

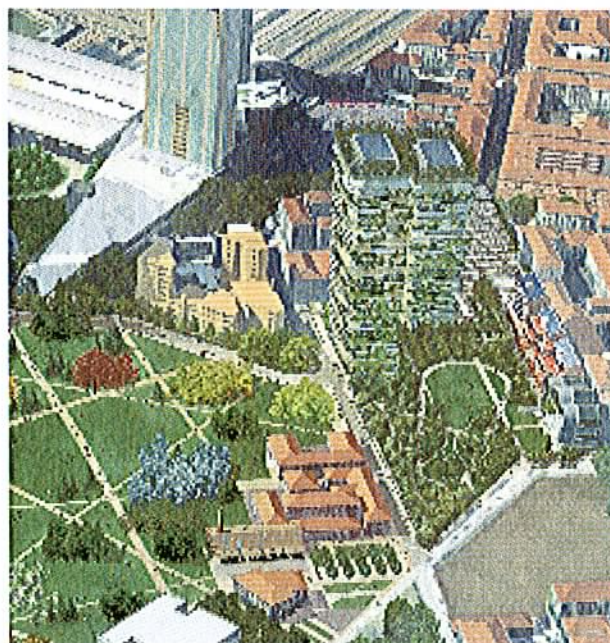
ISOLA S.R.L. A SOCIETÀ PRIVATA

Via Moscova 18 • 20121 Milano

Tel. +39.02.53.50.66.01 • Fax +39.02.53.59.09.21

RICHIESTA DI VERIFICA DI ASSOGGETTAMENTO
A VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

**PER IL PRELIEVO, UTILIZZO E REIMMISSIONE,
A SCOPO TECNOLOGICO ED ENERGETICO,
DI ACQUE SOTTERRANEE,
PER L'AREA "QUARTIERE ISOLA"
ubicata in Comune di Milano**



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE
PROCEDURA DI VERIFICA

**in conformità all'art. 10 del D.P.R. 12/04/96 – comma 1, art. 20 del
D.Lgs n.4/2008**

Milano, ottobre 2008

responsabile dello Studio:

Dott. Geol. CARLO CERUTTI

piazza del Duomo, 16 - 20122 Milano

☎ 02.87.39.22.91 • 📠 02.87.39.22.92

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



PARTE 1 - INTRODUZIONE	1
1 PREMESSA	1
1.1 LINEE GUIDA	3
1.2 APPLICAZIONI NEL SIA	7
1.3 COMPONENTI AMBIENTALI ANALIZZATE	9
1.4 AMBITO DI RIFERIMENTO	10
PARTE 2 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	15
2 PROGRAMMAZIONE A LIVELLO NAZIONALE	15
3 PROGRAMMAZIONE A LIVELLO REGIONALE	17
3.1 PIANO DEL PAESAGGIO LOMBARDO	17
3.2 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I)	18
3.3 PROGRAMMA DI TUTELA ED USO DELLE ACQUE	19
3.4 PIANO REGIONALE DI QUALITÀ DELL'ARIA	23
3.5 PROGRAMMA ENERGETICO REGIONALE	28
3.6 PROGRAMMA PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA	30
4 PROGRAMMAZIONE A LIVELLO LOCALE	32
4.1 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE	32
4.2 PIANO REGOLATORE COMUNALE	35
PARTE 3 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	37
5 DESCRIZIONE IMPIANTO IN PROGETTO	37
5.1 CONSUMO DI RISORSE	40
5.2 CONFRONTO TRA SISTEMA TRADIZIONALE E SISTEMA ENERGETICO PROPOSTO	41
5.3 CONSIDERAZIONI ENERGETICHE	43
6 VERIFICA TRAMITE MODELLAZIONE NUMERICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULL'ACQUIFERO DAL PREVISTO IMPIANTO A POMPE DI CALORE	45
6.1 INTRODUZIONE	45
6.2 DOMINIO DELL'AREA DI STUDIO E SUA DISCRETIZZAZIONE ORIZZONTALE E VERTICALE	45
6.3 PARAMETRI DI INPUT DEL MODELLO	48
6.3.1 Conducibilità idraulica	48
6.3.2 Porosità efficace (ne)	52
6.3.3 Ricarica	53
6.3.4 Stress antropici interni all'area modellizzata	53
6.4 CONDIZIONI AL CONTORNO UTILIZZATE NEL MODELLO	54
6.5 ALTRE CONDIZIONI AL CONTORNO: CANALI	54
6.6 CALIBRAZIONE DEL MODELLO	54
6.6.1 Calibrazione della piezometria in regime stazionario	55
6.6.2 Calibrazione in regime transitorio	57
6.6.3 Bilanci	58
6.7 SIMULAZIONE DEGLI SCENARI DI INTERVENTO	59
6.7.1 Scenario 1: simulazione del sistema pozzi PW-IW (consumi medi mensili)	61
6.7.2 Scenario 1a: simulazione del sistema pozzi PW-IW (consumi medi mensili) in assenza degli utilizzi futuri nelle aree limitrofe	68
6.7.3 Scenario 2: simulazione del sistema pozzi PW-IW (consumi giornalieri)	69
6.8 CONCLUSIONI	70
7 MODELLO TRASPORTO DI CALORE	72
7.1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	72
7.1.1 Semplificazioni adottate nella simulazione di trasporto di calore	73
7.2 PARAMETRI IMPLEMENTATI PER IL TRASPORTO DI CALORE	73

7.2.1	Ubicazione pozzi di reiniezione	75
7.3	SIMULAZIONE E RISULTATI	76
7.3.1	Sviluppo della "bolla di calore"	78
7.3.2	Variazioni di concentrazione rilevate	79
7.4	CONCLUSIONI	80
8	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI POZZI	81
8.1	POZZI DI EMUNGIMENTO	81
8.1.1	Operazioni di perforazione	82
8.1.2	Operazioni di completamento e sviluppo	82
8.1.3	Opere varie e collegamenti	83
8.2	POZZI DI RESA	84
8.2.1	Operazioni di perforazione	84
8.2.2	Operazioni di completamento e di sviluppo	84
8.2.3	Opere accessorie	85
9	ANALISI DELLE ALTERNATIVE	86
	PARTE 4 - QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	87
10	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	87
11	LITOSFERA	88
11.1	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	88
11.2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	92
11.3	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DI SUPERFICIE	92
11.4	CARATTERISTICHE GEODINAMICHE DEL TERRITORIO	95
11.4.1	Sismicità	95
11.5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	99
11.5.1	Sezioni idrogeologiche e ricostruzione della struttura degli acquiferi	102
11.6	PARAMETRI IDROGEOLOGICI DELL'ACQUIFERO MESSO IN PRODUZIONE DAI POZZI DI EMUNGIMENTO	105
12	IDROSFERA	107
12.1	ACQUE SUPERFICIALI	107
12.1.1	Fiume Lambro	107
12.1.2	Torrente Seveso	111
12.1.3	Canale Martesana	111
12.1.4	Cavo Redefossi	111
12.1.5	Valutazione delle portate transitati nei dintorni dell'area oggetto di studio	111
12.1.6	Qualità delle acque superficiali	116
12.2	ACQUE SOTTERRANEE	118
12.2.1	Andamento del flusso idrico sotterraneo	118
12.2.2	Oscillazioni della falda	120
12.2.3	Prelievi da falda	123
12.2.4	Qualità e stato chimico delle acque sotterranee	126
12.2.5	I nitrati nelle acque sotterranee	128
13	ATMOSFERA	130
13.1	CLIMA	130
13.1.1	Caratteristiche termometriche	130
13.1.2	Caratteristiche pluviometriche	132
13.2	QUALITÀ DELL'ARIA	135
13.2.1	Riferimenti Normativi e zonizzazione del territorio	152
14	BIOSFERA	155
14.1	VEGETAZIONE E FLORA	155
14.1.1	Definizione di flora	155

14.1.2	Definizione di vegetazione	155
14.2	FAUNA.....	156
14.3	ECOSISTEMI.....	160
15	RUMORE	164
16	SVILUPPO DEGLI ELETTRODOTTI.....	169
16.1	SUPERAMENTI DEI LIMITI DI LEGGE	170
17	CONTESTO SOCIO-ECONOMICO E PAESAGGISTICO	171
17.1	I SOGGETTI A CITTADINANZA NON ITALIANA	173
17.2	L'OCCUPAZIONE	175
17.3	PAESAGGIO	178
	PARTE 5 - VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE OPERA/AMBIENTE	181
18	MODALITA' DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	181
19	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI	183
19.1	SUOLO E SOTTOSUOLO	183
19.2	ACQUE SUPERFICIALI.....	184
19.3	ACQUE SOTTERRANEE.....	184
19.3.1	Quantità/Disponibilità della risorsa.....	184
19.3.2	Alterazione del flusso delle acque sotterranee ed interferenza con i pozzi pubblici.....	186
19.3.3	Qualità e stato ambientale della risorsa	187
19.4	CLIMA E ATMOSFERA	188
19.5	FLORA E FAUNA.....	188
19.6	RUMORE E VIBRAZIONI	188
19.7	PAESAGGIO	189
19.8	SALUTE E BENESSERE DELL'UOMO	190
19.9	SISTEMA INFRASTRUTTURALE: VIABILITÀ, TRASPORTI E RETI TECNOLOGICHE.....	191
19.10	SISTEMA INSEDIATIVO ED ECONOMICO	191
19.11	SINTESI DEGLI IMPATTI OPERA/AMBIENTE	192
	PARTE 6 - MITIGAZIONE E MONITORAGGIO DEGLI IMPATTI.....	193
	PARTE 7 - SINTESI FINALE	194
	BIBLIOGRAFIA	199

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

TAVOLE

TAVOLA 1	Aerofotogrammetrico quartiere Isola (scala 1:2000)
TAVOLA 2	Inquadramento di dettaglio area di studio (scala 1:2000)
TAVOLA 3	Fasce di rispetto PAI fiume Lambro (scala grafica)
TAVOLA 4	Ubicazione pozzi di emungimento e di resa - Piano interrato -3 (scala 1:500)
TAVOLA 5	Dettaglio pozzi di emungimento (scala grafica)
TAVOLA 6	Dettaglio pozzi di resa (scala grafica)
TAVOLA 7	Ubicazione pozzi di prelievo e resa su mappa catastale (scala 1:1000)
TAVOLA 8	Inquadramento Geomorfologico (scala 1:40000)
TAVOLA 9	Base acquifero superficiale A (scala 1:20000)
TAVOLA 10	Uso del suolo (scala 1:20000)
TAVOLA 11	Sezioni idrogeologiche (scala grafica)
TAVOLA 12	Inquadramento generale (scala 1:10000)
TAVOLA 13	Piezometria Marzo 2003 (scala 1:20000)
TAVOLA 14	Piezometria Settembre 2004 (scala 1:20000)
TAVOLA 15	Piezometria Settembre 2006 (scala 1:20000)
TAVOLA 16	Piezometria Marzo 2007 (scala 1:20000)
TAVOLA 17	Ubicazione centrali acquedottistiche ed impianti a PdC (scala 1:20000)

ALLEGATI

ALLEGATO 1	Piezometria dinamica ottenuta dal modello numerico di flusso
ALLEGATO 2	Risultati modello numerico trasporto calore - (9 stress period)
ALLEGATO 3	Risultati modello numerico trasporto - (40 stress period)
ALLEGATO 4	Risultati modello numerico trasporto - (45 stress period)
ALLEGATO 5	Scheda tecnica impianti a pompa di calore
ALLEGATO 6	Campagna caratterizzazione idrochimica Studio Celotti
ALLEGATO 7	Campagna caratterizzazione idrochimica IN.G.RE.

PARTE 1 - INTRODUZIONE

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a supporto della *"Richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale, ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12 aprile 1996 così come modificato dal D.Lgs. 16 Gennaio 2008, n.4"*, per il prelievo, utilizzo e reimmissione, a scopo tecnologico ed energetico, di acque sotterranee, per l'area "ISOLA" ubicata in Comune di Milano.

L'istanza è stata predisposta da ISOLA S.r.l., Società Immobiliare fondata per gestire la progettazione e la realizzazione di parte degli interventi edilizi sull'area Isola, già oggetto di un Programma Integrato di Intervento per il recupero di un'area dismessa compresa tra via Confalonieri a Nord, via Gaetano de Castilia a Sud. (perimetro in giallo nella



Figura 1 seguente e Tavola 1; cfr Capitolo 10 per i riferimenti catastali).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Figura 1: Area di intervento ed ubicazione dei pozzi ad uso Pompe di Calore (PdC)

Su incarico di Isola S.r.L. è stato pertanto predisposto il presente Studio di Impatto Ambientale per la derivazione di acque sotterranee ad uso tecnologico-energetico, composta da n. 3 opere di presa e n. 7 opere di resa ubicate in comune di Milano.

L'intervento in esame è assoggettato, ai sensi dell'art. 24 della Legge Regionale n. 2 del 24 Marzo 2006 e dell'art. 10 del D.P.R. 12 Aprile 1996 e s.m.i., a "procedura di verifica (screening) di VIA", trattandosi di una derivazione di acque pubbliche sotterranee con portata superiore ai 50 l/sec ma inferiore ai 100 l/sec, così come prescritto dalla Provincia di Milano con nota del 17 giugno 2008, protocollo n. ° 146028/08 (ISTANZA n.118505 del 15mag08).

Facendo riferimento al Decreto Dirigenziale 22-5-2008 n. 5307 l'opera è così classificabile:

- Settore: Infr. idrauliche e di difesa del suolo;
- Sottosettore: Infrastrutture idrauliche;
- Opera: Derivazione di acque sotterranee nonché le trivellazioni finalizzate alla ricerca-portata > 50 l/s

Il presente Studio di Impatto ambientale è stato articolato nei seguenti 3 quadri di riferimento:

- **quadro di riferimento programmatico**, che contiene gli elementi conoscitivi in merito agli atti di pianificazione e programmazione territoriale;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- **quadro di riferimento progettuale**, che descrive le caratteristiche principali dell'opera in oggetto;
- **quadro di riferimento ambientale**, che contiene l'analisi dei sistemi ambientali interessati dal progetto sia direttamente sia indirettamente rispetto ai quali è da presumere possano verificarsi effetti negativi.

Dai suddetti quadri sono sviluppati i capitoli di stima degli impatti e valutazione delle interferenze prodotte dall'opera sull'ambiente.

La trattazione sistematica del contesto ambientale, potenzialmente interessato, riguarda tutte le componenti e i fattori ambientali (naturali e antropici) e le interazioni reciproche.

1.1 Linee guida

Riprendendo quanto riportato nelle linee guida regionali si può affermare che ogni derivazione/prelievo sui corpi idrici superficiali o sotterranei modifica le modalità di circolazione e produce diversi impatti ambientali, anche a distanze significative dai siti di intervento.

Per la stima degli impatti ambientali è fondamentale calcolare il bilancio idro-geologico.

Gli impatti ambientali delle derivazioni e opere connesse di acque superficiali e sotterranee sono molto differenziati a seconda del tipo di intervento, delle caratteristiche geometriche dei corpi idrici, delle quantità di risorse idriche coinvolte, dei materiali impiegati e degli accorgimenti adottati per mitigare gli impatti stessi.

La sensibilità ambientale delle falde è funzione oltre che dei meccanismi fisici, idrodinamici, idrochimici, idrobiologici dei terreni anche dei diversi processi di estrazione di acque. Ad esempio il pompaggio in un acquifero crea una depressione a forma di imbuto: il "fronte di richiamo" delle acque può estendersi considerevolmente verso monte, a volte anche di parecchi chilometri e ciò dipende sia dalle caratteristiche dei terreni (litologia, vulnerabilità, ecc.) sia dalle modalità di prelievo (portate, profondità, intermittenza, ecc.). Gli impatti possono riguardare la disponibilità di risorsa idrica, la diffusione di inquinanti, la subsidenza, ecc.

Per schematizzare i fattori d'impatto significativi e sintetizzare i risultati della valutazione di impatto ambientale sono utili le matrici coassiali. Nella matrice seguente sono indicate le linee di impatto potenziale delle derivazioni ed opere connesse di acque superficiali e sotterranee.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)320450889

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

TIPI DI OPERE E IMPIANTI:

Ponti e viadotti	→	●	●							●	●	●	●	●	
Derivazioni, scondalori, diversivi	→	●			●	●	●	●		●	●	●		●	●
Specchi d'acqua	→	●			●	●			●	●	●	●		●	●
Traverse	→	●			●	●	●		●	●	●		●	●	●
Pozzi e badione idrica	→					●	●	●							
Opere drenaggio (lincee drenanti,...)	→					●	●	●	●						
Difese spondali	→				●	●				●	●		●		
Muri sostegno e opere cons. versanti	→				●	●	●			●	●		●		
Implanti estrazione acque di falda	→						●								
Implanti potabilizzazione	→	●									●				
Implanti acquedotti (p.e. condotte)	→						●				●	●			
Scorie e movimenti di terra	→	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Canili (manufatti, barili)	→	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Produzione di cemento	→		●		●	●		●	●	●		●			
Guasti (di canili, ...)	→				●			●							

□		□		□		□	□
□	□				□	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	□		□	□	□	
□						□	
□					□	□	
□				□	□		□
□				□		□	
□	□	□				□	□
□	□	□				□	
□	□	□				□	
□			□	□	□	□	□
□	□			□	□	□	□
□							
□							
□				□			

INTERFERENCE NEGATIVE:

- Consumo di suolo
- Produzione di rumore
- Produzione di vibrazioni
- Produzione di rifiuti e scorie
- Consumo di materiali solidi
- separazione sconfiniti superficiali
- separazione all'incasso e fuori in falde
- Consumo di acqua
- Scarichi idrici, inquinanti, acque
- Scarichi, condizionali di portali idriche
- Emissioni di gas e polveri in atmosfera
- Frangimento di economie locali.
- Inquinazione per il clima
- Rischio di edifici, infrastrutture, programmi
- Incidenti (cedimenti strutturali, ...)
- Contatto con elementi contaminati
- Impatto ambientale, inquinamento

INTERFERENZE POSITIVE:

- ◀ Migliore funzione di tutela ambientale
- ◀ Creazione di iniziative di beni materiali
- ◀ Creazione di opportunità di guadagno
- ◀ Creazione di opportunità di svago
- ◀ Controllo rischi naturali e disastri
- ◀ Regolazione regime idrico fluviale
- ◀ Recupero e risparmio idrico, ...

RICETTORI AMBIENTALI

[illegible]

					+	+
					+	+
				+	+	
				+	+	
				+		
					+	
					+	
					+	
					+	
		+	+	+	+	
					+	
					+	+
					+	+
				+		+
	+	+	+		+	+
+	+	+			+	+
+	+	+		+	+	

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

I	relazione tra opere ed interferenze ambientali negative
O	relazione tra opere e interferenze ambientali positive
-	impatto ambientale negativo
+	impatto ambientale positivo
x	possibile sinergia di impatto (origine antropica)

Tabella 1: Legenda dei simboli contenuti nella matrice causa effetto precedentemente riportata

In sostanza esse permettono di individuare gli impatti di maggiore interesse che per il settore in esame possono essere indicativamente i seguenti:

Impatti ambientali negativi potenziali

- Impatti legati al mancato uso delle migliori tecnologie disponibili;
- Alterazione termica degli acquiferi in seguito di reiniezione a differente temperatura (nel caso di impianti a PdC dove è prevista la reimmissione)
- Impatti generali legati al consumo di risorse non rinnovabili (p.e. falde profonde strategiche);
- Interferenze negative con le finalità della pianificazione di tutela naturalistica;
- Interferenze negative con la pianificazione delle risorse idriche e/o del loro risanamento;
- Modifiche indesiderate al microclima locale per modifiche della vegetazione arborea naturale;
- Impoverimento eccessivo dell'assetto idraulico dei corsi d'acqua attraversati (deflusso minimo vitale) e delle aree di pertinenza;
- Prelievi idrici significativi e riduzione delle risorse idriche disponibili;
- Squilibrio degli attuali sistemi di distribuzione ed utilizzo delle acque;
- Alterazioni nei bilanci delle risorse idriche a livello di area vasta;
- Alterazione del bilancio idrico sotterraneo (acquifero superficiale) nelle aree di progetto ed in quelle circostanti;
- Inquinamento delle acque di falda per "rimobilitazione" di inquinanti presenti nel sottosuolo;
- Induzione di processi di subsidenza da eccessivo prelievo di acque sotterranee;
- Danni o disturbi a specie animali di interesse naturalistico - scientifico;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Alterazioni potenzialmente significative della biodiversità preesistente nelle aree interessate;
- Modifiche significative nella struttura degli ecosistemi esistenti e presumibile alterazione della loro funzionalità;
- Perdita di tessuti paesaggistici culturalmente importanti;
- Danni alle attività economiche esistenti conseguenti alle modifiche degli usi attuali della risorsa idrica.

Impatti ambientali positivi potenziali

- Riduzione degli attuali prelievi idrici sul territorio;
- Riduzione dell'inquinamento attuale delle acque superficiali;
- Riduzione dell'inquinamento attuale delle acque sotterranee;
- Uso complessivo più razionale delle risorse idriche;
- Riduzione dei rischi di dissesto idrogeologico;
- Mantenimento di superfici con suolo fertile sulle aree servite dal progetto;
- Azioni compensative a favore di specie vegetali o animali di interesse;
- Opportunità, attraverso interventi di progetto, di recupero o di compensazione, di creare nuove unità ecosistemiche con funzioni di riequilibrio ecologico in ambienti poveri o artificializzati;
- Miglioramento, attraverso azioni di progetto, delle capacità di autodepurazione degli ecosistemi esistenti;
- Bonifiche contestuali di aree con sostanze a rischio presenti sul territorio in seguito ad azioni di progetto o compensative;
- Riduzione sul territorio dei rischi da incidenti (p.e. esondazioni) in seguito ad azioni di progetto o compensative;
- Introduzione nel paesaggio visibile di nuovi elementi di qualità formale in seguito ad azioni di progetto o compensative;
- Valorizzazione di paesaggi caratteristici e di interesse culturale;
- Consolidamento dei beni materiali esistenti;
- Consolidamento di infrastrutture esistenti;
- Miglioramento della qualità di vita delle popolazioni servite in seguito ai servizi offerti;
- Creazione di nuove unità ambientali con opportunità di fruizione ricreativa.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Per quanto attiene il giudizio d'impatto le linee guida si basano sulla individuazione di livelli di sensibilità ambientale e di pressione sull'ambiente associata al progetto. Pertanto i criteri per determinare la rilevanza delle pressioni, delle sensibilità ambientali e degli impatti ambientali prodotti possono essere desunti dal seguente schema logico:

		PRESSIONE	
		BASSA P0	ELEVATA P1
SENSIBILITA'	BASSA S0	IMPATTO BASSO I0	IMPATTO ELEVATO I1
	ELEVATA S1	IMPATTO ELEVATO I1	IMPATTO MOLTO ELEVATO I2

Tabella 2: Schema logico per la valutazione della stima degli impatti

in cui si possono utilizzare i seguenti livelli:

- P0: livello di pressione basso;
- P1: livello di pressione elevato;
- S0: livello di sensibilità basso;
- S1: livello di sensibilità elevato.

1.2 Applicazioni nel SIA

La metodologia utilizzata è volta a riconoscere, attraverso la fase analitica, i ricettori ambientali dell'ambito d'influenza studiato, che possono subire effetti positivi, negativi o nulli, dall'esercizio delle opere.

In particolare, facendo riferimento allo schema concettuale proposto da S. Malcevschi (1991), un impatto ambientale è la conseguenza di interferenze prodotte da una sorgente iniziale che attraverso catene di eventi più o meno complesse generano pressioni su bersagli ambientali significativi, potenzialmente in grado di alterarli. Un impatto è pertanto descrivibile attraverso i seguenti elementi, illustrati nella **Figura 3** di seguito.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

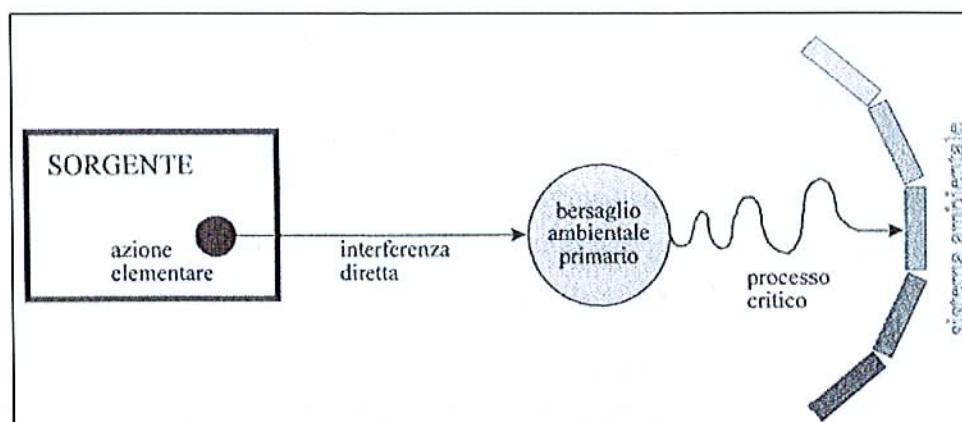


Figura 3: Schema concettuale per l'identificazione degli attori del SIA

Nel caso in esame gli elementi sono così rappresentati:

- Sorgente di impatto: pozzi di prelievo e resa dell'impianto a PdC nuovi edifici quartiere Isola;
- Azione elementare: la derivazione di acqua sotterranea e successiva reimmissione;
- Interferenze dirette: "alterazione termica" della risorsa idrica sotterranea;
- Bersagli ambientali primari: l'acquifero superficiale sotterraneo;
- Pressione ambientale: il livello di interferenza che subisce il suddetto bersaglio sarà l'oggetto della presente valutazione.

Nello studio redatto si è ritenuto pertanto necessario esaminare le caratteristiche dell'area, in termini descrittivi, indagando i principali fattori ambientali e considerando che il bersaglio ambientale primario è sicuramente rappresentato dalle acque sotterranee.

Nella relazione generale è stata comunque redatta un'analisi dettagliata e approfondita delle componenti ambientali potenzialmente coinvolte dall'esercizio delle opere, ponendo particolare attenzione ai fattori ambientali maggiormente coinvolti, per i quali poi valutare le interferenze con le opere in esame.

Di seguito si riporta schematicamente l'elenco delle componenti ambientali considerate:

- Suolo e sottosuolo: descritte nel quadro dell'ambiente in esame sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, ed anche come risorse;
- Ambiente idrico: acque sotterranee e acque superficiali considerate come componenti, come ambienti e come risorse;
- Paesaggio: aspetti morfologici e culturali del paesaggio;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Vegetazione, flora, fauna: formazioni vegetali e associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali;
- Atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- Rumore e vibrazioni: considerati in rapporto all'ambiente sia naturale sia umano;
- Sistema insediativo ed economico: inteso come scenari del contesto antropico;
- Sistema infrastrutturale: inteso come contesto delle reti tecnologiche e infrastrutture che caratterizzano l'ambiente esaminato.

Il raffronto fra gli elementi delle opere in esercizio e i ricettori ambientali individuati nella fase analitica, consente di evidenziare i possibili impatti, sia di carattere temporaneo sia permanente, di segno positivo o negativo, derivanti dalle attività previste, indicando, ove rilevate, le diverse alternative progettuali prese in considerazione ed eventualmente scartate e individuando le necessarie misure di mitigazione e/o compensazione ecologico - ambientale degli impatti temporanei e degli impatti permanenti.

Questo tipo di incrocio è stato sviluppato in termini descrittivi; si è ritenuto che il ricorso all'uso di un sistema espositivo di tipo matriciale, nell'ambito di una procedura come quella in esame, risulta meno espressivo rispetto a quello descrittivo.

1.3 Componenti ambientali analizzate

I ricettori indicati nella matrice, che fanno riferimento al sistema delle acque e del suolo, al sistema naturalistico, al sistema insediativo, infrastrutturale e storico-antropico, al sistema ambientale, ecc., sono stati posti a confronto con una lista di possibili/prevedibili interferenze, sia negative che positive, al fine di individuare gli impatti più significativi e di identificare e prevedere le forme più idonee di mitigazione e/o compensazione.

In particolare, le componenti ambientali valutate per gli impatti sono le seguenti:

- Clima e atmosfera
- Acque superficiali
- Acque sotterranee
- Suolo e sottosuolo
- Flora e fauna
- Rumore e vibrazioni
- Paesaggio
- Viabilità, trasporti e reti tecnologiche

- Sistema insediativo ed economico

Nelle diverse fasi di attuazione della derivazione esaminata si è eseguita una valutazione quantitativa e qualitativa degli effetti indotti, utilizzando idonei indicatori e individuando le misure di mitigazione e monitoraggio necessarie atte a ridurli e controllarli nel tempo.

Si è altresì verificata la conformità urbanistica delle opere esaminate agli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati.

1.4 Ambito di riferimento

L'ambito assunto come riferimento, per lo svolgimento delle successive analisi, è costituito da una porzione di territorio che comprende i pozzi di prelievo e di resa per il riscaldamento/climatizzazione dei nuovi edifici che sorgeranno nel quartiere Isola.

Come visibile dalla **Figura 4** riportata qui di seguito gli edifici sono in numero pari a 6 e presentano le caratteristiche riportate qui di seguito.

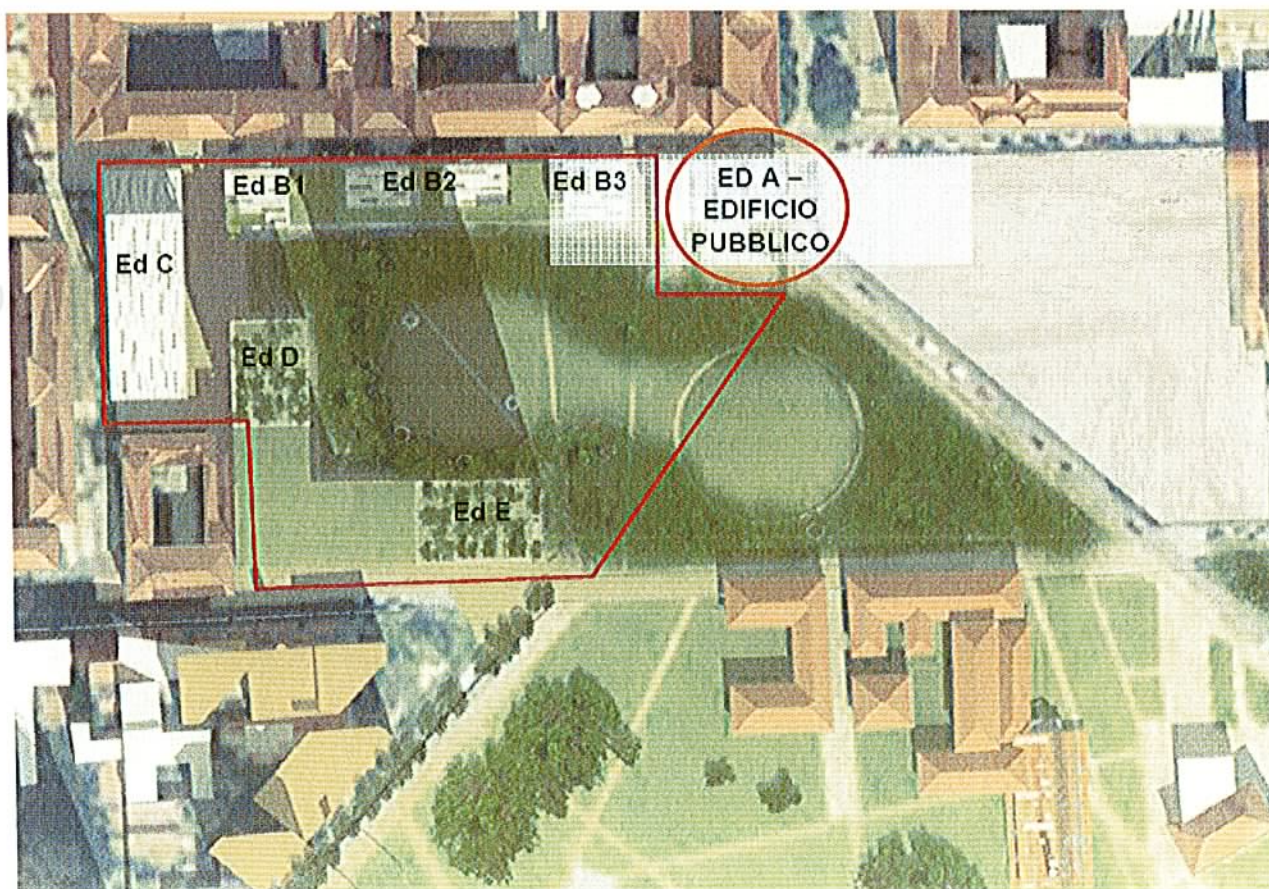


Figura 4: Ubicazione nuovi edifici quartiere Isola

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

1.4.1 Edificio B1, B2, B3 - Isola Residenziale basso

- Numero piani: 4 e 5;
- Area destinata ad uso residenziale: B1, 1901 m² (SLP); B2 e B3, 2529 m² (SLP)
- Area destinata ad uso commerciale: 207 m² (SLP);
- Parcheggi: 500 complessivi per tutto l'intervento;
- Progettazione: Lucien Lagrange Architects.



Figura 5: Progetto nuovo edificio B

1.4.2 Edificio C - Uffici

- Numero piani: 10;
- Area destinata ad uso uffici: 6317 m² (SLP);;
- Area destinata ad uso commerciale: 422 m² (SLP);
- Parcheggi: 500 complessivi per tutto l'intervento;
- Progettazione: William McDonough and Partners.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Figura 6: Progetto nuovo edificio C

1.4.3 Edifici D ed E - Torri residenziali

- Numero piani: 19 e 26;
- Area destinata ad uso residenziale: 18220 m² (SLP);;
- Area destinata ad uso commerciale: 218 m² (SLP);
- Parcheggi: 500 complessivi per tutto l'intervento;
- Progettazione: Boeri Studio.

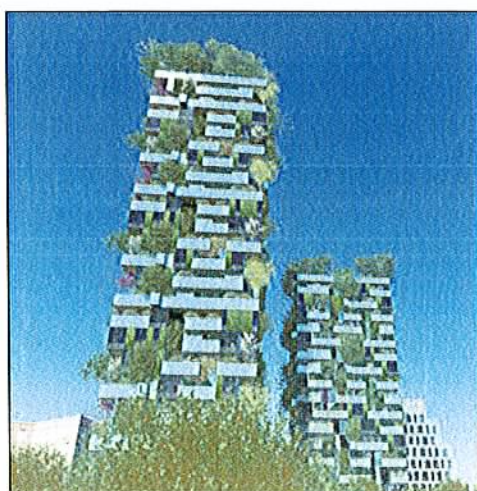


Figura 7: Progetto nuovi edifici torre D

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Figura 8: Progetto nuovi edifici torre E

1.4.4 Aree di studio

Come indicato dalla normativa vigente, è stata considerata una porzione di territorio che permette di produrre valutazioni sugli eventuali impatti cumulati, pari cioè alla sommatoria dei livelli di pressione esercitata sul ricettore “falda”.

Il criterio applicato per la perimetrazione dell’ambito di studio è quello di tipo “idrogeologico”; esso consiste cioè nel comprendere tutti quegli elementi presenti sul territorio che possono rappresentare impatti sia positivi che negativi sul ricettore “acquifero sotterraneo”. Per questo motivo è stata considerata nel presente studio non solo quella porzione di territorio direttamente interessata dai pozzi, ma anche quella porzione che comprende tutti quegli elementi antropici e naturali che, per motivi diversi, possono interagire con la stessa falda messa in produzione dai pozzi oggetto di valutazione.

Il settore preso in esame si estende pertanto a comprendere una vasta area del Comune di Milano e gli impianti a PdC già esistenti o autorizzati più vicini ai pozzi in oggetto, rappresentati dai pozzi delle aree “Porta Nuova Garibaldi”, “Porta Nuova Varesine” e del nuovo “Palazzo Regione Lombardia”, ubicati sempre entro il Comune di Milano ad una distanza inferiore al chilometro verso Sud-SudEst.

Come dettagliato nel Capitolo 5, i pozzi delle Centrali Acquedottistiche, distanti oltre un chilometro dall’area in esame, sono stati considerati solo a livello di inquadramento ambientale e non sono stati invece oggetto di valutazione modellistica in quanto non presentano una interferenza diretta con il sistema acquifero messo in produzione dai pozzi in oggetto.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

In **Tavola 2** è riportata l'ubicazione di dettaglio su Carta Tecnica Comunale dei pozzi oggetto di valutazione (scala 1:2000).

1.5 Criteri di giudizio utilizzati nella valutazione degli impatti ambientali

La valutazione qualitativa degli impatti sulle componenti ambientali elencate nella lista di controllo è stata espressa attraverso l'attribuzione dei seguenti possibili giudizi:

- Nullo
- Trascurabile/Scarso
- Modesto
- Medio
- Elevato
- Molto Elevato

Per ciascuna componente sono state analizzate le condizioni ante operam, gli impatti e i rischi d'impatto indotti dal previsto impianto a PdC mediante acqua di falda.

Sono state inoltre individuate le azioni di monitoraggio da effettuare ai fini di una verifica delle condizioni ambientali nel tempo.

Pertanto con la metodologia adottata per il presente Studio d'Impatto Ambientale, si è cercato di individuare gli obiettivi che, nel quadro complessivo delle variabili esistenti ed indotte dall'esercizio della derivazione, dovrebbero consentire la convergenza tra il processo esecutivo dell'intervento e le componenti ambientali coinvolte, proponendo, se necessari, quegli interventi di mitigazione atti a favorire e a completare tale auspicabile convergenza.

PARTE 2 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

2 PROGRAMMAZIONE A LIVELLO NAZIONALE

La Legge n. 448 del 23 dicembre 1998 (Finanziaria 1999) ha indicato le prime forme di incentivazione per la riduzione delle emissioni inquinanti, per l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili.

Il successivo Decreto Ministeriale n. 337 del 20 luglio 2000 "Regolamento recante criteri e modalità di utilizzazione delle risorse destinate per l'anno 1999 alle finalità di cui all'articolo 8, comma 10, lettera f), della legge 23 dicembre 1998, n. 448" all'articolo 1 prevede che:

" 1. Le risorse attribuite al Ministero dell'ambiente per il 1999 dall'articolo 2, comma 1, del decreto-legge 30 dicembre 1999, n. 500, sono destinate, per un importo complessivo di lire 290 miliardi, al finanziamento di azioni e programmi di riduzione delle emissioni di gas serra in attuazione del protocollo di Kyoto, elaborati sulla base degli indirizzi individuati nell'allegato A al presente decreto."

Una quota degli stanziamenti è destinata al finanziamento di programmi di rilevanza nazionale e una quota ai programmi delle regioni e delle province autonome.

L'Allegato 1 del D.M. 337/2000 individua infine gli "Indirizzi per le azioni e i programmi per la riduzione delle emissioni dei gas serra" che devono essere sostanzialmente correlati ai seguenti campi di intervento:

- 1) Riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti;
- 2) Produzione di energia da fonti rinnovabili;
- 3) Riduzione dei consumi energetici nei settori industriale/abitativo/terziario;
- 4) Riduzione delle emissioni nei settori non energetici;
- 5) Programma nazionale di ricerca per la riduzione delle emissioni;
- 6) Programmi di cooperazione internazionale nell'ambito dei "Meccanismi di Kyoto".

Nell'ambito di tali settori di intervento, all'art. 2 il D.M. n. 337 ha stabilito che:

"Entro trenta giorni dall'entrata in vigore del presente decreto, le regioni e province autonome propongono al Ministero dell'ambiente i programmi e le azioni di propria competenza,

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

individuando i soggetti pubblici responsabili della attuazione nonché le relative modalità di monitoraggio e controllo, per assicurare il completo e tempestivo utilizzo delle risorse assegnate".

Sulla base di tali indicazioni nazionali la Regione Lombardia con D.G.R. n. 7/2999 del 29 dicembre 2000 "Individuazione degli interventi per la riduzione delle emissioni di gas serra, da proporre al Ministro dell'Ambiente ai sensi dell'art. 2 , comma 1, del decreto ministeriale n. 337 del 20 luglio 2000" ha approvato il "Programma per la riduzione delle emissioni di gas serra ai sensi dell'art. 2, comma 1, del Decreto del Ministero dell'Ambiente 337 del 20 luglio 2000".

L'intervento in oggetto risulta corrispondente agli obiettivi di programmazione nazionale ai fini della riduzione dei consumi energetici e delle emissioni di gas a effetto serra.

3 PROGRAMMAZIONE A LIVELLO REGIONALE

3.1 Piano del Paesaggio Lombardo

Il Piano Territoriale Paesistico Regionale è stato approvato con D.C.R. n. 197 del 6 marzo 2001 e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 32 del 06.08.2001.

La Regione Lombardia, con la L.R. 18/97, ha conferito agli Enti Locali le funzioni di tutela paesistico ambientale previste dalla L. 1497/39; pertanto il Piano contiene criteri ed indirizzi atti a disciplinare in maniera omogenea sul territorio regionale la tutela paesistico ambientale.

Gli elaborati che costituiscono il Piano sono:

- 1) relazione generale;
- 2) quadro di riferimento paesistico regionale contenente la cartografia di piano e l'abaco contenente le informazioni paesistico-ambientali di ciascun comune lombardo;
- 3) contenuti dispositivi e di indirizzo contenente gli indirizzi di tutela e i pini di sistema.

La cartografia di Piano è costituita da n. 5 elaborati grafici:

- Tavola A "Ambiti geografici ed unità tipologiche di paesaggio";
- Tavola B "Elementi identificativi e percorsi panoramici";
- Tavola C "Istituzioni per la tutela della natura";
- Tavola D "Quadro di riferimento degli indirizzi di tutela e operatività immediata";
- Tavola E "Viabilità di rilevanza paesistica".

La podestà normativa del Piano è estesa all'intero territorio regionale, operando come disciplina del territorio laddove e fino a quando non intervengano atti a specifica valenza paesistica di maggior dettaglio.

Il territorio regionale è stato diviso in unità tipologiche di paesaggio, cioè aree territoriali nelle quali si riconosce una costante di contenuti e di forme e una loro congruenza paesistica, come risultato di implicazioni insieme naturali e antropiche inscindibilmente connesse; queste unità sono a loro volta divise in sottotipologie.

Nel Piano, oltre ad essere individuati ed elencati i sistemi di aree ed i beni soggetti a tutela (in base alle L. 1497/39 e 431/85, unificate con il D.Lgs. 490/99 e successivo D.Lgs. 42/04), vengono definiti gli obiettivi da perseguire per la tutela e la trasformazione del territorio e dell'ambiente e dettati indirizzi generali, anche con riferimento a specifici ambiti territoriali.

Vengono inoltre dati criteri metodologici per la valutazione paesistica dei progetti, con l'individuazione degli elementi costitutivi del paesaggio da prendere in considerazione.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Il PTPR classifica le aree interessate dall'intervento come appartenenti ai "paesaggi urbanizzati" all'interno della fascia della bassa pianura.

L'area di studio si trova in area urbana dei paesaggi urbanizzati posta nella unità tipologica della fascia della bassa pianura.

La trasformazione urbanistica dell'area non intercetta e modifica assi viari di rilevanza paesistica.

Nell'intorno dell'area di intervento non sono presenti parchi nazionali/regionali, S.I.C., ecc.

Visti:

- l'ubicazione dell'intervento in progetto in area urbana consolidata, all'interno di un'area dismessa e in degrado da alcuni anni;
- l'installazione nel sottosuolo e al chiuso dell'impianto di estrazione, utilizzo e reimmissione dell'acqua di falda, oggetto del presente Studio, che pertanto non risultano visibili all'esterno;
- l'approvazione del PII con provvedimento n. 65 del 17 ottobre 2005, in atti comunali P.G. 1019746.000, assunto dal Commissario ad Acta - nominato dal TAR con sentenza n. 455/2005 - approvato con deliberazione del Consiglio Comunale in data 12 aprile 2006, n. 56/06, pubblicata sul B.U.R.L. in data 12.7.2006, n. 28 (con i conseguenti effetti di variazione urbanistica).

si ritiene che non ci siano interferenze tra il progetto e la tutela paesaggistica.

3.2 Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I)

Il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico adottato dall'Autorità di Bacino del fiume Po con la Delibera n. 1 del 11.05.99, è stato redatto ai sensi dell'art. 17 della L. 183/89, ai fini di perseguire l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico.

Il P.A.I. assume i caratteri e i contenuti del Piano Stralcio delle fasce Fluviali del bacino del Po, adottato con Deliberazione 26/97 (e s.m.i) dell'Autorità di Bacino e approvato con D.P.C.M. del 24 luglio 1998.

L'alveo fluviale e la parte di territorio limitrofo, costituente nel complesso la regione fluviale, sono oggetto della seguente articolazione in fasce:

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata.
- Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

La delimitazione delle fasce, in particolare A e B, sottende l'assunzione di uno specifico progetto per l'assetto di un corso d'acqua, comprendente l'individuazione delle caratteristiche e della localizzazione delle nuove opere idrauliche per il contenimento dei livelli idrici di piena e per la regimazione dell'alveo.

Tra i territori interessati dalle fasce A, B e C non risulta inserita l'area oggetto dello studio (cfr Tavola 3).

Il corso d'acqua più prossimo è il canale Martesana che scorre sotto via Melchiorre Gioia in alveo artificiale tombinato la cui portata viene regolata dall'Ente Gestore.

3.3 Programma di tutela ed uso delle acque

Con l'emanazione del D.Lgs. 152/99 sono stati introdotti nuovi criteri di pianificazione e di gestione della risorsa idrica, sia per quanto riguarda i "Piani in materia di tutela delle acque dall'inquinamento" previsti dalla L. 319/76, sia per quanto riguarda le "Disposizioni in materia di risorse idriche" previste dalla L. 36/94.

La prima norma regionale che richiama la predisposizione del Piano Regionale di Risanamento Acque (P.R.R.A.) è la L.R. 32/80 in applicazione della L. 319/76 (Piani di Tutela delle Acque), modificata poi nel 1984.

Il P.R.R.A. elaborato dalla Regione Lombardia non risulta ancora pubblicato (D.G.R. 25018/97).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Il Piano è organizzato in 3 settori funzionali (pubblici servizi di collettamento e depurazione, pubblici servizi di acquedotto, pubblici servizi di fognatura). La redazione delle proposte di Piano è stata affidata alle Province, ma allo scopo di conferire alle attività di pianificazione caratteristiche di omogeneità, la Regione, unitamente alle Province, ha elaborato criteri di riferimento per offrire soluzioni stabili ai problemi della collettività.

Nel documento sono identificati per ogni Provincia gli interventi previsti per una razionale gestione della risorsa e i programmi temporali degli interventi previsti per ogni singolo comune. Tali interventi riguardano la tutela della risorsa idrica per l'uso idropotabile e la tutela dei recettori finali degli scarichi provenienti da depuratori civili, attuati mediante progetti di adeguamento delle reti di acquedotti, degli impianti di depurazione e delle reti fognarie.

Per realizzare la riforma introdotta dalla L. n. 36/94 (Legge Galli) e raggiungerne gli obiettivi, la Regione Lombardia (L.R.21/98) ha suddiviso il territorio regionale in 12 Ambiti Territoriali Ottimali e con il R.R. n. 5 del 16 luglio 2001 ha definito le norme per il funzionamento della Conferenza dell'Ambito Territoriale.

Ad oggi risulta invece approvato il Programma di tutela e uso delle acque (P.T.U.A.) dalla Giunta regionale con Deliberazione n. VIII/2244 del 29.03.2006.

Il Programma è costituito dai seguenti elaborati:

- Relazione generale con relativi Allegati Tecnici;
- Relazione di sintesi;
- Norme Tecniche di Attuazione (NTA) e relative Appendici.

Gli elaborati grafici inclusi nel Programma sono:

- Corpi idrici superficiali significativi e aree idrografiche di riferimento;
- Classificazione dei corpi idrici superficiali significativi;
- Corpi idrici sotterranei significativi e bacini idrogeologici di pianura;
- Classificazione dei corpi idrici sotterranei significativi;
- Sezioni di calcolo dei corsi d'acqua significativi con relativi valori di portata naturale e antropizzata;
- Piogge medie annue del territorio regionale;
- Individuazione delle aree sensibili ai sensi della Direttiva 91/271/CEE e relativi bacini drenanti;
- Individuazione delle zone vulnerabili ai sensi della Direttiva 91/676/CEE;
- Aree di riserva e di ricarica e captazioni ad uso potabile;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Applicazione dei fattori correttivi del DMV;
- Riqualificazione ambientale dei principali corsi d'acqua.

L'area idrografica di riferimento è quella del Lambro, il Canale Martesana che ha origine dal Fiume Adda appartiene inizialmente all'area dell'Adda sub-lacuale (**Figura 9**).

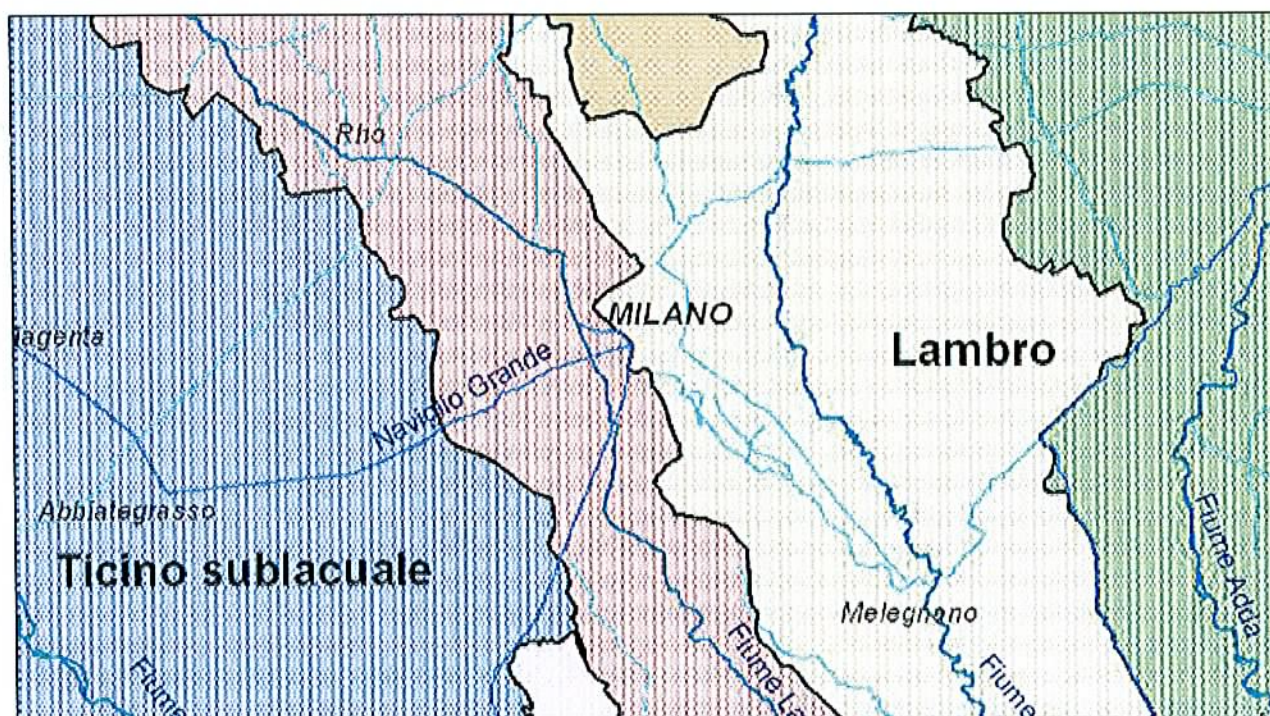


Figura 9: Estratto Tavola 1 del PTUA

Tra i corpi idrici superficiali classificati come significativi dal PTUA non sono inseriti il Canale Martesana, il Torrente Seveso e il Cavo Redefossi più prossimi all'area.

La Tavola 3 individua i corpi idrici sotterranei significativi e i bacini idrogeologici di pianura; per l'area oggetto del presente studio il bacino è quello del Ticino-Adda - settore n. 17 in cui la base dell'acquifero superficiale si attesta sui 90 ÷ 100 m di profondità e la separazione tra la falda freatica e quella immediatamente sottostante non sempre è netta.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

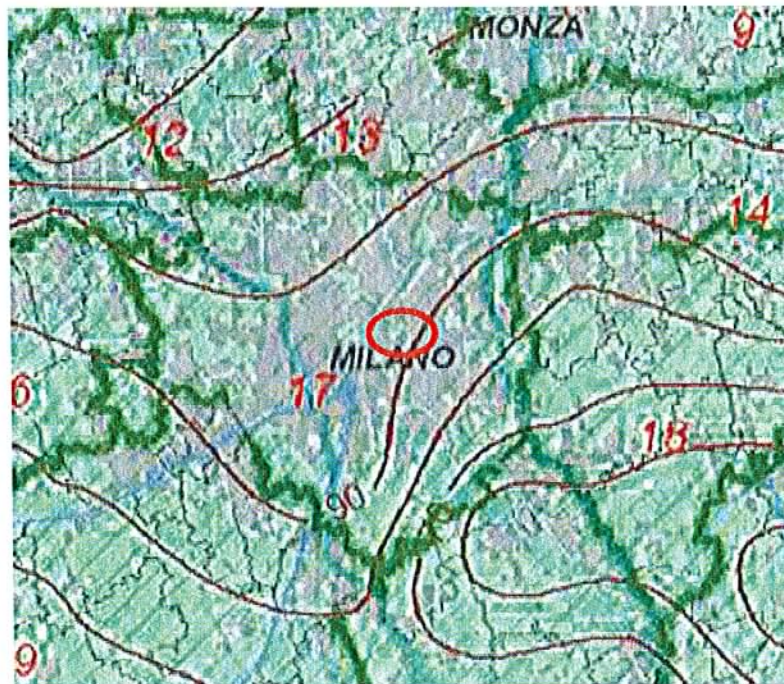


Figura 10: Estratto Tavola 3 del PTUA

I corpi idrici sotterranei presenti nel sottosuolo di Milano sono classificati in classe C visto il significativo impatto antropico cui sono soggette.

Tra gli allegati tecnici della Relazione Generale di particolare importanza risulta l'Allegato 3 "Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei di pianura".

La pianura milanese è compresa nel Bacino n. 3 Adda-Ticino, delimitato dal Fiume Ticino, dal Fiume Po e dal Fiume Adda rispettivamente a ovest, sud ed est.

Il Bacino 3 è stato a sua volta suddiviso in 24 settori e il settore n. 17 è quello costituito dal Comune di Milano.

Per ogni settore è stato calcolato il parametro che più degli altri appare decisivo nel determinare il bilancio idrico: il rapporto fra prelievi e ricarica.

Complessivamente per il sottobacino Adda-Ticino è stato calcolato un prelievo idrico da pozzo di $26.57 \text{ m}^3/\text{s}$ e una ricarica pari a $50.51 \text{ m}^3/\text{s}$ con un innalzamento generale della falda.

Nella figura seguente viene evidenziato il confronto tra il livello piezometrico di riferimento (1994) e la piezometria misurata nel 2003 da cui si può vedere la tendenza all'innalzamento della falda in tutto il Settore 17 con particolare riferimento alla parte nord dove è situato l'intervento in oggetto.

Con riferimento agli ultimi 2-3 anni tale processo di innalzamento della falda sembrerebbe essere cessato anche a causa delle modeste precipitazioni verificatesi dal 2004 al 2007; tale

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

fenomeno, unitamente al fatto che nell'area sono già presenti numerosi impianti a Pompe di Calore, ha spinto nella scelta di reiniettare l'acqua emunta ed utilizzata dall'impianto tecnologico.

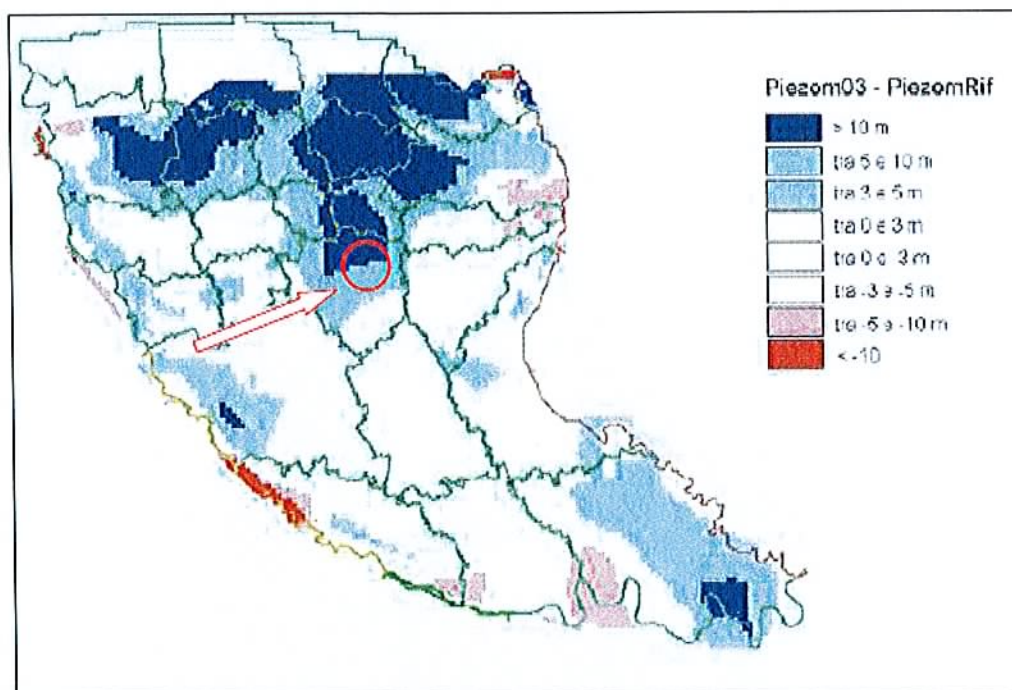


Figura 11: Confronto tra livello piezometrico di riferimento e piezometria misurata nel 2003

3.4 Piano Regionale di Qualità dell'aria

A seguito degli impegni sottoscritti dall'Italia per la riduzione delle emissioni di gas serra, la Regione Lombardia, con D.G.R. n. 35196 del 20.03.1998, ha tra i progetti strategici della Giunta Regionale quello della qualità dell'aria.

L'obiettivo perseguito è stato quello di realizzare uno strumento aggiornato che consenta di:

- rilevare, in ogni momento, lo stato di qualità dell'aria e confrontarlo con i valori limite prestabiliti per gli inquinanti in atmosfera che, in base alle conoscenze disponibili, possono arrecare danni alle persone e all'ambiente;
- stimare l'evoluzione dello stato di qualità dell'aria, sia nel breve che nel medio e lungo periodo, secondo le necessità;
- supportare la Regione nell'individuazione di futuri provvedimenti da adottare al fine di mantenere lo stato di qualità dell'aria nei limiti prestabiliti, prevedendo eventuali situazioni che possano arrecare danno alla salute delle persone e all'ambiente;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- verificare l'efficacia dei provvedimenti adottati intervenendo, se necessario, con ulteriori azioni.

A grandi linee il Piano consiste in una:

1. Ricognizione e organizzazione a sistema di tutte le informazioni utili per rappresentare lo stato e le tendenze della pressione ambientale generata dalle emissioni in atmosfera da attività antropiche a livello regionale.
2. Ricognizione degli strumenti (politiche di regolazione/autorizzazione, monitoraggio, incentivazione) utilizzati o utilizzabili per controllare queste pressioni.
3. Previsione della evoluzione della pressione sull'ambiente, agli orizzonti temporali del 2005 e del 2010, in funzione di mutamenti strutturali dei principali settori responsabili dell'inquinamento atmosferico: trasporti, energia, riscaldamento domestico, impianti di termodistruzione dei rifiuti.
4. Individuazione di aree con caratteristiche omogenee dal punto di vista della pressione ambientale e valutazione della criticità di questa pressione ai fini della assegnazione di priorità dei vari interventi.
5. Sviluppo di strumenti e metodi per migliorare la capacità di previsione e controllo.

La D.G.R. n. 6501 del 19.10.2001 "Zonizzazione del territorio regionale per il conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria, ambiente, ottimizzazione e razionalizzazione della rete di monitoraggio, relativamente al controllo dell'inquinamento da PM_{10} , fissazione dei limiti di emissione degli impianti di produzione energia e piano d'azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico _ Revoca delle dd.g.r. 11 gennaio 1991, n. 4780, 9 novembre 1993, n. 43079, 5 novembre 1991, n. 14606 e 21 febbraio 1995, n. 64263 e sostituzione dell'allegato alla d.g.r. 11 ottobre 2000, n. 1529" suddivide il territorio della Regione Lombardia in 4 aree sulla base delle caratteristiche di qualità dell'aria:

- zone critiche;
- zone di risanamento tipo A;
- zone di risanamento tipo B;
- zone di mantenimento.

Il Comune di Milano è classificato in zona critica, come anche i limitrofi Comuni che fanno parte della zona critica unica di Milano-Como-Sempione comprendente un totale di 89 comuni.

Nella figura seguente, tratta dal sito internet della Regione Lombardia, è riportata la suddivisione del territorio regionale secondo la D.G.R. 6501/01.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

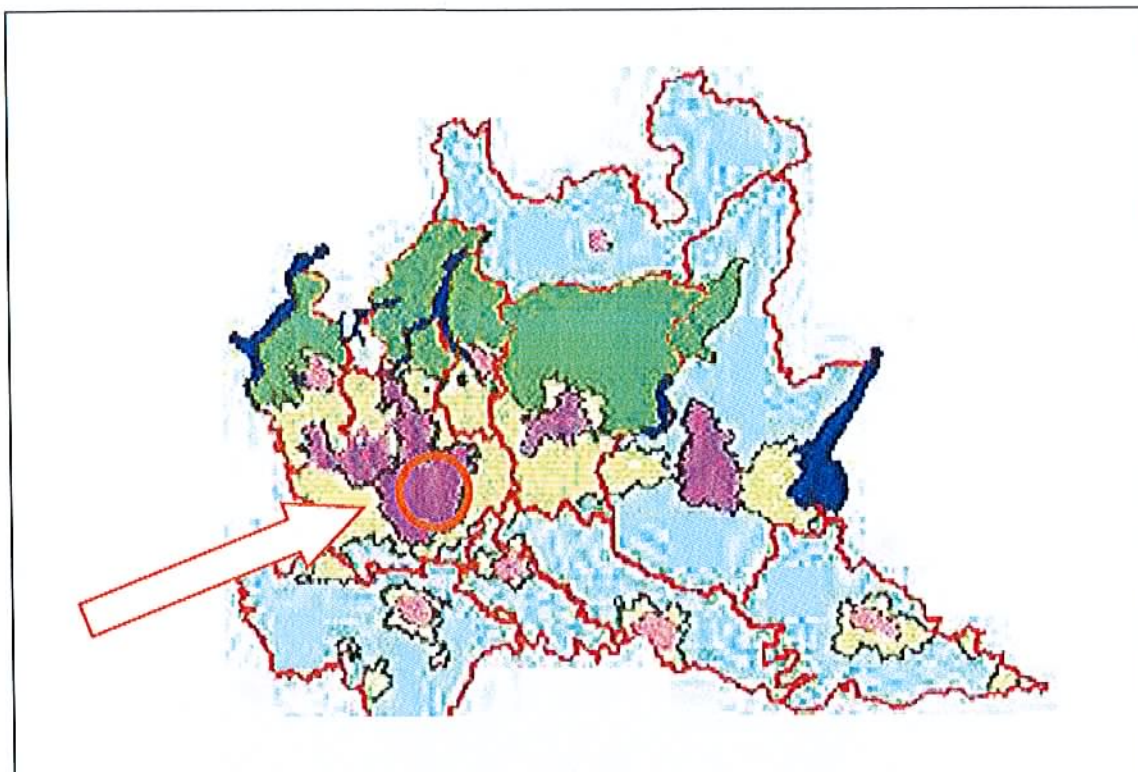


Figura 12: Inquadramento area oggetto di studio

Con delibera n° 5290 del 2 Agosto 2007 la Regione Lombardia ha disposto la nuova zonizzazione del territorio regionale per l'attuazione delle misure finalizzate al conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria.

Zona A

Area caratterizzata da:

- concentrazioni più elevate di PM10, in particolare di origine primaria, rilevate dalla Rete Regionale di Qualità dell'Aria e confermate dalle simulazioni modellistiche;
- più elevata densità di emissioni di PM10 primario, NOX e COV;
- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione);
- alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico e costituita da:
 - Zona A1 - agglomerati urbani: area a maggiore densità abitativa e con maggiore disponibilità di trasporto pubblico locale organizzato (TPL);

- Zona A2 - zona urbanizzata: area a minore densità abitativa ed emissiva rispetto alla zona A1.

Zona B - zona di pianura

Area caratterizzata da:

- concentrazioni elevate di PM10, con maggiore componente secondaria;
- alta densità di emissione di PM10 e NOX , sebbene inferiore a quella della Zona A;
- alta densità di emissione di NH3 (di origine agricola e da allevamento);
- situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità concentrazioni di PM10 in generale più limitate, rilevate dalla Rete Regionale di Qualità dell'Aria e confermate dalle simulazioni modellistiche;
- minore densità di emissioni di PM10 primario, NOx, COV antropico e NH3;
- importanti emissioni di COV biogeniche;
- orografia montana;
- situazione meteorologica più favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- bassa densità abitativa e costituita da:
 - atmosferica, caratterizzata da alta pressione);
 - densità abitativa intermedia, con elevata presenza di attività agricole e di allevamento.

Zona C

Area caratterizzata da:

- Zona C1- zona prealpina e appenninica: fascia prealpina ed appenninica dell'Oltrepo Pavese, più esposta al trasporto di inquinanti provenienti dalla pianura, in particolare dei precursori dell'ozono;
- Zona C2 - zona alpina: fascia alpina.

L'area in esame appartiene alla sottozona A1 (Figura 13).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

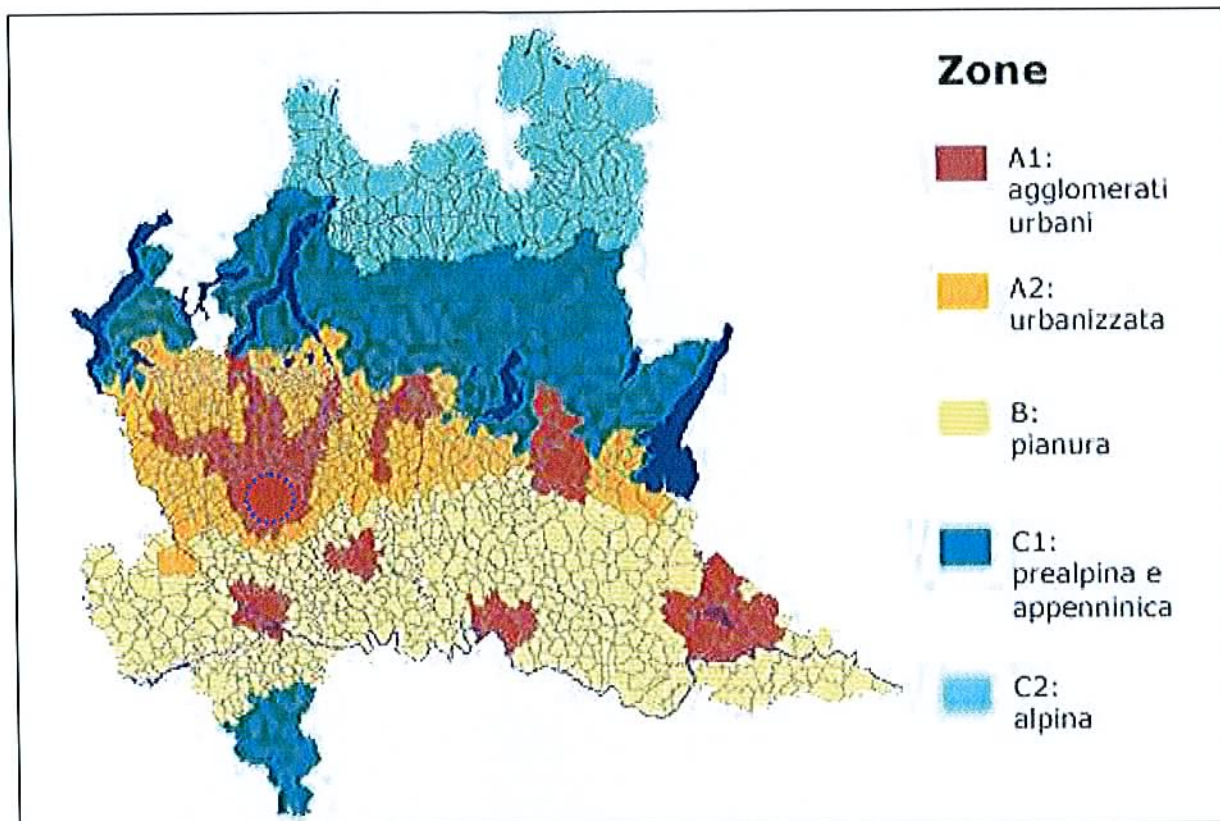


Figura 13: Nuova zonizzazione Piano regionale qualità dell'aria

Con la D.G.R. n. 580 del 4 agosto 2005 la Giunta ha preso atto della comunicazione del Presidente Formigoni di concerto con gli Assessori Zambetti e Bernardo avente ad oggetto "Misure Strutturali per la Qualità dell'Aria in Regione Lombardia".

