destinazione d'uso del suolo
- scopo
- accessibilità

- manutenzione e gestione
- frequenza d'uso
- funzione
 - socio-culturale
 - economica
 - ambientale
 - politica
- servizio ecosistemico
 - approvvigionamento
 - regolazione
 - ombreggiamento
 - evapotraspirazione
 - alterazione del vento
 - fornitura di acqua
 - proprietà termiche
 - proprietà delle superfici
 - tipologia di vegetazione
 - culturale
 - supporto

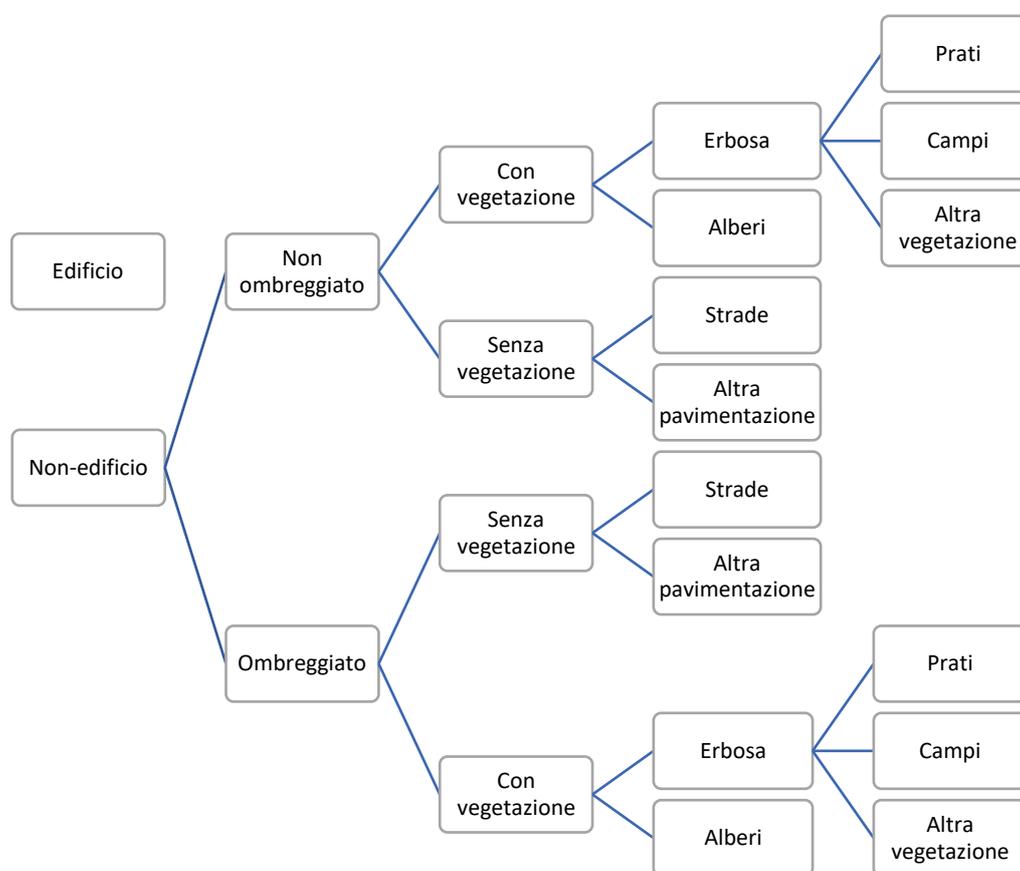
2.1.2 Classificazioni strutturali-configurazionali

L'identificazione e lo studio delle caratteristiche strutturali delle infrastrutture verdi è un altro importante principio basilare delle categorizzazioni.

Su di esso si basa lo schema di classificazione HERCULES (High Ecological Resolution Classification for Urban Landscapes and Environmental Systems). Utilizzato per la categorizzazione degli spazi verdi aperti, esso riconosce l'eterogeneità dei paesaggi urbani proponendo una combinazione di tre set di elementi (edifici, superfici, vegetazione) distinti in termini di forma, quantità e organizzazione.

Tale classificazione può essere utilizzata ad una scala media in differenti contesti urbani, come nel caso dello studio di Zhou e Troy (2008), rappresentato nel diagramma sottostante. In esso, in particolare, si può notare un'iniziale distinzione tra ciò che è edificio e ciò che non lo è, fino ad arrivare a distinguere tra: edifici, prati, campi, alberi, strade, altre superfici pavimentate e altre tipologie di vegetazione.

Figura 2.2 Classificazione ad albero di Zhou e Troy



Similmente, Stewart e Oke (2012) hanno introdotto le LCZ (Local Climate Zones), regioni uniformi per copertura del suolo, struttura, materiale e attività umane. In totale, i due studiosi ne hanno individuate 17: 15 definite per copertura e struttura della superficie, 2 per i materiali da costruzione e le emissioni di calore antropogeniche.

Sulla base di parametri quantitativi quali:

- Sky View Factor (rapporto tra la porzione di cielo visibile dal terreno e quella visibile senza ostruzioni)
- Aspect Ratio (rapporto medio tra altezza e larghezza dei canyon stradali)
- Building Surface Fraction (rapporto tra area in pianta dell'edificio e area totale della pianta)
- Impervious Surface Fraction (Rapporto tra aree pavimentate o rocciose e area della pianta totale)
- Classe di rugosità del terreno
- Albedo delle superfici (Rapporto tra radiazione riflessa e irradianza di una superficie)
- emissioni di calore antropogenico (densità di flusso media annua proveniente dall'utilizzo di combustibili e dalle attività umane, quali riscaldamento e raffrescamento, attività industriali e metabolismo umano).

tale set è stato suddiviso in due parti:

1. tipologie di costruito [1-10]
2. tipologie di copertura [A-G]

Le caratteristiche di ogni LCZ sono riportate nelle tabelle 2.5 e 2.6 alle pagine seguenti.

Tabella 2.5 Classificazione delle LCZ secondo Stewart e Oke – Tipo di costruito

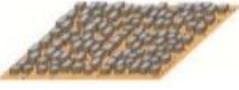
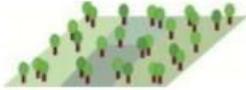
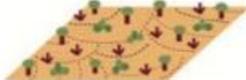
LCZ	TIPO DI COSTRUITO	DEFINIZIONE
1	<p>Molto alto e compatto</p> 	<p>Denso mix di edifici con decine di piani. Pochi o nessun albero. Terreno prevalentemente pavimentato. Materiali da costruzione: calcestruzzo, acciaio, pietra e vetro.</p>
2	<p>Media altezza e compatto</p> 	<p>Denso mix di edifici di media altezza (3-9 piani) Pochi o nessun albero. Terreno prevalentemente pavimentato. Materiali da costruzione: calcestruzzo, mattone, pietra.</p>
3	<p>Basso e compatto</p> 	<p>Denso mix di edifici con 1-3 piani. Pochi o nessun albero. Terreno prevalentemente pavimentato. Materiali da costruzione: calcestruzzo, mattone, pietra.</p>
4	<p>Molto alto e aperto</p> 	<p>Distribuzione aperta di edifici con decine di piani. Abbondanza di terreno permeabile. Materiali da costruzione: calcestruzzo, acciaio, pietra e vetro.</p>
5	<p>Media altezza e aperto</p> 	<p>Distribuzione aperta di edifici di media altezza (3-9 piani). Abbondanza di terreno permeabile. Materiali da costruzione: calcestruzzo, acciaio, pietra e vetro.</p>
6	<p>Basso e aperto</p> 	<p>Distribuzione aperta di edifici con 1-3 piani. Abbondanza di terreno permeabile. Materiali da costruzione: calcestruzzo, mattone, pietra e legno.</p>
7	<p>Basso e leggero</p> 	<p>Denso mix di edifici ad un solo piano Pochi o nessun albero. Terreno prevalentemente battuto. Materiali da costruzione leggeri (legno, metalli corrugati).</p>
8	<p>Basso ed esteso</p> 	<p>Distribuzione aperta di edifici estesi e bassi (1-3 piani). Pochi o nessun albero. Terreno prevalentemente pavimentato. Materiali da costruzione: acciaio, calcestruzzo, metallo, pietra.</p>
9	<p>Sparso</p> 	<p>Distribuzione sparsa di edifici piccoli o di medie dimensioni in un ambiente naturale. Abbondanza di terreno permeabile.</p>
10	<p>Industriale</p> 	<p>Edifici industriali bassi o di media altezza. Pochi o nessun albero. Terreno prevalentemente pavimentato o battuto. Materiali da costruzione: metallo, acciaio e calcestruzzo.</p>

Tabella 2.6 Classificazione delle LCZ secondo Stewart e Oke – Tipo di copertura del terreno

LCZ	TIPO DI COPERTURA DEL TERRENO	DEFINIZIONE
A	<p>Alberi densi</p> 	<p>Paesaggio con molti alberi decidui o sempreverdi. Terreno prevalentemente permeabile. Funzione di foresta naturale o parco urbano.</p>
B	<p>Alberi sparsi</p> 	<p>Paesaggio con pochi alberi decidui o sempreverdi. Terreno prevalentemente permeabile. Funzione di foresta naturale o parco urbano.</p>
C	<p>Cespugli</p> 	<p>Distribuzione aperta di cespugli, siepi e bassi alberi legnosi. Terreno prevalentemente permeabile (terreno battuto o sabbia). Funzione di macchia o agricola.</p>
D	<p>Piante basse</p> 	<p>Paesaggio monotono con erba e coltivazioni. Pochi o nessun albero. Funzione di pascolo, agricola o parco urbano.</p>
E	<p>Roccia nuda o pavimentato</p> 	<p>Paesaggio monotono roccioso o pavimentato. Pochi o nessun albero. Funzione di deserto roccioso naturale o di trasporto urbano.</p>
F	<p>Terreno nudo o sabbia</p> 	<p>Paesaggio monotono con terreno o sabbia. Pochi o nessun albero. Funzione di deserto naturale o agricola.</p>
G	<p>Acqua</p> 	<p>Ampi bacini idrici come mari, laghi, fiumi e lagune.</p>

2.1.3 Classificazione delle coperture verdi

La classificazione delle coperture verdi viene effettuata con un approccio più tecnologico, dividendo tra coperture verdi intensive (dette anche “giardini pensili”) ed estensive. Esse si distinguono in base allo spessore e al peso della struttura, nonché per il livello di manutenzione richiesto e la stratigrafia dell’elemento, come si può osservare nelle figure 2.3 e 2.4.

Figura 2.3 Stratigrafia di una copertura verde intensiva. Fonte: Index SPA

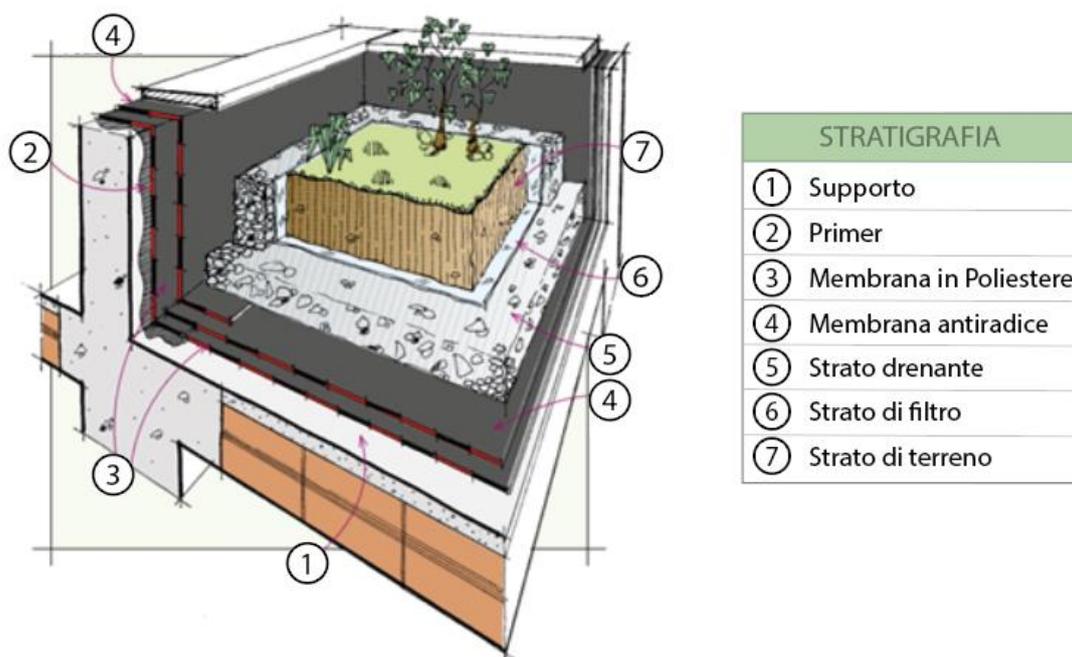
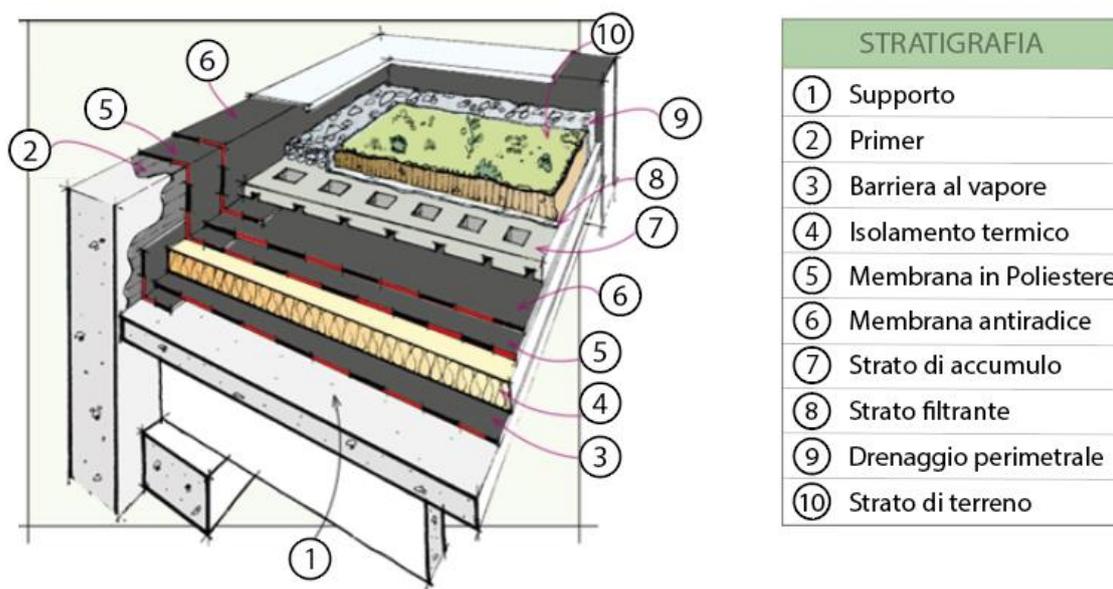


Figura 2.4 Stratigrafia di una copertura verde estensiva. Fonte: Index SPA



Come riportato nel Capitolato Tecnico – Tetti verdi, elaborato da Index Spa, nel caso del verde intensivo lo spessore minimo del terreno è di 30 cm, con un peso proprio non strutturale di 400-750 kg/m². Ciò consente di realizzare un vero e proprio giardino in copertura, accessibile e utilizzabile, ma che necessita di irrigazione ed elevata manutenzione.

Nel verde estensivo, invece, lo spessore di terreno è molto più contenuto (5-12 cm), con un peso proprio non strutturale di 60-250 kg/m² e con piante di piccole dimensioni che trattengono la terra, necessitano di meno manutenzione e richiedono un impianto di irrigazione più semplice.

Inoltre, mentre nel caso del verde intensivo potrebbe non rivelarsi necessaria la presenza dello strato isolante (dato l'elevato spessore del terreno), per il verde estensivo esso deve essere sempre presente.

A monte di tali differenze, è possibile anche evidenziare gli strati comuni alle due tipologie di copertura:

1. Primer: esso penetra nelle porosità delle superfici cementizie, ne blocca la polverosità e ha la funzione di favorire l'adesione sulle superfici su cui le membrane devono essere incollate.
2. Membrana impermeabile
3. Membrana antiradice: resiste agli acidi umici e ai fertilizzanti, nonché al punzonamento prodotto dalle radici.
4. Strato drenante e di accumulo: esso permette l'evacuazione dell'acqua piovana, con il vantaggio di sfruttare la ritenuta idrica del materiale come una riserva d'acqua alla quale attingono le radici delle piante nella stagione secca. In tal modo si garantisce al sovrastante terriccio un grado di umidità costante.
5. Strato filtrante: esso impedisce il passaggio del terriccio nello strato sottostante, trattiene la terra senza interferire con il passaggio dell'acqua piovana e distribuisce uniformemente l'umidità che nella stagione secca sale per capillarità dallo strato inferiore.
6. Terreno

La vegetazione da piantumare, infine, dovrà essere selezionata in modo da limitare il consumo di acqua per l'irrigazione, in accordo, quindi, con le condizioni climatiche del luogo.

2.1.4 Classificazione dei sistemi di vegetazione verticale

Come affermato da Perini et al. (2013), con vegetazione verticale ci si riferisce a tutte le forme di parete verde ottenute con vegetazione piantumata al suolo, nel muro stesso o in pannelli modulari connessi alla facciata.

La vegetazione verticale può essere innanzitutto distinta in due macrocategorie, in base al metodo di coltura del verde: façade greening e living wall system.

Nel caso del façade greening, è possibile distinguere tra sistemi diretti ed indiretti. Per i primi vengono utilizzate piante rampicanti direttamente connesse alla facciata (vedi figura 2.5 a). Per i secondi, invece, la vegetazione è supportata da cavi o reti e ad essi si possono associare vasi collocabili su differenti livelli della facciata, come si può osservare nelle figure 2.5 b,c.

In quest'ultimo caso, tuttavia, se lo spazio per le radici non è sufficiente il sistema richiede nutrienti ed irrigazione. Per questo motivo, esso viene definito come Living Wall System (o LWS).

L'LWS, detto anche giardino verticale, infatti, è costituito da pannelli modulari che contengono suolo o altri terreni di coltura artificiali (come perlite, spugna o lana minerale).

Esso richiedono un sistema di coltivazione idroponico, che, attraverso soluzioni nutrienti bilanciate, fornisce tutta o una parte del nutrimento e dell'acqua necessari alla pianta.

Il Living Wall System utilizza solitamente piante sempreverdi e può essere sviluppato in modi differenti, basandosi su diversi principi di pianificazione e su molteplici meccanismi di crescita della pianta. Ad esempio, come mostrato in figura 2.5 d,e,f, è possibile utilizzare vasi in HDPE riempiti con terreno (d), substrato in spugna con supporto in acciaio (e), oppure substrato in feltro con supporto in PVC. Il sistema LWS incrementa la varietà di piante che possono essere utilizzate, dal momento che non deve solo disporre di rampicanti. Tuttavia, comparato con il sistema di Façade Greening, esso richiede una progettazione più accurata (per prevenire la corrosione dovuta a perdite di acqua e di nutrienti), consuma maggiore energia e richiede un'elevata manutenzione.

Figura 2.5 Façade Greening **a.** Sistema diretto - **b.** Sistema indiretto - **c.** Sistema indiretto con vasi

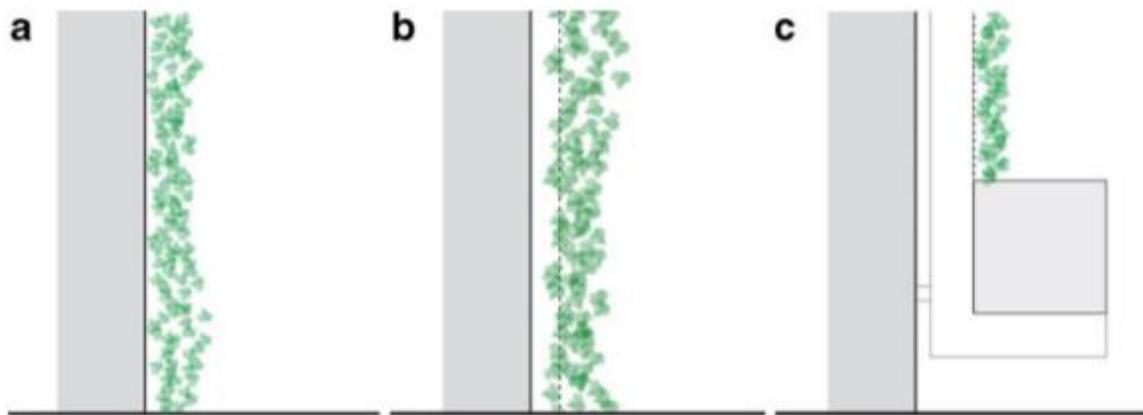
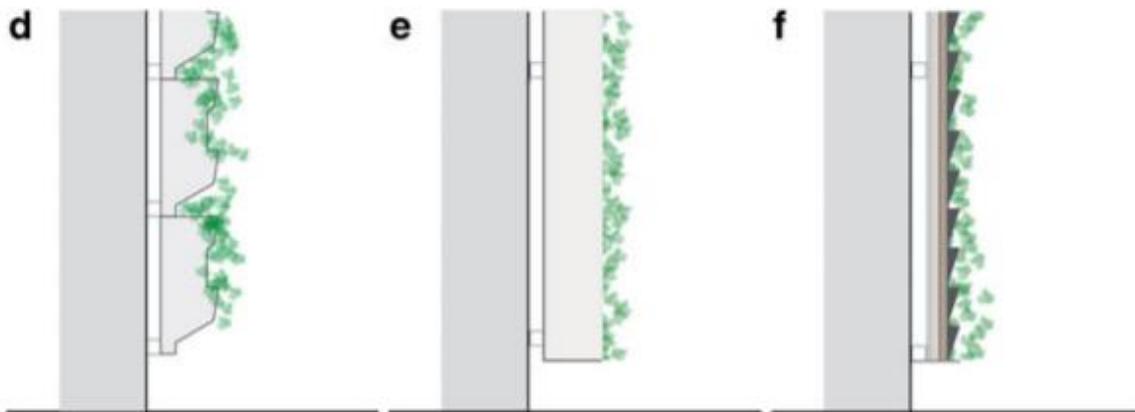


Figura 2.5 Living Wall System **d.** Vaso con terra - **e.** Substrato in spugna - **f.** Substrato in feltro



2.2 Gli effetti economici del verde urbano

Come emerge dai paragrafi precedenti, gli spazi verdi sono molto eterogenei e ciò si riflette sui benefici da essi generati, che variano, quindi, in modo significativo sui piani sociale, economico, ambientale, gestionale, fisico e psicologico.

Gli studiosi si sono concentrati su ciascuno di questi aspetti in modo differente, come sottolineano Bell et al. (2007), che hanno effettuato una mappatura dei numerosi temi approfonditi dai ricercatori.

In particolare, il tema ambientale è terreno di ricerca molto fertile, dal momento che le infrastrutture verdi influiscono sulla biodiversità e sono in grado di mitigare l'isola di calore urbana, migliorare l'efficienza energetica degli edifici, aumentare l'assorbimento delle acque piovane (limitando il sovraccarico dei sistemi fognari e riducendo il rischio di inquinamento anche delle acque potabili) e contenere l'inquinamento atmosferico e sonoro. Tali vantaggi sono stati analizzati e quantificati da diversi studi, come quelli condotti da Lu et al. (2017), Oliveira et al. (2011) e Chang et al. (2007) relativamente al tema del PCI (Park Cooling Island, l'effetto raffrescante e localizzato di parchi e foreste urbane), e sono solo alcuni dei tanti aspetti che producono anche degli effetti economici, andando ad influire, ad esempio, sul prezzo degli immobili.

Questo è quanto emerge da diversi studi condotti in differenti città del mondo, che hanno approfondito il legame tra presenza di infrastrutture verdi e prezzo degli edifici residenziali.

