

Area ambiente
e tutela del territorio

Settore risorse idriche
e attività estrattive

Centralino 02 7740 1
www.cittametropolitana.mi.it



**Città
metropolitana
di Milano**

Gli impianti geotermici a pompa di calore nella Città metropolitana di Milano

Dicembre 2018



Direttore del Settore: Dott. Luciano Schiavone

A cura di:

Dott.ssa Susanna Colombo

Dott. Alberto Altomonte

Dott. Geol. Paolo Sala

Indice

Introduzione

Capitolo 1. - Le autorizzazioni.....	pag. 5
Capitolo 2. - L'applicazione dell'art. 104, comma 2, del D.Lgs. 152/2006) nella Città metropolitana di Milano prima dell'adozione della normativa regionale ..	pag. 7
2.1 Il Decreto Legislativo 152/2006	
2.2 La temperatura di reimmissione in falda	
2.2.1 Cenni alla regolamentazione nel contesto internazionale e nazionale	
2.2.2 Temperatura massima consentita per le acque di reimmissione nella Città metropolitana di Milano	
2.2.3 Cenni ad esperienze scientifiche riguardanti gli aspetti di potenziale contaminazione batterica	
Capitolo 3. - Effetti ambientali in termini di bilancio di massa e regime termico nella Città metropolitana di Milano.....	pag. 18
Capitolo 4. - La normativa regionale.....	pag. 19
Capitolo 5. - Invarianza chimica delle acque reimmesse in falda.....	pag. 20
Capitolo 6. - Temperature di reimmissione in falda.....	pag. 22
Capitolo 7. - Scarichi degli impianti a pompa di calore nella Città metropolitana di Milano.....	pag. 23
7.1 Premessa	
7.2 Distribuzione degli scarichi	
7.3 Considerazioni quantitative	
7.4 Conclusioni	
Elenco degli Elaborati.....	pag. 38

Introduzione

Tra i vari sistemi di riscaldamento/refrigerazione degli edifici quelli a pompa di calore costituiscono uno dei più efficienti dal punto di vista del rapporto costi-benefici e tra i meno impattanti sull'ambiente.

L'impiego di questi impianti comporta, infatti, una riduzione delle emissioni di CO₂ fino al 50% rispetto all'utilizzo di combustibili fossili. Si tratta, inoltre, di una fonte di energia facilmente accessibile, disponibile ovunque e con continuità, oltre che essere rinnovabile poiché alimentata dal flusso di calore geotermico che proviene dagli strati profondi della crosta terrestre.

Gli impianti a pompa di calore possono quindi essere utilizzati tutto l'anno, per riscaldare e per rinfrescare gli ambienti.

Gli impianti oggetto del presente documento sono pompe di calore acqua-acqua del tipo a circuito aperto; l'acqua di falda captata viene restituita dopo aver eseguito lo scambio termico (si parla di sistemi di prelievo con opere di captazione e opere di reimmissione).

Le pompe di calore acqua-acqua:

- soddisfano il fabbisogno di riscaldamento di un'utenza (lo scambio termico avviene al condensatore dove il calore del refrigerante allo stato di vapore viene ceduto all'acqua dell'impianto secondario); in questo caso l'acqua restituita è a temperatura inferiore di quella prelevata (raffreddamento della falda);
- soddisfano il fabbisogno di raffrescamento di un'utenza (lo scambio termico avviene nell'evaporatore dove il calore estratto dall'utenza - sorgente - viene ceduto al refrigerante e da questo all'acqua di falda); in questo caso l'acqua restituita è a temperatura maggiore di quella prelevata (riscaldamento della falda).

Un impianto a pompa di calore a ciclo aperto richiede punti di presa mediante i quali si intercettano e si emungono le acque sotterranee della prima falda e punti di resa delle acque sfruttate per uso geotermico, mediante i quali si scaricano in corso d'acqua superficiale o si restituiscono alla prima falda le acque utilizzate.

Capitolo 1. - Le autorizzazioni.

Gli impianti che derivano energia termica dall'acqua di falda sono soggetti a vincoli che riguardano sia il prelievo, sia lo smaltimento delle acque. Pertanto devono essere richieste e ottenute le necessarie autorizzazioni.

Il prelievo delle acque è disciplinato dal R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 e s.m.i. e dal R.R. 24 marzo 2006, n. 2.

L'iter amministrativo del procedimento per la concessione di derivazione d'acqua pubblica di cui al R.D. 1775/1933 secondo il vigente R.R. Lombardia n. 2/2006 ricomprende in un unico procedimento il rilascio dell'autorizzazione all'escavazione delle opere di presa (ed eventualmente di resa) e il rilascio della concessione di derivazione di acque sotterranee.

Una volta utilizzate per lo scambio termico le acque possono in parte essere riutilizzate per uso irrigazione di aree verdi o per alimentare reti duali negli edifici di nuova concezione.

Per quanto riguarda il recapito delle acque dopo lo scambio termico, a parte eventuali riutilizzi, lo scarico può avvenire in corso d'acqua superficiale e/o in falda.

La normativa statale (art. 104, comma 1, del D.Lgs. 152/2006) prevede in via ordinaria il divieto dello scarico diretto nel sottosuolo e nelle acque sotterranee. La medesima norma statale (art. 104 comma 2 del D.Lgs. 152/2006) prevede, tuttavia, per le acque utilizzate per "scambio termico", la possibilità di autorizzare lo scarico, in deroga al generico divieto imposto, dopo l'effettuazione di apposita indagine preventiva¹.

L'autorizzazione allo scarico è oggetto di un iter amministrativo che, a seconda della titolarità dello scarico, può ricadere in diverse fattispecie:

- Autorizzazione allo scarico c.d. "settoriale", qualora il titolare dello scarico sia un privato cittadino, Condominio, Ente (durata 4 anni, richiesta di rinnovo da presentare un anno prima della scadenza)
- Autorizzazione Unica Ambientale AUA, nel caso in cui il titolare dello scarico sia una società che non rientra nelle tipologie successive (durata 15 anni)
- Autorizzazione unica ex art. 208 del D.Lgs. 152/06 per impianti di trattamento/smaltimento rifiuti
- AIA per imprese che ricadono nella disciplina IPPC
- altre tipologie di autorizzazione unica (D.Lgs. 387/03, D.Lgs. 115/98, P.A.U.R.,)

1 Cfr. Capitolo 2 e seguenti del presente documento.

L'autorizzazione alla reimmissione in falda prescrive ²:

- che l'unità geologica in cui avviene la reimmissione è la medesima da cui sono prelevate le acque, inoltre tale unità è limitata alla prima falda;
- che sia garantita l'invarianza chimica tra le acque reimmesse in falda e quelle prelevate, ovvero che le acque reimmesse in falda non abbiano caratteristiche qualitative peggiori di quelle prelevate³.
- la temperatura di reimmissione dell'acqua impiegata nell'impianto a pompa di calore.

L'Autorità competente all'espletamento dei procedimenti amministrativi sopra indicati è individuata nella Provincia/Città metropolitana di Milano.

Nel caso di scarico in corso d'acqua superficiale è inoltre necessaria la concessione di tipo quantitativo (ex r.d. n. 523 del 25 luglio 1904, l.r. n. 4 del 15 marzo 2016, d.g.r. n. 7581 del 18 dicembre 2017), rilasciata dall'Ente gestore del corso d'acqua.

2 Cfr. nota 1

3 A tal fine solo per gli impianti di categoria II (portata media emunta > 5 l/sec.) è da prevedere un campionamento ai presidi di controllo per attestare la predetta invarianza chimica. Per gli impianti di categoria I (portata media emunta < 5 l/sec.) non sono necessari campionamenti ed analisi chimiche. Costituiscono eccezioni a tale modalità, anche per gli impianti di categoria I, i casi di prelievo di acque in zone di contaminazione diffusa o di presenza di plume. Costituisce ulteriore caso a parte la reimmissione di acque prelevate per scopi geotermici provenienti da siti oggetto di procedure di bonifica - Cfr. Capitolo 5 della presente pubblicazione.

Capitolo 2. - L'applicazione dell'art. 104, comma 2, del D.Lgs. 152/2006 nella Città Metropolitana di Milano prima dell'adozione della normativa regionale.

2.1 Il Decreto Legislativo 152/2006.

Ai sensi dell'art. 104, comma 1, del D.Lgs. 152/2006 *"E' vietato lo scarico diretto nelle acque sotterranee e nel sottosuolo"*.

Tuttavia il comma 2, in deroga a questo divieto, dispone poi che: *"l'autorità competente, dopo indagine preventiva, può autorizzare gli scarichi nella stessa falda delle acque utilizzate per scopi geotermici, delle acque di infiltrazione di miniere o cave o delle acque pompate nel corso di determinati lavori di ingegneria civile, ivi comprese quelle degli impianti di scambio termico"*.

Nel regime previgente al D.Lgs. 152/2006 (e ancor prima del D.Lgs. 152/1999), lo scarico nel sottosuolo e nelle acque sotterranee non era disciplinato dalla sola legge Merli ⁴, bensì anche dal D.Lgs. 132/1992. L'art. 8 del citato D.Lgs. 132/1992 prevedeva che: *"Lo scarico consistente nella reiniezione nella stessa falda delle acque utilizzate per scopi geotermici delle acque di infiltrazione di miniere o cave, o delle acque pompate nel corso di determinati lavori di ingegneria civile, e' soggetto a preventiva autorizzazione. La Regione rilascia l'autorizzazione, ai sensi della legge 10 maggio 1976, n. 319, se a seguito di indagine preventiva sull'assetto geomorfologico, sulla qualità delle acque, sulle modalità di prelievo e di reiniezione, risulta che non vi e' pericolo di inquinamento della falda"*, al successivo art. 10 veniva poi stabilito che: *"Il rilascio delle autorizzazioni previste dagli articoli precedenti e' subordinato ad un'indagine preventiva. A tale fine il richiedente deve allegare alla domanda di autorizzazione una relazione geologica, redatta da un geologo abilitato, sulle condizioni idrogeologiche dell'area interessata, sull'eventuale capacità depurativa del suolo e del sottosuolo, sui rischi di inquinamento e di alterazione della qualità delle acque sotterranee, nonché sul punto se lo scarico in tali acque costituisca una soluzione adeguata"*.

La norma attualmente in vigore riprende dunque l'intera evoluzione normativa e in particolare il D.Lgs. 132/1992.

Lo scarico nelle acque sotterranee delle acque utilizzate per scopi geotermici è dunque da ritenersi specie del *genus* degli scarichi ⁵ ed è un'ipotesi eccezionale che può essere autorizzata solo dopo indagine preventiva.

4 La legge "Merli" all'art. 4 prevedeva che gli scarichi nel sottosuolo non dovessero essere consentiti quando potessero essere danneggiate le falde acquifere erano invece consentiti alle condizioni degli artt. 12 e 13.

5 Parere Avvocatura provinciale del 9.04.2008 atti n° 93352/4920/04.

Presupposto della deroga di cui al già citato art. 104 è dunque l'aver effettuato un'indagine preventiva. Sotto tale profilo la norma, per il suo tenore, non lascia alcun dubbio. Pertanto solo ed esclusivamente dopo aver effettuato detta indagine, l'Amministrazione può assumere le conseguenti determinazioni.⁶

Come è noto, per lo scarico in falda, il D.Lgs. 152/2006 non fornisce alcuna definizione dell'indagine preventiva da effettuarsi, ovvero non fornisce indicazioni in merito a cosa dovrebbe essere incluso e valutato.⁷

Tali carenze della normativa nazionale ha condotto la Città metropolitana di Milano, già dal 2006, ad avviare un percorso di interpretazione della norma stessa.

Nel silenzio del legislatore, valutata l'evoluzione normativa citata, si è fatto riferimento ai successivi commi 3 e 4⁸ del medesimo art. 104 poiché nonostante riguardino fattispecie diverse esprimono concetti certamente estensibili anche alle acque utilizzate per scopi geotermici.

In sintesi gli appena citati commi ammettono lo scarico in falda di acque prelevate, a condizione che non siano variati i contaminanti contenuti nelle acque o che comunque non vi siano peggioramenti qualitativi delle stesse.

Il percorso di interpretazione della norma, considerato che a differenza di quanto previsto per lo scarico in acque superficiali, per lo scarico in falda non sono stabiliti valori limite di emissione, ha tenuto conto anche dell'art. 101, comma 6, del D.Lgs. 152/2006 che indica tra i criteri per la regolamentazione degli scarichi: le caratteristiche delle acque restituite, la natura delle alterazioni e gli obiettivi di qualità del corpo idrico ricettore. La norma in questione stabilisce che: *“qualora le acque prelevate da un corpo idrico superficiale presentino parametri con valori superiori ai valori-limite di emissione, la disciplina dello scarico e' fissata in base alla natura delle alterazioni e agli obiettivi di qualità del corpo idrico ricettore. In ogni caso le acque devono essere restituite con*

6 Parere Avvocatura Città metropolitana di Milano del 23.11.2015 prot. 296757/2015/2.12/2015/5

7 Il legislatore rimanda, ex art. 144, comma 5, del D.Lgs 152/2006 a norme specifiche da emanarsi nel *“rispetto del riparto delle competenze costituzionalmente determinato”*.

8 Comma 3: *“..[omissis]..Lo scarico non deve contenere altre acque di scarico o altre sostanze pericolose diverse, per qualità e quantità, da quelle derivanti dalla separazione degli idrocarburi. Le relative autorizzazioni sono rilasciate con la prescrizione delle precauzioni tecniche necessarie a garantire che le acque di scarico non possano raggiungere altri sistemi idrici o nuocere ad altri ecosistemi”*.

Comma 4: *“In deroga a quanto previsto al comma 1, l'autorità competente, dopo indagine preventiva anche finalizzata alla verifica dell'assenza di sostanze estranee, può autorizzare gli scarichi nella stessa falda delle acque utilizzate per il lavaggio e la lavorazione degli inerti, purché i relativi fanghi siano costituiti esclusivamente da acqua ed inerti naturali ed il loro scarico non comporti danneggiamento alla falda acquifera...[omissis]..”*.

caratteristiche qualitative non peggiori di quelle prelevate e senza maggiorazioni di portata allo stesso corpo idrico dal quale sono state prelevate".⁹

La norma richiede dunque che siano "in ogni caso" assicurate due condizioni: il non peggioramento qualitativo delle acque e la sussistenza della medesima portata. Ne consegue che, nell'esercizio della propria discrezionalità, la Pubblica Amministrazione è tenuta in primo luogo a prescrivere che le acque oggetto di restituzione siano rese con le medesime caratteristiche con le quali sono state prese ed allo stesso corpo idrico dal quale sono state prelevate.¹⁰

In sostanza, si è ritenuto di poter affermare che lo scarico delle acque in falda può essere consentito alle seguenti due condizioni:

- 1) le acque di scarico non devono essere contaminate dal soggetto che le ha prelevate e comunque non devono essere qualitativamente rese peggiori di quelle prelevate;
- 2) le acque di scarico, reimmesse in falda, non devono poter migrare verso altri sistemi idrici o ecosistemi al fine di evitarne il possibile danneggiamento o comunque il peggioramento dello stato qualitativo.