Tale documento, allineato alle finalità della vigente normativa regionale e nazionale per la tutela dall'inquinamento atmosferico, traccia il quadro delle azioni da intraprendere, a partire dalla responsabilità condivisa da Enti e da soggetti sia pubblici che privati, di salvaguardare l'ambiente e la salute dei cittadini.

Il documento si pone i seguenti obiettivi:

1. agire in forma integrata sulle diverse sorgenti dell'inquinamento atmosferico;
2. individuare obiettivi di riduzione ed azioni da compiere;
3. ordinare in una sequenza di priorità, in base al rapporto costo/efficacia, le azioni da compiere.

Le misure proposte per il breve e medio periodo riguardano:

- emissioni da traffico veicolare;
- emissioni da sorgenti stazionarie ed "off road";

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- risparmio energetico e uso razionale dell'energia (edilizia civile ed industriale, attività e cicli produttivi);
- settori dell'agricoltura e dell'allevamento.

In particolare il paragrafo 4.4.3 "Fonti rinnovabili e teleriscaldamento" viene sottolineato che "... il sottosuolo lombardo offre straordinarie potenzialità nell'uso delle pompe di calore, anche grazie al ritorno della falda freatica ai suoi livelli naturali prossimi al piano campagna in gran parte dell'area milanese".

Pertanto l'utilizzo del sistema di condizionamento in progetto risponde pienamente alle esigenze di riduzione delle emissioni in atmosfera, sia a livello della città di Milano (emissioni zero), sia a scala più estesa in quanto le emissioni di CO₂, dovute alla produzione di energia elettrica, presso centrali termoelettriche convenzionali, sono del 38 ÷ 53% in meno rispetto all'utilizzo del sistema di condizionamento tradizionale (caldaie a metano e gruppi frigoriferi elettrici).

3.5 Programma Energetico Regionale

Con D.G.R. n. 12467 del 21.03.2003 è stato approvato il Programma Energetico Regionale comprendente la descrizione del sistema energetico della Lombardia e gli obiettivi e gli strumenti per l'azione regionale.

La Delibera non risulta, ad oggi, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

La Regione Lombardia manifesta un consumo di energia al di sopra della media italiana. Nel 1999 il consumo interno lordo per abitante è stato pari a 3.84 tonnellate equivalenti di petrolio (tep) per abitante contro circa i 3 tep/abitante della media italiana, vicino ai 3.8 tep/abitante della media europea.

Tale quadro dipende sia dai consistenti consumi industriali che dal clima continentale lombardo, caratterizzato da inverni freddi ed estati calde ed umide, che comportano consumi elevati per riscaldamento e sempre maggiore richiesta energetica per il raffrescamento.

Dal bilancio energetico del 2000, elaborato a partire dai dati Enea del 1999, risulta che, a fronte di un consumo interno lordo pari a 37868 ktep di energia primaria, i consumi finali ammontano a 26224 ktep, di cui 629 ktep sono utilizzati per usi non energetici e 855 ktep rappresentano i bunkeraggi internazionali.

Il trend di evoluzione delle fonti energetiche nel decennio 1988 ÷ 2000 indica un ridimensionamento dei prodotti petroliferi passati dal 50% del 1988 al 40% del 2000 e ad un aumento del gas naturale passato dal 31% al 38%. I combustibili solidi rimangono marginali ma

comunque in diminuzione (dal 1.3% all'1%) mentre l'energia elettrica è aumentata dal 17 % al 20%.

I consumi nel settore civile sono aumentati del 13%, nell'industria dell'11% e nei trasporti ben del 39%. I consumi nell'agricoltura, che rappresentano una quota minima dei consumi totali, sono aumentati del 35%.

Globalmente nel periodo 1988-2000 l'incremento dei consumi finali è stato del 19%.

Considerando che l'energia elettrica erogabile all'utenza finale, al netto delle perdite, degli autoconsumi, dei servizi ausiliari alla produzione e dei pompaggi corrisponde a 32752 GWh ed il fabbisogno finale di energia elettrica di 62297 GWh, la Lombardia nel 2000 è stata deficitaria del 38% di energia elettrica (del 35% circa, invece, nel 2001).

Gli obiettivi strategici da perseguire sono:

- ridurre il costo dell'energia per contenere i costi per le famiglie e per migliorare la competitività del sistema delle imprese;
- ridurre le emissioni climalteranti ed inquinanti, nel rispetto delle peculiarità dell'ambiente e del territorio;
- promuovere la crescita competitiva dell'industria delle nuove tecnologie energetiche;
- prestare attenzione agli aspetti sociali e di tutela della salute dei cittadini collegati alle politiche energetiche, quali gli aspetti occupazionali, la tutela dei consumatori più deboli ed il miglioramento dell'informazione, in particolare sulla sostenibilità degli insediamenti e sulle compensazioni ambientali previste.

Per raggiungere gli obiettivi strategici così formulati occorre agire in modo coordinato su diverse linee di intervento:

- ridurre la dipendenza energetica della Regione, incrementando la produzione di energia elettrica e di calore con la costruzione di nuovi impianti ad alta efficienza;
- ristrutturare gli impianti esistenti elevandone l'efficienza ai nuovi standard consentiti dalle migliori tecnologie;
- migliorare e diversificare le interconnessioni con le reti energetiche nazionali ed internazionali in modo da garantire certezza di approvvigionamenti;
- promuovere l'aumento della produzione energetica a livello regionale tenendo conto della salvaguardia della salute della cittadinanza;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- riorganizzare il sistema energetico lombardo nel rispetto delle caratteristiche ambientali e territoriali e coerentemente con un quadro programmatico complessivo;
- ridurre i consumi specifici di energia migliorando l'efficienza energetica e promuovendo interventi per l'uso razionale dell'energia;
- promuovere l'impiego e la diffusione capillare sul territorio delle fonti energetiche rinnovabili, potenziando al tempo stesso l'industria legata alle fonti rinnovabili stesse;
- promuovere lo sviluppo del sistema energetico lombardo in congruità con gli strumenti urbanistici.

L'utilizzo del sistema di condizionamento in progetto risponde pienamente alle indicazioni del PER avendo un utilizzo di energia primaria inferiore del 53 ÷ 55% rispetto all'utilizzo di un condizionamento tradizionale.

3.6 Programma per la riduzione delle emissioni di gas serra

Sulla base delle indicazioni nazionali la Regione Lombardia con D.G.R. n. 7/2999 del 29 dicembre 2000 "Individuazione degli interventi per la riduzione delle emissioni di gas serra, da proporre al Ministro dell'Ambiente ai sensi dell'art. 2, comma 1, del decreto ministeriale n. 337 del 20 luglio 2000" ha approvato il "Programma per la riduzione delle emissioni di gas serra ai sensi dell'art. 2, comma 1, del Decreto del Ministero dell'Ambiente 337 del 20 luglio 2000".

Il programma regionale per la riduzione delle emissioni dei gas serra si articola secondo i seguenti indirizzi, in accordo all'allegato 1 al Decreto 337 del 20 luglio 2000:

- 1) Riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti;
- 2) Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili;
- 3) Riduzione dei consumi energetici nei settori industriale/abitativo/terziario;
- 4) Riduzione delle emissioni nei settori non energetici.

Con D.G.R. n. 7/15703 del 18 dicembre 2003 "Modifica e integrazione del programma per la riduzione delle emissioni di gas serra, di cui alla deliberazione della Giunta regionale n. 2999 del 29 dicembre 2000, predisposto ai sensi dell'art. 2, comma 1, del decreto del Ministero dell'Ambiente del 20 luglio 2000, n. 337, attraverso l'introduzione di interventi destinati alla produzione di energia da fonti non fossili e all'uso razionale della stessa. Approvazione del bando "Incentivi per l'uso razionale dell'energia e per la sua produzione da fonti rinnovabili", sono stati approvati gli incentivi da stanziare per perseguire gli obiettivi per la riduzione delle emissioni di gas serra.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Le modifiche introdotte dalla D.G.R. n. 7/15703 prevedono l'integrazione del programma approvato con la D.G.R. n. 2999 del 29 dicembre 2000 attraverso l'introduzione "tra gli interventi da sussidiare di cui al Punto 3 "Riduzione dei consumi energetici nei settori industriale, terziario e abitativo ", di impianti a pompe di calore e di sfruttamento della energia geotermica per il riscaldamento degli edifici."

In particolare "Le iniziative che si intendono incentivare con il presente bando riguardano:

- 1) realizzazione di impianti destinati al riscaldamento ed ai consumi termici in generale, degli edifici attraverso l'uso di pompe di calore, alimentate con acqua prelevata da corpi idrici superficiali, dalle falde idriche sotterranee o da scarichi idrici, ovvero interventi finalizzati allo sfruttamento dell'energia geotermica....".

Pertanto l'intervento in oggetto si accorda perfettamente con le linee guida regionali per la riduzione delle emissioni a effetto serra.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

4 PROGRAMMAZIONE A LIVELLO LOCALE

4.1 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Il PTCP della Provincia di Milano è stato approvato con Deliberazione del Consiglio provinciale n. 55 del 14.10.2003 ed è stato pubblicato sul B.U.R.L. il 05.11.2003.

Il Piano della Provincia di Milano assume come obiettivi generali la sostenibilità ambientale dello sviluppo e la valorizzazione dei caratteri paesistici locali e delle risorse territoriali, ambientali, sociali ed economiche.

La recente legge lombarda per il governo del territorio (L.R.11/3/05 n. 12) ha riformato radicalmente la disciplina urbanistica regionale, ridefinendo la natura e i contenuti dei vari strumenti di pianificazione e i rapporti tra piani di differente livello.

Il PTCP della Provincia di Milano è stato elaborato e approvato ai sensi della L.R.1/2000, rispetto alla quale la nuova legge introduce rilevanti modifiche, soprattutto per quanto riguarda i contenuti del PTCP stesso ed il loro grado di cogenza, distinguendo tra parte di carattere programmatico e previsioni con efficacia prescrittiva e prevalente sulla pianificazione comunale.

La Giunta Provinciale ha attivato il procedimento di adeguamento.

Il documento ad oggi approvato è suddiviso in Relazione, Norme di Attuazione, Allegati ed Elaborati Cartografici.

La Relazione rappresenta il documento in cui vengono illustrati gli aspetti metodologici e progettuali del Piano e del suo percorso di predisposizione.

Vengono definiti gli obiettivi fondamentali del PTCP:

- 1) l'ecosostenibilità ossia l'assunzione di criteri di sviluppo sostenibile nella definizione di tutte le politiche di programmazione, con particolare attenzione all'attivazione di alcune categorie specifiche di azione relative alla riduzione della pressione da inquinamento, al miglioramento della raccolta differenziata e del riciclaggio dei rifiuti, allo sviluppo della mobilità secondo criteri di minimizzazione degli impatti, alla promozione del risparmio energetico e dell'utilizzo di tecnologie innovative ecocompatibili, alla reintroduzione di elementi naturalistici mediante la costruzione di una rete ecologica provinciale;
- 2) la valorizzazione paesistica che assume valore primario e carattere di assoluta trasversalità nei diversi settori di intervento economico e di pianificazione spaziale, con l'obiettivo di definire strategie settoriali e territoriali capaci di promuovere uno sviluppo realmente sostenibile assumendo il paesaggio quale espressione della qualità

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

delle componenti che costituiscono il territorio e delle loro relazioni come base di valutazione su cui misurare la qualità dello sviluppo insediativo ed economico;

- 3) lo sviluppo economico basato sulla creazione delle infrastrutture e delle condizioni territoriali adatte a favorire una crescita equilibrata oltre che su iniziative di marketing territoriale che possano valorizzare l'attrattività e la competitività del territorio della Provincia di Milano nel contesto delle grandi aree urbane europee e mondiali.

Le tavole cartografiche che costituiscono il piano sono sette:

- Tavola 1 - Sistema insediativo-infrastrutturale (scala 1:80.000) che individua i "Centri di rilevanza sovracomunale", le "Aree e interventi di rilevanza sovracomunale", lo schema generale delle reti infrastrutturali e i collegamenti strategici;
- Tavola 2 - Difesa del suolo (scala 1:25.000): individua le tematiche di assetto idrogeologico e dello sfruttamento del suolo (aree dismesse, aree di bonifica, discariche, cave, ecc.);
- Tavola 3 - Sistema paesistico-ambientale (scala 1: 25.000): individua gli ambiti di valenza paesistica o naturalistica, i parchi urbani, le aree per la fruizione, i parchi culturali, i centri storici e gli insediamenti di antica formazione, i parchi regionali, le riserve naturali, i siti di importanza comunitaria, i parchi locali di interesse sovracomunale, le aree a vincolo ed a rischio archeologico;
- Tavola 4 - Rete ecologica (scala 1:100.000): descrive il progetto di rete ecologica articolata nei diversi elementi strutturali che la compongono e individua le zone che presentano caratteri di degrado e di frammentazione, le aree agricole esterne agli ambiti urbani;
- Tavola 5 - Sistema dei vincoli paesistici e ambientali (scala 1: 60.000): individua le aree e gli elementi oggetto di tutela ai sensi delle vigenti disposizioni di legge in materia paesistico-ambientale;
- Tavola 5 bis - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (scala 1:10.000): contiene le indicazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- Tavola 6 - Unità paesistico-territoriali (scala 1:100.000): fornisce un'interpretazione del paesaggio secondo ambiti unitari e significativi in base a criteri fisiografici, geomorfologici e pedoagronomici.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

L'area oggetto di intervento fa parte delle zone urbanizzate del Comune di Milano.

Le linee guida del PTCP hanno indicato come uno degli obiettivi da raggiungere la promozione dello sviluppo di un sistema policentrico che valorizzi la complessità e dinamicità dell'area milanese e corredi le logiche insediative alla struttura della mobilità, limitandone le ricadute sull'ambiente.

Nella Tavola 1 Sistema insediativo-infrastrutturale (scala 1:80.000), che individua le "Aree e interventi di rilevanza sovracomunale", l'area oggetto del presente studio è ubicata a Nord della zona individuata con il numero 24 "Funzioni istituzionali e Centro per la moda e design Milano (Garibaldi-Repubblica), Figura 14.

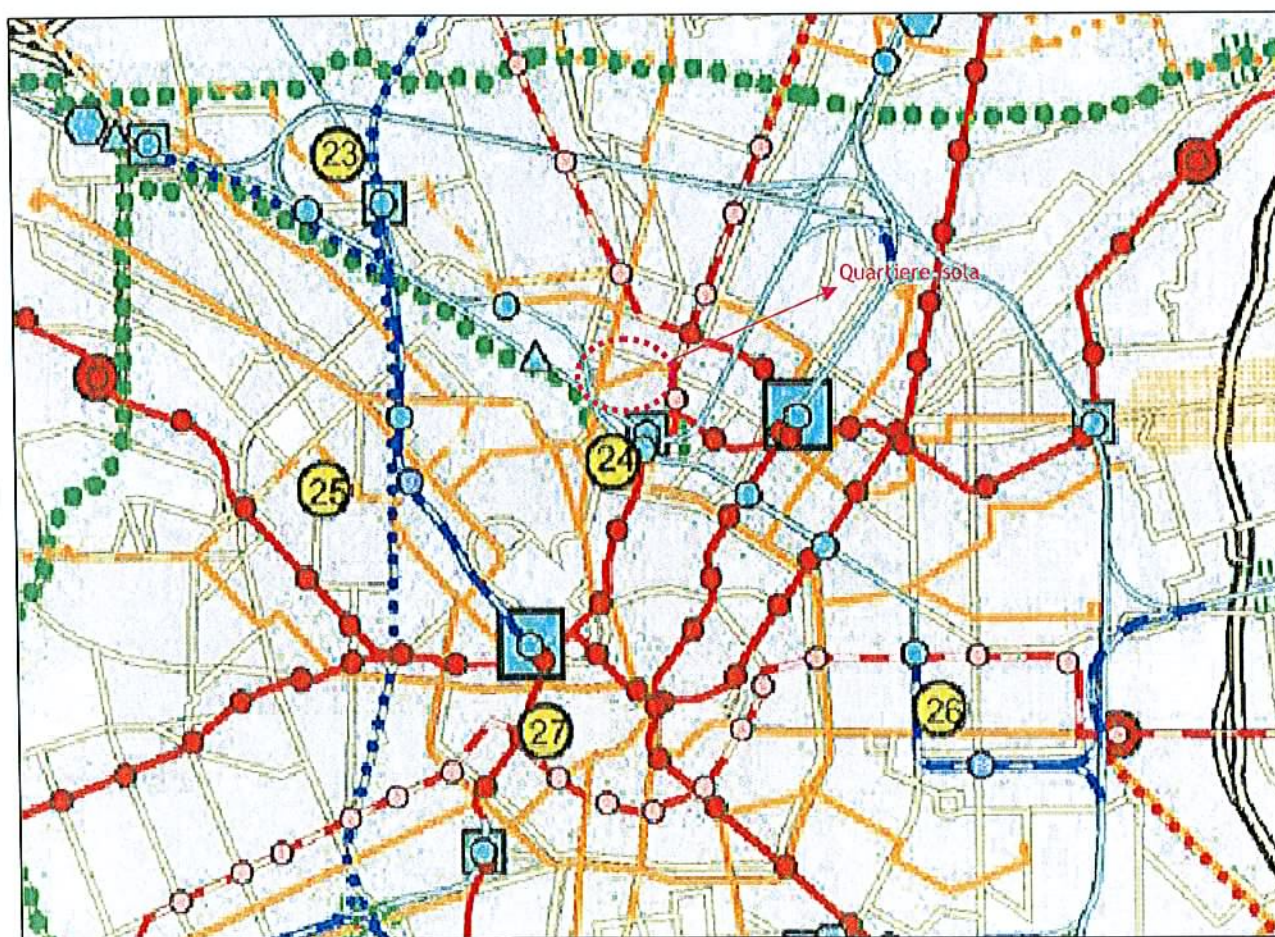


Figura 14: Tavola 1 PTCP - Ubicazione area Gar-Rep e quartiere Isola oggetto di intervento

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

I mappali interessati, in base al programma Integrato di Intervento (P.I.I.) in variante al P.R.G. vigente relativo alle aree Isola de Castiglia ed adiacenze e Via Confalonieri, risultano compresi in un ambito denominato “P.I.I. Isola de Castiglia” come visibile dalla **Figura 15** qui di seguito.



Le Zone omogenee B2 sono 147 aree cittadine, di cui 17 nel centro storico, caratterizzate storicamente da funzioni residenziali e artigianali, con una significativa presenza di ceti popolari. La loro superficie è di oltre 10 milioni di metri quadrati, pari circa il 6 per cento dell'intero territorio comunale.

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

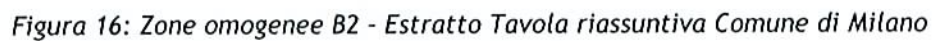


Figura 16: Zone omogenee B2 - Estratto Tavola riassuntiva Comune di Milano

PARTE 3 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

5 DESCRIZIONE IMPIANTO IN PROGETTO

Oggetto del presente capitolo è la descrizione dei sistemi di emungimento e di resa dell'acqua di falda prelevata dal 1° acquifero e utilizzata per il condizionamento (riscaldamento invernale e raffrescamento estivo) degli edifici in progetto sul quartiere Isola.

L'acqua è utilizzata in appositi macchinari (frigoriferi polivalenti) che in estate funzionano come refrigeratori e in inverno come pompe di calore permettendo così il condizionamento dei fabbricati asserviti per tutto l'anno.

Il sistema utilizza acqua a temperatura costante (15°C ca.) proveniente dai pozzi di prelievo posti all'ultimo piano interrato (piano terzo interrato) ed aventi profondità di circa 40 metri, tali pozzi alimenteranno la centrale termofrigorifera dedicata del complesso (Energy Center) e le sottocentrali termofrigorifere dei vari edifici.

L'acqua di falda, non sarà convogliata direttamente ai gruppi frigoriferi, ma prima di essi saranno previsti una serie di scambiatori di calore. Tale scelta è giustificata dal punto di vista ambientale, al fine di evitare l'eventuale contaminazione della falda da parte di perdite al sistema frigorifero all'interno dei refrigeratori. L'adozione di scambiatori di calore evita quindi il contatto diretto tra la falda e le pompe di calore.

La rete di distribuzione (**Figura 17**) sarà comune a tutto il sito, da tale rete saranno derivate le tubazioni di alimentazione della centrale termo frigorifera di tutto il complesso e delle sottocentrali tecnologiche di ogni edificio. L'acqua di falda fornita alle sottocentrali di ogni edificio provvederà ad alimentare i circuiti idraulici dedicati alle batterie per il pre-raffreddamento e pre-riscaldamento delle unità di trattamento aria degli edifici.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

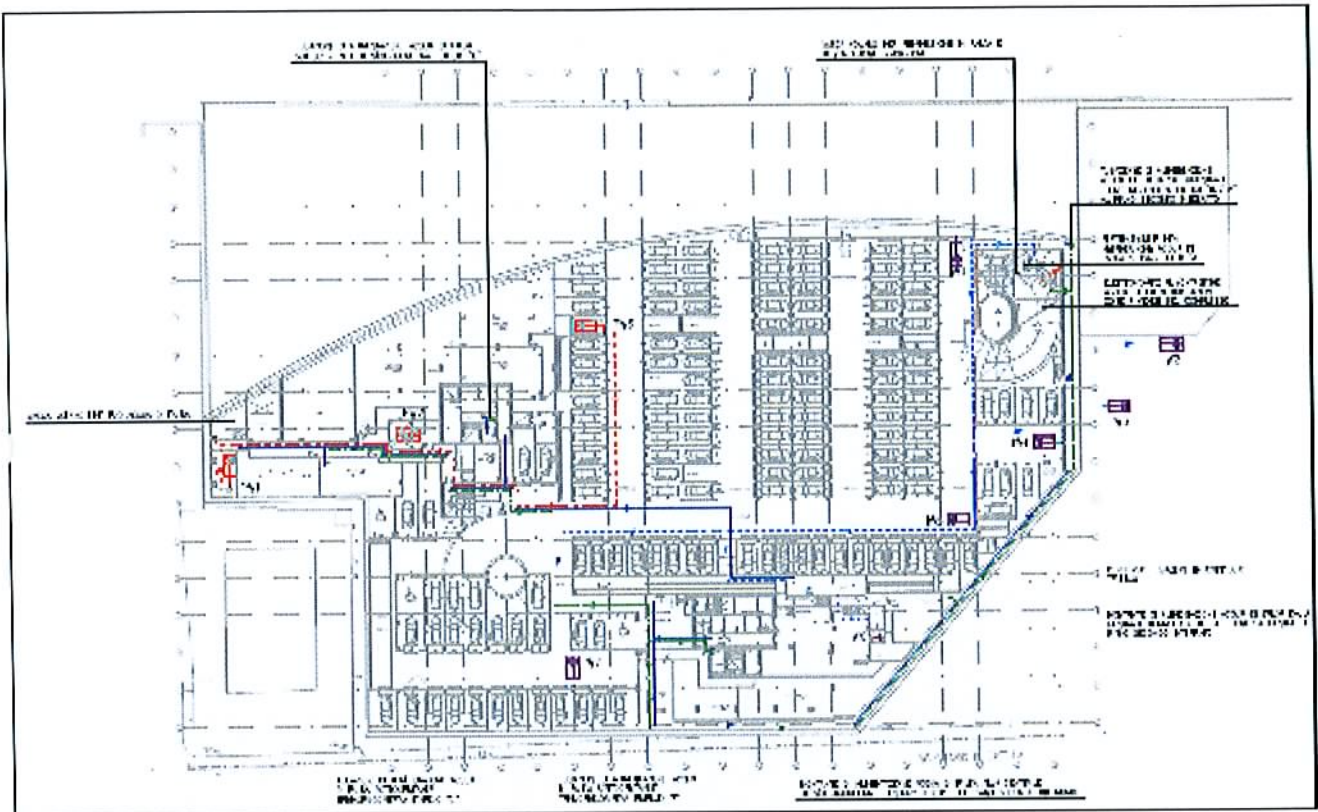
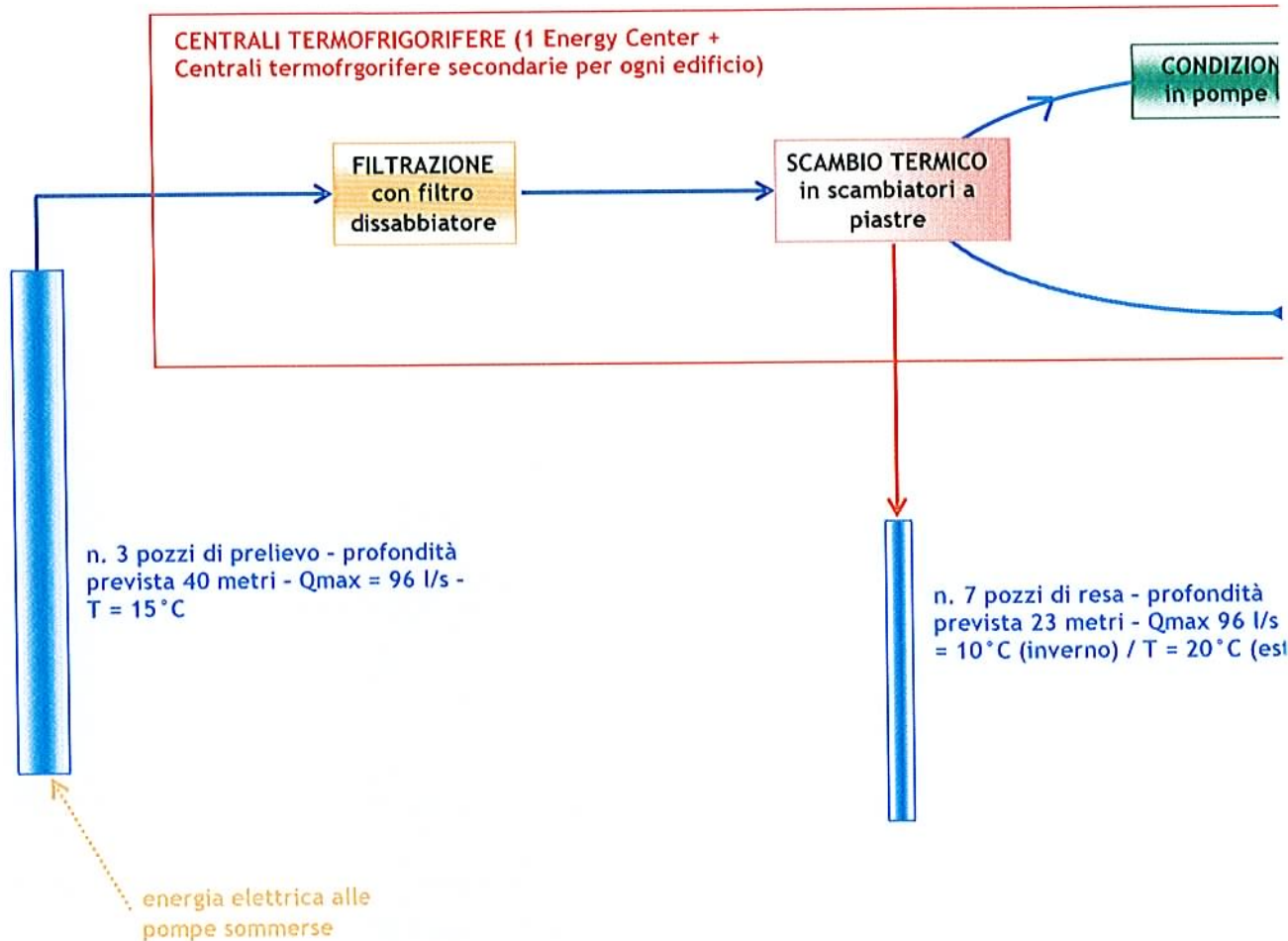


Figura 17: Pianta piano terzo interrato

Successivamente, una volta sfruttato il suo “potere termico”, l’acqua verrà scaricata in un corpo recettore (nel caso in esame la stessa falda) mediante i pozzi di resa, in numero pari a sette e caratterizzati da profondità minori (circa 27 m da p.c.).

DIAGRAMMA DI FLUSSO IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO COMPLESSO IN PROGETTO SULL'



DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

5.1 Consumo di risorse

Come detto gli impianti di condizionamento in progetto per gli edifici funzionano prelevando acqua di falda per una portata massima di 92 l/s durante il periodo estivo e 88 l/s per il periodo invernale (considerando i picchi orari).

Naturalmente il consumo di acqua varia molto in funzione della stagione, dell'ora del giorno e del tipo di destinazione funzionale degli edifici da condizionare.

I diagrammi seguenti, ricavati dai dati di progetto, mostrano il consumo di acqua considerando uno scenario medio mensile (le portate sono state calcolate considerando solo i giorni lavorativi e spalmata su 24h/giorno) e il giorno di massimo consumo (scenario estivo - mese di Luglio).

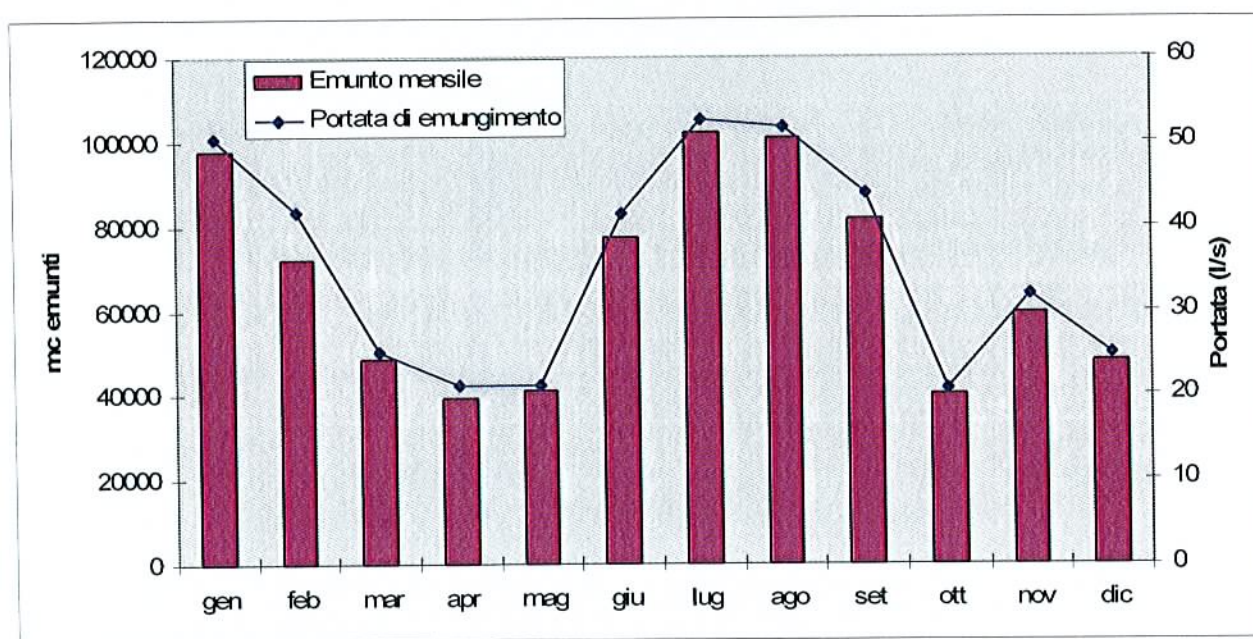


Figura 18: Prelievi mensili e andamento portate nel corso dell'anno

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

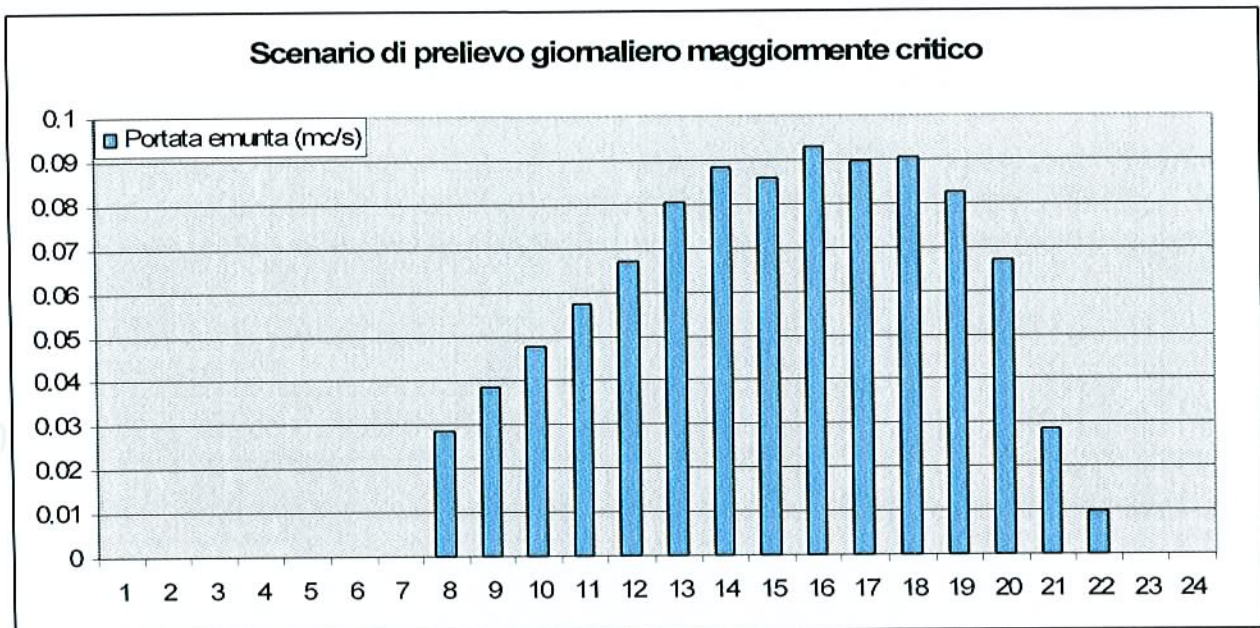


Figura 19: Prelievo orario giorno maggiormente critico - Mese di Luglio

5.2 Confronto tra sistema tradizionale e sistema energetico proposto

Il riscaldamento globale del pianeta è un problema sempre più di attualità. Il Protocollo di Kyoto, siglato anche dall'Italia, mira alla riduzione programmata delle emissioni di CO₂ al fine di rallentare e progressivamente eliminare le emissioni responsabili del surriscaldamento terrestre. I sistemi di climatizzazione sono una delle componenti che concorrono a questo problema in maniera anche importante.

Per tale motivo, l'impegno del gruppo di progettazione è stato quello di valutare le possibili alternative tecniche per ridurre l'impatto ambientale di questa realizzazione che sorgerà nel centro della Città di Milano.

Nei paragrafi che seguiranno, saranno illustrati i vantaggi in termini di contenimento dei fabbisogni di energia primaria e di emissioni di CO₂ mediante l'adozione del sistema a pompa di calore ad acqua di falda.

La comparazione è stata eseguita tra il progetto, funzionante con centrali termofrigorifere a pompa di calore ad acqua di falda, ed il sistema "tradizionale" consistente in centrali termiche a gas metano e gruppi frigoriferi condensati ad aria (Standard per l'area di Milano).

Al fine di valutare i benefici del sistema proposto piuttosto del sistema "tradizionale" è stata eseguita una simulazione energetica che coinvolge il complesso immobiliare che sarà realizzato.

Qui di seguito in Figura 20 riportiamo i grafici dei consumi energetici primari durante i mesi dell'anno.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

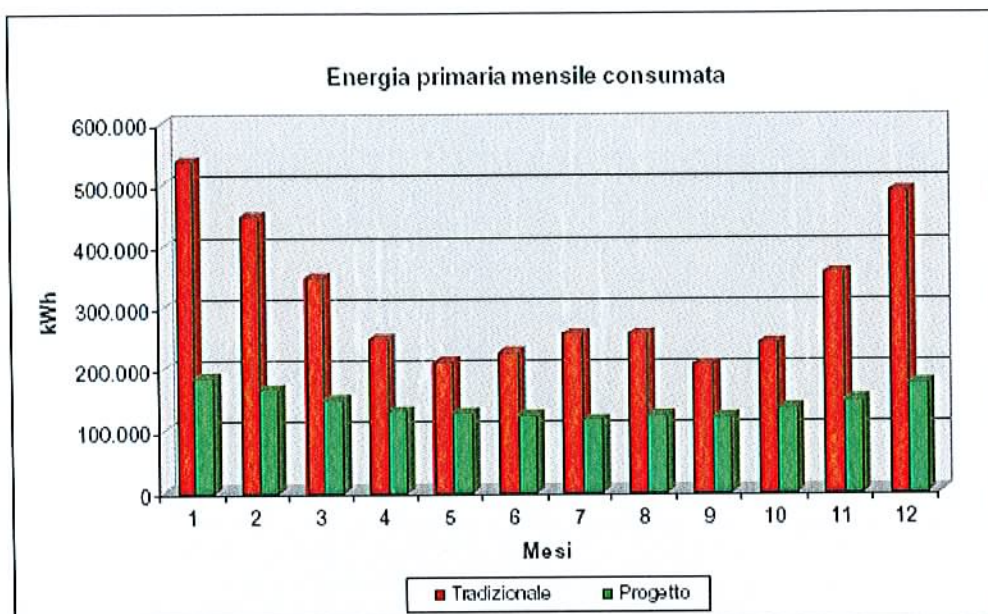


Figura 20: Energia primaria mensile consumata

Oltre al calcolo dei fabbisogni di energia primaria, per avere un quadro più completo della differenza tra il sistema proposto ed il sistema tradizionale, e' importante valutare anche l'incidenza delle emissioni di Anidride Carbonica nell'ambiente.

In merito a tale aspetto, qui di seguito viene riportato il grafico mensile delle emissioni di Anidride Carbonica previste per i sistemi energetici oggetto di studio (Figura 21).

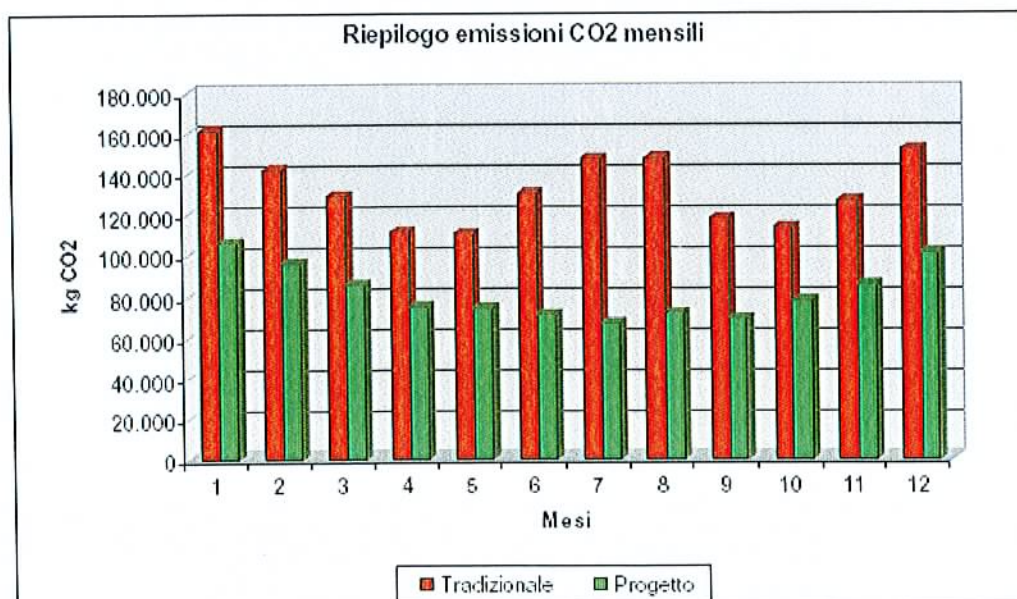


Figura 21: Riepilogo emissioni di CO2 mensili

5.3 Considerazioni energetiche

Dalla simulazione energetica eseguita, si evince quindi che il sistema proposto è vantaggioso sia dal punto di vista energetico sia dal punto di vista ambientale.

Tale vantaggio è mantenuto pressoché costante durante tutti i mesi dell'anno, leggermente ridotto durante il periodo invernale a causa della minore efficienza energetica dei gruppi frigoriferi rispetto al periodo estivo.

Il vantaggio in termini energetici ed emissivi rimane comunque decisamente positivo.

Qui di seguito (Tabella 3 e Tabella 4) riportiamo le stime energetiche mensili ed emissive prodotte dalla simulazione energetica.

Mesi	Tradizionale	Progetto		Differenza
Gennaio	537.307	184.837	kWh/mese	-66%
Febbraio	447.268	166.421	kWh/mese	-63%
Marzo	348.722	149.096	kWh/mese	-57%
Aprile	248.249	130.144	kWh/mese	-48%
Maggio	211.818	128.835	kWh/mese	-39%
Giugno	226.943	123.83	kWh/mese	-45%
Luglio	256.592	116.086	kWh/mese	-55%
Agosto	256.922	124.237	kWh/mese	-52%
Settembre	207.327	119.947	kWh/mese	-42%
Ottobre	241.883	134.445	kWh/mese	-44%
Novembre	355.329	148.639	kWh/mese	-58%
Dicembre	487.337	176.175	kWh/mese	-64%
Anno	3.825.696	1.702.692	kWh/anno	-55%

Tabella 3: Tabella riepilogativa fabbisogni energetici primari

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Mesi	Tradizionale	Progetto		Differenza
Gennaio	162.023	106.651	kgCO2/mese	-34%
Febbraio	142.431	96.025	kgCO2/mese	-33%
Marzo	129.596	86.029	kgCO2/mese	-34%
Aprile	111.899	75.093	kgCO2/mese	-33%
Maggio	111.233	74.338	kgCO2/mese	-33%
Giugno	130.613	71.45	kgCO2/mese	-45%
Luglio	148.053	66.981	kgCO2/mese	-55%
Agosto	148.244	71.685	kgCO2/mese	-52%
Settembre	118.227	69.209	kgCO2/mese	-41%
Ottobre	114.221	77.575	kgCO2/mese	-32%
Novembre	127.047	85.764	kgCO2/mese	-32%
Dicembre	152.088	101.653	kgCO2/mese	-33%
Anno	1.595.674	982.453	kgCO2/anno	-38%

Tabella 4: Tabella riepilogativa emissioni CO2

Come si nota le differenze percentuali tra i fabbisogni e le emissioni rimangono sempre a favore del sistema proposto. Per quanto concerne la valutazione delle emissioni di Anidride Carbonica, i valori emissivi specifici sono differenti e tale motivo giustifica le differenze percentuali tra il fabbisogno energetico e le emissioni.

6 VERIFICA TRAMITE MODELLAZIONE NUMERICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULL'ACQUIFERO DAL PREVISTO IMPIANTO A POMPE DI CALORE

6.1 Introduzione

Il presente studio si basa sulla ricostruzione del modello della circolazione idrica sotterranea nell'acquifero dell'area "Garibaldi - Repubblica - Isola" ubicata nella nel settore centrale del comune di Milano. L'area, infatti, si colloca tra le direttrici che collegano la stazione Centrale, la stazione Garibaldi, l'area di Porta Nuova ed il quartiere di Isola.

Le elaborazioni condotte si inseriscono nella più ampia richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale, ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12 aprile 1996.

In tale zona è prevista la costruzione di un nuovo complesso residenziale, il relativo progetto prevede la realizzazione di tre pozzi per il funzionamento dei gruppi termofrigoriferi tramite pompe di calore; si dovrà inoltre procedere alla perforazione di sette pozzi di reiniezione in falda dell'acqua utilizzata dall'impianto tecnologico.

Scopo finale dello studio è la previsione del livello piezometrico della falda successivamente alle perturbazioni indotte dall'emungimento/reimmissione dei pozzi. Il livello piezometrico, quota a cui si pone la superficie delle acque freatiche, è un indice sicuro della consistenza delle risorse idriche sotterranee, in quanto dipende direttamente dal volume d'acqua immagazzinato nel terreno.

Gli scenari previsionali elaborati hanno permesso di fornire una valutazione sugli effetti idrogeologici delle azioni di prelievo/re immissione e quindi una ipotesi di ubicazione e delle portate con cui esercire le opere idrauliche. A tal fine un utile strumento nel processo decisionale che porta alla valutazione della effettiva disponibilità di risorsa idrica e che preveda l'abbassamento/sovrizzo causato dai suddetti pozzi è l'implementazione di modello matematico. Nel caso in oggetto è stato impiegato il codice di calcolo MODFLOW sviluppato dalla USGS su interfaccia Groundwater Vistas (Esi international).

6.2 Dominio dell'area di studio e sua discretizzazione orizzontale e verticale

Il dominio di simulazione ha le dimensioni di 1800 m in direzione N-S e E-O; le sue coordinate sono riportate in **Tabella 5**. L'estensione del dominio è pari a circa 2.55 km².

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

	Minimo	Massimo
X (coordinate GB)	1.514.166,6 m	1.515.966,5 m
Y (coordinate GB)	5.035.686,0 m	5.037.486,1 m
Z (m slm)	15	263

Tabella 5: Limiti dell'area di studio

Nella definizione del dominio di modellazione, si è ritenuto opportuno estendere l'area di lavoro sia verso N, che verso S fino al limite con la centrale acquedottistica di "Milano Parco", al fine di distanziare le condizioni al contorno potenzialmente interessate dagli effetti degli emungimenti, (Anderson e Woessner, 1992).



Figura 22: Inquadratura territoriale del dominio di simulazione

Sul piano XY la distanza tra le celle varia tra 6 m e 15 m in quanto la griglia è stata infittita in prossimità dei punti di prelievo e di reimmissione per simulare accuratamente gli abbassamenti ed i sovralti. La transizione, tra la zona a spaziatura più fitta e quella a spaziatura più rada,

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

avviene tramite l'interposizione di celle a dimensioni crescenti in base ad un fattore moltiplicativo pari 0,95 (cioè in questa zona le dimensioni di celle adiacenti differiscono del 5%). In tal modo è possibile garantire simulazioni con un buon grado di accuratezza nella zona di maggiore interesse e, contemporaneamente, una sufficiente rapidità di calcolo.

La geometria verticale dell'acquifero è stata ricostruita basandosi sulle quote del piano campagna derivanti dalla CTR Regionale, sulla quota del tetto del livello a bassa permeabilità e sulla quota della base dell'acquifero B (tetto Villafranchiano) ricavate dalla stratigrafie e dalle sezioni elaborate. A partire dalla base del modello è possibile individuare:

- **TERZO LAYER:** rappresenta la falda semiconfinata dell'acquifero tradizionale sabbioso ghiaioso la cui base si colloca fra i 20 e 15 m.s.l.m.; tale substrato coincide con sedimenti in prevalenza Argilloso-Limosi del Villafranchiano ed è inclinata di pochi gradi verso Sud-Est. La sua ricostruzione è avvenuta sulla base delle stratigrafie presenti all'interno del volume "Le risorse idriche sotterranee nella provincia di Milano Vol. I: Lineamenti idrogeologici" con particolare riferimento alle sezioni "G" e "12".
- **SECONDO LAYER:** identifica la separazione determinata da un livello limoso-argilloso con discreta continuità areale in grado di determinare un certo grado di separazione tra l'acquifero tradizionale in senso stretto e il soprastante. Dalle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzi esistenti nell'area oggetto del presente studio ed attualmente a disposizione si sono ricavati i dati riguardanti lo spessore e le quote di questo strato, come riportato nella tabella successiva (**Tabella 6**). A nord dell'area in esame lo strato di separazione che divide i primi due acquiferi, propri dell'area milanese, vada gradualmente ad assottigliarsi diventando discontinuo in corrispondenza delle centrali acquedottistiche di Milano Comasina e Milano Suzzani (circa 1 km a N) dove l'acquifero viene così ad assumere caratteristiche di monostrato come ampiamente documentato in numerosi studi (Airoidi, 1989).
- **PRIMO LAYER:** rappresenta l'acquifero superficiale presente sino alla quota media di variabile tra 90 e 75 m. s.l.m. (circa 30 - 55 m da pc), contenente la falda libera.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
 GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Codice Prov.	X Gauss Boaga	Y Gauss Boaga	P.C:	Prof.	Tetto II layer	Base II layer
0151460622	1514291	5037002	124	100	97	93
0151460616	1515549	5036941	123	76	100	95,5
0151460631	1515627	5036366	121.2	89.4	88,5	86,8
0151460464	1514165	5035766	120.9	102	88,5	86,4

Tabella 6: Andamento dello strato di separazione nei sondaggi in nostro possesso

Di seguito (**Tabella 7**) vengono riassunte le principali caratteristiche dei layer individuati, che costituiscono strati con analoghe caratteristiche idrogeologiche:

Strati fisici	Strati del modello	Descrizione
1° strato	1° layer	Corrispondono alla porzione più superficiale dell'acquifero. Predomina la frazione ghiaioso-sabbiosa
2° strato	2° layer	Simula l'andamento del livello limoso-argilloso che varia all'interno dell'area in esame.
3° strato	3° layer	Corrisponde al secondo acquifero e la sua base coincide con il substrato argilloso-limoso del Villafranchiano. Predomina la frazione grossolana.

Tabella 7: Definizione dei layer del modello

Dunque il dominio tridimensionale è stato discretizzato in 35400 celle suddivise in 3 strati verticali di spessore complessivo pari a 100 m.

6.3 Parametri di input del modello

6.3.1 Conducibilità idraulica

La permeabilità rappresenta l'attitudine del terreno a lasciarsi attraversare dall'acqua, ed è quindi uno dei parametri che maggiormente influenzano il flusso delle acque sotterranee. La

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

determinazione del suo valore è un passo fondamentale per la comprensione del comportamento dell'acquifero e il suo valore è caratteristico per le diverse tipologie litologiche. I valore (m/s) della permeabilità sono stati considerati uguali nelle direzioni X e Y mentre è stata assegnata una anisotropia per la direzione Z (Anderson & Woessner, 1992).

PRIMO LAYER

I coefficienti di permeabilità del primo layer sono stati attribuiti sulla base delle prove Lefranc (5 prove eseguite nell'area limitrofa di "Garibaldi - Repubblica", 300 m a S), della prova di pompaggio eseguita nella medesima area e dei valori di letteratura corrispondenti ai litotipi "ghiaioso-sabbiosi". Nel modello sono stato inseriti tre valori di permeabilità orizzontale variabili fra $7.5 \cdot 10^{-4}$ m/s (verso ovest) e $7.5 \cdot 10^{-3}$ m/s (verso est) con un valore di $3.5 \cdot 10^{-3}$ m/s nell'area interessata dell'intervento. Come detto, questi valori sono stati ottenuti dalla caratterizzazione litostratigrafia dell'area e dalla valutazione del maggior grado di affidabilità che rivestono le prove di pompaggio a portata costante rispetto alle prove Lefranc. Ne risulta una suddivisione del modello in tre macrozone con orientamento Nord-Sud come visibile in **Figura 23**.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

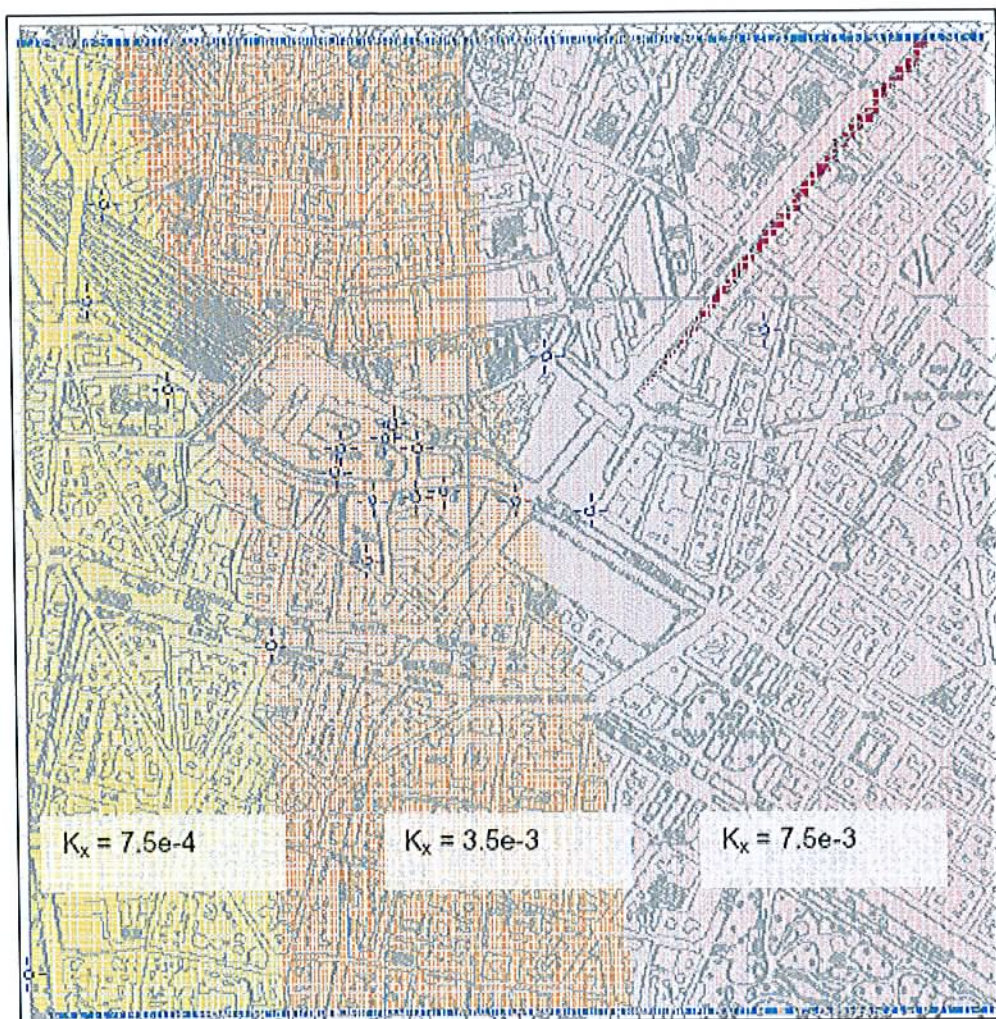


Figura 23: Distribuzione di permeabilità all'interno del 1 layer (valori in m/s)

SECONDO LAYER

Il secondo layer rappresenta l'acquitar, già accennato e trattato nel **Paragrafo 11.5**, che svolge un'azione di separazione fra i due acquiferi. Essendo, come già detto precedentemente, in prossimità del passaggio ad acquifero monostrato è stato attribuito al layer una conducibilità idraulica pari a $5 \cdot 10^{-6}$ m/s tranne nella parte Sud-Ovest dove, muovendosi verso zone dell'area milanese con uno strato di separazione sempre più potente, si sono utilizzati valori di permeabilità di $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

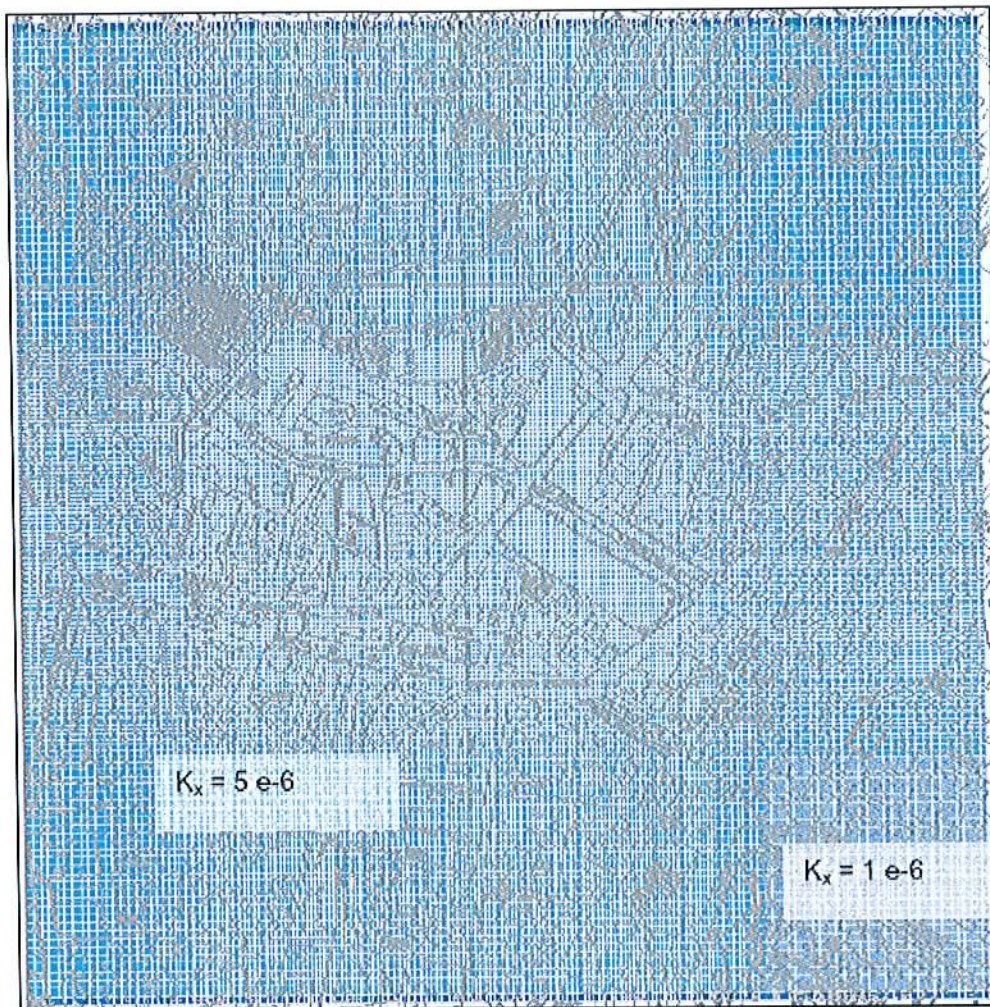


Figura 24: Distribuzione di permeabilità all'interno del 2 layer (valori in m/s)

TERZO LAYER

Al terzo layer sono stati attribuiti valori di conducibilità., ricavati dai dati di letteratura corrispondenti alla distribuzione litostratigrafica ricavata dai dati disponibili (**Figura 25**).

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Figura 25: Distribuzione di permeabilità all'interno del 3 layer (valori in m/s)

6.3.2 Porosità efficace (ne)

La porosità efficace indica la percentuale del volume dei vuoti sul volume totale del terreno esaminato; nel nostro caso si sono utilizzati valori di letteratura che per terreni simili a quelli presenti in situ sono pari a 0.2.

$$n = \frac{V_{vuoti}}{V_{totale}}$$

6.3.3 Ricarica

La ricarica viene di norma calcolata a partire dall'uso del territorio e dal suo livello di impermeabilizzazione. Nell'ambito del modello matematico si è deciso di adottare una singola zona viste le caratteristiche di uniformità dell'area modellizzata caratterizzata da un forte grado di urbanizzazione. L'apporto delle piogge è stato considerato nullo, mentre le perdite della rete di distribuzione e di smaltimento delle acque ad uso civile / industriale sono state simulate con una ricarica nell'ordine di 10^{-8} m/s (Provincia di Milano, 1996)

6.3.4 Stress antropici interni all'area modellizzata

Pur trattandosi di un'area fortemente antropizzata all'interno del dominio di simulazione, allo stato attuale delle conoscenze, non sono stati rinvenuti prelievi in atto. Come detto i pozzi utilizzati a scopo idropotabile delle centrali acquedottistiche di Milano Parco e Milano Comasina risultano appena al di fuori dominio di simulazione (a 1 km circa dal centro del modello). Va inoltre aggiunto che il prelievo delle acque idropotabili avviene di norma nel secondo acquifero, mentre l'opera oggetto dello studio interessa il primo acquifero (mostrando, cfr. **Paragrafo 6.8**, abbassamenti nulli nell'acquifero B). Se ne deduce che detti pozzi non hanno ne subiscono interferenze con i pozzi del quartiere Isola.

Gli unici prelievi riguardano, nello scenario previsionale, i pozzi oggetto dell'intervento. Va aggiunto che, nel valutare gli effetti del prelievo dei pozzi del quartiere Isola si è tenuto conto delle utilizzazioni future previste nelle vicine aree di "Porta Nuova Garibaldi", "Porta Nuova Varesine" e "nuova sede Regione Lombardia", peraltro già inserite nel precedente studio (*"Richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale, ai sensi dell'art. 5 del d.p.r. 12.04.96, per il progetto di prelievo ed utilizzo a scopo tecnologico ed energetico di acque sotterranee per l'area "garibaldi - repubblica" e "le varesine" ubicata in comune di Milano" - Caprera, Le Varesine; Novembre 2006 - Gennaio 2008*) a cui si rimanda per i dettagli. Nella **Tabella 8** sono sintetizzate le portate complessive prelevate per ciascuna delle utenze.

	AREA "NUOVA SEDE REGIONE LOMBARDIA"	AREA "GARIBALDI - REPUBBLICA"	AREA "LE VARESINE"
PORTATA COMPLESSIVA MESI ESTIVI (m3/h)	274	722.508	827.712
PORTATA COMPLESSIVA MESI INVERNALI (m3/h)	230	1288.68	985.596
PORTATA TOTALE MEDIA MENSILE (m3/h)	504	2011.188	1813.308
NUMERO POZZI	8	12	12

Tabella 8: Dettaglio delle portate prelevate dalle altre utenze

Il prelievo di acqua dalla falda viene simulato con il package WELL di MODFLOW.

6.4 Condizioni al contorno utilizzate nel modello

All'interno dell'area di studio non è stato possibile utilizzare condizioni al contorno fisiche, poiché non c'è presenza di fiumi, laghi o bacini d'acqua e non ci sono confini idrogeologici o fisici. Pertanto è stato necessario individuare altre condizioni al contorno, in particolare sono state scelte delle condizioni lungo i confini del modello, ricavate da una piezometria elaborata con i dati forniti dal SIF della Provincia di Milano del bimestre Settembre-Ottobre 2005. I carichi al contorno assegnati per il primo layer sono dunque i seguenti:

- Lato Nord: valore decrescente da 107.89 m slm a 107.29 m slm da ovest verso est;
- Lato Sud: valore decrescente da 103.92 m slm a 103.23 m slm da ovest verso est

6.5 Altre condizioni al contorno: canali

L'area milanese in generale è attraversata da alcuni grossi canali utilizzati a scopo irriguo: il canale Villoresi, il canale Martesana, il Naviglio Pavese e il Naviglio Grande. Questi canali nel tempo sono stati intubati in manufatti cementati per controllarne il deflusso specie nell'area centrale della città al fine di evitare fenomeni di esondazione e in modo che non interferissero con lo sviluppo viabilistico urbano. Nell'area oggetto dello studio ricade la parte terminale del canale Martesana che secondo i dati a disposizione non è stata ancora del tutto tombinata. Per questo si è deciso di modellizzarne le perdite e quindi l'interazione con la falda attraverso una serie di pozzi di ricarica (**Figura 26**, celle di colore fuxia) avente una portata media per unità di superficie di immissione nell'ordine di 10⁻⁴ m/s.

6.6 Calibrazione del modello

Completata la fase di caratterizzazione del modello, si è proceduto alla calibrazione ricostruendo, dapprima in regime stazionario (steady state), la situazione piezometrica relativa al mese di Ottobre 2005 e successivamente in regime transitorio la prova di pompaggio eseguita nella limitrofa area di "Porta Nuova Garibaldi".

Durante la fase di taratura i risultati numerici ottenuti dal modello sono confrontati con i dati reali riscontrati sul terreno. Questo processo permette di valutare la capacità del sistema di

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

simulare correttamente l'area di studio. La taratura viene realizzata a partire da un set di parametri iniziali che approssimano, con un certo errore, i valori reali di carico idraulico e di flusso; una volta stabilita la precisione, o la tolleranza dell'errore, che si vuole ottenere, si fanno variare i parametri a disposizione entro "ranges" prestabiliti, fino a raggiungere la soluzione ottimale. (metodo trial and error). I risultati della taratura sono quindi controllati sia qualitativamente, tramite il confronto con carte piezometriche dell'area, sia quantitativamente valutando la differenza di carico tra la simulazione (H_c) e la realtà (H_{obs}); l'interfaccia GWV memorizza (per ogni periodo di modellazione) i valori di carico idraulico (H_c) calcolati per la cella ove sono ubicati i filtri di ciascun target (pozzo di osservazione). Ciò rende possibile paragonare i valori di carico idraulico calcolati con quelli osservati (H_{obs}), valutare statisticamente la rispondenza del modello alla realtà, produrre idrogrammi per i pozzi di calibrazione.

6.6.1 Calibrazione della piezometria in regime stazionario

Il modello è stato calibrato in regime stazionario sulla piezometria elaborata con i dati ricavati dalla campagna piezometrica svolta su alcuni piezometri presenti nell'area di studio nell'Ottobre 2005. Nella **Tabella 9** sono riportati i punti utilizzati come target con i relativi valori di carico simulati ed osservati. La **Figura 26** rappresenta invece la piezometria simulata.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

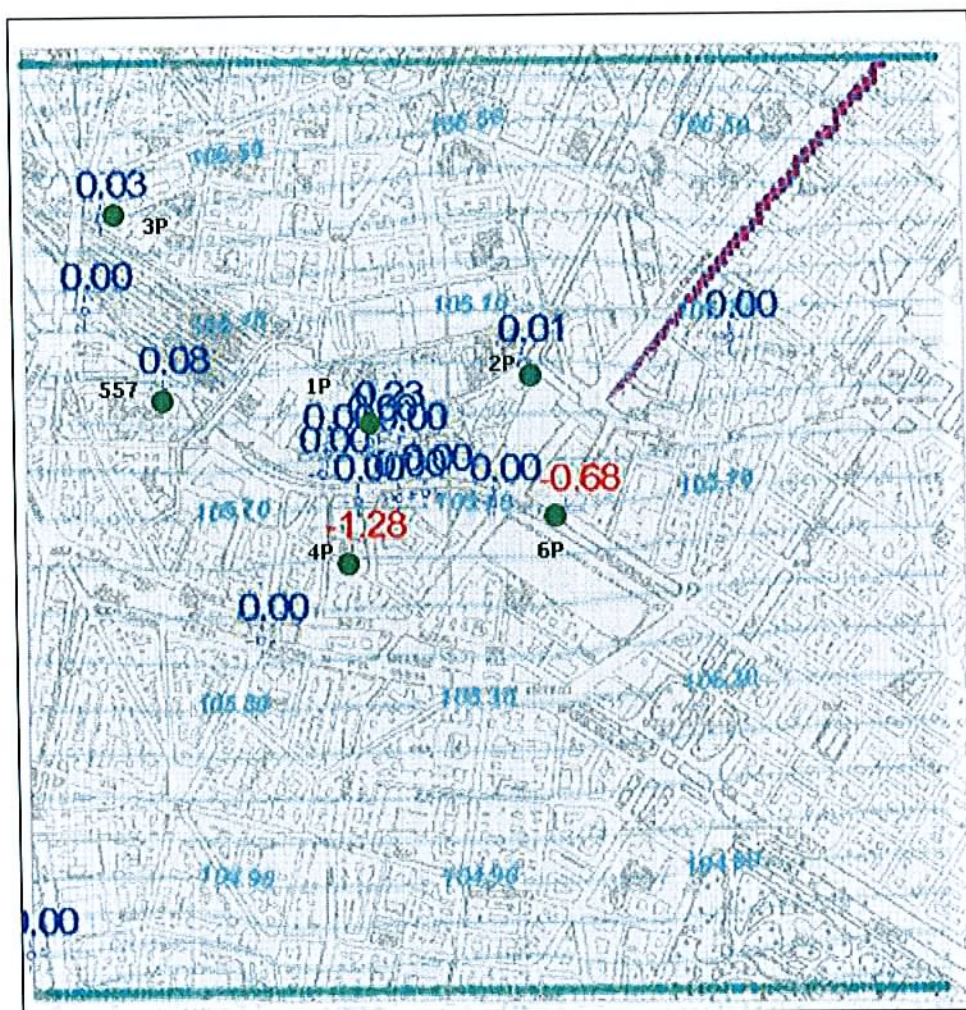


Figura 26: Piezometria dell'acquifero superficiale ottenuta tramite la modellazione, con indicati in verde punti di controllo (target) della rete di monitoraggio e lo scarto fra valore oss. e valore sim. (Ott. 2005)

Sigla piezometro	Coordinate X	Coordinate Y	Piano Campagna	Soggiacenza	Carico Idraulico	Valore Simulato	Scarto
1P	1514861	5036772	124.55	18.46	106.09	105.86	0.23
2P	1514150	5036880	127.31	21.30	106.01	105.98	0.03
3P	1514324	5037180	124.61	18.19	106.42	106.41	0.01
4P	1514808	5036520	123.77	19.45	104.32	105.60	-1.28
6P	1515224	5036610	123.83	18.82	105.01	105.69	-0.68
0151461557	1514439	5036838			106.05	105.97	0.08

Tabella 9: Confronto valori osservati vs simulati

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Sull'area oggetto della simulazione l'errore medio è inferiore ai 30 cm se si escludono i piezometri target 4P e 6P che registrano un errore vicino al metro. E' ipotizzabile che le due misure siano affette da un errore di quotatura della bocca pozzo oppure, non si deve escludere, che nei pressi dei due piezometri fosse attivo un prelievo non simulato. Il grado di dettaglio e le finalità dello studio consentono comunque di trascurare questi due dati, da considerare come outlayers, senza appunto pregiudicare le capacità predittive del modello. Infatti la piezometria simulata dal modello ricostruisce con una buona fedeltà l'andamento della piezometria misurata. I piezometri, contrassegnati dallo scarto zero rappresentano potenziali target di cui però non si è stati in grado di recuperare valori di soggiacenza nella campagna piezometrica utilizzata per la taratura modello.