Tali ricerche sono difficilmente confrontabili, data la notevole varietà di classificazioni delle infrastrutture verdi, di parametri utilizzati per categorizzarle e di scelte operate in merito ai diversi elementi coinvolti nelle ricerche, quali abitazioni, verde urbano, popolazione e quartiere.

Relativamente al primo soggetto sopracitato, alcuni studiosi hanno deciso di distinguere le abitazioni in analisi tra appartamenti e case singole, come nel caso di Panduro e Veie (2013).

Ciò costituisce una scelta molto valida, dal momento che le residenze unifamiliari possono disporre di un giardino privato, che potrebbe sostituirsi alla necessità di uno spazio verde urbano. Inoltre, nei quartieri dove sono presenti tali edifici, la densità abitativa è molto più bassa rispetto a quella in cui sorgono condomini e ciò potrebbe andare ad incidere sul prezzo degli immobili: infatti, introdurre uno spazio

verde e, quindi, ridurre la densità abitativa laddove è presente un numero maggiore di condomini potrebbe avere un impatto economico più rilevante rispetto ad un quartiere con una minore concentrazione di residenti.

Ciò è stato confermato da dati quantitativi: infatti, nel caso di residenze unifamiliari, il sovrapprezzo dovuto alla vicinanza ai parchi è nullo, contro il 5,6% degli appartamenti.

Tale tendenza è confermata anche da Saphores e Li (2012), che hanno riscontrato un maggiore valore del verde per le persone che risiedono in zone densamente abitate, e da Anderson e West (2006), che nei quartieri due volte più densi della media hanno registrato un valore della vicinanza ai parchi di quartiere circa tre volte più alto della media.

Relativamente al verde urbano, invece, gli studiosi si sono posti diversi obiettivi, analizzando come influiscono sul prezzo degli immobili differenti variabili, quali l'estensione e la tipologia di verde urbano, la distanza e la possibilità di vedere quest'ultimo dalle residenze.

Nel primo caso, Anderson e West hanno constatato che un incremento della dimensione dei parchi di quartiere più vicini alle abitazioni aumenta il prezzo di queste ultime più di quanto non avvenga con la distanza; ciò significa che la prossimità al verde perde di importanza all'aumentare dell'estensione dello stesso, anche se in piccola percentuale. Questo potrebbe essere causato da disamenità non considerate, come un incremento del traffico o del rumore.

Tale ipotesi è stata vagliata anche da Bolitzer e Netusil (2000), che hanno valutato l'effetto della distanza degli spazi aperti pubblici sul prezzo delle abitazioni, supponendo che le residenze collocate a meno di 100 piedi da tali luoghi subissero effetti negativi dovuti al rumore. Tuttavia, il risultato ottenuto in questo caso non è significativo, o a causa di un campione troppo piccolo, oppure per la compresenza sia di esternalità positive che negative che vanno a compensarsi.

Relativamente al secondo parametro sopra citato, alcuni studi si sono concentrati sull'effetto economico prodotto da differenti tipologie di verde: esse, infatti, possono essere associate a servizi o disservizi, richiedono un diverso grado di manutenzione e presentano differenti livelli di accessibilità. Inoltre, dal punto di vista sociale, come affermano Panduro e Veie, le persone percepiscono e valutano gli spazi verdi non come un bene omogeneo con una scala continua di qualità, ma

come una gerarchia di beni distinti, che fornisce uno spettro più o meno ampio (o addirittura nullo) di servizi e attività ricreative.

Per questo motivo, il punto di partenza della loro ricerca è stata la classificazione delle infrastrutture verdi sulla base di parametri quali accessibilità, manutenzione e uso dei lotti circostanti, che ha portato tali studiosi a provare che per gli appartamenti la possibilità di accesso ai parchi determina sovrapprezzi del 6%. Ma lo stesso effetto non si riscontra né con la prossimità ai buffer, che riducono notevolmente i prezzi delle abitazioni, né con la vicinanza a campi sportivi ed agricoli, che garantiscono attività ricreative più limitate e, quindi, non incidono in modo significativo sul prezzo delle abitazioni.

Altri studi, invece, dopo aver distinto i diversi tipi di spazi verdi, si sono focalizzati sulla variabilità nel tempo della destinazione d'uso di questi ultimi. Irwin, infatti, ha scoperto che le infrastrutture verdi permanenti hanno maggiore valore di quelle che potrebbero variare la loro destinazione d'uso nel tempo, come le aree naturali. Ciò è importante, dal momento che l'effetto di uno spazio verde sul valore di un'abitazione riflette i servizi che esso può fornire nel presente e le sue variazioni previste nel futuro.

Il terzo tema precedentemente indicato, ossia la distanza dagli spazi verdi, è analizzato da Tyrväinen (2000), che ha riscontrato una riduzione del prezzo delle case del 5,9% per ogni km aggiuntivo di distanza da una foresta urbana, nel caso in cui quest'ultima fosse raggiungibile a piedi. Tale risultato è confermato anche da Saphores e Li, che hanno individuato una diminuzione dei prezzi delle abitazioni all'aumentare della distanza da parchi urbani e nazionali, fiumi e laghi.

Se gli studi precedenti si sono concentrati maggiormente sugli effetti e ai servizi che il verde può offrire in modo diretto, Tyrväinen ha esteso il proprio studio prendendo in considerazione l'influenza che può avere la vista del verde dall'abitazione sul prezzo di quest'ultima, scoprendo che essa determina un effetto indiretto rilevante sulle abitazioni che ne godono, incrementandone il prezzo del 4,9%. Ciò costituisce un effetto indiretto del verde urbano rilevante, che si pone in accordo con quanto ottenuto da Koster et al. (2014), che (come discusso precedentemente) hanno effettuato una simile osservazione prendendo in esame non il verde urbano, ma i monumenti e gli edifici storici. Al di là dell'oggetto analizzato, quest'ultima famiglia di ricerche mette in evidenza come un intervento urbano non sia solo fine a se stesso: esso, infatti, determina effetti anche

inaspettati, ma economicamente comparabili con quelli diretti riportati dagli studiosi finora citati.

Infine, altre ricerche hanno preso in considerazione le caratteristiche della popolazione residente e del quartiere.

Saphores e Li, infatti, hanno evidenziato che l'età dei residenti influisce sui risultati ottenuti; in particolare, essi hanno constatato che famiglie più con grandi con figli minorenni prediligono spazi verdi con erba sintetica, mentre gli anziani preferiscono quelli con alberi e manti erbosi irrigati.

Anche il livello di istruzione è rilevante: esso, infatti, influisce positivamente sull'elasticità del verde irrigato e negativamente sulla canopia.

Ciò che è importante sottolineare è che tale ricerca ha messo in evidenza che il 39% delle proprietà perderebbe valore se aumentasse la canopia nel lotto, contro il 2,7% nel caso venissero aggiunti alberi nel quartiere. Ciò suggerisce che mentre molti abitanti sembrano valorizzare vegetazione arborea, questi non sono altresì disposti a pagare per il mantenimento di extra-alberi: nonostante i benefici, infatti, gli abitanti considerano non trascurabili i disturbi derivanti da allergie ai pollini e i costi di irrigazione, potatura e manutenzione.

Tale considerazione è effettuata e confermata anche da Donovan e Butry (2010), che, avendo riscontrato un effetto positivo sui prezzi delle abitazioni dovuto alla presenza di alberi nel quartiere, hanno ricordato che piantumare questi ultimi senza tenere in considerazione le preferenze dei proprietari degli immobili sarebbe un errore non trascurabile, dal momento che essi potrebbero presentare un'opinione diversa su tale tema: alcuni, infatti, li ritengono un disagio, dal momento che limitano la vista, perdono foglie e possono danneggiare le pavimentazioni. Per questo motivo, per evitare effetti economici negativi, sarebbe opportuno che ciascun proprietario potesse scegliere numero e tipologia di alberi da piantumare, compatibilmente con le condizioni macro e microclimatiche del luogo.

In contrasto con ciò, sempre Saphores e Li hanno evidenziato che la presenza di prati irrigati incide positivamente sia sul lotto (88%) che sul quartiere (89,3%), mentre l'installazione di prati non irrigati è negativa per il 72,6% dei lotti, ma solo per il 47% sui quartieri. Ciò significa che per una comunità il prato non irrigato rimanda alla natura, mentre per il singolo implica che la sua proprietà non è ben curata.

Tuttavia, come sottolinea Tyrvaïnen, tali risultati non possono essere generalizzati: infatti, ogni Paese (e addirittura ogni centro urbano) presenta caratteristiche climatiche, ecosistemiche e culturali differenti che possono andare ad incidere notevolmente sui risultati. Ad esempio, il valore che la natura possiede per un abitante di un Paese del Nord Europa è nettamente superiore rispetto a quello di uno dell'Europa Centrale, per motivi storici e ambientali. Nei primi, infatti, il clima e il paesaggio hanno segnato profondamente le persone: durante la stagione estiva, vi è luce ininterrotta per due mesi, a differenza di quella invernale, dove il buio è padrone delle giornate, e il mare era in passato l'unica fonte di cibo sicura in un clima così rigido. Per questo motivo, proteggere la natura è diventato per tali popolazioni un modo per tutelare loro stessi, poichè da sempre la loro vita è stata legata all'ambiente.

Per concludere, relativamente al tema del verde in involucro, la percentuale di citazioni di quest'ultimo è molto più contenuta rispetto a quella della canopia (TC) e degli spazi verdi aperti (GOS), come si può notare nella tabella 2.7 di Bartesaghi Koc et al. (2017).

Tabella 2.7 Numero e origine degli studi che menzionano differenti categorie di infrastrutture verdi

GI category	UK	Rest of Europe	USA & Canada	Australasia	Asia	Number of papers	Percent of papers *
GOS	22	13	13	10	5	63	74.1
TC	13	10	13	7	4	47	55.3
GR	7	3	5	7	1	23	27.1
VGS	2	8	3	7	4	24	28.2
OC	1	–	–	1	–	2	2.4

TC tree canopy, GOS green open spaces, GR green roofs (GR), VGS vertical greenery systems, OC other classification

* Percentage calculated from 85 articles

Values in bold represent totals

Ciò è dovuto al fatto che pochi studi hanno cercato di quantificare economicamente i benefici prodotti dalle tecnologie di verde in involucro.

Uno è quello di Ichihara e Cohen (2011), che si è concentrato sull'effetto che la presenza del tetto giardino produce sul prezzo delle abitazioni.

Essi hanno rilevato che gli appartamenti con copertura verde hanno un affitto superiore del 16,2% rispetto a quelli che ne sono sprovvisti. Questo, secondo gli

autori, andrebbe ad incrementare gli affitti di 2 miliardi di dollari mensili, se la tecnologia fosse adottata su tutti i lotti, andando così a ripagare i costi di costruzione e manutenzione delle coperture.

Tuttavia, tali risultati non possono essere confrontati con nessun altro studio, dal momento che quello analizzato è unico nel suo genere.

Dal momento, però, che tali tecnologie stanno acquisendo crescente popolarità, è già possibile disporre dei dati necessari per effettuare nuove ricerche e approfondire in modo sempre più accurato questo tema.

Sulla base di questa considerazione, quindi, il presente lavoro si propone di effettuare una valutazione del valore del verde in involucro sulla città di Milano con l'ausilio della teoria economica dei prezzi edonici, applicata da tutte le ricerche finora menzionate e approfondita nella sezione successiva del presente lavoro.

PARTE III

La teoria dei prezzi edonici

To seek perfect specification for quantitative analysis of human behaviour is to seek the stars. Earthbound creatures must be content with approximately correct specification.

(Taylor e Wilson, 1964)

3.1 Cos'è il metodo dei prezzi edonici

Esistono numerosi beni e servizi che, pur non essendo scambiati sul mercato, possono avere un impatto rilevante sul benessere degli individui. Ne sono un esempio il valore del paesaggio, del tempo o della qualità dell'aria.

Tale valutazione risulta essere molto complessa. Tuttavia, si possono individuare diversi criteri atti alla loro analisi, basati sulla stima della disponibilità a pagare (DAP) degli individui per ottenere un incremento di quest'ultima o per evitare una sua riduzione.

Si possono distinguere, in particolare, due diversi tipi di metodi:

- metodi indiretti: si basano sul concetto di preferenze rivelate¹ e consentono di dedurre la DAP dal comportamento degli individui;
- metodi diretti: ricavano la stima della DAP direttamente dagli individui attraverso indagini campionarie, esperimenti o mercati simulati.

Tra i metodi indiretti rientra il metodo dei prezzi edonici (MPE), una teoria che può essere applicata per valutare, attraverso l'ausilio delle tecniche econometriche², qualunque caratteristica o attributo il cui valore sia incluso nel prezzo di un bene. Esso prende il suo nome dal termine greco "hedonikos", che significa piacere e che, in ambito economico, si riferisce all'utilità, ossia alla soddisfazione prodotta dal consumo di un bene o di un servizio.

I primi esempi applicativi del metodo dei prezzi edonici risalgono agli anni '30, quando Waugh e Vail lavorarono rispettivamente sul prezzo delle verdure e dei fertilizzanti.

Successivamente, negli anni '50 tale metodo venne utilizzato da Stone per lo studio del prezzo dei liquori e da Court per il prezzo delle automobili

Ad oggi, è una procedura utilizzata soprattutto per valutare la disponibilità a pagare degli individui per ottenere un miglioramento della qualità ambientale e fondata

¹ Le preferenze rivelate (basate sull'ipotesi di massimizzazione dell'utilità dei consumatori attraverso i propri consumi) consentono di relazionare i beni effettivamente domandati a quelli che avrebbero potuto essere domandati a parità di risorse a disposizione. Matematicamente, se x è il paniere scelto in corrispondenza di un prezzo p e y un altro paniere tale che $p_x > p_y$, allora x si "rivela" preferito rispetto ad y .

² Per tecniche econometriche si intende metodi statistici utilizzati per stimare relazioni economiche, testare teorie economiche e valutare politiche pubbliche.

sull'idea che il valore di questa sia incluso nel prezzo di alcuni asset, tra cui, innanzitutto, le abitazioni.

Questo criterio di valutazione consente di considerare tutte le variabili più importanti che concorrono a determinare il valore del bene analizzato e che influenzano il valore di un asset, nonché di isolare il contributo che la caratteristica di interesse fornisce a tale valore.

Ad esempio, il prezzo di un'abitazione può essere influenzato da diversi fattori (quali, a titolo esemplificativo, estensione, prossimità al centro urbano, vicinanza ai mezzi di trasporto pubblico, panorama, prestazione energetica e presenza del verde) e il MPE consente di analizzare come uno di questi ultimi incide sul prezzo.

3.2 I modelli dell'MPE

Vi sono due diversi modelli del metodo dei prezzi edonici:

1. il modello di Lancaster
2. il modello di Rosen

Essi concordano sul fatto che i beni possiedano un insieme di attributi, che si combinano a formare delle caratteristiche (ossia, degli attributi oggettivamente misurabili e che producono utilità) e si basano sull'ipotesi per cui il prezzo di un bene regolarmente scambiato sul mercato è legato alle sue caratteristiche precipue, o ai servizi e/o benefici che esso presenta. Tuttavia, essi presentano delle differenze fondamentali.

Il modello di Lancaster, infatti, postula che i beni fanno parte di un gruppo e che una parte o tutti i beni di quel gruppo sono consumati in combinazioni soggette al budget del consumatore.

In esso si assume che vi sia una relazione lineare tra il prezzo dei beni e le caratteristiche in essi contenute. I prezzi impliciti sono costanti lungo i range di insiemi di essi possono cambiare solo quando vi è una modifica nella combinazione dei beni consumati.

Questo approccio, quindi, è più adatto per l'analisi dei beni di consumo.

Il modello di Rosen, invece, elaborato nel 1974, si pone in contrasto con quello precedentemente descritto. Esso, infatti, postula che esiste un range di beni, ma che il consumatore non si procura gli attributi preferiti acquistando una combinazione di beni; piuttosto, ogni bene è scelto tra tutto lo spettro dei marchi presenti e viene consumato discretamente.

Inoltre, a meno che non sia possibile per il consumatore fare un'operazione di arbitraggio degli attributi, slegandoli e ricomponendoli, risulta essere più probabile una relazione non-lineare tra il prezzo dei beni e i loro relativi attributi. Ciò implica che il prezzo implicito non è costante, ma è funzione della quantità di attributo che viene acquistata e (in base alla forma funzionale dell'equazione) della quantità degli altri attributi associati al bene.

Il modello di Rosen presenta due passaggi distinti:

1. nel passaggio iniziale viene stimato il prezzo marginale dell'attributo di interesse attraverso l'analisi della regressione di un bene o servizio sui suoi

attributi. In altre parole, viene valutata l'influenza che l'attributo ha sul prezzo del bene.

2. Nel secondo step viene ricavata la curva di domanda inversa (o funzione di disponibilità a pagare marginale) a partire dalla funzione del prezzo implicito precedentemente stimata. Ciò consente di misurare la variazione di utilità rispetto alle variazioni di certe qualità integrando la curva trovata.

Siccome Rosen incorpora direttamente le entrate nel vincolo del budget, quando le entrate aumentano, anche la disponibilità marginale del consumatore a pagare per un certo attributo varia. In particolare, si considera che la disponibilità del compratore a pagare per un certo attributo è funzione del livello di utilità, delle entrate del consumatore e da altre variabili che influenzano gusti e preferenze, quali, ad esempio, età e livello di istruzione.

Tuttavia, mentre Rosen afferma che l'identificazione della curva inversa di domanda può essere stimata considerando il prezzo marginale come una variabile endogena, tale l'identificazione dipende dalle ipotesi fatte sull'offerta dell'attributo: se l'offerta del servizio è perfettamente elastica o l'offerta di un attributo è fissa, il prezzo marginale dell'attributo diventa esogeno e non più endogeno.

Tale problema è superato da Bartik: affermando, infatti, che il singolo consumatore non può influenzare la domanda, non è necessario modellare anche la domanda e quantità e prezzi degli attributi sono considerati come endogeni nel contesto di un vincolo di budget non-lineare.

A partire dal modello di Rosen, infine, Diewert opera una semplificazione del modello di quest'ultimo introducendo due ipotesi:

1. ogni consumatore ha la medesima funzione di utilità separabile³ $Z = f(\mathbf{z})$, che fornisce l'utilità fornita dall'acquisto di un'unità di bene, avente vettore di caratteristiche $\mathbf{z} \equiv (z_1, \dots, z_n)$.
2. L'utilità che il consumatore ottiene dal consumo di Z unità di bene sono combinate con il consumo di X unità di altri beni, per ottenere l'utilità

³ Si definisce funzione di utilità separabile, una funzione che rappresenta le preferenze di chi scambia sul mercato (in questo caso del consumatore) tale che l'utilità di un bene non dipende da quella di un altro. Ciò significa, ad esempio, che è possibile individuare l'utilità di una qualsiasi abitazione con un qualsiasi mix di caratteristiche indipendenti, ad esempio, dal salario dell'acquirente o dal numero di figli.

Tuttavia, si tratta di un'ipotesi forte, difficilmente realizzabile nella realtà.

complessiva $u = U^t(X,Z)$ nel periodo t . Il prezzo di X non viene, tuttavia, normalizzato come da Rosen, per ottenerlo unitario, ma si utilizza un prezzo di periodo p^t per un'unità di generico bene di consumo X .

La procedura adottata da Diewert è, quindi, la seguente:

1. Si inizia considerando il set di combinazioni di X e Z che producano il livello di utilità u^t nel periodo t , ossia, in termini matematici:

$$\{(X, Z): U_t(X, Z) = u^t\} \quad [3.1]$$

2. Si risolve, quindi, la [3.1] ponendo:

$$X = g^t(Z, u_t)$$

tale che g^t sia differenziabile rispetto a Z e che la derivata parziale di g^t rispetto a Z sia negativa (ossia che la pendenza della curva sia negativa).

3. Assumendo p^t e P^t rispettivamente le funzioni di prezzo di X e Z nel periodo t , il problema della spesa minima del consumatore sarà definito come segue:

$$\frac{p^t \partial g^t(u^t, Z)}{\partial Z} + P^t = 0 \quad [3.2]$$

ossia che sia nulla la derivata prima di:

$$p^t g^t(u^t, Z) - P^t Z$$

da cui, per il punto 2:

$$p^t = -\frac{p^t \partial g^t(u^t, Z)}{\partial Z} > 0 \quad [3.3]$$

4. Si definisce il secondo membro della [3.3] come la disponibilità a pagare del consumatore per unità:

$$-\frac{p^t \partial g^t(u^t, Z)}{\partial Z} = w^t(Z, u^t, p^t) \quad [3.4]$$

Esso indica il quantitativo di denaro che il consumatore pagherebbe per unità di Z per rimanere sulla medesima curva di utilità u^t .

Quindi, moltiplicando w per la quantità di Z consumata si ottiene la funzione v^t , che indica la quantità di denaro che il consumatore è disposto a pagare per consumare Z unità:

$$v^t(Z, u^t, p^t) \equiv Z w^t(Z, u^t, p^t) \quad [3.5]$$

5. Sostituendo la [3.4] nella [3.5] e introducendo l'ipotesi 1 sopra citata, si ottiene:

$$v^t(f(z), u^t, p^t) \equiv f(z) w^t(f(z), u^t, p^t) = -\frac{f(z) p^t \partial g^t(u^t, f(z))}{\partial Z} \quad [3.6]$$

6. Supponendo che esistano K^t modelli disponibili per il consumatore nel periodo t , dove il modello k vende al prezzo unitario P_k^t e ha vettore di caratteristiche $\mathbf{z}_k^t = \{z_{1k}^t, \dots\}$, con k variabile da 1 a K^t , se il consumatore acquista un'unità nel periodo t secondo il modello k , allora significa che P_k^t eguaglia la DAP del consumatore:

$$P_k^t = -\frac{f(\mathbf{z}_k^t)p^t \partial g^t(u^t, f(\mathbf{z}_k^t))}{\partial z}; \quad t = 1, \dots, T; \quad k = 1, \dots, K^t \quad [3.6]$$

7. Riprendendo l'ipotesi riportata al punto 2:

$$g_i^t(u_i^t, Z) \equiv -a^t Z + b_i^t u_i^t; \quad t = 1, \dots, T; \quad i = 1, \dots, I \quad [3.7]$$

con a^t e b^t costanti positive. Quindi, per ogni consumatore, la pendenza di g sarà negativa, con modulo pari ad a^t .

Differenziando la [3.7] e sostituendo nell'equazione [3.6], si ottiene:

$$P_k^t = p^t a^t f(\mathbf{z}_k^t); \quad t = 1, \dots, T; \quad k = 1, \dots, K^t \quad [3.8]$$

8. Definendo

$$\rho_t \equiv p^t a^t; \quad t = 1, \dots, T \quad [3.9]$$

la [3.8] diventa:

$$P_k^t = \rho_t f(\mathbf{z}_k^t); \quad t = 1, \dots, T; \quad k = 1, \dots, K^t \quad [3.10]$$

dove i ρ_t coincidono con i coefficienti della regressione edonica.

9. A questo punto è necessario introdurre la corretta forma funzionale di f e stimare i parametri ρ_t .

3.3 La procedura applicativa

Sulla base del modello di Rosen e di Diewert, per trovare il prezzo edonico è necessario individuare innanzitutto una funzione di prezzo edonico f che correli il prezzo del bene a tutte le caratteristiche che concorrono a determinarne il valore. In linguaggio matematico, ciò significa individuare la seguente:

$$P = f(c)$$

dove:

- P è il prezzo del bene;
- c è il vettore delle n caratteristiche del bene.

In tabella 3.1 sono riportate le forme funzionali più usate.