Quanto all'indagine preventiva quest'ultima deve essere volta ad accertare se, come detto, esistano rischi di inquinamento e di alterazione della qualità delle acque sotterranee, nonché se lo scarico in tali acque costituisca una soluzione adeguata.

Le indagini preventive per lo sfruttamento della falda (e per la successiva reimmissione) per scopi geotermici devono dunque riguardare gli aspetti di seguito elencati¹¹:

- a) limitazione dello sfruttamento della risorsa alla falda superficiale, in quanto uso non pregiato;
- b) valutazione delle condizioni di contorno al fine di evitare/ridurre fenomeni di richiamo di *plume* di contaminazione;
- c) nel caso in cui i pozzi di estrazione e di reimmissione insistano su *plume* di inquinamento, valutazione attenta delle variazioni indotte nella circolazione idrica evitando di estendere l'inquinamento a zone precedentemente non interessate;
- d) limitazioni nelle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano;

9 Ancora più esplicito nell'affermare il principio in questione è l'art. 102, comma 1, del D.Lgs. 152/2006, relativo agli scarichi termali, il quale stabilisce che: "Per le acque termali che presentano all'origine parametri chimici con valori superiori a quelli limite di emissione, e' ammessa la deroga ai valori stessi a condizione che le acque siano restituite con caratteristiche qualitative non superiori rispetto a quelle prelevate..[..omississ..]".

10 Cfr : parere Avvocatura provinciale cit.

11 I punti dalla lettera a) alla lettera f) coincidono con la nota ARPA della Lombardia inviata al MATTM del 20.04.2011 prot. T1.2011.009187.

- e) valutazione degli effetti su attingimenti già autorizzati;
- f) privilegiare il secondo utilizzo delle acque (es. igienico sanitario, irrigazione aree verdi) dopo quello geotermico;
- g) adeguata valutazione di eventuali recapiti alternativi allo scarico in falda con particolare riferimento all'impossibilità tecnica o all'eccessiva onerosità di scaricare le acque in corso d'acqua superficiale ¹²;
- h) le acque oggetto di restituzione devono essere rese con le medesime caratteristiche con le quali sono state prese fatto salvo il parametro temperatura ¹³ ed allo stesso corpo idrico dal quale sono state prelevate;
- i) assenza di variazione chimico-batteriologica tra i valori misurati nell'acqua prelevata ed in quella scaricata ¹⁴;
- l) assenza di cortocircuitazione termica a breve o medio termine;
- m) verifica dell'ampiezza della bolla di calore nelle condizioni di esercizio ¹⁵;
- n) verifica delle deformazioni indotte localmente sulla falda e i possibili cedimenti o danni alle opere sovrastanti e/o circostanti;

12 Su quest'ultimo punto è necessario richiamare quanto precisato dalla Cassazione: *"L'impossibilità tecnica indica un criterio oggettivo nel senso che sotto il profilo tecnico sussiste tale condizione quando non è attuabile un altro scarico. Con riferimento all'eccessiva onerosità, il legislatore non ha specificato in relazione a cosa l'onere debba considerarsi eccessivo: se con riferimento alla capacità economica del privato in relazione alla grandezza dell'insediamento ovvero con riferimento al pregiudizio che si arreca scaricando sul suolo. Secondo una dottrina le due anzidette condizioni non sono alternative ma rappresentano l'una la specificazione dell'altra. L'impossibilità tecnica consiste, come dinanzi precisato, nell'impossibilità di attuare sotto il profilo tecnico un altro scarico. L'eccessiva onerosità rispetto ai benefici ambientali derivanti dall'utilizzazione di altra tipologia di scarico è secondo tale dottrina un'impossibilità tecnica collegata all'obbligo delle migliori tecniche disponibili di cui v'è menzione nel comma secondo dell'articolo 101".* (Cassazione Penale, Sezione III, Sentenza del 29 aprile 2009, n. 17862).

13 Vedi infra paragrafo 2

14 La Città metropolitana di Milano prescrive che: *"sulle testate dei pozzi di presa e dei pozzi di resa immediatamente a monte dell'immissione dello scarico in falda, dovranno essere predisposti idonei punti di prelievo per la verifica dell'assenza di variazioni chimico-batteriologiche tra i valori misurati nell'acqua prelevata e in quella restituita".*

15 Solo in casi particolari (es. impianti con portate di punta elevate, vicinanza ad altri impianti ecc.)

o) effettuazione di almeno una analisi sull'acqua di prelievo e di reimmissione, utilizzando, per analogia, i limiti tabellari dello scarico in corso d'acqua, opportunamente integrati con alcuni parametri aggiuntivi ¹⁶;

p) in casi particolari potrà essere richiesta la predisposizione di un vero e proprio sistema di monitoraggio qualitativo monte/valle, mediante la predisposizione di piezometri ad hoc.

q) impossibilità di rilasciare concessioni/autorizzazioni allo scarico nel caso di progetti interessati da un procedimento disciplinato dalla Parte IV del D.Lgs. 152/2006. ¹⁷

In conclusione la Città metropolitana di Milano ammetteva dunque lo scarico delle acque in falda condizionato all'assenza di variazioni delle caratteristiche qualitative. Del resto, in base alle sopra richiamate norme, un approccio maggiormente restrittivo sarebbe stato di assai dubbia legittimità, poiché l'intero corpus normativo posto dal D.Lgs. 152/2006 si basa sul principio comunitario "chi inquina paga". ¹⁸

16 Escherichia coli, Enterococchi, Legionella sp., Carica batterica a 22°C e 37°C; Carica micotica; Solventi organoalogenati e BTEX; Cromo esavalente; PH; Temperatura; Conducibilità; TOC; Ossidabilità).

17 L'analisi preventiva non può dare esito positivo poiché il completamento delle opere di bonifica potrebbe comportare l'adempimento, a carico del richiedente di alcune prescrizioni, tra le quali ad esempio il monitoraggio delle acque sotterranee che mal si concilierebbe con l'attivazione di un emungimento delle acque di falda e con lo scarico delle stesse, oppure, sempre per fare un altro esempio, la necessità di una messa in sicurezza permanente di una o più aree interessate dal progetto proposto: in ipotesi, proprio quelle in cui è prevista la realizzazione dei pozzi di presa e di resa mediante cinturazioni perimetrali, barriere o diaframmi verticali e "Capping" superiore in modo da isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti.

18 Poiché come detto, per lo scarico in acque sotterranee, la normativa non prevede valori limite di emissione, si tratta di valutare se ragioni di pubblico interesse, giustifichino la richiesta di osservare determinati limiti di emissioni per le acque restituite. La prescrizione di valori limite di emissione deve essere effettuata tenendo comunque presente che, nel caso in cui il superamento dei limiti medesimi sia comunque presente già nelle acque prelevate l'obiettivo di miglioramento delle acque rese alla falda viene a gravare su di un soggetto non responsabile della situazione di inquinamento (Crf. Parere Avvocatura Provinciale cit.)

2.2 La temperatura di reimmissione in falda

2.2.1 . Cenni alla regolamentazione nel contesto internazionale e nazionale ¹⁹.

Nei paesi del Nord Europa l'uso della geotermia a bassa entalpia come fonte di energia è già da tempo piuttosto diffuso. A tale diffusione è associato, nella maggior parte dei casi, anche un certo grado di regolamentazione.

In particolare, con riferimento ai sistemi aperti, le normative internazionali si basano sulla definizione delle **soglie di temperatura (T) o variazioni massime di temperatura (ΔT)**. Soltanto in poche Nazioni i valori di temperatura massimi e minimi sono vincolati per legge (Austria, Danimarca, Francia, Liechtenstein, Olanda e Svizzera) o solo raccomandati (Germania e Gran Bretagna). Nella maggior parte dei casi, invece, sono accettate delle variazioni massime di temperatura ΔT (tra il valore della temperatura di prelievo e quello della temperatura di restituzione in falda); i valori di ΔT ammissibili sono sensibilmente diversi a seconda del Paese.

La tabella che segue (da Haehnlein et al. 2010 ²⁰) riportano schematicamente i criteri, vincolati per legge o solo raccomandati, stabiliti per la regolamentazione nei paesi europei. Si evince, comunque, che nella gran parte dei paesi questa materia non è regolamentata a livello centrale.

¹⁹ Fonte: Linee guida per il rilascio del parere di compatibilità delle utilizzazioni idriche ad uso di scambio termico con il bilancio idrogeologico - Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione e Autorità di Bacino del Fiume Adige.

²⁰ Haehnelein S., Bayer P., Blum P. - International legal status of the use of shallow geothermal energy. Renewable ad sustainable energy reviews 14 (2010) 2611-2625.

Tabella 1 - Soglie e differenze di temperatura raccomandati (b) o vincolati per legge (a) nel panorama internazionale per sistemi di scambio termico a circuito aperto.

NAZIONE	ΔT (°C)	T massima (°C)	T minima (°C)
Austria	6 (a)	20 (a)	5 (a)
Danimarca	/	25 (a)	2 (a)
Francia	11 (a)	/	/
Germania	6 (b)	20 (b)	5 (b)
Gran Bretagna	10(b)	25 (b)	/
Liechtenstein	-3/+1.5 (a)	/	/
Olanda	/	25 (a)	5 (a)
Svizzera	3 (a)	/	/

Anche in Italia esistono esempi di regolamentazione basata, per lo più sul criterio della temperatura ²¹.

In aggiunta al criterio della temperatura, un'indagine, effettuata nel 2016, tra le Province lombarde, ha evidenziato, anche l'instaurarsi del criterio "dell'invarianza tra valori misurati sull'acqua prelevata e scaricata", la tabella seguente sintetizza gli esiti ottenuti.

21 In **Emilia Romagna** è considerata ammissibile una variazione massima di temperatura di 6°C. La **Provincia Autonoma di Bolzano** impone che le acque utilizzate nei circuiti di scambio termico siano reimmesse in falda ed ha stabilito una variazione massima di temperatura pari a 5°C, impone inoltre che tra gli studi idrogeologici allegati alle istanze di derivazione d'acqua per uso scambio termico, sia prodotto il calcolo del pennacchio termico (quello previsto nella fase preliminare va poi verificato ed eventualmente corretto nello studio idrogeologico conclusivo che si effettua dopo la perforazione del pozzo). Viene quindi implementata una banca dati dei pennacchi termici sulla base della quale la Provincia gestisce ed autorizza le distanze minime tra impianti. Il criterio adottato dalla Provincia di Bolzano è senz'altro rigoroso, ma è eccessivamente oneroso per impianti che utilizzano piccole portate allo scopo di climatizzare ambienti non particolarmente grandi. La **Provincia di Torino** ritiene che possa essere consentita una reimmissione in falda con una temperatura che si attesti, nelle condizioni di massimo esercizio, tra i 20°C e 22°C nella stagione estiva e tra i 7°C e 8°C, nella stagione invernale. [Fonte: L'utilizzo della risorsa idrica sotterranea a fini geotermici nella Provincia di Varese: linee guida per impianti a circuito aperto a bassa entalpia].

Tabella 2 - La regolamentazione nelle Province lombarde per sistemi geotermici a circuito aperto.

	T MAX	ΔT	CRITERIO DELL'INVARIANZA TRA VALORI MISURATI SULL'ACQUA PRELEVATA E SCARICATA
Città metropolitana di Milano	20° C	/	SI
Bergamo	25° C	3° C	SI (in caso di variazioni superiori al 5% vengono richiesti ulteriori approfondimenti)
Brescia	/	5° C	SI
Como	18° C (con tolleranza di 2° C)	NO	SI
Lodi	/	/	/
Mantova	25° C	/	SI
Varese	20° C	5° C	SI
Pavia	/	/	SI

2.2.2 Temperatura massima consentita per le acque di reimmissione nella Città metropolitana di Milano.

In assenza di specifiche indicazioni normative in merito la temperatura massima di restituzione ammissibile è stata fissata in 20 °C.

La scelta di quest'ultimo valore è basata fra l'altro su due evidenze:

- 1) Le sperimentazioni condotte dal IGO di Monaco di Baviera indicano che le soglie di temperatura raccomandate in Germania ($5^{\circ}\text{C} < T_u < 20^{\circ}\text{C}$) appaiono accettabili in quanto non sembrano produrre effetti significativi né in relazione alle caratteristiche geochimiche degli acquiferi, né per il funzionamento degli ecosistemi (almeno per ambienti oligotrofici).
- 2) Negli acquiferi della pianura padana utilizzati a fini idropotabili, sono largamente diffuse temperature che arrivano fino a 15 °C; pertanto consentire che il massimo valore di ΔT sia pari a +5 °C, determina che nei suddetti acquiferi la temperatura locale possa arrivare al massimo al valore di 20 °C.

2.2.3 Cenni ad esperienze scientifiche riguardanti gli aspetti di potenziale contaminazione batterica ²².

Gli studi scientifici riguardanti gli impatti di natura chimica e biologica che le anomalie termiche locali possono determinare sugli acquiferi sono pochi. In Germania, un gruppo di ricerca che fa capo all'Istituto di Ecologia degli Acquiferi (IGO) del HelmholtzZentrum - Centro di Ricerche per l'ambiente di Monaco di Baviera ha condotto alcuni studi di carattere microbiologico e biochimico, attraverso i quali è stato verificato che per acquiferi oligotrofici (con scarso contenuto di sostanze nutritive come nitrati e fosfati) i limiti di temperatura raccomandati dal governo tedesco per le acque in uscita dagli impianti di scambio termico ($DT = \pm 6^{\circ}\text{C}$; $5^{\circ}\text{C} < T_u < 20^{\circ}\text{C}$) appaiono accettabili ²³ per il funzionamento degli ecosistemi delle falde e non sembrano determinare variazioni nel chimismo degli acquiferi (H. Brielmann et al. 2009) ²⁴.

22 Fonte: Linee guida per il rilascio del parere di compatibilità delle utilizzazioni idriche ad uso di scambio termico con il bilancio idrogeologico - Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione e Autorità di Bacino del Fiume Adige

23 La temperatura naturale degli acquiferi nella zona di studio è pari a $11 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

24 Brielmann H., Griebler C., Schmidt S.I., Michel R., Lueders T. - *Effects of thermal energy discharge on shallow groundwater ecosystems*. FEMS Microbiol Ecol 68 (2009) 273-286.

Successivamente, lo stesso gruppo di lavoro ha esteso le ricerche ai casi in cui la concentrazione di DOC (carbonio organico disciolto) e nutrienti è superiore a quella naturale: in tal caso un aumento di temperatura può portare rapidamente alla carenza di ossigeno, il che può comportare alterazioni negli equilibri della comunità microbica. In queste condizioni, anche la crescita di microrganismi patogeni è maggiore a temperature elevate. In tali falde, conclude lo studio, l'incremento massimo consentito di 6°C, deve essere valutato caso per caso (H. Brielmann et al. 2011) ²⁵.

Questa analisi deve però tenere in debito conto anche il potere autodepurante degli acquiferi. Si riportano di seguito alcune considerazioni estratte da *Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On-Site Sanitation* elaborate dalla *British Geological Survey* ²⁶.