6.6.2 Calibrazione in regime transitorio

La necessità di implementare scenari di simulazione in regime transitorio (ovvero con variazioni nel tempo delle condizioni al contorno del modello - prelievi della falda) ha richiesto la calibrazione del modello anche in regime transitorio per valutare la capacità del modello di simulare i cambiamenti della condizione di stress a cui viene sottoposta la falda.

In particolare per la taratura del modello si è deciso di riprodurre la prova di portata eseguita in situ sul sondaggio "C" realizzato nell'area oggetto dell'intervento "Porta Nuova Garibaldi"- al fine di verificare che il modello simulasse con adeguata precisione gli abbassamenti riscontrati in campo (Figura 27).

È stato simulato il pompaggio in regime transitorio, monitorando (in modflow) gli abbassamenti del carico idraulico in corrispondenza del sondaggio stesso e si sono confrontati tali abbassamenti con i valori reali rilevati in situ. La calibrazione ottimale è stata ottenuta con un valore di coefficiente di immagazzinamento pari a 0.25, è importante notare che si tratta di Sy in quanto è relativo ad un acquifero libero e non confinato.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

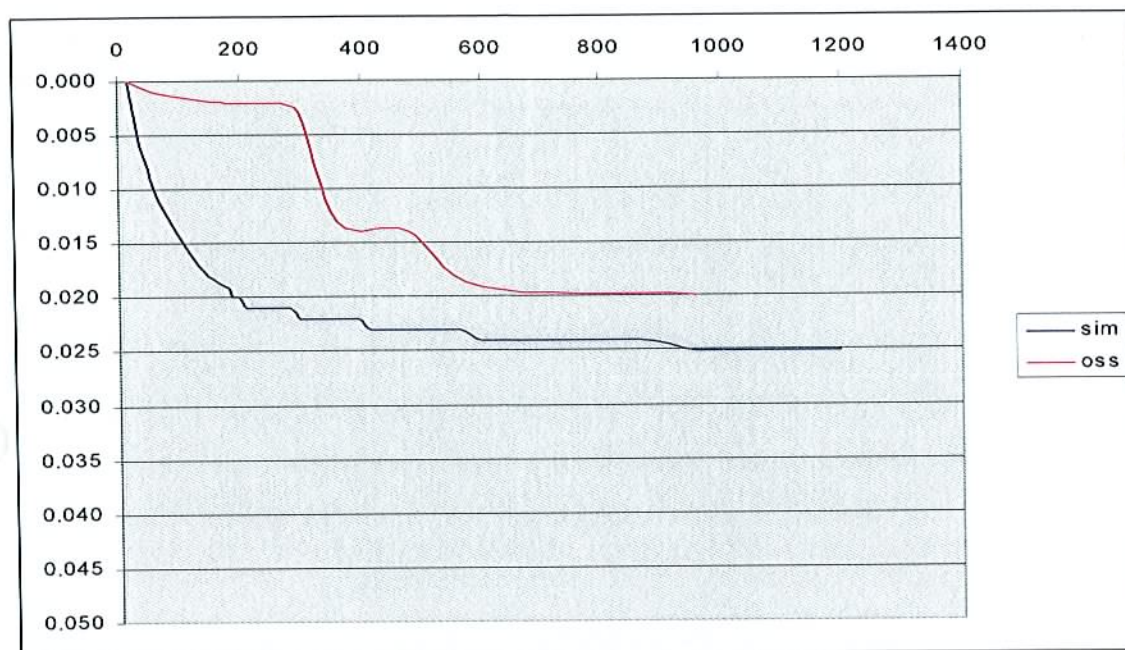


Figura 27: Curva Tempo-Abbassamenti caratteristica dell'acquifero(sulle ascisse il tempo in secondi, sulle ordinate l'abbassamento in metri)

6.6.3 Bilanci

Sulla base del modello calibrato si è redatto un bilancio di riferimento riportato qui di seguito in **Tabella 10**. I termini del bilancio non sono riferiti all'intera area modellizzata ma all'area occupata dal quartiere Isola, così come illustrato in **Figura 28**. Da tale bilancio si evince un ingresso di acqua lungo il lato di monte del quartiere Isola pari a 35 mc/h dalla I falda e 190 mc/h dalla II falda. Gli scambi fra l'acquifero A e l'acquifero B sono stimati in 1.4 mc/h.

	IN	OUT
I FALDA (ACQUIFERO A)	35.45	34.60
I FALDA (ACQUIFERO B)	189.76	191.03
RICARICA	0.57	
POZZI	--	--
	225.79	225.62
scambi acquifero A-B		1.40

Tabella 10: bilanci dei flussi (m^3/h) entrante ed uscente dall'acquifero in corrispondenza del quartiere Isola

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Figura 28: identificazione delle sezioni per il calcolo dei flussi in ingresso ed uscita dal quartiere Isola

6.7 Simulazione degli scenari di intervento

Nella fase di applicazione del modello sono state simulate gli effetti sulla falda dell'impiego di 3 pozzi di emungimento (c.d. PW) e 7 pozzi di remissione (c.d. IW) previsti per soddisfare il fabbisogno per il riscaldamento - raffrescamento con l'impiego di pompe di calore.

Le portate di emungimento e di reimmissione sono state stabilite a partire dalle portate complessive definite sulla base dei carichi frigoriferi e termici richiesti dall'impianto (**Paragrafo**

5.3)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

MESE	Pozzi Estrazione, PW(3)	Pozzi Immissione, IW (7)
Gennaio	-60.428	25.80767
Febbraio	-50.069	21.35685
Marzo	-29.997	12.58519
Aprile	-25.342	10.57752
Maggio	-25.424	10.6254
Giugno	-49.818	21.06755
Luglio	-63.154	26.34418
Agosto	-62.109	25.89656
Settembre	-52.598	22.16445
Ottobre	-24.752	10.24709
Novembre	-38.265	16.30482
Dicembre	-29.746	12.65794

Tabella 11: Singole portate di estrazione ed immissione per lo scenario annuale (m3/h)

Riguardo all'ubicazione dei pozzi PW ed IW, lo studio condotto ha consentito di esplorare tutti gli scenari possibili nel rispetto dei seguenti vincoli:

- ottimizzare l'efficienza di captazione e di reimmissione al fine di minimizzare l'afflusso di acqua reimessa nei pozzi di prelievo (fenomeno di "cortocircuitazione");
- rispettare le aree inaccessibili, in cui insistono vincoli costruttivi.

E' stato così possibile, attraverso il modello, simulare gli effetti della modalità di esercizio dei pozzi e giungere alla configurazione riportata in **Figura 29** ed in **Allegato 1** fuori testo. La configurazione ipotizzata prevede l'ubicazione dei pozzi di emungimento (PW) e di reimmissione (IW) in accordo con le esigenze di progetto.

I risultati ottenuti dalle simulazioni permetteranno:

- di stimare l'entità degli abbassamenti e dei sovralti anche in considerazione dei futuri interventi edilizi;
- di verificare l'interazione fra i pozzi di emungimento ed immissione distanti circa 50 m;

- di verificare eventuali interazioni con la II falda (acquifero B);
- di proporre eventuali soluzioni alternative o migliorative.

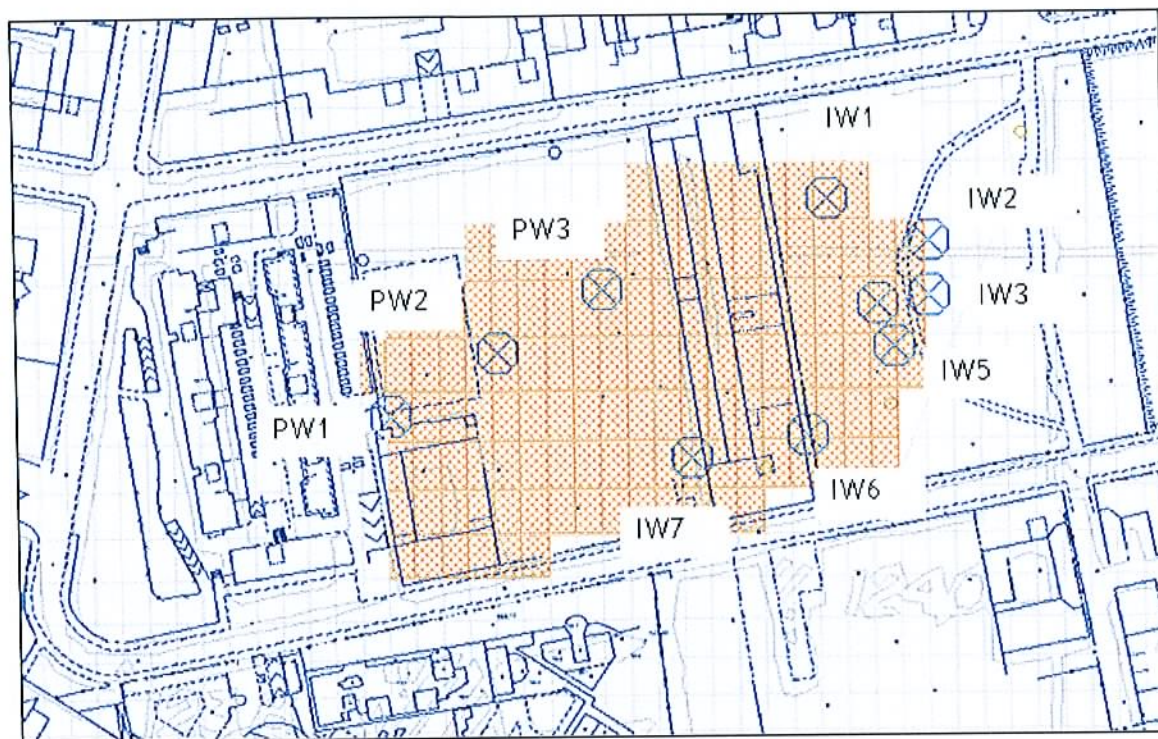


Figura 29: ubicazione dei pozzi di prelievo e di re immissione

6.7.1 Scenario 1: simulazione del sistema pozzi PW-IW (consumi medi mensili)

Lo scenario simulato ha previsto il funzionamento del sistema con le portate di progetto indicate nella tabella precedente. Si è scelta una discretizzazione temporale mensile, ritenuta sufficiente per gli scopi del lavoro consentendo di dettagliare le variazioni di portata prelevata in funzione del fabbisogno di riscaldamento (invernale) e raffrescamento (estivo). Questo scenario fa riferimento ad un periodo prolungato di funzionamento di circa 4 anni. A fronte di una portata annua prelevata di 808000 m³ la conseguente reimmissione è prevista in 7 pozzi. Nello scenario mensile la portata massima emunta per ogni pozzo (media per il mese di luglio) è pari a 63 m³/h (0.017 m³/s) a cui corrisponde una portata massima reimpressa (media per il mese di luglio) di 26 m³/h per ciascuno dei sette pozzi. Nei mesi di gennaio ed agosto si prelevano / re immettono portate del tutto simili. La condizione iniziale è basata sulla simulazione della distribuzione dei carichi piezometrici (altezza della falda) ottenuta considerando già attivi i

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

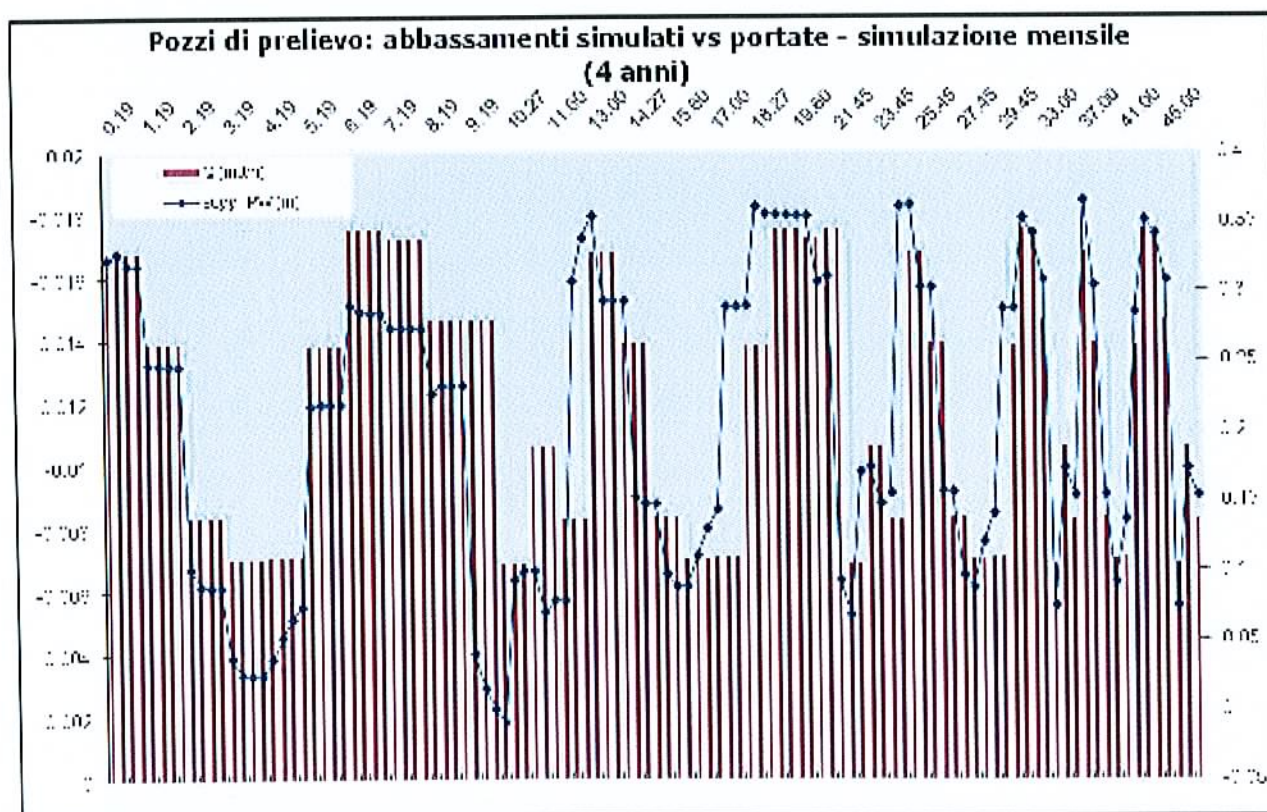
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

prelievi delle utilizzazioni previste nelle aree limitrofe di "Porta Nuova Garibaldi", "Porta Nuova Varesine" e "nuova sede Regione Lombardia".

I risultati della simulazione sono stati analizzati osservando l'andamento piezometrico calcolato nei singoli punti di prelievo - reimmissione e globalmente nell'area di intervento. Va precisato che il codice di calcolo non simula nella cella rappresentativa del punto di prelievo (pozzo) le perdite di carico lineare e quadratiche. Nel diagramma abbassamenti vs tempo gli abbassamenti massimi (Figura 30) si verificano durante l'inverno nel mese di gennaio e nei mesi di luglio ed agosto durante l'estate. Il valore calcolato, pari a circa 0.3 m, consente di disporre ancora di gran parte della capacità produttiva dell'acquifero. Le quote piezometriche oscillano fra 104.1 e 104.4 m slm. Parallelamente si registra un sovrizzo massimo (Figura 31), rispetto alla condizione iniziale di circa 0.2 m corrispondenti a quote piezometriche variabili fra 104.5 e 104.8 m slm. Si noti peraltro che contestualmente all'abbassamento nei pozzi PW la simulazione evidenzia una graduale diminuzione dei sovrizzi, che al termine del IV anno di simulazione si attestano a 0.15 m. Considerando che 5 pozzi su 7 verranno realizzati a partire da circa -15 m dall'attuale p.c. lo spessore insaturo a disposizione rimane praticamente invariato anche in seguito alla reimmissione (circa 6 m, considerando la falda a 21 m circa da p.c.).



DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Figura 30: grafico delle portate prelevate (a sx) e degli abbassamenti (espressi con valori positivi) rispetto alla condizioni piezometrica iniziale (a dx) in un pozzo PW (scala temporale non regolare)

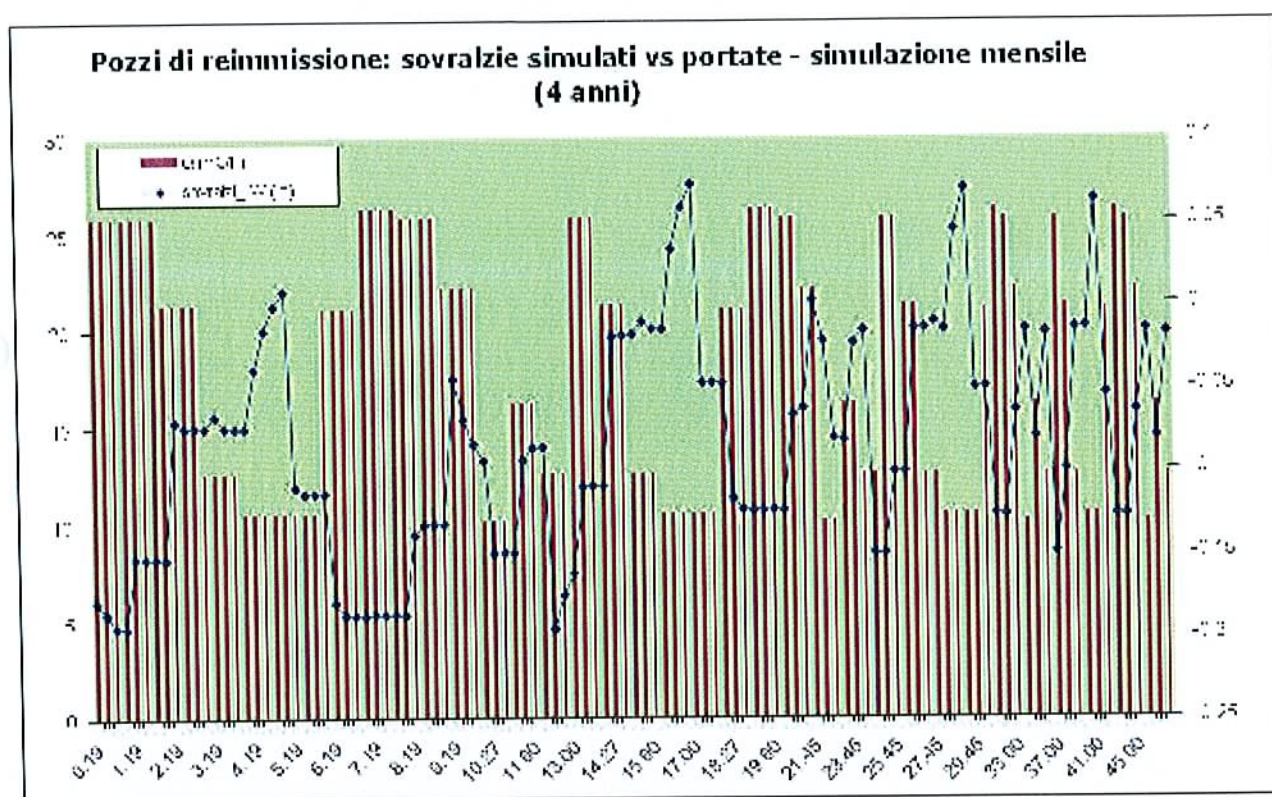


Figura 31: grafico delle portate reimmesse (a sx) e dei sovralz (espressi con valori negativi) rispetto alla condizioni piezometrica iniziale (a dx) in un pozzo IW (scala temporale non regolare)

Le Figure 32 e Figura 33 riportano la ricostruzione piezometrica calcolata sull'intero dominio di simulazione e nell'intorno del quartiere Isola; nella figura 19 è rappresentato invece l'andamento degli abbassamenti/sovralz rispetto alla condizione iniziale. Per entrambe le rappresentazioni si è fatto riferimento al 43 stress period (mese di Luglio), corrispondente alla massima sollecitazione a cui viene sottoposta la falda. Limitandosi alle considerazioni relative all'area oggetto del presente studio (Figure 32e Figura 33) si nota che sia la depressione piezometrica, sia il sovrizzo indotto dal sistema pozzi risultano poco più accentuati rispetto alle condizioni iniziali. Nella Figura 33 sono rappresentati anche i vettori velocità, che identificano la direzione di deflusso della falda: si osserva che l'effetto dell'immissione sui pozzi di prelievo, in condizioni di massimo stress dell'acquifero non è del tutto trascurabile poiché si crea fra i pozzi IW e di PW una zona di richiamo con una diversione delle linee piezometriche da N-S verso E-O.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

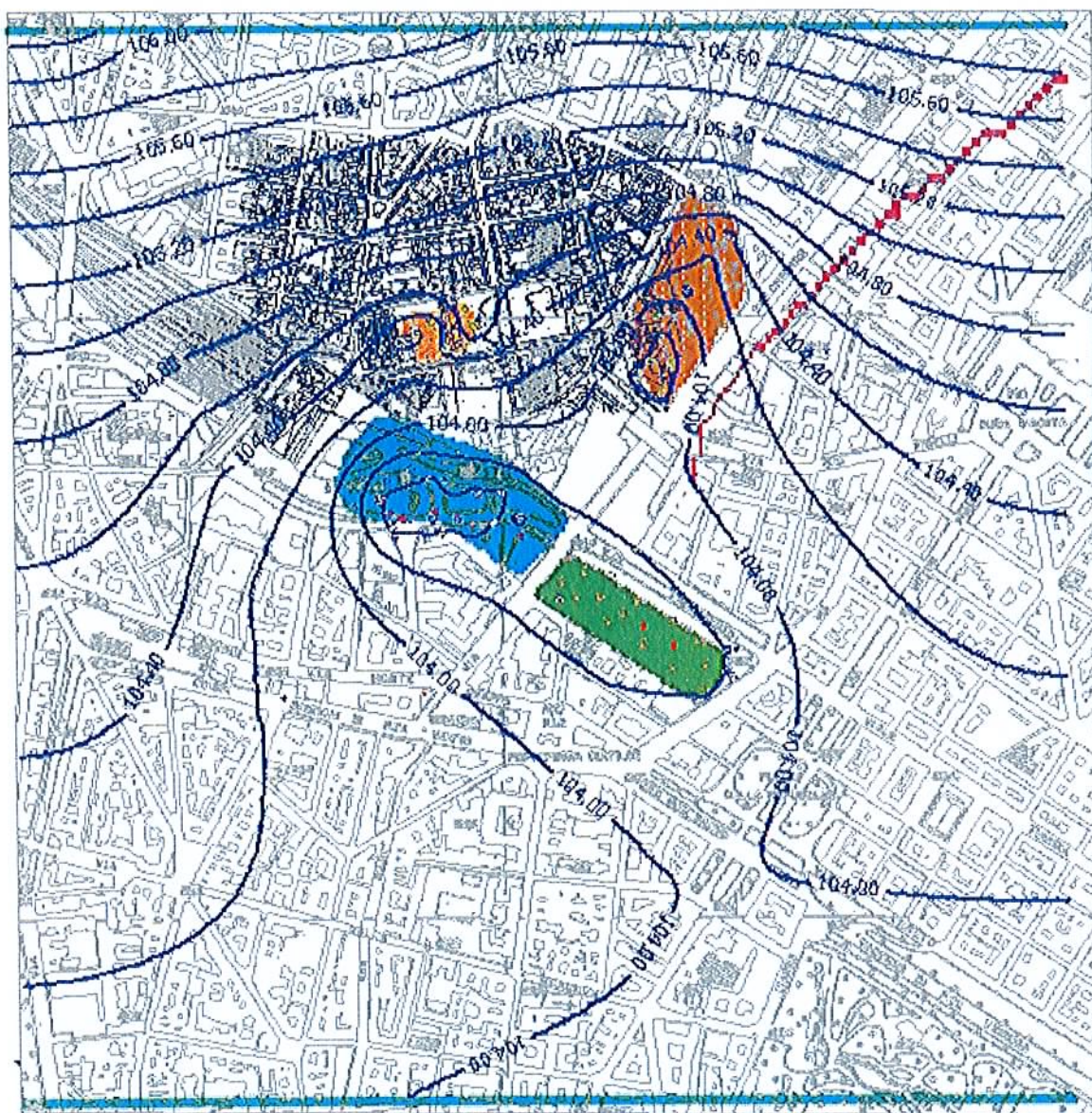


Figura 32: Rappresentazione della piezometria simulata sull'intero dominio di simulazione al termine del 43° stress period con indicazione approssimativa delle aree oggetto di interventi con pompe di calore (in arancione l'area del quartiere Isola oggetto della presente relazione)

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

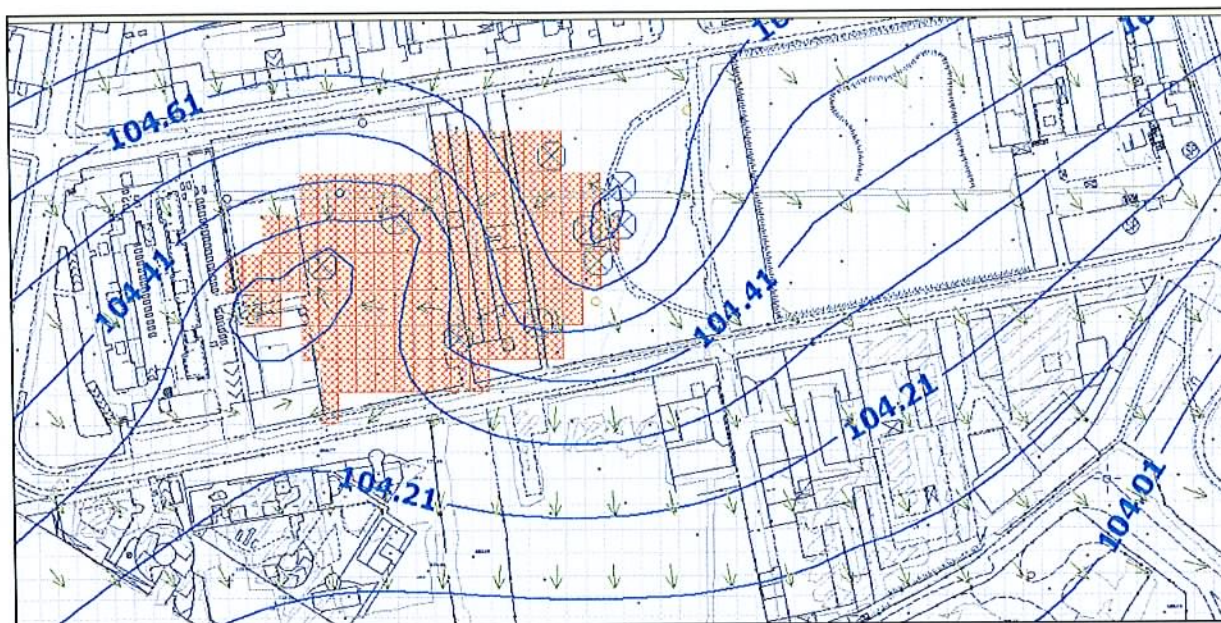


Figura 33: Rappresentazione della piezometria simulata nell'area oggetto dello studio al termine del 43° stress period - luglio (isolinee ogni 0.1 m)

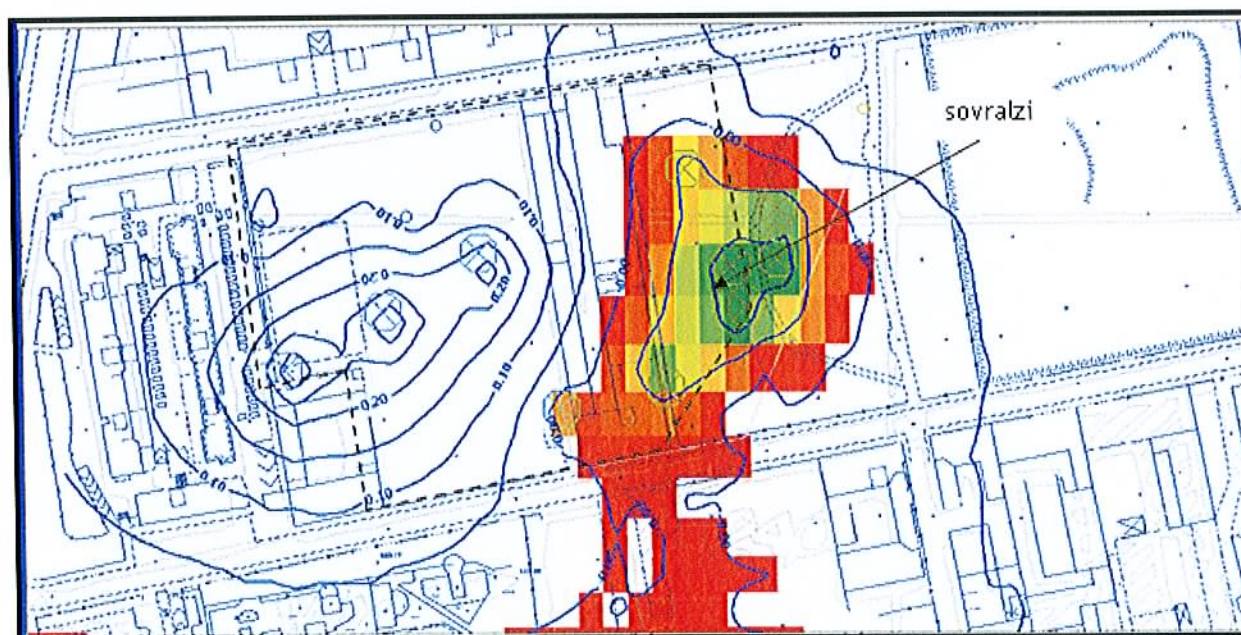


Figura 34: Rappresentazione degli abbassamenti (isolinee con valori positivi) e dei sovralti (isolinee con valori negativi) al termine del 43° stress period - luglio (i sovralti sono evidenziati dal riempimento colorato)

L'interazione fra i pozzi di prelievo e di re immissione in termini strettamente idraulici è stata studiata attraverso (Figura 35) l'elaborazione del particle tracking applicato ai 7 pozzi IW con l'impiego del software MODPATH. Questa elaborazione permette di evidenziare il percorso

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

advettivo delle particelle inserite in falda. Le particelle sono state inserite in corrispondenza dei sette pozzi. Il percorso delle particelle mostra che l'acqua reimessa segue la direzione naturale della falda verso S, ad esclusione dei pozzi IW1 ed IW4 su cui è evidente il richiamo dei pozzi di prelievo. Il tempo impiegato dall'acque reimessa per giungere ai PW è stimato in circa 10 giorni. Va precisato che si tratta di una previsione cautelativa poiché è previsto un funzionamento continuo dei PW, dovuto alla discretizzazione mensile, mentre nella realtà si prevede che per alcune ore al giorni (anche nel periodo di massimo utilizzo) i pozzi PW vengano disattivati. E' comunque allo studio una eventuale soluzione che preveda l'installazione di una valvola di strozzo meccanica con lo scopo di controllare la portata in ingresso ai pozzi IW1 ed IW4 fino ad un massimo di circa 10 l/s, convogliando la portata in eccesso nei pozzi IW2 ed IW3.



Figura 35: Rappresentazione del tracciamento delle particelle in corrispondenza dei sette pozzi di prelievo del quartiere Isola

Al fine di valutare anche "quantitativamente" l'effetto di circuitazione che si verrebbe a verificare si sono confrontati i bilanci di massa lungo una immaginaria sezione di deflusso posta ad interesse dei pozzi PW ed IW (cfr. Figura 36). Dalla sezione transitano, in corrispondenza

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

dello stress period 43, circa 3.2 m³/h pari al 2 % della portata totale reimpressa. Da un punto di vista strettamente idraulico l'interazione fra i due sistemi è dunque trascurabile.

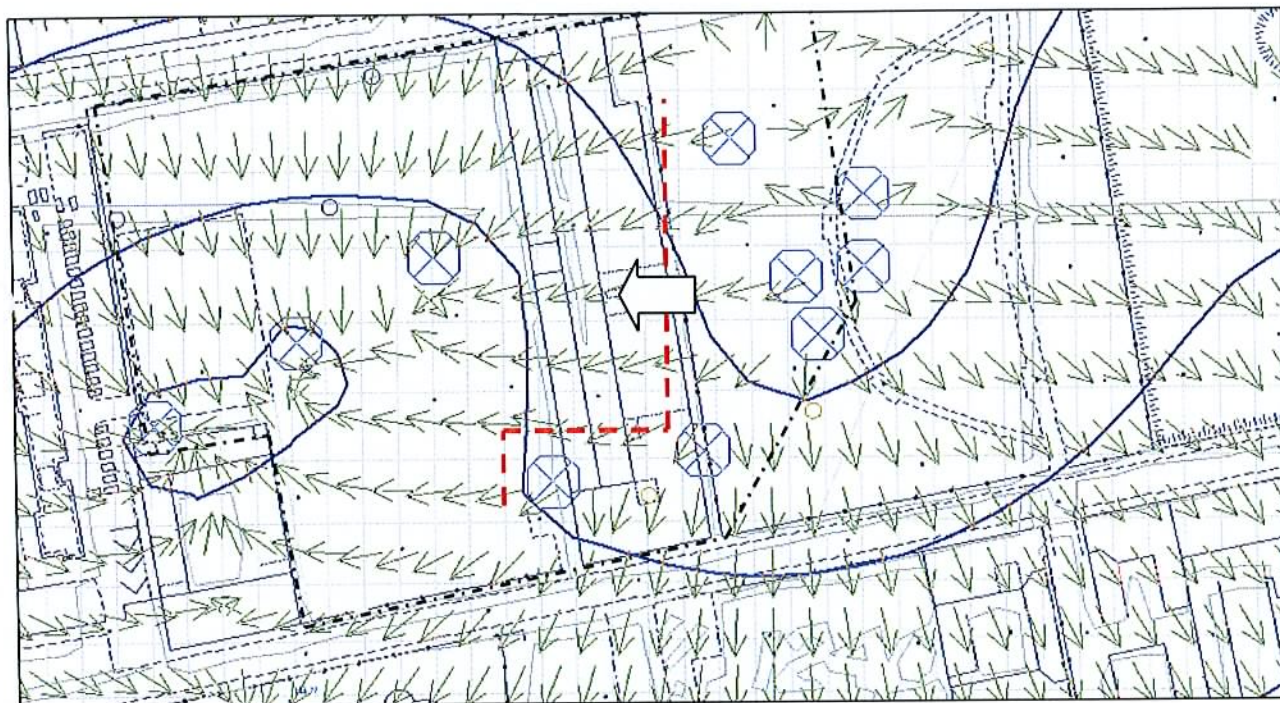


Figura 36: linee di flusso della falda in corrispondenza dell'area di intervento (in verde) e rappresentazione della sezione impiegata per calcolare il flusso della falda

Si propone infine il bilancio idrogeologico sull'area in condizioni dinamiche, confrontandolo con il bilancio in condizioni stazionarie (cfr. **Paragrafo 6.6.3**). La presenza dei pozzi PW ed IW, associata agli interventi in previsione in aree esterne (Garibaldi - Repubblica, nuova sede Regione Lombardia) comporta un incremento dei flussi transitanti nelle sezioni rappresentative dell'area, rispetto alla situazione indisturbata (cfr. graf. successivo). E' evidente come questo incremento riguarda per la quasi totalità solamente la I falda (acquifero A), mentre i quantitativi circolanti nell'acquifero B permangono simili alla condizione precedente. A ciò si aggiunga che dall'acquifero semiconfinato (falda B) si registra un limitato incremento degli afflussi (cfr. voce "scambi A-B"), comprovato anche dagli abbassamenti che con i pozzi attivi sono trascurabili (inferiori a 0.05 m). Focalizzando l'attenzione sugli ingressi nel I acquifero si desume che gran parte dell'acqua afferente i pozzi proviene dal lato nord (cfr. voce "in scenario1") mentre è trascurabile l'apporto dagli strati inferiori, sfruttati a scopo idropotabile.

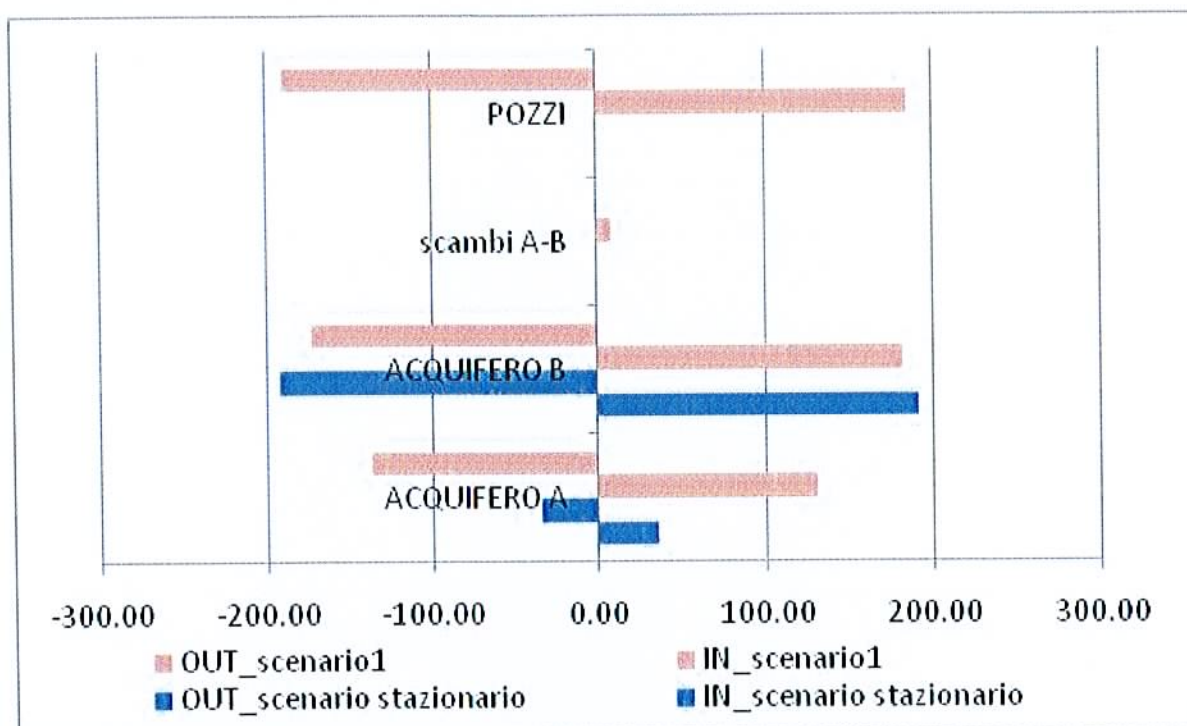


Figura 37: grafico dei flussi entranti ed uscenti dal quartiere Isola in condizioni stazionarie e con il sistema di pozzi PW ed IW attivi

6.7.2 Scenario 1a: simulazione del sistema pozzi PW-IW (consumi medi mensili) in assenza degli utilizzi futuri nelle aree limitrofe

Lo scenario valutato nel paragrafo precedente è stato oggetto di una verifica rispetto al comportamento a partire da una condizione piezometrica iniziale differente. Nello scenario 1 infatti la distribuzione iniziale dei carichi ha previsto che gli utilizzi dell'acqua di falda per scopi medesimi nelle aree prossime al quartiere Isola fossero già attivi (cfr. **Tabella 12**). In questa situazione i carichi iniziali nel quartiere Isola si attestavano a circa 10.4-104.1 m slm, con un abbassamento di 2.1 m rispetto alla situazione stazionaria. Si è quindi voluto valutare i carichi piezometrici finali in assenza di questi prelievi aggiuntivi, ovvero con una distribuzione iniziale dei carichi di circa 2 m più alta. Lo scopo è stato quello di verificare il margine di sicurezza del funzionamento dei pozzi IW che verranno realizzati a circa -15 m dall'attuale piano campagna (circa 108 m slm). Il risultato evidenzia che i prelievi mitigano gli effetti della re immissione, che non provoca sovralti superiori al metro. il livello piezometrico massimo si ottiene nel mese di Luglio con una quota di 106 m slm che consentono di mantenere uno spessore insaturo soddisfacente di circa 2 m.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

6.7.3 Scenario 2: simulazione del sistema pozzi PW-IW (consumi giornalieri)

Al fine di valutare non solo l'andamento mensile medio ma anche le portate di picco giornaliere nel mese più critico (Luglio), è stata condotta una simulazione in regime transitorio della durata di un giorno al fine di valutare la risposta dell'acquifero a queste condizioni di stress massimale. La configurazione adottata per tale simulazione è sempre quella dei tre pozzi di prelievo più i sette pozzi di re immissione. Le portate utilizzate nel corso della simulazione sono visibili nella **Tabella 12** qui di seguito; il funzionamento è distribuito lungo le 24 h giornaliere.

ORA	Pozzi Estrazione (3)	Pozzi Immissione (7)
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
7	0.00	0.00
8	-34.33	4.90
9	-46.00	6.57
10	-57.33	8.19
11	-68.67	9.81
12	-80.33	11.48
13	-96.33	13.76
14	-106.00	15.14
15	-103.00	14.71
16	-111.33	15.90
17	-107.67	15.38
18	-108.33	15.48
19	-99.00	14.14

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

20	-80.33	11.48
21	-34.33	4.90
22	-11.33	1.62
23	0.00	0.00
24	0.00	0.00

Tabella 12: Portate orarie per pozzo nel mese di massimo consumo (m³/h)

Come condizione iniziale della piezometria è stata impostato la distribuzione dei carichi identici a quelli dello scenario mensile. Gli abbassamenti nei pozzi PW raggiungono fra le 16 e le 17 i 0.6 m, mentre i sovralti (per i quali non si è tenuto conto in questo scenario della quota parte destinata all'irrigazione) nei pozzi IW si assestano sui 0.5 m.

6.8 Conclusioni

Nel presente capitolo sono stati analizzati gli effetti sulla falda dovuti allo schema di pompaggio previsto per l'alimentazione delle pompe di calore del quartiere Isola nel comune di Milano in un'area su cui sono previsti altri interventi analoghi ("Porta Nuova Garibaldi"; "Porta Nuova Varesine" e area altra sede Regione Lombardia).

Dallo studio condotto si conclude che:

- il layout ottimale del sistema di prelievo - reimmissione prevede 3 pozzi di prelievo (PW) e 7 pozzi di re immissione (IW) ubicati ad una distanza di 80 m circa;
- gli abbassamenti che si registrano a fronte del massimo fabbisogno di raffrescamento estivo, al netto delle perdite di carico all'interno del pozzo, risultano nell'ordine di 0.3 m;
- i sovralti dovuti alla reimmissione dell'acqua prevista con 7 pozzi di immissione sono al massimo di 0.2 m;
- all'esterno del sito l'effetto dell'intervento è pressoché trascurabile; solo in un ridotto intorno del sito (circa 200 m) la piezometria subisce l'influenza dei prelievi e della re immissione;
- gli scambi con il sottostante acquifero semiconfinato risultano di ridotta rilevanza;
- si instaura una limitato richiamo fra le acque reimmesse e le acque prelevate che dal punto di vista idraulico risulta del tutto trascurabile;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- tenendo presente la scelta operata di realizzare 5 dei 7 i pozzi di re immissione (oltre che ai 3 pozzi di prelievo) nell'ultimo piano interrato (vale a dire a circa 15 m dl p.c. attuale), la porzione di terreno insaturo sulla verticale dei pozzi di re immissione permane superiore a 5 m nello scenario con i consumi mensili e pari a circa 4 m nello scenario con i fabbisogni orari di picco.

L'acquifero A è dunque in grado di sopportare i pompaggi in progetto con un depauperamento più che accettabile della risorsa idrica sotterranea e i prelievi richiesti non danneggiano la falda sfruttata a scopo idropotabile. La realizzazione dei pozzi IW a -15 m dall'attuale piano campagna non comporta impedimenti nella fase di re immissione ma necessità di adeguati monitoraggi piezometrici per tenere sotto controllo la soggiacenza della falda stessa ed una meticolosa fase di perforazione e completamente degli stessi.

7 MODELLO TRASPORTO DI CALORE

7.1 Considerazioni preliminari

Il modello numerico precedentemente implementato per le simulazioni del moto della falda (Capitolo 5) è stato utilizzato per valutare gli effetti della reimmissione in termini di interferenza termica fra i pozzi di reimmissione (IW) e prelievo (PW) e più in generale le variazioni di temperatura (ΔT) in falda. Infatti per il riscaldamento / raffreddamento del complesso di Isola è previsto l'impiego di pompe di calore acqua - acqua (GWHPs, Ground Water Heat Pumps) attraverso lo sfruttamento dell' acqua di falda. La pompa di calore è una macchina che permette di spostare calore da un ambiente a livello termico più basso ad un ambiente a livello termico più alto mediante l'apporto di energia dell'ambiente esterno. Nel progetto di Isola l'impianto prevede l'installazione di un sistema bivalente per il riscaldamento (mesi invernali ott-apr) ed il raffreddamento (estivi, mag-set). Secondo il progetto si prevede di re immettere nei mesi estivi l'acqua di falda ad una temperatura di 20° C sfruttando un ΔT ipotizzato di circa 5° C. Uno dei criteri di verifica che viene adottato in Provincia di Milano prevede la valutazione dell'alterazione termica indotta nel tempo dalla re immissione di acqua a temperatura maggiore, dando importanza secondaria alla valutazione della reimmissione di acqua a temperatura minore nei mesi invernali. E' stato quindi analizzata attraverso il modello matematico l'influenza dell'immissione in falda di acqua "riscaldata", entro i limiti consentiti (ΔT ammissibile di 5° C).

Per lo scopo è stato utilizzato il codice di calcolo alle differenze finite MT3DMS. (*U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2006.*)

MT3D viene normalmente usato per la simulazione del trasporto advettivo-dispersivo di soluti disciolti nelle acque sotterranee considerando appunto i fenomeni di advezione, dispersione, diffusione ed alcune reazioni chimiche di base. Attraverso una correlazione fra l'equazione del trasporto di un soluto in falda e l'equazione del trasporto di calore in falda è possibile utilizzare MT3D per ottenere simulazioni indicative dell'interferenza termica dovuta all'immissione di acqua ad una temperatura diversa da quella di falda, in sostituzione di codici di calcolo in grado di simulare variazioni di densità (a cui sono legate le variazioni di temperatura e di flusso) come Feflow (Wasy, oggi DHI) oppure Seawat (USGS).

Dalla simulazione è stato possibile ricavare indicazioni sulla:

- entità della circuitazione termica fra i pozzi di presa (PW) ed i pozzi di resa (IW);

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- modalità di sviluppo della “bolla di calore” generata dalla reimmissione di acqua ad una temperatura maggiore dell’acqua contestualmente prelevata.

7.1.1 Semplificazioni adottate nella simulazione di trasporto di calore

In generale il trasporto di calore in falda è dovuto a due processi:

- il cambio in temperatura fa variare la densità dell’acqua;
- la variazione di densità dell’acqua perturba il naturale flusso della falda che muove il calore per convezione.

Anche se l'accoppiamento tra i due fattori è relativamente debole, la soluzione dei due problemi in modo accoppiato è molto più impegnativo rispetto alla semplice simulazione del flusso di acque sotterranee oppure il trasporto di soluti.

Tuttavia, se noi disaccoppiamo il problema del trasporto di calore assumendo che la dinamica del flusso sotterraneo non è influenzata dalla temperatura allora si può simulare il trasporto di calore utilizzando un codice numerico standard come ad esempio MT3D.

Le sostituzioni da eseguire per un’adeguata simulazione del trasporto di calore sono le seguenti:

$$\rho_h \cdot K_d \rightarrow \frac{(1-\theta) \cdot c_s \cdot \rho_s}{c_w \cdot \rho_w}$$

$$D^* \rightarrow \frac{\lambda}{\theta \cdot c_w \cdot \rho_w}$$

I seguenti processi sono analoghi per il trasporto di calore e di un inquinante nella acque di falda:

Ritardo termico	\longleftrightarrow	Fattore di ritardo
Convezione termica	\longleftrightarrow	Advezione
Conducibilità termica	\longleftrightarrow	Diffusione
Dispersione termica	\longleftrightarrow	Dispersione

7.2 Parametri implementati per il trasporto di calore

Il primo passo per l’implementazione di un modello di trasporto è l’inserimento nel programma dei parametri chiave del trasporto:

- Concentrazioni di inquinante alla fonte (nel caso in esame variazione di temperatura);
- Dispersionività;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Kd
- Densità del terreno.

Per simulare il pennacchio di calore si è deciso di implementare la simulazione con un valore pari a 5 nei pozzi di re immissione, IW), tale valore rappresenta il ΔT con cui viene reiniettata l'acqua di falda una volta passata attraverso gli scambiatori. Chiaramente tale condizione si verifica solo nei mesi estivi dove si ha un aumento di temperatura rispetto a quella prelevata, al contrario nei mesi invernali si ha una diminuzione della temperatura. Tale ultima condizione non è implementabile con MT3D in quanto non è possibile inserire dei valori di concentrazione negativi.

I risultati ottenuti sono quindi da considerarsi fortemente cautelativi in quanto non tengono conto del fatto che durante i mesi invernali si reinietti acqua ad una temperatura inferiore rispetto a quella di emungimento (all'incirca 10°C).

La fonte di calore è stata quindi inserita come una condizione di Neumann definendo un flusso di massa costante attraverso l'impostazione della portata di acqua reimpressa (m^3/s) e della relativa differenza di temperatura (ΔT) che viene associata. La **Tabella 13** riporta i dati inseriti per ogni anno.

MESE	Portata (mc/h)	Conc. (ΔT)
Gennaio	25.81	0
Febbraio	21.36	0
Marzo	12.59	0
Aprile	10.58	0
Maggio	10.63	5
Giugno	21.07	5
Luglio	26.34	5
Agosto	25.90	5
Settembre	22.16	5
Ottobre	10.25	0
Novembre	16.30	0
Dicembre	12.66	0

Tabella 13: Dettaglio portate di reimmissione e $\Delta T(^{\circ}C)$ associata per singolo mese

Per quanto riguarda i valori di dispersività sono stati desunti da fonti bibliografiche, in particolare con riferimento ad alcuni casi di prove pilota che hanno testato i risultati modellistici con dati di campo reali. Queste esperienze mostrano come i valori ottimali per tale parametro siano:

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Dispersività orizzontale α_X 14.4 metri
- Dispersività trasversale α_Y 1.44 metri
- Dispersività verticale α_Z 0.0144 metri

Il valore di densità del terreno è stato inserito pari a 1.7 tonn/mc che rappresenta, con buona approssimazione, il valore attribuibile ai litotipi sabbioso-ghiaiosi riscontrabili nel sottosuolo milanese.

Per quanto riguarda il K_d è stato invece calcolato in modo inverso, in quanto tale valore rientra nel calcolo del fattore di ritardo per gli inquinanti attraverso tale relazione:

$$R = 1 + \frac{\rho_b \cdot K_d}{n}$$

Il ritardo termico è invece dato dalla seguente relazione:

$$R = 1 + \frac{(1 - \theta) \cdot \rho_s \cdot c_s}{\theta \cdot \rho_w \cdot c_w}$$

Considerando:

Calore specifico sabbia	c_s	1381
Calore specifico acqua	c_w	4185
Densità acqua	ρ_w	1000
Densità sabbia	ρ_s	1700
Porosità	θ	0.25

Si è ottenuto così un valore di ritardo pari a 2.68, ed a questo punto è stato calcolato il valore di K_d che è risultato essere pari a 2.47E-001.

7.2.1 Ubicazione pozzi di reiniezione

Sono stati inseriti 7 i pozzi di re immissione (IW), considerati nella presente simulazione come fonti di calore; le portate di riferimento sono quelle inserite nello scenario modellistico precedente e riportate in **Tabella 11**. I pozzi sono stati inseriti come Analytic Element solo nel primo layer specificando la quota dei tratti filtrati.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

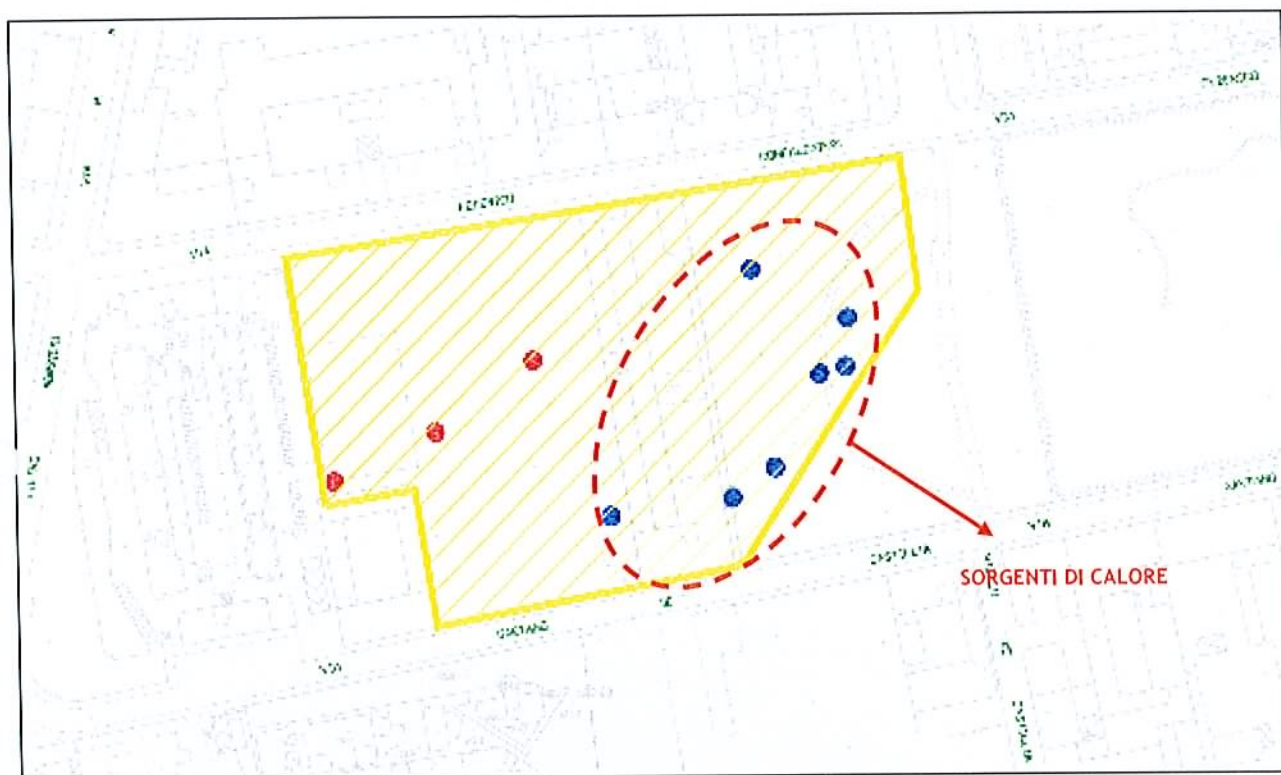


Figura 38: Ubicazione pozzetti di resa

7.3 Simulazione e risultati

La simulazione, composta da quarantotto Stress Period, ciascuno della durata di un mese, ha una durata di quattro anni, sufficiente a comprendere il trend dello sviluppo del plume di calore. Dalla simulazioni eseguite il plume di calore raggiunge una lunghezza di 280 m, ma nel suo sviluppo viene interrotto da alcuni pozzi di prelievo, esterni al sito di Isola che di fatto intercettano il flusso della falda nel tratto di acquifero considerato (cfr. pagg seguenti).

I risultati della simulazione vengono presentati sotto tre aspetti:

- dinamica di sviluppo della bolla di calore;
- valutazione dell'interferenza termica fra PW ed IW dell'impianto di Isola;
- verifica della variazione di temperatura nei pozzi di emungimento per PdC dell'area "Porta Nuova Garibaldi" e "Porta Nuova Varesine";
- variazioni di temperatura lungo la linea di deflusso ai limiti del modello.

Oltre alle carte della distribuzione simulata di dT si presentano anche curve di breakthrough ottenute inserendo nel modello degli "observation points" nei punti di interesse. Da essi si ricava il profilo del dT simulato nel tempo. Gli "observation points" sono stati previsti per i pozzi di

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

prelievo (PW) del quartiere Isola e per la valutazione degli effetti di variazione termica indotti sui pozzi delle aree di “Porta Nuova Garibaldi” “Porta Nuova Varesine” e “Nuova sede Regione Lombardia” sono stati inseriti degli “observation points” in corrispondenza di alcuni pozzi previsti nelle suddette aree. Gli “observation points” sono stati inseriti nel primo layer corrispondente all’acquifero superficiale (Gruppo acquifero A).

Infatti qualora si riscontri una variazione di temperatura presso i pozzi di presa questo comporterà come conseguenza un ulteriore aumento della temperatura nei pozzi di restituzione in quanto il principio di funzionamento degli scambiatori prevede che ci sia un ΔT di 5 gradi tra acqua di falda emunta e reimpressa indipendentemente dal suo valore.

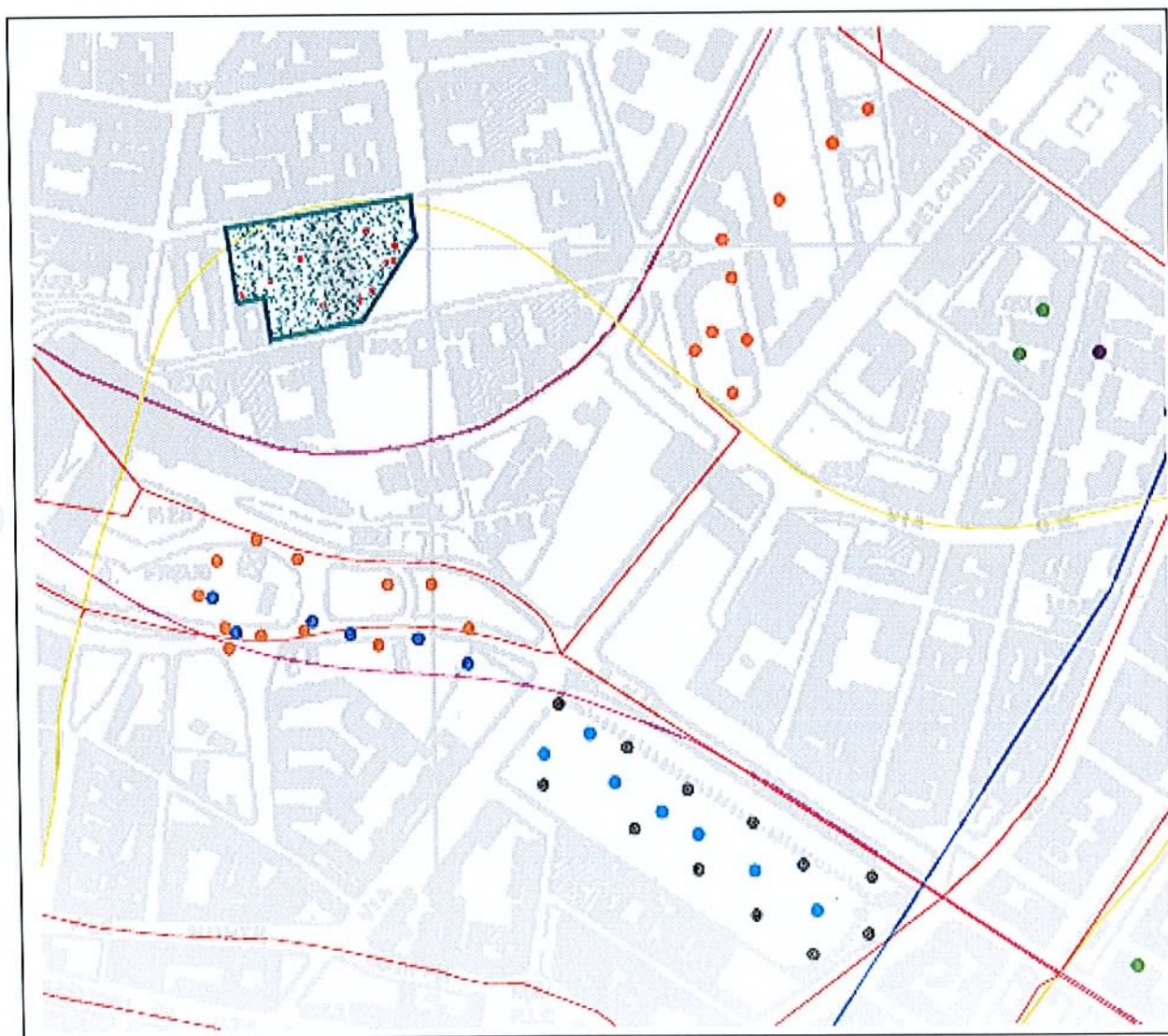


Figura 39: Pozzi presenti nei dintorni dell'area di intervento

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

7.3.1 Sviluppo della "bolla di calore"

Nelle figure seguenti si riporta il layout che rappresenta lo sviluppo della "bolla di calore". Prima di analizzare i risultati è doveroso precisare che la circolazione idrica sotterranea è fortemente influenzata dal pompaggio dei 24 pozzi ubicati nelle aree di intervento di "Porta Nuova Garibaldi"(12), "Porta Nuova Varesine"(12). Le simulazioni del regime di flusso evidenziano chiaramente l'azione di richiamo fatta dai pozzi suddetti che prelevano circa 27700 m³/g (Porta Nuova Garibaldi) e 23700 m³/g (Porta Nuova Varesine); nell'area si simula un gradiente di circa 0.35%. Ne consegue che lo sviluppo della "bolla di calore" è anch'esso governato dal prelievo dei pozzi dell'area suddetta. Prendendo come riferimento il termine del primo periodo di reimmissione di acqua ad una temperatura di 5°C maggiore rispetto a quella prelevata, in corrispondenza del mese di settembre di ogni anno, si evidenzia che il plume di calore, attivo da 4 mesi (maggio-settembre), ha percorso circa 260 m in direzione S con un fronte discretamente allargato pari a 230 m. Il fringe della "bolla di calore" si pone a ridosso dei pozzi E1-E10-E11 dell'area di "Porta Nuova Garibaldi" con un ΔT di circa 2°C. Lateralmente, l'influenza dei pozzi della "Nuova sede Regione Lombardia" deviano di poco il plume che comunque si allarga, con variazioni di temperatura minori in direzione E ($\Delta T < 1^\circ\text{C}$). I pozzi di prelievo del quartiere Isola vengono solo sfiorati dal plume in ragione della forte componente N-S della falda e del ridotto quantitativo di acqua che prelevano rispetto alle altre utenze presenti nell'area. Il dT_{\max} di circa 4°C si simula in una fascia compresa fra i 140 ed i 160 m dalla sorgente. Questa configurazione della "bolla di calore" si ripresenta costantemente al termine di ogni "ciclo estivo"; la figura in **Allegato 4** mostra la distribuzione delle variazioni di temperatura al termine del 45 stress period ovvero al termine del 9 mese del IV anno, che appaiono identiche a quelle del 9 stress period (9 mese del I anno in **Allegato 2**). Il plume si ripresenta con la stessa distribuzione ogni anno perché durante i mesi invernali, in cui a scopo cautelativo non è stata simulata la reimmissione di acqua ad una temperatura inferiore rispetto a quella contemporaneamente prelevata, si assiste dissoluzione di gran parte della "bolla di calore", come mostra la figura in **Allegato 3** (distribuzione delle dT al termine del 40 stress period, marzo del IV anno). Dalla simulazione si prevede dunque che dopo 6 mesi (settembre-dicembre) di disattivazione della sorgente di calore la distribuzione della temperatura in falda ritorna alle condizioni iniziali su gran parte dell'acquifero. Permane una variazione, prevista inferiore ad 1°C, in una ristretta fascia nell'area "Porta Nuova Garibaldi"

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

In profondità oltre i 35 m da pc, in corrispondenza del livello di separazione fra l'Acquifero A e l'Acquifero B non si evidenzia nessuna variazione di temperatura rispetto alla condizioni iniziale.

In sintesi le elaborazioni eseguite permettono di affermare che:

- la distribuzione della bolla di calore è fortemente influenzata dai gradienti idraulici a valle dell'area di studio, si propaga fino a circa 260 m a valle con un fronte piuttosto ampio di 200 m in corrispondenza dei pozzi E1-E10-E11 di "Porta Nuova Garibaldi";
- il dT maggiore si registra fino ad una distanza di circa 160 m dalla sorgente costituita dai pozzi di re immissione IW1-IW7;
- durante il periodo invernale (ottobre-aprile) pur non simulando la variazione negativa di dT dell'acqua reimpressa rispetto all'acqua di falda, la bolla di calore tende a scomparire;
- in profondità oltre i 35 m da pc non si registrano variazioni di temperatura.

7.3.2 Variazioni di concentrazione rilevate

Di seguito si presenta la curva di breakthrough registrata sul pozzo PW3. La simulazione ha mostrato come gli effetti indotti sull'acquifero dall'immissione di acqua riscaldata comportano una variazione di temperatura sui pozzi PW di circa 1.3 °C. L'incremento di T si registra dopo circa 140 giorni dall'inizio della simulazione, 20 giorni successivamente all'attivazione della reimmissione nei pozzi IW. Il ΔT totale dell'acqua previsto in entrate alle pompe di calore sarà inferiore poiché sui pozzi PW1 e PW2 si simulano variazioni di ΔT inferiori (PW1) o simili (PW2) a quella registrata sul PW3 e perché a scopo cautelativo non è stata simulato il ΔT negativo dei mesi invernali.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

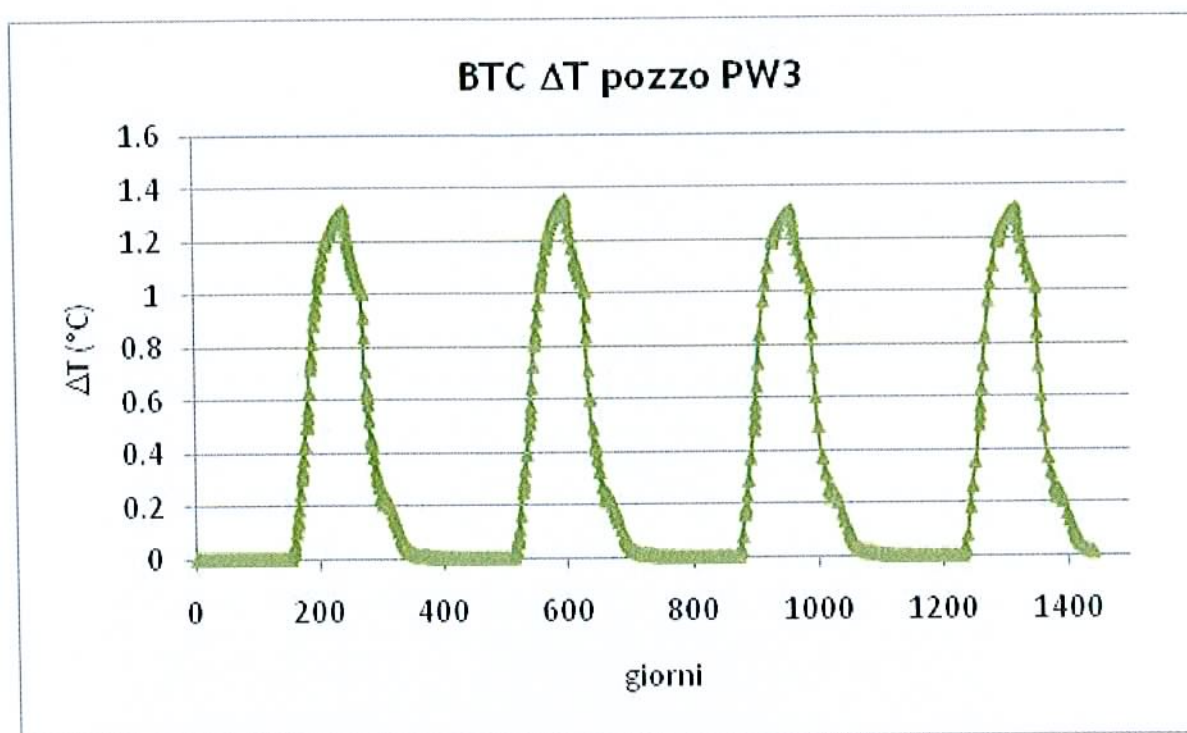


Figura 40: Variazioni di temperatura registrate ai due pozzi pubblici

7.4 Conclusioni

Le simulazioni condotte hanno evidenziato che la re immissione nell'Acquifero A delle acque prelevate a fini geotermici provoca una lieve alterazione termica nel tempo. Dai risultati, assai conservativi poiché non considerano il ΔT negativo della re immissione nei mesi invernali, si desume che nell'acquifero la bolla di calore dopo 4 anni non si spinge oltre i 300 m a valle, poiché intercettata dall'impianto previsto (e considerato nelle simulazioni) dell'area di "Porta Nuova Garibaldi" con un ΔT massimo di circa 3 °C. L'impatto generale sull'Acquifero A è comunque limitato ad una ristretta area intorno al sito oggetto dello studio. Nel transitorio si è evidenziato anche che durante i mesi invernali l'incremento termico si esaurisce quasi del tutto, probabilmente in seguito ai forti gradienti idraulici che si instaurano nell'area e alla potenzialità dell'acquifero in grado di abbattere la bolla di calore. Si esclude anche un interessamento delle falde destinate a scopo idropotabile. Infine il sistema open loop dei 3 pozzi PW e dei 7 IW, distanti fra loro circa 48 m, mostra una lieve interferenza termica valutabile, anche in questo caso con un ampio margine di sicurezza, di circa 1-1.5 °C.