Tabella 3.1 Tipologie di forme funzionali

FORMA FUNZIONALE	ESPRESSIONE MATEMATICA
LINEARE	$\ln P_k^t = \beta_t + \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n \ln z_{nk}^t + \varepsilon_k^t; t = 1, \dots, T; k = 1, \dots, K^t$
SEMILOGARITMICA	$\ln P_k^t = \beta_t + \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n z_{nk}^t + \varepsilon_k^t; t = 1, \dots, T; k = 1, \dots, K^t$
LOGARITMICA	$P_k^t = \rho_t (\alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n z_{nk}^t) + \varepsilon_k^t; t = 1, \dots, T; k = 1, \dots, K^t$

Scelta la forma funzionale più adatta è, quindi, possibile calcolare la variazione del prezzo del bene conseguente alla variazione di una delle caratteristiche c considerate, ossia il prezzo edonico di quella caratteristica. Matematicamente, ciò significa individuare il prezzo marginale dell'attributo di interesse calcolando la derivata parziale di P rispetto alla variabile indipendente c considerata. Ad esempio, se:

$$P = \beta_0 APP^{\beta_1} TRASP^{\beta_2} AMB^{\beta_3} RUM^{\beta_4} e^\varepsilon \quad [3.11]$$

dove

- APP sono le caratteristiche dell'appartamento (quali superficie, numero di stanza e livello)
- TRASP è la distanza dai mezzi di trasporto
- AMB è la qualità dell'ambiente esterno
- RUM è il livello di rumorosità della zona
- β_i sono i coefficienti della variabile i -esima

- e^ε è il termine di errore

allora, il prezzo edonico h della qualità ambientale sarà:

$$h = \frac{\partial P}{\partial AMB} = \beta_3 \frac{P}{AMB} \quad [3.12]$$

Nel caso in cui esistesse un individuo tipo, il prezzo edonico consiste nella disponibilità a pagare per ottenere un'unità in più del bene; quindi, la curva di prezzo edonico coincide con la curva di domanda individuale del bene.

Dal momento, però, che ogni individuo presenta preferenze e caratteristiche diverse, la curva di domanda individuale sarà differente da quella di prezzo edonico h . Per questo motivo, risulta necessario individuare la curva di domanda inversa d_i per l'attributo c di interesse. Nell'esempio precedentemente considerato, ciò significa stimare un'equazione del tipo:

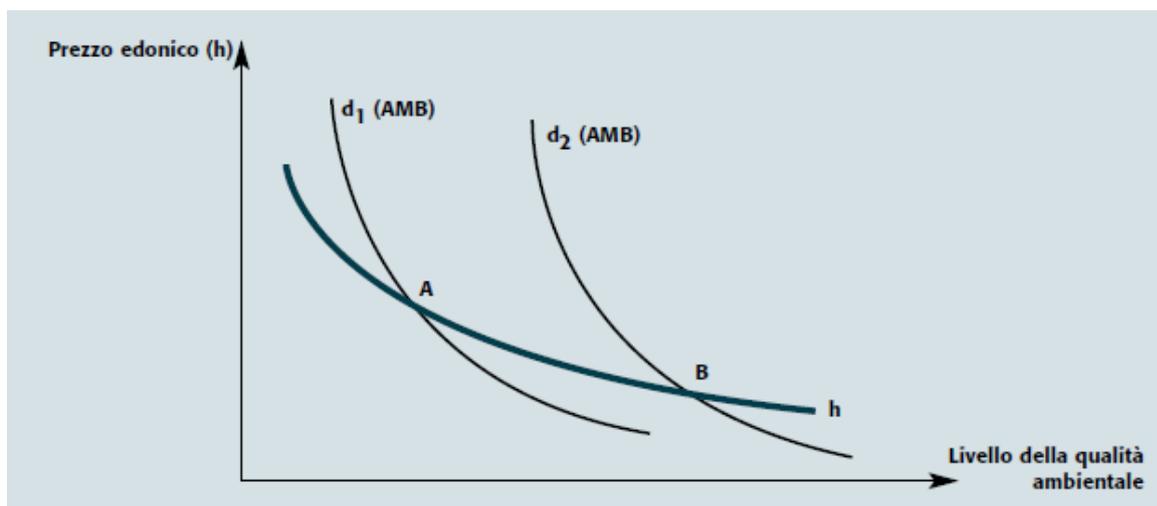
$$h = d(AMB, RED, SOC) \quad [3.13]$$

dove:

- RED è il reddito disponibile
- SOC sono le caratteristiche socioeconomiche

Rappresentando in un grafico (avente sull'asse delle ascisse il livello dell'attributo considerato e sull'asse delle ordinate il prezzo edonico h) la curva di prezzo edonico h e le curve di domanda inversa per due diversi individui (d_1 e d_2), i punti A e B di intersezione tra d_1 e h e tra d_2 e h sono detti punti di equilibrio, come illustrato nel grafico 3.1 sottostante.

Figura 3.1 Rappresentazione delle curve di domanda individuale d_1 e d_2 e della curva di prezzo edonico h



Quindi, la curva h rappresenta l'insieme dei punti di equilibrio della DAP per l'attributo scelto e può essere utilizzata per calcolare la variazione di utilità derivante da una modifica dell'attributo.

Da quest'ultima considerazione, quindi, si può evincere che la teoria dei prezzi edonici è formulata come un problema di equilibrio in cui l'intero set dei prezzi impliciti guida le decisioni sia del consumatore che del produttore.

Tuttavia, essendo tale procedimento dispendioso, l'analisi delle diverse curve di domanda non viene effettuata, ossia non si considerano differenze tra gli individui. Quindi, siccome la curva di prezzo edonico non coincide con quella di domanda, con questa metodologia è possibile solo approssimare la DAP.

3.4 I limiti applicativi

Per una corretta applicazione del metodo e un'interpretazione adeguata dei risultati è fondamentale considerare i limiti del MPE. Tra questi ultimi è possibile sottolineare che:

- le caratteristiche considerate sono solo quelle presenti al momento della valutazione. Quindi, non vengono considerati quegli attributi rilevanti, ma che non sono attuali. Ad esempio, l'acquisto di un'abitazione viene effettuato considerando anche i benefici futuri che si potranno ricavare. Quindi, il prezzo che si è disposti a pagare includerà anche queste considerazioni.
- il metodo dei prezzi edonici si basa su ipotesi molto forti sul set informativo di cui i consumatori dispongono. In particolare, ad esempio, dovrebbe essere noto il livello di inquinamento prima dell'acquisto e le conseguenze del suo aumento.
- le ipotesi sono rigide anche sulla struttura del mercato: si suppone, infatti, che il mercato immobiliare non sia segmentato e sempre in equilibrio, cioè che gli individui siano disposti a cambiare continuamente residenza (nel caso di abitazioni) e che il prezzo di mercato si equilibri immediatamente al variare dei fattori che influenzano domanda e offerta.
- la scelta della forma funzionale (lineare, semilogaritmica e logaritmica, la cui forma è riportata nella tabella 3.1) non è fondata su basi teoriche solide.
- non vi sono considerazioni teoriche relative alla scelta delle variabili, portando a situazioni in cui una variabile indipendente irrilevante è inclusa ("over-specification") o una variabile indipendente rilevante è omessa ("under-specification"). Ne consegue che con l'over-specification si effettua una stima di variabili indipendenti consistente e obiettiva, ma inefficiente a causa dell'inclusione di variabili irrilevanti, mentre con l'under-specification, ne risulta una stima di coefficienti non obiettivi e inconsistenti.

Per questi motivi, è importante utilizzare il metodo dei prezzi edonici solo in casi che non si discostano eccessivamente dalle condizioni di mercato ideali.

PARTE IV

L'influenza del verde sul prezzo degli immobili: il caso della città di Milano

La pratica senza la teoria è cieca, come cieca è la teoria senza la pratica.

(Protagora)

4.1 Dati

I dati utilizzati sono stati forniti dall'Agenzia delle Entrate e fanno riferimento ad un campione di immobili analizzati tra il 2006 e il 2017, ubicati a Milano e provincia.

Nel presente lavoro sono state prese in considerazione le voci riguardanti la sola città di Milano negli anni 2015, 2016 e 2017.

Classificate in base alla destinazione d'uso dell'oggetto della transazione immobiliare in negozio, capannone, laboratorio, abitazione, box e ufficio, nella presente ricerca sono state considerate le sole residenze, per un totale di 1250 osservazioni.

Tale scelta è dovuta al fatto che ogni destinazione d'uso presenta un interesse verso il verde in involucro dettato da motivazioni differenti. Ad esempio, nel caso degli uffici, ciò è legato ad una politica aziendale volta a migliorare la produttività degli impiegati, a potenziare l'immagine dei proprietari, dimostrare consapevolezza ambientale della società e, quindi, attrarre investitori e migliore forza lavoro, come affermano Eichholtz et al. (2010).

Nel caso delle residenze, invece, tale preferenza è legata più ad un aspetto psicologico e di immagine, nonché di possibilità di disporre di spazi verdi facilmente accessibili in zone densamente costruite.

Il dataset comprende transazioni ampiamente distribuite su tutto il territorio della città di Milano e include abitazioni economiche, civili, signorili e villini, definiti come da catasto nella tabella 4.1.

Tabella 4.1 Definizione delle categorie catastali – Fonte: Catasto

CATEGORIA	DESCRIZIONE	INFORMAZIONI
A/1	Abitazione di tipo signorile	Abitazioni un tempo nobiliari, con particolari rifiniture pregiate anche a carattere storico
A/2	Abitazione di tipo civile	Normali abitazioni, con rifiniture semplici di impianti e servizi
A/3	Abitazione di tipo economico	Fabbricati realizzati con caratteristiche e rifiniture economiche sia nei materiali utilizzati che per gli impianti tecnologici, di dimensioni contenute rispetto al territorio di cui fanno parte
A/7	Abitazione in villini	Abitazioni con un minimo di verde o cortile privato o comune. Possono essere singole, a schiera o a più piani.

Per ciascuna di esse sono stati forniti dall'Agenzia delle Entrate dati relativi a:

- Numero di vani
- Superficie catastale
- Numero di piani interrati

- Numero di piani fuori terra
- Livello del piano
- Altezza interpiano
- Numero di piani interni
- Numero di servizi igienici
- Numero di ascensori
- Numero di scale
- Anno di costruzione
- Anno di ristrutturazione
- Dotazione impiantistica (normale o elevata)
- Androne (normale o prestigioso)
- Parti comuni
- Servizi di portierato e/o vigilanza
- Tipologia di prospicienza (normale o di pregio)
- Affaccio (scadente, normale o di pregio)
- Panoramicità
- Esposizione (Nord, Sud, Est o Ovest)
- Valore
- Numero, tipologia e superficie delle pertinenze
- Disponibilità di parcheggi (scarsa o normale)
- Zona OMI
- Posizione dell'edificio (degradata, normale o ricercata)
- Presenza del verde (assente, vicino o lontano)

A questi parametri, sono stati aggiunti anche la presenza del verde in involucro, distinguendo tra copertura e facciata e tra accessibile e non: essi, infatti, forniscono servizi differenti ai residenti e, quindi, potrebbero avere un valore economico diverso.

Questi ultimi parametri sono stati quantificati grazie all'utilizzo di Google Earth.

4.2 Metodologia

Dopo aver codificato le voci secondo lo schema “Anno.numerotransazione” (ad esempio “7.1” indica la transazione 1 dell’anno 2017), la prima operazione effettuata è stata quella di collocare gli oggetti sulla mappa di Milano.

Tale operazione (per ottenere una maggiore efficacia visiva e facilitare il proseguo del lavoro) è stata effettuata mantenendo separate le diverse zone OMI, ossia le porzioni di fascia territoriale che riflettono un comparto omogeneo del mercato immobiliare locale, nei quali si registra una sostanziale uniformità di apprezzamento per condizioni economiche e socio-ambientali. Tale uniformità viene tradotta in omogeneità dei valori di mercato delle unità immobiliari compresi in un intervallo con uno scostamento tra valore minimo e valore massimo, di regola, non superiore al 50%, come cita il Manuale della Banca Dati Quotazioni dell’Osservatorio del Mercato Immobiliare. Se ne riporta un esempio nell’immagine 4.1.

Figura 4.1 Esempio di Zona Omi e relative informazioni

Fascia/zona: Centrale/CENTRO STORICO-DUOMO, SAN BABILA, MONTENAPOLEONE, MISSORI, CAIROLI

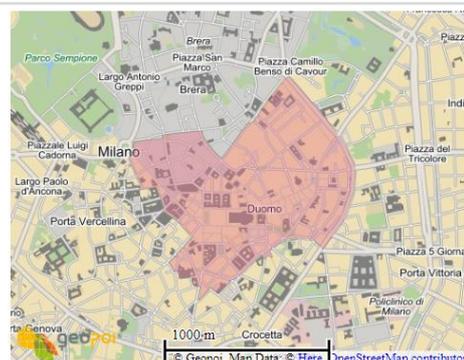
Codice zona: B12

Microzona: 2

Tipologia prevalente: Abitazioni civili

Destinazione: Residenziale

Tipologia	Stato conservativo	Valore Mercato (€/mq)		Superficie (L/N)	Valori Locazione (€/mq x mese)		Superficie (L/N)
		Min	Max		Min	Max	
Abitazioni civili	Normale	7400	8900	L	23	29	L
Abitazioni civili	Ottimo	9100	12300	L	29	37	L
Abitazioni di tipo economico	Ottimo	7800	8800	L	24	30	L
Abitazioni di tipo economico	Normale	6400	7700	L	18,5	22	L
Abitazioni signorili	Ottimo	11300	14300	L	38,5	46	L
Box	Normale	4700	6600	L	14,5	21,5	L

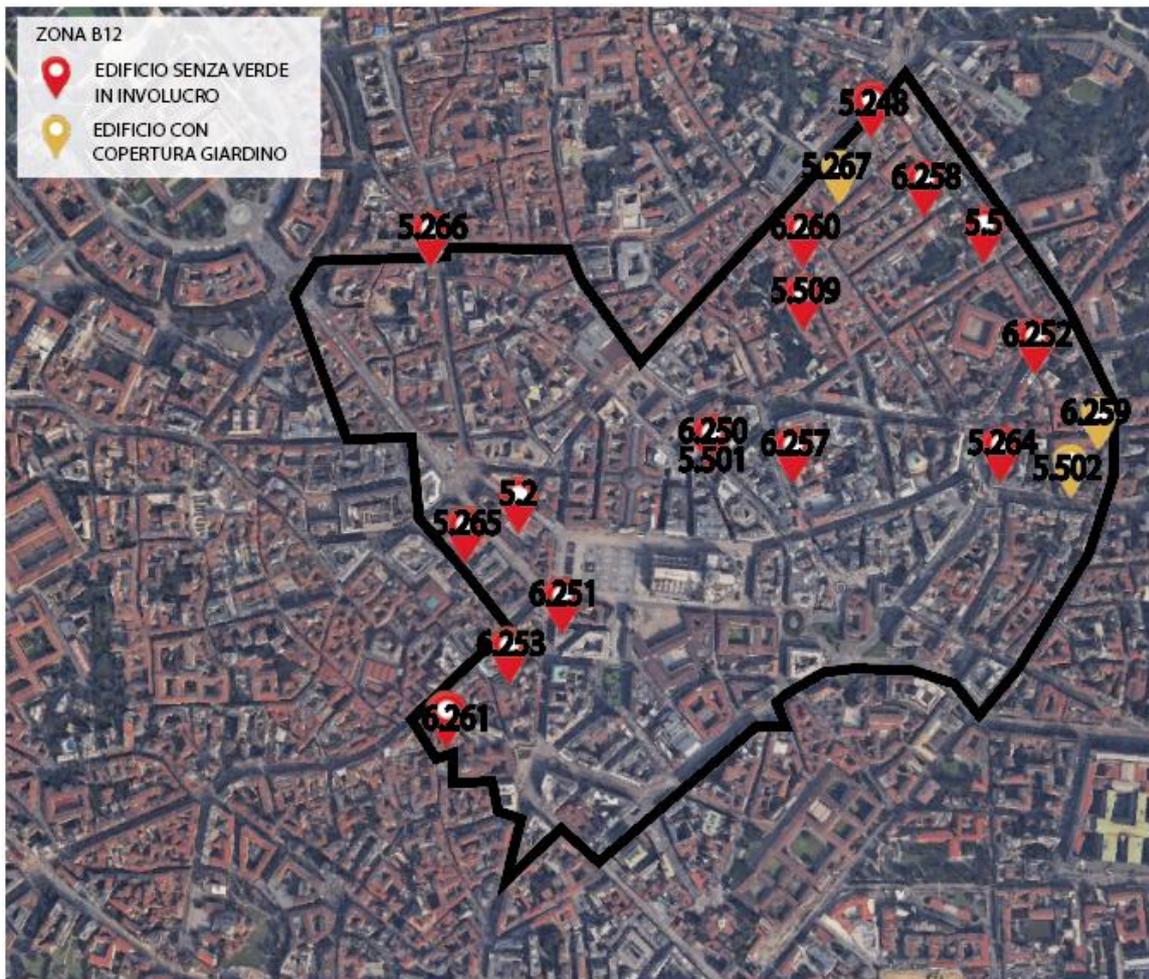


Con l’ausilio di Google Earth, è stato possibile non solo collocare gli edifici, ma anche distinguerli tra residenza con e senza verde in involucro.

Si è arrivati così al seguente risultato grafico, di cui se ne riporta un esempio in figura 4.2.

Le altre zone OMI sono riportate in appendice.

Figura 4.2 Zona B12 – Collocazione delle voci



Successivamente sono stati quantificati alcuni dei parametri citati nel paragrafo precedente come segue:

- Dotazione impiantistica
 - 1 = normale
 - 2 = elevato
- Androne
 - 1 = normale
 - 2 = prestigioso
- Parti comuni
 - 1 = normale
 - 2 = prestigioso
- Servizi di portierato e/o vigilanza: variabile dummy con
 - 0 = assente
 - 1 = presente

- Prospicenza di pregio: variabile dummy con:
 - 0 = no
 - 1 = sì
- Affaccio
 - 0 = scadente
 - 1 = normale
 - 2 = di pregio
- Panoramicità
 - 0 = scadente
 - 1 = normale
 - 2 = di pregio
- Esposizione Sud: variabile dummy con:
 - 0 = no
 - 1 = sì
- Esposizione Est: variabile dummy con:
 - 0 = no
 - 1 = sì
- Esposizione Ovest: variabile dummy con:
 - 0 = no
 - 1 = sì
- Disponibilità di parcheggi
 - 0 = scarsa
 - 1 = normale
- Zona OMI: una variabile dummy per ogni zona eccetto la B12 con:
 - 0 = edificio non ubicato nella zona
 - 1 = edificio ubicato nella zona
- Posizione dell'edificio normale: variabile dummy con:
 - 0 = no
 - 1 = sì
- Posizione dell'edificio ricercata: variabile dummy con:
 - 0 = no
 - 1 = sì
- Presenza della copertura giardino:

- 0 = no
- 1 = sì
- Presenza della vegetazione verticale:
 - 0 = no
 - 1 = sì

In particolare, con l'utilizzo delle variabili dummy è possibile andare a confrontare il valore dell'abitazione in funzioni delle variabili dummy inserite rispetto a quella non inserita. Ad esempio, nel caso delle Zone OMI, si è deciso di non inserire la Zona OMI B12, che risulta essere la più centrale. Ciò significa che, inserendo una variabile dummy per ciascuna delle altre zone OMI, sarà possibile verificare come varia il valore delle abitazioni rispetto alla zona OMI omessa, ossia la B12.

Ragionamento analogo vale per le altre variabili dummy introdotte.

Infine, nelle simulazioni il valore dell'abitazione è stato rapportato alla superficie catastale, così da ottenere il prezzo al m² e rendere così più significativo il confronto tra le diverse voci.

4.3 Risultati e discussione

Effettuate tali considerazioni preliminari, sono state condotte le simulazioni attraverso l'utilizzo del software R.

In esse, sono state inizialmente eliminate le zone che non presentavano edifici con involucro verde (indicate con "NA" in figura 4.3 e 4.4), ottenendo così un totale di 854 voci.

Successivamente, utilizzando una regressione di tipo lineare e poi semilogaritmica, sono state inserite nelle simulazioni le variabili precedentemente citate, ottenendo i risultati riportati nelle pagine seguenti, in figura 4.3 e 4.4.

Come ipotizzabile, la collocazione dell'edificio in una zona ricercata, nonché il piano in cui è ubicata l'abitazione determinano un innalzamento del prezzo al m², nel primo caso in modo molto significativo (3700€/m² rispetto ad una localizzazione degradata, ossia pari a circa il 70%), nel secondo più contenuta (1,4%).

Anche la zona OMI di appartenenza si rivela molto significativa, registrando una riduzione del prezzo al m² in tutte le zone rispetto alla centrale B12 – Centro Storico (Duomo, San Babila, Montenapoleone, Missori, Cairoli), probabilmente dovuta alla distanza dal centro e dalla parte più ricreativa, con più servizi e più costosa della città.

Anche la prospicienza di pregio determina un effetto positivo sul prezzo, con un incremento del 35% rispetto ad una prospicienza normale, quale effetto indiretto che tali immobili (particolarmente importanti o per finiture o architetto ideatore o per storia) hanno sugli edifici circostanti, confermando la tesi di Tyrväinen e Koster relativa agli effetti indiretti che beni quali verde ed edifici storici determinano sugli edifici circostanti.

Al contrario di quanto si potesse pensare, invece, la presenza di parcheggi riduce il prezzo delle abitazioni del 29%. Ciò forse può essere collegato al fatto che un'ampia disponibilità di parcheggi implica anche un maggiore traffico e inquinamento sonoro e atmosferico. Inoltre, tale disponibilità di parcheggi potrebbe anche essere legata alla presenza di attività commerciali o uffici pubblici, che andrebbe ad accentuare i disservizi appena menzionati.

Relativamente al verde, si può osservare che la copertura giardino determina un incremento del prezzo del 7,7% rispetto agli edifici che ne sono sprovvisti (con variazione logaritmica del prezzo), ponendosi in accordo con quanto rilevato dai

precedentemente citati Ichihara e Cohen, anche se con percentuali più contenute (7,7% contro 16% degli altri studiosi).

Ciò può essere spiegato con il fatto che le coperture verdi osservate sono accessibili da parte dei residenti e, quindi, in zone densamente abitate forniscono un importante servizio per questi ultimi.

La tecnologia di verde verticale, invece, non si rivela significativa, probabilmente a causa della scarsità delle voci coinvolte (6 su 875).