I microrganismi, come tutte le forme di vita, hanno un tempo limitato. Un grosso numero di specie batteriche può sopravvivere fino a 32 giorni. Alcuni batteri patogeni (come ad esempio le salmonelle) hanno mostrato di poter sopravvivere per più di 42 giorni. Esistono dei virus capaci di sopravvivere fino a 150 giorni. Tuttavia bisogna distinguere tra "tempo di sopravvivenza" (survival time) e "tempo di percorrenza" (travel time). Quest'ultimo si riferisce al tempo necessario perché nell'acquifero il numero di microrganismi sia ridotto tanto da rendere improbabile il rischio per la salute.

Il valore di *travel time* generalmente accettato nei paesi dell'Europa occidentale è di 50 giorni. Questo criterio è utilizzato dall'Agenzia per l'Ambiente inglese nell'individuazione delle fasce di protezione delle sorgenti d'acqua potabile (tra i quali i pozzi), per assicurarne la salvaguardia. Dopo 50 giorni di trasporto in falda, quasi tutte le specie batteriche e virali presenti nelle acque sotterranee vengono eliminate al 99.9%.

25 Brielmann H., Lueders T., Schreglmann K., Ferraro F., Avramov M., Hammerl V., Blum P., Bayer P., Griebler C. – Oberflächennahe Geothermie und ihre potenziellen Auswirkungen auf Grundwasser Ökosysteme. *Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie* (2011) 16: 77-91.

26 *Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On – Site Sanitation* – British Geological Survey, 2001.

Capitolo 3. - Effetti ambientali in termini di bilancio di massa e regime termico nella Città metropolitana di Milano.

Il tema è stato molto dibattuto e affrontato durante il convegno *“La progettazione dei pozzi per acqua e la tutela delle falde - Il progetto di Norma UNI “ con un'apposita tavola rotonda sul tema: “Progettazione dei pozzi e lo scambio termico nelle falde padane “. ²⁷*

In relazione al bilancio di massa non risultano documentate particolari problematiche.

Secondo uno studio idrogeologico ²⁸ presentato nel convegno appena citato l'aumento della temperatura delle acque di falda è:

- 1) correlato con la depressione piezometrica milanese per naturale riduzione dei gradienti e delle velocità di flusso;
- 2) correlato con la riduzione della soggiacenza naturale verso sud Milano e ricarica irrigua;
- 3) entro una gamma di valori contenuta (2 gradi);
- 4) non documentabile allo stato *“ante operam”*;
- 5) con ricorrenti anomalie puntuali positive in zone prive o a bassissima concentrazione di sistemi geotermici falda.

In relazione al quesito se il proliferare dei progetti a pompa di calore (con scarico in falda) possa avere degli effetti rilevanti nelle condizioni termiche dell'acquifero alla citata tavola rotonda è stata data risposta negativa. Secondo lo studio appena citato si riscontra, infatti, un'assenza di trend positivo sia per le misure dinamiche sia per quelle statiche.

²⁷ Piacenza 19 febbraio 2015

²⁸ dott. Geol. Umberto Puppini e dott. Geol. Efrem Ghezzi. Sono stati utilizzati 101 punti validati tra Milano e Provincia. Per validati si intende derivanti da prova di pompaggio con rilievo temperature a regime tramite datalogger e accuratezza 0,1 C°.

Capitolo 4. - La normativa regionale.

Regione Lombardia con L.R. 38/2015 all'art. 13 ha previsto che con deliberazione di Giunta regionale:

- sono specificate le caratteristiche generali delle indagini preventive a supporto della richiesta di scarico (reimmissione) in deroga;
- l'indagine è a carico del soggetto richiedente l'autorizzazione alla reimmissione in falda ed è redatta da un professionista abilitato e presentata all'Autorità competente unitamente alla richiesta di autorizzazione;
- l'utilizzo delle acque di falda per uso scambio termico in impianti a pompa di calore e la relativa reimmissione in falda sono ammissibili a condizione che tanto il prelievo quanto la conseguente reimmissione interessino unicamente le acque di prima falda;

i parametri chimico-fisici sono valutati per stabilire l'identità delle caratteristiche qualitative delle acque prelevate e restituite nonché per stabilire la differenza massima di temperatura tra l'acqua reimmissa e quella naturalmente presente nell'acquifero.

Regione Lombardia in attuazione dell'art. 13 della L.R. 38/2015 ha predisposto con la D.G.R. X/6203/2017 lo schema di relazione che deve essere allegata all'istanza e i relativi contenuti.

Al fine di soddisfare quanto richiesto dalla normativa nazionale e regionale, la D.G.R. Lombardia X/6203/2017 individua:

- 1) i contenuti della relazione che deve essere presentata a corredo dell'istanza di autorizzazione alla realizzazione dell'opera di resa e di autorizzazione allo scarico in falda;
- 2) le fasi procedurali e amministrative per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico in falda regolate secondo il principio della semplificazione e razionalizzazione amministrativa;

Inoltre la D.G.R. fornisce all'Autorità competente gli elementi tecnici necessari al rilascio dell'autorizzazione secondo quanto espressamente richiesto dall'articolo 13 della L.R. 38/2015.

Ai sensi dell'art. 13 della L.R. 38/2015 lo scarico di acque sotterranee prelevate per uso geotermico tramite impianti di scambio termico a pompa di calore a circuito aperto può avvenire solo nella stessa unità geologica da cui esse sono state prelevate. Inoltre ai sensi del comma 3 del medesimo articolo, la norma regionale disciplina la fattispecie in cui è richiesta l'autorizzazione allo scarico in falda delle acque sotterranee prelevate per uso scambio termico in impianti a pompa di calore. Nel caso in cui vi sia contestuale prelievo e reimmissione in falda le acque possono essere prelevate e scaricate unicamente nella prima falda (acquifero freatico o libero).

Il termine reimmissione è utilizzato dall'art. 13, comma 1, della L.R. 38/2015 che recita *“In caso di reimmissione in falda delle acque sotterranee derivate e utilizzate unicamente per scambio termico in impianti a pompa di calore, l'indagine preventiva prevista dall'articolo 104, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), si declina nell'effettuazione di indagini di tipo idrogeologico e idrogeochimico dell'acquifero interessato dal prelievo e dalla conseguente reimmissione”*.

Nell'ottica di semplificazione amministrativa Regione Lombardia ha previsto la presentazione di un'unica relazione a corredo dell'istanza per l'autorizzazione alla realizzazione delle opere di presa e resa e per l'autorizzazione alla reimmissione delle acque in falda. La relazione è prodotta esclusivamente in formato elettronico, anche mediante l'utilizzo di piattaforme informatiche presenti nei siti web delle Province/Città metropolitana di Milano.

Capitolo 5. - Invarianza chimica delle acque reimmesse in falda.

Costruttivamente gli impianti a pompa di calore prevedono che l'acqua prelevata dalla prima falda mediante l'opera di presa venga a contatto con lo scambiatore di calore della pompa di calore (sistema diretto o ad unico circuito idraulico), oppure con uno scambiatore di calore a piastre che cede il calore ad un circuito idraulico indipendente e interno alla pompa di calore (sistema indiretto o a doppio circuito idraulico); questo secondo sistema permette alla pompa di calore di rimanere idraulicamente isolata dall'acqua prelevata che transita nel circuito esterno.

Le suddette caratteristiche costruttive consentono di escludere che l'acqua di falda subisca fenomeni di alterazione o inquinamento. È quindi accertata l'invarianza chimica delle acque reimmesse rispetto a quelle prelevate.

Tuttavia, ai sensi dell'art. 104, comma 2, del D.Lgs. 152/2006, le acque utilizzate per scambio termico in impianti a pompa di calore sono comunque qualificate come scarichi e la loro reimmissione nella stessa falda da cui sono prelevate può avvenire mediante autorizzazione rilasciata dall'Autorità competente dopo indagine preventiva. L'art. 13, comma 1, della L.R. 38/2015 precisa che tale indagine preventiva si esplica mediante l'effettuazione di indagini di tipo idrogeologico e idrogeochimico dell'acquifero interessato dal prelievo e dalla conseguente reimmissione.

L'assolvimento alla disposizione di cui all'art. 13, comma 1, della L.R. 38/2015 circa l'effettuazione delle indagini idrogeologiche si esplica introducendo una soglia di portata di acqua prelevata [l/s] che caratterizza due categorie di impianti:

- impianti di categoria I prelevano una portata inferiore o uguale alla soglia;
- impianti di categoria II prelevano una portata maggiore della soglia.

La portata d'acqua emunta dall'impianto è funzione della potenza termica/frigorifera necessaria alla climatizzazione dell'edificio. Si fissa una soglia di 5 l/s che indica due categorie di impianti:

I. impianti di categoria I con portata media emunta inferiore o uguale a 5 l/s;

II. impianti di categoria II con portata media emunta superiore a 5 l/s.

Il valore di portata prelevato è determinato dal massimo fabbisogno giornaliero (volume) di acqua richiesto dall'impianto per svolgere le funzioni di condizionamento dell'edificio diviso il numero di ore giornaliere di funzionamento dello stesso.

Il massimo fabbisogno giornaliero in fase di progettazione dell'impianto è determinato valutando il volume di acqua necessario all'impianto per svolgere le funzioni di condizionamento nelle condizioni di esercizio più gravose (massime temperature estive e minime temperature invernali).

Per gli impianti di categoria I il proponente assolve alla disposizione dell'art. 13, comma 1, della L.R. 38/2015 attestando nel progetto da autorizzare, lo stato di qualità delle acque sotterranee (non sono richieste analisi idrochimiche). Tale attestazione si risolve nel citare lo stato di qualità idrochimica delle acque sotterranee desunto dalla letteratura o da dati, relativi alle reti di pozzi esistenti, riferiti al massimo a cinque anni prima della data di presentazione della richiesta di autorizzazione alla realizzazione dell'impianto geotermico e alla reimmissione in falda o alle indicazioni identificative dei corpi acquiferi e dei relativi vincoli di tipo qualitativo e quantitativo riportate nei documenti di programmazione e gestione delle risorse idriche sotterranee (PTUA, Piano d'Ambito, PGT, altro).

Per gli impianti di categoria II il proponente assolve alla disposizione dell'art. 13, comma 1, della L.R. 38/2015 effettuando almeno un campionamento dell'acqua prelevata in un punto del circuito posto a monte della pompa di calore e un campionamento in un punto del circuito posto a valle della pompa di calore prima dell'opera di restituzione. Il campionamento deve essere effettuato entro 30 giorni dall'entrata in esercizio dell'impianto per accertare l'invarianza chimica suddetta.

Casi a parte riguardano:

- gli impianti a pompa di calore che prelevano acque ascrivibili a riconosciute condizioni di inquinamento diffuso (ad esempio per conoscenze desunte da studi, pubblicazioni o dati di analisi idrochimiche relative alla rete di pozzi esistenti)²⁹.
- gli impianti a pompa di calore per scambio termico che prelevano acque contaminate ascrivibili a siti sottoposti a procedure di bonifica

La predisposizione di elaborati che evidenzino lo stato di qualità delle acque di falda freatica in base alla consultazione di dati di campagne di indagini idrochimiche condotte da altri soggetti (Enti pubblici) deve considerare solo i dati dei pozzi/piezometri i cui tratti filtranti sono esclusivamente limitati allo spessore dell'acquifero freatico. I riferimenti sono i siti di Regione Lombardia, ARPA Lombardia, Aziende territoriali Sanitarie, Province/Città Metropolitana di Milano, ATO, Gestore del Servizio Idrico Integrato, Comuni.

²⁹ In tale caso la delimitazione dell'areale della contaminazione è stabilita dal Piano regionale per l'inquinamento diffuso e la presente casistica viene trattata nel successivo paragrafo D) della D.G.R. X/6203/2017- Presenza di plume o di inquinamento diffuso;

Capitolo 6 - Temperature di reimmissione in falda ³⁰.

La temperatura delle acque reimmesse (Treimm) deve rispettare un incremento massimo di temperatura di 5 °C rispetto alla temperatura media annuale (T) della falda valutata in fase progettuale. In ogni caso la temperatura delle acque reimmesse non potrà di norma essere superiore ai 21 °C (fatta salva la presenza di acque con anomalie geotermiche di origine naturale; tali anomalie andranno adeguatamente documentate).

La misura delle temperature della falda (Timm) deve essere effettuata in un punto del circuito (opera di presa-tubazioni-pompa di calore-tubazioni di restituzione-opera di resa) a monte della macchina e la temperatura di reimmissione (Treimm) deve essere effettuata in un punto a valle della macchina. Per la misura delle temperature possono essere impiegati sistemi datalogger anche wireless.

In base a quanto indicato dovranno valere contemporaneamente le seguenti relazioni:

$$\text{Treimm} \leq \text{Timm} + 5^\circ\text{C}$$

$$\text{Treimm} < 21^\circ\text{C}$$

In corrispondenza di prime falde aventi una soggiacenza molto ridotta (prossime alla superficie topografica), tali da risentire in modo sensibile e quasi senza ritardo delle variazioni stagionali di temperatura atmosferica, la temperatura delle acque reimmesse potrà raggiungere i 23 °C (tale comportamento di dipendenza diretta tra le variazioni stagionali di temperatura atmosferica e tali prime falde andrà documentato).

In tale situazione varranno contemporaneamente le seguenti relazioni:

$$\text{Treimm} \leq \text{Timm} + 5^\circ\text{C}$$

$$\text{Treimm} < 23^\circ\text{C}$$

30 Estratto da D.G.R. X76203 del 8/02/2017.

Capitolo 7 - Scarichi degli impianti a pompa di calore nella Città metropolitana di Milano.

7.1 Premessa.

Nel presente capitolo viene illustrata la distribuzione degli impianti a pompa di calore nell'ambito della Città metropolitana di Milano che utilizzano acqua prelevata dalla prima falda e la restituiscono alla medesima oppure in corpo idrico superficiale.

Tale distribuzione sarà analizzata tramite gli scarichi, intesi quindi come pozzi di resa piuttosto che recapiti nei corsi d'acqua superficiali (CAS).

Vengono, per semplicità di trattazione, operate alcune semplificazioni che, si ritiene, non abbiano un impatto significativo sui risultati ottenuti.

Anzitutto si considerano i volumi dei "prelievi concessi" per singolo impianto: tali volumi corrispondono evidentemente ai massimi utilizzabili, cosa che spesso non avviene; siccome però il regime dei prelievi è anche funzione delle mutevoli condizioni climatiche, in una visione globale del fenomeno appare utile considerare che in regimi estremi possa essere attinto il massimo che è stato richiesto ed autorizzato.

Un altro dato che va inteso come massimo è quello relativo agli scarichi in corpo idrico superficiale: in taluni impianti ad elevato prelievo/consumo, soprattutto entro la città di Milano, tale tipologia di recapito è considerata solo per periodi di particolare consumo e/o maggiore incremento della temperatura delle acque di scarico, casi in cui i pozzi di resa possono rivelarsi insufficienti o indisponibili. Per tale motivo, come si vedrà in seguito, la quantità resa in corpo idrico superficiale appare assai elevata.

7.2 Distribuzione generale degli scarichi.

La distribuzione degli scarichi (o rese) degli impianti a pompe di calore è assolutamente disomogenea ed è (ancora) prevalentemente connessa ad alcune tipologie di soggetti utilizzatori, quali grossi insediamenti del settore terziario (uffici, alberghi, negozi e show-room di classe) e condomini di un certo livello: per tale motivo trova la più ampia diffusione nella città di Milano, mentre non è ancora rappresentata in ben 59 Comuni dell'area metropolitana.