8 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI POZZI

8.1 Pozzi di emungimento

La soluzione individuata prevede la perforazione di tre pozzi di emungimento aventi una profondità di circa 40 metri da piano campagna. Essendo il nuovo edificio composto da una serie di piani interrati la bocca pozzo sarà presumibilmente ad una quota inferiore di circa 12 metri al piano campagna (**Tavola 4**).

La **Tavola 2** mostra l'ubicazione dei pozzi sulla Carta Tecnica Comunale, nella **Tavola 7** si riporta invece la posizione sulla mappa catastale; tale distribuzione è stata dettata sia da esigenze legate alle strutture interne agli edifici sia cercando di minimizzare gli effetti di circuitazione con i pozzi di reimmissione (**Figura 41**)

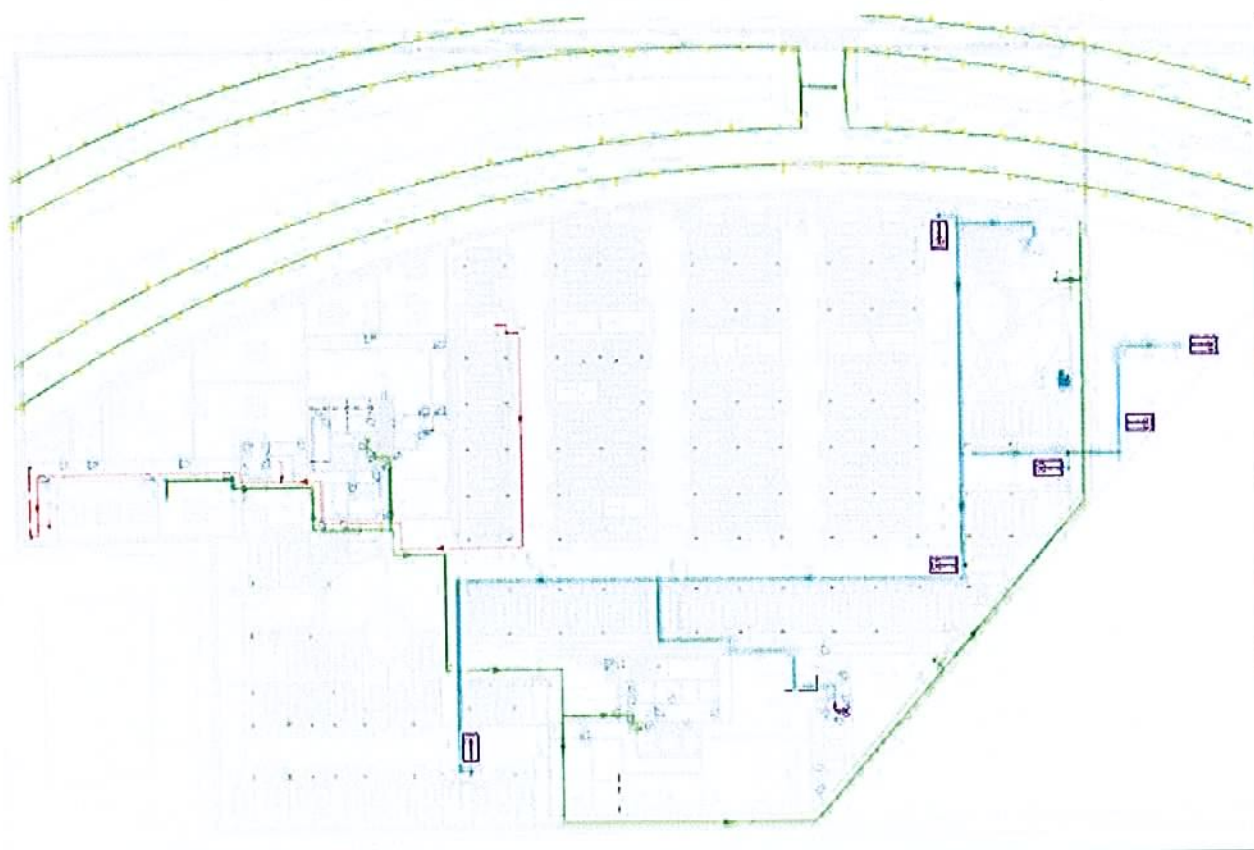


Figura 41: Ubicazione pozzi di prelievo e resa (in verde rete della metropolitana)

Come risulta dalla **Figura 41** all'interno del mappale su cui verranno perforati i pozzi è presente il tracciato della metropolitana, per tale ragione i pozzi sono stati posizionati così da non avere interferenze con il tunnel medesimo; anche la variazioni piezometriche indotte sulla falda

(Paragrafo 6.7) risultano essere di modesta entità e tali comunque da non produrre alcun effetto sulla galleria metropolitana.

8.1.1 Operazioni di perforazione

Profondità: il pozzo raggiungeranno una profondità prevedibile di circa 41 m;

Metodo di perforazione: data la profondità da raggiungere e i diametri di perforazione è possibile utilizzare il metodo a rotazione con circolazione inversa. È da evitare l'uso di fanghi bentonici che porterebbero a diminuire la permeabilità dell'acquifero tendendo ad ostruire i volumi dei vuoti (riduzione porosità).

Diametro di perforazione: è previsto un diametro di perforazione di circa 800 mm, costante per tutta la profondità di intervento.

Campionamenti: in fase di perforazione è previsto il campionamento dei terreni attraversati che dovranno essere conservati in sacchetti di plastica corrispondenti ad ogni livello descritto nella stratigrafia finale.

8.1.2 Operazioni di completamento e sviluppo

Diametro delle colonne di rivestimento: il pozzo sarà realizzato con un'unica colonna di diametro pari a 400 mm (16") in acciaio dello spessore indicativo di 6 millimetri che dovrà attestarsi alla profondità prevedibile di circa 41 m;

Filtri: sono previsti filtri a ponte da posizionare a profondità comprese tra circa 21 e 40 m;

Dreno: verrà inserito ghiaietto siliceo selezionato e calibrato con percentuale di silice maggiore dell'80% (di granulometria stabilita in base all'analisi dei terreni) per uno sviluppo lineare leggermente superiore a quello dei filtri;

Cementazione: è da prevedere una cementazione con boiaccia dell'intercapedine alle spalle del rivestimento definitivo, da 14 metri dal piano campagna (base del terzo piano interrato meno avampozzo) sino a circa 16 metri di profondità;

Riempimento: è da prevedere un riempimento con ghiaietto lavato di cava da -16 m da piano campagna fino a 21 m da piano campagna;

Spurgo: sono da prevedere operazioni di spurgo da effettuare, in una prima fase mediante pistonaggio (per una durata minima di 2 ore effettive); in una seconda fase si procederà al solo spurgo mediante installazione di una pompa elettrosommersa la cui durata, comunque non inferiore alle 6 ore effettive per ciascun pozzo, dovrà protrarsi fino al raggiungimento della

completa chiarificazione dell'acqua emunta. L'elettropompa provvisoria da installare servirà successivamente anche per le prove di pompaggio e dovrà garantire una portata indicativa di 25 l/s;

Prove di pompaggio: a pozzo ultimato saranno effettuate prove di pompaggio su almeno un pozzo della durata minima di 8 ore per la verifica della potenzialità e dei parametri idrogeologici dell'acquifero.

Saranno eseguite sia prove a portata costante che a portata variabile.

8.1.3 Opere varie e collegamenti

Terminate le operazioni di perforazione e completamento del pozzo si dovrà procedere alla realizzazione delle seguenti opere accessorie:

Opere elettromeccaniche: i nuovi pozzi saranno equipaggiati con pompa sommersa e collegati alla rete di collettamento delle acque con destino ultimo la reimmissione in falda; le pompe sommerse da installare nei pozzi avranno le seguenti caratteristiche medie:

- $Q_{max} = 120 \text{ mc/h}$;
- $H = 25\text{-}30 \text{ metri}$.

Il sistema di prelievo delle acque sarà attrezzato con sonda di minima e di massima, in modo da poter gestire in condizioni di sicurezza le apparecchiature elettromeccaniche garantendo una migliore efficienza dell'impianto. Il pozzo sarà dotato di testa realizzata in acciaio con valvola a sfera per prelievi.

Tubazioni di collegamento all'impianto di condizionamento/riscaldamento e apparecchiature idrauliche, ogni pozzo sarà dotato delle seguenti apparecchiature:

- n.1 misuratore di portata DN 200 mm;
- n.1 saracinesca DN 200 mm a corpo ovale con cuneo gommato;
- n.1 idrostop DN 200 mm.

Opere accessorie: Una volta completate le operazioni di realizzazione dell'edificio saranno installate le teste pozzo e gli strumenti in foro. Ciascun pozzo è dotato di:

- valvola regolazione del flusso;
- misuratore di portata acque estratte;
- presa campione valvolata;
- manometro per la lettura pressione a testa pozzo;
- sonde di minimo e massimo livello.

Nella **Tavola 5** viene riportato lo schema del pozzo e la relativa cameretta, tuttavia tali dettagli potranno essere oggetto di modifica in sede di esecuzione definitiva delle opere murarie sulla base di esigenze tecnico-costruttive.

8.2 Pozzi di resa

La soluzione individuata prevede la perforazione di sette pozzi di re-immissione. Essi permetteranno di scaricare in falda (reimettere) le acque utilizzate dalle pompe di calore. Le caratteristiche degli otto pozzi sono identiche. La **Tavola 2** mostra l'ubicazione dei pozzi di immissione previsti sulla Carta Tecnica Comunale in scala 1:2000; nella **Tavola 7** si riporta invece l'ubicazione sulla mappa catastale. Infine, le caratteristiche tecniche e la stratigrafia di massima sono descritte di seguito ed illustrate in **Tavola 6a** e **Tavola 6b**. I pozzi IW2 e IW3 (cfr **Tavola 2**), esterni all'area in cui verranno realizzati i piani interrati, verranno realizzati in maniera differente rispetto agli altri 5 in quanto la loro installazione avviene a partire dal piano campagna e non dal piano interrato -3 come avviene per gli altri pozzi di reimmissione.

8.2.1 Operazioni di perforazione

- profondità: fino a 27 m da p.c.;
- metodo di perforazione: esecuzione dei fori con tecnica a carotaggio continuo allo scopo di ridurre il detrito di perforazione e di assicurarsi di aver attraversato tratti di acquifero a permeabilità adeguata; eventuali modifiche alle tecniche di perforazione saranno valutate;
- diametro di perforazione: 800 mm

8.2.2 Operazioni di completamento e di sviluppo

- posa in opera da piano campagna a fondo foro di tubazione permanente di rivestimento in acciaio, diametro previsto 400 mm (16");
- filtro: tratto filtro da -15 m dal p.c. a fondo foro con aperture (slot) di 3.5 mm e coefficiente di apertura > 10% della superficie totale laterale, per i pozzi IW2 e IW3 invece il tratto filtrato sarà da -3 m da p.c. fino a fondo foro;
- dreno: inserimento di ghiaietto siliceo $\Phi=4\text{mm}$ calibrato per uno sviluppo lineare da -13 m da p.c. fino a fondo foro (da -3 m da p.c. a fondo foro));

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- cementazione: malta cementizia da -14 m da p.c. a -15 m piano campagna (da -2 m da p.c. a -3 m da p.c. per i pozzi IW2 e IW3);
- tubo di immissione acqua: linea di immissione in acciaio zincato con diametro 8" (circa 200 mm) con la quota di immissione prevista a -15 m dal piano campagna (-3 m da p.c. per i pozzi IW2 e IW3);
- installazione della testa pozzo munita di flangia da realizzarsi in modo da permettere il passaggio dei sistemi di alimentazione dell'acqua da iniettare in falda;
- spurgo: i pozzi andranno a lungo spurgati con elettropompa in modo da eliminare eventuali intasamenti dovuti alla perforazione. Lo spurgo andrà eseguito mediante cicli di immissione ed estrazione delle acque al fine di evitare la formazione di accumuli di particelle fini nel terreno circostante il pozzo. Lo spurgo verrà protratto finché gli effluenti non saranno chiari e liberi da materiale in sospensione;
- prova di pompaggio: su ogni pozzo sarà eseguito un test di collaudo mediante prova a gradini di immissione crescenti secondo le portate massime previste da reimmettere in falda.

Lo schema sopra descritto è da applicarsi a tutti i pozzi.

8.2.3 Opere accessorie

Una volta completato il pozzo saranno installate le teste pozzo e gli strumenti in foro. Ciascun pozzo è dotato di:

- valvola regolazione del flusso;
- misuratore di portata acque immessa;
- presa campione valvolata;
- manometro per la lettura pressione a testa pozzo.

9 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

L'analisi delle alternative ha lo scopo di individuare le possibili soluzioni diverse da quelle di progetto e di confrontarne i potenziali impatti con quelli determinati dall'intervento proposto. Le tipologie di alternative che possono essere prese in considerazione nell'ambito di uno Studio di Impatto Ambientale possono essere:

- alternative strategiche;
- alternative di localizzazione;
- alternative di processo, cioè relative alla tecnologia proposta;
- alternativa zero, cioè la non realizzazione del progetto.

Per il progetto in esame non sono ipotizzabili alternative strategiche, cioè misure diverse per realizzare lo stesso obiettivo.

Per quanto riguarda le alternative localizzative, l'intervento viene realizzato di pari passo con la riqualificazione del quartiere Isola.

Pertanto non ha senso parlare di alternative nella localizzazione dell'impianto di emungimento falda che deve necessariamente essere collegato, e pertanto prossimo, ai complessi in progetto. Eventuali alternative localizzative potrebbero riguardare il posizionamento di ciascuno dei 10 pozzi (3 di emungimento e 7 di resa), ma la disposizione individuata permette di integrare al meglio gli impianti all'interno degli edifici in progetto senza occupazione di ulteriore suolo e pertanto è stata ritenuta la soluzione migliore.

La possibile alternativa di processo, rappresentata dal sistema di condizionamento tradizionale con caldaie a metano e gruppi frigoriferi alimentati ad energia elettrica, è decisamente più impattante per le componenti aria e rumore, particolarmente critiche nella zona centrale di Milano dove il progetto si inserisce.

A questo proposito si rimanda alle valutazioni dei **Paragrafi 5.2.**

Pertanto risulta decisamente migliore la soluzione proposta di realizzare un impianto di condizionamento utilizzando acqua di falda.

L'alternativa zero non è risultata significativa in quanto il progetto è intrinsecamente legato al recupero urbanistico già approvato.

PARTE 4 - QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

10 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Cartograficamente l'areale in cui sono ubicati i pozzi in oggetto è ricompreso nei seguenti elaborati:

- Sezione C.T.R., scala 1.10.000, n. B6b2 Milano;
- Carta tecnica Comune di Milano - Edizione 2004 , scala 1:000, n. F08_4 e E08_3.

Nella **Tavola 12** è riportata l'ubicazione dei pozzi e l'inquadramento generale dell'area su Carta Tecnica Regionale a scala 1:10000.

Dal punto di vista catastale si ricorda che le aree su cui si collocano i pozzi di prelievo e di resa dei nuovi edifici sono le seguenti (cfr. **Tavola 7**):

- Pozzo emungimento n. 1: Foglio n. 225, mappale n. 524 del Comune di Milano;
- Pozzo emungimento n. 2: Foglio n. 225, mappale n. 292 del Comune di Milano;
- Pozzo emungimento n. 3: Foglio n. 225, mappale n. 522 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 1: Foglio n. 225, mappale n. 525 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 2: Foglio n. 225, mappale n. 527 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 3: Foglio n. 225, mappale n. 525 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 4: Foglio n. 225, mappale n. 525 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 5: Foglio n. 225, mappale n. 525 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 6: Foglio n. 225, mappale n. 525 del Comune di Milano;
- Pozzo di resa n. 7: Foglio n. 225, mappale n. 522 del Comune di Milano.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

11 LITOSFERA

Per la ricostruzione della struttura idrogeologica e quindi del modello fisico concettuale di riferimento, necessario per una corretta interpretazione di tutte le voci del bilancio idrico sotterraneo che riguarda il settore di pianura in esame e per la caratterizzazione idrogeologica degli acquiferi (trasmissività, conducibilità idraulica, spessore acquiferi, etc.) - sono stati censiti e analizzati tutti i dati stratigrafici che si sono resi disponibili per l'area di studio.

Nei paragrafi successivi sono esposti gli elementi raccolti per giungere alla ricostruzione del modello fisico del sottosuolo. In sintesi sono stati studiati i seguenti aspetti:

- caratteristiche litologiche e idrogeologiche del sottosuolo dell'area;
- sezioni idrogeologiche;
- carte tecniche relative alle caratteristiche geometriche dell'acquifero (base e spessore degli acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area);
- andamento della falda e sue escursioni stagionali e pluriennali;
- posizione dei pozzi pubblici e privati che ricadono in un intorno significativo all'area interessata dal progetto ed analizzati i quantitativi di acqua sollevati dai pozzi stessi;
- parametri idrogeologici degli acquiferi identificati nell'area di studio;
- voci di bilancio idrico comprese le voci legate agli apporti meteorici ed irrigui.

11.1 Caratteristiche geologiche

Nell'area esaminata affiorano unità riferibili al substrato litoide, diagenizzato e tettonizzato, i cui termini più recenti risalgono all'Oligocene, su cui poggiano varie unità, la cui età va dal Pliocene all'Olocene, sede o base di acquiferi e quindi interessanti dal punto di vista idrogeologico.

Gran parte delle unità che si rinvencono in affioramento si immergono verso sud.

L'evoluzione plio-quadernaria della Pianura Padana, all'interno della quale si inserisce l'area in esame, può essere così sintetizzata:

- a) **Fase di ritiro del mare e di sedimentazione** dei depositi continentali fluvio-lacustri, deltizi e di pianura costiera (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore).
- b) **Fase glaciale Pleistocenica** che comprende le glaciazioni note in letteratura con i nomi di Gunz, Mindel, Riss e Wurm.
 - GUNZ: è la glaciazione più antica, sono i depositi più esterni

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- MINDEL: costituita da depositi in prevalenza limosi contenenti frazioni di materiali argillosi, sabbiosi e anche ciottoli.
- RISS: costituita da ghiaie con matrice sabbiosa di colore giallastro, con locale presenza di lenti conglomeratiche.
- WURM: depositi caotici costituiti da ghiaie e limi contenenti anche blocchi di notevoli dimensioni

c) Fase postglaciale olocenica di sedimentazione alluvionale e di erosione.

Vengono di seguito descritte le varie unità presenti nel sottosuolo milanese in base alle loro caratteristiche idrogeologiche.

SUBSTRATO INDIFFERENZIATO

Il substrato, che in quest'area comprende varie formazioni sedimentarie e cristalline con età dal Paleozoico al Terziario, non è stato distinto dal punto di vista idrogeologico, infatti le due unità più esterne (Gonfolite e Flysch), che hanno bassa o scarsa permeabilità fanno da filtro ai potenziali acquiferi delle rocce carbonatiche che si rinvergono nella fascia Prealpina. E' però possibile un'alimentazione lungo faglie e/o fratture sepolte.

VILLAFRANCHIANO

Con tale termine si comprendono varie unità non sempre ben distinte o con concordanza di attribuzione da parte degli studiosi che le hanno descritte e studiate.

Spesso chiamata unità Villafranchiana, è costituita da una porzione basale formata prevalentemente da argille e limi di color grigio-azzurro e da una sommitale costituita da sedimenti argillosi e limosi di colore grigio-giallo, contenenti lenti sabbiose.

Gli affioramenti più importanti si rinvergono lungo i solchi vallivi scavati dai fiumi Adda e Ticino. Tale unità è rappresentativa di un ambiente deposizionale deltizio-lagunale e, talora, anche lacustre intramorenico.

Queste argille sotto il Ceppo evidenziano il passaggio da un ambiente marino, la cosiddetta litozona argillosa ad uno transizionale e continentale, rappresentato dalla litozona sabbioso-argillosa.

La porzione basale, ricca in fossili marini, viene attribuita al Pleistocene inferiore (Calabriano). Esse costituiscono, avendo una scarsa permeabilità, la base degli acquiferi, salvo intercalazioni grossolane (sabbie, ghiaie e ciottoli) in cui vi è la possibilità di ritrovare localmente degli acquiferi sfruttabili.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Litologicamente sono argille varvate, argille e sabbie fossilifere, sabbie con strutture incrociate, che rappresenterebbero l'unghia più settentrionale di depositi marini pliocenici nella valle dell'Olona, depositi lacustri nel settore nord-orientale, ed in alcuni casi orizzonti argillosi nell'ambito del Ceppo.

Questa unità è rappresentata nel sottosuolo da una potente pila di sedimenti argillosi passanti verso l'alto a sabbioso-argillosi che vanno inspessendosi verso sud. In corrispondenza di Milano hanno uno spessore di varie centinaia di metri.

La base dell'Unità Villafranchiana ovviamente non riveste importanza dal punto di vista idrogeologico.

Al contrario le lenti sabbioso ghiaiose della porzione superiore possono formare acquiferi con falde confinate denominate "terzo acquifero".

CEPPO

Con tale termine si intendono i conglomerati che si ritrovano lungo le incisioni dei principali fiumi ed in numerosi pozzi della pianura che però non hanno una univoca origine di età.

Tale unità litologicamente è costituita da conglomerati ed arenarie da poco a molto cementati.

Da un punto di vista idrogeologico è importante la permeabilità secondaria che tale formazione talora presenta.

Per tale motivo il Ceppo è un potenziale acquifero che, ove affiora per incisione lungo le aste fluviali, è alimentato dalle acque superficiali provenienti dagli apparati morenici.

DEPOSITI GLACIALI

In questo raggruppamento sono comprese tutte le unità che costituiscono gli apparati morenici e che formano le varie cerchie moreniche di cui le più antiche (Gunz) sono le più esterne.

Litologicamente sono estremamente eterogenee e si rinvencono elementi dalle dimensioni dei blocchi fino a quelli delle argille.

La matrice limosa è abbondante per cui la loro permeabilità è da bassa a scarsa, salvo locali variazioni.

Vi è anche un ulteriore copertura di materiale loessico per cui hanno una bassa infiltrazione da parte delle acque superficiali.

Essi hanno uno spessore variabile fino a raggiungere i 40 metri che però potrebbe localmente essere maggiore.

Stratigraficamente si appoggiano al Substrato, alle "argille sotto il Ceppo" ed al Ceppo.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

DEPOSITI TERRAZZATI CON "FERRETTO"

Questa unità comprende i depositi fluvio-glaciali ed alluvionali che costituiscono i ripiani altimetricamente più elevati dell'alta pianura.

Essi si raccordano con le cerchie moreniche a monte e con il livello fondamentale della pianura tramite dei terrazzi oppure gradualmente lungo un piano leggermente inclinato.

Superficialmente sono alterati ed i prodotti di questo processo (ferretto) hanno spessore variabile da 2 a 78 m con una tipica colorazione rossastra.

Litologicamente sono costituiti da elementi arrotondati con diametro variabile e mediamente inferiore ai 10 cm.

E' presente una matrice sabbioso-argillosa.

Si ritiene che immergano a sud sotto il livello fondamentale della pianura e che gradualmente passino a termini più fini (ghiaie e sabbie) costituendo la parte inferiore della litozona ghiaioso-sabbiosa ove questa ha una maggiore presenza di termini sabbiosi.

Nella zona più meridionale i depositi terrazzati potrebbero passare a granulometrie ancora più fini, sabbie ed argille e quindi costituire la parte alta della litozona sabbioso-argillosa in quanto i suoi caratteri sedimentologici ne sarebbero l'espressione.

DEPOSITI LACUSTRI

Con tale termine sono stati indicati i depositi lacustri che caratterizzano la parte interna degli apparati morenici.

Litologicamente sono costituiti da sabbie fini limose e argille varvate ricche di resti vegetali e con strutture suborizzontali.

La loro importanza, dal punto di vista idrogeologico, è dovuta al fatto che rappresentano delle estese aree impermeabili, in cui non vi è possibilità di infiltrazione da parte delle acque superficiali.

ALLUVIONI ATTUALI E RECENTI

Questi depositi si rinvencono negli attuali alvei dei fiumi che formano la rete idrografica dell'area.

I più estesi sono quelli dei fiumi Adda e Ticino e subordinati quelli dei fiumi Olona e Lambro.

Essi sono costituiti da ghiaie prevalenti nel settore settentrionale che passano a termini più fini verso meridione.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

11.2 Caratteristiche geomorfologiche

L'area in esame si inquadra nella media pianura alluvionale in cui, dal punto di vista morfologico, sono riconoscibili solo i terrazzi fluviali attuali, anche questi parzialmente oblitterati dall'attività antropica di rimodellamento.

In tale contesto dunque l'aspetto più rilevante è legato all'intensa antropizzazione che incide profondamente sui processi morfogenetici naturali, soprattutto con il controllo della circolazione idrica superficiale e l'impermeabilizzazione del suolo ad opera di coperture artificiali.

Il territorio del Comune di Milano si caratterizza per la completa oblitterazione delle dinamiche morfologiche naturali: il reticolo idrografico risulta intensamente regimato ed il territorio pianeggiante è interrotto da piccole scarpatine ed avvallamenti di esclusiva genesi antropica.

Le quote altimetriche variano da 125 m s.l.m. a 120 m s.l.m. della parte terminale di viale Liberazione immediatamente a sud dell'area di studio.

L'unico elemento morfologico degno di nota è rappresentato dal paleoalveo del F. Lambro. L'antico alveo fluviale presenta ancora scarpate naturali o seminaturali in alcune porzioni del territorio, le quali incidono il piano della pianura di circa 2-2.5m.

Là dove non si ritrovano più tali scarpate si può osservare un graduale abbassamento del piano di campagna causato dalle attività antropiche.

Attualmente il F. Lambro scorre in un alveo quasi completamente rettificato dall'uomo delimitato da argini artificiali. (Tavola 8)

11.3 Caratteristiche litologiche di superficie

Di seguito si propone una descrizione, in successione cronologica dalla più antica alla più recente, delle diverse unità che compaiono nell'area di studio come descritte da vari Autori tra cui Nordio E. (1957), Riva (1957), Comizzoli et al. (1969), Cavallin et al. (1983), Francani, (1985) e le osservazioni litostratigrafiche sulle unità affioranti. I sedimenti hanno origine alluvionale, per deposizione dai corsi d'acqua, e glaciale (dove sono presenti colline moreniche); con il termine "fluvioglaciale", gli Autori intendono depositi alluvionali pleistocenici, contemporanei alle fasi di avanzata e ritirata dei ghiacciai.

Diluvium Antico (fluvioglaciale Mindel Auct.)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

È costituita da ghiaie a supporto di matrice, caratterizzate da un alto grado di selezione, disposte in letti suborizzontali o leggermente inclinati, con ciottoli poligenici generalmente arrotondati di diametro medio di circa 10 cm.

La matrice, abbondante, è prevalentemente sabbioso - argillosa di colore giallo - ocreo.

Superficialmente è presente un orizzonte di alterazione dal tipico colore rossastro avente spessore di alcuni metri prodotto da fenomeni di ossidazione, decalcificazione e argillificazione.

Questa unità affiora marginalmente a nord del territorio comunale dove è rappresentata dai depositi ghiaioso sabbiosi. Verso Ovest con il contatto con i depositi del Diluvium Medio Auct. mentre a Sud e a Est questa unità è rilevabile al di sotto delle alluvioni del Diluvium Recente.

I depositi che caratterizzano il Diluvium Antico sono riferibili ad un ambiente deposizionale alluvionale di piana fluvioglaciale caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua a canali intrecciati (braided rivers); dal punto di vista cronostratigrafico, sulla base di considerazioni geometriche e del grado di alterazione, sono stati associati a età contemporanee o immediatamente successive alla fasi glaciali quaternarie più antiche (Mindel Auct.).

Alla sommità dei depositi grossolani si rinviene ovunque un livello di 2 - 3 m di spessore, costituito da più coltri (almeno 2) di limi, presumibilmente eolici, profondamente pedogenizzati (ERSAL, 1999).

L'insieme dei depositi fluvioglaciali alterati e dei limi pedogenizzati di copertura viene definito tradizionalmente "ferretto", anche se a volte questo termine è attribuito solo alla parte più superficiale dell'unità, che affiora in territorio geograficamente più a nord rispetto all'area rilevata. (Area Parco delle Groane).

Questa denominazione, che per anni è stata utilizzata come definizione del marker dell'interglaciale Mindel - Riss, diventando tradizionale nella letteratura geologica, è attualmente considerata ambigua; è stato infatti dimostrato che il "ferretto", potendo derivare da processi paleopedologici instauratisi in età diverse, non può essere utilizzato come elemento di correlazione temporale (Cremaschi & Orombelli, 1982; Cremaschi, 1987).

Diluvium Medio (fluvioglaciale Riss Auct.)

Le aree di affioramento di questa unità si trovano sempre nella porzione settentrionale dell'area studiata. I sedimenti sono essenzialmente di natura ghiaiosa con ciottoli molto arrotondati con diametro medio di circa 10 cm, immersi in una matrice abbondante di colore giallo - marrone, a tessitura argilloso - sabbiosa.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

La natura litologica dei ciottoli è varia, ma raramente si hanno elementi clastici calcarei; il grado di alterazione dei sedimenti varia da medio ad elevato.

Questa tipologia di deposito è stata associata ad un ambiente deposizionale simile a quello del Diluvium Antico, ma cronologicamente posteriore, attribuibile al Riss Auct.

Localmente le ghiaie sono ricoperte da un orizzonte di depositi limosi e più frequentemente limoso - sabbiosi, lo spessore risulta di difficile individuazione, comunque compreso tra 1 e 1.5 metri.

I caratteri litologici peculiari di questo deposito sommitale sono l'estrema omogeneità e l'elevato grado di assortimento granulometrico.

Diluvium Recente (fluvioglaciale Wurm Auct.)

Vengono così definiti quei depositi di natura ghiaioso - sabbiosa, tradizionalmente interpretati come frutto di episodi di sedimentazione fluvioglaciale e fluviale delle ultime fasi glaciali (Wurm Auct.).

Questa unità, che costituisce il cosiddetto "livello fondamentale della pianura", affiora con continuità in tutta l'area di studio, interrompendosi solo in corrispondenza del terrazzo pleistocenico della valle del fiume Lambro.

Da un punto di vista tessiturale è infatti possibile distinguere tre fasce, denominate zona a ghiaie prevalenti, zona a ghiaie e sabbie e zona a sabbie prevalenti, con progressivo aumento delle componenti granulometriche finì da nord a sud.

In riferimento a questa suddivisione, l'area generalizzata di studio si inquadra nella zona a ghiaie e sabbie.

I depositi, stratificati nella maggior parte dei casi, sono costituiti da ghiaie e sabbie mal selezionate caratterizzati, come tutti gli elementi clastici, da un elevato grado di arrotondamento.

La tessitura della matrice è generalmente sabbiosa, anche se non raramente si ha un aumento della componente limoso - argillosa. Questo carattere è tipico delle porzioni più superficiali del deposito e sembra essere legato a fenomeni di liscivazione dagli orizzonti pedogenizzati ad opera delle acque di infiltrazione.

Alluvioni recenti e attuali

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

A questa unità sono attribuiti i depositi che affiorano in corrispondenza degli alvei dei corsi d'acqua; sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con locali intercalazioni di livelli sabbioso - limosi legati a fenomeni di esondazione.

L'elevata attività delle dinamiche deposizionali e le continue trasformazioni antropiche non consentono la formazione di un orizzonte di alterazione superficiale significativo.

Nell'area di indagine la successione dei depositi mindeliani e rissiani non affiora, ma è possibile rinvenirla in profondità al di sotto dei depositi würmiani dove, in relazione all'omogeneità dei caratteri litologici, viene accorpata in un'unica unità indistinta a litologia prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con frequenti alternanze di livelli limoso-argillosi.

11.4 Caratteristiche geodinamiche del territorio

Le caratteristiche geodinamiche del territorio si possono esprimere considerando i caratteri di sismicità e dai movimenti verticali del suolo.

11.4.1 Sismicità

I "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi e delle medesime zone" classificano il territorio comunale di Milano in zona sismica 4 secondo quanto espresso dall'accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresa tra 0,025 g e 0,050g (Zona a bassa sismicità) e riportato nella DGR 14964/2003.

La sismicità del territorio è legata alla sola presenza di attività neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettonogenetici relativi al periodo compreso tra il Pliocene e l'attuale (cioè negli ultimi 5,2 milioni di anni).

I movimenti neotettonici sono di tipo sia lineare, ovvero che si sviluppano lungo superfici di discontinuità preesistenti (faglie o superfici di sovrascorrimento) sia di tipo areale ovvero che determinano sollevamenti e/o abbassamenti differenziali.

Nella Carta neotettonica dell'Italia (Ambrosetti et al., 1987) il territorio del comune di Milano appartiene interamente ad un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene ed il Quaternario (Figura 42).

La pericolosità sismica, intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, è legata invece alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, al percorso di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e alla loro interazione con la geologia e la geomorfologia locale, è dunque come visto lo strumento di

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

previsione delle azioni sismiche attese su base probabilistica mentre la valutazione della pericolosità è propedeutica a qualsiasi azione di valutazione e mitigazione del rischio sismico. Le carte di pericolosità si basano quindi su parametri di scuotimento maggiormente significativi a fini ingegneristici (intensità macrosismiche e valori di picco dell'accelerazione).

I parametri si riferiscono alle azioni attese con una probabilità non superiore al 10% in 50 anni, valore standard assunto dalla normativa italiana e da molte normative internazionali per definire il livello di scuotimento da utilizzare ai fini della progettazione degli edifici per civile abitazione.

I massimi valori storicamente registrati nell'area milanese sono in ogni caso coerenti con quanto indicato dai più recenti studi sulla pericolosità sismica del territorio nazionale, nei quali vengono definiti i seguenti valori degli indicatori di pericolosità con probabilità di non superamento pari al 90% dei casi in 50 anni (G.N.D.T. e S.S.N. 1999):

- accelerazione orizzontale di picco a_{max} 0,025 - 0,050g
- intensità macrosismica IM.C.S. VI

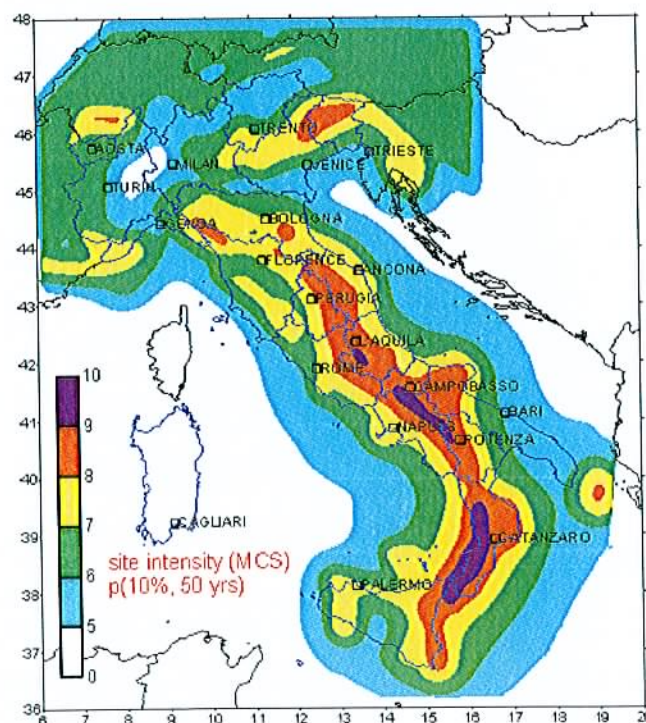


Figura 42: Intensità macrosismiche attese secondo la scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg). Secondo la scala MCS l'inizio del danno agli edifici si ha a partire dal 6° grado.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

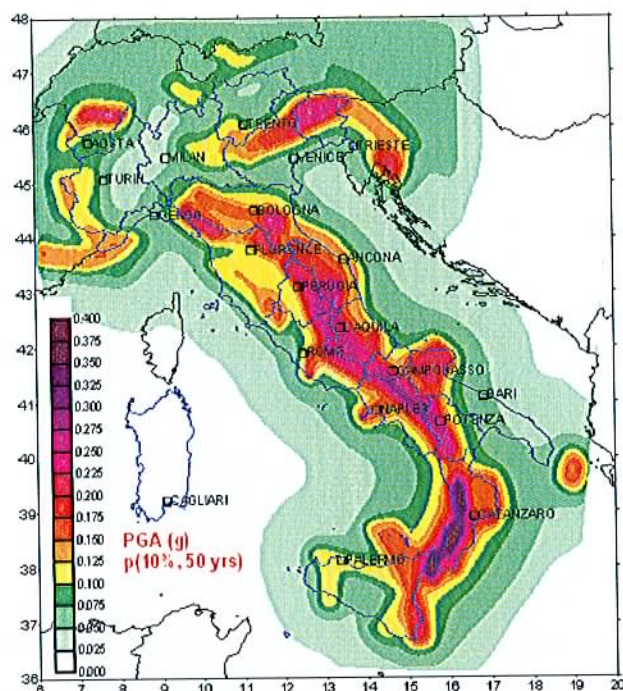


Figura 43: Picco di accelerazione, PGA (valori in g, accelerazione di gravità).

La carta mostra i valori del picco di accelerazione atteso al suolo su sito rigido di riferimento (per definizione $V_s > 800$ m/sec); gli intervalli (di $0.025g$, pari a circa 24.5 cm/s²) sono quelli previsti dall'ordinanza 3274 della PCM ai fini della classificazione sismica del territorio Italiano.

La nuova normativa sismica (allegata alla DPCM n° 3274 del 20 Marzo 2003) suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche in base al valore del parametro **ag** definita come accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi), ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità **g**.

Il territorio comunale come già affermato, ricade in Zona Sismica 4, a cui è stato attribuito un valore di **ag** pari a $0.15g$.

Questa suddivisione nazionale costituisce la prima macrozonazione sismica del territorio, che non tiene conto degli effetti locali legati alle caratteristiche geologico-strutturali, litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio comunale.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

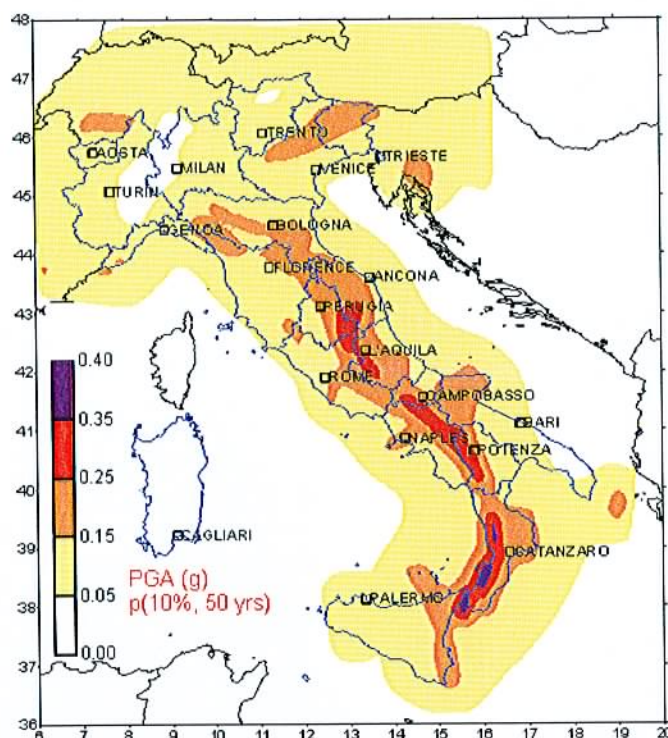


Figura 44: - PGA - Classificazione. La carta mostra i valori di PGA raggruppati secondo i limiti previsti dall'ordinanza 3274 della PCM per l'inserimento dei comuni in una delle quattro zone sismiche. Vale al riguardo la seguente corrispondenza: zona 4: $0.05 < PGA < 0.15g$

Il territorio di Milano viene definito a "bassa sismicità" e pertanto escluso dall'applicazione delle procedure di controllo previste dalla L.R. 46/85 e Regolamento attuativo, fermo restando l'obbligo dell'applicazione, in fase di progettazione, delle norme tecniche allegate all'Ordinanza n. 3274, secondo le modalità indicate dall'Ordinanza stessa e previste dal DM 14/09/2005 "Nuove norme tecniche per le costruzioni". Nella zona 4 le norme tecniche di cui all'Ordinanza si applichino esclusivamente per gli edifici strategici e per le opere infrastrutturali, di nuova realizzazione, la cui funzionalità durante gli eventi sismici potrà assumere rilievo fondamentale ai fini di protezione civile e per gli edifici e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

	SISMICITA'
Area Isola	Zona sismica 4 (DPCM n° 3274 del 20 Marzo 2003), bassa sismicità

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

11.5 Inquadramento idrogeologico

Nei suoi lineamenti fondamentali, la struttura idrogeologica dell'area è quella tipica e ben conosciuta della pianura milanese.

Le caratteristiche principali del sottosuolo evidenziano il progressivo affinamento dei caratteri litologici all'aumentare della profondità e una marcata e generale riduzione della granulometria procedendo verso Sud.

Ciononostante il sottosuolo del capoluogo lombardo è contraddistinto da una discreta omogeneità strutturale in quanto le principali caratteristiche litologiche e idrogeologiche si rinvencono con buona continuità areale.

Per la ricostruzione della geometria e dei rapporti tra i diversi acquiferi presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto, possono essere adottati criteri distintivi basati sull'identificazione di "unità idrostratigrafiche", le quali sono elementi contraddistinti da un'associazione di litotipi che presentano simile circolazione idrica sotterranea, rapporto di alimentazione-deflusso delle falde e disposizione geometrica rispetto agli altri acquiferi.

Secondo la suddivisione introdotta da Regione Lombardia, Eni Divisione Agip, 2002, nelle nuove seguenti unità idrostratigrafiche:

- Gruppo acquifero A (Olocene-Pleistocene Medio); all'incirca corrispondente all'unità ghiaioso-sabbiosa;
- Gruppo acquifero B (Pleistocene Medio); all'incirca corrispondente all'insieme delle unità sabbioso-ghiaiosa e a conglomerati e arenarie;
- Gruppo acquifero C (Pleistocene Medio); corrispondente alla parte superiore dell'unità sabbioso-argillosa;
- Gruppo acquifero D (Pleistocene Inf.); corrispondente alla restante parte dell'unità sabbioso-argillosa.

Le caratteristiche strutturali delle suddette unità, sono di seguito sinteticamente descritte.

Gruppo acquifero A (Fluviali Würm, Würm tardivo e alluvioni recenti Auct.) [Unità sabbioso ghiaiosa] - L'unità in esame è caratterizzata dalla netta prevalenza di litotipi grossolani con lenti argillose di limitato spessore ed estensione areale; nella terminologia di uso corrente viene identificata come "primo acquifero" in quanto forma la roccia serbatoio della falda libera del settore milanese.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Nei settori di alta pianura a Nord dell'area di studio l'unità in esame contiene una falda libera, in comunicazione con quella del "Ceppo", unicamente in alcuni settori localizzati riferibili a strutture di "paleoalveo", risultando insatura nelle restanti aree. Solo a partire dalla media pianura difatti, in relazione all'avvicinamento del livello piezometrico alla superficie del terreno, l'unità forma il primo acquifero (Francani e Pozzi, 1981). Per l'elevata permeabilità le aree di affioramento dei depositi fluvioglaciali würmiani assumono importanza nella ricarica degli acquiferi per infiltrazione da corsi d'acqua, canali o da precipitazioni (Francani e Pozzi, 1981, De Wrachien e Savi, 1993).

L'insieme degli acquiferi contenuti in questa unità e in quella successivamente descritta, viene identificato come "acquifero tradizionale" in quanto costituisce il corpo idrico sotterraneo contenente la falda tradizionalmente sfruttata dai pozzi dell'area milanese. Nella realtà questo complesso è formato da un sistema multifalda che viene assimilato ad un monostrato acquifero. Questa condizione strutturale assume un carattere ancor più marcato nelle aree di bassa pianura a Sud dell'area di studio dove, in relazione all'affinamento della granulometria dei terreni, l'unità in esame è caratterizzata già a partire dalla superficie dalla prevalenza di livelli limoso-argillosi ai quali si alternano terreni più grossolani (sabbie e sabbie con ghiaia), che formano acquiferi con falde semi-confinare o confinate.

In corrispondenza del territorio comunale di Milano l'unità ghiaioso-sabbiosa presenta uno spessore medio di circa 40 m e uno spessore saturo di circa 20 - 25 m nei settori Nord e 35 - 40 m in quelli a Sud.

Gruppo Acquifero B (Fluviali Mindel-Riss Auct.) [Unità sabbioso ghiaiosa] - Nell'area di Milano questo complesso, attribuito al Pleistocene Medio, forma la parte basale dell'"acquifero tradizionale" ed è identificata sotto l'aspetto idrogeologico come "secondo acquifero".

E' costituita da una alternanza di depositi ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi e limoso-argillosi, talora con lenti cementate conglomeratiche o arenitiche.

Nell'area di interesse il tetto dell'unità è rinvenibile ad una profondità di circa 30-35 m.

Anche in questa unità, procedendo verso Sud si verifica una riduzione di granulometria che conferisce caratteri litologici del tutto analoghi a quelli della sottostante unità sabbioso-argillosa in facies continentale.

Gli acquiferi contenuti in essa sono separati dalla falda sovrastante da diaframmi scarsamente permeabili costituiti da limi e argille, talora molto spessi (5-10 m) e quasi sempre molto estesi,

che limitano gli scambi tra la falda libera del primo acquifero e quella contenuta nel secondo acquifero.

Per tali motivi le falde in essa contenute risultano semi-confinare e localmente possono assumere caratteristiche prossime a quelle confinate.

Gruppo acquifero B ("Ceppo" Auct. p.p.) [Unità a conglomerati ed arenarie] - Questa unità è formata da litologie prevalentemente conglomeratiche, con arenarie in subordine, passanti localmente a ghiaie e sabbie. L'unità è estesa in gran parte del settore pedemontano e nella medio-alta pianura dove si rinviene nei primi 50-100 m di sottosuolo e dove forma la roccia serbatoio del primo acquifero; inoltre nelle zone pedemontane, in corrispondenza della valli più incise, il "Ceppo" affiora alla base dei versanti.

A partire dal settore meridionale del capoluogo lombardo, l'unità perde la propria connotazione litologica poiché viene sostituita lateralmente da terreni non cementati sia sabbioso-ghiaiosi che a minore granulometria; in queste aree viene di conseguenza accorpata ai terreni soprastanti formando un'unica unità sabbioso-ghiaiosa.

Nell'area interessata dalla realizzazione degli edifici del quartiere Isola il tetto dell'unità è rinvenibile a partire da profondità di circa 90 m (pozzo 151460184, centrale Comasina) e 100 m (pozzo 151460460, centrale Parco).

Gruppi acquiferi C e D [Unità Sabbioso-argillosa] - Sempre nell'ambito del Pleistocene medio e inferiore, in seguito alla regressione marina, si formarono depositi litorali, lagunari, palustri e alluvionali che individuano un'unità idrogeologica formata in prevalenza da argille e limi di colore grigio e giallo (con frequenti alternanze nella colorazione) con torbe, che forma il substrato della falda tradizionalmente sfruttata.

A questi litotipi sono intercalate lenti più o meno estese di sabbie, ghiaie e conglomerati che formano acquiferi con falde confinate che vengono identificati con la denominazione di "terzo acquifero" o "acquiferi profondi".

Per l'unità idrogeologica in esame sono in uso ulteriori terminologie tra cui Argille sotto il Ceppo ed Argille villafranchiane; queste definizioni, peraltro comprensive di tutti i termini argillosi, di ambiente marino o continentale, vengono frequentemente utilizzate nelle zone comprese tra il pedemonte e la media pianura, dove la sedimentazione di questi litotipi era connessa ad ambienti differenti (glaciale, palustre-lacustre e transizionale).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Unità Argillosa - E' formata prevalentemente da argille e limi di colore grigio-azzurro con fossili marini, alle quali sono subordinati livelli sabbiosi, generalmente di modesto spessore.

Il tetto di questa unità si rinviene nei pozzi per acqua della Centrale Martini a profondità superiori a circa 300 m. L'età è stata attribuita al Pleistocene inferiore, ma secondo altri Autori anche al Pliocene Superiore.

Poiché il progetto in esame interessa i depositi associati ai Gruppi Acquiferi A e B (quest'ultimo solo sotto forma di effetti indotti), corrispondenti a quello che è denominato Acquifero tradizionale (Martinis & Mazzarella 1971) saranno considerate nel presente lavoro solo le suddette unità.

Come emerso dalla ricostruzione idrogeologica effettuata, in corrispondenza dell'area interessata dalla realizzazione del complesso Garibaldi-Repubblica Le Varesine si individuano in sintesi i seguenti sistemi di falde:

- prima falda libera: contenuta nell'unità Ghiaioso-sabbiosa (Gruppo Acquifero A), con livello piezometrico a circa 19 m da piano campagna e base ad una profondità variabile tra 30-50 m;
- seconda falda semi-confinata: contenuta nell'unità Sabbioso-ghiaiosa (Gruppo Acquifero B), compresa mediamente tra 35-53 e 100 m di profondità.

A tale scopo, ricorrendo a tutti i dati stratigrafici a disposizione per l'area di studio, è stata elaborata la seguente cartografia riferita alla base del primo acquifero (Gruppo Acquifero A), sede della falda libera superficiale (**Tavola 9**).

11.5.1 Sezioni idrogeologiche e ricostruzione della struttura degli acquiferi

Per ricostruire con maggior dettaglio la struttura idrogeologica degli acquiferi presenti nell'area in esame sono state elaborate 2 sezioni (**Tavola 11**), una con andamento Nord-Sud, l'altra con andamento Ovest-Est e passanti entrambe per la zona oggetto di studio.

Tali sezioni si pongono con un grado di dettaglio intermedio tra le sezioni di dettaglio relative alla sola area di intervento (cfr. documentazione Hines "Richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale") e le sezioni a larga scala tratte dalla bibliografia (cfr "Criteri idrogeologici per l'ottimizzazione dell'attività estrattiva nella Provincia di Milano in funzione della compatibilità ambientale")

Queste sezioni a media scala hanno estensione tale da permettere la ricostruzione dei rapporti tra le unità idrogeologiche identificate nella zona oggetto di studio Milano con quelli ricostruibili

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

per i settori esterni che rappresentano, per il settore dell'alta pianura, le aree di alimentazione delle falde mentre, per il settore più meridionale, le aree di deflusso.

Sezione N-S: Per la ricostruzione di questa sezione di dettaglio si è ricorsi sia ai dati stratigrafici dei pozzi delle centrali acquedottistiche limitrofe al tracciato, sia ad alcuni pozzi privati di cui si sono rese disponibili le informazioni stratigrafiche. I dati stratigrafici reperiti per l'areale di interesse permettono di evidenziare nel dettaglio i caratteri principali del sistema acquifero tradizionale, contraddistinto localmente tra I e II acquifero, forniscono anche indicazioni sul sistema acquifero più profondo (che nell'area in esame si rinviene oltre i 100 metri di profondità), tuttavia visto le caratteristiche dell'opera, non verrà considerato in questa sede. Questa prima sezione mostra come l'unità ghiaioso-sabbiosa più superficiale manifesta una discreta omogeneità litologica e strutturale. Al di sotto dell'unità ghiaioso-sabbiosa si rinviene il secondo acquifero, separato dal primo dalla presenza del suddetto orizzonte argilloso che appare fortemente discontinuo anche se a scala di intervento appare invece tutto sommato continuo; tuttavia si può affermare che esiste una comunicazione, seppur limitata, fra i due sistemi acquiferi.

Sezione W-E: Per la ricostruzione di questa sezione di dettaglio si è proceduto analogamente al caso precedente. Appare evidente come tale sezione sia stata ricostruita sulla base di un numero di perforazioni inferiore ed anche la profondità di tali pozzi è sicuramente minore tanto che questa sezione non fornisce indicazioni sulle falde profonde (comunque non trattate in questa sede). Anche questa seconda sezione mostra come l'unità ghiaioso-sabbiosa più superficiale sia caratterizzata da una buona omogeneità litologica e strutturale. Al di sotto dell'unità ghiaioso-sabbiosa si rinviene il secondo acquifero, separato dal primo dalla presenza del suddetto orizzonte argilloso che appare decisamente più continuo (forse anche per il minore numero di punti che costringono ad una maggiore correlazione tra i punti) rispetto alla precedente sezione.

Una volta definite le sezioni si è cercato anche di ricostruire le basi degli acquiferi, in particolare:

- base dell'acquifero A;
- tetto dell'acquifero B;
- base dell'acquifero B.

È importante notare, come già detto in precedenza, che la zona in esame risulti di essere una zona di transizione tra acquifero monostrato ad acquifero A (falda libera) + B (falda semiconfinata); molti logs di perforazione infatti non presentano traccia del livello di

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)022228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

separazione tra le due falde e quindi in alcuni casi la ricostruzione della base dell'acquifero A e del tetto dell'acquifero B risulta quindi essere fittizia.

Nella figura qui di seguito si mostra un modello 3D del sottosuolo indicante:

- superficie verde Piano Campagna;
- superficie blu Base acquifero A;
- superficie rossa Tetto acquifero B;
- superficie marrone Base acquifero B.

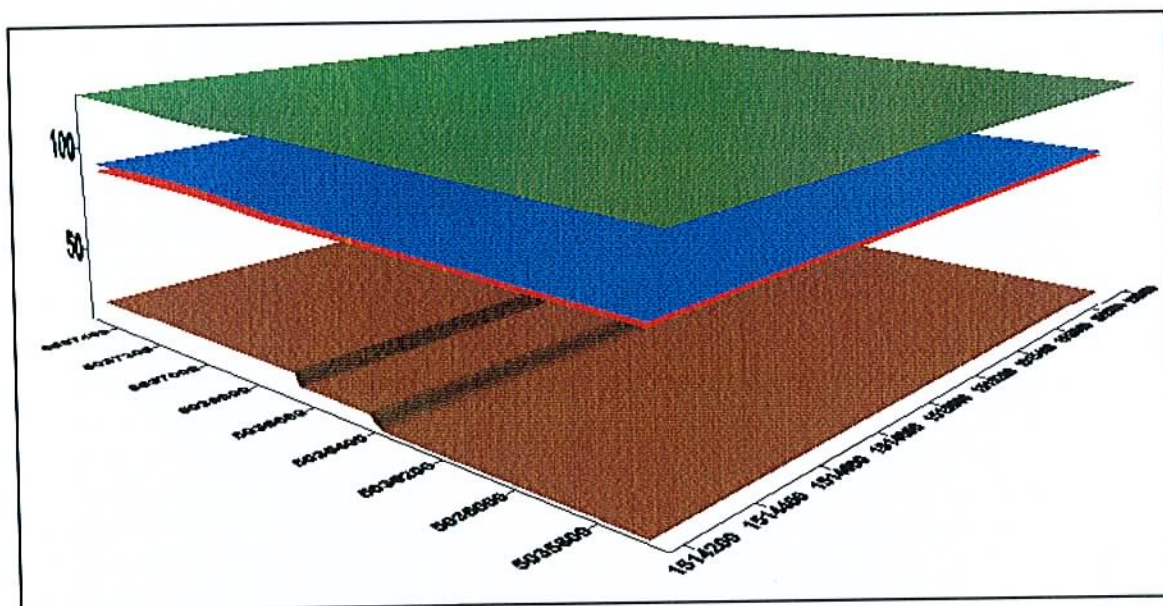


Figura 45: ricostruzione 3D del sottosuolo

La base dell'acquifero A (falda libera) varia tra valori compresi tra 86 mslm nella zona NordEst dell'area di studio e scende fino a valori di 81 mslm nella zona SudOvest (Tavola 9); la base dell'acquifero B, che rappresenta la falda semiconfinata dell'acquifero tradizionale sabbioso ghiaioso, si colloca fra i 25 e 20 mslm, tale substrato coincide con sedimenti in prevalenza Argilloso-Limosi del Villafranchiano ed è inclinata di pochi gradi verso Sud-Est.

La ricostruzione di tali superfici è avvenuta sulla base delle stratigrafie dei pozzi fornite dalla Provincia di Milano.

STRUTTURA IDROGEOLOGICA		
GRUPPO ACQUIFERO A		GRUPPO ACQUIFERO B
Area Isola	da 0 a 30-35 m da pc	da 36 -38 m a 100 m da pc

11.6 Parametri idrogeologici dell'acquifero messo in produzione dai pozzi di emungimento

La potenzialità idrica di un acquifero, espressa attraverso il valore di portata specifica del pozzo, è funzione dei due parametri idrogeologici rappresentativi quali la conducibilità idraulica k (m/s) e la trasmissività T (m^2/s) della roccia serbatoio; questo ultimo parametro è dato dal prodotto tra la conducibilità idraulica e lo spessore dell'acquifero.

Per il calcolo dei valori di trasmissività sono stati utilizzati i dati riportati nelle stratigrafie dei pozzi. Il valore del gradiente idraulico è basato sul valore medio rilevato, nell'area circostante ogni singolo pozzo, attraverso le campagne piezometriche condotte tra il 2005 ed il 2007. Il diametro del pozzo utilizzato corrisponde al valore medio dei tratti con presenza di filtri.

Nella scelta dei pozzi da utilizzarsi per queste operazioni si è fatta attenzione a selezionare esclusivamente quelli non multifalda: attraverso le sezioni stratigrafiche veniva controllato che i filtri del pozzo considerato cadessero all'interno di un solo acquifero. In questo modo è stato possibile ottenere valori di trasmissività dei singoli corpi idrici principali.

Per il calcolo dei valori di trasmissività (Tabella 14) si è fatto ricorso anche ad alcuni valori desunti da prove di pompaggio condotte da privati e da Autori precedenti. Con specifico riferimento al territorio comunale di Milano le informazioni relative alla potenzialità dei diversi orizzonti acquiferi sono state per la maggior parte ricavate dall'elaborazione dei dati delle prove di portata al collaudo dei pozzi dell'acquedotto di Milano con il metodo di Cassan e solo in minor misura da prove di pompaggio.

Per una prima indicazione, si riportano i valori medi per l'acquifero A, interessato dall'intervento in progetto e per l'acquifero B, sfruttato a scopo idropotabile e separato almeno localmente, nell'area di studio da un setto impermeabile. La rappresentazione puntuale dei valori è riportata in Figura 46.

Centrale	N° Pozzo	x	y	T (m^2/s)	k (m/s)	Falda
CENTRALE_PARCO	1	1513897	5035913	2.22E-02	8.83E-04	NSN
CENTRALE_PARCO	9	1513632	5036068	1.35E-02	5.24E-04	NSN
CENTRALE_PARCO	20	1513698	5035654	1.58E-02	6.65E-04	NSN
CENTRALE_PARCO	19	1514165	5035766	1.40E-02	7.65E-04	NSN
CENTRALE_COMASINA	15	1514921	5038143	2.16E-02	9.05E-04	NSN
CENTRALE_COMASINA	5	1514332	5038243	1.92E-02	9.36E-04	SSN
CENTRALE_COMASINA	10	1514652	5038277	2.78E-02	9.80E-04	SSN
CENTRALE_COMASINA	18	1514650	5038686	1.93E-02	9.14E-04	SSN

Tabella 14: valori di trasmissività (m^2/s) in alcuni pozzi intorno all'area di studio

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**
 GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

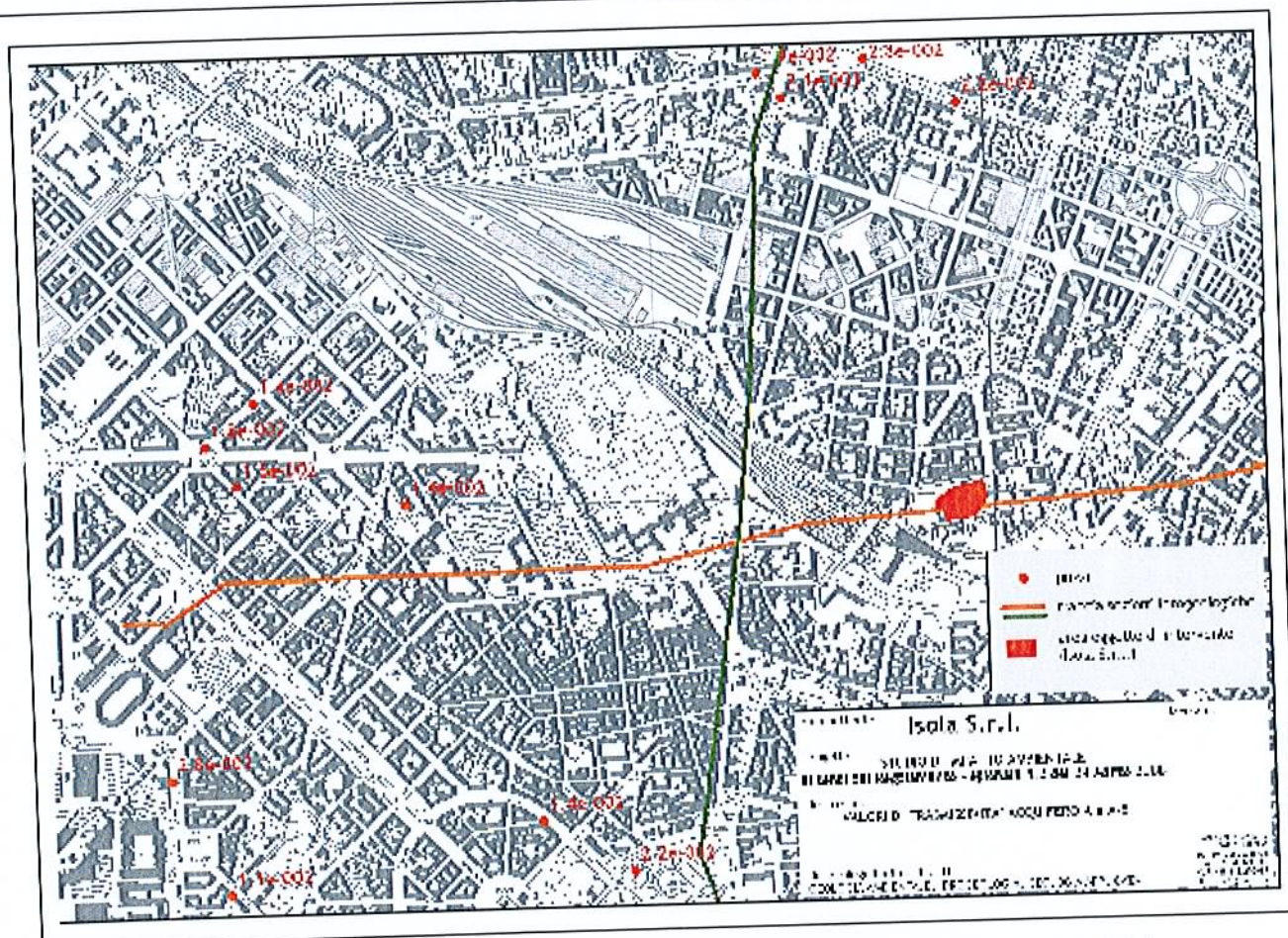


Figura 46: ubicazione dei pozzi utilizzati per la determinazione della trasmissività

Alla scala del territorio indagato si è osservato come mediamente i valori di trasmissività calcolati o per il sistema acquifero tradizionale, acquifero A+B (falda:SSN) o solamente per il secondo acquifero B (falda NSN) sono all'incirca analoghi e dell'ordine di $2.1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ e $1.7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Si tratta di valori medi che evidenziano una buona produttività dell'acquifero oggetto dell'intervento caratterizzato in queste zone da ghiaie con una presenza ridotta della frazione fine e da uno spessore di circa 40 metri.

	TRASMISSIVITA' MEDIA ACQUIFERO A+B	TRASMISSIVITA' MEDIA ACQUIFERO B
Area Isola	$2.21 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$	$1.7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

12 IDROSFERA

12.1 Acque Superficiali

L'analisi delle acque sotterranee è strettamente connessa alle caratteristiche delle acque di alimentazione provenienti dai corpi idrici superficiali.

L'idrografia superficiale di Milano è una realtà complessa sia perché i corsi d'acqua sono numerosi sia perché la situazione attuale è il risultato di continue modifiche apportate nei secoli alla situazione naturale.

I diversi collegamenti realizzati tra i corsi d'acqua originariamente indipendenti, la deviazione e localmente la soppressione di antichi tratti di alvei accompagnati alla sovrapposizione di nuovi canali artificiali hanno profondamente modificato l'assetto idrografico originale.

A tal proposito ne è testimonianza il fatto che la maggior parte dei corsi d'acqua che attraversano la città non conservano a valle la stessa denominazione con la quale vi giungono da monte benché risulti chiara la continuità idraulica dei loro corsi; è il caso del Torrente Seveso e del Naviglio della Martesana che confluiscono a Milano per dare origine al Cavo Redefossi o il caso del Fiume Olona che esce da Milano con il nome di Colatore Lambro Meridionale.

Nella specifico la città di Milano è caratterizzata dalla presenza di due sistemi di bacino fondamentali che fanno capo rispettivamente al Lambro Settentrionale e allo Scolatore Lambro Meridionale.

Al primo appartengono il Torrente Seveso ed il Naviglio della Martesana che versano le loro acque nel Lambro Settentrionale attraverso il Cavo Redefossi, al secondo appartengono invece il Fiume Olona e i suoi tributari Bozzente, Lura, Fugone e Pudica (o Mussa).

Nella **Tavola 8** allegata è riportata in dettaglio la rete idrografica superficiale nell'intorno dell'area d'indagine. Come si evince il sistema Seveso-Martesana-Redefossi rappresenta il sistema idrografico principale più prossimo e direttamente interessato dall'attività in progetto.

12.1.1 Fiume Lambro

Il corpo idrico principale individuabile all'interno dell'area di studio è rappresentato dal fiume Lambro.

Il fiume nasce dai monti del gruppo del San Primo appena sopra il Ghisallo, in provincia di Como. La sorgente viene detta Menaresta ed è di tipo carsico. Un serbatoio sotterraneo nella roccia

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

calcarea si riempie a intervalli regolari di acqua, fino a straboccare verso l'esterno, per poi ritornare a caricarsi. Dalla sorgente il ruscelletto si porta poi verso Magreglio.

Da questo punto il fiume entra in Vallassina, bagnando i centri di Asso, Ponte Lambro ed Erba. A Erba entra nel lago di Pusiano.