Figura 4.3 Risultati ottenuti con regressione lineare

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	7019.48	1171.64	5.991	3.11e-09	***
Verde_Involucro	321.40	215.26	1.493	0.135796	
Verde.Verticale	-129.94	760.99	-0.171	0.864463	
loganno	-171.95	92.27	-1.864	0.062727	.
Abitazione_signorile	294.75	286.27	1.030	0.303488	
Abitazione_civile	-222.99	185.71	-1.201	0.230198	
Abitazione_villa	-448.80	785.66	-0.571	0.567995	
Posizione_Normale	717.83	1010.94	0.710	0.477863	
Posizione_Ricercata	3702.92	1025.13	3.612	0.000322	***
Livello.piano	93.38	25.35	3.684	0.000244	***
Panoramicit�	282.95	407.14	0.695	0.487278	
Zona_B13	-2382.29	436.82	-5.454	6.52e-08	***
Zona_B15	-2214.56	470.81	-4.704	2.99e-06	***
Zona_B16	-3336.09	431.53	-7.731	3.11e-14	***
Zona_B17	-3789.94	430.41	-8.805	< 2e-16	***
Zona_B18	-3573.11	399.65	-8.941	< 2e-16	***
Zona_B19	-2086.01	455.37	-4.581	5.35e-06	***
Zona_B20	-4537.00	422.53	-10.738	< 2e-16	***
Zona_B21	NA	NA	NA	NA	
Zona_C12	-1660.34	472.00	-3.518	0.000459	***
Zona_C13	-1613.86	423.87	-3.807	0.000151	***
Zona_C14	-3235.62	454.04	-7.126	2.25e-12	***
Zona_C15	-4416.27	470.16	-9.393	< 2e-16	***
Zona_C16	NA	NA	NA	NA	
Zona_C17	-4289.99	439.22	-9.767	< 2e-16	***
Zona_C18	-3664.76	456.96	-8.020	3.62e-15	***
Zona_C19	NA	NA	NA	NA	
Zona_C20	-3025.56	464.80	-6.509	1.31e-10	***
Zona_D10	NA	NA	NA	NA	
Zona_D12	-1970.06	464.05	-4.245	2.43e-05	***
Zona_D13	-1391.51	485.72	-2.865	0.004278	**
Zona_D15	NA	NA	NA	NA	
Zona_D16	-2384.98	487.04	-4.897	1.17e-06	***
Zona_D18	-3324.45	504.94	-6.584	8.15e-11	***
Zona_D20	NA	NA	NA	NA	
Zona_D21	-4856.49	496.88	-9.774	< 2e-16	***
Zona_D24	-5033.91	492.40	-10.223	< 2e-16	***
Zona_D25	-5334.97	493.48	-10.811	< 2e-16	***
Zona_D28	-2670.49	463.41	-5.763	1.17e-08	***
Zona_D30	-2088.66	439.13	-4.756	2.33e-06	***
Zona_D31	NA	NA	NA	NA	
Zona_D32	-3418.73	492.32	-6.944	7.72e-12	***
Zona_D33	-3349.76	501.42	-6.681	4.38e-11	***
Zona_D34	-3872.05	602.09	-6.431	2.14e-10	***
Zona_D35	NA	NA	NA	NA	
Zona_D36	-4632.48	484.40	-9.563	< 2e-16	***
Zona_E5	NA	NA	NA	NA	
Zona_E6	NA	NA	NA	NA	
Zona_E7	NA	NA	NA	NA	
Zona_E8	NA	NA	NA	NA	
Year_2017	-425.85	165.63	-2.571	0.010313	*
Year_2016	-40.04	134.74	-0.297	0.766390	
Parcheggi	-1422.72	184.45	-7.713	3.53e-14	***
Prospicienza_Pregio	2244.21	470.94	4.765	2.23e-06	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Figura 4.4 Risultati ottenuti con regressione semilogaritmica

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)							
(Intercept)	8.833857	0.241895	36.519	< 2e-16	***						
Verde_Involucro	0.077839	0.044442	1.751	0.080239	.						
Verde.Verticale	-0.010627	0.157114	-0.068	0.946090							
loganno	-0.026842	0.019049	-1.409	0.159187							
Abitazione_signorile	0.027535	0.059103	0.466	0.641421							
Abitazione_civile	-0.058882	0.038342	-1.536	0.124994							
Abitazione_villa	-0.110086	0.162207	-0.679	0.497533							
Posizione_Normale	0.180081	0.208717	0.863	0.388498							
Posizione_Ricercata	0.721461	0.211647	3.409	0.000684	***						
Livello.piano	0.014014	0.005233	2.678	0.007556	**						
Panoramicit�	-0.019045	0.084058	-0.227	0.820811							
Zona_B13	-0.388641	0.090185	-4.309	1.83e-05	***						
Zona_B15	-0.449295	0.097203	-4.622	4.40e-06	***						
Zona_B16	-0.704868	0.089093	-7.912	8.16e-15	***						
Zona_B17	-0.839027	0.088862	-9.442	< 2e-16	***						
Zona_B18	-0.905144	0.082511	-10.970	< 2e-16	***						
Zona_B19	-0.488492	0.094016	-5.196	2.57e-07	***						
Zona_B20	-1.004294	0.087235	-11.513	< 2e-16	***						
Zona_B21	NA	NA	NA	NA							
Zona_C12	-0.642785	0.097448	-6.596	7.53e-11	***						
Zona_C13	-0.238846	0.087513	-2.729	0.006483	**						
Zona_C14	-0.577225	0.093741	-6.158	1.15e-09	***						
Zona_C15	-0.932708	0.097070	-9.609	< 2e-16	***						
Zona_C16	NA	NA	NA	NA							
Zona_C17	-0.912019	0.090681	-10.057	< 2e-16	***						
Zona_C18	-0.965339	0.094343	-10.232	< 2e-16	***						
Zona_C19	NA	NA	NA	NA							
Zona_C20	-0.484933	0.095962	-5.053	5.35e-07	***						
Zona_D10	NA	NA	NA	NA							
Zona_D12	-0.345294	0.095808	-3.604	0.000332	***						
Zona_D13	-0.188623	0.100281	-1.881	0.060333	.						
Zona_D15	NA	NA	NA	NA							
Zona_D16	-0.439871	0.100554	-4.374	1.37e-05	***						
Zona_D18	-0.586659	0.104250	-5.627	2.51e-08	***						
Zona_D20	NA	NA	NA	NA							
Zona_D21	-1.071008	0.102586	-10.440	< 2e-16	***						
Zona_D24	-1.124314	0.101661	-11.059	< 2e-16	***						
Zona_D25	-1.243295	0.101884	-12.203	< 2e-16	***						
Zona_D28	-0.448534	0.095674	-4.688	3.23e-06	***						
Zona_D30	-0.564466	0.090663	-6.226	7.61e-10	***						
Zona_D31	NA	NA	NA	NA							
Zona_D32	-0.621758	0.101643	-6.117	1.47e-09	***						
Zona_D33	-0.587073	0.103523	-5.671	1.96e-08	***						
Zona_D34	-0.759065	0.124306	-6.106	1.57e-09	***						
Zona_D35	NA	NA	NA	NA							
Zona_D36	-1.040942	0.100009	-10.408	< 2e-16	***						
Zona_E5	NA	NA	NA	NA							
Zona_E6	NA	NA	NA	NA							
Zona_E7	NA	NA	NA	NA							
Zona_E8	NA	NA	NA	NA							
Year_2017	-0.071133	0.034197	-2.080	0.037822	*						
Year_2016	-0.010230	0.027818	-0.368	0.713147							
Parcheggi	-0.287949	0.038081	-7.561	1.06e-13	***						
Prospicienza_Pregio	0.354566	0.097230	3.647	0.000282	***						

Signif. codes:	0	***	0.001	**	0.01	*	0.05	.	0.1	'	1

4.4 Conclusioni

Visti i risultati ottenuti, è possibile concludere che le tecnologie di verde in involucro, se correttamente progettate, possono fornire un servizio importante per i residenti, soprattutto se queste sono accessibili: esse, infatti, portano la natura in zone densamente edificate in cui la presenza del verde è molto scarsa e, quindi, così preziosa per i residenti da trasformarsi in “oro”, ossia in effetto economico positivo sul prezzo delle abitazioni.

Ciò che bisognerà valutare è se tali benefici si estendono anche ai residenti delle abitazioni circostanti che possono giovare della vista di tale verde e se il sovrapprezzo rilevato può andare a coprire i costi di realizzazione e manutenzione di tali tecnologie: ciò, infatti, consentirebbe di stabilire se queste ultime possono essere competitive, diventare terreno di ricerca e sviluppo e se in futuro potranno diffondersi nelle nostre città grazie anche all’ausilio di eventuali incentivi statali.

BIBLIOGRAFIA

- J. Ahern (1995), Greenways as a planning strategy, *Landscape and Urban Planning* 33, pp. 131-155
- S. T. Anderson, S. E. West (2006), Open space, residential property values, and spatial context, *Regional Science and Urban Economics* 36, pp. 773–789
- C. Bartesaghi Koc, P. Osmond, A. Peters (2017), Towards a comprehensive green infrastructure typology: a systematic review of approaches, methods and typologies, *Urban Ecosyst* 20, pp. 15-35
- S. Bell, A. Montarzino, P. Travlou (2007), Mapping research priorities for green and public urban space in the UK, *Urban Forestry & Urban Greening* 6, pp. 103–115
- E.R. Berndt, J.E. Triplett (1991), Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth, *National Bureau of Economic Research*, University of Chicago Press, Cap. 6
- B. Bolitzer, N. R. Netusil (2000), The impact of open spaces on property values in Portland, Oregon, *Journal of Environmental Management* 59, 185–193
- R. V. Butler (1982), The specification of hedonic indexes for urban housing, *Land Economics*, vol. 58, pp. 94-108
- C-R. Chang, M-H. Li, S-D. Chang (2007), A preliminary study on the local cool-island intensity of Taipei city parks, *Landscape and Urban Planning* 80, 386-395
- T. L. Chin, K.W. Chau (2003), A Critical Review of Literature on the Hedonic Price Model, *International Journal for Housing and Its Applications* 27 (2), 145-165.
- COM(2013) 249 final: Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa
- Comitato per lo sviluppo del verde pubblico (2017), Linee guida per la gestione del verde urbano e prime indicazioni per una pianificazione sostenibile
- Comitato per lo Sviluppo del Verde Pubblico (2019), Relazione annuale
- Comitato per lo Sviluppo del Verde Pubblico, STRATEGIA NAZIONALE DEL VERDE URBANO, Foreste urbane resilienti ed eterogenee per la salute e il benessere dei cittadini
- M. L. Cropper, L. B. Deck, K.E. McConnell (1988), On the choice of functional form for hedonic price functions, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 70, No. 4., pp. 668-675.
- G. H. Donovan, D. T. Butry (2010), Trees in the city: Valuing street trees in Portland, Oregon, *Landscape and Urban Planning* 94, 77-83
- P. Eichholtz, N. Kok, J.M. Quigley (2010), Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings, *American Economic Review* 100, 2492-2509
- R.C. Feenstra, M. D. Shapiro (2003), Scanner Data and Price Indexes, *National Bureau of Economic Research*, University of Chicago Press, Vol. 10
- S.E. Gill, J.F. Handley, A.R. Ennos, S. Pauleit, Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure, *Built Environment* Vol. 33 N.1

- Z. Griliches (1991), Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth, *National Bureau of Economic Research*, University of Chicago Press, Cap. 3
- R. Halvorsen, H. O. Pollakowski (1979), Choice of Functional Form for Hedonic Price Equations, *Journal of Urban Economics* 10, pp. 37-49
- K. Ichihara, J.P. Cohen (2011), New York City property values: what is the impact of green roofs on rental pricing?, Springer-Verlag, pp. 21-30
- Index Construction System and Products (2017), Capitolato tecnico: Tetti Verdi - Tetto verde intensivo e tetto verde estensivo
- ISPRA (2009), Gestione ecosistemica delle aree verdi urbane: analisi e proposte
- H. R. A. Koster, J. N. van Ommeren, P. Rietveld (2014), Historic amenities, income and sorting of households, *Journal of Economic Geography* 16, pp. 203-236
- R.J. Laverne, K. Winson-Geideman (2003), The influence of trees and landscaping on rental rates at office buildings, *Journal of Arboriculture* 29
- J. Lu, Q. Li, L. Zeng, J. Chen, G. Liu, Y. Li, W. Li, K. Huang (2017), A micro-climatic study on cooling effect of an urban park in a hot and humid climate, *Sustainable Cities and Society* 32, 513-522
- I. C. Mell (2010), Green infrastructure: concepts, perceptions and its use in spatial planning
- S. Momigliano, F. Giovanetti Nuti (2001), La valutazione dei costi e dei benefici nell'analisi dell'impatto della regolazione, *Dipartimento della funzione pubblica-Ufficio per l'innovazione delle pubbliche amministrazioni*, Rubettino.
- S. Oliveira, H. Andrade, T. Vaz (2011), The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon, *Building and Environment* 46, 2186-2194
- Osservatorio del Mercato Immobiliare (2016), Manuale della Banca Dati Quotazioni dell'Osservatorio del Mercato Immobiliare, *Osservatorio Mercato Immobiliare e Servizi Estimativi*
- T. E. Panduro, K. L. Veie (2013), Classification and valuation of urban green spaces – A hedonic house price valuation, *Landscape and Urban Planning* 120, pp. 119-128
- K. Perini, M. Ottelè, E.M. Haas, R. Raiteri (2013), Vertical greening system, a process tree for green façades and living walls, *Urban Ecosyst* 16, 265-277
- S. Rosen (1974), Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition, *Journal of Political Economy*, Vol. 82, n.1, p.34
- J-D. Saphores, W. Li (2012), Estimating the value of urban green areas: A hedonic pricing analysis of the single family housing market in Los Angeles, CA, *Landscape and Urban Planning* 104, pp. 373-387.
- I. D. Stewart, T. R. Oke (2012), Local Climate Zones for urban temperature studies, *American Meteorological Society*

J. E. Triplett (1986), Economic Interpretation of Hedonic Methods.

L. Tyrväinen, A. Miettinen (2000), Property Prices and Urban Forest Amenities, *Journal of Environmental Economics and Management* 39, pp. 205-223

W. Zhou & A. Troy (2008) An object-oriented approach for analysing and characterizing urban landscape at the parcel level, *International Journal of Remote Sensing*, 29:11, 3119-3135

SITOGRAFIA

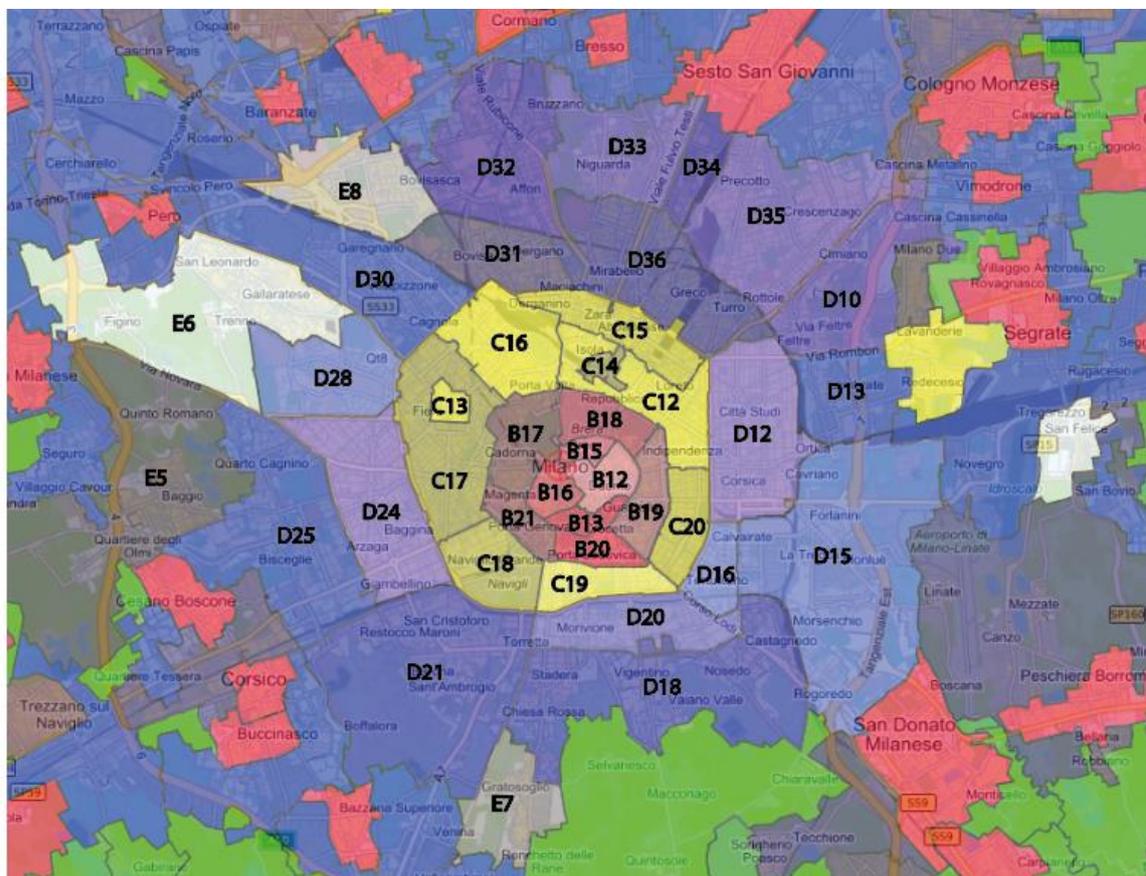
Agenzia delle entrate: https://www.agenziaentrate.gov.it/geopoi_omi/index.php

Catasto: <https://www.catasto.it/categorie.html>

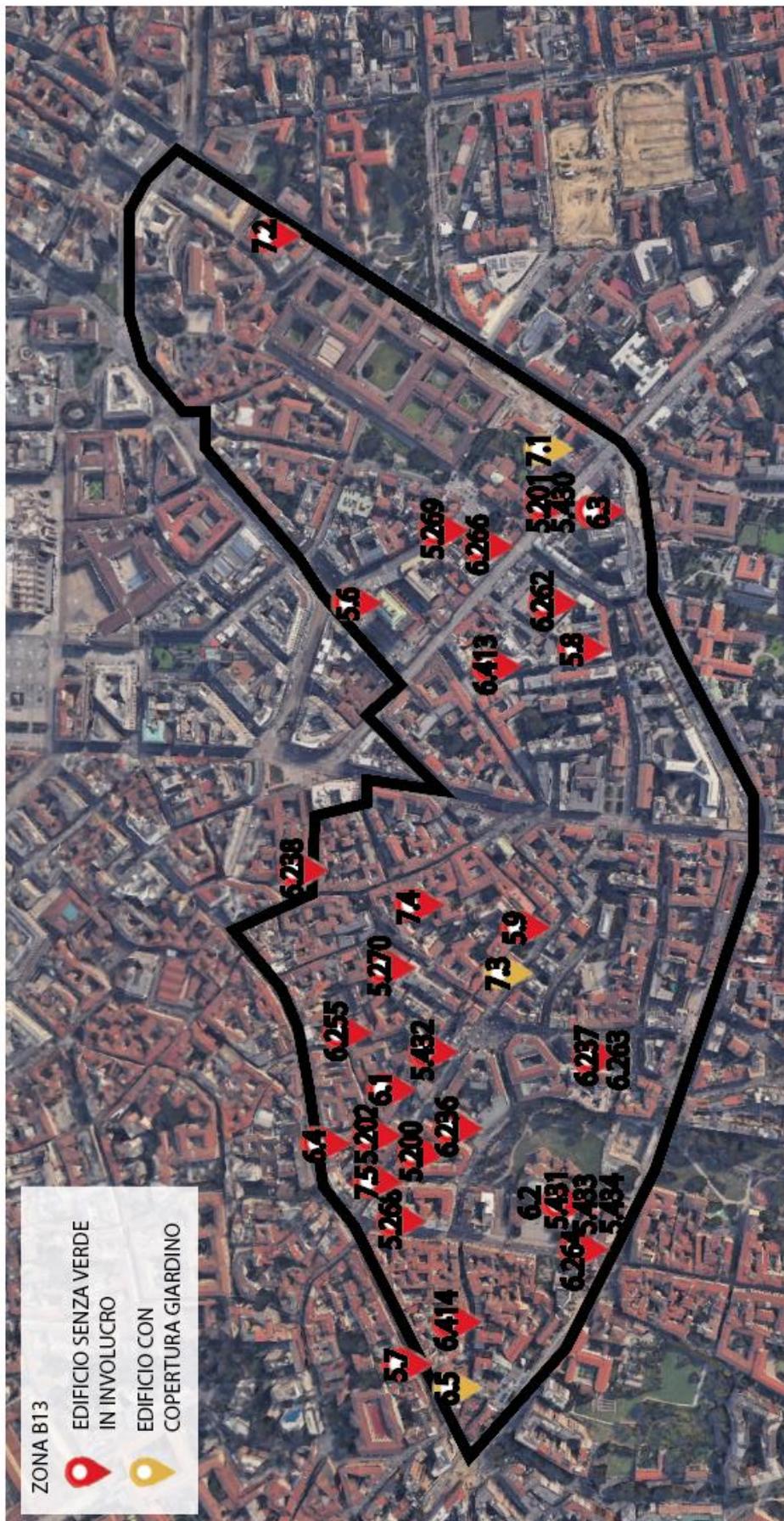
APPENDICE

Mappe delle Zone OMI con le voci analizzate

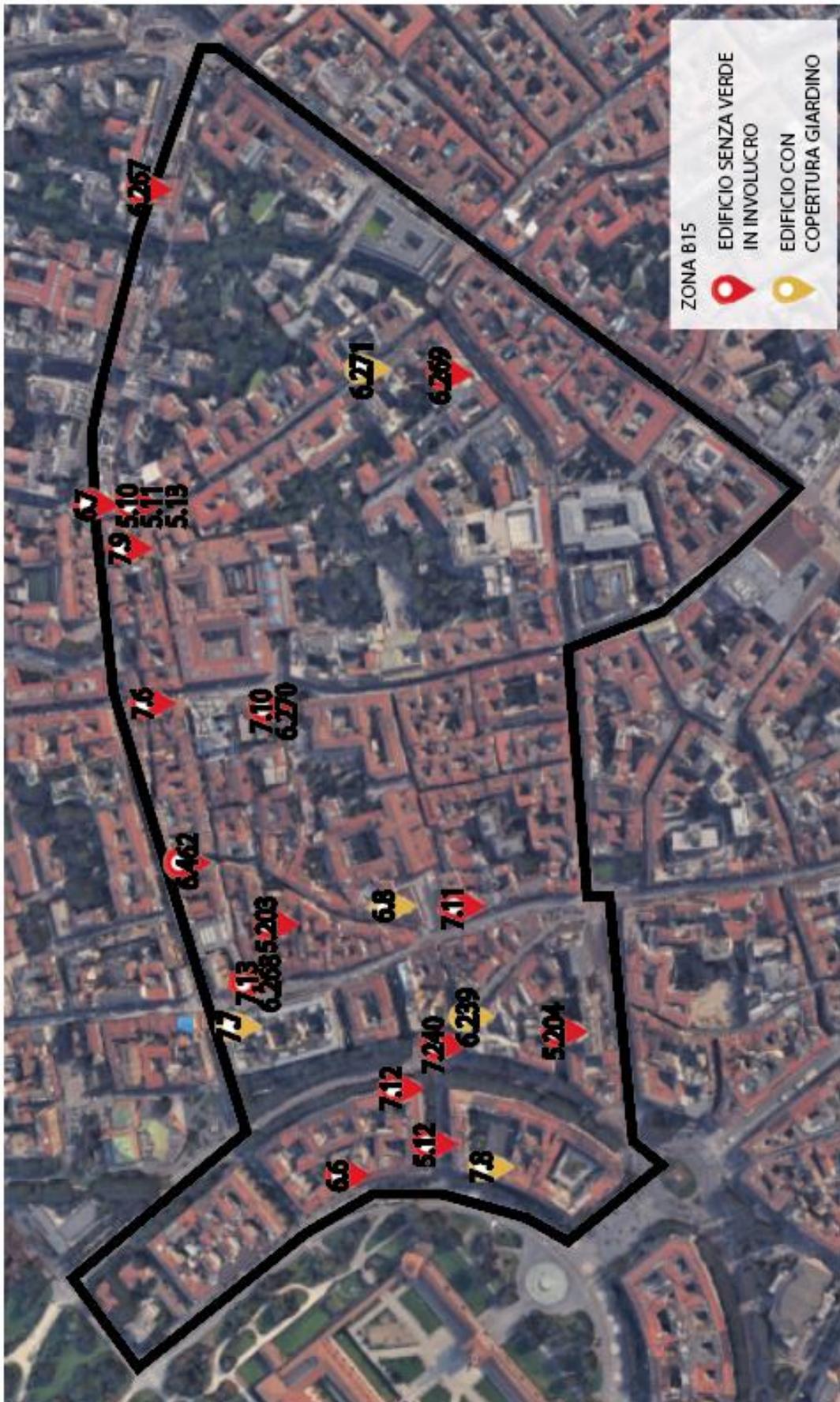
Figura A1 – Zone OMI della città di Milano. Fonte: Agenzia delle Entrate