In totale risultano attualmente censiti ed autorizzati **n. 583 impianti** a pompe di calore per un totale di n. **1.208 scarichi**.

Di questi, n. 348 impianti per un totale di n. 902 scarichi sono appartenenti alla sola città di Milano, che copre quindi quasi il 75% del totale.

Sotto il profilo numerico, gli scarichi tramite pozzo di resa (quindi di impianti che restituiscono alla medesima falda da cui prelevano) costituiscono l'87% del totale, con un quantitativo pari a n. 1053 di cui n. 826 in città di Milano.

Il restante 13% degli scarichi avviene invece in corpo idrico superficiale, per un totale di n. 155 scarichi di cui n. 76 in città di Milano.

Interessante è anche notare che la gran parte degli scarichi (70%) è stato autorizzato con Autorizzazione Unica Ambientale (AUA), ed appartiene quindi a soggetti di tipo societario.

Un restante 29%, con Autorizzazione Settoriale, è in gran parte legato a condomini nonché ad alcune Fondazioni ed Enti. Quasi trascurabile la quota che rientra nell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

Tabella 1 - Distribuzione delle rese per recapito e tipologia di Autorizzazione

Totale scarichi Pompe di Calore a fine anno 2018 :		n°	1.208		
per un totale di impianti :		n°	583		
		Numero	%	Sollevato / Reso	%
di cui in Pozzo di Resa	n°	1.053	87,2	132.196.624	61,22
di cui in CAS	n°	155	12,8	83.741.955	38,78
		1.208	100	215.938.580	100
di cui in Comune di Milano	n°	902	74,7		
di cui in altri Comuni	n°	306	25,3		
		Numero	%	Sollevato / Reso	%
Milano					
di cui in Pozzo di Resa	n°	826	68,4	105.862.133	49,02
di cui in CAS	n°	76	6,3	50.008.878	23,16
		902	74,7	155.871.011	72,2
		Numero	%		
Tipologia di Autorizzazione					
Autorizzazione AIA	n°	7	0,6		
Autorizzazione AUA	n°	849	70,3		
Autorizzazione Set toriale	n°	352	29,1		

Grafico 1 - Totale degli scarichi suddivisi per ambito e per tipologia di Autorizzazione

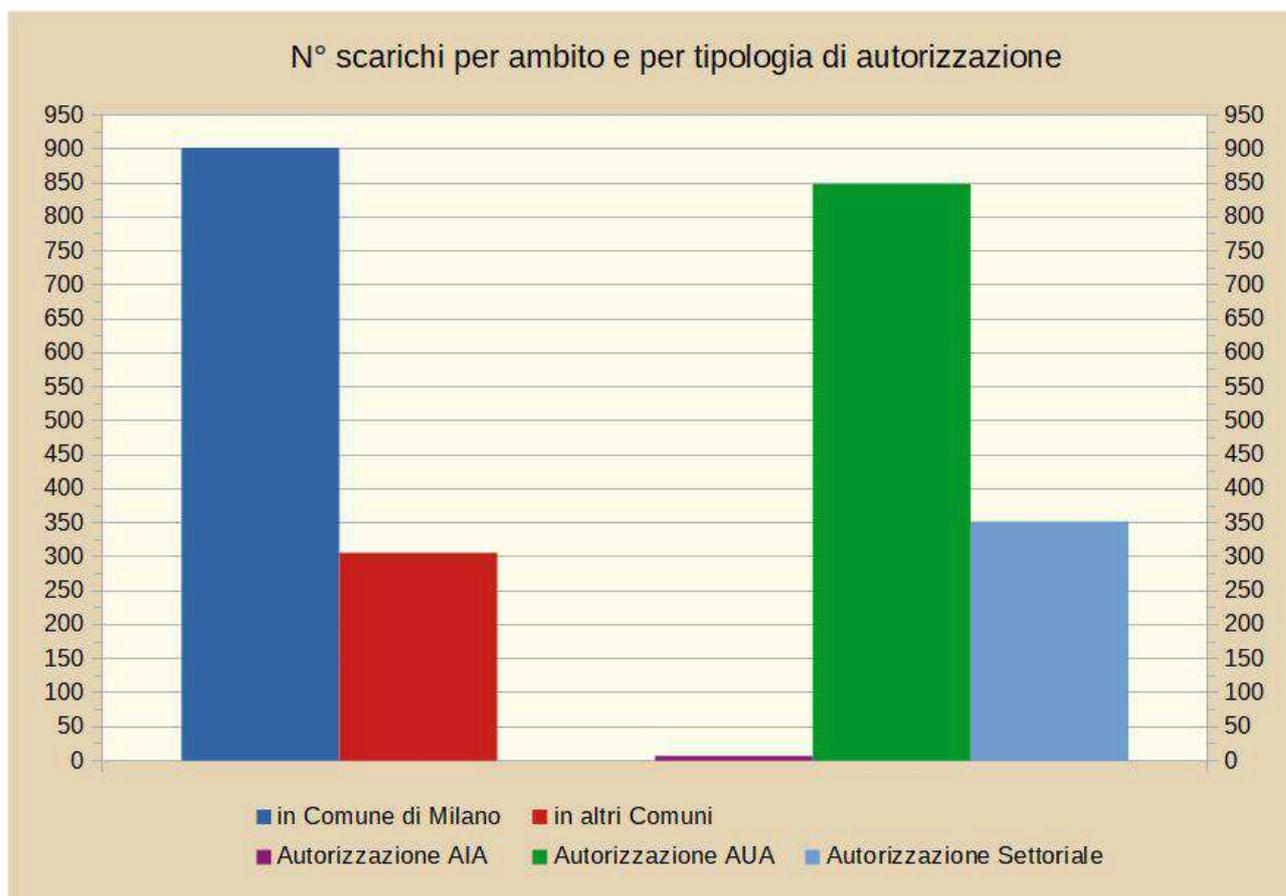


Grafico 2 - Numero totale degli scarichi suddivisi per tipologia di recapito

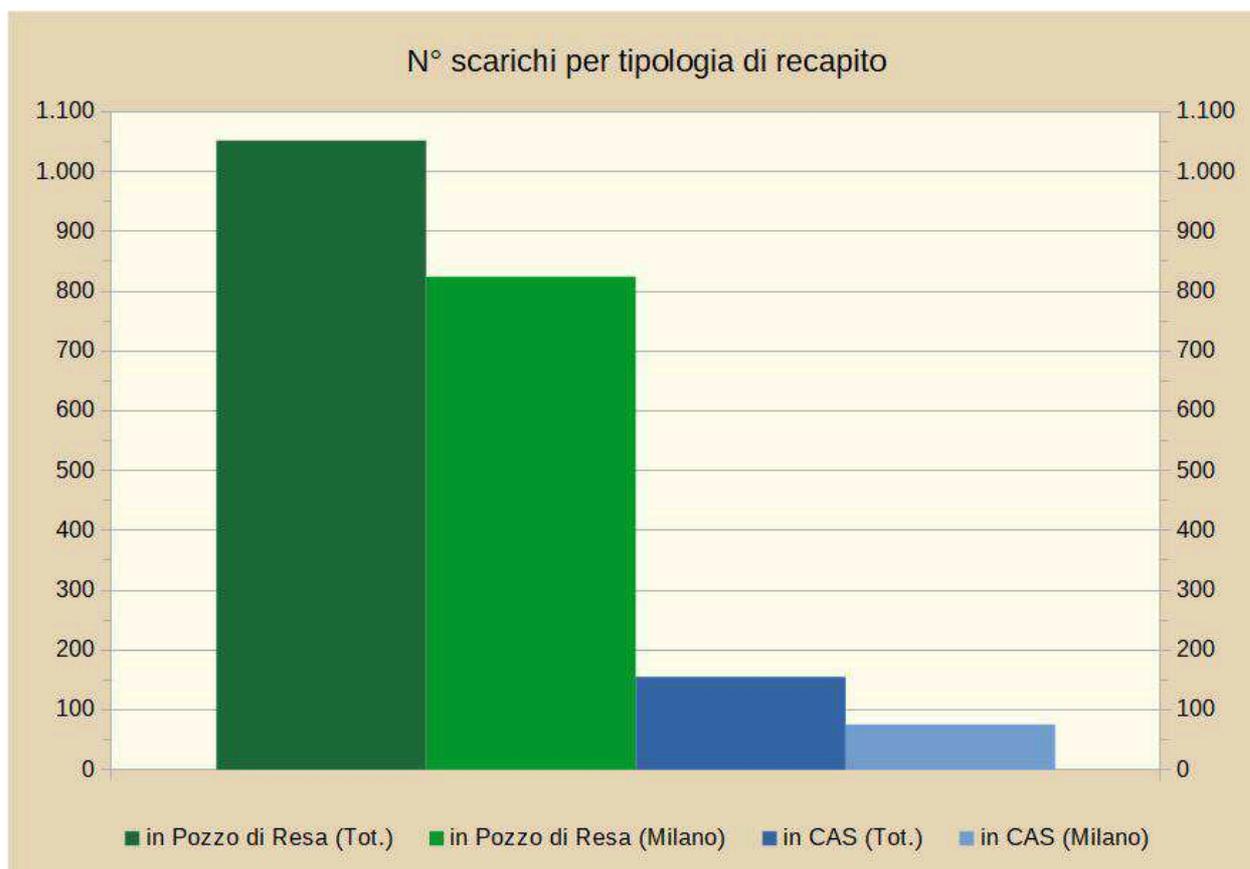
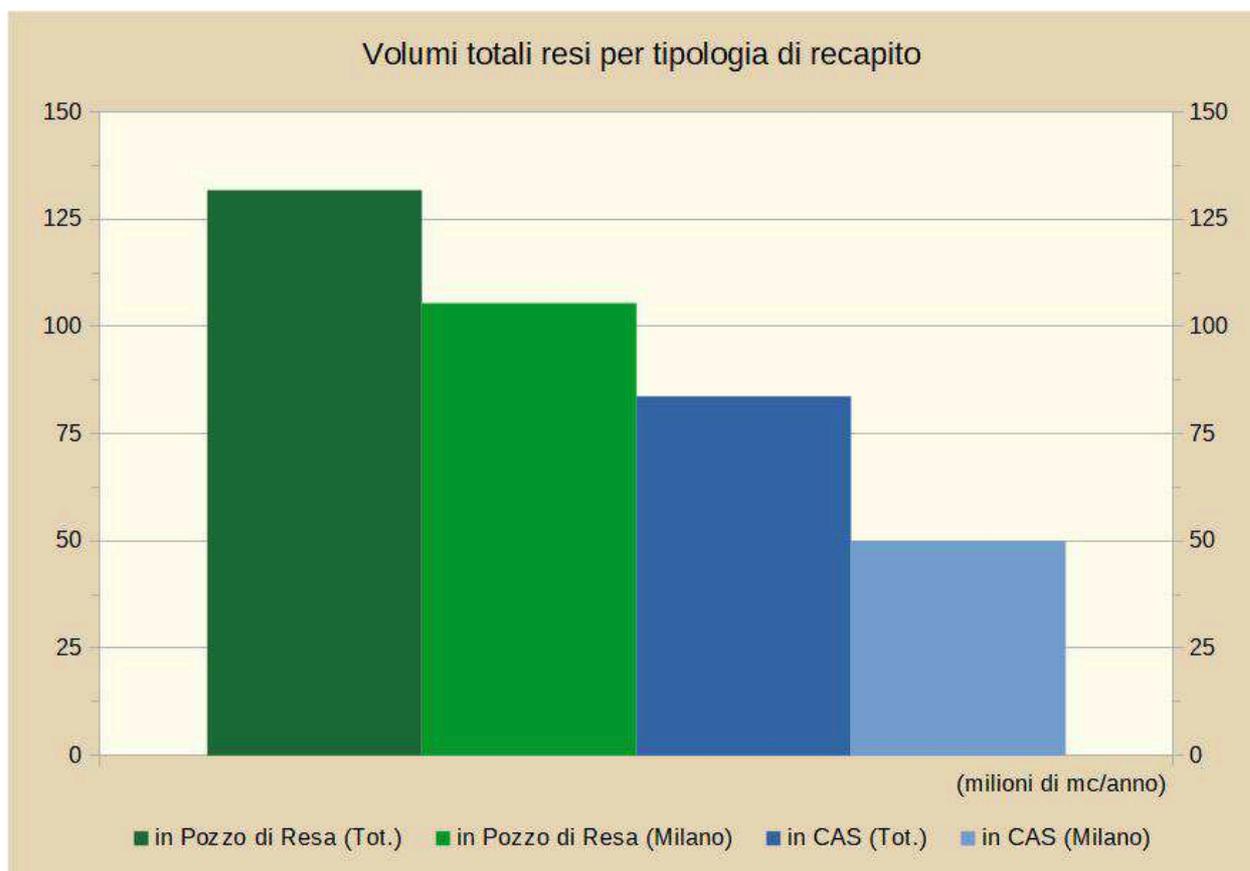


Grafico 3 - Volumi totali resi suddivisi per tipologia di recapito



Nelle Tavole allegate è riportata visivamente la distribuzione areale degli scarichi: in Tavola 1 quella generale, nelle Tavole 1b e 1c i dettagli per la città di Milano. Infine, nelle Tavole 2 e 2b la distribuzione per tipologia di Autorizzazione nell'area metropolitana e nella città di Milano.

È interessante evidenziare che l'utilizzo della geotermia tramite prelievo da falda in Città metropolitana di Milano è un fenomeno relativamente recente e soprattutto in espansione.

La Tabella 2 mostra infatti, per area metropolitana e città di Milano, il numero totale di scarichi autorizzati negli ultimi anni. I dati non vanno presi in modo rigoroso per la differente durata delle diverse tipologie di autorizzazione (settoriale: 4 anni - AUA: 15 anni).

Anno di rilascio (ultima) Autorizzazione		Milano	
N° 121 Scarichi	2015	N° 78 Scarichi	2015
N° 352 Scarichi	2016	N° 271 Scarichi	2016
N° 322 Scarichi	2017	N° 252 Scarichi	2017
N° 285 Scarichi	2018	N° 231 Scarichi	2018

7.3 Considerazioni quantitative

La Tabella 1 ed il Grafico 3 sopra riportati evidenziano anche i quantitativi di acqua di falda in gioco, espressi come metri cubi per anno, oppure come litri al secondo; quest'ultimo è il dato generalmente riportato nella concessione (per singolo impianto, non per singolo scarico).

Fatte salve le considerazioni espresse in premessa, il **totale generale del sollevato** ammonta ad **oltre 215 milioni di mc/anno**, di cui oltre 132 milioni di mc/anno restituiti alla falda tramite pozzi di resa (61%) ed oltre 83 milioni di mc/anno riversati nel reticolo idrico superficiale (39%).

Di tale quantitativo, la sola Milano città ne utilizza il 72%, distribuito in oltre 105 milioni di mc/anno resi alla falda (49% del totale) e poco più di 50 milioni di mc/anno scaricati nei corsi d'acqua superficiali.

Tali quantitativi, e la loro ripartizione, aprono lo spazio a successive riflessioni sulla rapporto con la gestione globale della risorsa, tema questo che non è oggetto del presente documento di sintesi, così come non verrà trattato l'aspetto dell'alterazione termica connessa³¹.