Uscito dal lago (sia per mezzo di un canale sotterraneo che regola il deflusso delle acque del bacino, sia tramite il suo corso naturale a cui lo stesso canale si unisce), il fiume riceve da destra l'emissario del lago di Alserio dopodiché bagna il centro di Merone.

Entra ora in Brianza scorrendo con andamento tortuoso ai piedi delle colline moreniche (dove raccoglie le acque di svariate rogge e dei laghetti brianzoli) raggiungendo in breve la città di Monza; subito attraversa l'omonimo parco dividendosi poi, nei pressi della Chiesa del Carrobiolo in due rami: il Lambro, che passa sotto il Ponte dei Leoni, ed il Lambretto che fu fatto deviare nel XIV secolo dai Visconti per la difesa della città.

Uscito dalla città nuovamente con corso riunito, il fiume attraversa tutta la zona est di Milano scorrendo tramite un sifone sotto la Martesana e ricevendone anche una parte delle acque.

Da qui in poi il fiume riceve centinaia di scarichi fognari che ne accrescono artificialmente la portata ed anche, purtroppo, il suo stato di inquinamento.

Giunto a Melegnano il Lambro riceve le acque della Vettabbia, arricchite cento metri più a monte da quelle del Redefossi, entrando poi alcuni km a valle in provincia di Lodi.

Con corso più lento il fiume attraversa in seguito la cittadina di Sant'Angelo Lodigiano ricevendo da destra il Lambro meridionale, derivato dai Navigli e dall'Olona, suo principale tributario.

Con portata quasi raddoppiata il fiume prosegue lento bagnando il centro di San Colombano al Lambro, fungendo anche per un brevissimo tratto da confine fra le province di Lodi e Pavia, e una volta giunto nei pressi di Orio Litta confluisce da sinistra nel Po.

La Unione Operativa Idrografia dell'ARPA Lombardia monitorizza il corso del fiume attraverso tre stazioni idrometriche poste a Caslino d'Erba (CO), Peregallo (Lesmo, MI) e Milano (via Feltre). Di queste tre stazioni quella di Caslino d'Erba risulta essere troppo a Nord perché i valori possano essere utilizzati per studiare l'andamento del fiume.

Per le stazioni di Peregallo (Lesmo, MI) e Milano (via Feltre), invece, sono stati elaborati i dati delle portate del fiume sempre relativamente al quinquennio 2002-2006.

I dati sono stati organizzati in due tabelle, una per la stazione di Peregallo (Tabella 15) ed una per quella di Milano (Tabella 16) ed in un grafico (Figura 47) che indicano le portate medie mensili e la variazione delle stesse nel quinquennio in esame.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI**GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA**

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Dall'analisi del grafico si nota come l'andamento del fiume nelle due stazioni sia simile, nella stazione di Milano le portate sono maggiori proprio perché posta a Sud. L'analisi temporale mostra come le portate massime si concentrino nei periodi primaverili ed autunnali, quando si hanno le maggiori precipitazioni mentre i valori più bassi si registrano in inverno. Il 2003 è l'anno con le portate più basse soprattutto durante l'estate, nel 2002, invece, si concentrano le portate maggiori, con dei picchi ben più alti della media del periodo.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2002	0.09	2.96	2.74	1.01	8.17	2.41	2.59	2.97	4.59	1.08	23.8	9.33
2003	2.2	0.63	0.4	0.19	0.3	0.71	0.14	0.01	0.11	0.23	2.49	2.82
2004	2.14	2.09	1.87	1.9	6.29	0.32	0.22	0.32	0.19	0.41	2.91	1.58
2005	0.58	0.26	0.26	2.78	1.23	0.41	0.35	0.43	1.02	1.99	0.48	0.96
2006	0.59	2.17	1.87	2.34	0.5	0.1	0.8	0.05	0.52	0.73	0	0

Tabella 15: Portate medie del fiume Lambro registrate nella stazione di Peregallo (Lesmo, MI)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2002	3.62	55.03	33.9	6.4	19.6	7.92	8.08	11.07	13.33	6.33	32.29	18.2
2003	9.18	6.46	4.98	4.42	4.8	4.45	3.35	1.91	2.52	3.63	9.18	9.55
2004	7.63	8	7.13	8.54	14.63	3.67	3.4	3.71	3.39	4	8.28	7.32
2005	4.74	3.86	3.44	9.23	6.85	3.58	3.24	2.55	5.36	6.52	12.95	5.32
2006	4.73	9.03	6.64	9.26	5.04	2.68	4.78	4.01	4.46	4.36	3.55	9.65

Tabella 16: Portate medie mensili del fiume Lambro registrate nella stazione di via Feltre (Milano)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

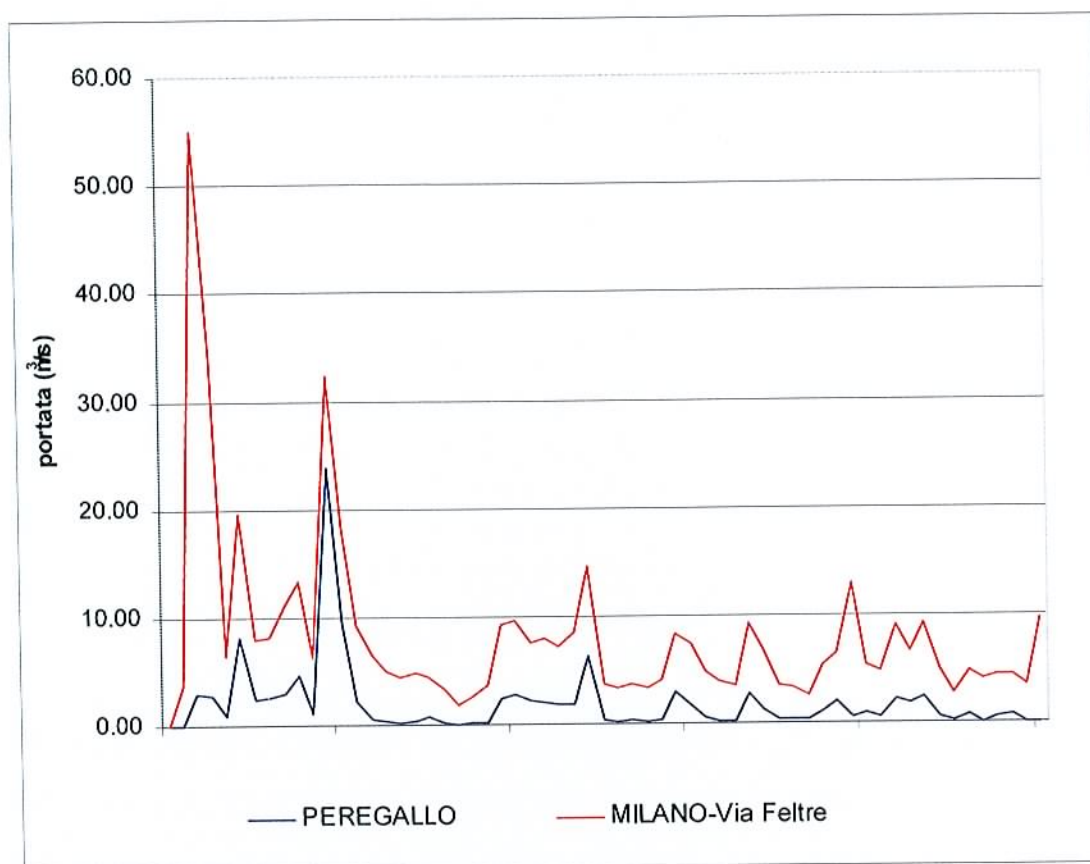


Figura 47: Andamento delle portate medie mensili del fiume Lambro nel quinquennio 2002-2006 nelle stazioni di Peregallo e Milano-Via Feltre

Per la valutazione delle aree inondabili da tale corso d'acqua si è fatto riferimento al PAI (Autorità di Bacino del Po) che, per i maggiori corsi d'acqua, prevede la delimitazione delle fasce fluviali.

Per tale corso d'acqua il PAI ha provveduto alla redazione delle fasce fluviali (Tavola 118110, Lambro 06 - IV).

Si può notare dalla suddetta tavola, riprodotta anche in allegato nella **Tavola 3**, come anche la Fascia C, che rappresenta la delimitazione delle aree inondate in caso di piena catastrofica (Tr=500 anni), risulti notevolmente distante dall'area oggetto di intervento.

FASCIA FLUVIALE PAI - TORRENTE LAMBRO	
Area Isola	All'esterno delle aree esondabili, a 200 m circa dall' area inondata in caso di piena catastrofica (Fascia C)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

12.1.2 Torrente Seveso

Il Torrente Seveso ha origine dai rilievi morenici comaschi e scende a valle attraversando una delle zone più densamente popolate ed industrializzate della Lombardia. Nel pressi di Via Ornato raggiunge Milano che attraversa, completamente coperto, fino alla confluenza nel canale Martesana, in Via Melchiorre Gioia all'altezza di Via Carissimi, a 1400 m in direzione NNE dal confine dell'area di studio.

12.1.3 Canale Martesana

Il canale Martesana, costruito tra il 1457 e il 1465, è ancora oggi un importante erogatore di acque irrigue per la vasta zona agricola ad Est di Milano, compresa tra l'Adda e il Lambro Settentrionale. Prende le sue acque dall'Adda, nei pressi del Castello di Trezzo; quindi, seguendo l'andamento della valle, si sviluppa a mezza costa fino a Cassano, dove devia bruscamente ad ovest in direzione di Milano.

Attraverso Crescenzago e Gorla giunge alla "Cassina di Pomm", dove inizia la sua canalizzazione sotterranea in Via Melchiorre Gioia; all'incrocio con Via Carissimi, riceve il Seveso, con il quale percorre l'ultimo tratto di tombinatura fino al Ponte delle Gabelle, nei pressi di Porta Nuova, dove dà origine al cavo Redefossi, a 800 m in direzione SSE dal confine dell'Area Isola

12.1.4 Cavo Redefossi

Il Cavo Redefossi ha origine nel territorio di Milano, nei pressi di Porta Nuova al Ponte delle Gabelle e raccoglie le acque del Seveso e del Naviglio della Martesana provenienti da Via Gioia. Scorre sotto i viali della Cerchia Orientale dei Bastioni fino a Porta Romana, dove devia lungo Corso Lodi e le Vie Cassinis e Rogoredo. A San Martino, al confine comunale, il Redefossi esce dal condotto coperto cittadino e sbuca nell'alveo a cielo aperto che, correndo a fianco della Via Emilia lo porta ad immettersi nel Lambro Settentrionale, poco sopra Melegnano, dopo la confluenza della roggia Vettabbia Bassa.

12.1.5 Valutazione delle portate transitati nei dintorni dell'area oggetto di studio

I bacini sottesi da questi corsi d'acqua sono stati interessati da una rapida urbanizzazione che ha interessato vaste zone, soprattutto nella parte settentrionale del bacino idrografico milanese.

Lo sviluppo degli insediamenti civili ed industriali ha comportato una notevole estensione delle aree impermeabilizzate ed il conseguente aumento delle acque riversate nei fiumi e nei

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

torrenti. Per fronteggiare questa situazione si è provveduto ad integrare la rete naturale con opere e canali artificiali che consentissero di alleggerire dalle portate eccedenti i corsi d'acqua con una capacità di deflusso insufficiente.

I primi interventi furono eseguiti per difendere il sud - est milanese dalle esondazione del cavo Redefossi, al quale affluivano contemporaneamente le piene del Naviglio della Martesana, dei torrenti Seveso e Trobbia e di parte della rete fognaria cittadina.

Gli inconvenienti furono eliminati costruendo il canale scolmatore che, a San Donato Milanese, raccoglie le piene del cavo Redefossi per immetterle nel fiume Lambro Settentrionale a valle della traversa di Carpianello.

Non sono ancora stati del tutto eliminati, invece, i problemi legati alle esondazione del torrente Seveso, che interessano, con diverse frequenze di accadimento il settore urbano collocato a nord-noedest dell'area oggetto di studio.

Al fine di analizzare il fenomeno delle esondazioni del Seveso a Milano, in relazione al progetto di costruzione della linea metropolitana 5 (che interseca nel suo sviluppo l'alveo del Seveso all'altezza di Viale Fulvio Testi), Metropolitana Milanese S.p.a. ha redatto nel gennaio 2001 uno specifico studio sulle caratteristiche idrologiche ed idrauliche del sistema Seveso - Martesana - Redefossi.

Dall'analisi di tale elaborato emerge che le caratteristiche dimensionali delle tombinature del Seveso e del Redefossi fanno sì che le prime abbiano una capacità portante di circa il 30% superiore rispetto a quelle della seconda.

L'inghiaiamento della tombinatura del Seveso ad opera di consistente materiale lapideo trasportato dalle piene, solo parzialmente risolto con l'entrata in funzione nel 1980 di un impianto di decantazione e sgrigliatura situato in Comune di Bresso, ha però livellato al valore più basso la capacità di portata delle due tombinature.

Pertanto si riscontra il funzionamento in pressione della tombinatura del Seveso per portate superiori a $30 \div 40 \text{ m}^3/\text{s}$, con smaltimento delle portate eccedenti attraverso i pozzetti stradali prima e attraverso i chiusini e le botole d'ispezione in un secondo tempo.

Al cavo Redefossi è attribuita una capacità portante massima pari a $45 \div 50 \text{ m}^3/\text{s}$ (per non rischiare allagamenti in zone cittadine più centrali), mentre al Naviglio della Martesana sono assegnate portate intorno al $32 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per la valutazione quantitativa delle portate medie del canale Martesana in corrispondenza dell'area di studio sono stati reperiti 2 dati distinti:

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- portate giornaliere dal 2000 al 2004 del Martesana misurate nella stazione di viale Monza riportate sul "Master Plan" Navigli Lombardi,
- portate medie mensili del Seveso calcolate in base alle misure effettuate nella stazione di Bresso riportate sul Programma Regionale di Tutela ed uso delle Acque.

Sommando le portate medie mensili ricavate dai suddetti dati è stato possibile ricavare la portata media del canale Martesana in corrispondenza dell'area di studio, come riportato nella **Tabella 17** seguente.

Martesana (V.le Monza)		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
Medie mensili	2000	0.922	1.015	0.085	0.802	1.837	1.069	1.392	1.814	1.293	0.690	0.000	1.052	0.998
	2001	1.700	1.667	0.228	0.812	2.084	1.540	1.063	1.619	1.442	0.394	1.162	1.509	1.268
	2002	1.764	2.539	0.301	1.155	2.642	2.466	2.043	1.623	0.930	0.000	0.772	1.635	1.489
	2003	1.706	1.658	0.104	0.798	1.996	1.187	0.972	0.691	0.886	0.089	0.000	0.611	0.891
	2004	0.538	0.356	0.000	0.620	1.536	1.544	1.247	1.230	0.774	0.000	0.000	1.795	0.803
	media	1.326	1.447	0.144	0.837	2.019	1.561	1.343	1.395	1.065	0.235	0.387	1.320	1.090
Seveso (Bresso)		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
Medie mensili	2002-2003	3.050	3.340	5.340	5.250	5.120	4.770	4.390	2.550	4.860	3.990	8.000	5.310	4.664
Martesana (Via M. Gioia)		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media
Medie mensili	---	4.376	4.787	5.484	6.087	7.139	6.331	5.733	3.945	5.925	4.225	8.387	6.630	5.754

Tabella 17: portate medie mensili (in m³/s) Martesana e Seveso

Da questa tabella si rileva che la portata media annua del Martesana in via Melchiorre Gioia è di 5.7 m³/s ca., con un minimo nel mese di ottobre di 4.2 m³/s circa e un massimo nel mese di novembre di 8.4 m³/s circa.

La media invernale (ottobre ÷ marzo) e quella estiva (aprile ÷ settembre) hanno valori molto simili attestandosi sui 5.6 ÷ 5.8 m³/s circa.

	MARTESANA (Viale Monza)	SEVESO (Bresso)	MARTESANA (Via M. Gioia)
media invernale	0.81	4.84	5.65
media estiva	1.37	4.49	5.86

Tabella 18: Portate medie estive ed invernali (in m³/s)

Un ulteriore dato fornito da Metropolitana Milanese Spa, che gestisce il Servizio idrico integrato per la città di Milano, è la durata degli "allarmi", per il periodo 2000 ÷ 2005, in base ai quali non è possibile aumentare la portata del Martesana al fine di non mettere in crisi la rete idrografica del Seveso.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI**GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA**

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

La **Tabella 19** e il grafico alle pagine seguenti evidenziano come questi allarmi abbiano una durata media di 161 minuti (2 ore e 41 minuti), con un minimo di 9 minuti e un massimo eccezionale di 24 ore verificatosi nel novembre 2002.

Gli allarmi hanno una frequenza di accadimento maggiore nel mese di novembre (18.8%).

Pertanto incrociando i dati di portata massima, durata e frequenza degli allarmi, il mese di novembre risulta quello più critico per il Martesana.

data	ore	minuti	tot. Minuti	data	ore	minuti	tot. Minuti
14/11/2000	3	45	225	22/11/2002	1	53	113
17/11/2000	14	47	887	24/11/2002	2	10	130
18/11/2000	1	27	87	25/11/2002	13	44	824
24/11/2000	3	28	208	26/11/2002	24	0	1440
08/03/2001	0	54	54	27/11/2002	15	3	903
09/03/2001	0	25	25	29/11/2002	5	41	341
30/03/2001	2	30	150	12/05/2003	0	12	12
06/05/2001	0	43	43	20/05/2003	0	48	48
25/05/2001	1	23	83	28/06/2003	3	18	198
02/05/2001	0	51	51	24/07/2003	3	52	232
15/07/2001	0	29	29	31/07/2003	0	15	15
30/08/2001	0	45	45	05/10/2003	0	41	41
31/08/2001	2	17	137	23/10/2003	2	6	126
07/10/2001	2	3	123	31/10/2003	2	13	133
20/10/2001	2	51	171	24/11/2003	3	15	195
21/10/2001	1	21	81	28/12/2003	3	15	195
03/03/2002	1	7	67	21/02/2004	0	38	38
03/05/2002	4	14	254	23/03/2004	0	43	43
04/05/2002	3	33	213	26/03/2004	1	5	65
25/05/2002	2	32	152	30/04/2004	6	25	385
06/06/2002	1	15	75	24/07/2004	0	45	45
13/07/2002	5	45	345	06/08/2004	0	26	26
18/07/2002	2	21	141	10/10/2004	0	19	19
16/07/2002	0	10	10	26/10/2004	0	44	44
04/08/2002	0	9	9	31/03/2005	0	52	52
05/08/2002	0	47	47	18/05/2005	1	14	74
21/08/2002	1	16	76	01/07/2005	0	58	58
03/09/2002	1	19	79	09/07/2005	1	19	79
10/09/2002	0	25	25	19/07/2005	0	44	44
13/09/2002	0	25	25	20/08/2005	0	22	22
21/09/2002	1	0	60	09/09/2005	2	19	139

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

14/11/2002	2	52	172	02/10/2005	0	57	57
------------	---	----	-----	------------	---	----	----

Tabella 19: Data e durata allarmi nel periodo 2000 ÷ 2005

mese	n. allarmi	%
gennaio	0	0.00%
febbraio	1	1.60%
marzo	7	10.90%
aprile	1	1.60%
maggio	9	14.10%
giugno	2	3.10%
luglio	10	15.60%
agosto	7	10.90%
settembre	5	7.80%
ottobre	9	14.10%
novembre	12	18.80%
dicembre	1	1.60%

Tabella 20: Frequenza di accadimento allarmi

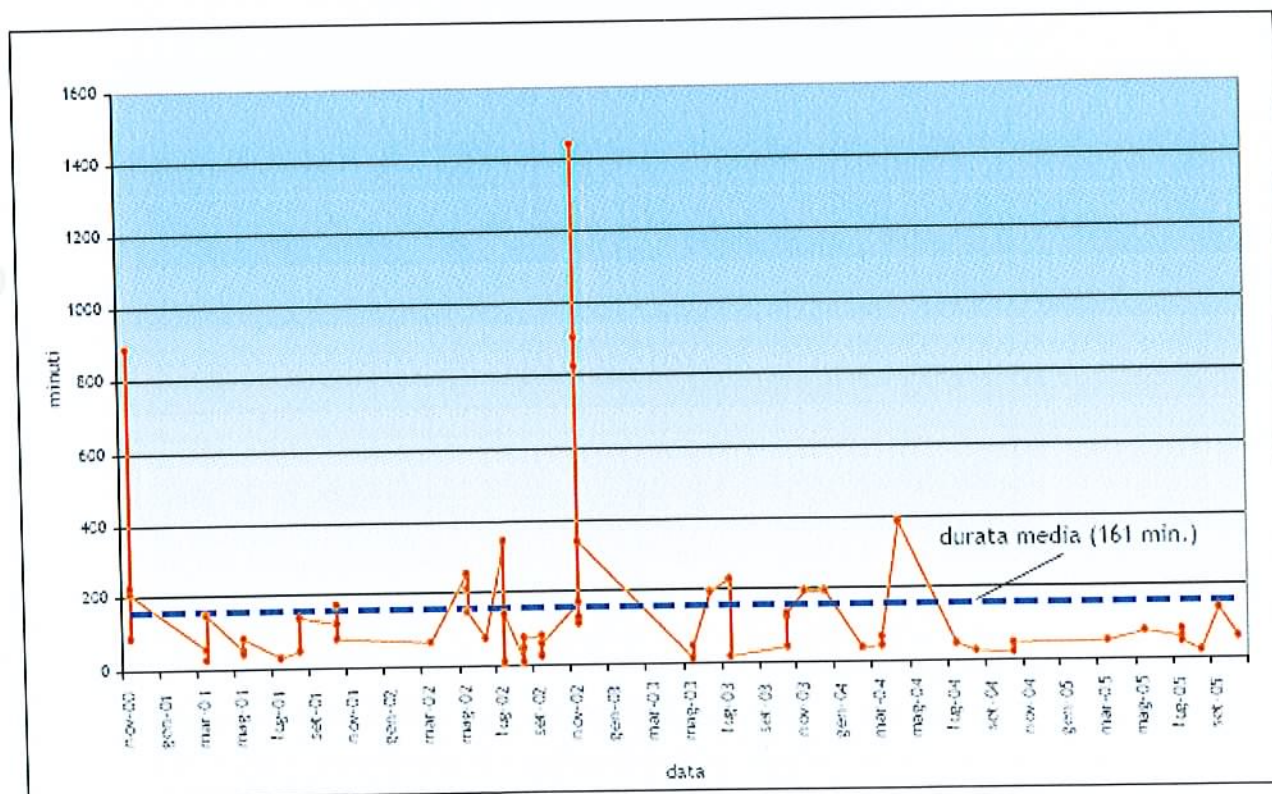


Figura 48: Durata degli allarmi nel periodo 2000 ÷ 2005

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

PORTATA MEDIA CORPI IDRICI SUPERFICIALI CIRCOSTANTI L'AREA DI STUDIO

	MARTESANA	SEVESO	
Area Isola	5.7 m ³ /s	4.6 m ³ /s	

12.1.6 Qualità delle acque superficiali

A livello qualitativo la situazione del Canale Martesana e del Cavo Redefossi è stata valutata con campionamenti dal 2000 al 2003 riportati all'allegato 12 del Programma di Tutela e Uso delle Acque.

Nel seguito si riporta un estratto della tabella di classificazione dei corsi d'acqua comprendente, oltre al Martesana, anche il Redefossi e il Seveso.

Corso d'acqua	Rilevanza del corpo	Tipo	Punti di monitoraggio	2000			2001			2002			2003			SACA
				LIM classe	IBE classe	SECA classe	LIM classe	IBE classe	SECA classe	LIM classe	IBE classe	SECA classe	LIM classe	IBE classe	SECA classe	
Canale Martesana	Uso	Artificiale	Milano	2		2	2		2	3		3				
				340		260			220							
Cavo Redefossi	Canico	Naturale	S. Donato Milanese	5		5	5		5	5		5				Peggiora
				40		50			50							
Torrente Seveso	Canico	Naturale	Vertemate con Mi-noprio	4	III	4	4	III	4	5	III	5	5	7		Peggiora
				65	6		90	6				65				
			Cantù	4	III	4	4	III	4	4	III	4	4	III	4	Scadente
				75	6		105	6				70	6			
			Lentate sul Seveso	4			5	III	5	4	III	4				Scadente
				55			55	6				75	6			
			Bresso	5			5	III	5	4	III	4	5	5		Peggiora
				45			45	5				60	5			

Figura 49: Stato qualitativo dei corpi idrici superficiali

Il D.Lgs.152/99 e s.m.i. prevede per la valutazione della qualità la determinazione di due indici, lo Stato Ecologico (SECA) e lo Stato Ambientale (SACA); il SECA è l'espressione della complessità

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

degli ecosistemi acquatici, mentre il SACA considera anche lo stato di qualità chimica delle acque in relazione alla presenza di sostanze pericolose, persistenti e bioaccumulabili.

Per la determinazione del SECA necessitano due ulteriori indici: il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM) e l'Indice Biotico Esteso (IBE); il LIM si determina analizzando mensilmente sette macrodescrittori e calcolando il 75° percentile dei valori ottenuti.

In base al risultato di questa funzione statistica si attribuisce un punteggio ai singoli parametri, e dalla somma dei punteggi parziali si ottiene il valore di LIM (dal migliore 1, al peggiore 5).

L'IBE, che rappresenta la componente biologica e si basa sulla determinazione dei macroinvertebrati, prevede una prima identificazione dell'indice a campo e una verifica in laboratorio; la media sui valori delle determinazioni eseguite con frequenza stagionale consente di attribuirne il valore e la relativa classe (dalla migliore 1, alla peggiore 5).

Dall'integrazione dei risultati di LIM e IBE, scegliendo il peggiore tra i due, si ricava il valore dell'indice SECA, anch'esso suddiviso in 5 classi; per la determinazione del SECA è comunque necessario che siano disponibili almeno il 75% delle misure eseguibili nel periodo considerato.

Per la definizione del SACA i dati relativi allo Stato Ecologico vanno completati con le risultanze delle analisi chimiche relative alle sostanze pericolose organiche e/o inorganiche potenzialmente presenti; per tali sostanze si deve verificare se il valore del 75° percentile delle misure eseguite superi o meno i valori soglia definiti dal D. Lgs. 152/99 e s.m.i.

Per i corsi d'acqua artificiali, per i quali non è prevista la determinazione dell'IBE, lo Stato Ecologico viene valutato unicamente in base al LIM.

Dai risultati si evince che le caratteristiche qualitative del Martesana variano da buone a sufficienti, mentre quelle del Redefossi sono classificate pessime.

Per quanto riguarda il Seveso, presso la stazione di monitoraggio di Bresso (a nord dell'area di indagine), le caratteristiche qualitative sono risultate pessime.

	QUALITA' ACQUE SUPERFICIALI
Area Isola	Scadente

12.2 Acque sotterranee

12.2.1 Andamento del flusso idrico sotterraneo

I caratteri piezometrici dell'area di studio sono stati derivati facendo riferimento ai dati rilevati dal SIF della Provincia di Milano.

Il Sistema Informativo Falda (SIF), gestito dal Servizio Gestione e Controllo Acque Sotterranee, è una banca dati per le acque sotterranee nata da una convenzione tra gli enti pubblici che studiano, controllano e distribuiscono le acque destinate al consumo umano.

E' nato da una convenzione tra enti che gestiscono le acque sotterranee destinate al consumo umano, legata alla necessità di creare un'unica base informativa per tutti i dati riguardanti la qualità delle acque emunte, i pozzi presenti sia pubblici che privati, e la loro ubicazione.

Con il Sistema Informativo Falda il Servizio sopracitato il Servizio si occupa di:

- gestire i dati relativi alle acque sotterranee e la redazione di carte tematiche e pubblicazioni;
- assegnare i codici dei pozzi e piezometri perforati;
- predisporre il catasto dei pozzi pubblici e privati contenente i dati identificativi di ciascun pozzo (o piezometro);
- di rispondere a richieste dei dati raccolti nella banca dati per motivi di studio.

Gli Enti partecipanti al Sif sono quelli preposti alla gestione ed al controllo delle acque sotterranee:

Provincia di Milano

- Acquedotto del Comune di Milano;
- Arpa Lombardia - Dipartimento Provinciale di Milano Città;
- Arpa Lombardia - Dipartimento Provinciale di Lodi;
- Arpa Lombardia - Dipartimento Provinciale di Monza;
- Arpa Lombardia - Dipartimento Provinciale di Parabiago;
- Consorzio Acqua Potabile di Milano.

Allo scopo di determinare in dettaglio la morfologia della superficie piezometrica della falda, l'andamento delle linee di flusso e le quote piezometriche assolute in prossimità del nuovo complesso Isola Srl in progetto, si è proceduto alla elaborazione di una serie di carte piezometriche, per effettuare un controllo dell'andamento nel tempo della superficie piezometrica nell'intorno dell'area di interesse.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Dato che nella zona in esame, come già ampiamente spiegato in precedenza, l'acquifero superficiale e quello semiconfinato presentano un discreto grado di comunicazione, si è optato per la redazione di una sola superficie piezometrica relativa all'acquifero A+B.

I dati utilizzati sono quindi quelli rilevati con cadenza variabile (mensile, trimestrale, semestrale) dal Comune di Milano - Settore Fognature, dalla Metropolitana di Milano, dal CAP (Consorzio acque Potabili) e dalla Provincia di Milano.

Quale superficie piezometrica della prima e seconda falda a Milano si riportano, a titolo indicativo, quelle relative al mese di Marzo 2003, Settembre 2004, Settembre 2006 e Marzo 2007 per le quali si dispone di misurazioni effettuate su un numero elevato di piezometri di controllo. La piezometria di riferimento per la taratura del modello è invece Ottobre 2005.

In **Tavola 13** si riporta l'andamento piezometrico ricostruito per la falda superficiale nel Comune di Milano relativo al mese di Marzo 2003; in generale si osserva come la morfologia della superficie piezometrica della falda libera risenta degli effetti della deformazione piezometrica indotta dal cono di depressione prodotto dal pompaggio dei pozzi, sebbene essi siano meno marcati rispetto a quanto si registrava negli anni precedenti dove i pompaggi erano sicuramente maggiori anche a causa della necessità di contrastare il noto fenomeno di sollevamento della falda che ha contraddistinto il capoluogo lombardo a partire dal 1992 che portava a frequenti fenomeni di allagamento di strutture interrato.

Nell'area del capoluogo lombardo l'andamento del flusso idrico sotterraneo della prima falda presenta una direzione generale da NO verso SE e un gradiente idraulico medio pari a circa 0.2%; le quote piezometriche variano tra 130-135 m s.l.m. nel settore NO al confine con i Comuni di Novate Milanese, Pero e Settimo Milanese e 95-100 m s.l.m. al confine con i Comuni di Rozzano e San Donato M.se.

Allo scopo di determinare in dettaglio la morfologia delle superficie piezometriche, l'andamento delle linee di flusso e le quote piezometriche assolute in prossimità dell'area di intervento si è proceduto all'elaborazione di una serie di carte piezometriche. Per la falda superficiale ciò è stato possibile utilizzando i dati resi disponibili dal Servizio Informativo Falda riferiti a punti di monitoraggio che captassero solamente l'acquifero in questione (rete del Comune di Milano, Settore Fognature e rete della Metropolitana Milanese) o al più punti che intercettano l'acquifero A e B. Le superficie piezometriche elaborate fanno riferimento ai dati rilevati nel quadriennio 2003 - 2007 e sono rappresentate nelle **Tavole 13-14-15-16**. Nell'area del capoluogo lombardo l'andamento del flusso idrico sotterraneo della prima falda presenta una

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

direzione generale N-S con una componente locale verso SE, se si escludono variazioni locali. Confrontandola con la piezometria della falda semiconfinata si evidenzia la mancanza dell'effetto del pompaggio dovuto alla presenza delle centrali acquedottistiche i cui filtri sono appunto collocati per la maggior parte nella falda semiconfinata. Nel settore interessato dell'opera in progetto si osservano quote assolute variabili fra 107 m slm (2003) e 105 m slm (2007). Il gradiente idraulico assume valori compresi fra 0.2 e 0.3 %. Relativamente alla soggiacenza del livello piezometrico, i valori si assestano a circa 16 - 18 m da pc. Lo spessore saturo dell'acquifero, ipotizzando la presenza del setto di separazione ad una profondità di circa 36-41 m da p.c. (cfr. cap. 10.6) è pari a 18 - 23 m. La tabella successiva riassume i dati principali ricavati dall'elaborazione / osservazione delle carte piezometriche.

	LIVELLO PIEZOMETRICO ASSOLUTO	SOGGIACENZA	SPESSORE SATURO
Area Isola	105 - 107 m slm	16 - 18 m	18 - 23 m

12.2.2 *Oscillazioni della falda*

Le oscillazioni temporali del livello piezometrico rappresentano uno degli elementi di maggiore importanza nella valutazione delle risorse idriche sotterranee in quanto esprimono le variazioni di bilancio idrico delle falde.

La ricostruzione delle oscillazioni temporali del livello della falda nel capoluogo lombardo è stata possibile grazie alle misurazioni effettuate con cadenza mensile nei piezometri della rete di monitoraggio del Settore Fognature del Comune di Milano, per i quali esiste una serie storica di letture a partire dai primi anni '50, in oltre 80 punti di controllo, omogeneamente distribuiti nella città.

Tra tutti i dati disponibili sono stati selezionati i due piezometri (Tabella 21) maggiormente prossimi all'area oggetto di studio.

Longit.	Latit.	Num.Int.	Nuovo codice	Piezometri Settore Fognature
1518944	5036552	14	0151461312	Scuole di Lambrate
1519749	5037968	43	0151461313	Parco Lambro (magaz. piant.)

Tabella 21: Piezometri utilizzati per la valutazione delle oscillazioni piezometriche

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

I grafici di oscillazione della falda sono stati elaborati sia in termini di quote piezometriche assolute (m s.l.m.) che di soggiacenza (m dal piano campagna); per ogni grafico espresso in termini di quota assoluta viene illustrato anche l'andamento delle precipitazioni registrate mensilmente alla stazione pluviometrica di Milano Brera, così da poter evidenziare le correlazioni tra regime pluviometrico e le escursioni del livello piezometrico.

Dai grafici riportati nelle **Figura 50** e **Figura 56** si può in generale osservare come le tendenze piezometriche elaborate mostrino variazioni a grande scala legate principalmente ai cicli pluriennali di precipitazioni e all'entità del prelievo di acque sotterranee esercitato in corrispondenza del capoluogo lombardo.

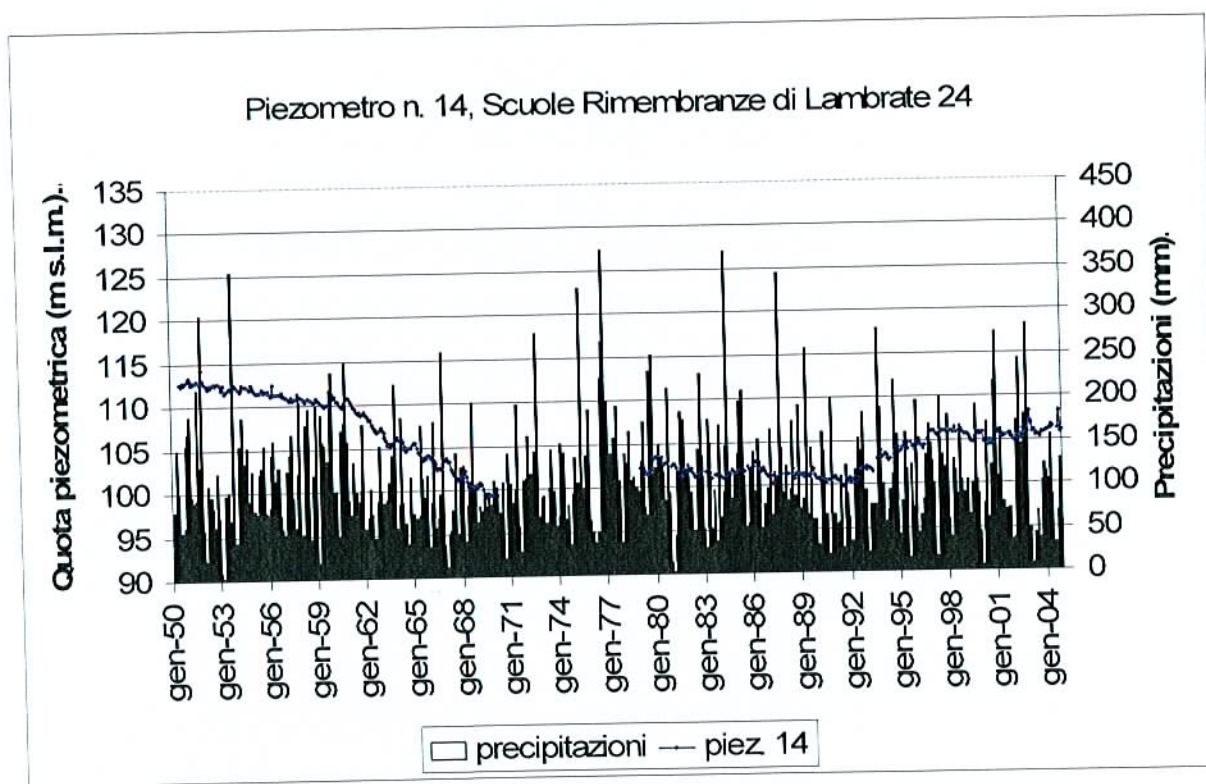


Figura 50: Diagramma livello statico falda e precipitazioni (1950-2004)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

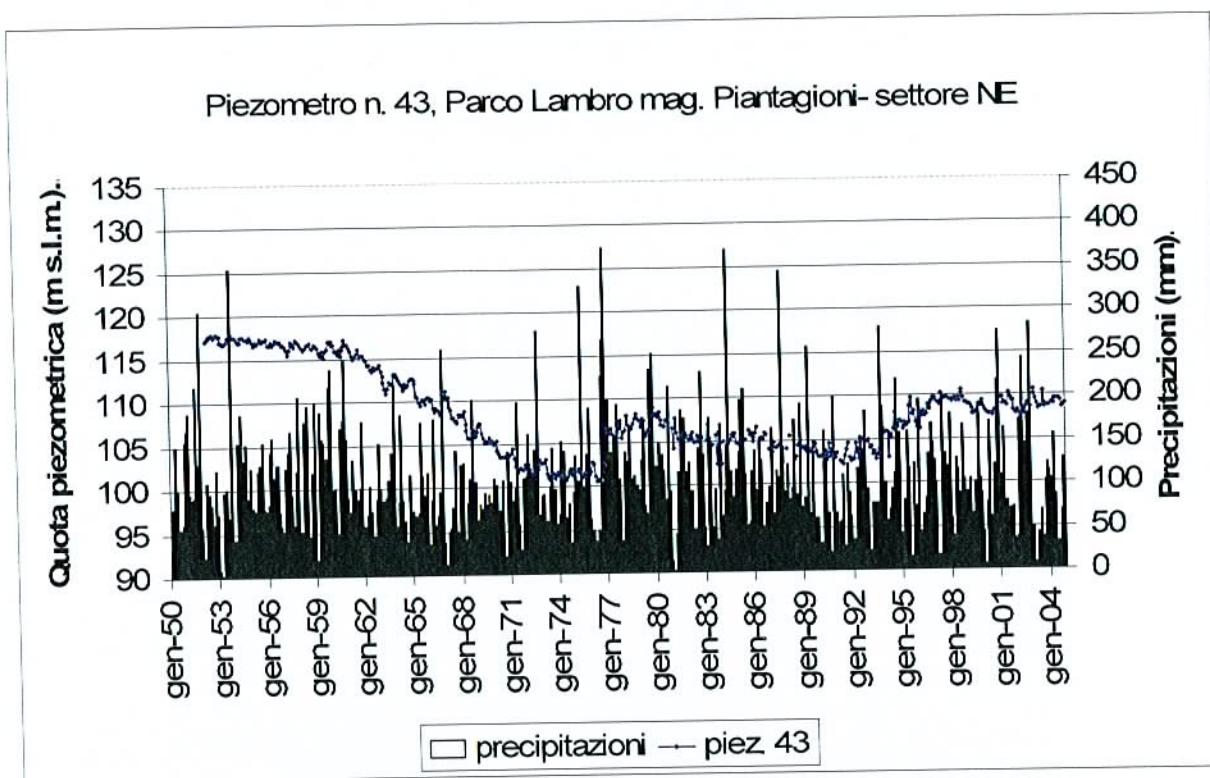


Figura 51: Diagramma livello statico falda e precipitazioni (1950-2004)

Come illustrano i diagrammi elaborati, durante il periodo compreso tra il 1950 e il 1960, si rilevano valori di soggiacenza della falda prossimi al piano campagna su tutto il territorio comunale, circa 5-6 m nel piezometro n. 14 fino a circa 1-2 m nel piezometro n. 43.

Durante questo periodo è possibile notare come uniche variazioni di rilievo del livello di falda, le oscillazioni stagionali connesse al regime delle precipitazioni, all'apporto irriguo e una modesta tendenza al decremento del livello freatico che nel decennio in esame ammonta a circa un metro.

Il periodo successivo, compreso tra il 1961 e l'autunno 1976, è caratterizzato invece dal progressivo decremento del livello della falda, quantificabile complessivamente in circa 12-15 m, connesso principalmente agli effetti dell'ingente prelievo di acque sotterranee ad opera dei pozzi pubblici e privati; il consistente abbassamento del livello della falda è tale da far risultare privi d'acqua alcuni punti di controllo.

A partire dall'autunno 1976, in concomitanza con le eccezionali precipitazioni che si sono verificate su tutta la città di Milano e nell'hinterland (oltre 370 mm di pioggia registrati a Milano Brera), si assiste a un incremento del livello di falda quasi impulsivo, quantificabile mediamente in circa 4-6 m (in particolare piezometro n. 43), cui segue un incremento più modesto ma

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

generalizzato nel periodo 1977-1982. Peraltro in questo arco temporale la congiuntura economica determinò anche una consistente riduzione dell'entità complessiva del prelievo da parte dell'utenza industriale.

Successivamente si riscontra una tendenza generalmente negativa protrattasi fino al 1992 che ha determinato complessivamente un abbassamento medio del livello di falda di circa 2-3; nell'anno 1992 (periodo maggio-giugno) è stato inoltre rilevato il massimo valore di soggiacenza della falda riscontrato dopo quello del 1976.

A partire dall'autunno del 1992 e fino agli anni 1998-1999 si realizza una nuova situazione caratterizzata dal progressivo aumento del livello piezometrico variabile da circa 9 m (piezometro n. 43) a 6 m (piezometro n. 14) connesso alle intense precipitazioni (forti apporti meteorici degli anni 93 e 94 e alla generale riduzione del prelievo di acque sotterranee che ha prodotto in molte zone della città il noto fenomeno denominato dell'"acqua alta".

A partire dal 1999 si assiste ad una fase contraddistinta da una riduzione dei livelli di falda che raggiungono un minimo piezometrico tra la fine dell'anno 2000 e l'inizio del 2001; questo trend è da collegare alle precipitazioni molto modeste che hanno contraddistinto questo periodo. L'entità degli abbassamenti del livello di falda presenta valori variabili tra 3 m e 2 m.

Nel successivo periodo (2001-2004) si verifica un progressivo incremento del livello piezometrico della falda che raggiunge il valore massimo, dopo quello riscontrato nei primi anni '60, nei mesi di dicembre 2002 - gennaio 2003. Questo massimo è strettamente legato alle eccezionali precipitazioni verificatesi durante il mese di novembre 2002, che sono risultate essere le più copiose del periodo 1990-2004 (282.4 mm).

12.2.3 Prelievi da falda

Tra l'anno 2000 e 2002 sono entrati in funzione nella città di Milano numerosi pozzi per acqua ubicati in prima falda finalizzati a contrastare il noto fenomeno dell'innalzamento del livello piezometrico che, a partire dagli ultimi anni '90, ha determinato seri problemi per l'allagamento nel sottosuolo di infrastrutture lineari (linee metropolitane, passante ferroviario, sottopassi) e puntuali, sia pubbliche (ospedali, centri di ricerca) che private (parcheggi, seminterrati, cantine, etc.), in quanto le stesse non erano state progettate e realizzate con criteri di tenuta idraulica.

Prelievi pubblici

Nella città di Milano il prelievo pubblico viene attualmente esercitato mediante n. 31 centrali acquedottistiche, distribuite omogeneamente sull'areale cittadino, per un numero complessivo di circa 550 punti di approvvigionamento.

In base ai più recenti dati reperiti in differenti pubblicazioni il sollevato complessivo ad opera di tutti i pozzi delle centrali acquedottistiche (pozzi in rete e pozzi in spurgo) risulta di circa 288.9 milioni di m³, pari a circa 9.2 m³/s. I quantitativi inviati allo spurgo (circa 37.7 milioni di m³/anno) rappresentano all'incirca il 15% del sollevato complessivo ad opera dei pozzi delle centrali.

Di specifico interesse per le finalità previste dallo studio risultano i pozzi delle centrali acquedottistiche che ricadono in prossimità dell'areale di studio. Dalla **Tavola 17** risulta evidente come non sussistano centrali pubbliche nelle immediate vicinanze all'area oggetto di studio, le più vicine appaiono essere le centrali Parco e Italia che si trovano a Sud-Ovest ad oltre 1 km dal quartiere Isola.

Per una valutazione della ripartizione del prelievo acquedottistico tra le diverse falde individuate nel sottosuolo di Milano sono stati analizzati tutti i dati stratigrafici e tipologici costruttivi più recenti dei pozzi delle centrali Parco e Italia.

Dall'analisi condotta emerge come il prelievo di acque ad uso potabile è stato negli ultimi anni in gran parte trasferito dal primo al secondo acquifero e agli acquiferi più profondi (terza falda) a causa della presenza diffusa di contaminanti in prima falda, riducendo in tal modo l'entità del volume complessivamente emunto dal primo acquifero.

E' stato infatti calcolato che non vi sono più pozzi pubblici che captano dal solo primo acquifero, mentre sono stati disattivati numerosi pozzi che captavano simultaneamente dal primo e secondo acquifero (acquifero tradizionale).

Prelievi privati

Dall'analisi dei dati del prelievo totale annuo ad opera dei pozzi privati di Milano, disponibili dal 1979 ad oggi riassunti nel grafico di **Figura 50**, si osserva come tra la fine degli anni '70 ad oggi si sia verificata una forte contrazione dei prelievi (oltre l'80%), passando da valori massimi di sollevato di oltre 96 milioni di m³ all'anno (1979) a valori medi di circa 20 milioni di m³/anno nel periodo 2000-2004.

Le modifiche avvenute nel periodo esaminato nella struttura di produzione economica della città di Milano e dei comuni dell'hinterland (crisi del settore industriale, in particolare meccanico e chimico e forte incremento del settore terziario) sono state la causa della diminuzione dei prelievi privati ad uso industriale che si sono ridotti di circa il 50 % nel periodo 1979-1990 (da 96

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

a 50 milioni di m³) e di circa il 57 % se si considera il periodo 1990-2004 (da circa 50 a 21 milioni di m³).

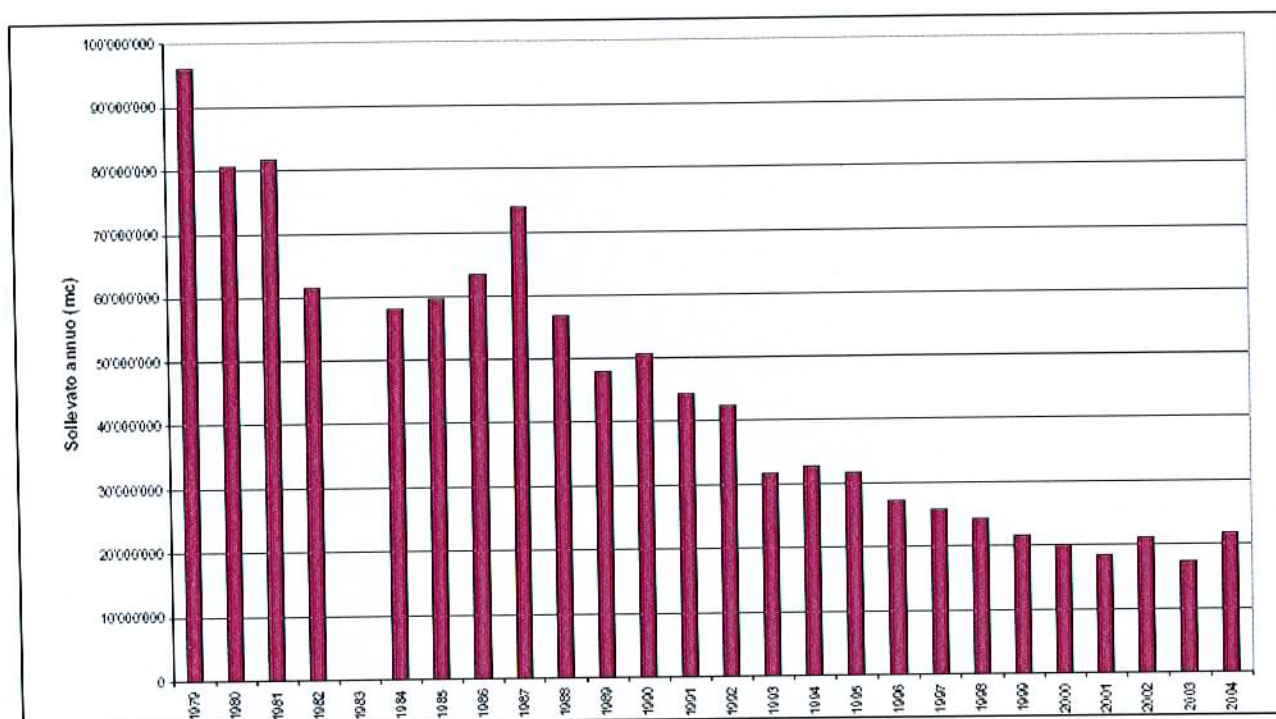


Figura 52: Sollevato annuo pozzi privati città di Milano

Tra le voci di prelievo privato è necessario considerare a partire dagli anni 2000-2002 l'entità del sollevato ad opera di pozzi privati realizzati nella città di Milano in prima falda, volti a contrastare o almeno a ridurre i problemi indotti dal noto fenomeno dell'innalzamento del livello piezometrico che, a partire dagli ultimi anni '90, ha causato seri problemi per l'allagamento nel sottosuolo di numerose infrastrutture sia pubbliche che private (ad esempio linee metropolitane, sottopassi, ospedali, centri di ricerca, parcheggi, seminterrati, cantine, etc.) non preventivamente impermeabilizzate.

Tra i diversi interventi previsti dal Gruppo di Coordinamento per l'innalzamento della falda nel Milanese si sono realizzati 6 "campi pozzi" tutti captanti nel solo acquifero superficiale.

Accanto a questi pozzi in prima falda sono in corso di realizzazione entro la città di Milano altre opere di presa che sfrutteranno solo l'acquifero superficiale a scopo geotermico (le cosiddette "pompe di calore"), alcune di queste sono riportate in Tavola 17.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

12.2.4 Qualità e stato chimico delle acque sotterranee

Per la qualità delle acque dell'acquifero superficiale nell'area dell'intervento si è fatto riferimento, per un inquadramento a larga scala, allo studio pubblicato nel 2002 dalla Provincia di Milano "Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee - Indagini per l'individuazione dei focolai, Titolo IV L.R. 62/85; aprile 2002". Scopo dello studio è stato l'aggiornamento della situazione della contaminazione delle acque sotterranee legata alla presenza di focolai di inquinamento. Lo studio ha consentito di sintetizzare le conoscenze relative alle diverse tipologie di inquinamento anche attraverso la produzione di significativi elaborati cartografici.

Dalle elaborazioni si rileva che nella zona di interesse, è individuabile un plume inquinante dovuto ai solventi clorurati. Si tratta del plume 72 appartenente al gruppo 38 la cui area di pertinenza è ubicata poco ad Ovest dell'area dell'intervento. (cfr. mappa di pag. 287). Dalla scheda di dettaglio del plume si ricava che i composti prevalenti sono Cloroformio e Tetracloroetilene con concentrazioni anche di 5 volte superiori al limite di legge (Figura 53).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

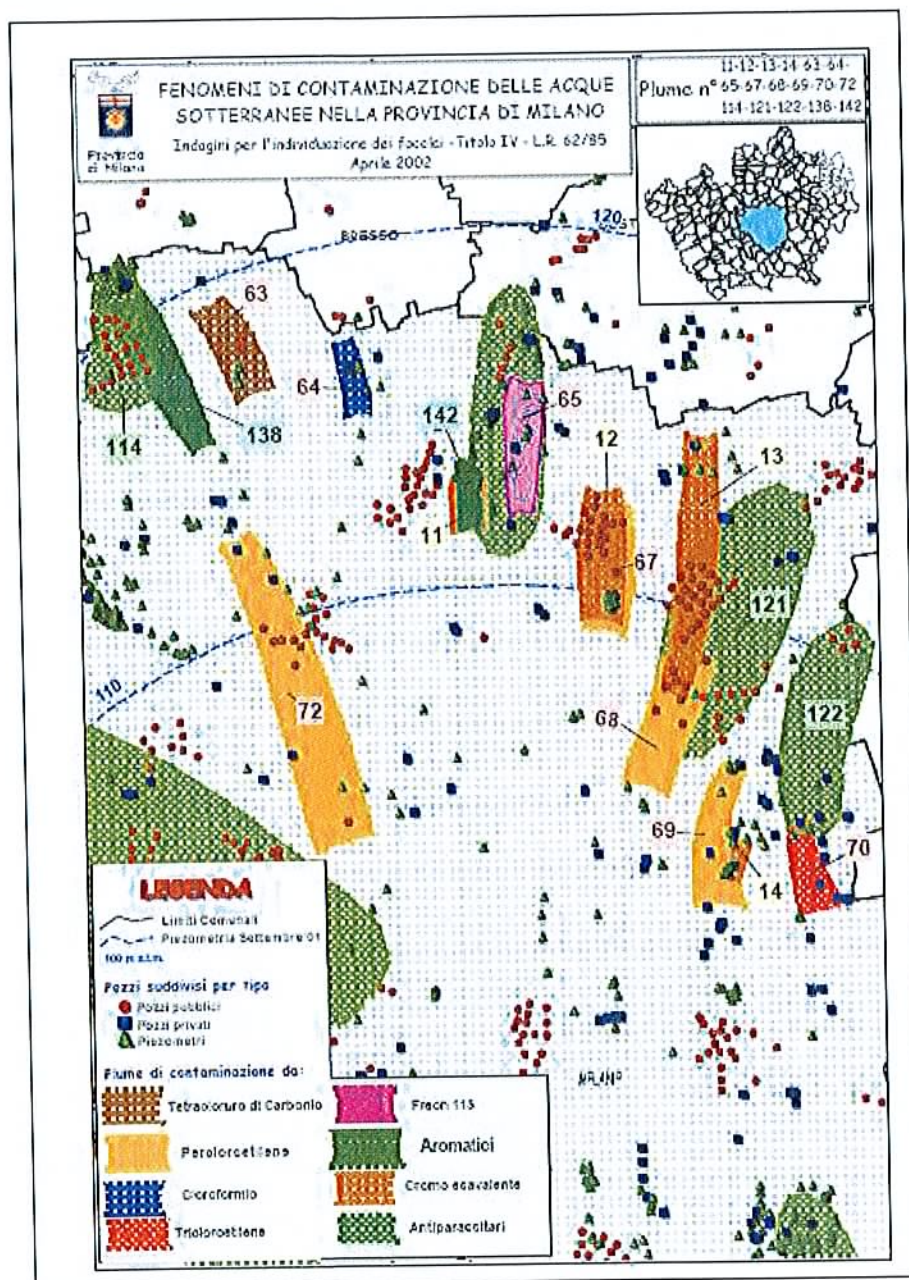


Figura 53: Elaborato estratto dallo studio "Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee - Indagini per l'individuazione dei focolai, Titolo IV L.R. 62/85; aprile 2002" con individuazione del plume 72 che attraversa marginalmente l'area di studio.

A scala di sito le caratteristiche qualitative delle acque del primo acquifero sono individuabili dalle indagini ambientali condotte nel corso del 2006 e del 2007 nella vicina area di "Porta Nuova Garibaldi". Dalle analisi di 15 piezometri si riscontrano superamenti ascrivibili solamente ai Solventi Clorurati, con particolare riferimento al tetracloroetilene (individuato in una concentrazione massima di $8.0 \mu\text{g/l}$, cfr. Allegato 4 e Allegato 5).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Infine i dati chimici, desunti dal monitoraggio idrochimico della Rete Civica del comune di Milano, del piezometro MM151 ubicato all'incrocio fra viale Melchiorre Giola e via G.B. Pirelli, a circa 350 m dall'area di studio, confermano la presenza di Solventi Clorurati come Triclorometano (3) e Tetracloroetilene (6). Il valore di Nitrati si attesta a 50 mg/l.

	INQUINANTI PRESENTI NELLA FALDA FREATICA (ACQUIFERO A)
Area Isola	Solventi Clorurati (Triclorometano, Tetracloroetilene)

12.2.5 I nitrati nelle acque sotterranee

I nitrati sono sempre presenti nelle acque di falda dell'acquifero milanese ed in generale nelle acque potabili in quanto possono derivare da ossidazione dei composti azotati provenienti da processi di decomposizione biologica di sostanze organiche. In aggiunta vi sono i contributi dovuti agli scarichi industriali e all'uso dei fertilizzanti azotati in agricoltura. Il limite di riferimento fissato dal D.L. 31/01 è di 50 mg/l. Gli ultimi aggiornamenti reperiti sulla presenza di nitrati nell'acquifero milanese fanno riferimento all'elaborato prodotto dal SIF nel Maggio 2000: "Le risorse idriche sotterranee nella Provincia di Milano - Vol. 2 Stato qualitativo delle acque anni 1990-1996-1997" ed alla "Tavola di sintesi della presenza dei nitrati aggiornata all'anno 2000" recuperata dal servizio WEB del SIF, riportata in **Figura 54**. Facendo riferimento a questa ultima tavola si può osservare che l'area di studio, ubicata ad E del fiume Lambro, ricade nella fascia caratterizzata dalla presenza di Nitrati fra 30 e 40 mg/l.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

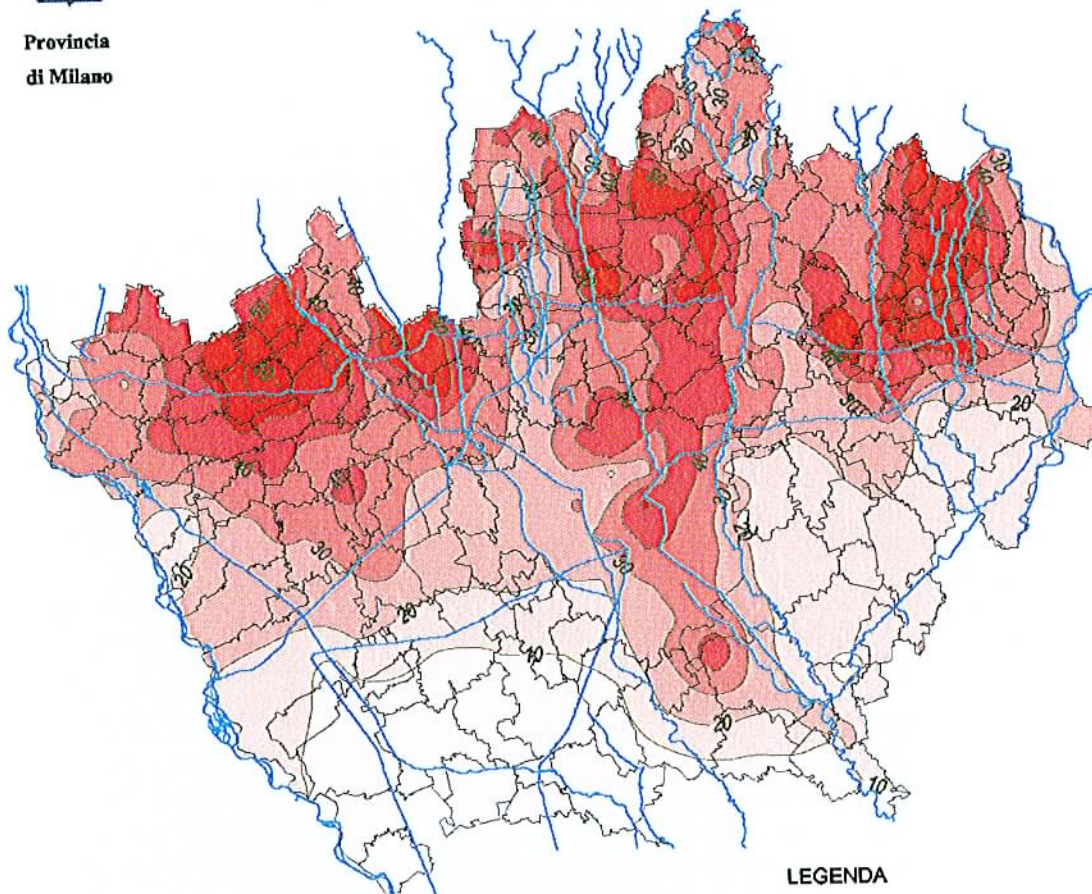
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Provincia
di Milano

CARTA DELLA CONCENTRAZIONE MASSIMA DI NITRATI
FALDA TRADIZIONALE - Anno 2000



LEGENDA

— 10 isocone (mg/l)

Figura 54: Elaborato estratto dal sito WEB del Servizio Informativo Falda con la rappresentazione della concentrazione di Nitrati nell'area di studio

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

13 ATMOSFERA

13.1 Clima

Considerata la stretta correlazione tra il bilancio idrogeologico del sistema acquifero interessato dai pozzi del nuovo complesso e le condizioni climatologiche dell'areale di studio sono stati analizzati nel dettaglio i dati termopluviometrici registrati alla stazione di Milano - Brera.

13.1.1 Caratteristiche termometriche

Il regime medio annuo della temperatura è stato analizzato considerando i dati storici a disposizione registrati durante il periodo 1931-1990 e l'anno 2005, preso come riferimento per la taratura del modello.

Dall'esame della **Figura 55** si rileva che la temperatura media mensile mostra un andamento unimodale con valori più elevati nel mese di luglio (24.8 °C) e valori inferiori nel mese di gennaio (2.5 °C); nel mese di luglio le temperature medie minime e massime variano tra 22.2 e 28.3 °C, mentre nel mese di gennaio tra -2.7 e 6.1 °C.

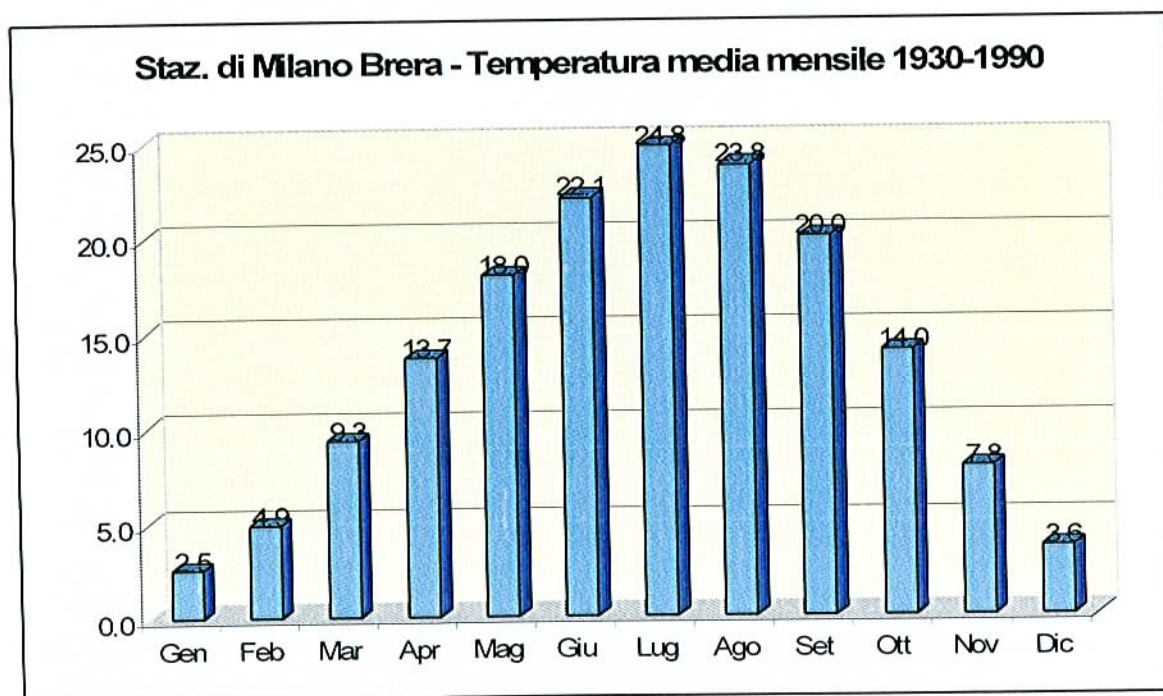


Figura 55: Andamento della temperatura nel corso dell'anno (media 1930-1990)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)022228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Nel periodo di osservazione, i valori più elevati di temperatura media massima si rilevano nel mese di agosto (29 °C) mentre quelli più bassi di temperatura media minima si osservano nei mesi di gennaio e febbraio.

La temperatura media annua risulta pari a 13.7 °C, mentre le temperature medie massime e minime sono rispettivamente di 15.1 e 12.3 °C.

In Figura 56 è illustrato l'istogramma relativo alle temperature medie annue.

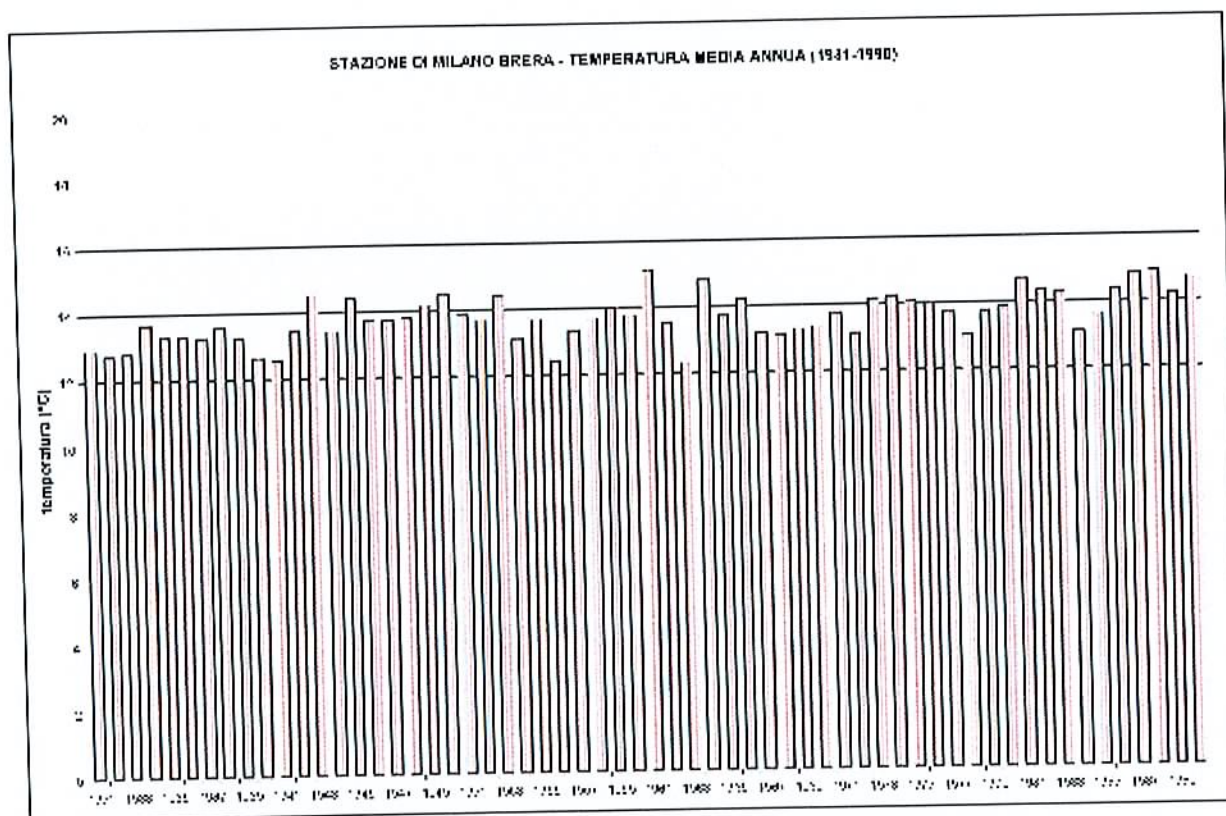


Figura 56: Istogramma temperatura media annua (1931-1990)

I dati registrati durante l'anno 2005 confermano gli andamenti precedentemente descritti: la temperatura media mensile presenta un andamento unimodale; i valori maggiori sono stati misurati nel mese di agosto con una temperatura media di 25.2°C con medie minime e massime di 19.0°C e 29.7°C. Le temperature inferiori sono state registrate durante il mese di dicembre con una temperatura media pari a 3.0°C mentre i valori medi minimi e massimi misurati sono pari rispettivamente a -1.0°C e 6.4°C.