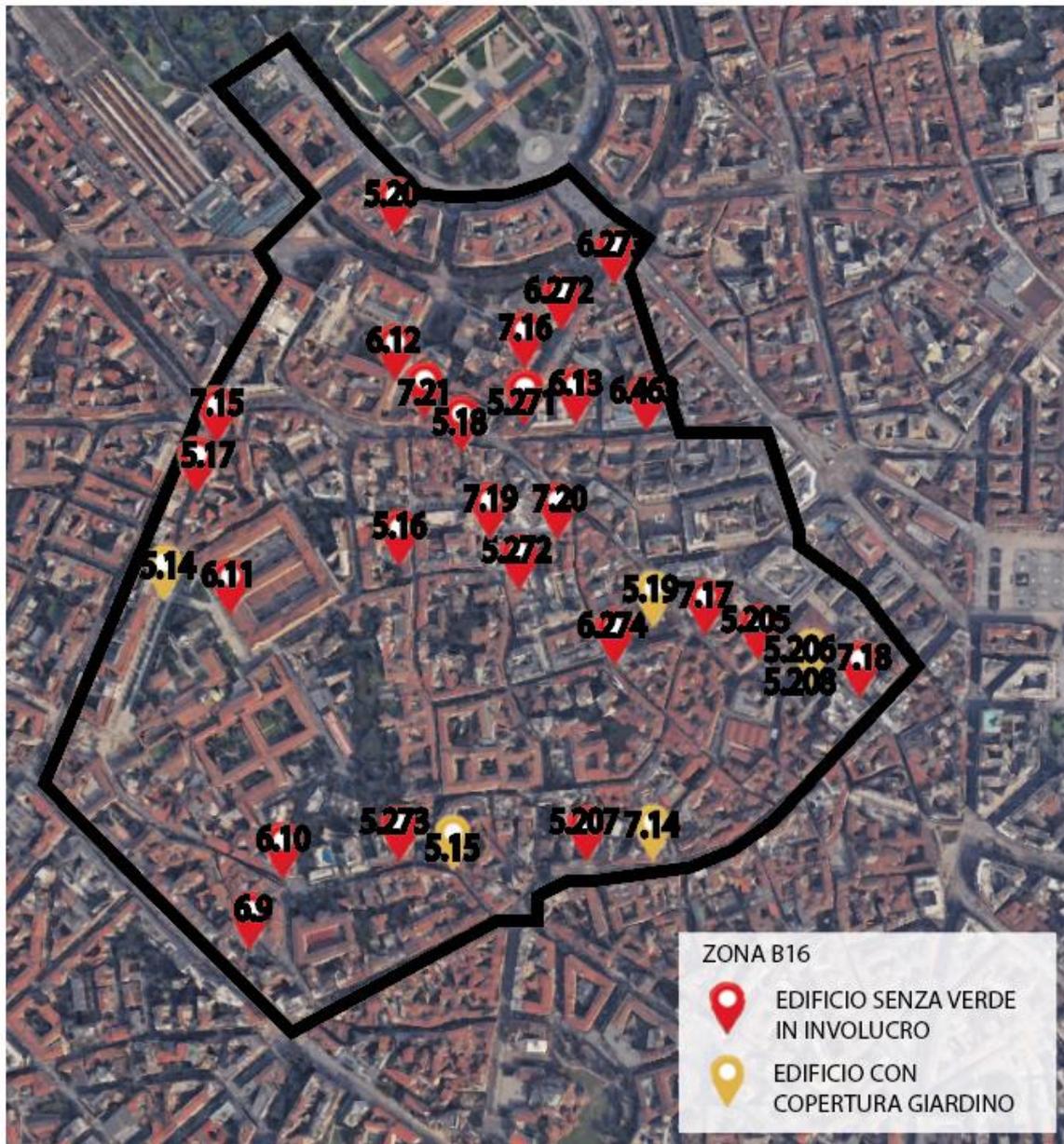
ZONA B13 - Centro Storico (Università Statale, San Lorenzo)



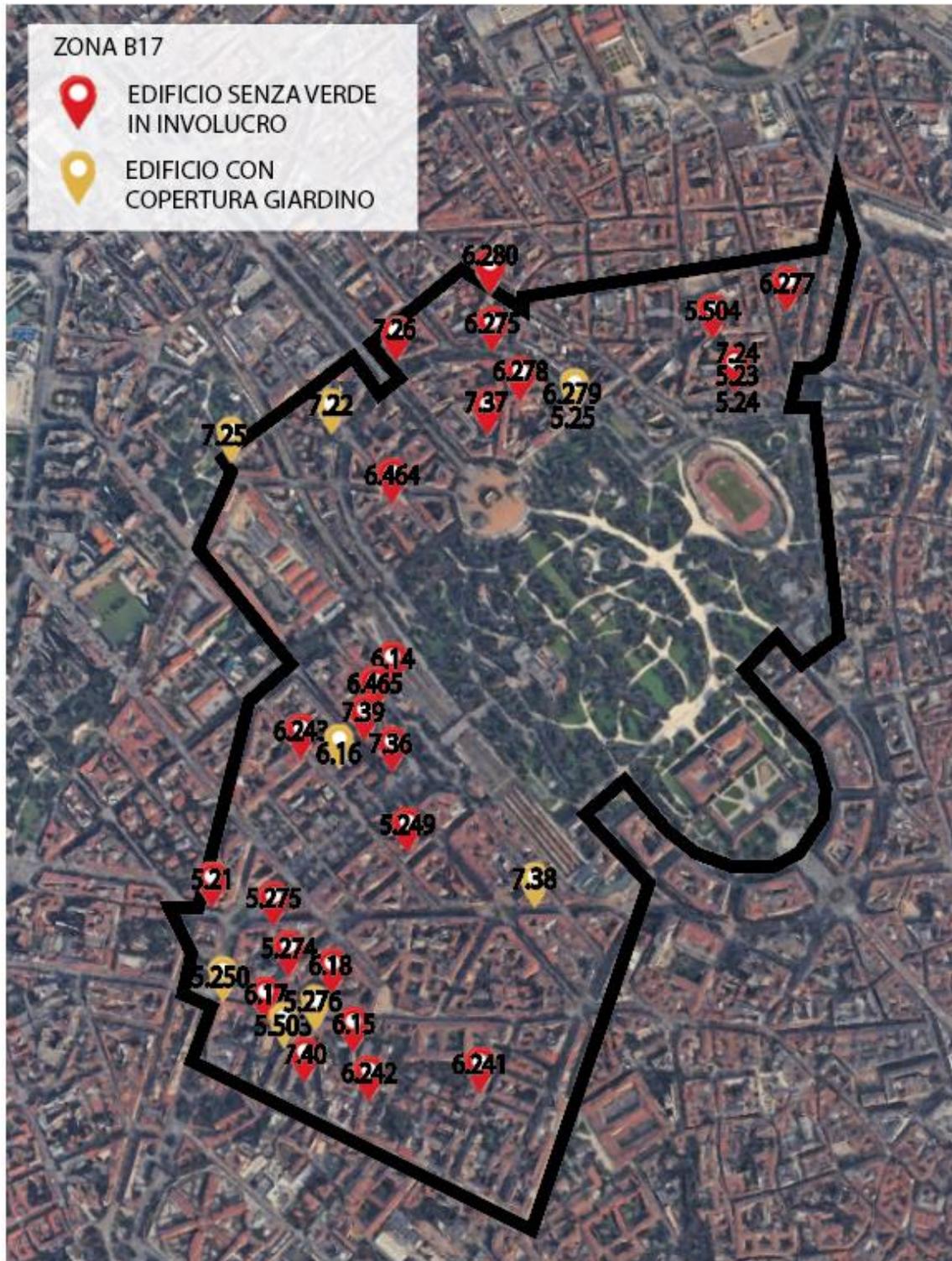
ZONA B15 - Centro Storico (Brera)



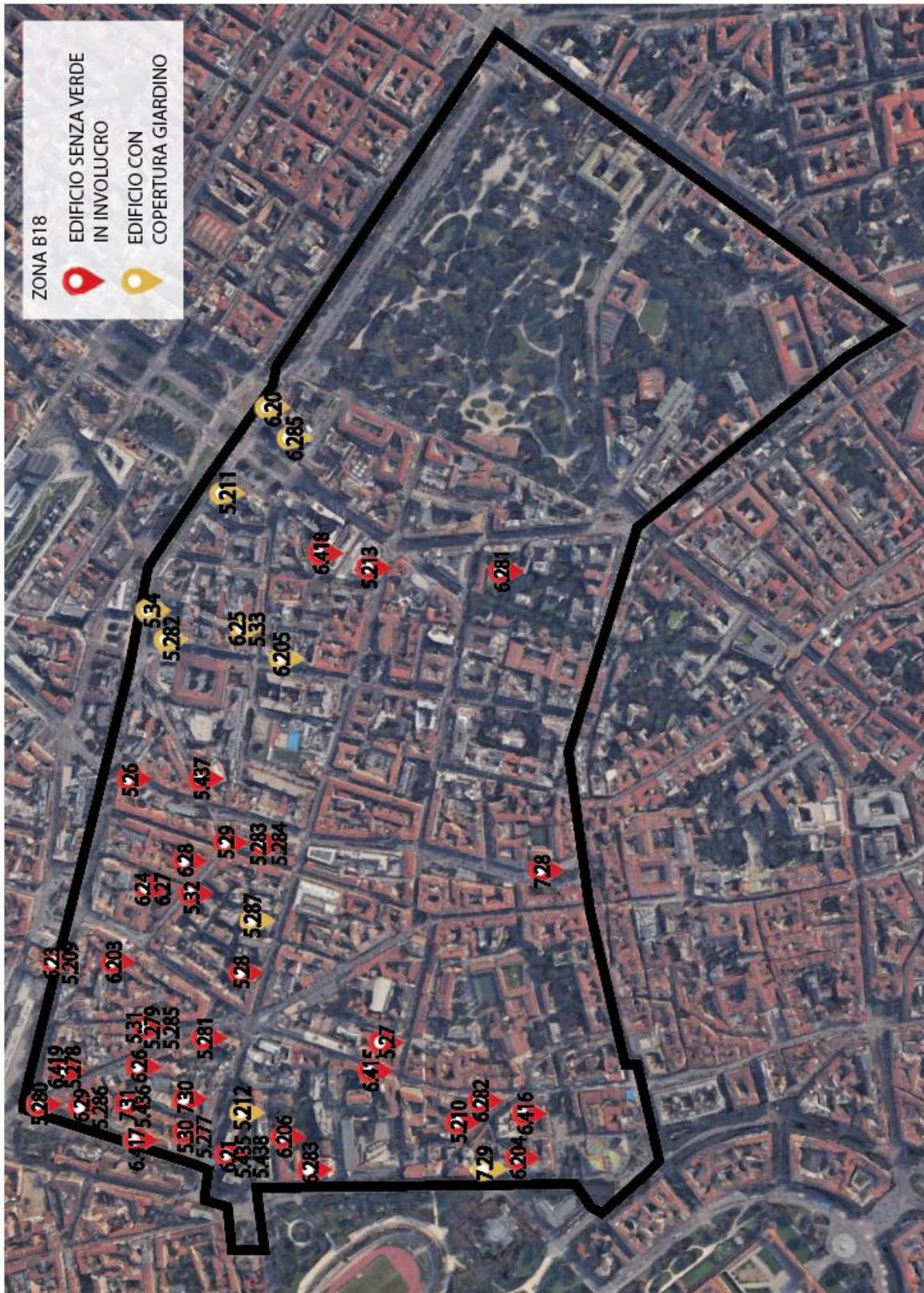
ZONA B16 - Centro Storico (Sant'Ambrogio, Cadorna, Via Dante)



B17 - Parco Sempione, Arco della Pace, Corso Magenta



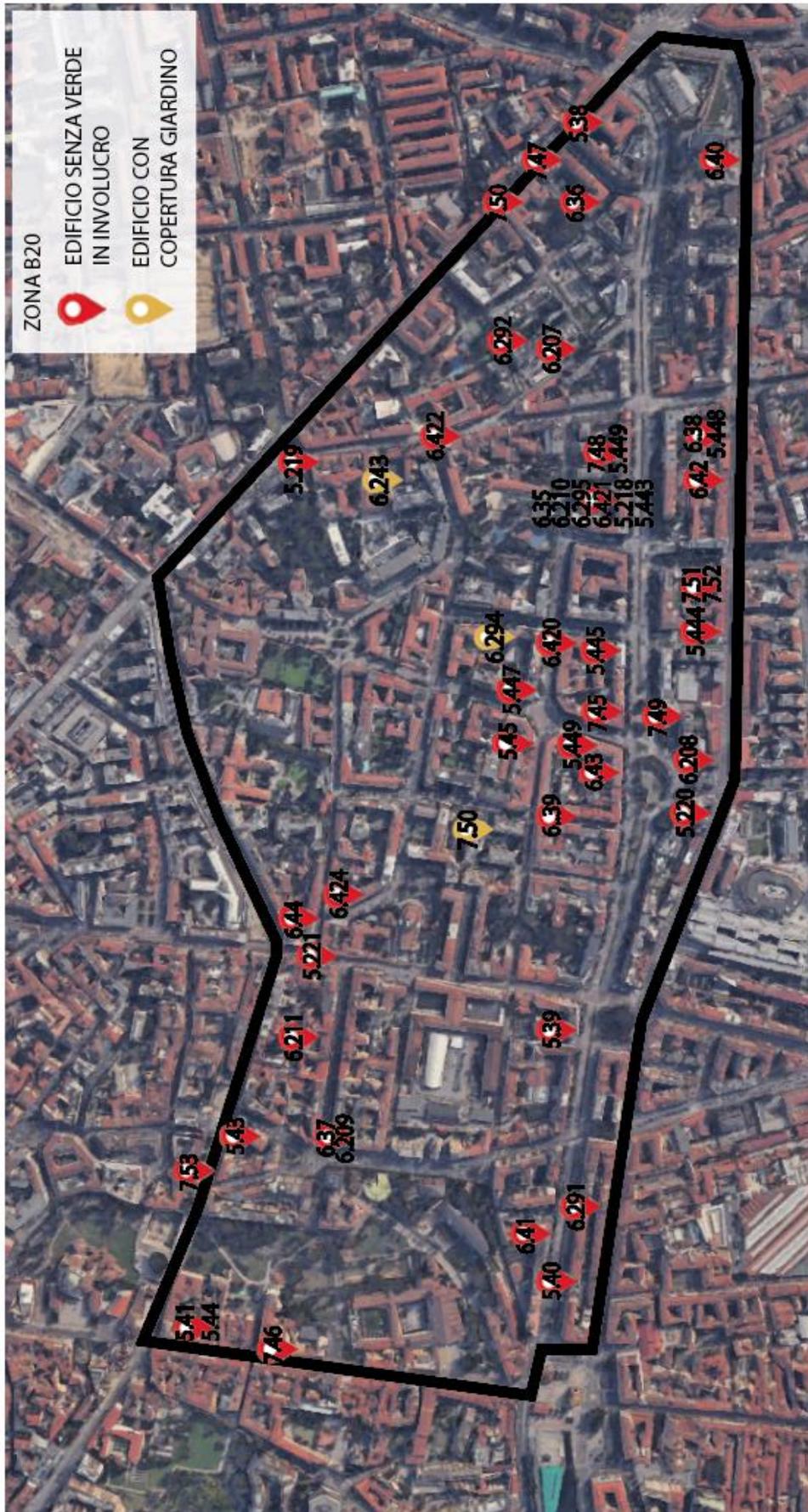
B18 - Turati, Moscova, Corso Venezia



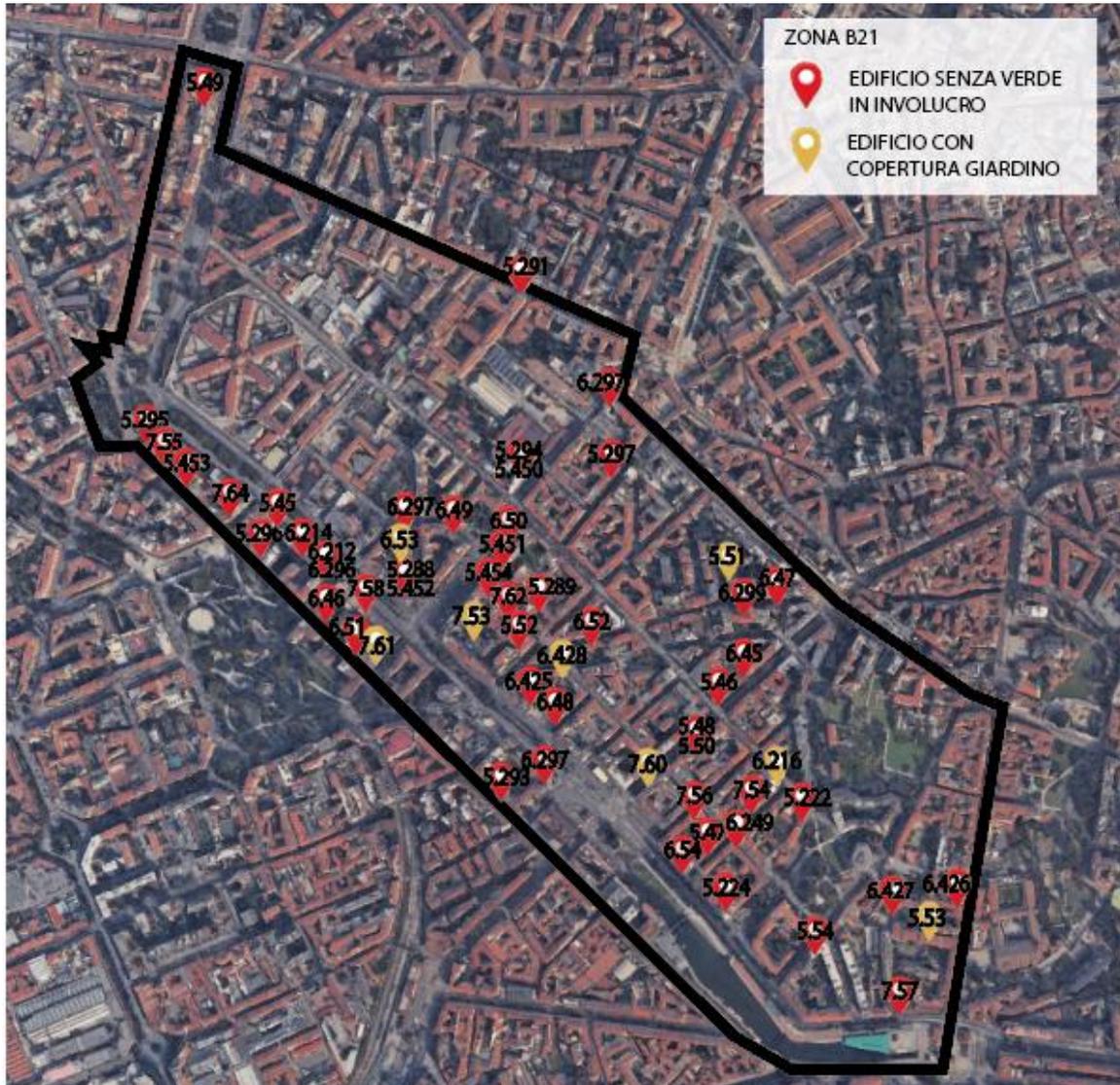
B19 - Venezia, Porta Vittoria, Porta Romana



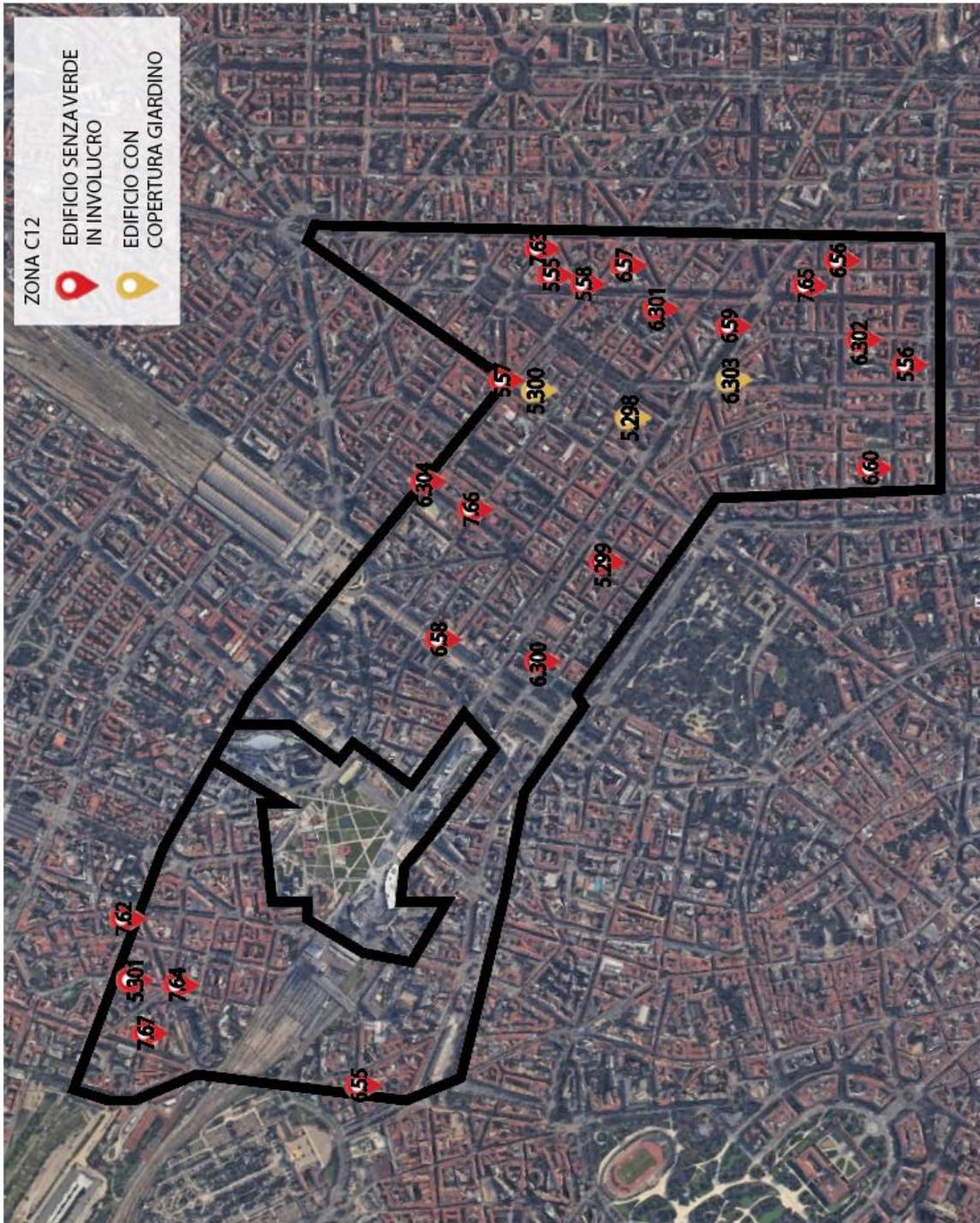
B20 - Porta Vigentina, Porta Romana



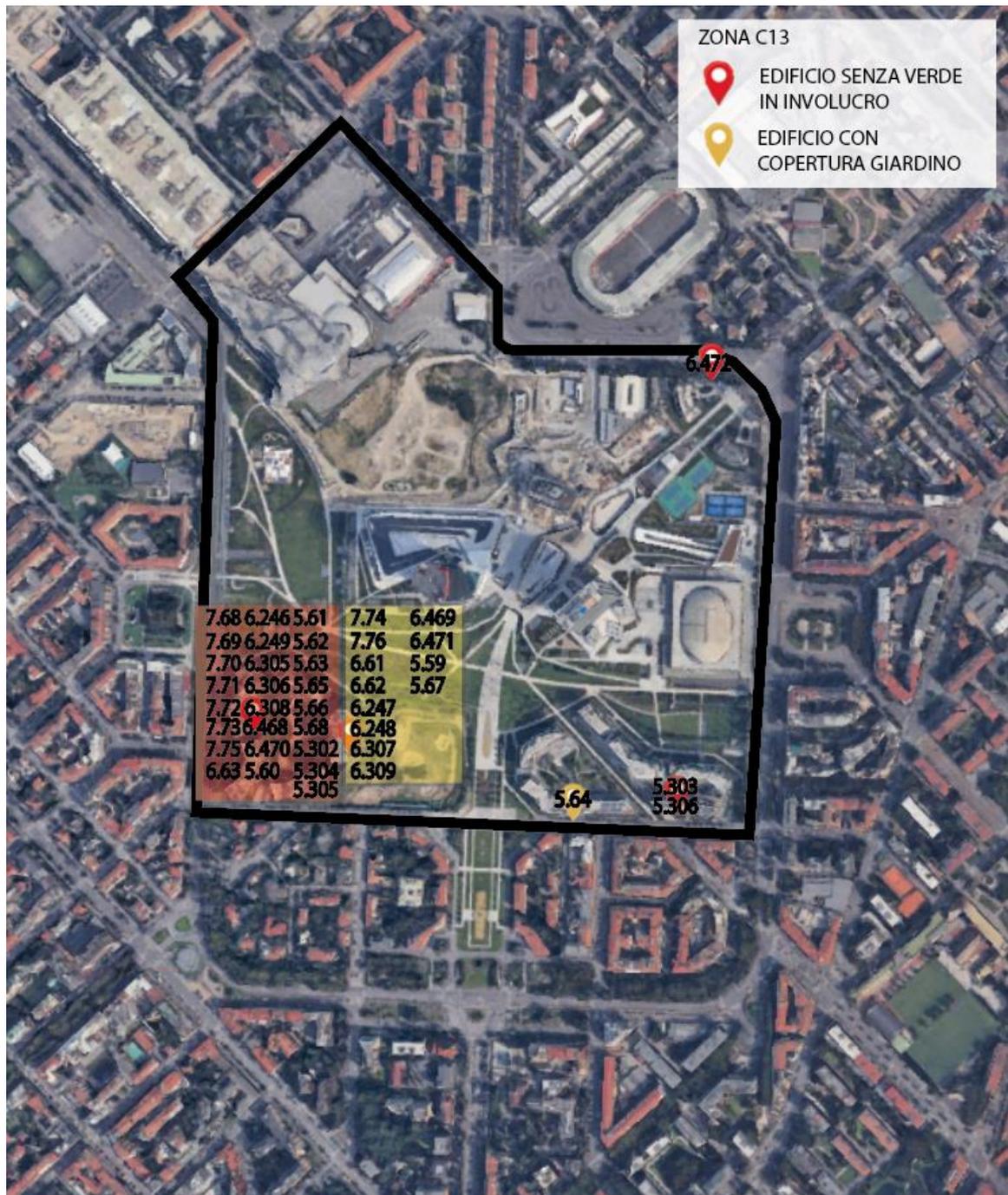
B21 - Porta Ticinese, Porta Genova, Via San Vittore