La seguente Tabella 3 evidenzia il numero di impianti, in totale e nella città di Milano, suddivisi per classe di potenzialità autorizzata espressa in litri al secondo.

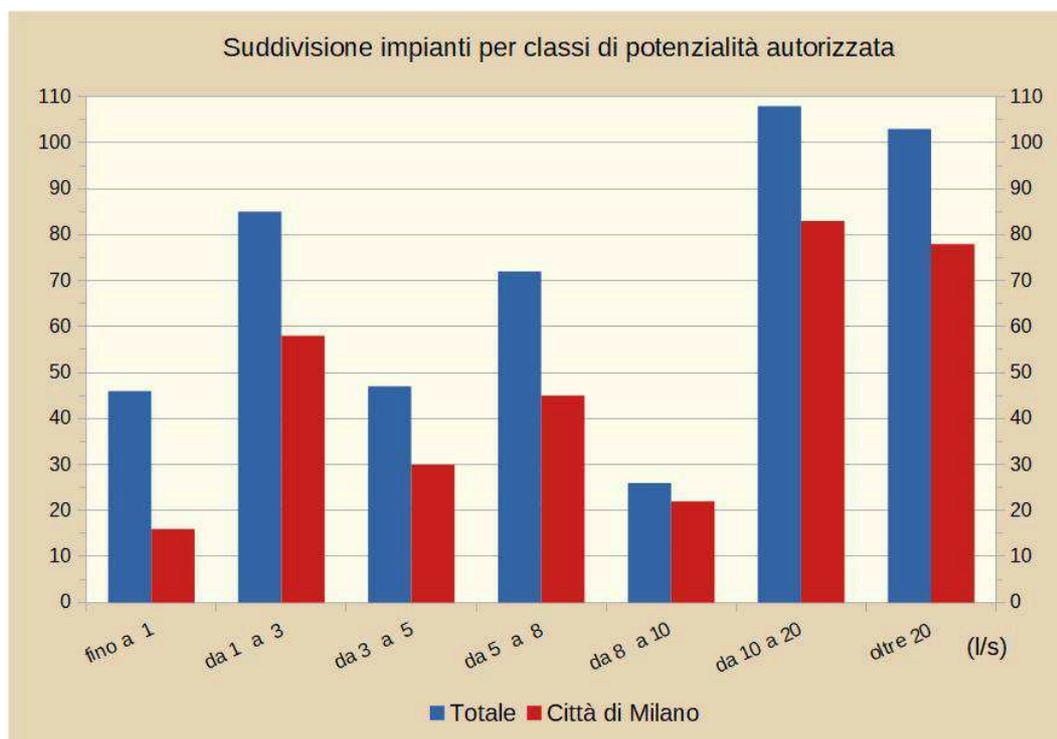
È abbastanza immediato notare che gli impianti di piccole-medie dimensioni sono prevalentemente diffusi nei Comuni della provincia, mentre quelli di maggiori dimensioni sono più facilmente presenti all'interno della città di Milano. In quest'ultima gli impianti di minore potenzialità sono generalmente appartenenti a piccoli condomini. La medesima situazione è espressa dal successivo Grafico 5.

Tabella 3 - Numero impianti per classe di potenzialità autorizzata

Impianti			Milano		
N° 46 imp.	fino a 1	l/s	N° 16 imp.	fino a 1	l/s
N° 85 imp.	da 1 a 3	l/s	N° 58 imp.	da 1 a 3	l/s
N° 47 imp.	da 3 a 5	l/s	N° 30 imp.	da 3 a 5	l/s
N° 72 imp.	da 5 a 8	l/s	N° 45 imp.	da 5 a 8	l/s
N° 26 imp.	da 8 a 10	l/s	N° 22 imp.	da 8 a 10	l/s
N° 108 imp.	da 10 a 20	l/s	N° 83 imp.	da 10 a 20	l/s
N° 103 imp.	oltre 20	l/s	N° 78 imp.	oltre 20	l/s

31 Si confronti sul punto il precedente Capitolo 3

Grafico 4 - Numero impianti per classe di potenzialità autorizzata



Analoga considerazione emerge, per i soli impianti con resa in pozzo, suddividendo gli impianti stessi in base al numero di pozzi presenti che, mediamente, ne definisce la differente potenzialità (in realtà intervengono anche le condizioni idrogeologiche locali e la dimensione/ profondità dei pozzi di resa).

A differenza della classificazione per potenzialità, si assiste però ad un numero molto elevato di impianti con solo 1-2 pozzi di resa, significando che questi coprono comunque potenzialità da basse a discrete.

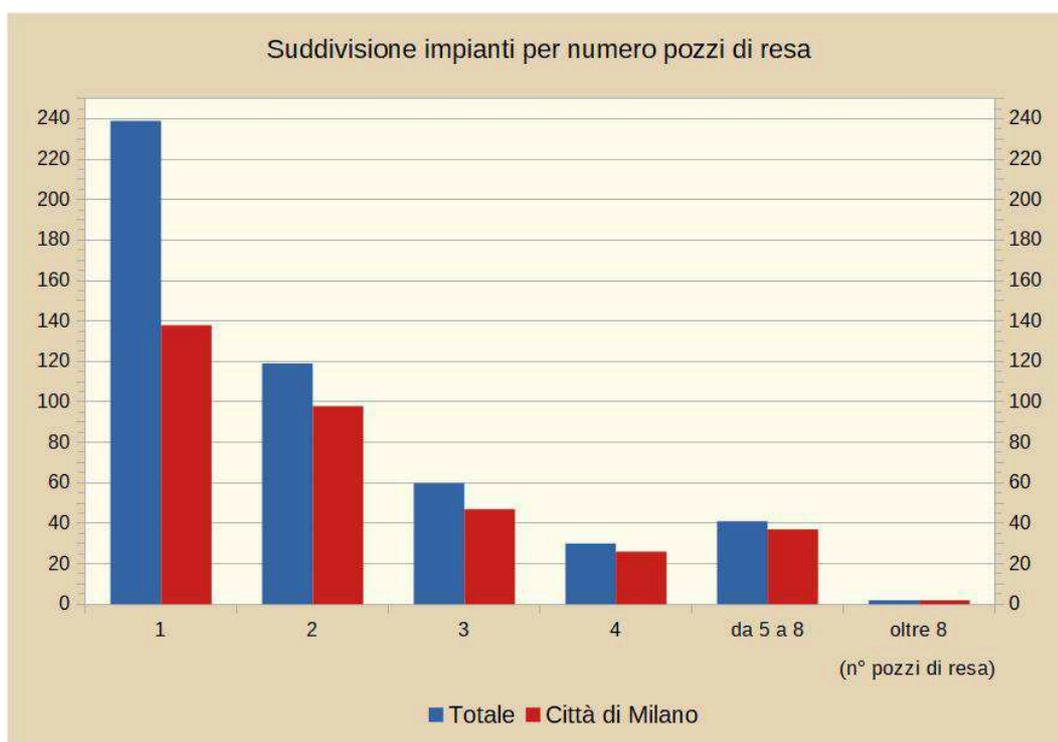
La Tabella 4 evidenzia il numero totale di impianti suddivisi per numero di pozzi di resa, nonché per la città di Milano.

Anche qui e nel successivo Grafico 6 appare immediato che gli impianti della città di Milano assorbono il maggior numero di impianti caratterizzati da più alto numero di pozzi di resa.

Tabella 4 - Suddivisione degli impianti in base al numero di pozzi di resa

Pozzi di resa			Milano		
491 impianti per 1.053 pozzi di resa			348 impianti per 826 pozzi di resa		
n° 239 imp.	P. resa	1	n° 138 imp.	P. resa	1
n° 119 imp.	P. resa	2	n° 98 imp.	P. resa	2
n° 60 imp.	P. resa	3	n° 47 imp.	P. resa	3
n° 30 imp.	P. resa	4	n° 26 imp.	P. resa	4
n° 41 imp.	P. resa	da 5 a 8	n° 37 imp.	P. resa	da 5 a 8
n° 2 imp.	P. resa	oltre 8	n° 2 imp.	P. resa	oltre 8

Grafico 5 - Suddivisione degli impianti in base al numero di pozzi di resa



Entrando in dettaglio, si consideri anzitutto la distribuzione degli impianti e relative rese per singolo comune, comprensiva del sollevato totale annuo.

Posto che per alcuni impianti i dati sono risultati scarsamente attendibili (e si è quindi preferito eliminarli), e comunque con le notazioni fatte in premessa, si riporta nella successiva Tabella 5 il dettaglio per singolo Comune contenente il n° di impianti e scarichi autorizzati ed il totale annuo sollevato-reso espresso sia in mc/anno che in l/s.

Il numero degli scarichi per Comune è visualizzato nel Grafico 7, mentre il volume totale annuo del sollevato-reso nel Grafico 8 (in scala logaritmica - vd. Allegati).

Tabella 5 - Numero di impianti e scarichi autorizzati e sollevato-reso totale per singolo Comune

Comune	N° Impianti	N° Scarichi	(mc/anno) l/s	
			Totale Sollevato / Reso	
ABBIATEGRASSO	9	12	967.026	30,7
ALBAIRATE	1	1	170.000	5,4
ARESE	3	10	1.199.531	38,0
ARLUNO	2	3	263.488	8,4
ASSAGO	3	10	1.974.131	62,6
BAREGGIO	1	2	29.748	0,9
BASIANO	2	2	108.440	3,4
BELLINZAGO LOMBARDO	1	1	41.000	1,3
BINASCO	2	2	1.359.100	43,1
BOFFALORA SOPRA TICINO	1	1	32.000	1,0
BOLLATE	1	1	21.000	0,7
BUCCINASCO	1	1	788.400	25,0
BUSTO GAROLFO	1	2	630.720	20,0
CALVIGNASCO	1	1	0	0,0
CARUGATE	1	1	25.000	0,8
CASOREZZO	2	4	0	0,0
CASSANO D'ADDA	4	4	377.300	12,0
CASSINA DE PECCHI	1	1	22.900	0,7
CERNUSCO SUL NAVIGLIO	15	22	1.336.192	42,4
CERRO MAGGIORE	2	2	14.775	0,5
CESANO BOSCONI	3	3	420.000	13,3
CESATE	3	3	366.275	11,6
COLOGNO MONZESE	3	6	1.496.076	47,4
CORMANO	1	1	0	0,0
CORNAREDO	3	3	500.285	15,9
CORSICO	1	3	567.648	18,0
CUSAGO	7	8	495.961	15,7
CUSANO MILANINO	3	3	764.500	24,2
GAGGIANO	1	1	21.600	0,7
GARBAGNATE MILANESE	1	3	0	0,0
GESSATE	1	1	274.000	8,7
GORGONZOLA	6	8	117.510	3,7
INVERUNO	1	1	109.500	3,5
INZAGO	2	2	8.640	0,3
LACCHIARELLA	1	2	638.926	20,3
LAINATE	3	10	548.146	17,4
LEGNANO	2	2	0	0,0
LISCATE	2	2	0	0,0
MAGENTA	2	4	148.219	4,7
MARCALLO CON CASONE	1	1	48.250	1,5
MEDIGLIA	1	1	42.000	1,3
MILANO	384	902	155.796.473	4.940,3
MORIMONDO	0	0	0	0,0
NERVIANO	2	2	0	0,0
NOVATE MILANESE	2	2	376.540	11,9
NOVIGLIO	2	2	15.000	0,5
PANTIGLIATE	1	1	250.000	7,9
PAULLO	1	1	0	0,0
PERO	1	1	6.720	0,2
PESCHIERA BORROMEO	8	11	2.047.044	64,9
PESSANO CON BORNAGO	3	3	93.200	3,0
PIEVE EMANUELE	5	6	4.169.688	132,2
PIOLTELLO	2	2	632.793	20,1
POZZUOLO MARTESANA	2	5	785.000	24,9

(segue) Comune	N° Impianti	N° Scarichi	(mc/anno)	l/s
			Totale Sollevato / Reso	
RHO	4	8	1.964.228	62,3
ROBECCO SUL NAVIGLIO	1	1	86.400	2,7
RODANO	1	1	28.382	0,9
ROSATE	2	2	82.700	2,6
ROZZANO	4	11	3.930.750	124,6
SAN DONATO MILANESE	8	12	4.344.805	137,8
SAN GIULIANO MILANESE	4	8	1.784.585	56,6
SEDRIANO	1	1	0	0,0
SEGRATE	20	41	14.964.035	474,5
SENAGO	1	1	70.000	2,2
SESTO SAN GIOVANNI	3	9	691.250	21,9
SETTALA	2	2	401.300	12,7
SETTIMO MILANESE	3	5	6.130.000	194,4
TREZZANO SUL NAVIGLIO	3	3	146.515	4,6
TRIBIANO	1	1	34.848	1,1
TRUCCAZZANO	1	1	161.000	5,1
VERNATE	1	1	3.000	0,1
VIGNATE	1	1	7.050	0,2
VIMODRONE	3	6	947.696	30,1
VITTUONE	2	2	16.291	0,5
ZIBIDO SAN GIACOMO	2	2	43.000	1,4
	583	1.208	215.938.580	6.847,4

L'esame dei dati e la visualizzazione dei dati nei grafici allegati evidenzia che, a parte il Comune di Milano che ha la gran parte degli impianti/scarichi, due soli Comuni eccedono il numero di venti scarichi (Cernusco sul Naviglio e Segrate), una quindicina di Comuni ne hanno fra i 5 e i 12 e tutti gli altri ne hanno meno di cinque.

Se però si osservano le portate totali annue sollevate-rese, le differenze si appiattiscono parzialmente, ancora a conferma che le caratteristiche idrogeologiche locali e le scelte impiantistiche consentono talora di gestire portate significative con pochi punti di resa.

Come ultima elaborazione si è voluta considerare la distribuzione degli scarichi e dei volumi resi per unità di area, suddividendo quindi il territorio in maglie quadrate.

Come prima approssimazione sono state scelte aree di 5 km di lato a coprire l'intero territorio con n° 87 maglie quadrate (l'ultima interessa il Comune di S. Colombano al Lambro, che peraltro non contiene impianti di questo tipo).

La figura di pagina seguente illustra la discretizzazione eseguita con il numero dei quadrati ottenuti e le coordinate dei vertici (chilometriche GB divise per mille).

Nella Tavola 3 allegata è visibile la distribuzione delle maglie quadrate rispetto alla suddivisione territoriale nei Comuni dell'area metropolitana.

La Tavola 3b allegata evidenzia invece la distribuzione degli scarichi sull'intero territorio in rapporto alla distribuzione delle maglie quadrate.

Appare immediatamente evidente la notevole concentrazione di punti entro la città di Milano e l'estrema diradazione degli stessi verso i bordi dell'area metropolitana, dove insistono maglie prive di impianti della tipologia considerata.