La temperatura media annua è risultata pari a 14.0°C.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

13.1.2 Caratteristiche pluviometriche

L'indagine pluviometrica è stata condotta ricostruendo il regime delle precipitazioni rilevate a Milano - Brera durante il periodo 1950-2004 (Figura 57), anche in questo caso l'anno utilizzato per la taratura del modello (2005) è stato analizzato in dettaglio separatamente.

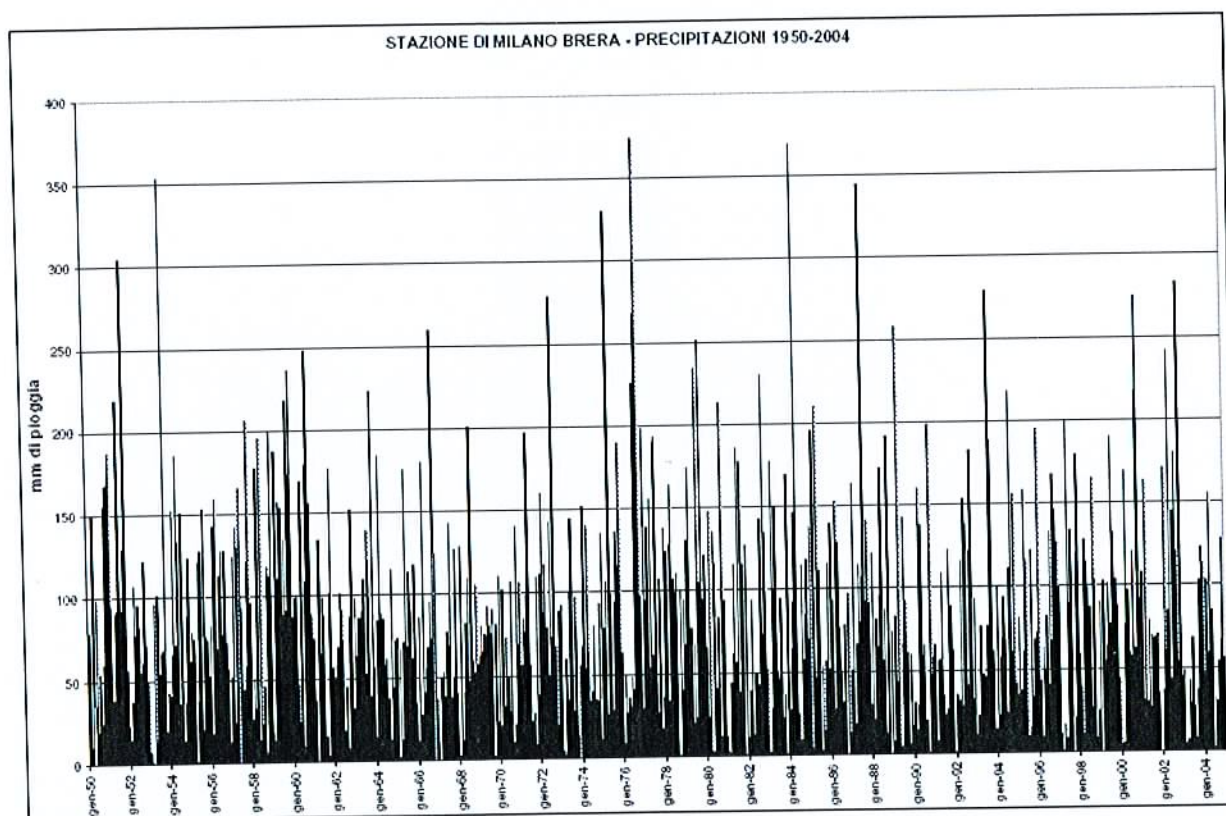


Figura 57: Istogramma precipitazioni cumulate mensili (1950-2004)

Sulla base delle elaborazioni effettuate, la media annua del totale delle precipitazioni rilevate per il periodo considerato assomma a 1000.3 mm, con valore minimo di 605.8 mm nell'anno 2003 e valore massimo di 1578.6 mm nell'anno 1959 (Figura 58).

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

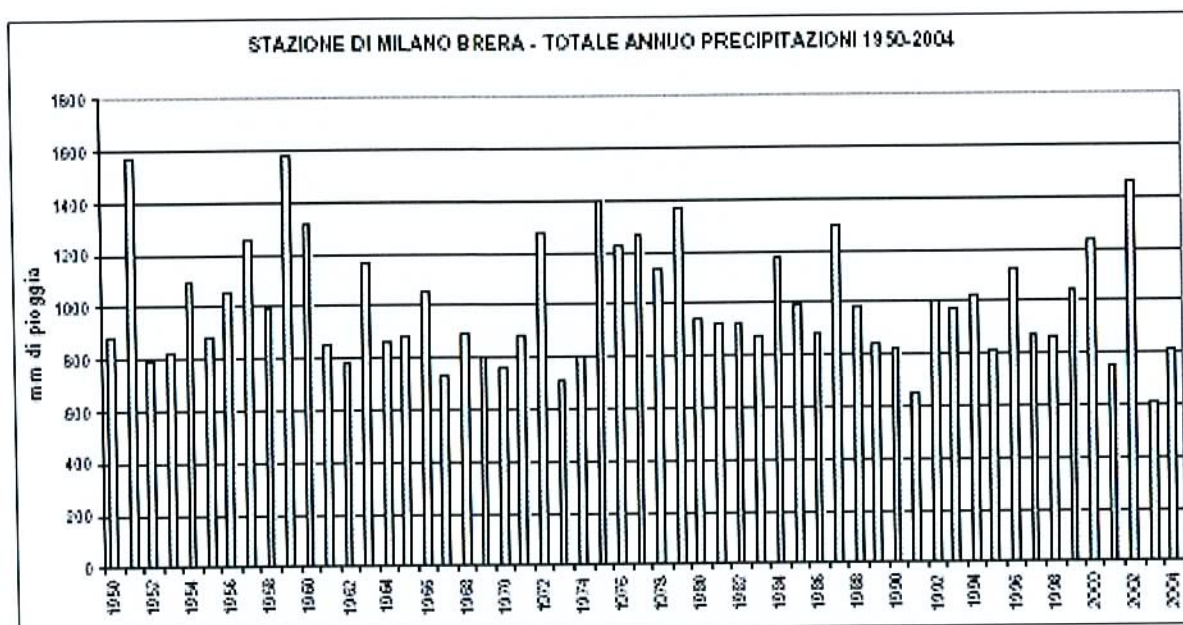


Figura 58: Precipitazioni cumulate annuale

In **Figura 59** viene invece illustrato l'istogramma della precipitazione media mensile; il grafico evidenzia un andamento bimodale caratterizzato da un massimo assoluto di precipitazione nella stagione autunnale (mese di ottobre con 112.9 mm) e un massimo relativo in quella primaverile (mese di maggio con 95 mm); il mese più siccitoso risulta febbraio in quanto caratterizzato da una piovosità media pari a 59.9 mm.

Rispetto al totale annuo l'apporto meteorico relativo al mese più piovoso e al mese più siccitoso è rispettivamente pari all'11.3 e al 6 %.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

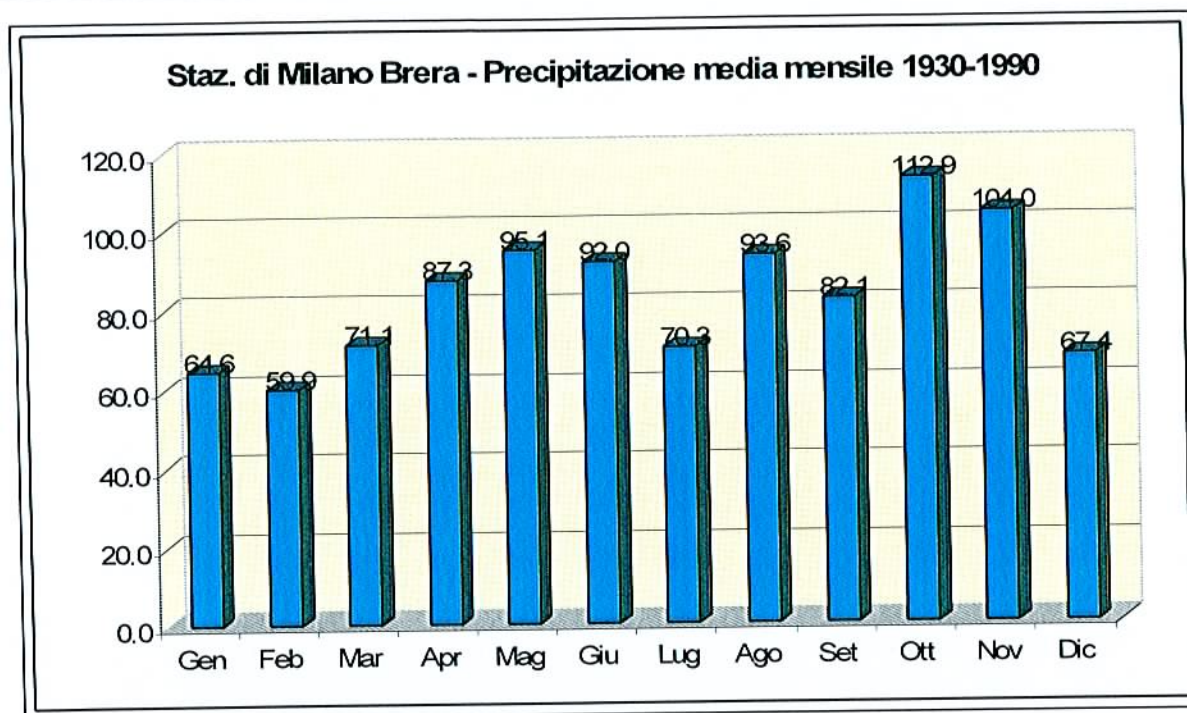


Figura 59: Precipitazione media mensile (Milano Brera 1930-1990)

Il regime pluviometrico del settore in esame, caratteristico della pianura lombarda, è pertanto contraddistinto da due massimi e due minimi di precipitazione nell'anno medio, con prevalenza del massimo autunnale sul primaverile e con minimo invernale inferiore a quello estivo.

L'anno 2002 è stato invero caratterizzato da piogge totali di 1462.6 mm, con un massimo nel mese di novembre (282.4 mm) che è stato responsabile di un consistente innalzamento del livello della falda come verrà descritto in dettaglio nel **paragrafo 12.2.2**.

L'anno 2005 (anno preso come riferimento per la taratura del modello) è stato caratterizzato da piogge totali di 583 mm, con un massimo nel mese di ottobre (101 mm); nel primo trimestre dell'anno le piogge sono state complessivamente di 52 mm (in media 17.3 mm/mese), rappresentando all'incirca il 8.9% delle piogge cadute nell'intero anno.

Un fattore importante per l'elaborazione del modello è costituito dalla definizione del rapporto tra afflusso meteorico e ricarica della falda; i quantitativi di apporto meteorico disponibili per l'infiltrazione costituiscono infatti un'aliquota della precipitazione totale, in quanto una parte degli apporti meteorici viene sottratta in relazione all'evapotraspirazione.

Sulla base dei valori mensili di temperatura e precipitazione è stato quantificato il bilancio idrico mediante il metodo di Thornthwaite-Mather che permette di valutare le perdite per

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

evapotraspirazione e i quantitativi di pioggia eccedente a disposizione del ruscellamento superficiale.

E' stato considerato l'anno 2005 e i risultati ottenuti sono stati riportati nelle **Tabelle 22 e 23**.

L'evapotraspirazione reale totale annua è risultata pari a 811.4 mm mentre la pioggia eccedente pari a 167.8 mm.

La pioggia eccedente rappresenta l'acqua a disposizione del ruscellamento superficiale, che, in aree di pianura non pavimentate, può essere considerata come una consistente aliquota del quantitativo disponibile per la ricarica delle falde.

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
5.2	7.4	28.8	49.3	98.3	110.6	150.0	163.9	128.5	93.3	49.7	17.0	811.4

Tabella 22: Valore medio mensile e annuo della evapotraspirazione reale (mm) - anno 2005

G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
18.5	14.7	7.3	17.2	8.6	4.3	2.2	1.1	0.5	25.8	30.5	37.0	167.8

Tabella 23: Valore medio mensile e annuo della pioggia eccedente (mm) - anno 2005

L'andamento mensile delle piogge eccedenti evidenzia che i valori più elevati coincidono con i mesi invernali, da ottobre a febbraio, poiché per le piogge estive subentra la voce passiva dovuta all'evapotraspirazione.

E' in stretta relazione con tale andamento la variazione annuale del deficit e del surplus, che mostra come l'eccedenza idrica (surplus) si realizzi con valori significativi nei mesi invernali (da ottobre a febbraio).

13.2 Qualità dell'aria

L'inquinamento atmosferico è causato principalmente dall'immissione in atmosfera di sostanze chimiche di ogni tipo generate dalle attività umane: produzione di energia elettrica, attività industriali, riscaldamento e trasporto su gomma costituiscono le sorgenti più rilevanti di inquinamento atmosferico. Nella Regione Lombardia Arpa ha predisposto un sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, grazie al quale è possibile conoscere gli andamenti temporali degli inquinanti, le loro concentrazioni e le tendenze in atto, oltre a contribuire alla valutazione della loro distribuzione.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Inquinante	Caratteristiche Chimico-fisiche	Effetti sull'uomo	Effetti sull'ambiente
SO ₂	Gas inodore di odore pungente. Reagisce con l'umidità trasformandosi in acido solforico	Irritate delle prime vie aeree. Tinniti, bronchi, tosse, ipersecrezione mucosa.	Pioggie acide
NO ₂	Si forma per ossidazione dell'NO. In atmosfera si trasforma in acido nitrico (HNO ₃)	Interessa le vie respiratorie profonde.	Pioggie acide e formazione di smog fotochimico
CO	Gas inodore e incolore leggermente più leggero dell'aria	Insufficienza respiratoria. Mortale ad alte dosi	Danneggia le piante solo a concentrazioni molto elevate
O ₃	Gas di colore azzurro e di odore pungente, in grado di reagire facilmente con tutti i composti e i materiali che possono essere ossidati.	Irritate delle vie aeree profonde. Edema polmonare ad esposizioni elevate.	Deterioramento dei materiali e diminuzione della produttività delle piante
IPA	Idrocarburi organici altamente stabili; si originano da processi di combustione e rimangono adsorbiti sulle particelle carboniose	Cancerogeni	
Benzene	Idrocarburo liquido, volatile, incolore, di odore particolare. Molto stabile chimicamente.	Altamente tossico. Cancerogeno accertato (gruppo IARC)	Contribuiscono all'inquinamento fotochimico
PM _e	Particelle solide o liquide di diametro variabile da 0 a 100 µm.	Le particelle più fini arrivano agli alveoli polmonari. Alle polveri sono associati altri inquinanti con effetti tossici e/o cancerogeni.	Diminuzione della trasparenza dell'aria e accelerazione corrosione di edifici e monumenti
PM ₁₀	PM ₁₀ : particelle con diametro inferiore a 10 µm.		
CO ₂	Gas inodore e incolore che si forma per ossidazione dei composti contenenti carbonio	Provoca perdita di coscienza a concentrazioni in aria superiore al 10%	Effetto Serra
CFC' et. Al.	Composti organici gassosi o liquidi altamente volatili, di odore etero. Essenzialmente stabili ed inerti.	Irritanti e/o tossici e ad effetto narcotizzante alle alte concentrazioni	Distruzione Ozono stratosferico

Figura 60: Inquinanti, loro caratteristiche ed effetti sull'uomo e sull'ambiente

In generale il tema dell'inquinamento atmosferico è oggetto di studio da oltre quarant'anni e le serie storiche dei principali inquinanti evidenziano come, nel corso degli ultimi decenni, la qualità dell'aria sia costantemente migliorata; la serie del particolato fine e dell'ozono segnalano invece una situazione stazionaria di criticità.

La caratteristica comune di questi ultimi due inquinanti è la loro origine, parzialmente (PM₁₀) o totalmente (O₃) secondaria, che contribuisce a rendere più complessa l'attuazione di azioni efficaci per la loro riduzione.

La configurazione geografica e le caratteristiche meteorologiche del comune di Milano riflettono tipicamente tipiche della Pianura Padana e sono tali per cui quest'area può di fatto considerarsi un unico grande bacino nel quale i sopraccitati inquinanti tendono a diffondersi in modo abbastanza uniforme e, in condizioni di stabilità atmosferica, ad accumularsi.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

In particolare nella stagione fredda, sul bacino padano si trovano frequentemente condizioni di elevata stabilità atmosferica dovute alla persistenza di strutture anticicloniche e di inversioni termiche negli strati più bassi dell'atmosfera.

Questi fattori, unitamente al vento che presenta frequenti episodi di calma e regimi prevalenti di bassa intensità, inibiscono fortemente il trasporto degli inquinanti. Condizioni meteorologiche di questo tipo ed il loro protrarsi per più giorni, in assenza di eventi di precipitazione significativi per durata ed intensità, determinano un accumulo progressivo degli inquinanti con conseguenti superamenti dei limiti di concentrazione imposti dalla norma.

Relativamente al Comune di Milano, a tale valore di concentrazione di fondo ad ampia scala (regional background o fondo di area vasta) vanno sommati il valore di fondo urbano e le fonti di emissione locali, queste ultime possono essere riassunte in:

- Emissione degli impianti di riscaldamento;
- Emissioni industriali;
- Emissioni da traffico veicolare.

Tale schematizzazione (riassunta in **Figura 61**) dei contributi di inquinamento atmosferico a livello urbano fu proposto per la prima volta Lenschow per i livelli di PM10 nell'agglomerato di Berlino e nell'area circostante.

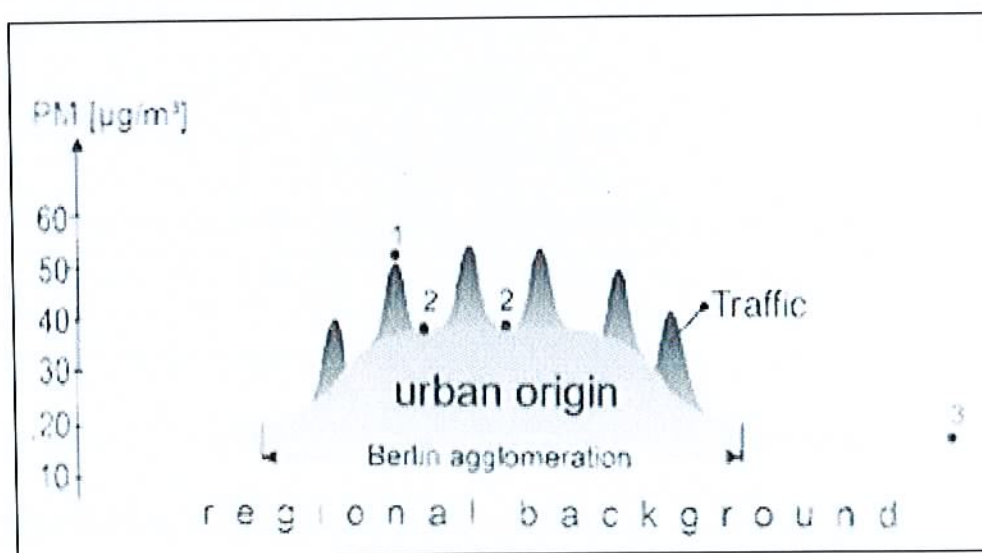


Figura 61: Formazione dei livelli di PM10 in agglomerato urbano, i picchi come 1 rappresentano le fonti emissive locali, i punti 2 il fondo urbano e il punto 3 il fondo regionale (fonte Arpa Lombardia, rapporto RSA 2006)

Qui di seguito verrà ora eseguita una rassegna dei principali inquinanti atmosferici presenti nell'agglomerato urbano di Milano.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

SO₂ (Biossido di zolfo)

La concentrazione media annuale di SO₂ (Figura 67) nel Comune di Milano ha subito dal 1989 al 2001 una sensibile diminuzione; a partire dall'anno 1996 tale parametro è risultato al di sotto del Valore Limite per la protezione degli ecosistemi fissato in 20 µg/m³ (DM n. 60 del 2 aprile 2002), in vigore dal 19 luglio 2001.

In Tabella 24, in cui si riporta il numero di superamenti dei Limiti Legislativi rispettivamente della concentrazione media giornaliera e della concentrazione media oraria per ciascun anno, sono state considerate le stazioni di misura che registrano il maggior numero di superamenti (Stazione max) e quelle che registrano il minor numero di superamenti (Stazione min) all'interno del Comune di Milano.

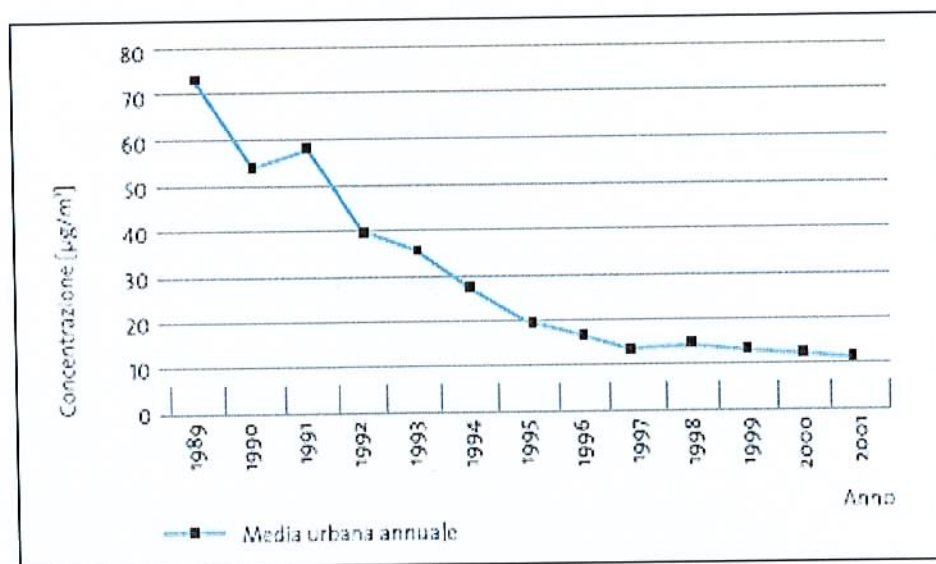


Figura 62: Concentrazione media annuale di Biossido di Zolfo (fonte Arpa Lombardia)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Stazione min	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stazione max	98	22	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Stazione min	39	38	24	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stazione max	84	50	49	25	15	6	1	0	0	0	0	0	0

Tabella 24: Numeri di superamento del valore limite della concentrazione media giornaliera (azzurro) ed oraria (giallo) per il biossido di zolfo

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Particolato - TPS e PM₁₀

La concentrazione media annuale di PTS (**Figura 63**) ha registrato un progressivo calo nel periodo 1992-1996, mentre negli anni successivi i valori medi annuali sono oscillati nell'intervallo 50-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In **Figura 64** si riporta il numero di giorni di superamento di ciascun anno dei Livelli di Attenzione e di Allarme per il PTS (DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001) nel periodo 1997-2001: per quanto riguarda il Livello di Attenzione il numero dei superamenti presenta un andamento molto simile a quello delle concentrazioni medie annuali, mentre il Livello di Allarme risulta superato solo saltuariamente nel periodo considerato.

L'andamento della concentrazione media annuale del PM₁₀, inquinante per cui misure sistematiche sono iniziate nell'anno 1998, è illustrato in **Figura 65** a confronto con il Limite Legislativo per la protezione della salute umana (DM n. 60 del 2 aprile 2002): i valori delle concentrazioni misurate in atmosfera risultano pressoché stazionari nel tempo, mentre il Limite Legislativo, pari a 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ negli anni 1999-2000, viene gradualmente diminuito ogni anno, dal 2001 in poi, fino a raggiungere i 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'anno 2005.

In **Tabella 25** sono rappresentati i superamenti del Limite Legislativo della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ fissato per la protezione della salute umana (DM n. 60 del 2 aprile 2002). Si osserva un graduale aumento del numero di superamenti dovuto all'effetto combinato di concentrazioni misurate pressoché stazionarie a confronto con un Limite Legislativo in graduale diminuzione.

Infatti, tale Limite, che non deve essere superato più di 35 volte/anno, è pari a 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per gli anni 1999-2000, a 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2001 e viene ridotto gradualmente, ogni anno, fino a raggiungere i 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2005.

Il numero di superamenti dei Livelli di Attenzione e di Allarme del PM₁₀ (DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001), riportati per singola stazione di misura urbana in **Figura 66**, risulta piuttosto stazionario nel periodo 1998-2001.

I giorni di Stato di Attenzione e Allarme per il PM₁₀, dopo avere presentato un incremento negli anni 1999 e 2000, sono diminuiti nell'anno 2001 (**Tabella 26**).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

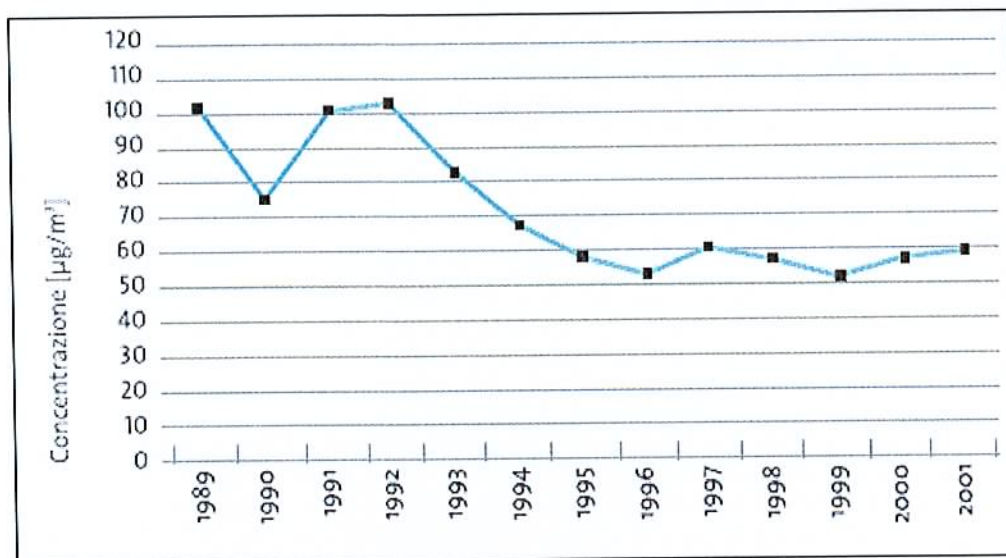


Figura 63: Concentrazione media annuale di Biossido di Zolfo (fonte Arpa Lombardia)

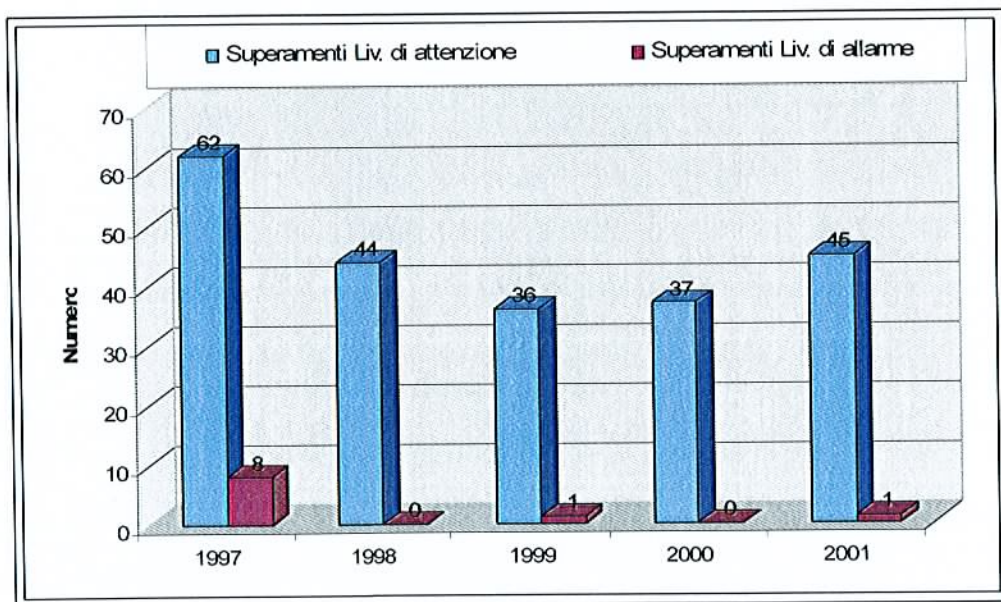


Figura 64: Numero di giorni di superamenti dei livelli di attenzione e di allarme per il Particolato Totale Sospeso (fonte Arpa Lombardia)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

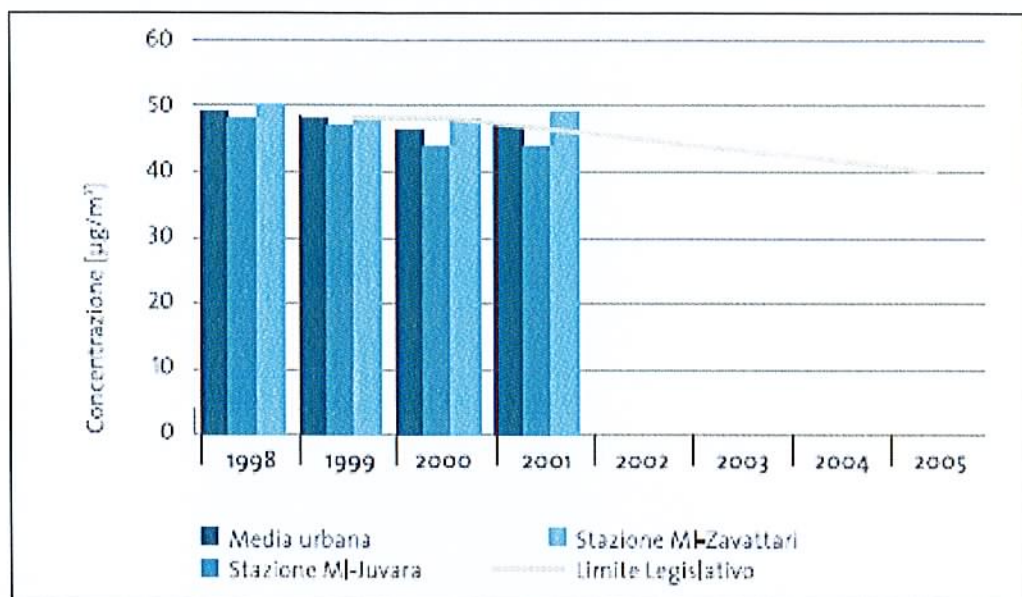


Figura 65: Numero di giorni di superamenti dei livelli di attenzione e di allarme per il Particolato Totale Sospeso (fonte Arpa Lombardia)

Stazione	1998	1999	2000	2001
MI Juvara	34	38	43	44
MI Zavattari	37	45	56	43

Tabella 25: Numeri di superamento del valore limite dei limiti legislativo della concentrazione media giornaliera dell'articolato fine [DM n.60 del 2 Aprile 2002]

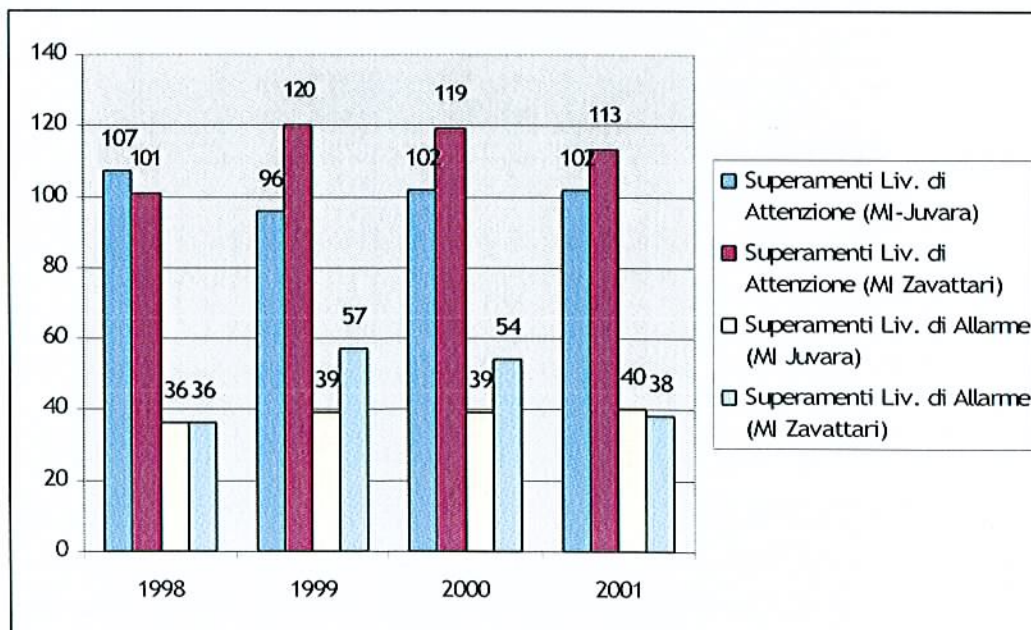


Figura 66: Numeri di superamento del livello di attenzione e di allarme per le stazioni di MI-Juvara e MI-Zavattari

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

	1998	1999	2000	2001
Stato di Attenzione	12	25	22	13
Stato di Allarme	3	8	8	0

Tabella 26: Numeri di superamento del valore limite del limiti legislativo della concentrazione media giornaliera del particolato fine [DM n.60 del 2 Aprile 2002]

Biossido di azoto (NO₂) e Ossidi di azoto (NO_x)

La **Figura 67** mostra la concentrazione media annuale di NO₂: sebbene i valori siano in costante diminuzione a partire dal 1992, risultano nell'anno 2001 ancora superiori al Limite Legislativo per la protezione della salute umana fissato dal DM n. 60 del 2 aprile 2002.

Tale Limite risulta pari a 60 µg/m³ negli anni 1999-2000, pari a 58 µg/m³ nell'anno 2001 e viene gradualmente ridotto ogni anno fino a raggiungere i 40 µg/m³ nell'anno 2010.

Per quanto riguarda i superamenti del Limite Legislativo della concentrazione media oraria e dei Livelli di Attenzione e di Allarme sono state considerate le stazioni di misura che registrano il maggior numero di superamenti (Stazione max) e quelle che registrano il minor numero di superamenti (Stazione min) all'interno del Comune di Milano.

Il numero dei superamenti del Limite Legislativo della concentrazione media oraria di NO₂ per la protezione della salute umana, fissato dal DM n. 60 del 2 aprile 2002, risulta in netta riduzione a partire dall'anno 1992 (**Figura 68**). Tale Limite (in vigore dal 19 luglio 1999) non deve essere superato più di 18 volte/anno ed è pari a 300 µg/m³ negli anni 1999-2000, a 290 µg/m³ nel 2001 e viene ridotto costantemente ogni anno fino a raggiungere i 200 µg/m³ nel 2010.

Il numero di giorni di superamento dei Livelli di Attenzione e di Allarme di NO₂ [DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001] risulta in graduale diminuzione a partire dall'anno 1992 (**Figura 69**). I giorni di Stato di Attenzione per l'NO₂ risultano in diminuzione nel periodo 1997-2001, mentre nello stesso periodo di tempo non si registrano giorni di Stato di Allarme (Tabella 3.10).

Anche la concentrazione media annuale di NO_x, così come quella di NO₂, ha subito nell'ultimo decennio una notevole diminuzione (**Figura 3.10**); ciò nonostante i valori risultano nell'anno 2001 notevolmente superiori al Valore Limite di 30 µg/m³ fissato per la protezione della vegetazione (DM n. 60 del 2 aprile 2002), in vigore dal 19 luglio dello stesso anno.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

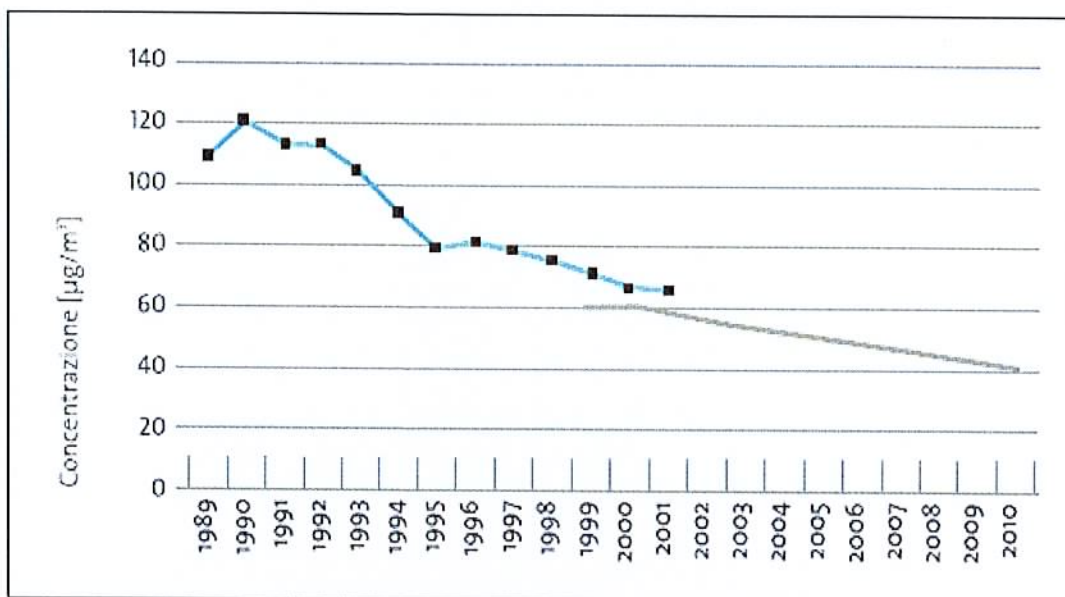


Figura 67: Concentrazione media annuale del Biossido di Azoto a confronto con il limiti legislativo DM n.60 del 2 Aprile 2002 (fonte Arpa)

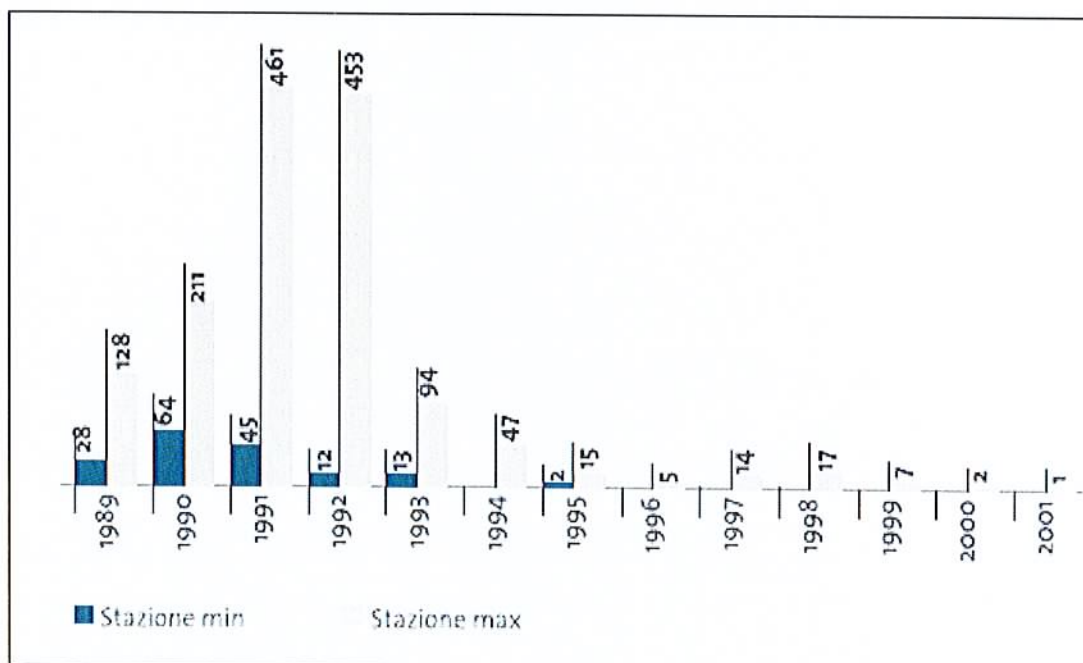


Figura 68: Numero di superamenti del limite legislativo orario per il Biossido di Azoto DM n.60 del 2 Aprile 2002 (fonte Arpa)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

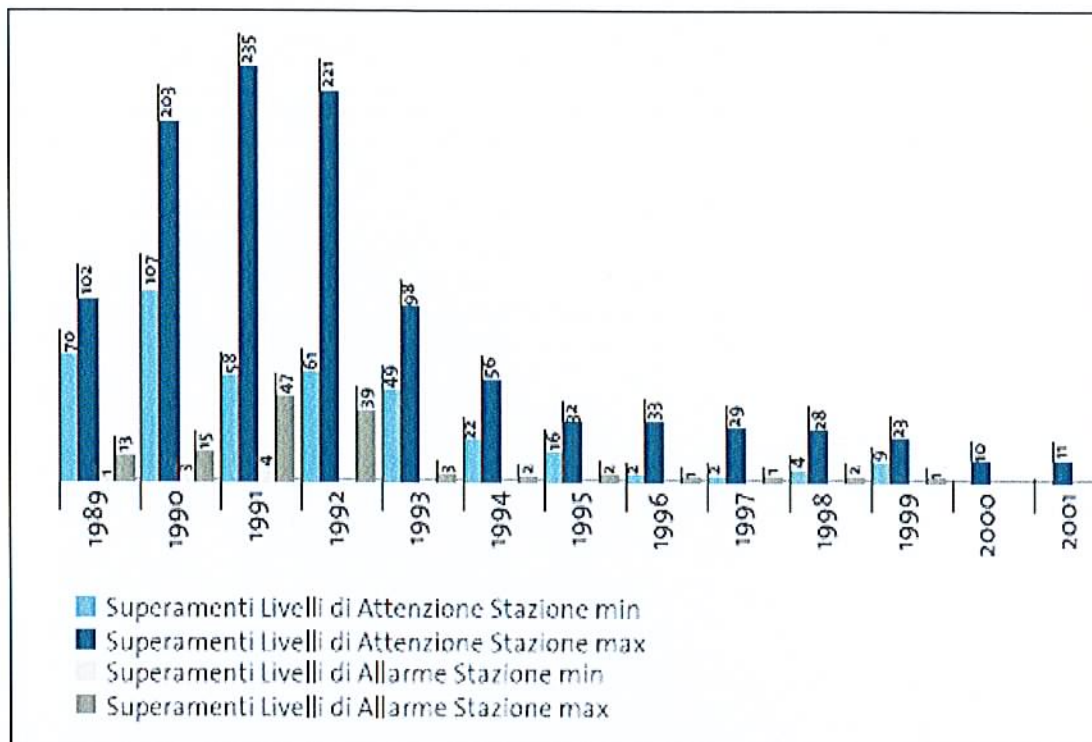


Figura 69: Numero di superamenti dei livelli di attenzione e di allarme per il Biossido di Azoto [DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001] (fonte Arpa)

	1997	1998	1999	2000	2001
Stato di Attenzione	14	12	11	3	2
Stato di Allarme	0	0	0	0	0

Tabella 27: Numeri di superamento del valore limite dei limiti legislativo della concentrazione media giornaliera del biossido di azoto (fonte Arpa Lombardia)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

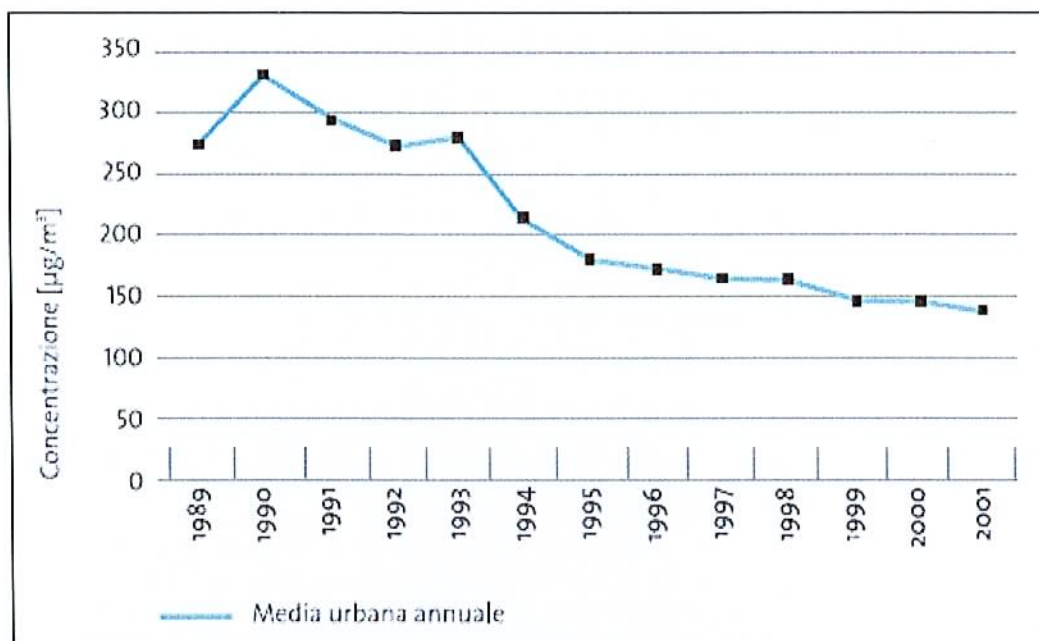


Figura 70: Concentrazione media annuale degli ossidi di azoto (NO_x)

Monossido di carbonio (CO)

La concentrazione media annuale di CO nel periodo 1989-2001 presenta una notevole diminuzione dovuta essenzialmente al progressivo rinnovo del parco circolante con veicoli catalizzati (Figura 71).

Per quanto riguarda i superamenti del Limite Legislativo della concentrazione media massima giornaliera su 8 ore e dei Livelli di Attenzione e Allarme sono state considerate le stazioni di misura che registrano il maggior numero di superamenti (Stazione max) e quelle che registrano il minor numero di superamenti (Stazione min) all'interno del Comune di Milano.

Il Limite Legislativo per la protezione della salute umana fissato dal DM n. 60 del 2 aprile 2002 risulta rispettato in tutte le stazioni di misura a partire dal 1999 (Tabella 28).

Tale Limite, entrato in vigore l'anno successivo (13 dicembre 2000), è costituito dalla concentrazione media massima giornaliera su 8 ore e risulta pari a $16 \text{ mg}/\text{m}^3$ dal 2000 al 2002, a $14 \text{ mg}/\text{m}^3$ nel 2003, a $12 \text{ mg}/\text{m}^3$ nel 2004 e a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ dal 1° gennaio 2005.

Il numero di giorni di superamento del Livello di Attenzione (concentrazione media mobile trascinata sulle 8 ore maggiore di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, secondo il DGR Lombardia n. VII/6501 del 19 ottobre 2001) risulta in progressiva diminuzione a partire dall'anno 1998 (Figura 72); nell'anno 2001 non si è verificato alcun superamento di tale limite nel territorio urbano.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Per quanto riguarda il Livello di Allarme (concentrazione media oraria maggiore di 30 mg/m^3 , secondo la DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001), nel quinquennio 1997-2001 non si sono registrati superamenti in nessuna stazione di misura urbana (Tabella 29).

A partire dall'anno 1999 non si verificano giorni di Stato di Attenzione per il CO, mentre nel periodo 1997-2001 non si sono mai verificati giorni di Stato di Allarme (Tabella 30).

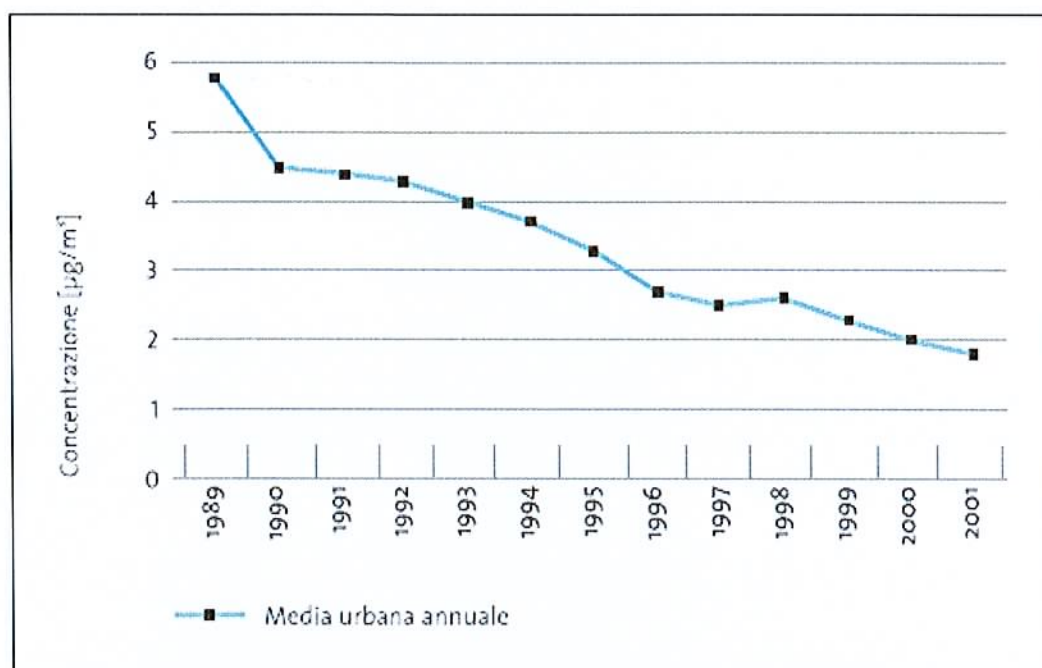


Figura 71: Concentrazione media annuale del monossido di carbonio (CO)

	1997	1998	1999	2000	2001
Stazione min.	0	0	0	0	0
Stazione max.	1	3	0	0	0

Tabella 28: Numeri di giorni di superamento del valore limite legislativo della concentrazione media giornaliera su 8 ore per il monossido di carbonio DM n.60 del 2 Aprile 2002 (fonte Arpa)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

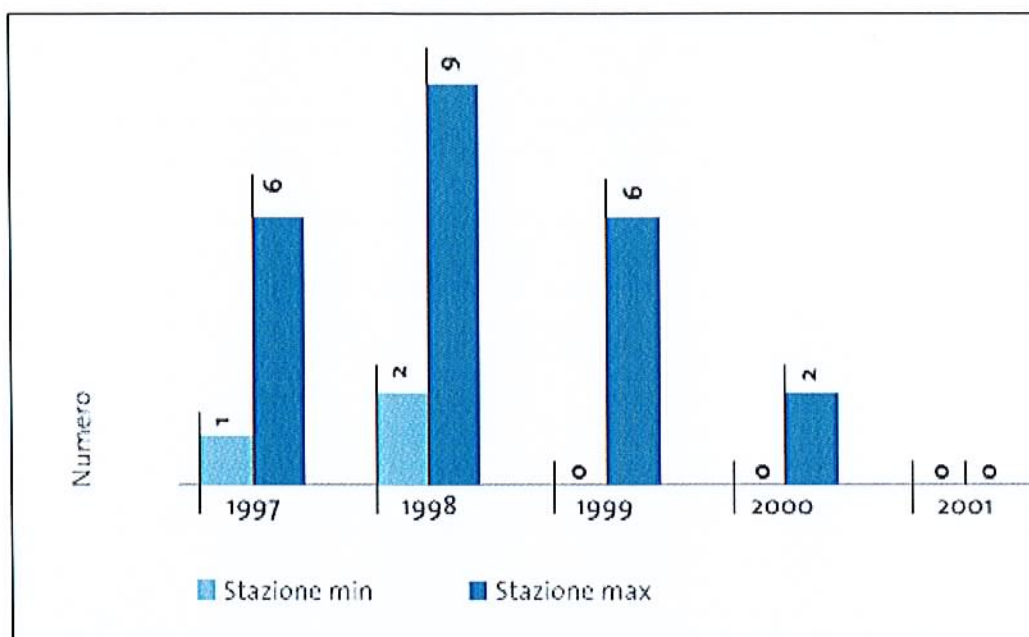


Figura 72: Numero di superamenti dei livelli di attenzione e di allarme per il monossido di carbonio [DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001] (fonte Arpa)

	1997	1998	1999	2000	2001
Stazione min.	0	0	0	0	0
Stazione max.	0	0	0	0	0

Tabella 29: Numeri di giorni di superamento del livello di allarme per il monossido di carbonio [DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 ottobre 2001] (fonte Arpa)

	1997	1998	1999	2000	2001
Stato di attenzione	2	2	0	0	0
Stato di allarme	0	0	0	0	0

Tabella 30: Numeri di giorni di stato di attenzione e di allarme per il monossido di carbonio (fonte Arpa)

Ozono (O₃)

Il numero di superamenti annuali del Valore Limite orario per la protezione della vegetazione (concentrazione media oraria maggiore di 200 µg/m³ secondo il DM n. 392 del 16 maggio 1996) nel periodo 1997-2001 è rappresentato in **Figura 73** l'andamento è piuttosto variabile nel tempo e la stazione di misura che riportail maggior numero di superamenti è quella Milano-Parco Lambro; ciò è dovuto al fatto che si tratta di una stazione di tipo "suburbano".

Il valore massimo annuale del numero di superamenti mensili del Valore Limite orario (concentrazione media oraria 200 µg/m³ da non superarsi più di una volta al mese, secondo il

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

DPCM del 28 marzo 1983) è rappresentato in **Tabella 31** i superamenti sono più elevati per la stazione di Milano-Parco Lambro che presenta un trend di crescita fino all'anno 2000.

Per ciascun anno del quinquennio 1997-2001, in **Figura 75** sono riportate le percentuali di dati relativi alle concentrazioni medie mobili trascinate su 8 ore che superano il Valore Limite per la protezione della salute (concentrazione media mobile trascinata su 8 ore maggiore di $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, secondo il DM n. 392 del 16 maggio 1996). Si osserva che le percentuali sono quasi stazionarie con gli anni e si assestano quasi sempre al di sotto del 10%, i valori più elevati si riscontrano, anche in questo caso, nella stazione di Milano-Parco Lambro.

L'andamento annuale delle percentuali di dati giornalieri superiori al Valore Limite sulle 24 ore per la protezione della vegetazione (concentrazione media giornaliera maggiore di $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, secondo il DM n. 392 del 16 maggio 1996), indicato in **Figura 74**, rispecchia quello dei superamenti del Valore Limite di concentrazione media mobile su 8 ore: in tal caso si osservano percentuali più elevate, seppur quasi sempre al di sotto del 30%.

I superamenti del Livello di Attenzione (massimo valore giornaliero della concentrazione media oraria maggiore di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, secondo il DGR Lombardia n. VII/6501 del 19 ottobre 2001) sono riportati in **Figura 73**, per le tre stazioni di misura di Milano. Si osserva un andamento variabile e un maggior numero di superamenti nella stazione di Milano-Parco Lambro.

Il Livello di Allarme (massimo valore giornaliero della concentrazione media oraria maggiore di $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$, secondo il DGR Lombardia n. VII/6501 del 19 ottobre 2001) non è mai stato superato (**Tabella 32**) per le tre stazioni di misura urbane.

Il numero di giorni di Stato di Attenzione e di Allarme registrato nel periodo 1997-2001 è riportato in **Tabella 33**: per quanto concerne gli Stati di Attenzione si tratta di valori ancora piuttosto elevati e con andamento stazionario, mentre nello stesso periodo vi è stato un solo giorno di Stato di Allarme nell'anno 1998.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

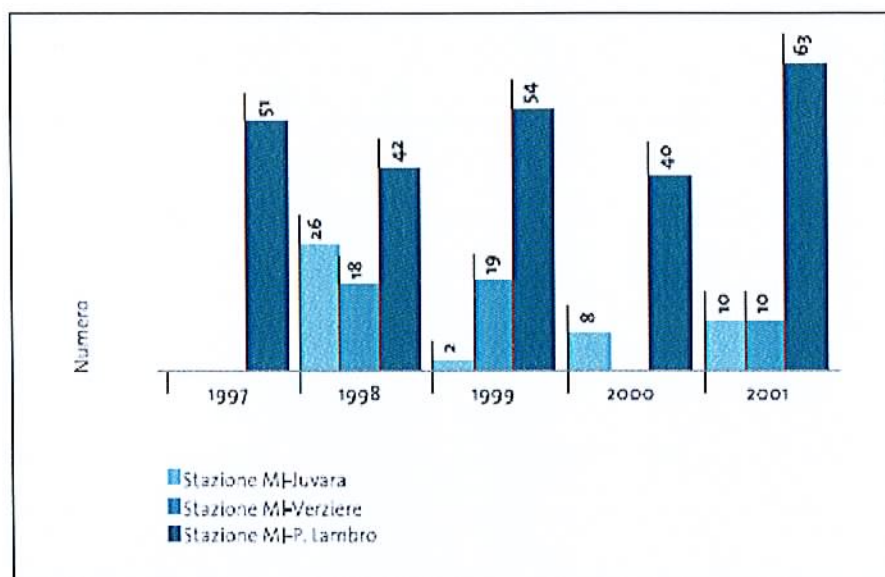


Figura 73: Numero di superamenti del valore limite orario per l'ozono [DM n.392 del 16 maggio 1996]

	1997	1998	1999	2000	2001
MI Juvara	0	19	2	4	9
MI Verziere	0	11	12	0	10
MI Parco Lambro	15	21	25	28	26

Tabella 31: Massimo annuale del numero di superamenti mensili del valore limite orario per l'ozono (DPCM del 28 Marzo 1983)

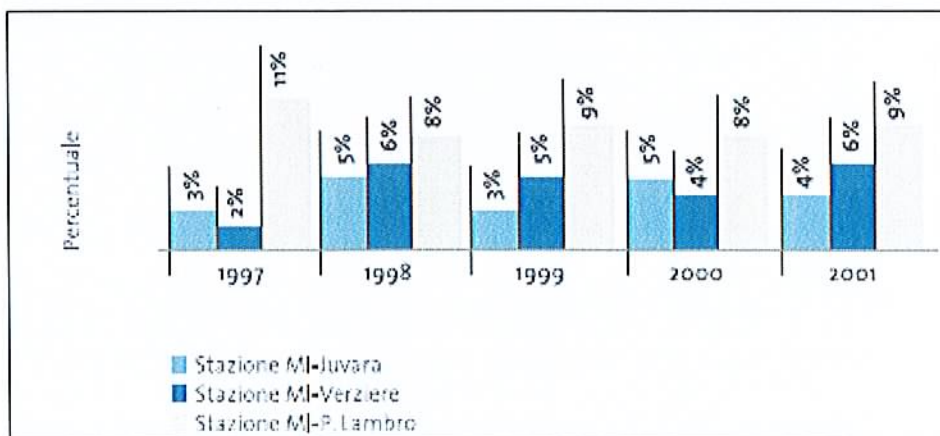


Figura 74: Numero di giorni di superamento del Valore Limite di concentrazione media giornaliera per l'Ozono espresso in percentuale [DM n.392 del 16 Maggio 1996]

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

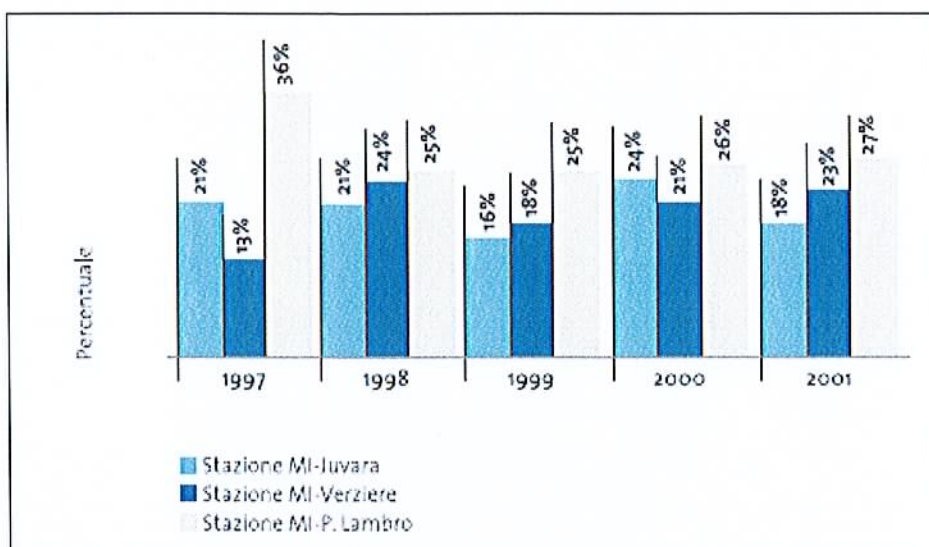


Figura 75: Numero di superamenti del Valore Limite di concentrazione media mobile trascinata su 8 ore giornaliera per l'Ozono espresso in percentuale [DM n.392 del 16 Maggio 1996]

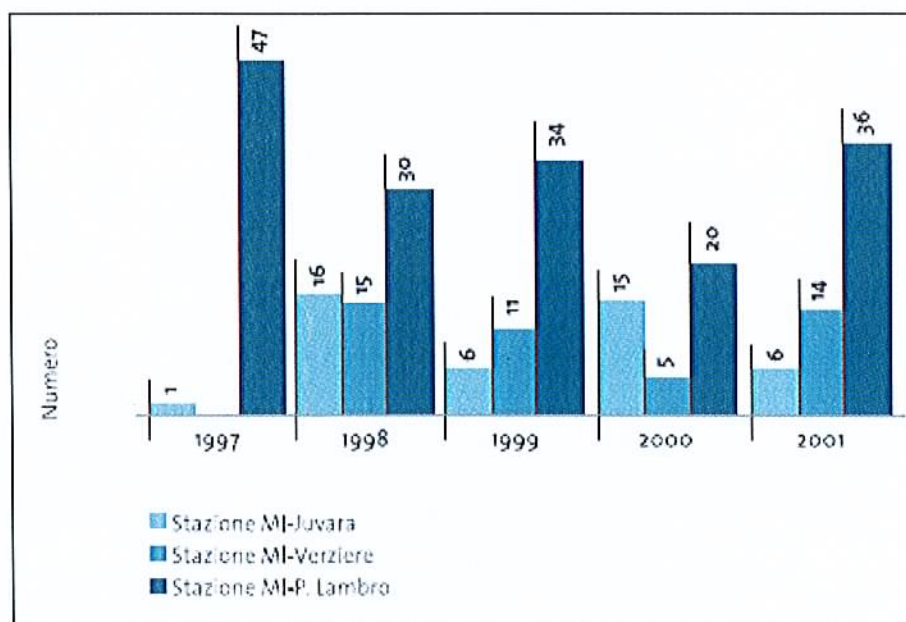


Figura 76: Numero di superamenti del Valore Limite di concentrazione media mobile trascinata su 8 ore giornaliera per l'Ozono espresso in percentuale [DM n.392 del 16 Maggio 1996]

Stazione	1997	1998	1999	2000	2001
MI Juvara	0	0	0	0	0
MI Verziere	0	0	0	0	0
MI Parco Lambro	0	0	0	0	0

Tabella 32: Numero di giorni di superamento del livello di allarme per l'ozono [DGR Lombardia n.VII/6501 del 19 Ottobre 2001]

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

	1997	1998	1999	2000	2001
Stato di attenzione	75	54	42	42	58
Stato di allarme	0	1	0	0	0

Tabella 33: Numero di giorni di stato di attenzione e di allarme per l'ozono (O₃)

Microinquinanti: Benzene (C₆H₆) e Piombo (Pb)

La concentrazione media annuale di benzene nel periodo 1999-2001 (**Figura 77**) risulta ben al di sotto del Limite Legislativo per la protezione della salute umana fissato dal DM n. 60 del 2 aprile 2002. Tale limite, entrato in vigore nell'anno 2000, è pari a 10 µg/m³ e verrà ridotto gradualmente a partire dall'anno 2006 fino a raggiungere i 5 µg/m³ nell'anno 2010.

Le concentrazioni medie annuali presentano nel periodo considerato una discreta diminuzione dovuta, oltre che al rinnovo del parco circolante con veicoli catalizzati, alla progressiva riduzione del contenuto di benzene nelle benzine commerciali.

Le concentrazioni medie annuali di piombo (**Figura 78**) risultano notevolmente al di sotto del Limite Legislativo per la protezione della salute umana fissato dal DM n. 60 del 2 aprile 2002. Tale limite, entrato in vigore nell'anno 1999, è pari a 1 µg/m³ per gli anni 1999-2000, mentre a partire dal 2001 viene progressivamente ridotto fino a raggiungere i 0,5 µg/m³ a partire dall'anno 2005.

La concentrazione media annuale di piombo in atmosfera risulta in diminuzione grazie al progressivo rinnovo del parco circolante con veicoli catalizzati, che utilizzano benzina senza piombo. Il bando della benzina con piombo (cosiddetta "benzina rossa") avvenuto, in Italia, a partire dal 1° gennaio 2002, dovrebbe avere consentito ulteriori diminuzioni delle concentrazioni in atmosfera di questo metallo pesante negli anni successivi.

I dati di piombo presentati in questo indicatore sono relativi a concentrazioni misurate su campioni di PM₁₀ prelevati presso il sito di Milano-via Messina nell'ambito di campagne di monitoraggio effettuate da A.R.P.A. Lombardia (Dipartimenti di Milano Città e di Mantova) e dall'Università degli Studi di Milano-Bicocca (Dipartimento di Scienze Ambientali e del Territorio).

Le medie annuali per il periodo 1999-2001 si riferiscono alle seguenti percentuali di dati validi: 64% per il 1999, 47% per il 2000 e 62% per l'anno 2001.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

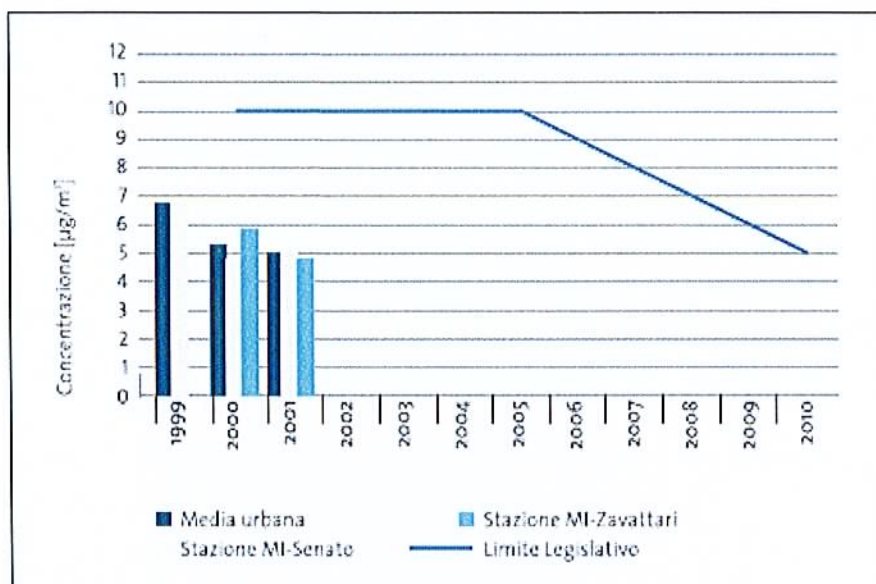


Figura 77: Concentrazione media annuale di benzene a confronto con il Limite Legislativo [DM n.60 del 2 Aprile 2002]

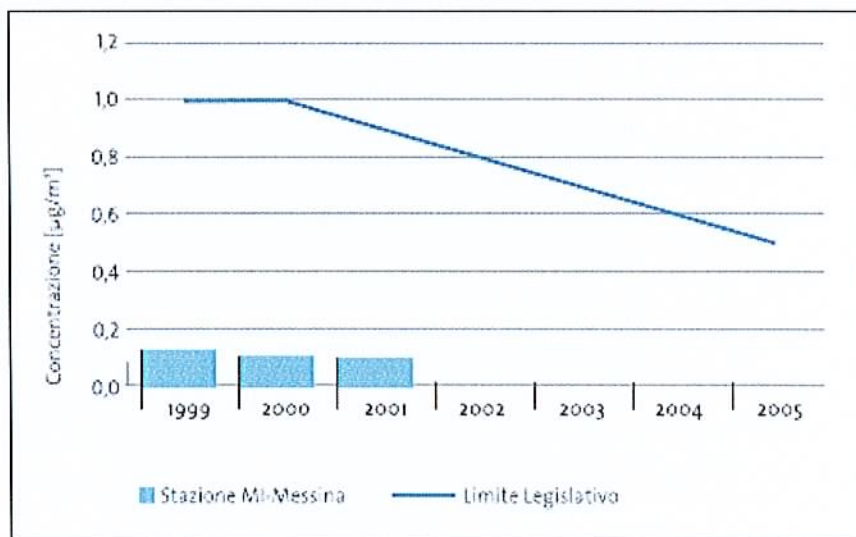


Figura 78: Concentrazione media annuale di piombo a confronto con il Limite Legislativo [DM n.60 del 2 Aprile 2002]

13.2.1 Riferimenti Normativi e zonizzazione del territorio

Le azioni intraprese per contenere il degrado dell'ambiente atmosferico sono numerose e possono essere suddivise in due grandi gruppi: i provvedimenti volti alla limitazione delle emissioni, tra cui i protocolli di Montreal e Kyoto, e le norme emanate per il contenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti in aria.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

I protocolli di Montreal del 1987 e di Kyoto del 1997 sono tra i più importanti accordi a livello internazionale e costituiscono uno sforzo notevole di mediazione tra interessi di tipo economico e problematiche ambientali. Il primo ha determinato la scomparsa graduale dal mercato delle sostanze responsabili della riduzione dell'Ozono stratosferico e si può dire che gli obiettivi prefissati siano stati ormai raggiunti, il secondo, invece, più recente, è relativo alla diminuzione secondo tappe prestabilite dei gas climalteranti responsabili dell'effetto Serra. In questo campo il cammino è ancora lungo e gli impegni presi richiedono una drastica riduzione dei consumi energetici in tutti i settori, oltre che ingenti investimenti per lo sviluppo di nuove tecnologie ad alta efficienza e basso impatto ambientale. Entrambi i protocolli indicano comunque la stessa strada per la protezione dell'ambiente globale: minimizzare il consumo delle risorse, investire in tecnologia e ridurre l'impatto ambientale determinato dalla crescita economica dei paesi di nuova industrializzazione.