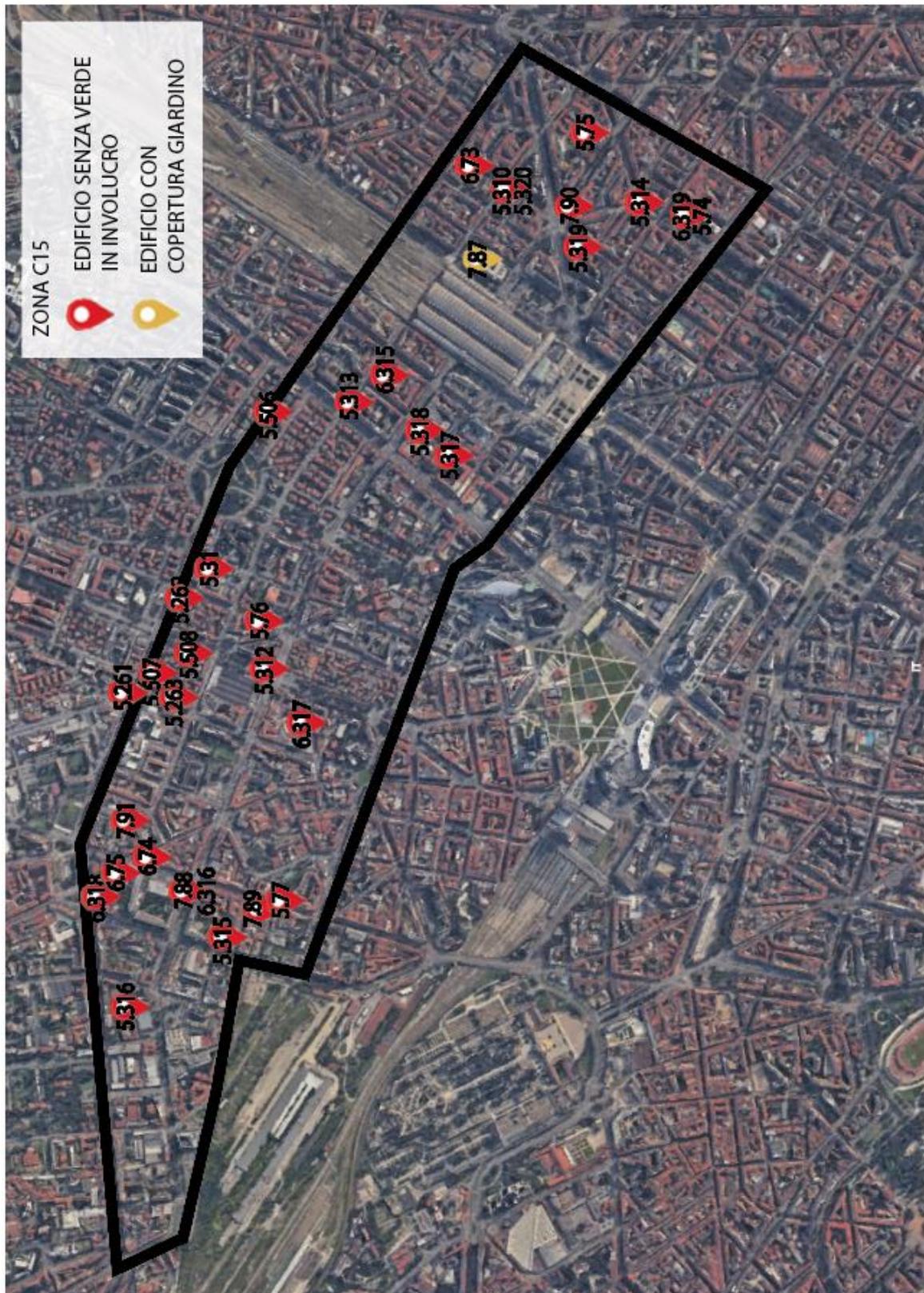
C12 - Pisani, Buenos Aires, Regina Giovanna