La successiva Tabella 6 sintetizza i dati ottenuti per ciascuna maglia quadrata: numero totale di scarichi e totale del volume sollevato-rese annuo. In ordine alle lacune di dati dianzi citate viene



Quadrato	N° Scarichi	(mc/die (mc/anno) (l/s) per ha)			
		Totale Sollevato / Reso			
					% Punti
Q 01	Vuoto				
Q 02	Vuoto				
Q 03	Vuoto				
Q 04	Vuoto				
Q 05	Vuoto				
Q 06	Vuoto				
Q 07	Vuoto				
Q 08	Vuoto				
Q 09	Vuoto				
Q 10	2	141.500	4,5	2,4	100
Q 11	Vuoto				
Q 12	1	86.400	2,7	1,4	100
Q 13	Vuoto				
Q 14	Vuoto				
Q 15	2	n.d.	n.d.	n.d.	0
Q 16	6	630.720	20,0	10,5	33
Q 17	1	48.250	1,5	0,8	100
Q 18	4	148.219	4,7	2,5	25
Q 19	11	745.410	23,5	12,4	54
Q 20	Vuoto				
Q 21	Vuoto				
Q 22	Vuoto				
Q 23	2	14.775	0,5	0,2	50
Q 24	2	n.d.	n.d.	n.d.	0
Q 25	6	279.779	12,5	4,7	83
Q 26	1	170.000	5,4	2,8	100
Q 27	1	221.616	7,0	3,7	100
Q 28	Vuoto				
Q 29	Vuoto				
Q 30	Vuoto				
Q 31	9	540.146	17,1	9,0	100
Q 32	7	433.310	13,7	7,2	100
Q 33	5	530.033	16,8	8,8	100
Q 34	12	6.752.961	214,1	112,5	92
Q 35	2	25.600	0,8	0,4	100
Q 36	2	82.700	2,7	1,4	100
Q 37	1	n.d.	n.d.	n.d.	0
Q 38	Vuoto				
Q 39	Vuoto				
Q 40	6	366.275	11,6	6,1	50
Q 41	43	11.543.997	366,1	192,4	100
Q 42	35	6.800.724	215,6	113,3	94

Quadrato	N° Scarichi	(mc/die (mc/anno) (l/s) per ha)			
		Totale Sollevato / Reso			
					% Punti
Q 45	5	281.800	8,9	4,7	60
Q 46	4	1.777.226	56,4	29,6	100
Q 47	1	70.000	2,2	1,2	100
Q 48	16	2.607.996	82,7	43,5	87
Q 49	216	35.753.983	1.133,8	595,9	92
Q 50	224	23.004.196	729,5	383,4	86
Q 51	24	6.503.881	206,2	108,4	96
Q 52	7	4.579.688	145,2	76,3	100
Q 53	Vuoto				
Q 54	Vuoto				
Q 55	17	1.990.839	63,1	33,2	76
Q 56	213	49.331.783	1.564,3	822,2	90
Q 57	128	21.860.711	693,2	364,3	91
Q 58	4	400.504	12,7	6,7	100
Q 59	Vuoto				
Q 60	Vuoto				
Q 61	15	1.807.092	57,3	30,1	73
Q 62	42	13.799.724	437,6	230,0	93
Q 63	12	4.721.486	149,7	78,7	92
Q 64	23	6.752.473	214,1	112,5	96
Q 65	Vuoto				
Q 66	Vuoto				
Q 67	17	1.332.592	42,3	22,2	82
Q 68	4	230.700	7,3	3,8	100
Q 69	2	250.000	7,9	4,2	50
Q 70	1	34.848	1,1	0,6	100
Q 71	Vuoto				
Q 72	Vuoto				
Q 73	Vuoto				
Q 74	11	391.510	12,4	6,5	45
Q 75	5	655.000	20,8	10,9	40
Q 76	2	401.300	12,7	6,7	100
Q 77	1	n.d.	n.d.	n.d.	0
Q 78	Vuoto				
Q 79	2	108.440	3,4	1,8	100
Q 80	6	355.640	11,3	5,9	83
Q 81	1	161.000	5,1	2,7	100
Q 82	Vuoto				
Q 83	Vuoto				
Q 84	Vuoto				
Q 85	3	201.300	6,4	3,4	66
Q 86	Vuoto				

Anzitutto si conferma la distribuzione assai eterogenea dei punti di resa degli impianti a pompe di calore nel territorio metropolitano milanese.

Nella Tavola 4 allegata la visualizzazione per classi numeriche rende immediatamente percepibile la forte concentrazione all'interno del Comune di Milano, soprattutto nel centro, con oltre 200 punti di resa per maglia quadrata, seguita da una fascia a minore densità che si estende soprattutto ai Comuni limitrofi della fascia settentrionale e occidentale e ai settori di Assago-Rozzano e S. Donato Milanese-S. Giuliano Milanese, quindi Abbiategrasso.

La decrescita è progressiva in senso centripeto e ben 35 maglie quadrate risultano prive di scarichi (compreso S. Colombano al Lambro).

La successiva Tavola 5 allegata esprime invece la distribuzione dei volumi totali sollevati-resi per ciascuna maglia in mc/anno, dove come già notato le differenze si attenuano in parte.

I volumi della città di Milano risultano veramente importanti, se si tiene anche conto che una quantità notevole, almeno nei periodi "di picco" dell'utilizzo degli impianti, viene distolta dalla falda verso il reticolo idrico superficiale (cfr. precedente Tabella 1).

La Tavola 6 allegata esprime la medesima situazione, salvo che i valori sono in litri/secondo.

Tale visualizzazione rende conto ad esempio che le portate in gioco, pur assolutamente significative nel centro del territorio metropolitano, sono di gran lunga inferiori a quelle mediamente trasferite dal reticolo idrico superficiale.

Infine la Tavola 7 allegata evidenzia ancora il sollevato-reso totale annuo, espresso in questo caso in metri cubi al giorno per ettaro.

Anche in questo caso si evidenzia che i quantitativi utilizzati non sono granchè rilevanti per la maggior parte del territorio, tenuto inoltre presente che il 60% di tali volumi sono integralmente restituiti alla falda da cui sono stati prelevati.

7.4. - Conclusioni.

Da circa dieci anni gli impianti a pompa di calore che utilizzano acqua di falda hanno avuto un progressivo sviluppo nel territorio metropolitano milanese.

Questo è stato in rapida crescita e concentrazione nella città di Milano, soprattutto nel centro, mentre procede ancora a ritmi blandi via via che ci si allontana verso i territori di confine.

La situazione attuale sembra quindi evidenziare che tale fenomeno richiede probabilmente che si cominci a porre una certa attenzione alle aree di maggiore concentrazione, mentre nelle altre tale tecnologia di indubbio valore economico/ambientale può essere ancora notevolmente incoraggiata.

I dati e le elaborazioni riportati nel presente documento costituiscono un primo passo nella conoscenza del fenomeno alla scala dell'area metropolitana milanese e, si spera, possono costituire una base per successivi approfondimenti nonché un utile riferimento per gli operatori del settore.

Anche le pianificazioni provinciale e comunale possono trarre spunti interessanti e utili al governo del territorio.

Si riterrebbe pure auspicabile un approfondimento per l'area cittadina milanese, da realizzarsi con il concorso del mondo scientifico, che tenesse conto oltre che delle problematiche di tipo quantitativo, anche di quelle legate alle variazioni termiche indotte in falda, soprattutto nelle aree di maggior concentrazione degli impianti.

Ed anche parrebbe utile cercare di comprendere tra i due modelli in competizione - accorpamento per grosse centrali di produzione termica oppure impianti medio-piccoli diffusi - quale possa risultare maggiormente valido sia sotto il profilo economico sia ambientale.

Elenco degli Elaborati

- Tabella 1 Distribuzione delle rese per recapito e tipologia di Autorizzazione
- Tabella 2 Numero totale di scarichi suddiviso per annualità di Autorizzazione
- Tabella 3 Numero impianti per classe di potenzialità autorizzata
- Tabella 4 Suddivisione degli impianti in base al numero di pozzi di resa
- Tabella 5 Numero di impianti e scarichi autorizzati e sollevato-reso totale per singolo Comune
- Tabella 6 Numero di scarichi autorizzati e sollevato-reso totale per maglia quadrata

- Grafico 1 Totale degli scarichi suddivisi per ambito e per tipologia di Autorizzazione
- Grafico 2 Numero totale degli scarichi suddivisi per tipologia di recapito
- Grafico 3 Volumi totali resi suddivisi per tipologia di recapito
- Grafico 4 Numero impianti per classe di potenzialità autorizzata
- Grafico 5 Suddivisione degli impianti in base al numero di pozzi di resa

Allegati fuori testo

- Grafico 6 N° scarichi da impianti a pompe di calore per Comune
- Grafico 7 Volume totale sollevato / reso per Comune

- Tavola 1 Distribuzione dei punti di resa in funzione del recapito
- Tavola 1b Distribuzione dei punti di resa in funzione del recapito (Città di Milano)
- Tavola 1c Distribuzione dei punti di resa in funzione del recapito (Città di Milano - zona centro)
- Tavola 2 Distribuzione dei punti di resa per tipologia di Autorizzazione
- Tavola 2b Distribuzione dei punti di resa per tipologia di Autorizzazione (Città di Milano)
- Tavola 3 Suddivisione in aree di 5 km di lato
- Tavola 3b Distribuzione dei punti di resa per maglia quadrata
- Tavola 4 N° rese per maglia quadrata
- Tavola 5 Quantità totale resa per maglia quadrata (mc/anno)
- Tavola 5b Quantità totale resa per maglia quadrata (in l/s)
- Tavola 5c Quantità totale resa per maglia quadrata (in mc/die per ettaro)