Relativamente alle norme per il contenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti in aria, la normativa europea e quella nazionale sono profondamente mutate in questi ultimi anni. In particolare, con il D.Lgs n. 351 del 99 e il DM 60 del 2002, sono state recepite a livello italiano la direttiva 96/62/CE, che rappresenta la direttiva quadro in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, e le direttive figlie 99/30/CE e 2000/69/CE che disciplinano gli aspetti tecnico operativi relativi ad ogni singolo inquinante e definiscono inoltre i nuovi limiti di riferimento per SO₂, NO₂, NO_x, particelle, Piombo, benzene e CO.

A breve dovrà essere recepita anche la Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria, che completerà quindi il quadro di riferimento del settore.

Punti chiave del nuovo impianto normativo sono la valutazione della qualità dell'aria, intesa come integrazione tra monitoraggio e utilizzo di strumenti di stima, e la gestione della qualità dell'aria, intesa come l'insieme delle azioni che permettono di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso.

In particolare, il D.Lgs. 351 definisce i principi base per il mantenimento/miglioramento della qualità dell'aria, individuando:

- i metodi di valutazione;
- gli obiettivi di qualità: valore limite, valore obiettivo, soglia di allarme, margine di tolleranza ;
- i requisiti per l'informazione la pubblico.

Prevede inoltre la suddivisione del territorio in zone e agglomerati in base al rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, individuando la necessità di attuare in

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

queste aree piani di azione a breve termine o piani e programmi a lungo termine, la cui predisposizione è in capo alle regioni.

Il Comune di Milano opera nell'ambito dei piani di intervento previsti in ottemperanza alle Delibere della Giunta della Regione Lombardia, aggiornati di anno in anno. In particolare, Milano appartiene alla Zona Critica milanese (già Area Omogenea Milanese) assieme ad altri 39 comuni circostanti.

Per quanto riguarda il numero di giorni di superamento dei Livelli di Attenzione e di Allarme si è fatto riferimento ai valori indicati dalla normativa vigente in Regione Lombardia corrispondente ai dati a disposizione, ossia alla DGR Lombardia n. VII/6501 del 19 ottobre 2001 (Tabella 34). In questo modo è stato possibile dare una corretta rappresentazione dell'andamento nel tempo dei singoli parametri.

INQUINANTE	PARAMETRO	LIVELLO DI ATTENZIONE		LIVELLO DI ALLARME	
NO2	Concentrazione media oraria	200	µg/m3	400	µg/m3
CO	Concentrazione media oraria	15	mg/m3	30	mg/m3
	Concentrazione media su 8 ore	10			
SO2	Concentrazione media giornaliera	125	µg/m3	250	µg/m3
PTS	Concentrazione media giornaliera	90	µg/m3	180	µg/m3
O3	Concentrazione media oraria	180	µg/m3	360	µg/m3
PM10	Concentrazione media giornaliera	50	µg/m3	75	µg/m3

Tabella 34: Livelli di Attenzione e di Allarme fissati dalla DGR Lombardia n. VII/6501 del 19 Ottobre 2001

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

14 BIOSFERA

14.1 Vegetazione e Flora

14.1.1 Definizione di flora

Si intende per flora l'insieme delle specie vegetali che vivono in un dato territorio. La flora autoctona e alloctona di un sito si viene a generare per l'azione combinata di fattori locali e generali, soprattutto pedoclimatici, che hanno reso quel ambiente atto a fornire almeno le condizioni minime indispensabili per la sopravvivenza delle specie vegetali che la costituiscono. Per la flora autoctona inoltre sono fondamentali anche le vicissitudini geologiche e climatiche passate dell'ambiente in esame, mentre per la flora alloctona hanno importanza prevalente gli interventi umani.

14.1.2 Definizione di vegetazione

Si intende per vegetazione l'insieme degli individui vegetali del sito nella loro disposizione naturale, inteso come complesso di presenze, vale a dire una lista qualitativa integrata da una valutazione quantitativa per ciascuna specie, e di relazioni reciproche.

Il concetto di vegetazione reale, vale a dire la presenza effettiva delle specie vegetali che può includere anche specie alloctone o infestanti, si distingue da quello di vegetazione potenziale, che indica la vegetazione che dovrebbe essere presente in un sito sulla base delle condizioni pedoclimatiche lungo la naturale evoluzione verso il climax, in assenza di interferenze antropiche.

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, curato dal Comune di Milano, riporta alcuni dati sulle specie di piante rinvenibili sul territorio cittadino.

Nel territorio di Milano sono state rilevate 69 specie di piante autoctone e alloctone. Il risultato, rapportato ad altri valori (provincia, altre città), non discosta in maniera significativa dai valori medi di un ambiente urbano.

Dai dati sulla distribuzione delle specie, si rileva una maggiore ricchezza di vegetazione nelle aree destinate a verde, le quali, insieme alle aree incolte e dismesse, i giardini privati, gli spazi annessi alle vie di comunicazione, costituiscono lo spazio fondamentale per l'insediamento della comunità vegetazionale urbana.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Nei parchi di Milano sono presenti innumerevoli specie di piante di varia tipologia e valore: tra le aree più interessanti dal punto di vista vegetazionale si segnalano i parchi regionali Parco Nord e Parco Agricolo Sud Milano (in parte localizzati nel Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, curato dal Comune di Milano, riporta alcuni dati sulle specie di piante rinvenibili sul territorio cittadino. Nel territorio di Milano sono state rilevate 69 specie di piante autoctone e alloctone. Il risultato, rapportato ad altri valori (provincia, altre città), non discosta in maniera significativa dai valori medi di un ambiente urbano.

Dai dati sulla distribuzione delle specie, si rileva una maggiore ricchezza di vegetazione nelle aree destinate a verde, le quali, insieme alle aree incolte e dismesse, i giardini privati, gli spazi annessi alle vie di comunicazione, costituiscono lo spazio fondamentale per l'insediamento della comunità vegetazionale urbana.

Nei parchi di Milano sono presenti innumerevoli specie di piante di varia tipologia e valore: tra le aree più interessanti dal punto di vista vegetazionale si segnalano i parchi regionali Parco Nord e Parco Agricolo Sud Milano (in parte localizzati nel territorio di Milano), nei quali si trovano diverse specie locali tipiche della pianura arida e irrigua lombarda.

Inoltre si segnalano i parchi urbani del Bosco in Città, Parco Forlanini, Parco delle Cave e Parco Lambro e, in centro, i giardini di via Palestro, il Parco Sempione nei quali si trovano esemplari di piante non solo d'interesse naturalistico, ma anche estetico e storico.

Questi parchi urbani risultano ad una distanza tale dall'area di studio e in un contesto urbano tale da non risentire delle attività in progetto.

14.2 Fauna

Con il termine "fauna" si intende il complesso degli animali il cui ciclo vitale avviene tutto o in parte sul territorio investito dalle interferenze di progetto.

Le specie animali, insieme a flora e vegetazione ed agli invertebrati, sono una parte delle biocenosi (ovvero del complesso degli organismi viventi) e quindi degli ecosistemi che compongono l'ambiente interessato.

Il paesaggio della Lombardia, comprendente la zona dell'arco alpino, la zona prealpina, l'area dei laghi, la Pianura Padana, ecc., risulta estremamente variegato e dunque è considerevole il numero di specie animali presenti.

E' alquanto significativo poi il rapporto tra le specie presenti in Lombardia non solo rispetto al resto d'Italia, ma anche rapportato all'Unione Europea, come visualizzato nella seguente Tabella 35.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

CLASSE	N. DI SPECIE U.E.	N. DI SPECIE ITALIA	% RISPETTO A U.E.	N. DI SPECIE IN LOMBARDIA	% LOMBARDIA RISPETTO AD ITALIA
Mammalofauna	150	102	68	67	66
Avifauna	500	473	95	372	79
Anfibiofauna / Erpetofauna	180	91	51	38	42
Ittiofauna	150	84	56	66	78
Invertebrati	100000	57000	57	20000	35

Tabella 35: Numero di specie presenti a diversi livelli (Unione europea, Italia e Regione Lombardia)

Se consideriamo nello specifico l'Avifauna, osserviamo che la percentuale delle specie italiane sul totale comunitario equivale al 95%.

In ambito locale, si osserva che in Lombardia è presente circa il 66% delle specie appartenenti alla Mammalofauna presenti in Italia, nonché quasi l'80% del totale nazionale per quanto riguarda l'Avifauna.

Nel più ristretto contesto urbano in cui l'area oggetto di intervento si inserisce, le specie presenti sono molto limitate rispetto al contesto lombardo.

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, curato dal Comune di Milano, riporta alcuni dati sulle specie di animali rinvenibili sul territorio cittadino.

Anche se è difficile nell'immaginario collettivo ipotizzare la presenza di vertebrati nel territorio di Milano, l'esistenza di parchi e aree verdi di buona qualità, di spazi incolti, dismessi e interstiziali permette l'insediamento di un certo numero di specie di vertebrati che, come per le piante superiori, non differisce di molto dai valori di altre realtà urbane d'Italia.

Si tratta di specie tipiche dell'ecosistema urbano, in grado di sfruttare la prossimità all'uomo e di sopravvivere ai fattori di pressione della città, principalmente insediate nei parchi e giardini (il Parco Nord come il Parco Agricolo Sud Milano risultano le zone più ricche), ma anche tra le zone residenziali, i viali alberati e le aree dismesse che spesso offrono spazi indisturbati (con pozze d'acqua e sostanze nutritive).

Il livello di biodiversità di Milano è tipico di una realtà urbana caratterizzato da:

- un "equilibrio precario" di molte specie sia vegetali che animali, le quali, a causa di forti pressioni e della scomparsa di particolari elementi legati al loro habitat (rondine, riccio, ma anche ippocastano, quercia), sono in riduzione;
- una distribuzione delle specie prevalentemente nei parchi e nelle zone periferiche della città dove per la teoria della biogeografia insulare, la vicinanza al margine urbano

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
 GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

e alla campagna, favorisce gli spostamenti dei vertebrati (in particolare nella zona sudest e sudovest dove il livello di urbanizzazione è inferiore rispetto al nord).

Alcune delle specie rinvenibili, soprattutto nei Parchi, sono: coniglio selvatico, donnola, volpe, riccio, talpa europea, arvicola terrestre, toporagno comune, surmolotto o ratto delle chiaviche, topolino delle case, pipistrello.

La **Tabella 36** seguente riassume il numero di specie presenti a Milano rapportato a quello rilevato a livello provinciale.

CLASSE	COMUNE DI MILANO	PROVINCIA DI MILANO
Numero di specie di pesci	-	38
Numero di specie di anfibi	3	10
Numero di specie di rettili	3	13
Numero di specie di uccelli	36	178
Numero di specie di mammiferi	10	42
Numero totale di specie di vertebrati	52	281
Numero totale di specie di piante erboree	69	1077

Tabella 36: Numero di specie presenti a livello comunale a confronto con quelle presenti a livello provinciale

Tra queste specie gli uccelli rappresentano il gruppo più facile da osservare, più ricco e significativo; le conoscenze sulla loro presenza in città forniscono indicazioni utilinon solo per la loro conservazione, ma anche per una migliore gestione dell'ambiente cittadino.

A tale proposito è stato attivato il progetto A.Vi.U.M. (Atlante Virtuale degli Uccelli di Milano) che si propone di raccogliere informazioni sulle specie nidificanti e svernanti sul territorio cittadino con la collaborazione di esperti ornitologi e di tutti i cittadini (informazioni tratte dal sito internet www.avium.it).

Sulla base dei dati a disposizione provenienti da precedenti indagini, sono state selezionate 15 specie definite "Target" basandosi sia su principi scientifici (abbondanza nell'area di rilevamento, rappresentatività delle specie per la descrizione dell'ambiente, rappresentatività dei diversi gruppi sistematici di uccelli, presenza nei diversi periodi dell'anno), sia sulla base di caratteristiche che ne rendono relativamente semplice l'osservazione ed il riconoscimento.

Le specie target sono:

- gheppio;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- colombaccio;
- tortora dal collare;
- ballerina bianca;
- pettirosso;
- codirosso spazzacamino;
- codirosso;
- merlo;
- cinciallegra;
- cornacchia grigia;
- storno;
- passera d'italia;
- passera mattugia;
- fringuello;
- verzellino.

L'area del comune di Milano è stata divisa in 208 quadrati di un chilometro di lato, tracciati seguendo il reticolo UTM.

Durante i rilevamenti sono state censite 87 differenti specie su tutto il territorio comunale; le 10 maggiormente segnate sono state:

• piccione	1.775 individui
• passera domestica	1.447 individui
• cornacchia grigia	506 individui
• fringuello	496 individui
• storno	436 individui
• merlo	294 individui
• passera mattugia	281 individui
• cinciallegra	172 individui
• pettirosso	151 individui
• ballerina bianca	97 individui

Nel quadrante 6, che ricomprende il quartiere Isola, gli avvistamenti sono stati i seguenti:

• Storno	1 individuo
• passera domestica	1 individuo
• merlo	1 individuo

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- | | |
|---------------------|-------------|
| • piccione | 1 individuo |
| • fringuello | 1 individuo |
| • cornacchia grigia | 1 individuo |

14.3 Ecosistemi

In generale, con il termine "biocenosi" si intende il complesso delle specie vegetali ed animali che vivono in un determinato ambiente, mentre con il termine "ecosistema" si intende l'insieme degli elementi biotici ed abiotici presenti in un dato ambiente e delle loro relazioni reciproche.

In linea teorica, l'ecosistema è privo di confini, dato che ogni elemento della biosfera ha relazioni con gli altri elementi che lo circondano.

Di fatto, occorre però individuare delle "unità ecosistemiche" aventi requisiti di omogeneità e specificità (ad esempio un bosco, un lago, un campo coltivato, etc.).

Nell'ambito dell'unità ecosistemica reale sono inclusi oltre alla fauna, alla vegetazione, al suolo, anche il complesso degli elementi antropici artificiali e le azioni perturbanti che l'uomo vi esercita.

Le unità ecosistemiche hanno diversi ordini di grandezza (es. un bosco, una radura, un singolo albero, ecc.) ed un differente ruolo nelle dinamiche temporali complessive dell'ambiente: a sua volta ogni ecosistema può essere considerato un "ecomosaico" di unità ecosistemiche di ordine inferiore.

Esistono diverse tipologie di ecosistemi, in funzione della struttura, della complessità, della naturalità o artificialità, ecc.; se ne possono elencare alcuni:

- ecosistemi lotici o lentic, vale a dire corpi idrici con acque scorrenti o con acque ferme, anch'essi di origine naturale o artificiale (si pensi ai canali irrigui o ai laghetti di cava);
- ecosistemi erbacei, vale a dire praterie e pascoli o torbiere, monostratificati e complessi nella loro semplicità, principalmente per la presenza di Invertebrati o, a quote elevate, per la presenza di endemismi (soprattutto flora);
- ecosistemi arbustivi, più complessi, ma analoghi ai precedenti per interazioni e presenza di Invertebrati;
- ecosistemi boschivi, in cui le interazioni risultano particolarmente complesse e in cui la presenza di endemismi può essere particolarmente significativa, anche in funzione

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

della quota, e soprattutto perché ospitanti una diversità specifica faunistica, almeno a livello potenziale, difficilmente eguagliabile;

- ecosistemi rurali, importanti soprattutto se ricchi di siepi e filari, seppur non naturali;
- ecosistemi urbani, i più artificiali ma anch'essi ospitanti spesso una fauna articolata inaspettata (si pensi ad alcuni Corvidi o Apodidi).

L'analisi ecosistemica, basata anche sull'osservazione della carta dell'uso del suolo riportata sulla **Tavola 10**, porta ad individuare 2 principali unità: una naturale costituita dalle aree naturali (parchi, giardini, ecc.) e paranaturali (filari alberati, ecc.) ed una, nettamente prevalente, antropica costituita dall'area urbana e dalle reti stradali e ferroviarie in cui l'intervento si inserisce.

Il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente, curato dal Comune di Milano, riporta alcuni dati sulle caratteristiche delle aree naturali del territorio cittadino.

Lo stato del sistema delle aree naturali del Comune di Milano appare poco differente dalla realtà metropolitana e da quella generale della Provincia. La percentuale di aree naturali e paranaturali di Milano, assumendo un valore pari al 13% (Provincia: 16%, valore medio dei comuni della prima fascia: 12%), evidenzia una ridotta consistenza del sistema delle aree naturali.

Inoltre, i valori bassi ottenuti dal sottoindicatore che rapporta le aree naturali e paranaturali alle aree urbanizzate (Milano: 24%, hinterland: 28% e Provincia: 38%), indicano, ancora con più evidenza, un eccessivo livello di antropizzazione del territorio (soprattutto per Milano e i Comuni della prima fascia che presentano valori minori rispetto a quelli provinciali), il quale comporta una ridotta integrità e continuità della rete ecologica urbana e un precario equilibrio di tutti gli habitat presenti nella città e nel suo hinterland.

Analizzando in modo più dettagliato il parametro, valutando composizione e distribuzione della rete ecologica urbana, si denota con una certa evidenza che nella città di Milano l'ecosistema è principalmente composto da aree paranaturali intercluse e talvolta poco connesse i cui elementi più rilevanti sono i parchi.

Complessivamente le aree che costituiscono la rete ecologica si caratterizzano in habitat terrestri ed habitat acquatici:

- negli habitat terrestri si segnalano unità ecosistemiche come le aree verdi (parchi e giardini pubblici), le aree edificate (giardini privati, terrazze e giardini pensili ricchi di

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

piante, ecc.), le vie di collegamento (aree verdi connesse a strade, autostrade e ferrovie), le aree industriali dismesse e le discariche;

- negli habitat acquatici sono inclusi i corsi d'acqua naturali (Lambro, Seveso, Olona), i corsi d'acqua artificiali (canali e soprattutto i Navigli) e infine i laghetti di cava e gli stagni.

Dal punto di vista della distribuzione, le zone più ricche di unità ecosistemiche e meno compromesse sono quelle della fascia sud della città che grazie alla persistenza di aree agricole residue tutelate dal Parco Agricolo Sud Milano e alla presenza d'importanti parchi urbani (Bosco In Città, Parco delle Cave, Parco dei Fontanili, Parco Forlanini, ecc.) mantengono una certa permeabilità dell'insediamento e formano una sorta di "cintura verde".

Per quanto concerne il nord della città, l'elevata urbanizzazione, causata dalla presenza d'importanti direttrici stradali, ha maggiormente compromesso la rete ecologica urbana rendendola discontinua e configurandola in una struttura a "isole".

In questa parte della città le unità ecosistemiche più rilevanti sono il Parco Nord (il quale si estende oltre i confini amministrativi della città), il Parco Lambro e alcune aree dismesse e spazi interclusi (localizzati nelle zone di Bovisa, Bicocca, ecc.) ormai colonizzati da diverse specie di piante e vertebrati.

Infine, nella zona centrale della città le aree paranaturali sono meglio strutturate: la presenza di viali alberati, di giardini privati e pubblici garantisce una buona connessione tra le unità ecosistemiche più importanti come i parchi storici del Sempione, i Giardini Pubblici Indro Montanelli, Parco delle Basiliche, Parco Solari.

Tuttavia si rileva una scarsa o pressoché inesistente connessione tra gli elementi centrali e quelli periferici della città.

INDICATORE E SOTTOINDICATORE	MILANO	PROVINCIA DI MILANO
Superficie territoriale	181.75	1980.08
Superficie aree naturali e paranaturali	28.41	255.00
Superficie urbanizzata	119.90	652.21
Superficie aree naturali e paranaturali / superficie territoriale	12.88%	15.63%
Superficie aree naturali e paranaturali / superficie urbanizzata	23.70%	39.10%

Tabella 37: Livelli di urbanizzazione e aree naturali nel comune di Milano ed in provincia

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Nettamente prevalente sull'ecosistema delle aree naturali è l'ecosistema urbano. In generale, gli habitat urbani, terrestri e acquatici, comprendono ambienti seminaturali, inglobati dall'espansione della città, o artificiali, formatisi con lo sviluppo urbano.

Molte specie di piante e animali sono associate a precise tipologie di habitat: se ci si sposta dalla campagna verso la periferia di una città, fino al centro densamente abitato, piante autoctone, animali che necessitano di larghi spazi seminaturali lasciano il posto a specie in grado di sopravvivere in ambienti degradati e frammentati.

Le caratteristiche intrinseche degli ambienti urbani, tra cui l'estensione, selezionano le specie animali e vegetali in grado di adattarsi.

Non bisogna dimenticare il ruolo che sempre più di frequente l'uomo gioca con l'introduzione di specie autoctone, troppo spesso alloctone, la cui presenza può portare ad una drastica diminuzione di biodiversità.

La presenza di vegetazione ricopre un ruolo molto importante a livello urbano perché oltre che arricchire esteticamente lo spazio ne migliora la qualità della vita.

15 RUMORE

In materia di inquinamento acustico, i riferimenti principali in ambito nazionale e regionale sono:

- DPCM 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- L 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DM 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 459/1998 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della L 447/95 in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario";
- LR 13/2001 "Norme in materia di inquinamento acustico";
- DGR 8 marzo 2003 n° 7/8313 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico";
- DPR 142/2004 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'art. 11 della L 447/1995".

In base alla legge quadro, le Regioni sono tenute a definire, mediante apposite norme tecniche attuative, i criteri in base ai quali i Comuni devono effettuare la zonizzazione acustica, cioè la suddivisione del loro territorio in zone a diverso livello di protezione, come previsto dalle disposizioni del DPCM del 01/03/1991 (**Tabella 38**). Esse devono inoltre predisporre un piano regionale triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico, al quale si devono adeguare i singoli piani di risanamento acustico comunali.

Il DPCM del 14/11/1997 fissa i valori limite di emissione, di immissione, di qualità e di attenzione, come definiti nella legge quadro. I valori limite di emissione (validi sia per le sorgenti fisse sia per quelle mobili) e i valori limite di immissione, differenziati a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio, sono riportati rispettivamente in **Tabella 39** e in **Tabella 40**. Per quanto riguarda i soli limiti di immissione, oltre al rispetto del limite massimo di esposizione al rumore in funzione delle destinazioni d'uso dell'ambiente esterno e degli ambienti abitativi, il DPCM del 14/11/1997 introduce il criterio differenziale, basato sulla differenza fra il livello equivalente del rumore ambientale (in presenza della sorgente di disturbo) e quello del rumore residuo (in assenza della sorgente). Il limite è fissato in 5 dB(A) durante il periodo diurno e 3 dB(A) durante il periodo notturno.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Le precedenti disposizioni riguardanti i limiti differenziali non si applicano:

- nelle aree classificate in classe VI;
- alla rumorosità prodotta da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- alla rumorosità prodotta da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- alla rumorosità prodotta da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso;
- se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e a 40 dB(A) durante il periodo notturno oppure se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e a 25 dB(A) durante il periodo notturno (in questi casi si ritiene l'effetto del rumore trascurabile).

Classi di destinazione d'uso	Declaratoria
CLASSE I - aree particolarmente protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività industriali e artigianali
CLASSE III - Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
CLASSE IV - Aree di intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie
CLASSE V - Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
CLASSE VI - Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Tabella 38: Classificazione del territorio comunale

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Classi di destinazione d'uso del territorio	Valore limite [dBA]	
	Periodo Diurno	Periodo Notturno
	(6.00 - 22.00)	(22.00 - 6.00)
CLASSE I - aree particolarmente protette	45	35
CLASSE II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50	40
CLASSE III - Aree di tipo misto	55	45
CLASSE IV - Aree di intensa attività umana	60	50
CLASSE V - Aree prevalentemente industriali	65	55
CLASSE VI - Aree esclusivamente industriali	65	55

Tabella 39: Limiti massimi di emissione di $Leq(A)$ in dB(A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio validi in regime definitivo (DPCM 14 Novembre 1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite assoluto		Limite differenziale	
	Periodo Diurno	Periodo Notturno	Periodo Diurno	Periodo Notturno
	(6.00 - 22.00)	(22.00 - 6.00)	(6.00 - 22.00)	(22.00 - 6.00)
CLASSE I - aree particolarmente protette	50	40	5	3
CLASSE II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45	5	3
CLASSE III - Aree di tipo misto	60	50	5	3
CLASSE IV - Aree di intensa attività umana	65	55	5	3
CLASSE V - Aree prevalentemente industriali	70	60	5	3
CLASSE VI - Aree esclusivamente industriali	70	70	-	-

Tabella 40: Limiti massimi di immissione di $Leq(A)$ in dB(A) validi in regime definitivo (DPCM 11 Marzo 1991; 14 Novembre 1997)

In Tabella 41 sono riportati i criteri di qualità da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge quadro.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite di qualità	
	Periodo Diurno	Periodo Notturno
	(6.00 - 22.00)	(22.00 - 6.00)
CLASSE I - aree particolarmente protette	47	37
CLASSE II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	52	42
CLASSE III - Aree di tipo misto	57	47
CLASSE IV - Aree di intensa attività umana	62	52
CLASSE V - Aree prevalentemente industriali	67	57
CLASSE VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 41: Valori di qualità in regime definitivo (DPCM 14 Novembre 1997)

Nel caso il comune non abbia ancora provveduto alla zonizzazione acustica del proprio territorio, si applicano, in regime transitorio e solo per le sorgenti fisse, i limiti assoluti e differenziali riportati in **Tabella 42**, dove le zone A e B sono quelle definite nel DM 144/1968, decreto ministeriale peraltro concepito esclusivamente ai fini urbanistici senza considerazione delle problematiche acustiche: la zona A comprende agglomerati che rivestono carattere storico - artistico o di particolare pregio ambientale, mentre la zona B comprende aree totalmente o parzialmente edificate diverse dalla zona A.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite assoluto		Limite differenziale	
	Periodo Diurno	Periodo Notturno	Periodo Diurno	Periodo Notturno
	(6.00 - 22.00)	(22.00 - 6.00)	(6.00 - 22.00)	(22.00 - 6.00)
Zona A	65	55	5	3
Zona B	60	50	5	3
Altre (tutto il territorio)	70	60	5	3
Esclusivamente industriali	70	70	-	-

Tabella 42: Valori limite di immissione in regime transitorio

Il Comune Milano non ha eseguito la classificazione acustica del proprio territorio in zone omogenee, così come definite dal DPCM del 01/03/1991, in cui applicare i limiti di immissione, emissione, attenzione e qualità fissati dal DPCM del 14/11/1997. In base all'analisi territoriale,

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

l'area di studio dovrebbe ricadere in Classe IV - Area di intensa attività umana, che prevede limiti di immissione pari a 65 dB(A) per il periodo diurno e a 55 dB(A) per il periodo notturno.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

16 SVILUPPO DEGLI ELETTRODOTTI

La distribuzione dell'energia elettrica sul territorio milanese, ed in 15 comuni limitrofi, è gestita da A.E.M. Elettricità Spa.

A.E.M. Elettricità Spa provvede alla gestione degli impianti di ricezione e trasformazione di energia dal sistema di trasporto in alta tensione, alla distribuzione e trasformazione di energia in media tensione, alla trasformazione da media tensione a bassa tensione, alla distribuzione agli oltre 830 mila clienti finali in media e bassa tensione.

La **Tabella 43** riporta alcuni dati sintetici riguardanti la distribuzione dell'energia elettrica di A.E.M. Elettricità Spa a Milano.

In **Figura 79** sono rappresentate le linee elettriche ad alta ed altissima tensione di A.E.M. Elettricità Spa che interessano il Comune di Milano e l'hinterland; esistono anche tratti di linee elettriche ad alta tensione sul territorio della città di Milano gestite dal Gruppo ENEL e dalla Rete Ferroviaria Italiana Spa.

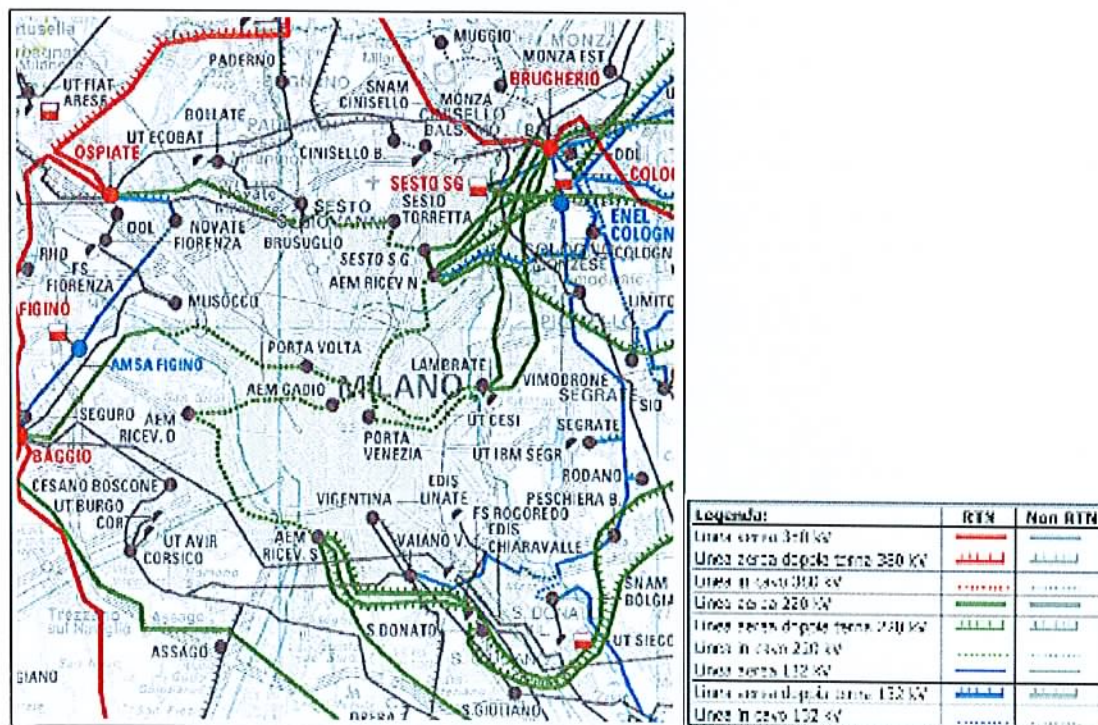


Figura 79: Linee elettriche ad alta ed altissima tensione di A.E.M. Elettricità Spa nel Comune di Milano e nell'hinterland (fonte AEM Elettricità Spa 2003)

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

TIPOLOGIA	NUMERO
Stazioni elettriche di trasformazione AT/MT	9
Sottostazioni elettriche di smistamento o trasformazione MT/MT	20
Trasformatori AT/MT e MT/MT	86
Cabine di distribuzione MT/BT	5341

Tabella 43: Dati sulla distribuzione dell'energia elettrica di A.E.M. Elettricità Spa

16.1 Superamenti dei Limiti di Legge

Per quanto riguarda l'impatto ambientale dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici a 50 Hz sul territorio della città di Milano, A.R.P.A Lombardia ha effettuato, nel corso dell'anno 2002, 16 indagini su impianti a 50 Hz, indagando 268 punti di misura per un totale di 738 misure. Nel corso di queste indagini non si sono mai riscontrati superamenti dei limiti di legge vigenti (Fonte A.R.P.A. Lombardia 2003).

17 CONTESTO SOCIO-ECONOMICO E PAESAGGISTICO

Nel corso degli ultimi anni le trasformazioni intervenute nella popolazione milanese - con riferimento tanto all'aspetto dimensionale quanto a quello strutturale - sono state assai significative, e lasciano intravedere un seguito importante anche negli anni a venire, così come mostrano i dati proiettivi tratti dal modello demografico del Settore Statistica del Comune di Milano.

La **Tabella 44**, in cui è racchiusa la serie storica relativa alla popolazione distinta per genere ed estesa anche ad alcuni anni futuri, mette in evidenza che, a partire dal 2004, il calo demografico iniziato nel 2001 sembra aver subito un'inversione di tendenza che potrebbe continuare a manifestarsi anche nel breve-medio periodo.

Prima di trarre conclusioni affrettate però, è bene precisare che tale linea di trend è strettamente correlata al saldo migratorio del 2004, in evidente controtendenza rispetto agli anni precedenti e caratterizzato da evidenti anomalie per la parte che attiene ai movimenti internazionali (+ 28mila, che si eleva a + 33mila prendendo in esame i soli movimenti con l'estero); saldo che, seppur in forma meno evidente, si è riconfermato nel 2005 (+ 10mila / +12mila). In effetti, prendendo in considerazione un'ipotesi proiettiva con migratorietà nulla (e misurando dunque i soli effetti dei flussi naturali), il calo demografico continuerebbe a manifestarsi negli anni a venire riconducendo a 1306392 i residenti del 2006, a 1291311 quelli del 2010 e a 1256484 quelli del 2015.

Anno	Maschi	Femmine	Totale
2001	602498	681748	1284246
2002	599293	678758	1278051
2003	596326	67507	1271396
2004	612554	686894	1299448
2005	618287	690694	1308981
2006	620139	690926	1311065
2007	622254	691557	1313811
2008	625081	69279	1317871
2009	628848	69484	1323688
2010	631104	695572	1326676
2015	641707	698825	1340532

Tabella 44: Popolazione residente (Nota: Anni 2001-2005: popolazione ricostruita. Anni 2006 e successivi: popolazione proiettata - ipotesi evolutiva intermedia: fecondità stabile e migratorietà estrapolata in base ai dati più recenti).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Per quanto riguarda la componente strutturale (**Tabella 45**), si osserva come il noto fenomeno dell'invecchiamento demografico, pur permanendo su livelli estremamente elevati, abbia attenuato nel tempo i suoi effetti, a causa dell'avvicinarsi di generazioni di differente consistenza numerica e, in particolare, per il subentrare di coorti giovanili più numerose e demograficamente "forti", esito di una recente ripresa di fecondità e natalità, evidenziata dal numero medio di figli per donna che, se nel 1998 era 1,01 e nel 2001 1,16, nel 2005 invece è arrivato a 1,22.

Anno	Maschi	Femmine	Totale
2001	153,4	261,6	205,8
2002	151,9	258,0	203,3
2003	152,8	257,0	203,3
2004	152,2	253,2	201,2
2005	151,2	250,3	199,2
2006	149,5	247,2	196,8
2007	148,1	244,4	194,7
2008	146,5	241,4	192,4
2009	144,6	237,6	189,6
2010	142,4	233,4	186,4
2015	140,9	229,7	183,8

Tabella 45: Indice di vecchiaia

Strettamente collegato all'età della popolazione è l'indice di carico sociale che esprime l'onere ipotetico per il sistema complessivo derivante dal "rapporto di forze" numerico tra coloro che sono potenzialmente a carico del sistema e coloro che invece il sistema lo alimentano. Grazie ad esso è possibile rilevare come nei primi anni del nuovo secolo si sia prodotto un accrescimento ininterrotto del peso relativo dei segmenti di popolazione non ancora (0 -14 anni) o non più (65 anni e oltre) in età produttiva, rispetto alla fascia di età attiva: l'indice di carico giovanile, infatti, è passato dal 16,5% nel 2001 al 18,5% nel 2006 e raggiungerà quasi il 20% da qui al 2015; quello della popolazione anziana invece si è evoluto dal 33,9% al 36,5% per poi avere una leggera caduta e raggiungere il 35,7% nel 2015.

Per poter avere un quadro generale sulla situazione socio-demografica dei residenti italiani del Comune di Milano, è fondamentale considerare anche il tasso di natalità. Dal 2005 si è assistito ad un leggero decremento rispetto a quanto evidenziato in passato. Infatti, confrontando i dati a

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

disposizione di due anni consecutivi, è possibile notare come, ad esempio, le nascite di bambini residenti nel corso del 2005 sono state pari a 12.216 contro i 12.488 nati del 2004, con un decremento del 1,8%. Un aspetto rilevante è la continua crescita, negli ultimi anni, della quota di nascite al di fuori del matrimonio (un dato esemplificativo può essere quello risalente al 2005: 4.189 - corrispondente al 34,2% - è il numero dei bambini nati da coppie non coniugate). Ciò non può che essere la conseguenza più ovvia di un altro cambiamento sociale che si è sviluppato nel corso degli anni: la diminuzione della celebrazione dei matrimoni e l'aumento delle *partnership* di fatto. A Milano da una media annua tra il 1981 e il 1990 di 6.755 matrimoni e 1.380 divorzi, si è passati nel 2005 a 4.048 matrimoni celebrati (dei quali, il 57% a rito civile) e 1.438 divorzi, con un picco di 2.424 divorzi nel 1998.

L'analisi appena svolta, come precedentemente accennato, è al netto dei cittadini stranieri, in quanto tale delicato ambito necessita di particolare attenzione e considerazioni a sé stanti in relazione ai dati derivanti.

17.1 I soggetti a cittadinanza non italiana

Dal 31 dicembre 2003 al 31 dicembre 2006 gli stranieri iscritti nei registri anagrafici del Comune di Milano sono passati da 108.266 a 170.619, con un incremento netto di 62.353 persone (Tabella 46).

	31.12.2003	31.12.2004	31.12.2005	31.12.2006
Totale stranieri	108.226	143.125	162.782	170.619
Maschi	53.625	70.594	82.303	85.967
Femmine	54.641	72.531	80.479	84.652

Tabella 46: Stranieri residenti nel Comune di Milano

Considerando la rilevanza di tali dati, che permettono di definire Milano come una città multiculturale, è pertinente evidenziare il Paese di origine dei soggetti migranti.

Nel 2006, il 35,4% di coloro che hanno scelto il capoluogo lombardo come città di destinazione proveniva dall'Asia (*in primis* dalle Filippine - 27.568 - e dalla Repubblica Popolare Cinese - 14.023), il 23% proveniva dal continente africano ed il 22% delle Americhe.

Questi dati però, non solo il flusso extracomunitario ma anche quello infra-UE, ed infatti il 19,5% degli immigrati provengono dall'Europa: delle 33.191 persone provenienti dal nostro continente, 12.056 hanno cittadinanza comunitaria.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Se negli anni Ottanta-Novanta il flusso migratorio proveniente dalle altre Regioni italiane era nettamente prevalente, rispetto a quello proveniente dall'estero, nell'ultimo decennio, tale fenomeno è progressivamente diminuito. Di contro però, l'immigrazione soggetti a cittadinanza non italiana, è, come sopra illustrato, notevolmente aumentata. Il triennio 2002-2004 ha visto la più consistente sanatoria mai applicata dal Governo Italiano: a Milano hanno ottenuto il permesso di soggiorno circa 80.000 cittadini stranieri, giunti illegalmente sul territorio nel periodo 1998-2002. In questo stesso periodo sono state inoltre introdotte modifiche legislative rilevanti, che hanno inciso in particolare sulla durata del permesso di soggiorno, nonché il sistema di programmazione dei flussi.

Un ulteriore aspetto significativo del fenomeno migratorio che ha interessato la città ed i servizi alla persona riguarda l'incremento dell'esercizio del diritto al ricongiungimento familiare, invocato da lavoratori e studenti provanti dall'estero. In risposta alle nuove necessità derivanti soprattutto dell'ingente numero di minori che hanno iniziato a frequentare scuole milanesi, il Comune ha messo in atto interventi sociali e di mediazione all'interno dei vari luoghi pubblici, usufruendo delle risorse del Fondo Nazionale delle Politiche Migratorie, che hanno permesso di finanziare ed attuare i progetti finalizzati al sostegno dell'integrazione.

Infine il periodo 2002-2004 ha visto l'entrata in vigore di un nuovo sistema legislativo riguardante il diritto d'asilo. La sua applicazione ha interessato numerosi stranieri provenienti dall'area Balcanica, Medio- Orientale e dell'Africa Centrale, mentre il flusso di cittadini Rom provenienti illegalmente dalla Romania (fino alla sua entrata nell'UE il primo gennaio 2007) ha richiamato l'attenzione delle autorità locali e internazionali per la sua consistenza e per il disagio sociale che comporta, in modo particolare, alle città in cui si sono concentrati grossi insediamenti, in primis Milano. I forti flussi migratori che hanno interessato il Comune di Milano negli ultimi anni hanno avuto profonde ripercussioni sui processi di costituzione delle nuove famiglie.

A questo proposito è importante ricordare che il matrimonio costituisce altresì uno dei canali privilegiati per l'acquisizione della cittadinanza italiana e dunque un istituto importante nel processo di regolarizzazione degli stranieri presenti sul territorio. L'incremento più significativo si registra in relazione ai matrimoni nei quali lo sposo è cittadino italiano e la sposa straniera: il numero complessivo di matrimoni è cresciuto in soli cinque anni di quasi sei punti percentuali; significativo, anche se più contenuto, l'incremento registrato in corrispondenza dei matrimoni nei quali entrambi gli sposi sono cittadini stranieri: indicatore, quest'ultimo, del consolidamento a livello locale di reti familiari straniere.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

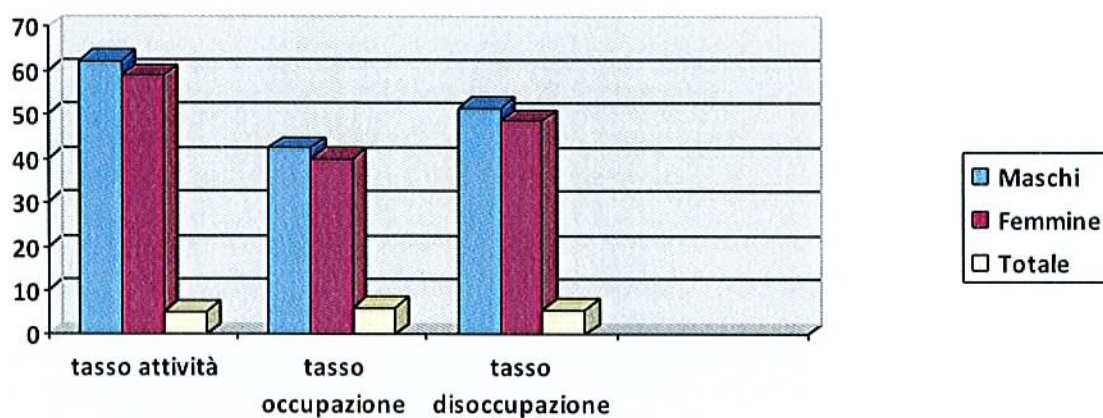
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

17.2 L'occupazione

Sulla base dei dati risalenti al 2001, la popolazione con più di quindici anni di età, composta da 1.121.364 unità, ha un tasso di attività pari al 51%, un tasso di occupazione pari al 49% e un tasso di disoccupazione che raggiunge il 6% (**Figura 80**).



DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

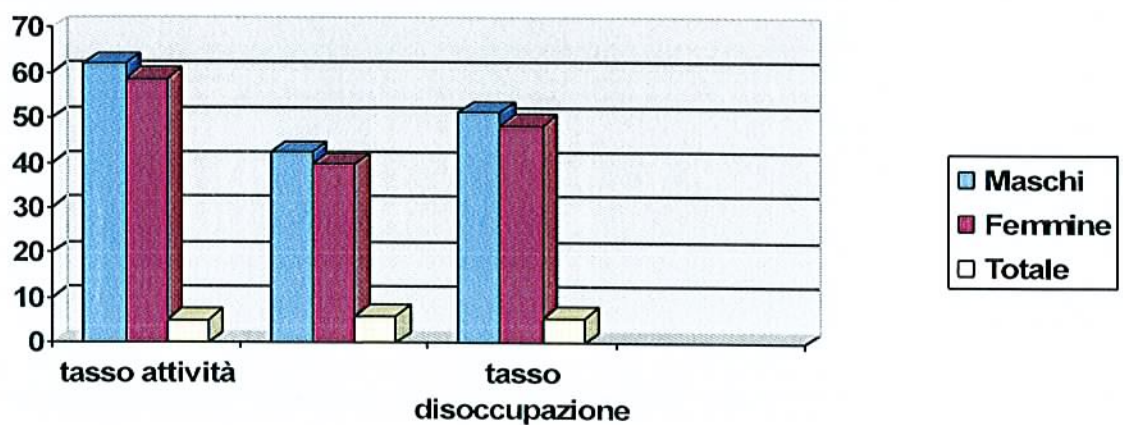
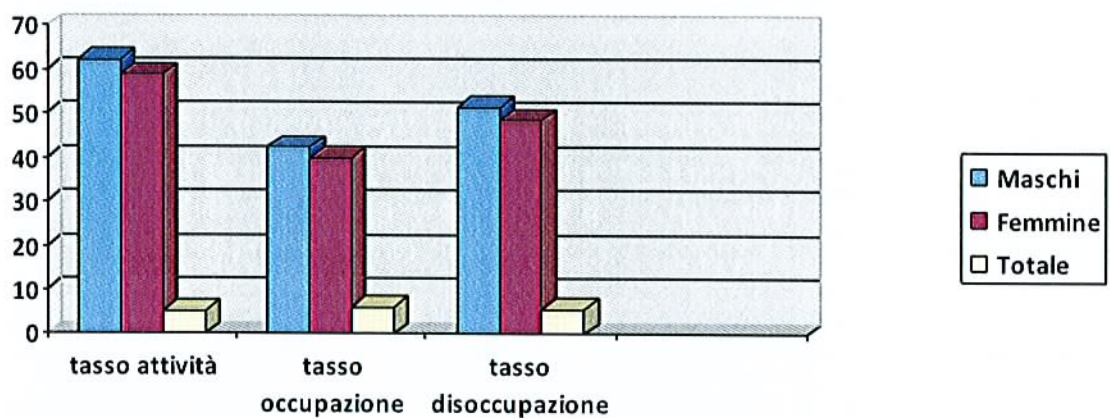
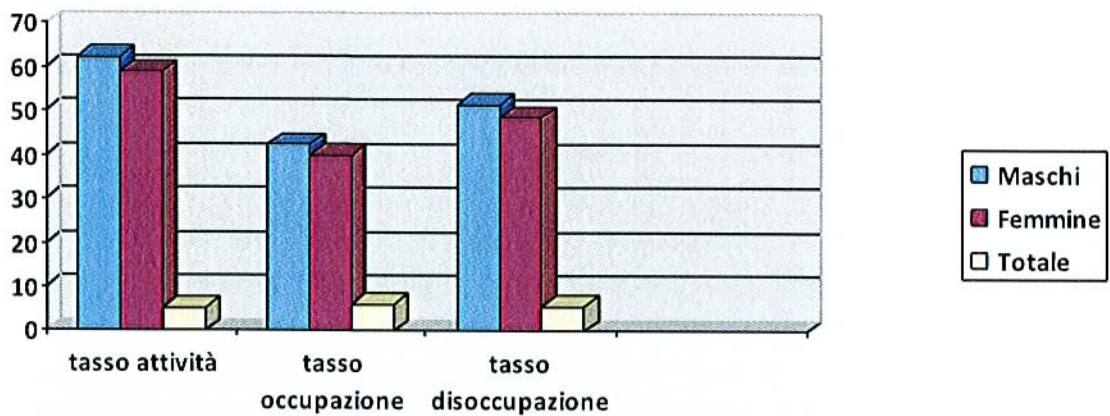


Figura 80: Indici di attività ed occupazione (Censimento 2001)

Puntando l'attenzione solo sugli occupati, ovvero il 48% della popolazione oggetto d'attenzione, è opportuno segnalare che l'86,2% ha un'attività lavorativa a tempo pieno, mentre il 13,8% ha

un'attività part-time e ovviamente, in questa categoria, a prevalere è la componente femminile. Entrando nel dettaglio della posizione nella professione invece, si evince che gran parte della popolazione è dipendente (72,4%) e fra questi soggetti l'87,1% ha un contratto a tempo indeterminato, mentre il 12,9% ha un contratto a tempo determinato. E' bene precisare che in questo contesto non ci sono grosse differenze di genere, anche se la presenza maschile è leggermente più consistente. Per concludere questa breve analisi, è opportuno analizzare le tipologie contrattuali scelte dai lavoratori assunti a tempo determinato: il 17,9% ha scelto un contratto di formazione e lavoro, l'11,4% l'opportunità 35% interinale, il 6,0% il contratto di apprendistato mentre il 64,8% altre forme di assunzione.

Confrontando i Censimenti dell'Industria e dei Servizi del 1991 e del 2001 risulta che nel decennio vi è un incremento del 59% delle imprese, del 53% delle unità locali e del 6% degli addetti (Tabella 47).

	Imprese	Unità locali	Addetti
1991	98.448	109.004	649.198
2001	156.120	166.261	688.427
Var.%	59%	53%	6%

Tabella 47: Imprese, unità locali ed addetti

L'incremento del 59% sulle imprese e del 53% sulle unità locali è determinato dall'aumento delle imprese unipersonali e delle imprese con 2 addetti. Il 40% delle unità locali censite nel 2001 (cui corrisponde il 32% del totale addetti) svolge attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca e altre attività professionali. In ordine decrescente di tasso di composizione percentuale sul totale delle unità locali censite, segue il settore del commercio all'ingrosso e dettaglio, che copre il 22,2% delle unità locali e il 17,7% degli addetti.

Si è osservato come le imprese vadano alla ricerca prevalentemente di personale giovane: il 41,1% delle nuove assunzioni riguarda gli *under 30*. Le assunzioni con esperienza specifica e con un alto livello di scolarità, caratterizzano la realtà della domanda degli imprenditori milanesi. Le assunzioni previste con titolo universitario nel 2006 costituiscono il 22,6% del totale, ben il 14,1% in più rispetto alla media nazionale. Poco spazio invece è previsto per chi ha un'età maggiore di 35 anni: le assunzioni per questa fascia di età sono soltanto il 10,8% del totale, e si concentrano soprattutto in settori di secondo piano, quali le costruzioni, i servizi operativi alle imprese-persone e le industrie tessili.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Per quanto riguarda le modalità di assunzione ed i contratti di lavoro, tra il 2005 e il 2006 si è registrata una leggera ripresa, dopo il sensibile calo tra gli anni 2004 e 2005, dei contratti a tempo indeterminato (dal 55,4% al 56,5%), mentre continua la crescita dei contratti a tempo determinato (quasi 2 punti percentuali dal 29,4% al 31,2%) e dell'apprendistato, confermando la tendenza delle imprese ad assumere personale con nuove forme di contratto flessibili che vanno a sostituire, in parte, quelle tradizionali.

Per quanto concerne, poi, la disponibilità delle imprese milanesi ad assumere personale proveniente da paesi extracomunitari, le previsioni indicano una quota massima pari all'incirca al 22,5% delle assunzioni totali, valore al di sotto di quello fatto registrare nell'indagine del 2005 (26,4%), una quota sempre molto importante, che interessa soprattutto mansioni poco qualificate.

Infine, è possibile osservare nuove caratteristiche della occupazione nella città di Milano, oltre alla terziarizzazione ed alla richiesta di profili professionali medio-alti. Alcuni di questi nuovi aspetti sono la partecipazione più diffusa delle donne al mercato del lavoro (nonostante il fatto che i dati relativi al contratto di part-time, quale leva per l'assunzione femminile, indichino una certa difficoltà di affermazione dello strumento), il consolidamento del lavoro autonomo presente in vari settori produttivi, il ricorso all'impiego di personale proveniente da paesi extra-europei e la nascita di imprese condotte da neo-imprenditori stranieri.

17.3 Paesaggio

Con il termine "paesaggio" ci si riferisce solitamente al corpus di relazioni di tipo prettamente percettivo che si stabiliscono quando il soggetto fruitore del paesaggio entra in contatto con il contesto.

Il nuovo quartiere Isola si inserisce in un più ampio progetto denominato "Porta Nuova", che prevede l'attuazione di tre grandi progetti:

- Garibaldi;
- Varesine;
- Isola.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

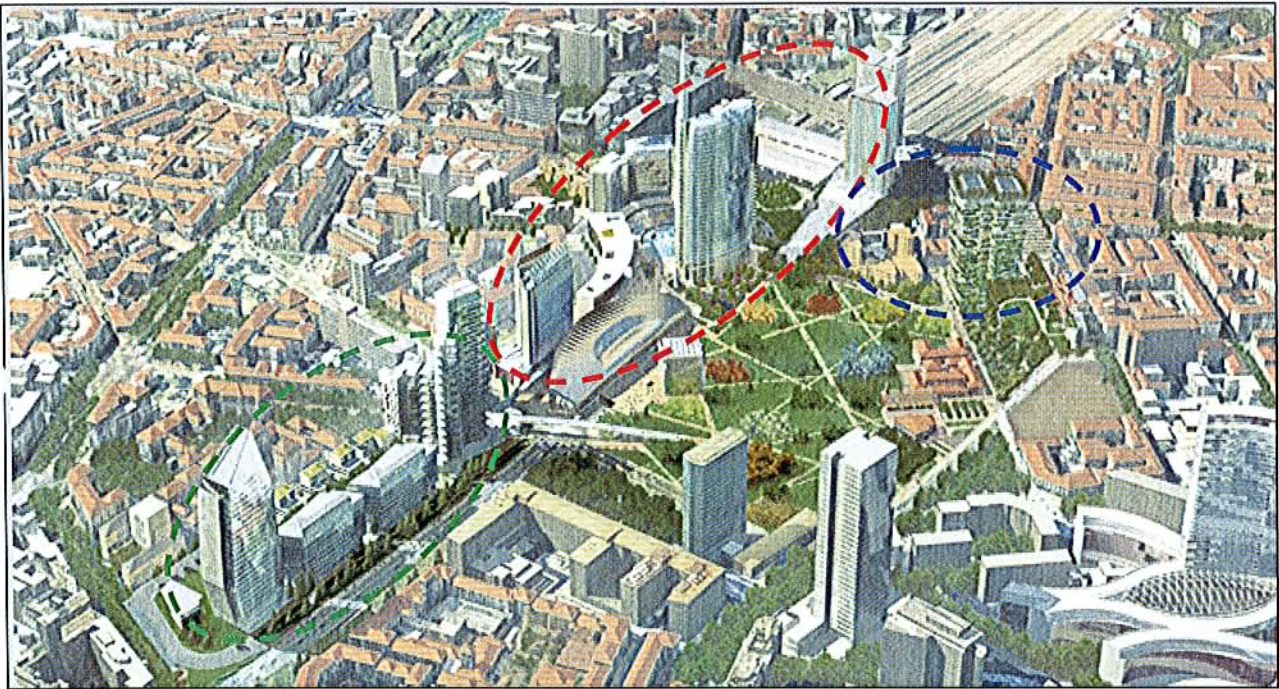


Figura 81: Panoramica Porta Nuove (in verde progetto Varesine, in rosso progetto Garibaldi ed in blu progetto Isola)

Si estende complessivamente per oltre 290.000 metri quadrati. La riqualificazione del tessuto urbano è il naturale sviluppo dei quartieri esistenti.

Più in dettaglio in quartiere Isola è un quartiere storico di Milano caratterizzato da una forte identità che oggi non sembra essersi sopita nonostante i processi di trasformazione subiti.

L'origine del nome "Isola" risale al carattere di isolamento tipico della zona, che fin dal passato era separata dal resto della città da ferrovie e cimiteri.

Un tempo, nella zona settentrionale di Milano, per "Isola" si intendeva una casa isolata. Infatti in origine il quartiere corrispondeva solo agli edifici identificabili coi numeri 10, 12 e 14 di via Borsieri (Il numero 10 è ad oggi demolito).

Successivamente, in seguito dalla cacciata degli Austriaci del 1859, l'Isola venne denominata "Garibaldi".

Lo stesso Garibaldi, in piena dominazione austriaca, fu ospite dell'edificio di via Borsieri 14. L'episodio viene ricordato da un busto che, rimasto a lungo nel cortile del fabbricato, è ora conservato in un circolo.

Nell'Ottocento è stato il rione dei "locch" (cioè balordi di ogni tipo) e degli ubriaconi di professione. In questo secolo si è trasformato prima in borgo di falegnami, arrotini e stagnari;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

oggi è un rifugio urbano per artisti ed artigiani d'arte (orafi, ebanisti, pittori, scultori, illustratori e fotografi).

Gli isolati e i tessuti che circoscrivono e contornano l'area evidenziano una sovrapposizione irrisolta di regole e giaciture diverse, tracciati preesistenti, disegni interrotti di piano. Il trattamento dell'edilizia che costituisce oggi il bordo perimetrale e alquanto disomogeneo e discontinuo, frutto di iniziative slegate nel tempo e nei modi insediativi che mostrano la mancanza di una visione unificante.



Figura 82: Aerofotogrammetrico di dettaglio quartiere Isola

Il segno più visibile di urbanizzazione dell'area è costituito dalla viabilità trasversale, che rappresenta un segmento del tutto anomalo nella rete stradale di questo settore cittadino.

Cospicua parte dell'area, giaceva in uno stato di parziale abbandono: il degrado dei luoghi è ancor più visibile in un'area così centrale, con presenza di superfici inutilizzate, strutture precarie ed attività improprie, in contrasto con i valori immobiliari molto elevati nelle zone di intorno.

Sul sito sussiste il vincolo dovuto alla presenza della linea 2, tratto Gioia - Garibaldi; esternamente al sito le aree vincolate più prossime sono costituite dalla fascia di rispetto del Cimitero Monumentale a 600 m e la fascia di rispetto di un pozzo ad uso potabile a 1.400 m.

PARTE 5 - VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE

OPERA/AMBIENTE

18 MODALITA' DI VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

In questa sezione vengono definite a livello qualitativo le interferenze e gli impatti positivi e negativi tra la derivazione oggetto della presente procedura di screening e le varie componenti ambientali individuate in precedenza.

Il processo di valutazione di impatto ambientale di un determinato progetto e delle attività ad esso connesse ha l'obiettivo di analizzare le situazioni ambientali esistenti nell'area di studio con le modificazioni attese, anche in soglie temporali successive.

Tale procedimento cerca di evidenziare l'entità e la tipologia delle modificazioni che intervengono a seguito della gestione nel tempo dell'opera in oggetto.

Le schede di valutazione qualitativa delle componenti ambientali hanno l'obiettivo di tradurre pertanto in giudizi sintetici ed esplicativi di facile comprensione lo stato qualitativo dell'ambiente.

Per l'individuazione degli impatti è stato pertanto adottato il metodo delle liste di controllo che riportano le possibili/prevedibili interferenze, sia negative che positive, al fine di individuare gli impatti più significativi e di identificare e prevedere le forme più idonee di mitigazione e/o compensazione e delle analisi di matrici coassiali.

- a) il contesto ambientale in cui è sita la Sorgente di impatto (Pozzi di prelievo e resa nuovi edifici quartiere Isola);
- b) una descrizione tecnico-analitica dell'Azione elementare (derivazione di acqua sotterranea);
- c) le Interferenze dirette ("alterazione termica" della risorsa idrica sotterranea).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

In questo capitolo verranno invece esaminate le componenti ambientali individuate per la determinazione dell'entità e tipologia di impatto indotto dall'utilizzo dei pozzi di emungimento e resa, con particolare riguardo a quello che è stato definito il Bersaglio primario (sistema acquifero sotterraneo) e alla Pressione ambientale (ossia il livello di interferenza che subisce il suddetto bersaglio).

Dal momento che l'uso dei pozzi oggetto di valutazione è di tipo tecnologico energetico si ritiene che la componente ambientale che dovrà essere maggiormente valutata in termini di interferenza è quella rappresentata dal "sistema acquifero sotterraneo" nel suo complesso; per tale sistema si dovrà pertanto valutare la sostenibilità dell'uso delle acque sotterranee, nel tempo e in termini quali-quantitativi, rispetto alle portate in progetto da emungere.

Il metodo di stima prevede comunque l'analisi di tutte le componenti ambientali e la valutazione dei probabili effetti ambientali, anche se la maggior parte di essi, risulteranno nulli.

Di seguito si riporta l'elenco delle componenti ambientali considerate:

Suolo e sottosuolo

- Acque superficiali e sotterranee;
- Clima e atmosfera;
- Vegetazione flora e fauna;
- Rumore e vibrazioni;
- Paesaggio;
- Viabilità, trasporti e reti tecnologiche;
- Sistema insediativo ed economico.

Per ogni componente ambientale verrà espresso un giudizio di impatto così definito:

- Nullo;
- Trascurabile/Scarso;
- Modesto;
- Medio;
- Elevato;
- Molto Elevato.

19 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

19.1 Suolo e sottosuolo

L'impatto sulla componente ambientale suolo e sottosuolo si può ritenere complessivamente TRASCURABILE/NULLO nel medio e lungo termine, come di seguito specificato.

L'impatto su tale componente può essere analizzato considerando alcuni indicatori particolari che potrebbero essere interessati dagli effetti dovuti dal prelievo/reimmissione di acque sotterranee dai pozzi.

Questi indicatori sono:

- disponibilità e uso del suolo e sottosuolo in termini di risorse minerarie;
- evoluzione geomorfologica, intesa come stabilità delle rive e scarpate e delle azioni erosive sul suolo;
- evoluzione geodinamica, intesa come fenomeni di abbassamento del suolo connesse alla subsidenza.

Nel caso in esame gli impatti principali indotti sulla componente suolo-sottosuolo dall'azione dei pozzi oggetto di valutazione possono essere quelli connessi ai soli fenomeni di movimento verticale dei suoli, quali la subsidenza, potenzialmente innescabili dall'emungimento di acqua dal sottosuolo.

Come illustrato nella parte di analisi, nell'area in esame la litostratigrafia dei terreni del sottosuolo evidenzia come siano prevalenti gli strati di ghiaia e sabbia, sicuramente meno sensibili a tali cedimenti, che, invece, interessano per compattazione solo le sottili e rare intercalazioni di terreni più fini, di natura argillosa e limosa.

Nell'area in esame tenuto conto della situazione litologica del primo sottosuolo si può valutare come TRASCURABILE il potenziale impatto dei pozzi in oggetto connesso a fenomeni di subsidenza dovuti all'estrazione di acque sotterranee.

Per quanto attiene la voce erosione delle aste fluviali, stabilità delle scarpate e delle rive, non si rileva la possibilità che la presenza dei pozzi in oggetto possa influire sull'evoluzione di tali elementi; pertanto per tale indicatore l'impatto si può ritenere NULLO.

Per quanto attiene l'uso del suolo-sottosuolo, in termini di sfruttamento delle risorse minerarie, non si rilevano potenziali impatti. Considerando anche questo indicatore l'impatto si può definire NULLO.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

19.2 Acque superficiali

L'impatto sulle acque superficiali è da ritenersi NULLO nel medio e lungo termine, sulla base delle informazioni e dei dati ad oggi disponibili relative ai corsi d'acqua naturali ed antropici limitrofi ai pozzi in esame.

Il sistema delle acque superficiali che interessa l'area in esame è contraddistinto infatti dalla presenza principalmente di canali artificiali che corrono intubati o comunque in alvei artificiali e sconnessi dalla falda.

Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi delle acque superficiali si possono ragionevolmente ritenere nulle le possibilità di alterazione delle acque superficiali come conseguenza della reimmissione di acqua ad una temperatura maggiore di 5 gradi rispetto a quella prelevata.

19.3 Acque sotterranee

Dall'analisi ambientale condotta emerge come l'impatto per la componente acque sotterranee sia da ritenersi complessivamente MEDIO NEGATIVO nel medio e lungo termine.

Gli impatti indotti dall'opera sono stati valutati analizzando i principali indicatori ambientali considerati nello studio, per ognuno dei quali è stata definita anche la relativa entità di impatto; gli indicatori considerati sono i seguenti:

1. quantità/disponibilità della risorsa;
2. alterazione del flusso delle acque sotterranee;
3. interferenza con i pozzi pubblici;
4. qualità della risorsa;
5. stato ambientale della risorsa.

19.3.1 Quantità/Disponibilità della risorsa

Con riferimento alla quantità/disponibilità l'effetto è da considerarsi TRASCURABILE, infatti la quasi totalità dell'acqua di falda emunta viene reimpressa nel sistema acquifero, eccezion fatta per l'acqua destinata all'irrigazione; tuttavia il quantitativo è molto ridotto infatti anche in condizioni di picco le portate non superano gli 1.5 l/s, quantitativo irrilevante per un acquifero ricco come quello milanese.

Per una valutazione quantitativa dell'impatto indotto dalle opere di captazione e resa in esame sul sistema acque sotterranee sono stati analizzati anche i risultati emersi dallo studio mediante modellazione numerica riferito agli effetti indotti sull'acquifero dai previsti impianti a PdC

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**
 GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
 Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
 tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
 e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

presenti nell'area Garibaldi-Repubblica, Varesine, Nuova sede Regione ed appunto quartiere Isola.

L'areale modellato (**Paragrafo 6.2**) comprende difatti anche il settore interessato dalle opere di prelievo e resa oggetto di valutazione e pertanto essi permettono di quantificare l'impatto indotto dai suddetti pozzi in termini di deformazione della superficie piezometrica, di interferenze con le opere di captazione limitrofe all'area (con particolare riferimento agli altri pozzi ad uso acquedottistico) e di modificazione delle principali voci che contraddistinguono il bilancio idrico sotterraneo.

Nella **Tabella 10**, riportata nel **Paragrafo 6.6.3**, si riassumono le principali voci di entrata e di uscita del bilancio idrico sotterraneo calcolate per l'areale di studio, a livello di areale modellato le voci di bilancio sono riportate in **Tabella 48**.

Description	Inflow	Outflow
Qz Top	0.00E+00	0.00E+00
Qz Bottom	3.27E-02	9.56E-02
Recharge	3.30E-02	0.00E+00
ET	0.00E+00	0.00E+00
Constant Head	0.00E+00	0.00E+00
River	0.00E+00	0.00E+00
Lake	0.00E+00	0.00E+00
Drain	0.00E+00	0.00E+00
GHB	1.76E-01	1.85E-01
Well	3.91E-02	0.00E+00
Stream	0.00E+00	0.00E+00
Storage	0.00E+00	0.00E+00
Total	2.81E-01	2.81E-01

Tabella 48: Bilancio di massa area modellata - Acquifero superficiale A (m^3/s)

Prendendo in esame la situazione relativa allo scenario in stazionario si osserva che per quanto attiene le voci di ricarica il fattore a cui compete la maggiore incidenza è quello relativo agli afflussi laterali e da monte da falda che rappresenta circa il 63% delle entrate complessive.

Percentualmente, alla suddetta voce, seguono il termine relativo alle infiltrazione da corpi idrici superficiali (modellati mediante il pacchetto well) che rappresentano il 14% delle entrate

complessive, l'infiltrazione efficace dovuta alle piogge (12%) ed infine gli afflussi dall'acquifero B (11%).

Nell'insieme il totale delle entrate circolanti complessivamente nel sistema acquifero superficiale modellato - relativamente alle condizioni analizzate (Ottobre 2005) - risulta pari a circa 281 l/s.