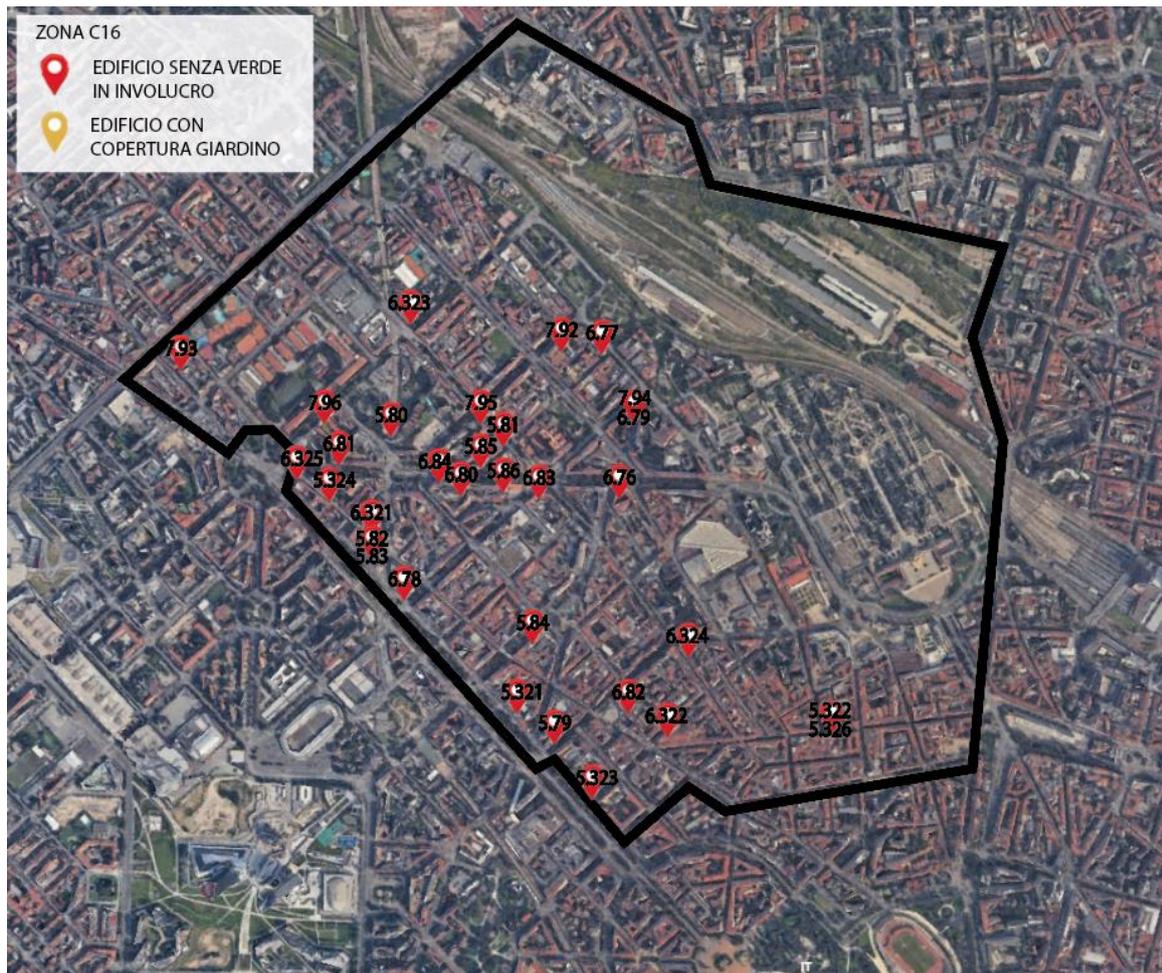
C13 - City Life



C15 – Stazione Centrale, Viale Stelvio



C16 – Cenisio, Farini, Sarpi

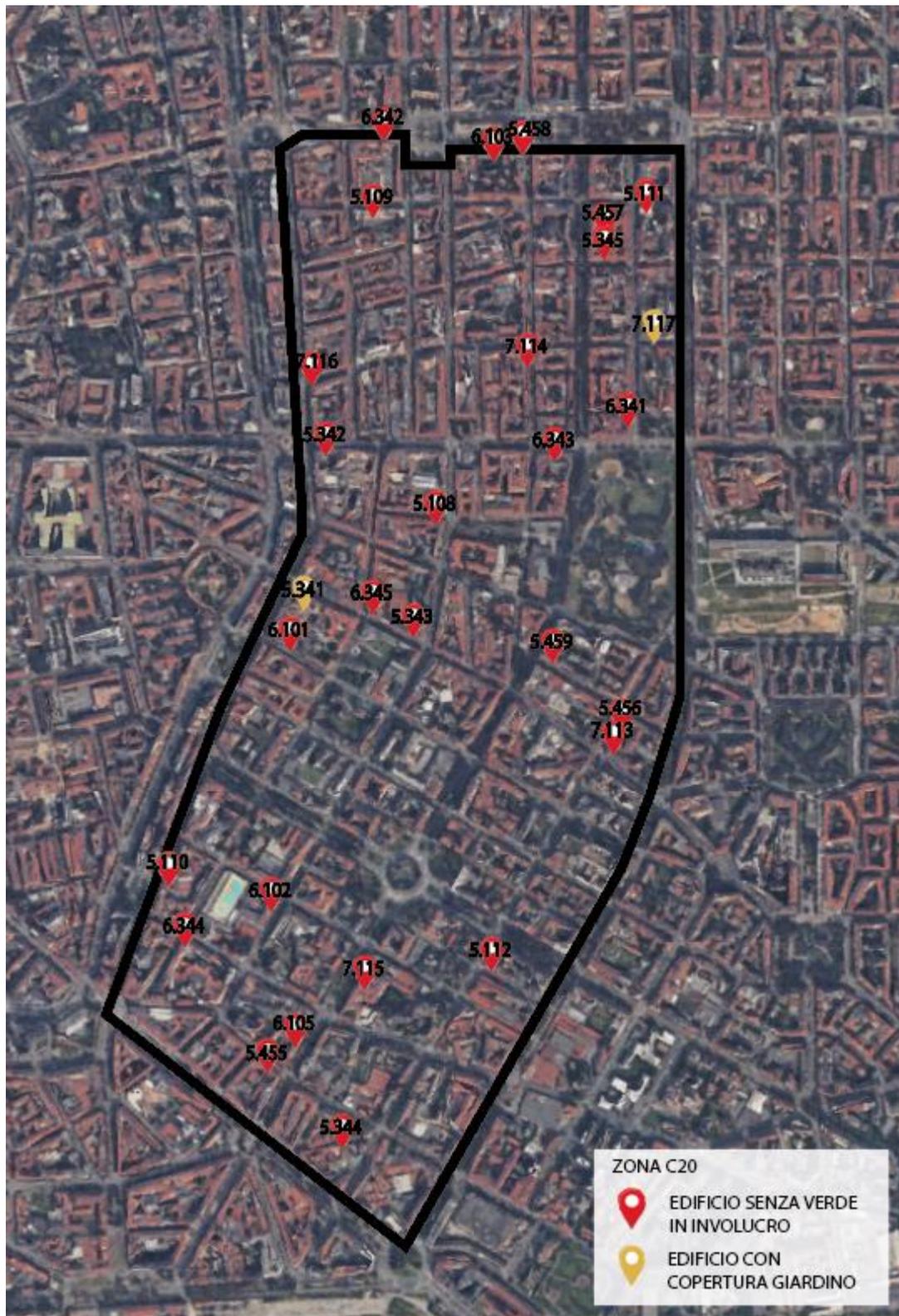


C18 – Solari, Porta Genova, Ascanio Sforza

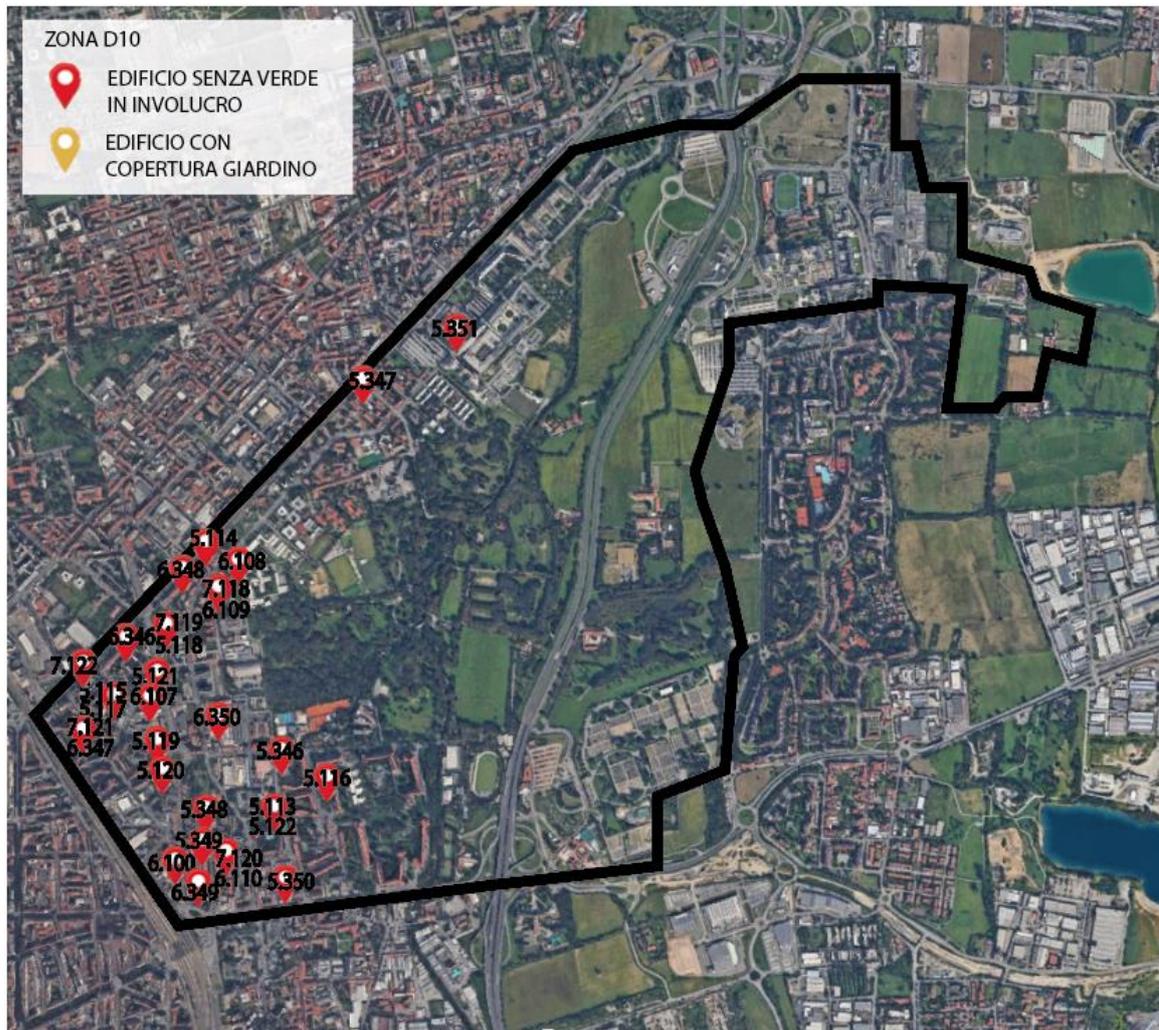




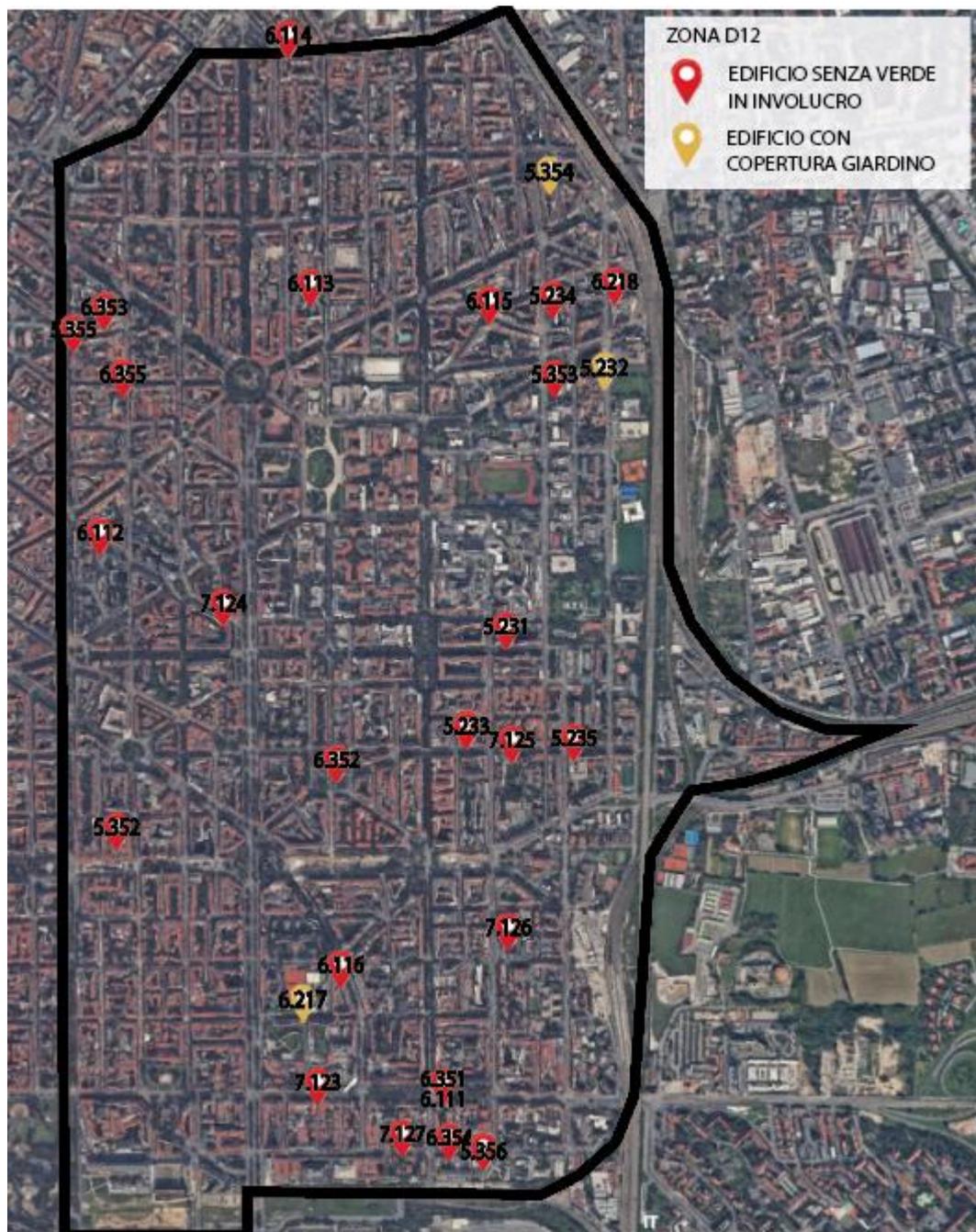
C20 – Libia, XXII Marzo, Indipendenza



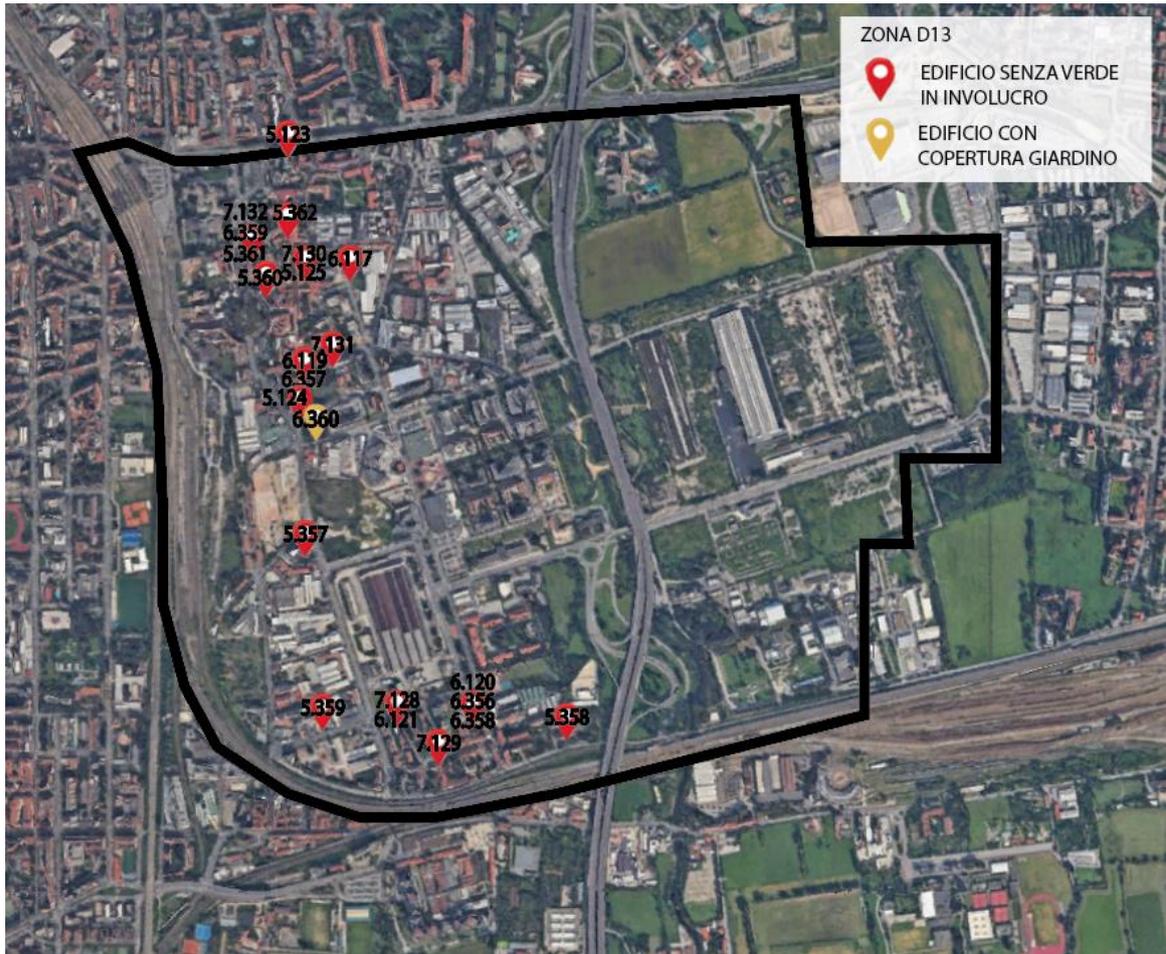
D10 – Parco Lambro, Feltre, Udine



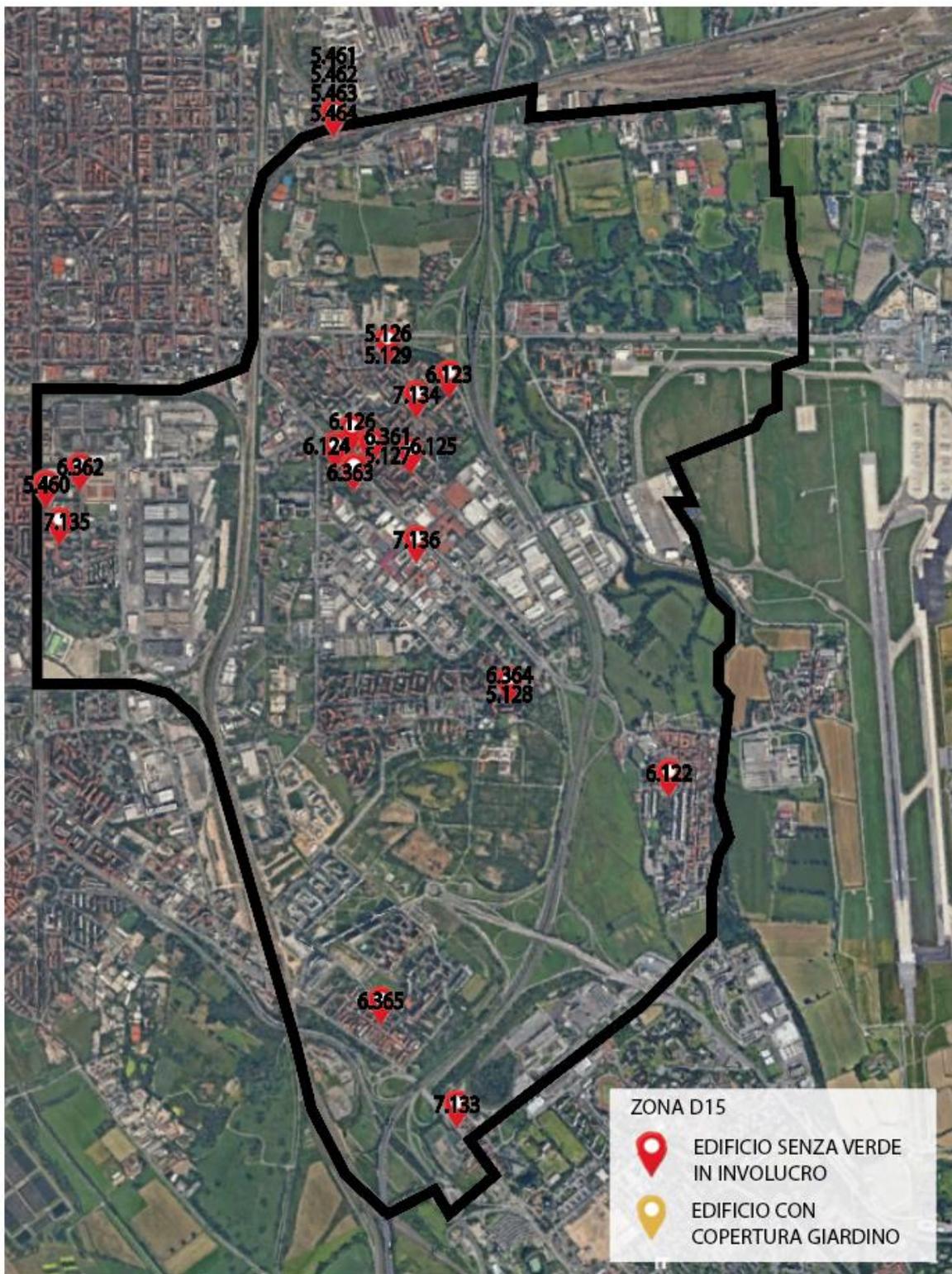
D12 – Piola, Argonne, Corsica



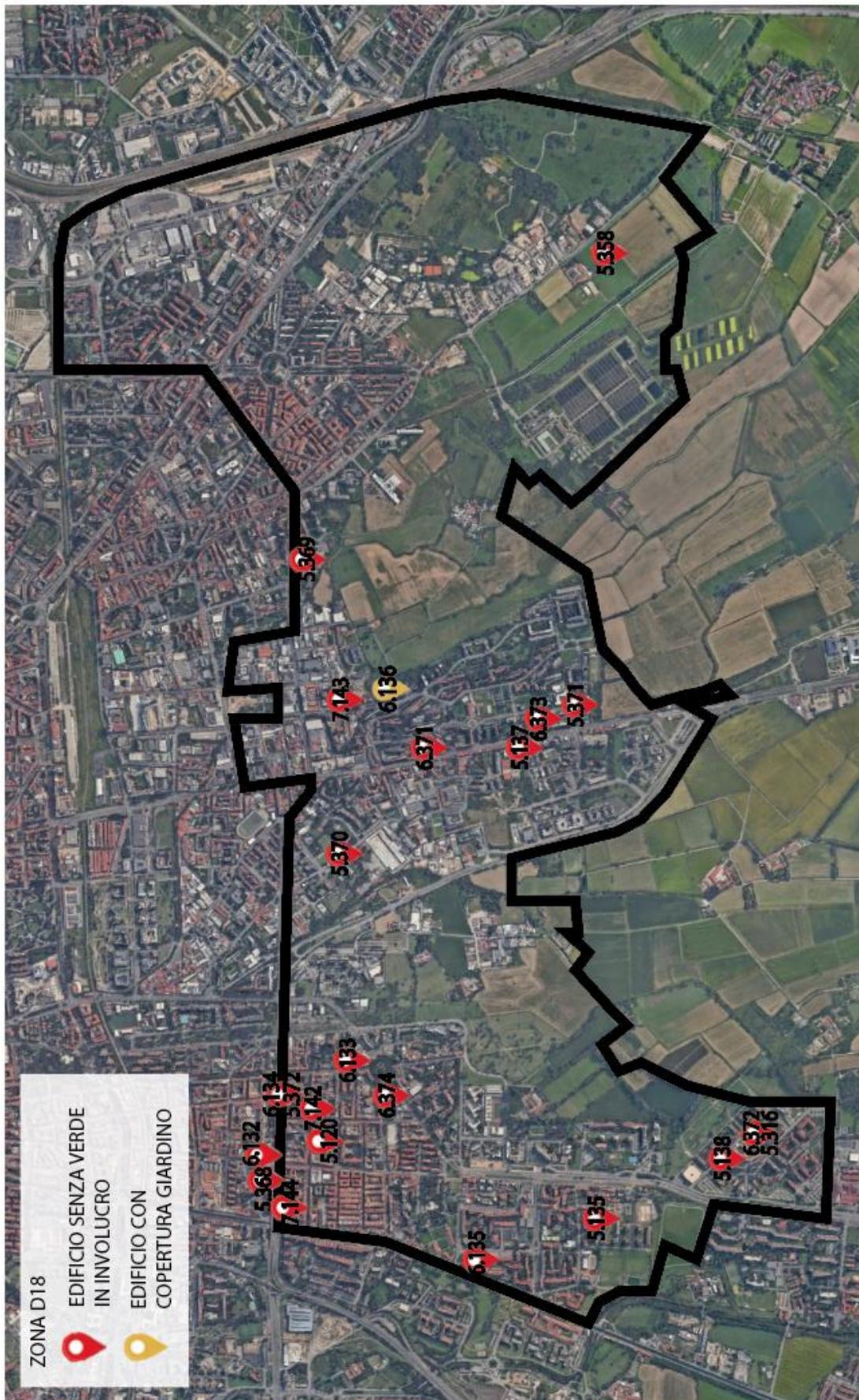
D13 – Lambrate, Rubattino, Rombon

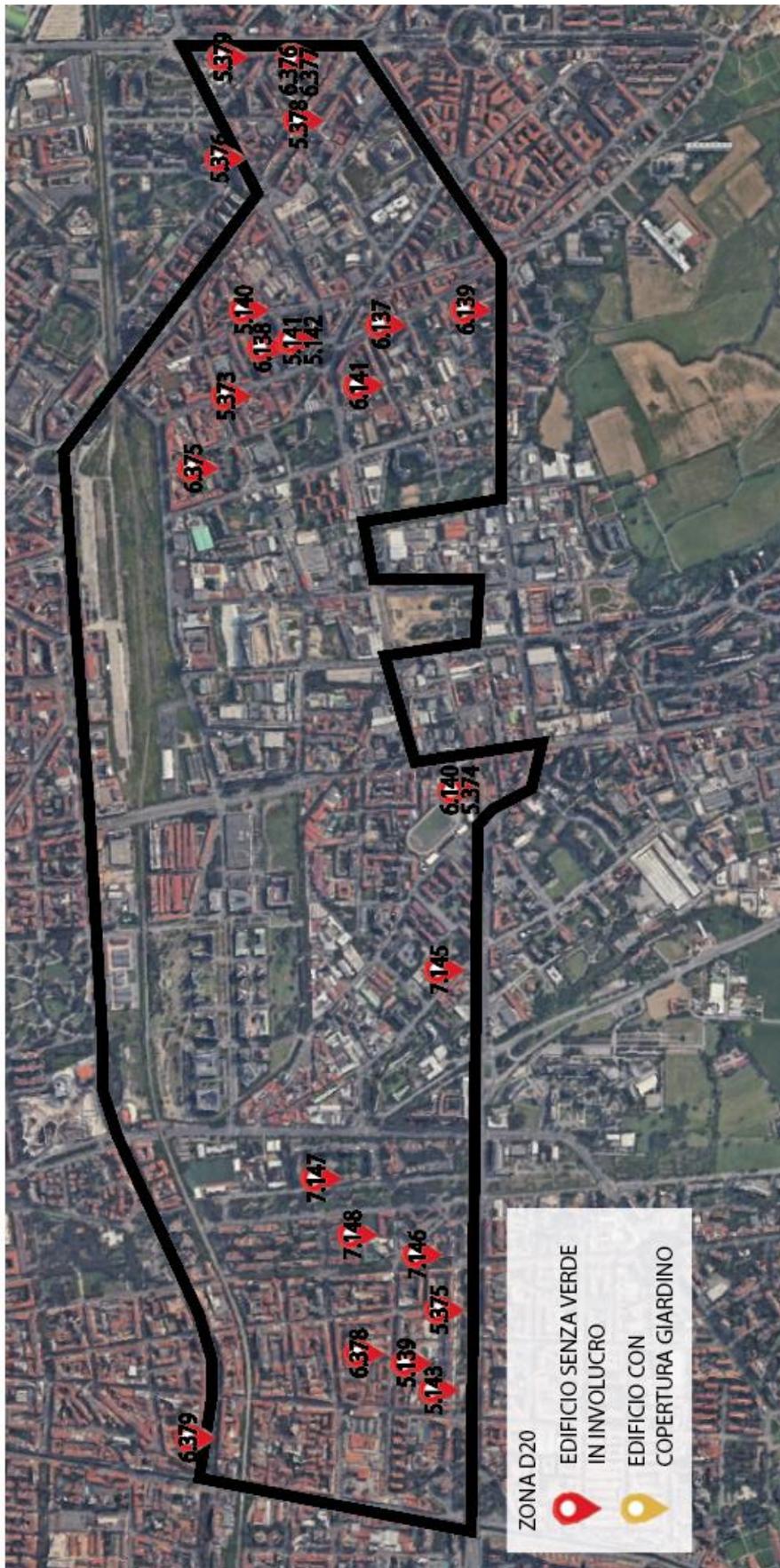


D15 – Forlanini, Mecenate, Ortomercato, Santa Giulia

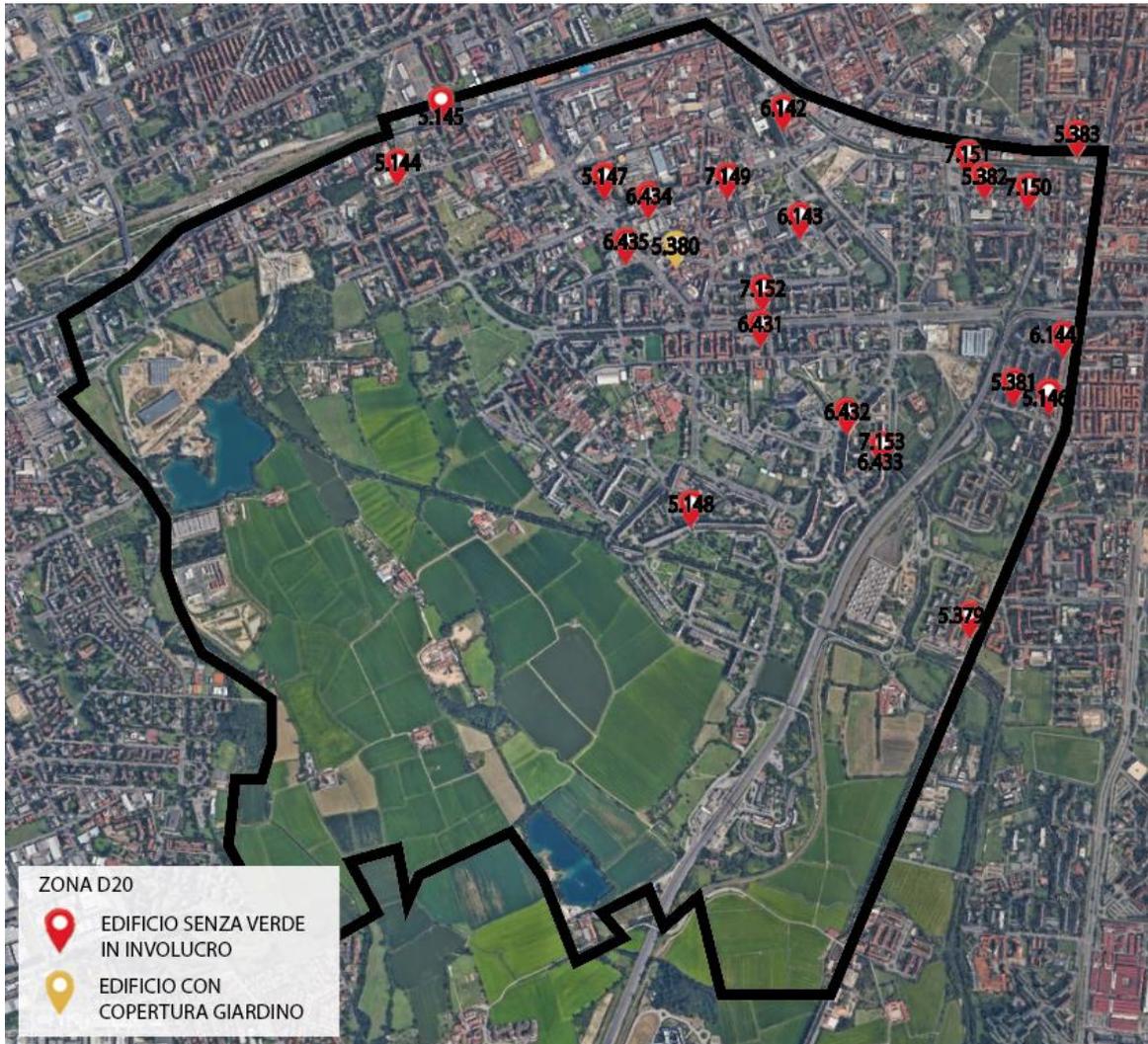