N° scarichi da impianti a pompe di calore per Comune

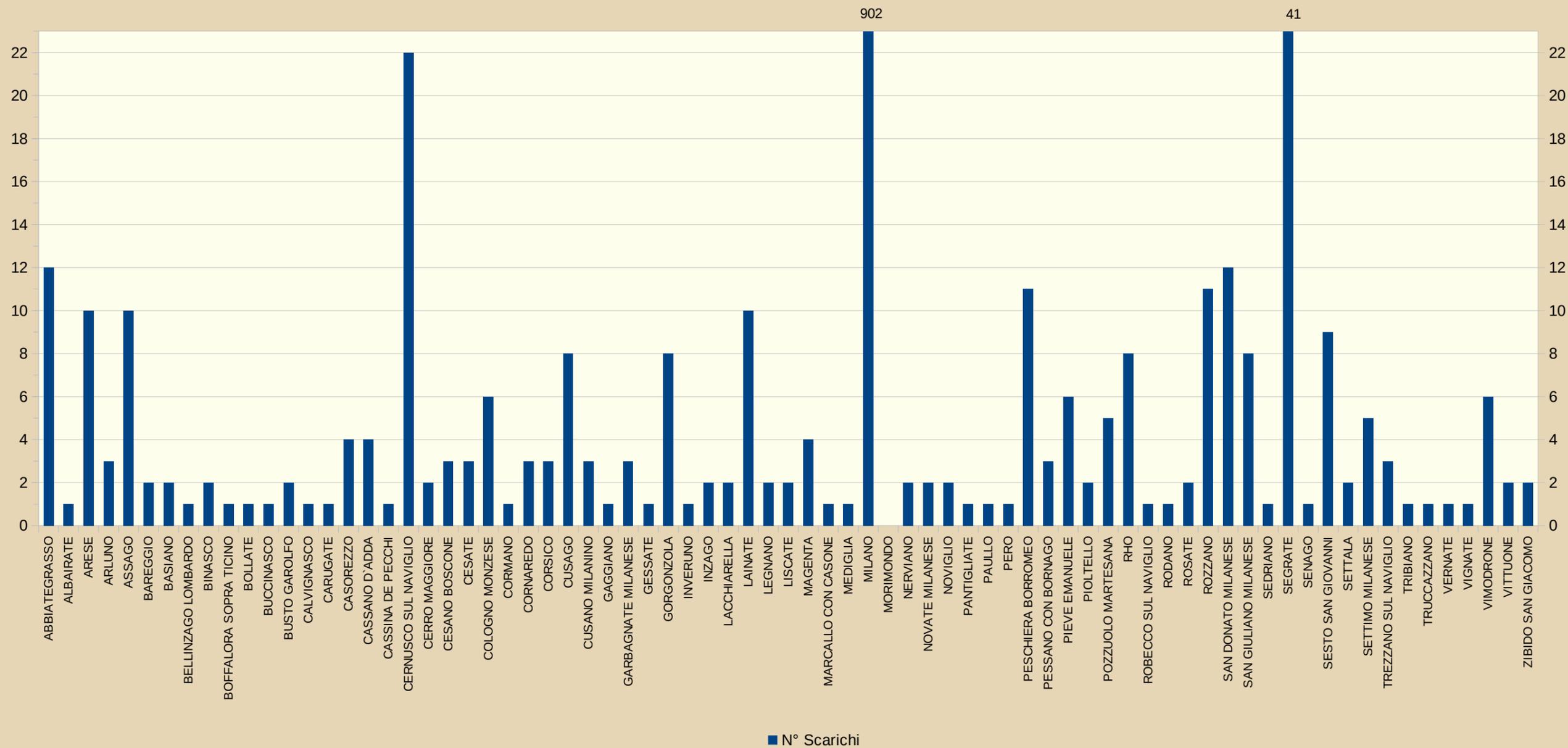


Grafico 6 - Numero di scarichi autorizzati per singolo Comune

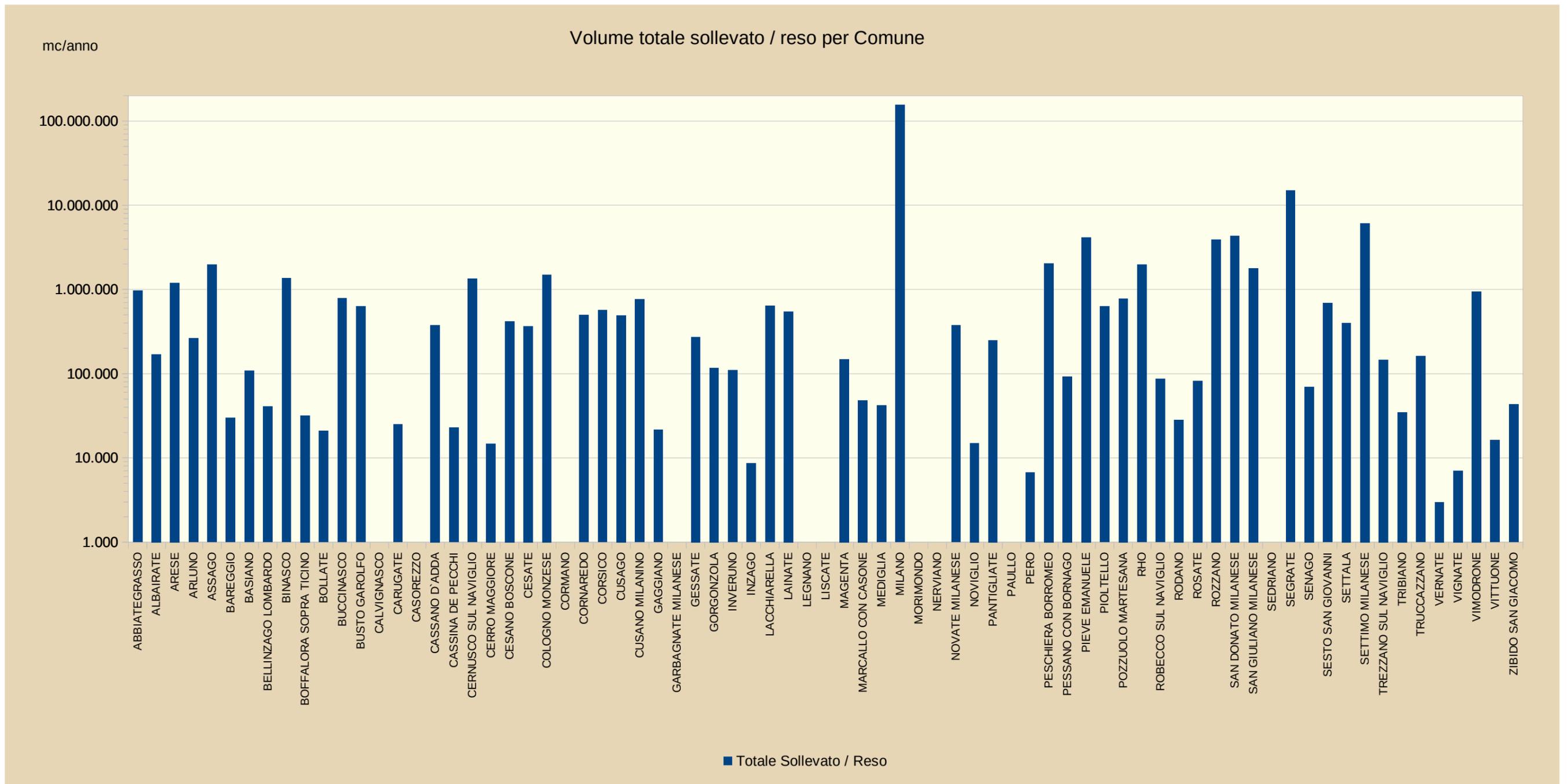
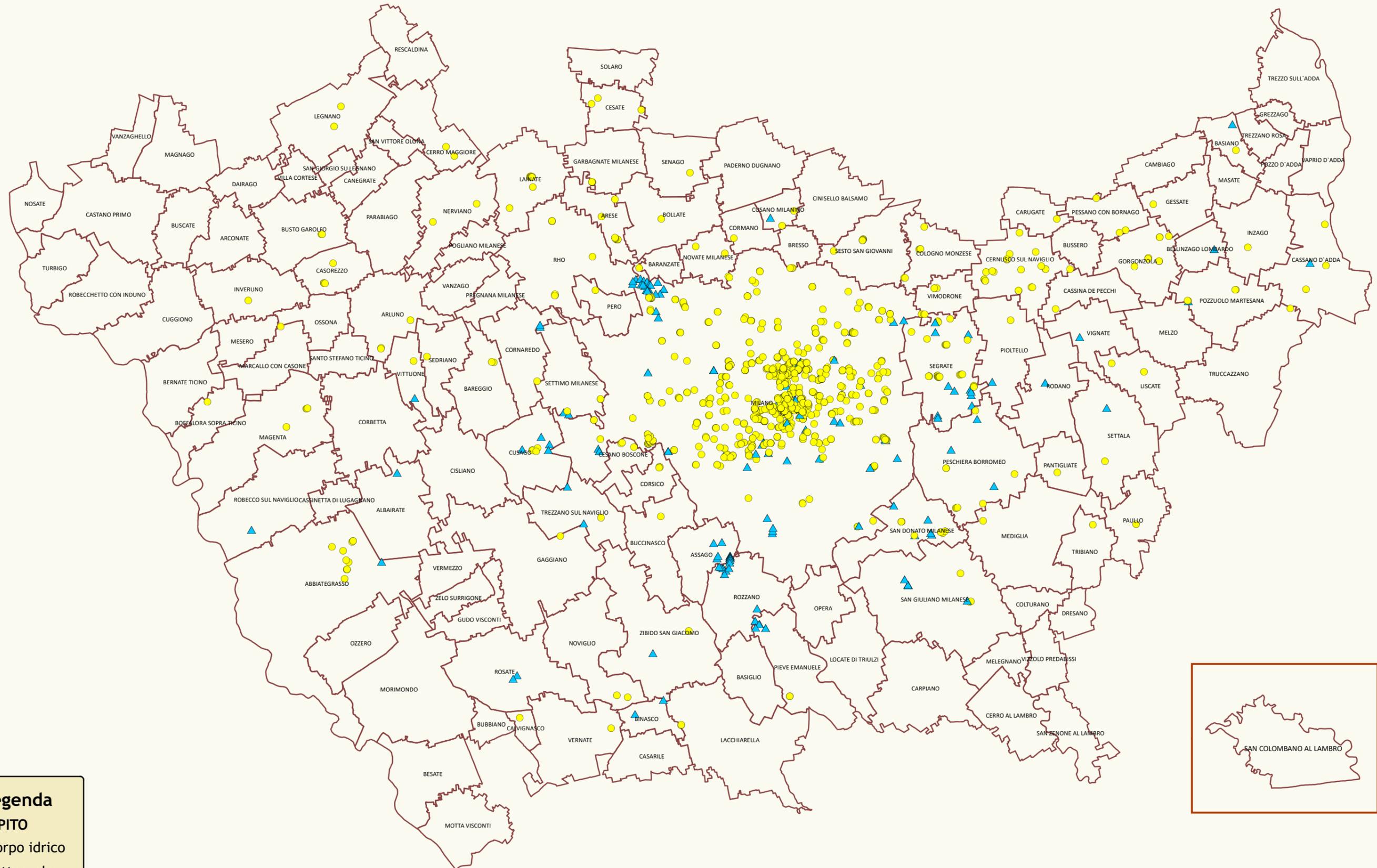


Grafico 7 - Volume totale annuo del sollevato-reso per singolo Comune

Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano

Scarichi degli impianti a pompe di calore

Distribuzione dei punti di resa in funzione del recapito



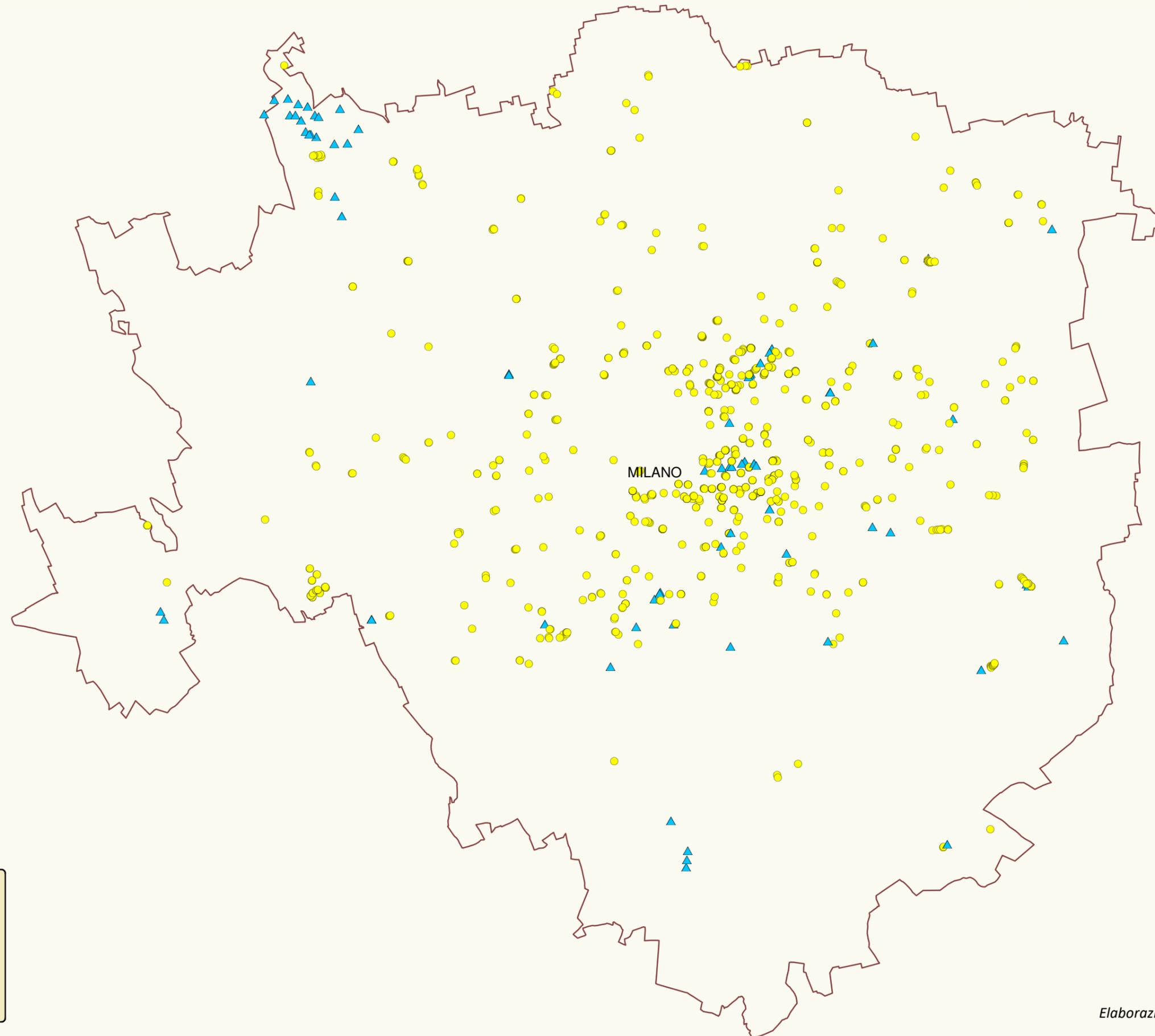
Legenda

RECAPITO

▲ Corpo idrico

● Sottosuolo

□ Comuni CMMI



Legenda

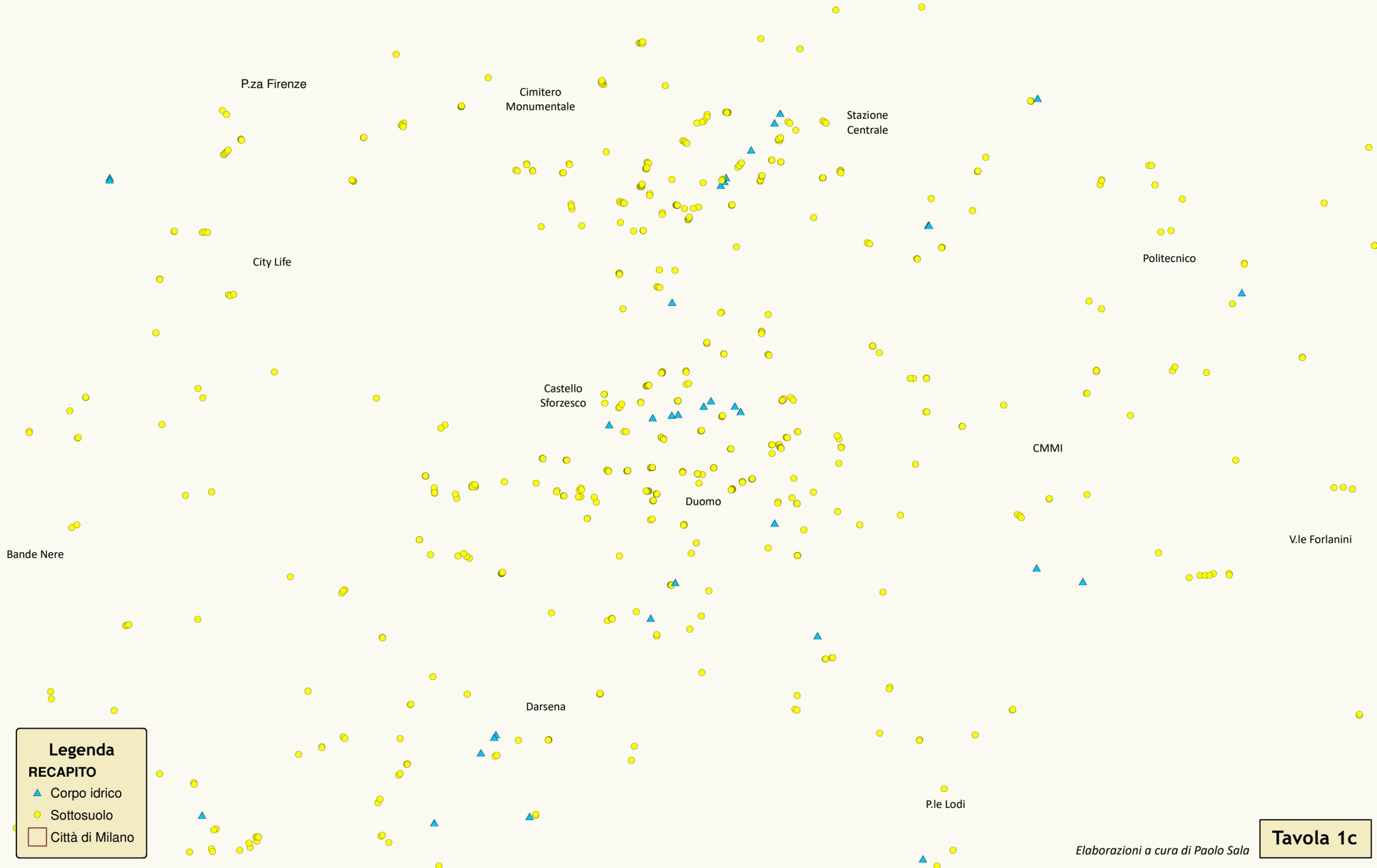
RECAPITO

- ▲ Corpo idrico
- Sottosuolo
- Città di Milano

Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano

Scarichi degli impianti a pompe di calore

Distribuzione dei punti di resa in funzione del recapito



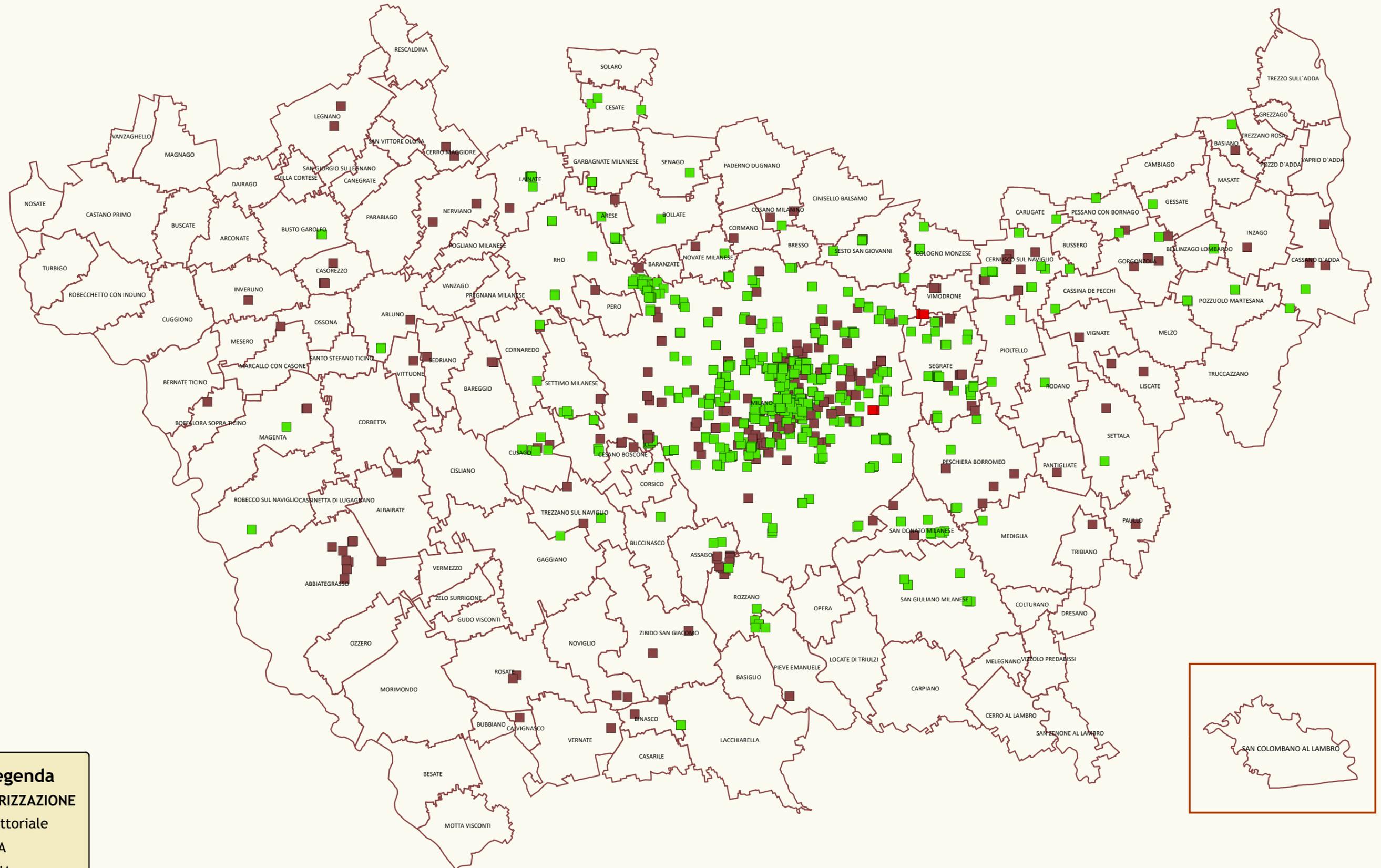
Legenda
RECAPITO

- ▲ Corpo idrico
- Sottosuolo
- Città di Milano

Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano

Scarichi degli impianti a pompe di calore

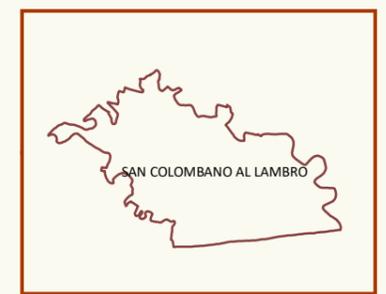
Distribuzione dei punti di resa per tipologia di Autorizzazione



Legenda

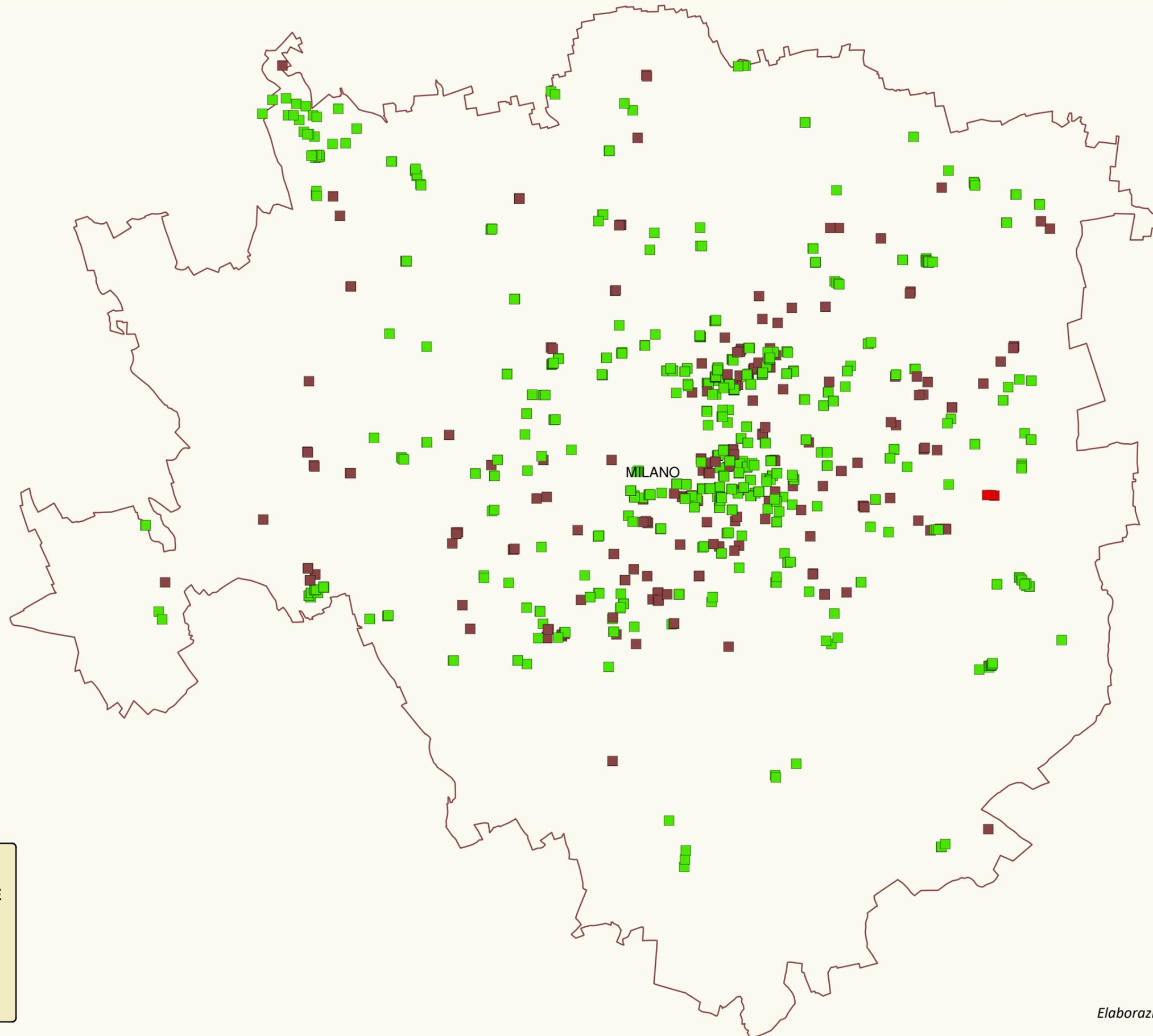
AUTORIZZAZIONE

- Settoriale
- AIA
- AUA
- Comuni CMMI



Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano Scarichi degli impianti a pompe di calore

Distribuzione dei punti di resa
per tipologia di Autorizzazione



Legenda

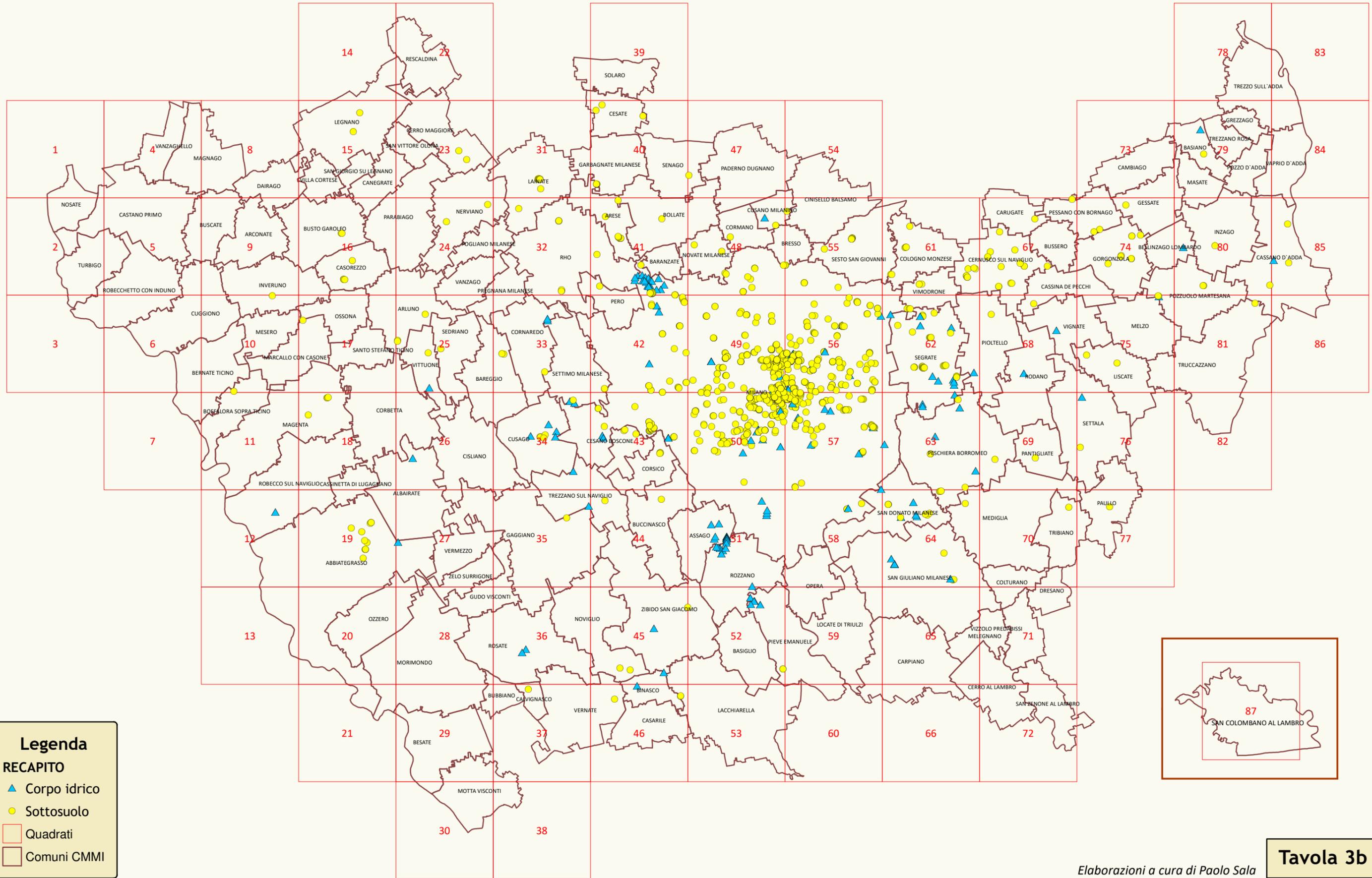
AUTORIZZAZIONE

- Settoriale
- AIA
- AUA
- Città di Milano

Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano

Scarichi degli impianti a pompe di calore

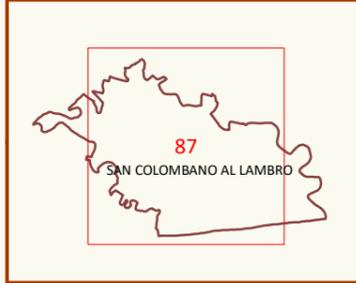
Distribuzione dei punti di resa per maglia quadrata



Legenda

RECAPITO

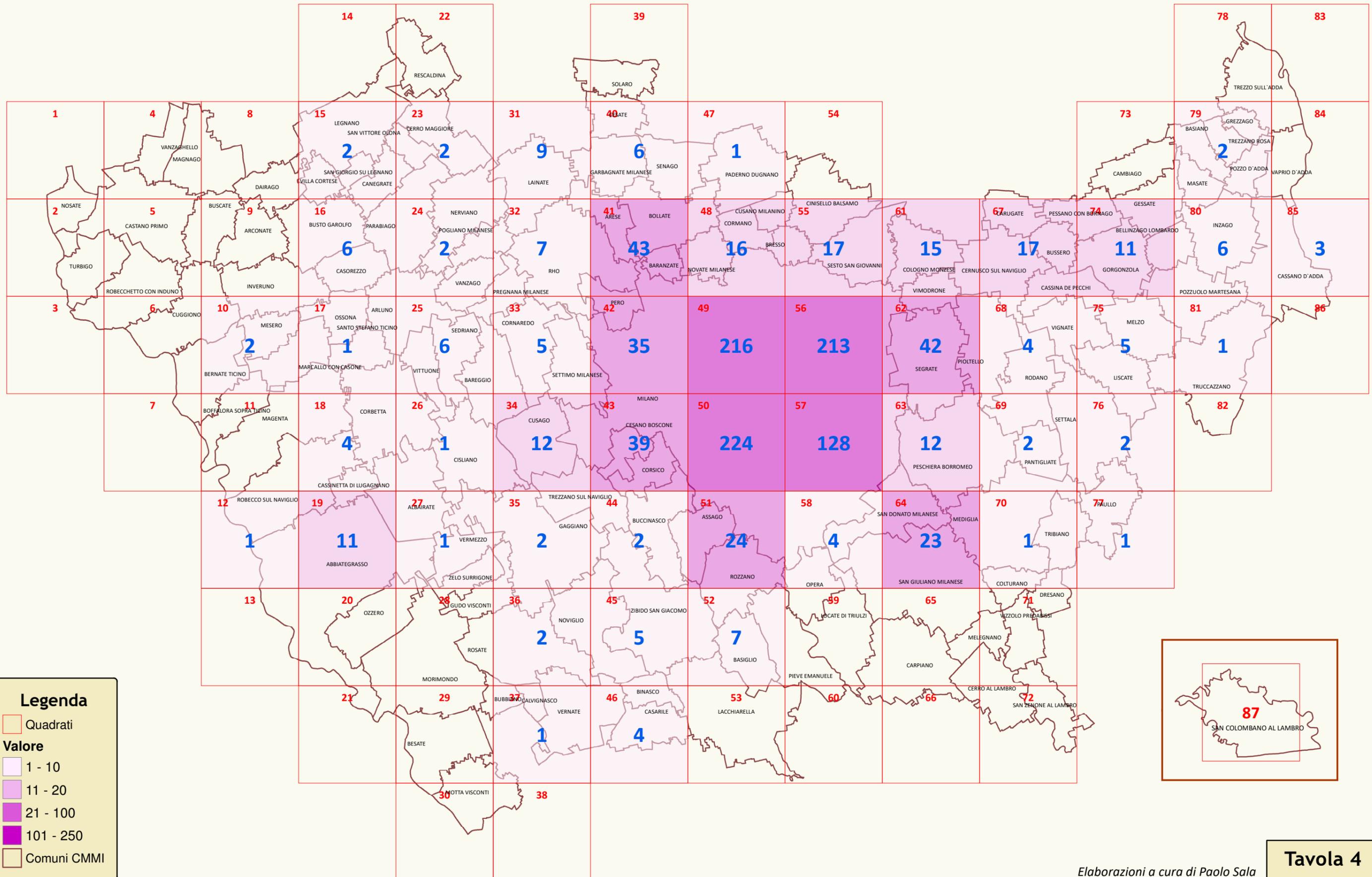
- ▲ Corpo idrico
- Sottosuolo
- Quadrati
- Comuni CMMI



Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano

Scarichi degli impianti a pompe di calore

N° rese per maglia quadrata



Impianti Geotermici nella Città metropolitana di Milano

Scarichi degli impianti a pompe di calore

Quantità totale resa
per maglia quadrata