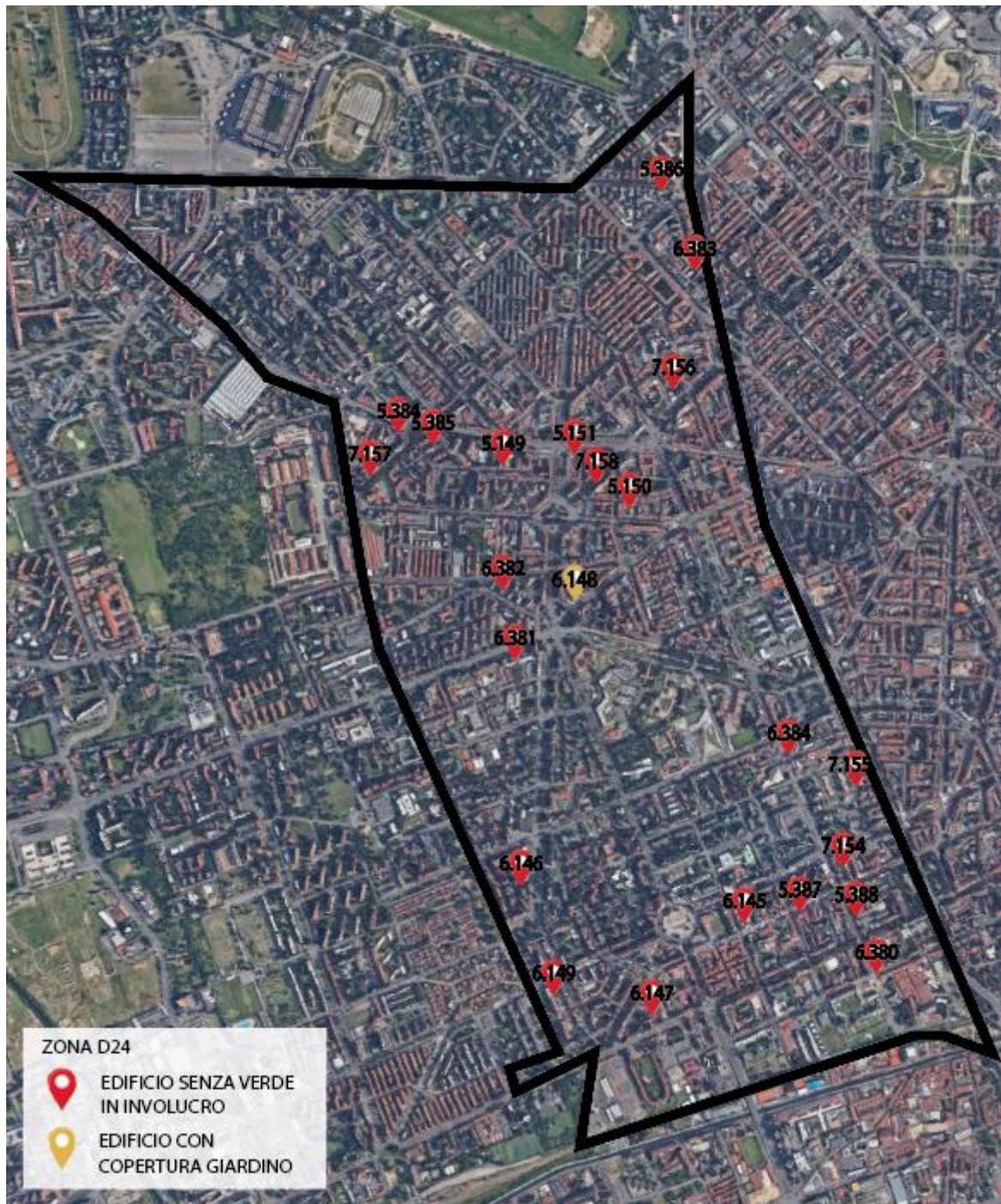




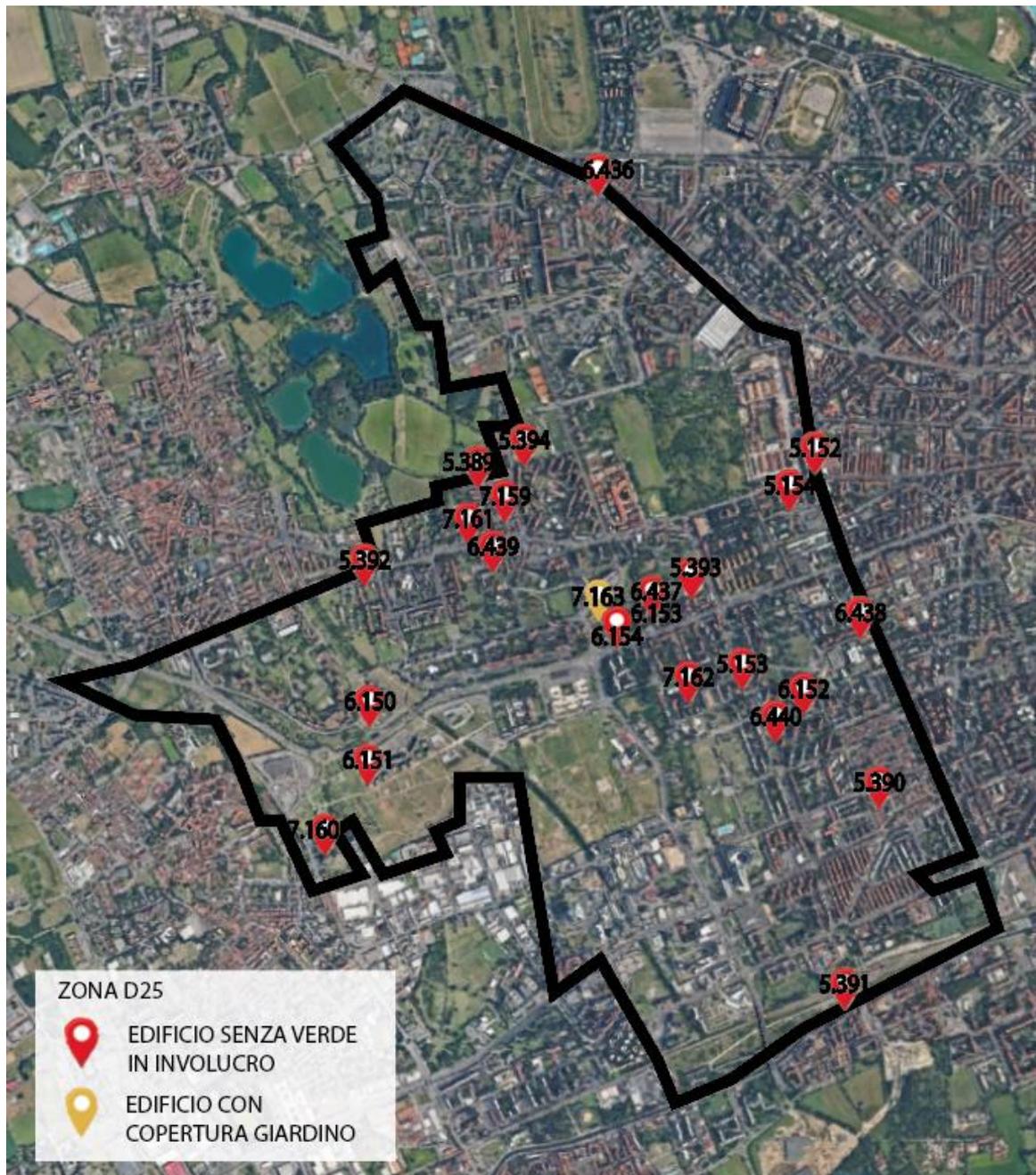
D21 – Barona, Famagosta, Faenza



D24 – Segesta, Aretusa, Vespri Siciliani



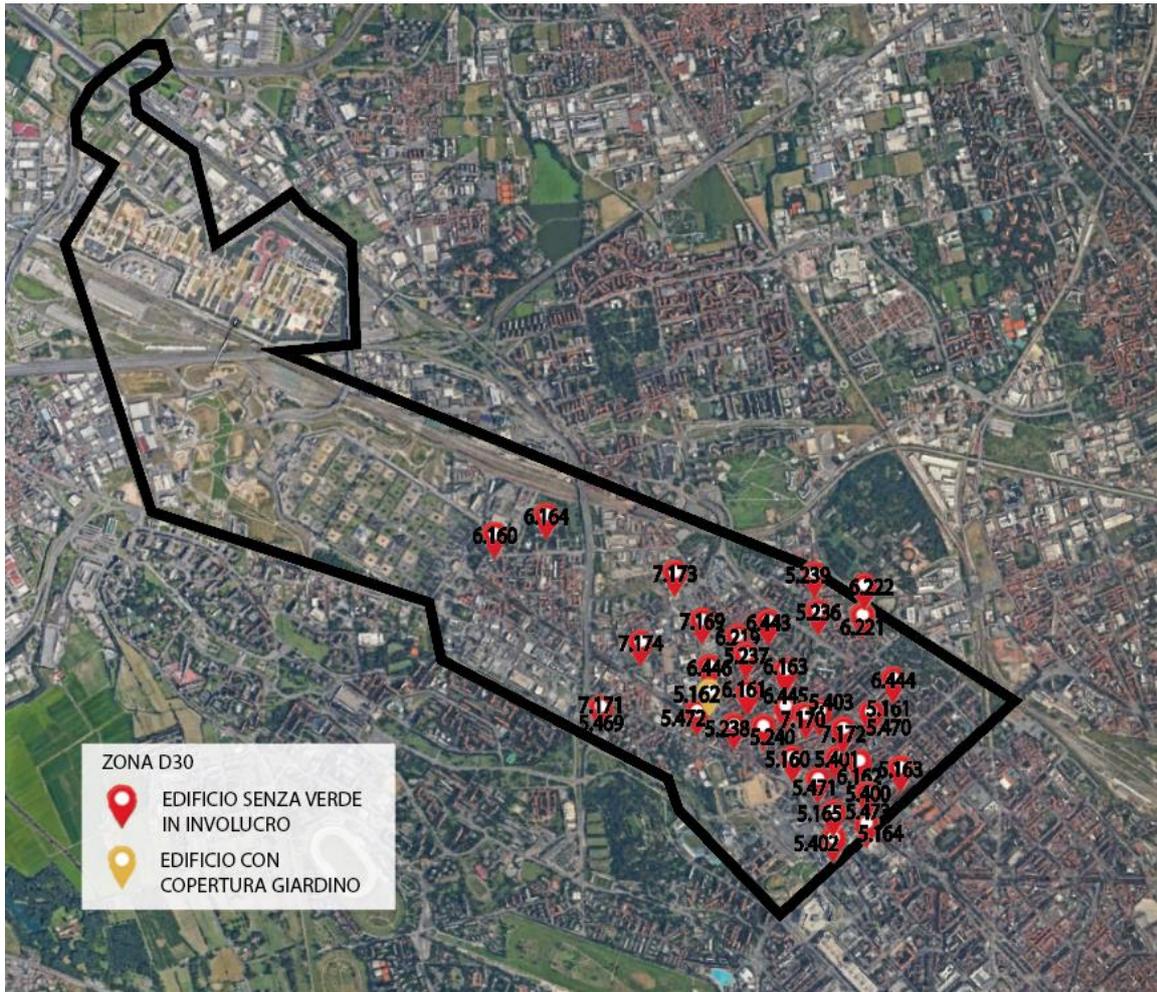
D25 – Lorenteggio, Inganni, Bisceglie, San Carlo Borromeo



D28 – Ippodromo, Caprilli, Monte Stella

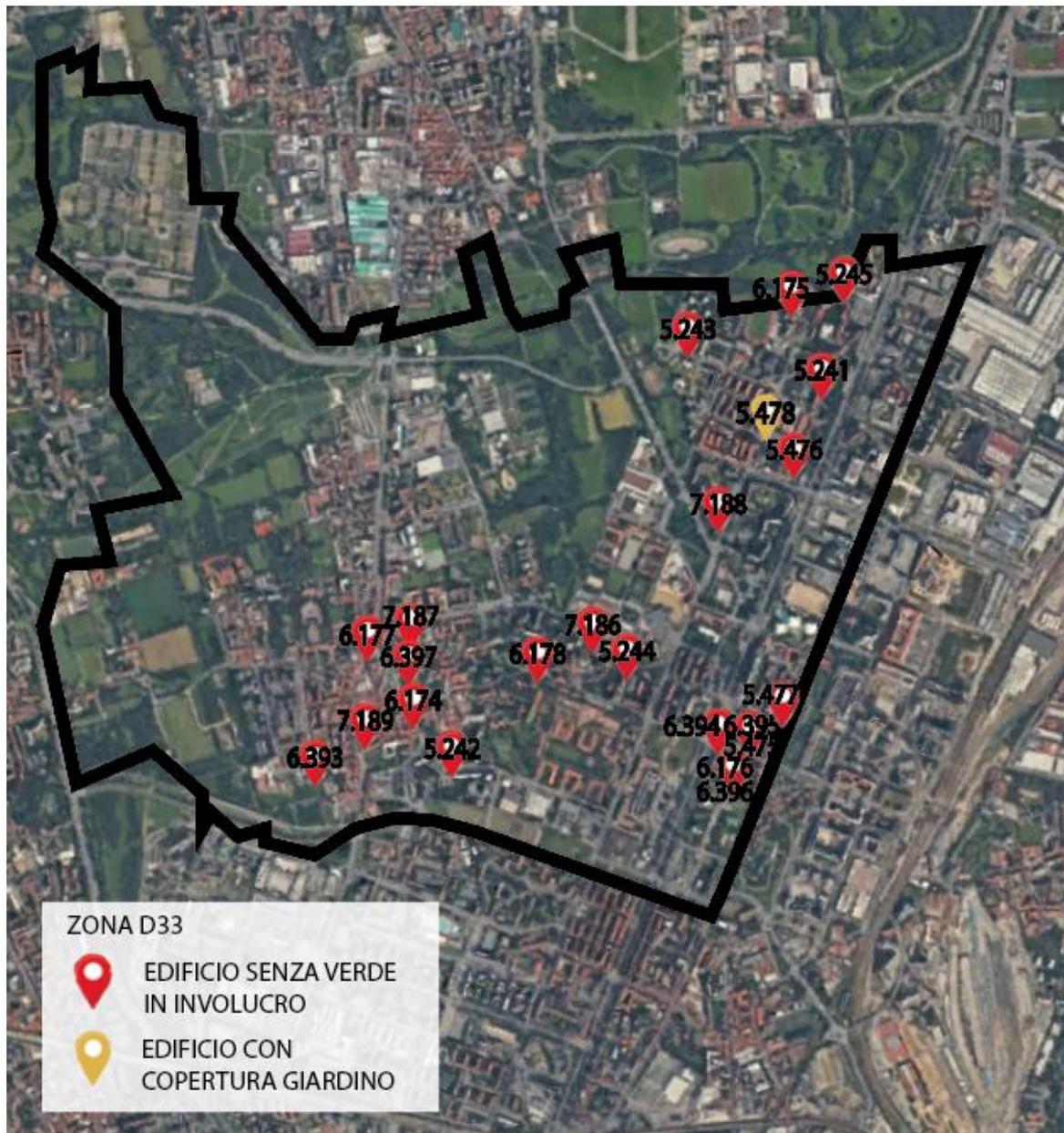


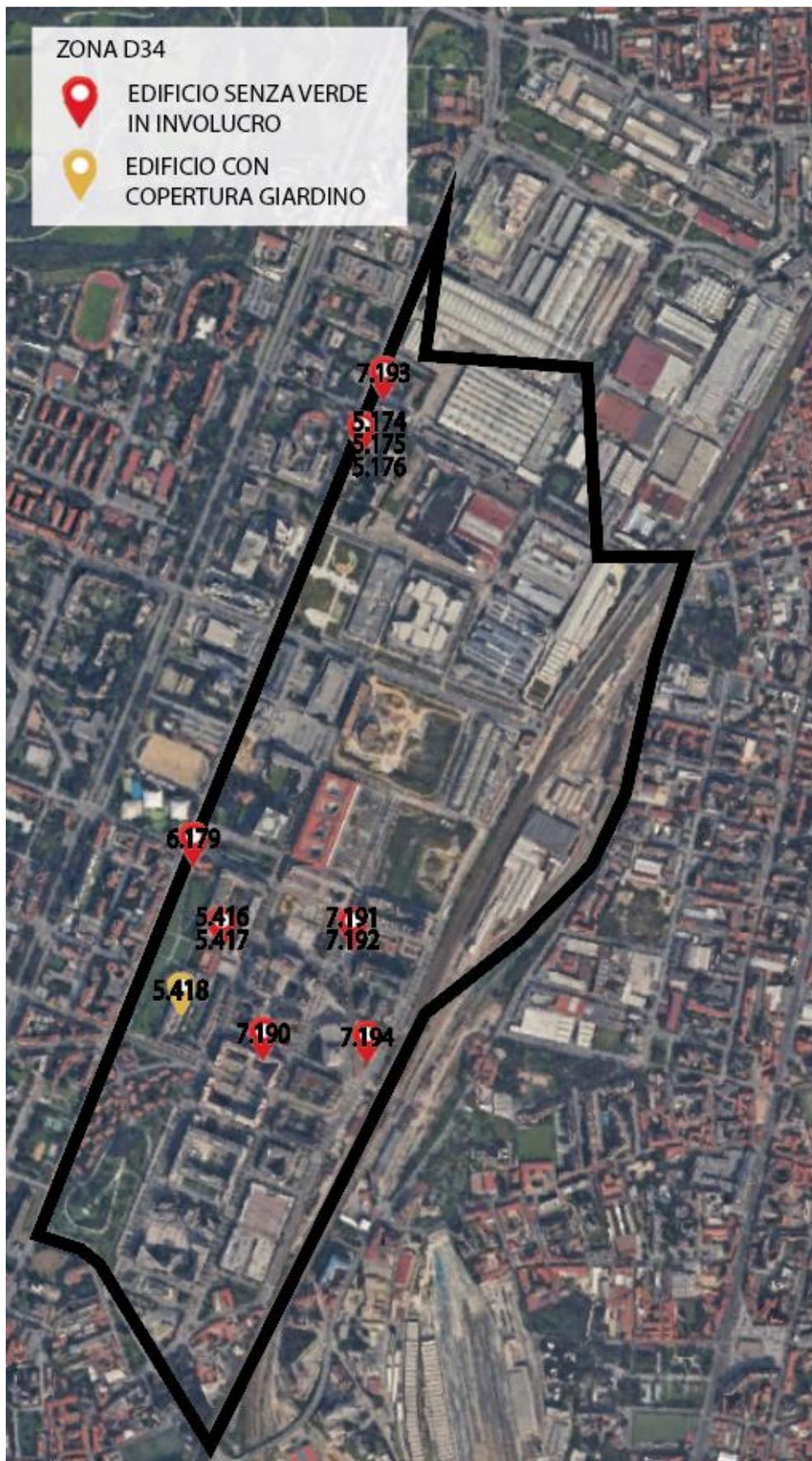
D30 – Musocco, Certosa, EXPO, Cascina Merlata



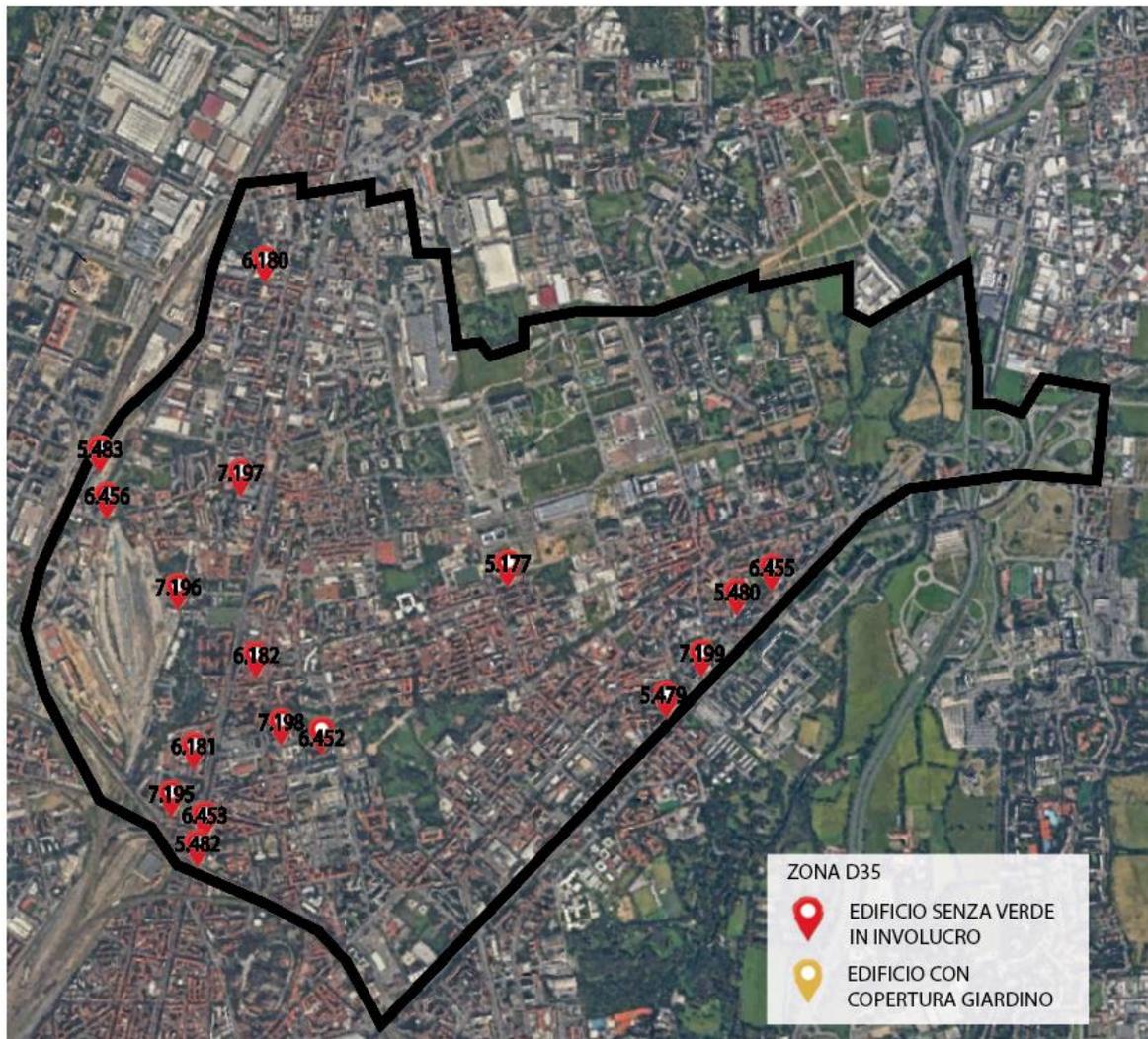


D33 – Niguarda, Bignami, Parco Nord

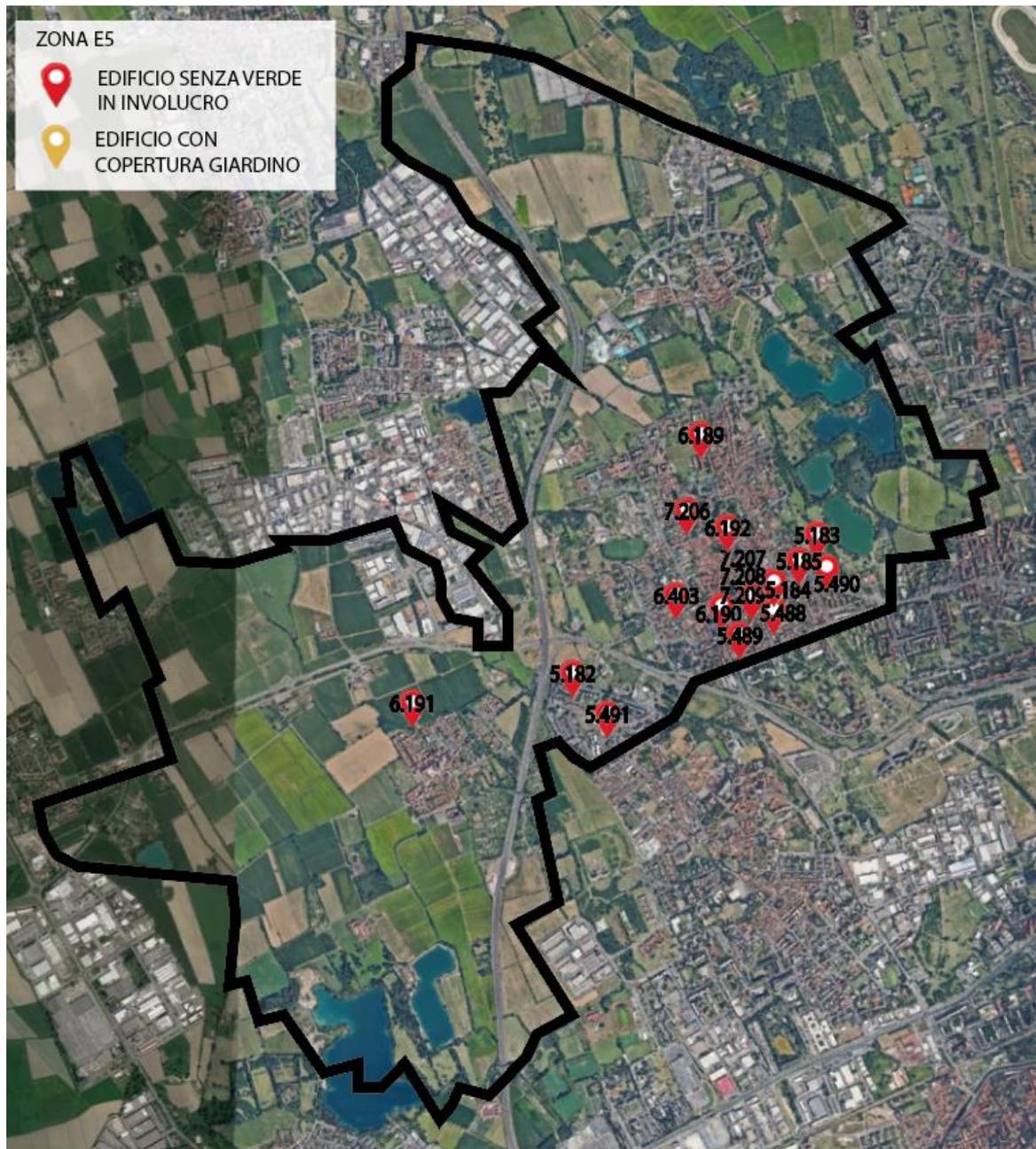


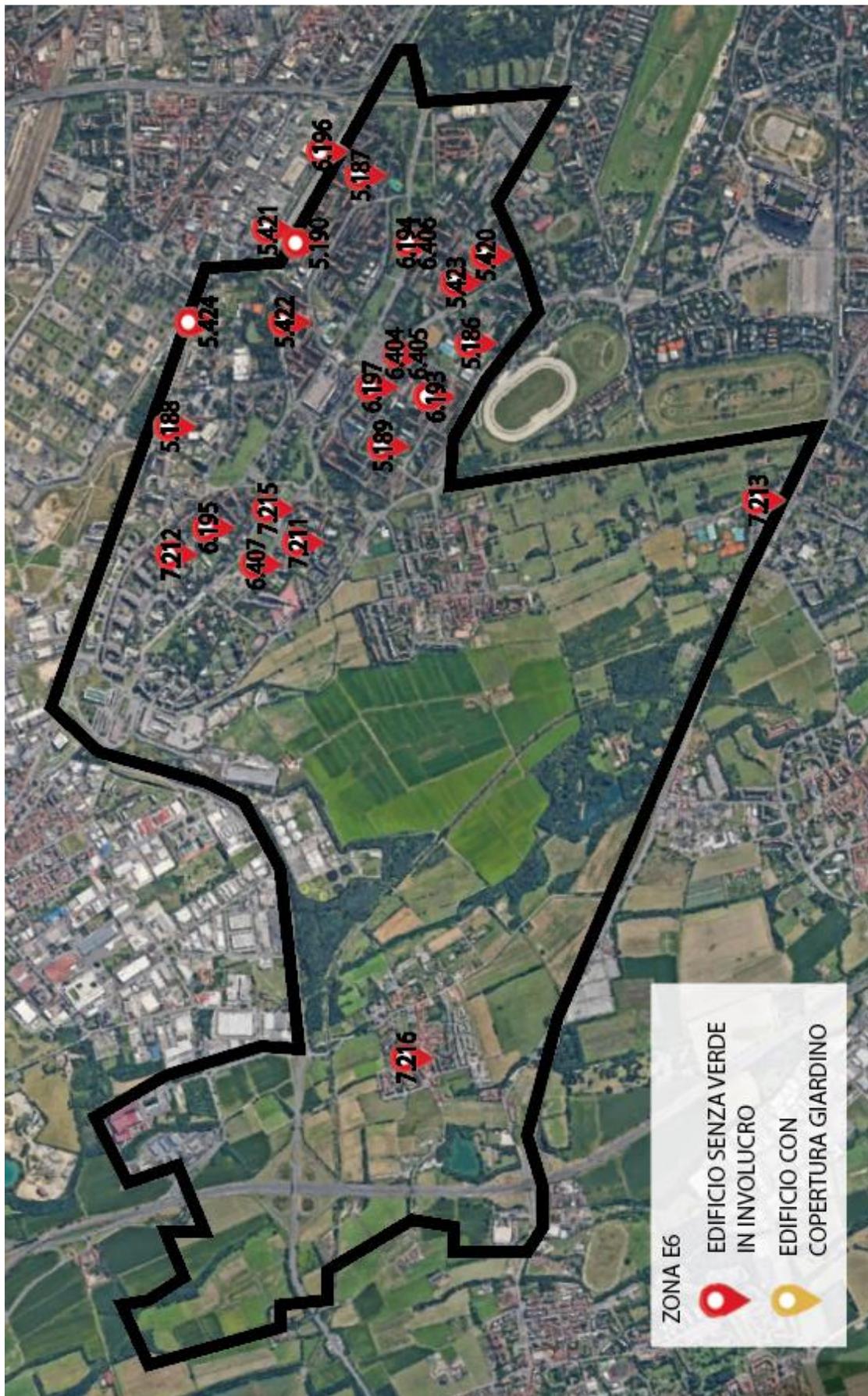


D35 – Monza, Crescenzago, Gorla, Quartiere Adriano



E5 – Baggio, Q. Romano, Muggiano





E7 – Missaglia, Gratosoglio