In conclusione, con riferimento all'indicatore "quantità/disponibilità della risorsa" si ritiene che l'impatto sia TRASCURABILE/NULLO nel medio e lungo termine.

19.3.2 Alterazione del flusso delle acque sotterranee ed interferenza con i pozzi pubblici

Una valutazione dell'entità dell'impatto indotto dai pozzi di prelievo/resa sulla configurazione del flusso idrico sotterraneo non può che essere effettuata ricorrendo ad un approccio di tipo modellistico-numerico che ha permesso di ricostruire non solo l'impatto nella condizione media attuale di prelievo dal campo pozzi in esame ma anche di simulare differenti configurazioni di prelievo degli impianti a PdC limitrofi.

Nella condizione di progetto di prelievo/reimmissione medio mensile operato dai pozzi in esame è emerso come la deformazione piezometrica indotta dal pompaggio sia trascurabile; l'areale interessato dal cono d'influenza operato dai pozzi presenta un'estensione di circa 180 metri, in particolare gli isoabbassamenti operati dai pozzi di presa coprono un'area di 7500 m² mentre gli isoinnalzamenti riguardano un'area di 4000 m².

Infine, analizzando l'ubicazione dei pozzi del quartiere Isola rispetto agli altri pozzi pubblici presenti nell'area in esame, si ritiene che l'interferenza tra il campo acquifero oggetto di valutazione e gli altri pozzi ad uso potabile sia sostanzialmente nulla, anche a causa del fatto che i pozzi oggetto di valutazione interessano l'acquifero superficiale (Gruppo acquifero A) mentre i pozzi pubblici.

In conclusione si ritiene che con riferimento all'indicatore "alterazione del flusso delle acque sotterranee" l'impatto sia BASSO NEGATIVO nel medio e lungo termine.

Con riferimento invece all'indicatore "interferenza con i pozzi pubblici" l'impatto si può ritenere NULLO nel breve, medio e lungo termine in tutte le configurazioni di prelievo prese in esame.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

19.3.3 Qualità e stato ambientale della risorsa

Per definire lo Stato Ambientale delle acque che circolano nel settore interessato dai pozzi in esame si è fatto riferimento, come già precedentemente citato nel Paragrafo X, ad uno studio condotto dalla provincia di Milano nel 2002 (Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee nella provincia di Milano).

Secondo tale documento si riscontrano in Milano e hinterland ben 87 plumes di solventi clorurati con predominanza di Tricloroetilene e Tetracloroetilene.

Un ulteriore problema che affligge storicamente la falda milanese, ed in particolar modo negli ultimi anni, è la presenza diffusa di nitrati in concentrazione spesso superiori ai limiti normativi vigenti (50 mg/l) dovuta principalmente alla forte pressione antropica presente sul territorio.

Per tali parametri si ritiene pertanto di fondamentale importanza un attento monitoraggio delle concentrazioni che verranno registrate nel tempo, in ragione anche dei prelievi che interesseranno l'areale di studio (impianti a PdC delle aree Garibaldi Repubblica, Varesine e nuovo palazzo regione) che potrebbero creare un ampio cono di richiamo in grado di far confluire nell'area plume marginali con conseguente peggioramento della qualità della risorsa idrica.

Con riferimento invece alla componente termica il modello termico implementato ha mostrato come l'aumento di temperatura riguardi solo una ristretta fascia e riguardi esclusivamente l'acquifero superficiale. L'effetto di variazione termica si ripercuoterà in maniera minima sui pozzi ad uso PdC della sottostante area Garibaldi-Repubblica.

Si ricorda comunque che i risultati sono stati ottenuti in condizioni fortemente cautelative, ovvero non tenendo conto del fatto che durante i mesi invernali l'acqua viene reiniettata ad una temperatura 5 gradi inferiore, l'effetto quindi a larga scala sarà sicuramente minore rispetto a quello derivante dalle simulazioni effettuate.

In conclusione si ritiene che con riferimento all'indicatore "qualità della risorsa" l'impatto sia MEDIO NEGATIVO.

19.4 Clima e atmosfera

L'impatto su clima e atmosfera è MEDIO POSITIVO nel medio e nel lungo termine.

Gli impianti a pompe di calore con approvvigionamento idrico in oggetto comportano una drastica riduzione dei fabbisogni energetici ed un pressoché totale abbattimento delle emissioni in atmosfera.

Le pompe utilizzate per il sollevamento dell'acqua, all'interno dei pozzi in esame, sono elettriche e pertanto non causano la formazione di emissioni in atmosfera, che possano potenzialmente peggiorare la qualità dell'aria.

19.5 Flora e fauna

L'impatto sulle componenti flora, fauna, vegetazione ed ecosistemi può essere considerato NULLO nel medio e nel lungo termine.

L'impatto su tali componenti è molto basso poiché non vi è alcuna modifica del sistema ambientale presente né in termini di riduzione di aree boscate/cespugliate/prato né per modifiche di habitat di specie protette.

I pozzi oggetto di valutazione non sono inoltre situati in prossimità di aree definibili come importanti habitat per la fauna e la flora, rendendo gli effetti dell'estrazione e reiniezione delle acque sotterranee del tutto irrilevanti nei confronti di tali indicatori.

19.6 Rumore e vibrazioni

L'impatto per le componenti rumore e vibrazione si può ritenere NULLO nel medio e nel lungo termine. L'impatto risulta limitato ad episodi occasionali di manutenzione straordinaria delle pompe o dei pozzi stessi; in questo caso si può avere un impatto medio sul breve termine (fase cantieristica) dovuto ai mezzi d'opera (gru, seghe circolari, fresatrici, ecc.) e ai mezzi di trasporto.

Il rumore generato dai tre pozzi è attribuibile essenzialmente alle pompe quando queste risultano essere in funzione; le pompe sommerse sono elettriche e quindi a bassa rumorosità e comunque conformi alle norme vigenti in materia.

Inoltre i pozzi si trovano all'interno dell'edificio e quindi si viene a ridurre ulteriormente l'entità dell'impatto già di per se trascurabile, per i pozzi di resa n. 2 e n. 3, esterni all'edificio, si prevede comunque l'interramento della cameretta e di tutti gli impianti ad essi connessi.

19.7 Paesaggio

L'impatto sulla componente Paesaggio si può ritenere NULLO nel medio e nel lungo termine.

Per la valutazione degli impatti su tale componente ambientale sono stati considerati i seguenti indicatori:

- qualità ambientale, dovuta alla presenza di beni storici, ambientali, culturali ed archeologici;
- presenza di zone protette, o vincolate dai piani di settore.

I pozzi in oggetto sono inseriti in un contesto fortemente antropizzato, in prossimità dei pozzi vi è la presenza di diverse infrastrutture viarie di tipo comunale e provinciale.

Si segnala la presenza nelle vicinanze della zona di studio di aree di interesse archeologico storico, come segnalato dal SIT del Comune di Milano e di cui viene riportato un estratto nella **Figura 78** qui di seguito.

A sud del quartiere Isola sussistono una serie di "complessi moderni d'autore", che ben si amalgameranno con cui il nuovo progetto di riqualificazione dell'area; a circa 600 metri sono anche presenti due complessi edilizi di valore storico architettonico.

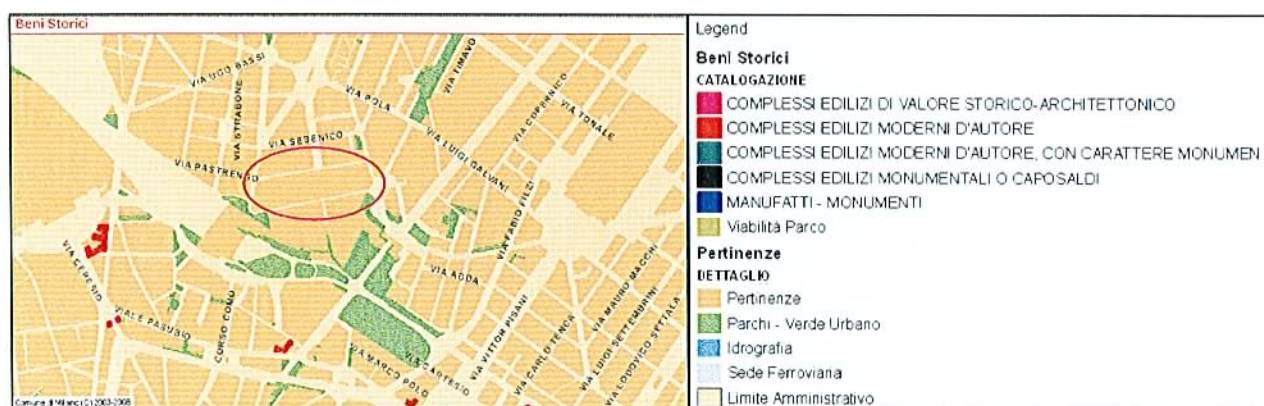


Figura 83: Estratto SIT Comune di Milano - Beni storici

L'impatto sul paesaggio storico, architettonico ed ambientale risulta pertanto molto basso, poiché non vi è alcuna modifica dei sistemi presenti né in termini di qualità ambientale né in termini di diminuzione della propria ricchezza.

In corrispondenza dei pozzi in esame non vengono individuate inoltre zone protette o vincolate da Piani di Settore; le zone paesaggistiche sensibili più vicine sono infatti individuate dall'atlante dei Vincoli del Comune di Milano (di cui si riporta l'estratto dell'area di interesse in **Figura 84**) verso Sud oltre Viale Pasubio.

DR. GEOLOGO **CARLO CERUTTI**

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

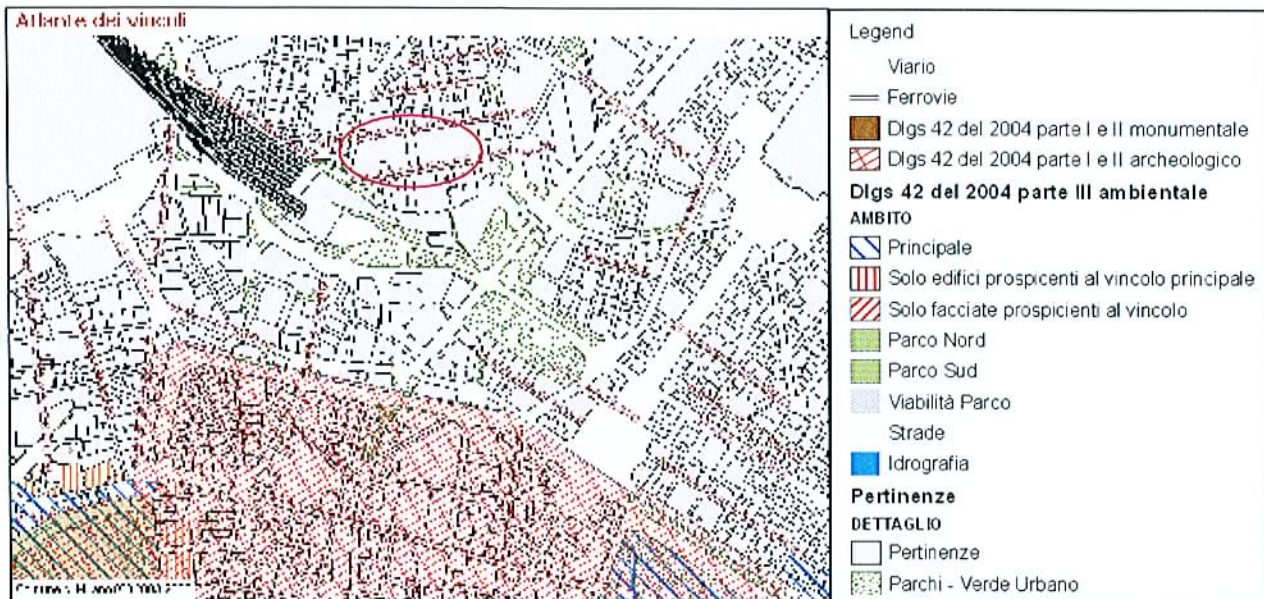


Figura 84: Estratto SIT Comune di Milano - Atlante dei Vincoli

19.8 Salute e benessere dell'uomo

L'impatto sulla salute e benessere dell'uomo è MEDIO POSITIVO.

Con la tecnologia proposta l'acqua calda e l'acqua refrigerata sono prodotte sfruttando la massima efficienza, generando il minimo rumore e senza emissioni locali di CO₂.

Pertanto l'utilizzo di questa tecnologia permetterà di non aggravare la qualità dell'aria nell'interno, fattore questo di primaria importanza in quanto il Comune di Milano risulta essere tra le città più inquinate al mondo.

In termini di salute e benessere dell'uomo si è valutata anche l'eventuale interferenza qualitativa fra l'opera in progetto oggetto di valutazione e gli altri pozzi acquedottistici presenti in prossimità dell'area in studio. Dalle analisi condotte emerge come il prelievo e la successiva reimmissione non comportano nessuna interferenza con gli altri pozzi acquedottistici anche perché i pozzi in esame interessano solamente l'acquifero superficiale, non utilizzato a scopi idropotabile. In questo senso l'impatto negativo sulla salute e benessere dell'uomo si può ritenere NULLO.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

19.9 Sistema infrastrutturale: Viabilità, trasporti e reti tecnologiche

L'impatto sul sistema della viabilità e dei trasporti, e delle reti tecnologiche, si può ritenere NULLO.

Per quanto riguarda il sistema infrastrutturale, inteso come sviluppo reti tecnologiche esistenti ed in progetto, e sviluppo principali assi viari, sia esistenti che in progetto, la derivazione di acque sotterranee dai pozzi in oggetto non comporta nessun tipo di modifica ed interferenza.

19.10 Sistema insediativo ed economico

L'impatto sul sistema insediativo si può ritenere NULLO dal momento che la derivazione di acque sotterranee non comporta nessun tipo di modifica.

Per quanto riguarda le condizioni socio-economiche la derivazione di acque sotterranee di per sé non apporta alcuna modifica del sistema economico locale, né in senso positivo né negativo; se l'analisi si estende invero all'indotto che essa genera l'impatto è sicuramente positivo.

I pozzi oggetto di valutazione sono pozzi ad uso tecnologico-energetico e servono due nuovi edifici di sicuro pregio architettonico che si inseriscono in un più ampio progetto di riqualificazione di una importante zona di Milano, determinando un riscontro positivo sulle condizioni socio-economiche esistenti.

In questo caso l'impatto sul sistema socio-economico può essere considerato MEDIO POSITIVO.

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

19.11 Sintesi degli impatti opera/ambiente

Una sintesi dei vari impatti verificati per le componenti ambientali descritte nei paragrafi precedenti è illustrata nello schema di seguito allegato.

VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE OPERA/AMBIENTE	
<u>RECETTORI AMBIENTALI</u>	<u>GIUDIZIO DELL'IMPATTO INDOTTO</u>
SUOLO E SOTTOSUOLO	TRASCURABILE/NULLO
ACQUE SUPERFICIALI	NULLO
ACQUE SOTTERRANEE	MEDIO NEGATIVO
CLIMA E ATMOSFERA	MEDIO POSITIVO
FLORA E FAUNA	NULLO
RUMORE E VIBRAZIONI	NULLO
PAESAGGIO	NULLO
SALUTE E BENESSERE DELL'UOMO	MEDIO POSITIVO - NULLO
SISTEMA INFRASTRUTTURALE: VIABILITA' TRASPORTI E RETI TECNOLOGICHE	NULLO
SISTEMA INSEDIATIVO - ECONOMICO	NULLO - MEDIO POSITIVO

Tabella 49

PARTE 6 - MITIGAZIONE E MONITORAGGIO DEGLI IMPATTI

Come è stato descritto nei capitoli precedenti gli unici impatti, prodotti dall'impianto a PdC in progetto, che possono avere una ripercussione significativa sull'ambiente sono quelli relativi agli indicatori "qualità della risorsa idrica sotterranea" e, in minor misura, sull'indicatore "alterazione del flusso delle acque sotterranee.

In tal senso vengono di seguito descritte le azioni di mitigazione da introdurre al fine di governare l'entità degli impatti medesimi e le azione di monitoraggio da effettuare ai fini di una verifica delle condizioni ambientali nel tempo.

A partire dai risultati raggiunti si è cercato di individuare gli obiettivi che, nel quadro complessivo delle variabili esistenti ed indotte dall'esercizio dell'impianto a PdC, dovrebbero consentire la convergenza tra il processo esecutivo dell'intervento e le componenti ambientali coinvolte, proponendo quegli interventi di mitigazione atti a favorire e a completare tale auspicabile convergenza.

Tra i fattori di minimizzazione degli impatti rientrano tutti quegli interventi connessi ad una riduzione dei prelievi a seguito di ottimizzazione dell'impianto di riscaldamento/raffreddamento attraverso un quadro PLC "intelligente" che permetta di mantenere delle temperature ottimali all'interno degli edifici evitando così inutili sprechi di acqua di falda.

Anche un uso "responsabile" da parte dei residenti/lavoratori permetterà una riduzione dei consumi.

Per quel che concerne le azioni di monitoraggio si ritiene sia necessario adottare prioritariamente un sistema di monitoraggio per verificare nel tempo gli andamenti quali-quantitativi della falda captata.

PARTE 7 - SINTESI FINALE

In conclusione dallo studio di impatto ambientale redatto è possibile sintetizzare quanto segue:

Oggetto dello studio

A fronte della richiesta di derivazione di acque sotterranee (Q_{\max} 92 l/s) a mezzo di n. 3 pozzi ad uso finalizzato al recupero energetico mediante scambio termico in impianto a Pompa di Calore, con successiva reiniezione dell'acqua emunta in falda mediante n. 7 pozzi di resa, in Comune di Milano si è condotto il presente studio in ottemperanza a quanto richiesto dall'art. 10 del D.P.R. 12 Aprile 1996 e dal D. Lgs. n.4/2008 (correttivo della parte II del D.Lgs. 152/06). L'intervento si inquadra all'interno della "procedure di verifica di assoggettabilità in sede regionale per i progetti di cui all'allegato IV del d.lgs. 152/06". All'interno della classificazione prevista dal sistema informativo della Regione Lombardia, S.I.L.V.I.A. l'opera è classificabile come:

- Settore: Infrastrutture idrauliche e di difesa del suolo;
- Sottosettore: Infrastrutture idrauliche;
- Categoria: Derivazione di acque sotterranee nonché le trivellazioni finalizzate alla ricerca-(portata > 50 l/s)
- Definizione normativa: D.Lgs152-2006-ALL.IV.7.d

Dati progettuali di funzionamento

I dati previsti dal progetto sono riassunti nei seguenti punti:

- Numero di pozzi di resa: sette;
- Numero di pozzi di prelievo: tre;
- Profondità pozzi di reimmissione: 27 m da p.c.;
- Profondità pozzo di prelievo: 41 m circa da p.c.;
- Quota piano campagna: stimata: 123-125 mslm (i pozzi, sia quelli di resa che quelli di prelievo verranno perforati da circa - 12 metri da p.c. corrispondente al piano interrato -3);
- Diametro di perforazione (Pozzi di resa): 800 mm;
- Diametro di perforazione (Pozzi emungimento): 800 mm;

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Tipo di colonna filtrante (Pozzi di resa): tubo in acciaio zincato, diametro interno 400 mm (DN 423 mm), spessore 6 mm, apertura filtri 3.5 mm;
- Tipo di colonna filtrante (Pozzi di emungimento): tubo in acciaio zincato, diametro interno 400 mm (DN 423 mm), spessore 6 mm, filtri sbalzati a ponte con luce 1.5 mm;
- Accessori idraulici:
 - linea di immissione acqua in acciaio zincato 7" (200 mm);
 - testa pozzo flangiata con fori di passaggio per la eventuale strumentazione in pozzo e per la linea di immissione acqua;
 - manometro;
 - valvola di regolazione flusso;
 - misuratore di portata tipo contatore Waltmann a lettura istantanea e con totalizzatore;
- Portate medie: estate 52.6 l/s
inverno 50.3 l/s;
- Portate di punta: estate 92.0 l/s
inverno 88.0 l/s;
- Consumo annuo: circa 808000 mc;
- Variazioni di Temperatura: 5 gradi;
- Temperatura di presa: 15 gradi;
- Temperatura di resa: 10 gradi (inverno);
20 gradi (estate).

Analisi delle alternative

La valutazione di impatto ambientale non può prescindere da una analisi delle alternative progettuali che, per il caso in esame, sono rappresentate dalla disponibilità di scelte progettuali alternative a quelle dello sfruttamento di acqua di falda per scopi tecnologici-energetici (pompe di calore).

In particolare le scelte alternative sono sintetizzabili nelle seguenti:

- per quanto riguarda le alternative localizzative, l'intervento viene realizzato di pari passo con la riqualificazione del quartiere Isola, già oggetto di programma Integrato d'intervento per il loro recupero;
- eventuali alternative localizzative potrebbero riguardare il posizionamento di ciascuno dei 3 pozzi di emungimento, ma la disposizione individuata permette di integrare al

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

meglio gli impianti all'interno degli edifici e minimizza gli effetti di circuitazione tra pozzi di prelievo e di resa (pertanto la localizzazione individuata è stata ritenuta la soluzione migliore);

- la possibile alternativa di processo, rappresentata dal sistema di condizionamento tradizionale con caldaie a metano e gruppi frigoriferi alimentati ad energia elettrica, è decisamente più impattante per le componenti aria e rumore, particolarmente critiche nella zona centrale di Milano dove il progetto si inserisce.

L'alternativa zero non è risultata significativa in quanto il progetto è intrinsecamente legato al recupero urbanistico già approvato.

Analisi degli impatti opera/ambiente

Dall'analisi dei risultati emersi dal presente Studio di Impatto Ambientale si osserva come gli unici impatti prodotti dalla derivazione in progetto, che possono avere una ripercussione significativa sull'ambiente sono quelli relativi alle attività di prelievo di acque sotterranee relativamente agli indicatori "qualità della risorsa idrica" e, in minor misura, sull'indicatore "alterazione del flusso delle acque sotterranee". Per tutte le altre componenti ambientali analizzate l'entità negativa dell'impatto è difatti risultata o Nulla o Trascurabile.

Di seguito si riassumono pertanto le considerazioni principali riferite alla sola componente "Acque sotterranee".

Analizzando gli studi idrogeologici e di bilancio svolti a larga scala e riportati nel presente studio, emerge come in corrispondenza dell'areale entro cui ricadono i pozzi in esame non sono presenti pozzi pubblici, i più vicini dei quali si trovano ad una distanza maggiore di 1 chilometro. L'aquifero messo in produzione dai pozzi di prelievo e resa è solamente l'aquifero superficiale (gruppo acquifero A), mentre gli acquiferi captati dai pozzi pubblici sono la seconda falda (acquifero semiconfinato, gruppo acquifero B) e la terza falda (acquiferi profondi).

Dall'analisi modellistica effettuata, utile per quantificare lo stato di compatibilità fra uso e disponibilità della risorsa e, quindi, la sostenibilità dell'utilizzo delle acque sotterranee in termini di bilancio dei prelievi rispetto alle portate in gioco sull'areale in esame, si osserva come in corrispondenza dei pozzi in esame si verificano le seguenti condizioni:

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

- Ipotesi di un prelievo medio istantaneo di circa 25 l/s (pari ad un sollevato totale di circa 808000 m³/anno): situazione di compatibilità fra disponibilità ed uso della risorsa. Entità dell'impatto da trascurabile a nullo;
- Prelievo massimo orario pari a 92 l/s nel mese di massimo consumo (luglio): situazione di compatibilità fra disponibilità ed uso della risorsa. Entità dell'impatto da trascurabile a basso.

Le ricostruzioni modellistiche e quindi l'entità dell'impatto risultante sono state condotte analizzando condizioni abbastanza cautelative, infatti la piezometria di riferimento (Ottobre 2005) corrisponde ad una situazione piezometrica di scarsa ricarica dovuta alle piogge poco abbondanti che hanno caratterizzato gli anni 2004 e 2005.

L'alterazione termica indotta sull'acquifero, come si evince dalle simulazioni eseguite, interessa un'area abbastanza vasta, tuttavia sull'areale interessato da variazioni termiche significative (> 1 grado) non sussistono pozzi che possano essere impattati.

Gli unici pozzi che potrebbero subire gli effetti indotti dalla variazione sono i pozzi di prelievo (anche loro a scopo tecnologico energetico) del vicino complesso Garibaldi Repubblica.

L'entità dell'impatto sulla componente qualità delle acque sotterranee può quindi considerarsi medio negativo.

Azioni di mitigazione degli impatti

La tabella seguente sintetizza le mitigazioni organizzative, progettuali e gestionali che si intende mettere in atto durante il loro esercizio.

Al fine di ridurre i consumi di acqua globali del complesso edilizio in progetto sul quartiere isola, sarà utilizzata l'acqua di falda già emunta e termicamente sfruttata per i seguenti usi:

- irrigazione delle parti adibite a parco e delle aree verdi in generale.

Vista la tipologia di intervento in progetto, le attività di monitoraggio saranno concentrate su 2 componenti:

- qualità delle acque sotterranee (attraverso il monitoraggio della temperatura e degli inquinanti più critici quali solventi clorurati e nitrati);
- disponibilità delle acque sotterranee (monitoraggio piezometrico).

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896

e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Milano, ottobre 2008;

I tecnici incaricati:



Dott. Geol. Carlo Cerutti



Ing. T. Marangoni



Ing. D. Rigamonti

Rigamonti

DR. GEOLOGO CARLO CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO
tel: (+39)0222228735 fax: (+39)3453492282 cell: (+39)3482652685 / (+39)3204508896
e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

BIBLIOGRAFIA

Per la redazione del presente studio sono state consultate le fonti di seguito citate, oltre a quelle espressamente richiamate nel testo.

Testi

- Ministero dell'Ambiente Relazione sullo stato dell'Ambiente;
- Regione Lombardia Piano del Paesaggio Lombardo, 2001;
- Regione Lombardia Programma Energetico Regionale, 2003;
- Regione Lombardia Programma di Tutela e Uso delle Acque, 2006;
- Provincia di Milano Rapporto sulla qualità dell'aria;
- Provincia di Milano Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale;
- Comune di Milano Stato dell'Ambiente;
- Daniele Verdesca Manuale di valutazione d'impatto economicoambientale, 2003;
- Fondo Lombardia Ambiente Recupero energetico da acque di falda in Comune di Milano, 1999;
- Norme Tecniche di Attuazione e Elaborati Grafici del P.R.G. del Comune di Milano.

Siti internet

- www.minambiente.it sezione V.I.A.;
- www.regione.lombardia.it sezione S.I.L.V.I.A. (Sistema Informativo Lombardo Valutazione di Impatto Ambientale);
- www.regione.lombardia.it sezione S.I.T. (Sistema Informativo Territoriale);
- www.provincia.milano.it sito dell'Amministrazione Provinciale di Milano;
- www.istat.it sito dell'Istituto Nazionale di Statistica;
- www.arpalombardia.it sito dell'Agenzia Regionale per l'ambiente
- www.comune.milano.it sito del Comune di Milano
- www.epa.gov sito dell'Agenzia per la protezione dell'Ambiente degli USA



COMMITTENTE :

ISOLA SRL

PROGETTO :

PORTA NUOVA – ISOLA

STUDIO PRELIMINARE PROGETTUALE
PROCEDURA DI VERIFICA (AI SENSI DELL'ART.10 DEL D.P.R. 12/04/96
E COMMA 1, ART. 20 D.LGS N.4/2008)

Commessa : **070601**

File : **070601PGR002**

A	Emissione preliminare	GB	GB	GIC	08/09/2008
Edizione	Emissione	Redazione	Controllo	Approvazione	Data

HILSON MORAN ITALIA S.p.A.
CONSULTING ENGINEERS

Corso Sempione, 66/68
20154 Milano

T : + 39 02 36 167 888
F : + 39 02 36 167 801

W : www.hilsonmoran.com
E : info@hilsonmoran.com

UNITED KINGDOM

FRANCE

ITALY

SPAIN

UNITED ARAB EMIRATES

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	IL SITO	4
1.1	Premessa	4
1.2	Il progetto "Isola"	4
3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA ENERGETICO DEL SITO.	5
1.3	Progetto "Isola"	5
1.4	Caratteristiche dei pozzi di emungimento e reimmissione.	8
1.5	Portata di acqua di falda prevista	10
1.6	Confronto tra sistema tradizionale e sistema energetico proposto.	12
4	CONSIDERAZIONI FINALI	16
1.7	Considerazioni energetiche	16
1.8	Considerazioni tecniche	17

1 INTRODUZIONE

Il presente documento descrive gli aspetti impiantistici dello sfruttamento dell'acqua di falda ai fini energetici per il progetto di realizzazione immobiliare denominato "Isola" che sorgerà nel comune di Milano.

In questa relazione sono, infatti, descritti gli aspetti puramente tecnici delle tecnologie per la climatizzazione e la loro valutazione dal punto di vista ambientale.

2 IL SITO

1.1 Premessa

Il progetto di intervento dell'area Isola si inserisce insieme con quello dell'area di Garibaldi-Repubblica e Varesine nel processo di riconfigurazione e riqualificazione dell'area urbana denominato Porta Nuova.

1.2 Il progetto "Isola"

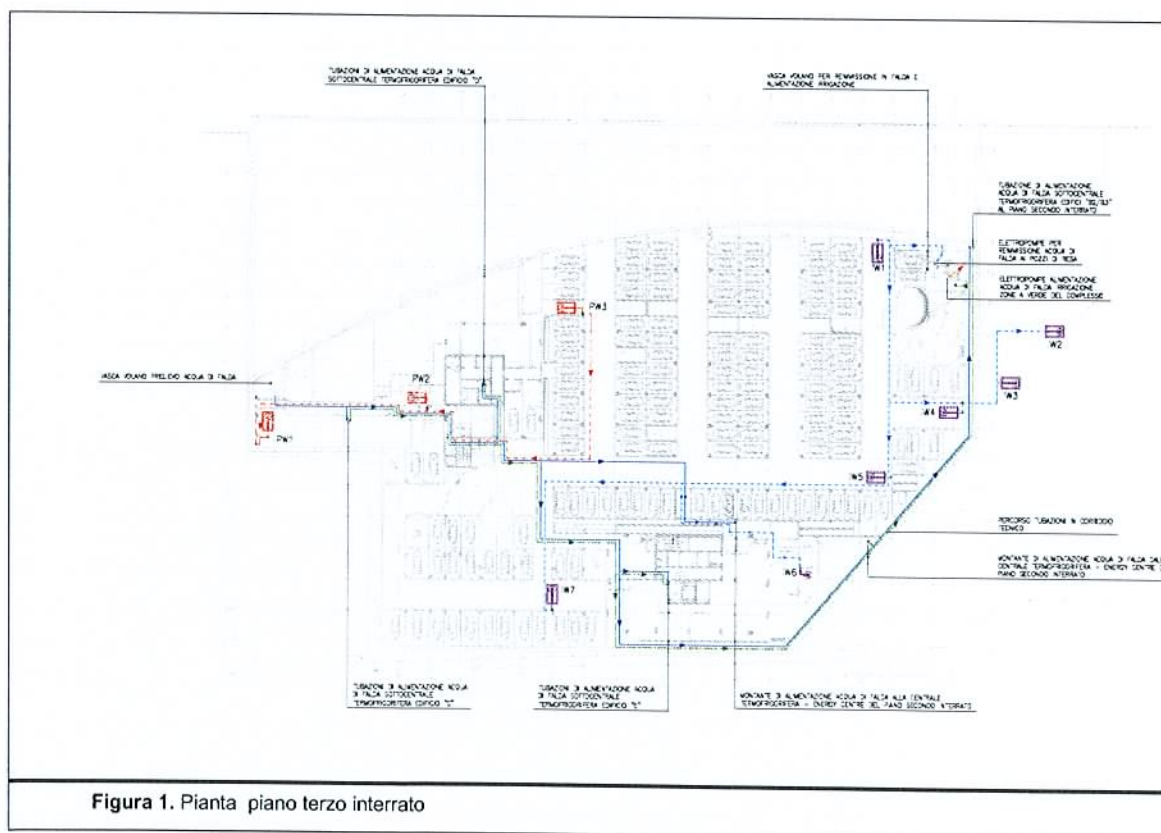
Il progetto dell'area Isola organicamente integrato con il vicino progetto di riqualificazione dell'area di Garibaldi Repubblica e il progetto del Nuovo Parco degli Alberi propone la creazione di un quartiere multiuso dinamico, integrando tra loro un mix di funzioni; il progetto urbanistico di massima prevede, infatti, edifici per uffici, edifici per la residenza, un centro culturale, spazi retail e per la ricreazione.

1.3 Progetto “Isola”

Il sistema energetico proposto si basa sullo sfruttamento "termico" dell'acqua di prima falda. Tale risorsa a tutti gli effetti e' da considerarsi una fonte energetica alternativa ai normali standard impiantistici.

L'acqua di prima falda sarà emunta da una serie di pozzi, il cui funzionamento sarà controllato in funzione dei fabbisogni energetici del sito, e successivamente sfruttata ai fini "termici" mediante gruppi frigoriferi funzionanti anche in pompe di calore.

All'ultimo piano interrato (piano terzo interrato) saranno, infatti, realizzati 3 pozzi di emungimento che alimenteranno la centrale termo frigorifera dedicata del complesso (Energy centre) e le sottocentrali termo frigorifere dei vari edifici.



L'acqua di falda, non sarà convogliata direttamente ai gruppi frigoriferi, ma prima di essi saranno previsti una serie di scambiatori di calore. Tale scelta è giustificata dal punto di vista ambientale, al fine di evitare l'eventuale contaminazione della falda da parte di perdite al sistema frigorifero all'interno dei refrigeratori. L'adozione di scambiatori di calore evita quindi il contatto diretto tra la falda e le pompe di calore.

La rete di distribuzione (figura 1) sarà comune a tutto il sito, da tale rete saranno derivate le tubazioni di alimentazione della centrale termica frigorifera di tutto il complesso e delle sottocentrali tecnologiche di ogni edificio. L'acqua di falda fornita alle sottocentrali di ogni edificio provvederà ad alimentare i circuiti idraulici dedicati alle batterie per il pre-raffreddamento e pre-riscaldamento delle unità di trattamento aria degli edifici.

Una volta sfruttato il contenuto "termico", l'acqua sarà re-immessa in falda attraverso 7 pozzi di reimmissione.

Come mostrato nella figura 1 i pozzi di prelievo saranno realizzati in zona nord-ovest dell'area d'intervento mentre i pozzi di re-immissione saranno realizzati prevalentemente nella zona sud-est, questa soluzione permette di sfruttare il naturale movimento della falda in direzione sud-est.

Nella figura 2 sotto stante è rappresentato lo schema di principio generale dell'Energy centre per la produzione dell'acqua calda e refrigerata tramite l'utilizzo di n.4 gruppi frigoriferi funzionanti in pompa di calore condensati con acqua di falda. La soluzione di utilizzare più gruppi frigoriferi in parallelo, reversibili sul circuito idraulico, consente il miglior adattamento dell'impianto alle richieste termiche del "complesso-edificio" ottimizzando la produzione del fluido caldo e refrigerato in funzionamento normale o in recupero in modo contemporaneo.

I gruppi frigoriferi previsti avranno elevati valori di COP sia in funzionamento invernale e sia in funzionamento estivo.

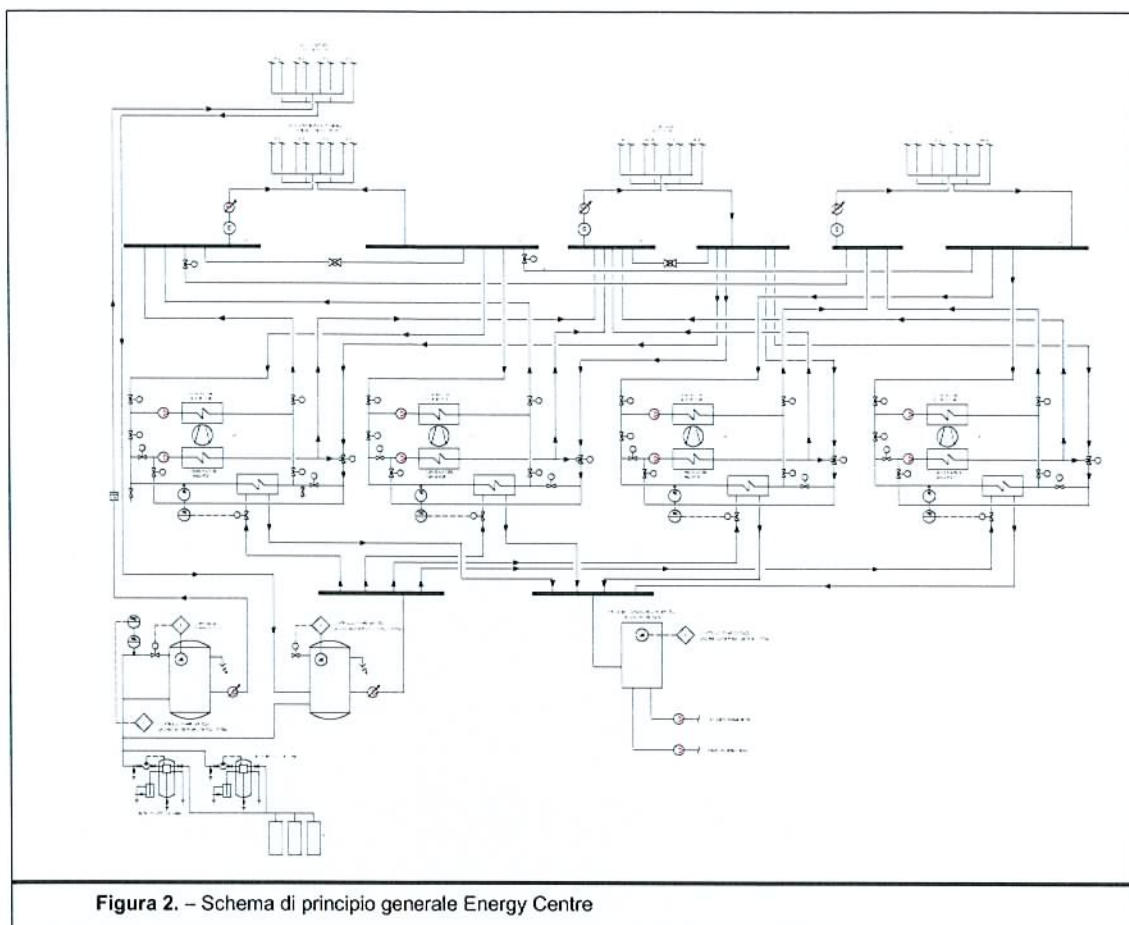
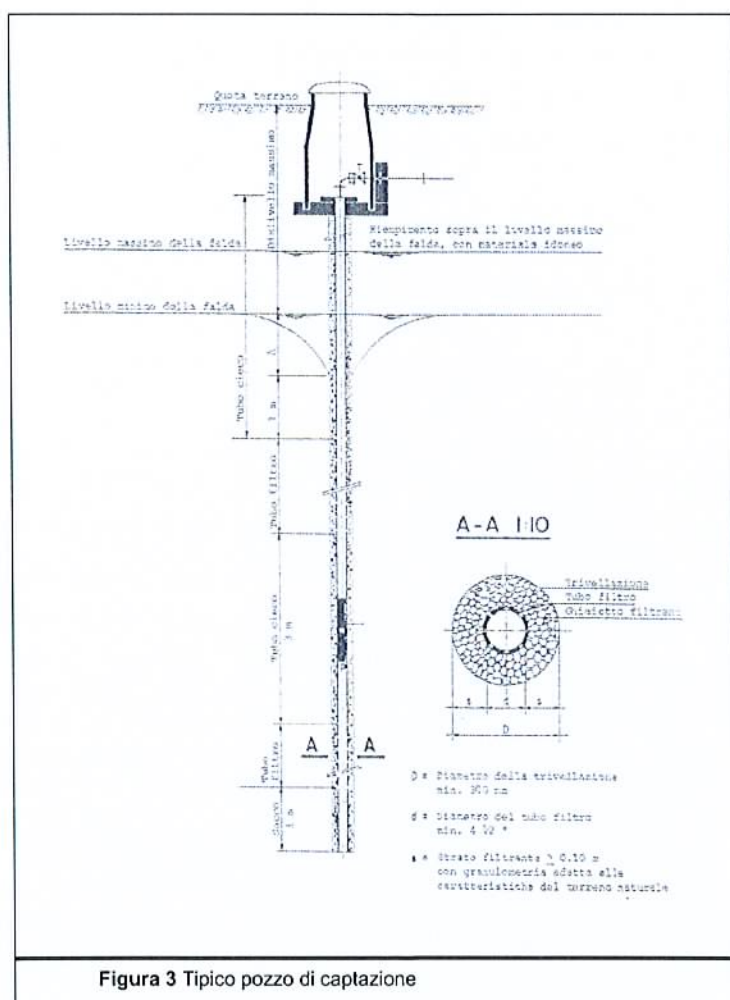


Figura 2. – Schema di principio generale Energy Centre

1.4 Caratteristiche dei pozzi di emungimento e reimmissione.

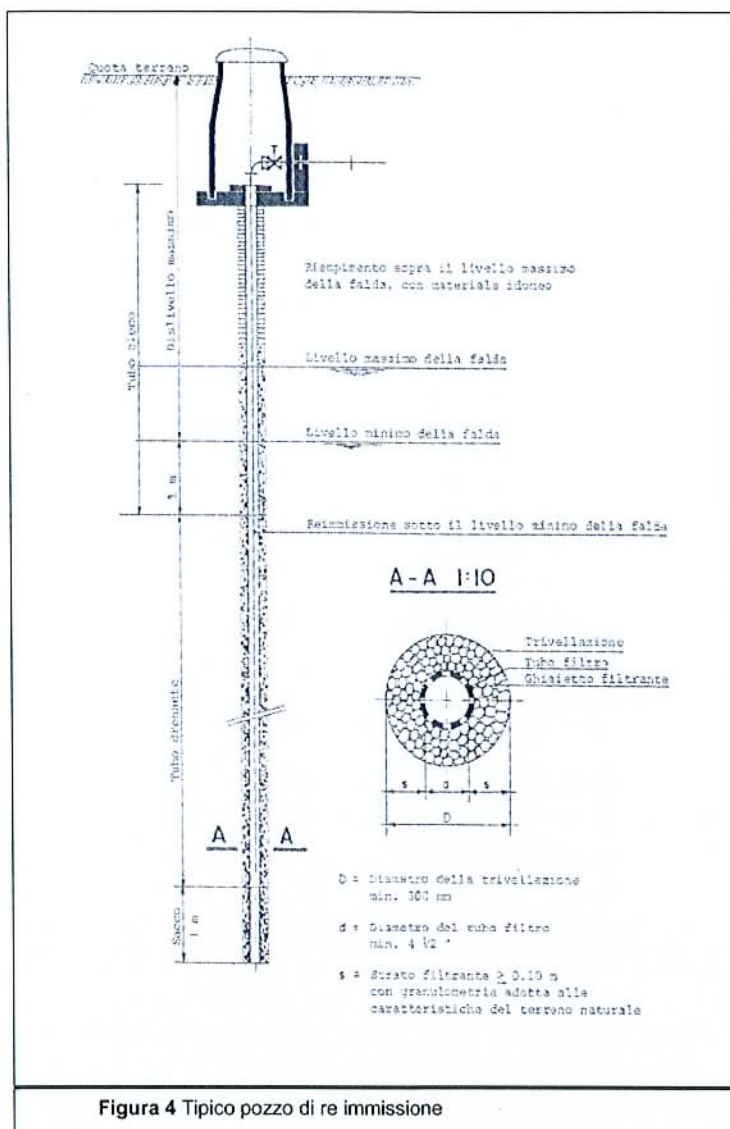
I pozzi saranno realizzati al livello B3 (ultimo piano interrato), la loro ubicazione e' stata valutata considerando l'interazione di funzionamento tra i pozzi, così da contenere l'abbassamento della falda durante il prelievo di acqua.



Rispetto al piano di campagna, i pozzi saranno profondi circa 40 metri.

La colonna del pozzo sarà realizzata tipicamente come nella figura qui a fianco.

Il corretto dimensionamento delle opere di captazione sarà verificato in via definitiva in fase di progetto esecutivo, ma in base alle numerose informazioni di dettaglio già disponibili, o rilevate da specifiche attività sperimentali sui pozzi di prima falda esistenti (efficienza, portate limite, trascinarsi del fine, ecc...) e sui parametri idrogeologici (trasmissivi, permeabilità, coefficienti di immagazzinamento, ecc...) relativi al cosiddetto "acquifero tradizionale" di Milano, la portata media dei pozzi, così realizzati potrà essere di 35 l/sec.



L'acqua prelevata, come detto precedentemente, verrà reimpressa in falda. Saranno realizzati dei pozzi di reimmissione delle acque utilizzate ai fini energetici.

La colonna dal pozzo sarà realizzata tipicamente come nella figura a fianco.

1.4.1 Temperatura delle acque di prima falda

Senza entrare in particolari tecnici relativi ai sistemi a pompa di calore, che saranno illustrati di seguito nel paragrafo di confronto tra i sistemi impiantistici, si può comunque anticipare che il rendimento di questi sistemi, sia per il riscaldamento invernale sia per il raffreddamento estivo, dipende fortemente dalla temperatura della sorgente utilizzata (l'acqua di falda in questo caso). L'uso dell'acqua di falda risulta inoltre più vantaggioso, efficiente e conveniente, soprattutto nella stagione invernale, rispetto ad altri sistemi analoghi che utilizzano invece l'aria esterna come fonte di calore.

Presso l'Amministrazione Provinciale di Milano (U.O tecnica Progetti Speciali, Interventi e Controllo Acque - Suolo - Sottosuolo, Sistema Informativo Falda) sono stati acquisiti i dati disponibili limitatamente al solo acquifero superficiale, rilevati da sonde automatiche in cinque pozzi di Milano, monitorati in continuo nel periodo 1998-1999.

I cinque pozzi sono ubicati in diverse zone della città, a copertura dell'intero territorio di Milano:

- settore centro: piazza Castello, sonda automatica MM Castello;
- settore NO: via Giampietrino, sonda automatica AEM;
- settore NE: via Venezia, sonda automatica Istituto dei Tumori;
- settore SE: piazza Wagner, sonda automatica MM Wagner;
- settore SE: piazzale Lodi, sonda automatica ABB.

Dai dati raccolti, gli andamenti delle temperature risultano abbastanza uniformi e soprattutto con limitate variazioni stagionali. I valori sono costantemente superiori ai 15 °C, con valori massimi prossimi o superiori ai 17 °C nei settori di NE e S E.

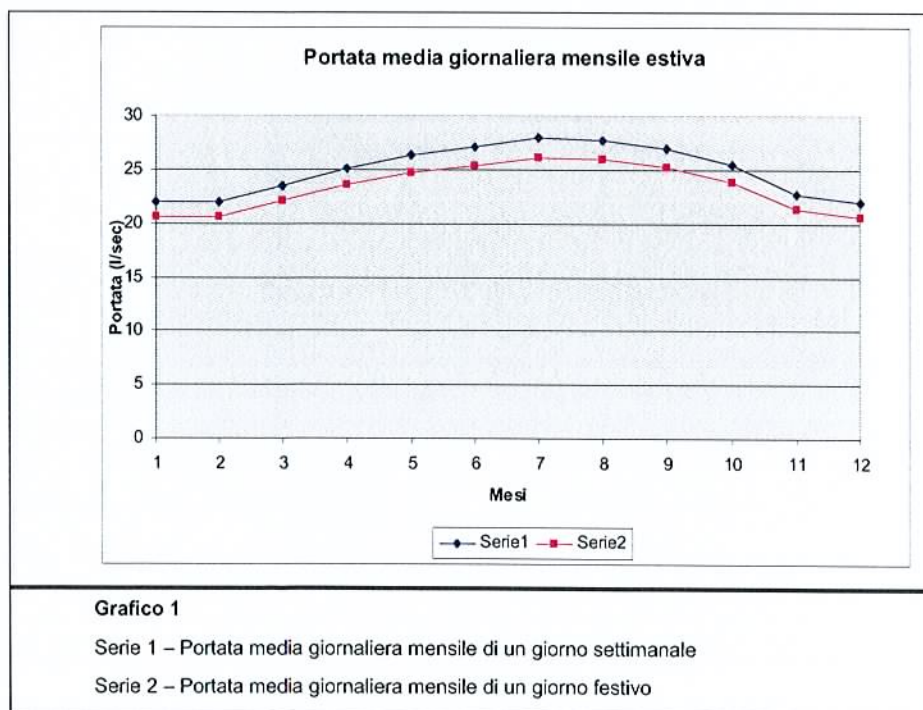
Per i calcoli energetici effettuati, si è assunta quindi come temperatura media di emungimento quella di 15 °C.

1.5 Portata di acqua di falda prevista

In accordo con le temperature dell'acqua di falda e della temperatura possibile di scarico delle acque, sono stati simulati i fabbisogni termici e frigoriferi durante un anno di funzionamento.

La simulazione energetica e' stata eseguita in modo comparato ad un sistema di tipo "tradizionale" al fine di valutare i benefici del sistema proposto. Nei prossimi capitoli saranno illustrati i dati comparativi dei due sistemi.

In merito alla quantità di acqua necessaria durante l'anno qui di seguito riportiamo i grafici relativi alle portate medie mensili nei giorni "tipo" settimanali e durante i fine settimana (fase in cui gli uffici potranno considerarsi non utilizzati).



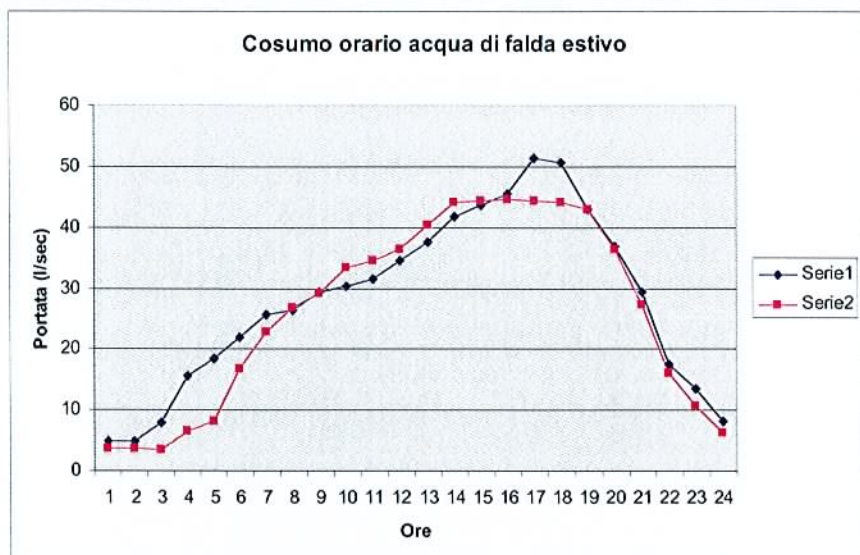


Grafico 2

Serie 1 – Portata oraria media giornaliera di un giorno settimanale

Serie 2 – Portata oraria media giornaliera di un giorno festivo

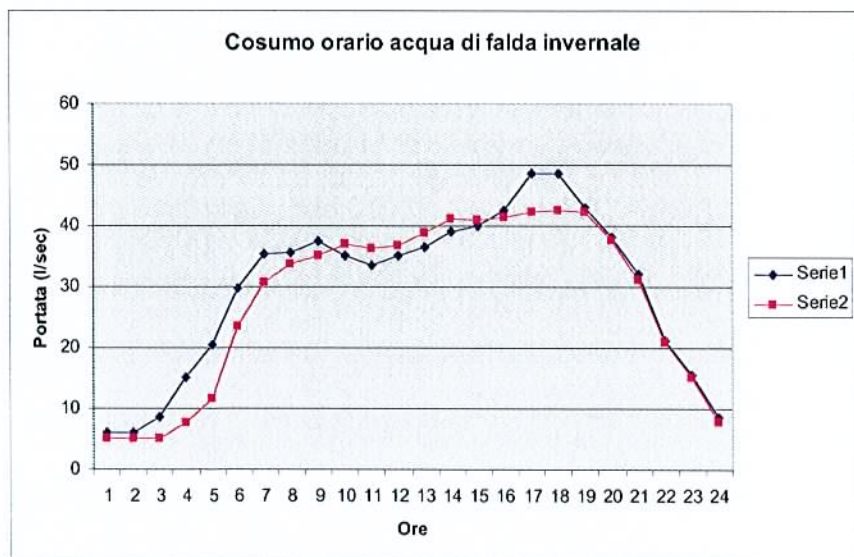


Grafico 3

Serie 1 – Portata oraria media giornaliera di un giorno settimanale

Serie 2 – Portata oraria media giornaliera di un giorno festivo

1.6 Confronto tra sistema tradizionale e sistema energetico proposto.

Il riscaldamento globale del pianeta e' un problema sempre più di attualità. Il Protocollo di Kyoto, siglato anche dall'Italia, mira alla riduzione programmata delle emissioni di CO₂ al fine di rallentare e progressivamente eliminare le emissioni responsabili del surriscaldamento terrestre.

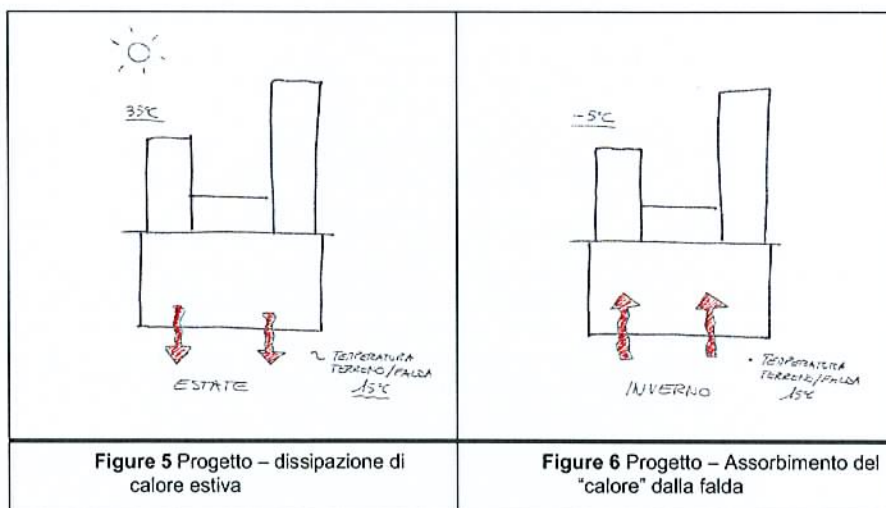
I sistemi di climatizzazione sono una delle componenti che concorrono a questo problema in maniera anche importante.

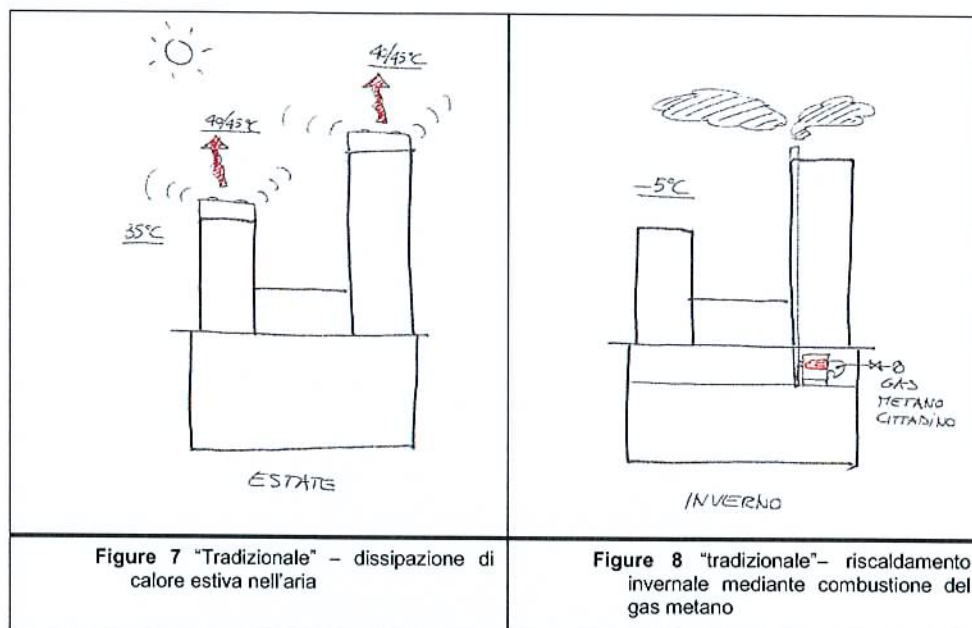
Per tale motivo, l'impegno del gruppo di progettazione e' stato quello di valutare le possibili alternative tecniche per ridurre l'impatto ambientale di questa realizzazione che sorgerà nel centro della Città di Milano.

Nei paragrafi che seguiranno, saranno illustrati i vantaggi in termini di contenimento dei fabbisogni di energia primaria e di emissioni di CO₂ mediante l'adozione del sistema a pompa di calore ad acqua di falda.

La comparazione e' stata eseguita tra il progetto, funzionante con centrali termofrigorifere a pompa di calore ad acqua di falda, ed il sistema "tradizionale" consistente in centrali termiche a gas metano e gruppi frigoriferi condensati ad aria (Standard per l'area di Milano).

Le figure che seguono schematizzano i principi di riscaldamento e raffreddamento del progetto e del sistema tradizionale.





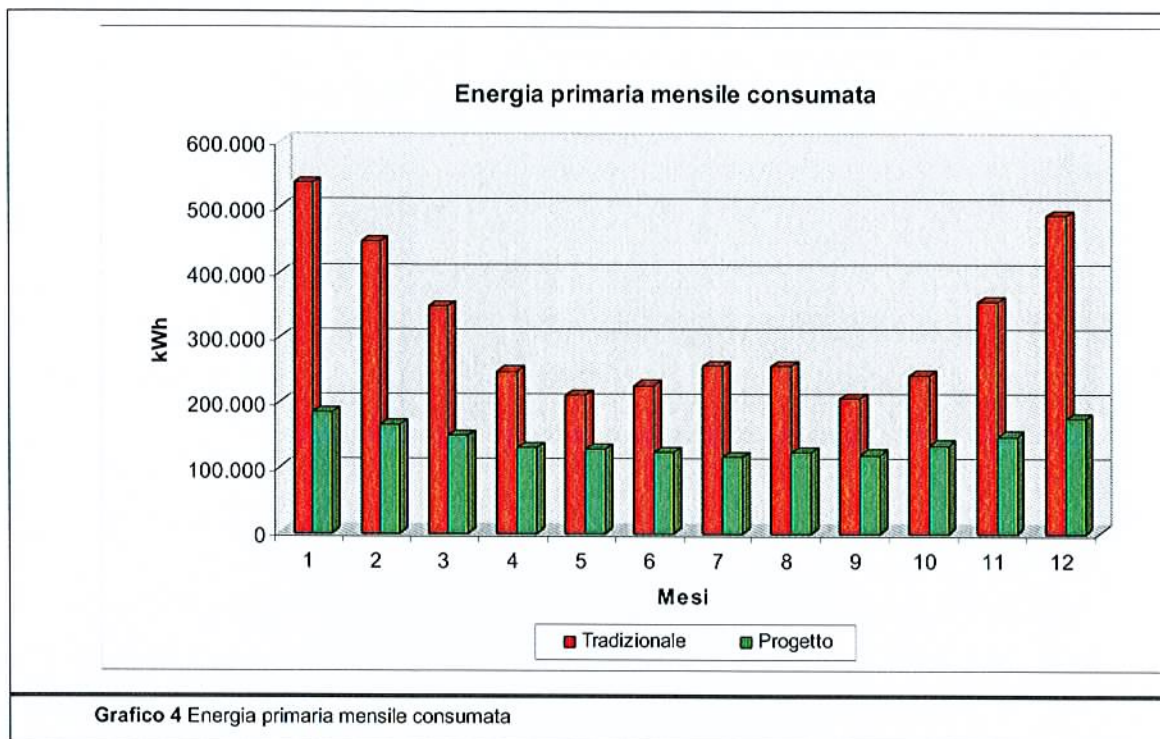
1.6.1 Simulazione energetica

Al fine di valutare i benefici del sistema proposto piuttosto del sistema "tradizionale" e' stata eseguita una simulazione energetica che coinvolge il complesso immobiliare che sarà realizzato.

Perché la simulazione sia attendibile e rispecchi il più fedelmente possibile le interazioni "impianto-edificio" devono essere tenuti in considerazione, tra le altre cose, le variazioni dei rendimenti energetici delle apparecchiature per la produzione/assorbimento di calore, in particolare:

- ☐ la variazione del rendimento energetico dei gruppi frigoriferi condensati ad aria per il sistema tradizionale (variazione del COP in funzione della temperatura esterna e del carico frigorifero nelle mezze stagioni)
- ☐ la variazione del rendimento energetico dei gruppi frigoriferi, per il sistema proposto, durante il passaggio da funzionamento estivo e funzionamento invernale
- ☐ il prodotto dei rendimenti globali medi stagionali delle centrali termiche
- ☐ variazione del carico delle pompe di emungimento delle acque di falda in funzione del carico termico/frigorifero del complesso immobiliare.

Qui di seguito riportiamo i grafici dei consumi energetici primari durante i mesi dell'anno.



Oltre al calcolo dei fabbisogni di energia primaria, per avere un quadro più completo della differenza tra il sistema proposto ed il sistema tradizionale, e' importante valutare anche l'incidenza delle emissioni di Anidride Carbonica nell'ambiente.

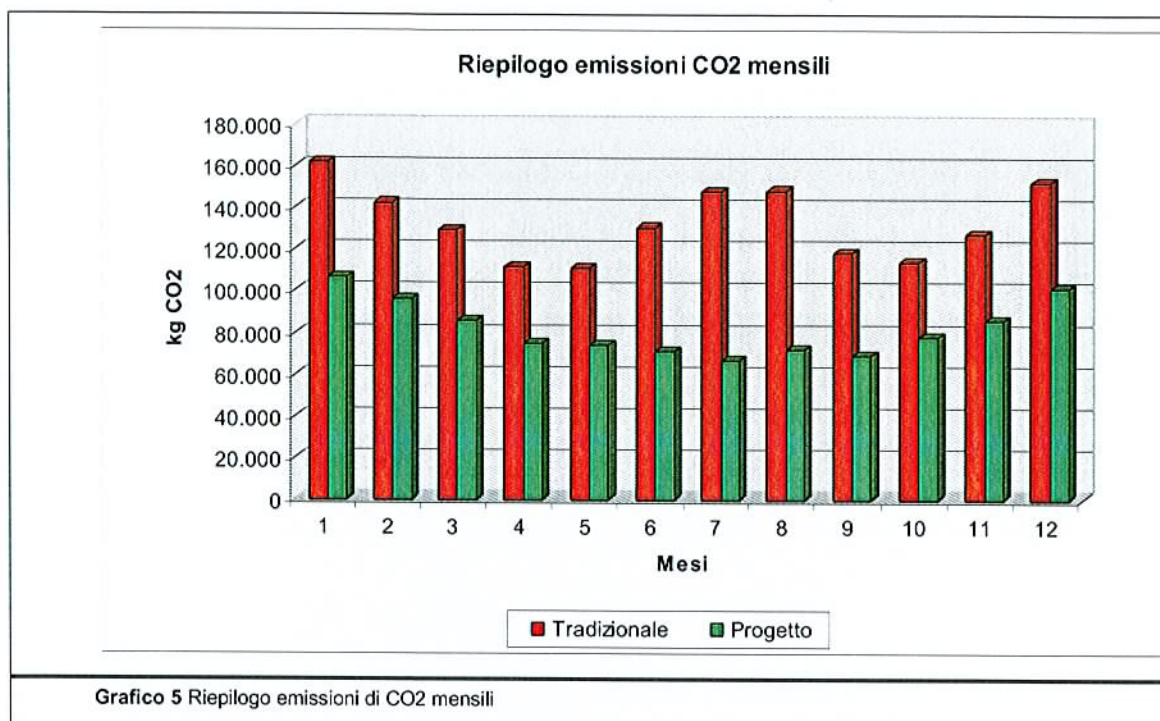
Bisogna però sottolineare anche il luogo dove tali emissioni sono prodotte. Nel caso di impianto "tradizionale", nel periodo invernale, l'anidride carbonica e' emessa direttamente nell'aria per mezzo della combustione del gas metano nelle centrali termiche. In particolare, i fumi della combustione sarebbero espulsi dalle coperture e quindi parteciperebbero direttamente alle emissioni della Città di Milano.

Mentre, durante il periodo estivo i gruppi frigoriferi del sistema tradizionale, sarebbero alimentati dalla rete elettrica cittadina ed il corrispettivo di emissione e' da considerarsi "emesso" dalle centrali elettriche che provvedono ai fabbisogni nazionali.

Con il sistema proposto, le pompe di calore saranno alimentate tutto l'anno dalla rete elettrica cittadina, ciò significa che nel sito non vi saranno emissioni dirette di Anidride Carbonica che concorreranno all'inquinamento cittadino.

Tale aspetto, e' particolarmente importante considerando che il complesso immobiliare sorgerà nel centro delle Città di Milano.

In merito a tale aspetto, qui di seguito viene riportato il grafico mensile delle emissioni di Anidride Carbonica previste per i sistemi energetici oggetto di studio.



4 CONSIDERAZIONI FINALI

1.7 Considerazioni energetiche

Dalla simulazione energetica eseguita, si evince quindi che il sistema proposto e' vantaggioso sia dal punto di vista energetico sia dal punto di vista ambientale.

Tale vantaggio e' mantenuto pressoché costante durante tutti i mesi dell'anno, leggermente ridotto durante il periodo invernale a causa della minore efficienza energetica dei gruppi frigoriferi rispetto al periodo estivo.

Il vantaggio in termini energetici ed emissivi rimane comunque decisamente positivo.

Qui di seguito riportiamo le stime energetiche mensili ed emissive prodotte dalla simulazione energetica.

Mesi	Tradizionale	Progetto		Differenza
Gennaio	537.307	184.837	kWh/mese	-66%
Febbraio	447.268	166.421	kWh/mese	-63%
Marzo	348.722	149.096	kWh/mese	-57%
Aprile	248.249	130.144	kWh/mese	-48%
Maggio	211.818	128.835	kWh/mese	-39%
Giugno	226.943	123.830	kWh/mese	-45%
Luglio	256.592	116.086	kWh/mese	-55%
Agosto	256.922	124.237	kWh/mese	-52%
Settembre	207.327	119.947	kWh/mese	-42%
Ottobre	241.883	134.445	kWh/mese	-44%
Novembre	355.329	148.639	kWh/mese	-58%
Dicembre	487.337	176.175	kWh/mese	-64%
	3.825.696	1.702.692	kWh/anno	-55%

Tab. 1 Tabella riepilogativa fabbisogni energetici primari

Mesi	Tradizionale	Progetto		Differenza
Gennaio	162.023	106.651	kgCO ₂ /mese	-34%
Febbraio	142.431	96.025	kgCO ₂ /mese	-33%
Marzo	129.596	86.029	kgCO ₂ /mese	-34%
Aprile	111.899	75.093	kgCO ₂ /mese	-33%
Maggio	111.233	74.338	kgCO ₂ /mese	-33%
Giugno	130.613	71.450	kgCO ₂ /mese	-45%
Luglio	148.053	66.981	kgCO ₂ /mese	-55%
Agosto	148.244	71.685	kgCO ₂ /mese	-52%
Settembre	118.227	69.209	kgCO ₂ /mese	-41%
Ottobre	114.221	77.575	kgCO ₂ /mese	-32%
Novembre	127.047	85.764	kgCO ₂ /mese	-32%
Dicembre	152.088	101.653	kgCO ₂ /mese	-33%
	1.595.674	982.453	kgCO ₂ /anno	-38%

Tab. 2 Tabella riepilogativa emissioni CO2

Come si nota le differenze percentuali tra i fabbisogni e le emissioni rimangono sempre a favore del sistema proposto. Per quanto concerne la valutazione delle emissioni di Anidride Carbonica, i valori emissivi specifici sono differenti e tale motivo giustifica le differenze percentuali tra il fabbisogno energetico e le emissioni.

1.8 Considerazioni tecniche

Oltre alle motivazioni energetiche precedentemente descritte, vi sono ulteriori motivazioni "tecniche" che rendono, in questo caso, preferibile il sistema proposto piuttosto del sistema tradizionale.

In particolare, si sottolineano:

- ☐ il maggiore impatto acustico delle centrali frigorifere condensate ad aria (usualmente poste sulla copertura) per il sistema tradizionale rispetto ai gruppi frigoriferi previsti (all'interno dei piani interrati)
- ☐ l'emissione in atmosfera dei fumi della combustione provenienti dalle centrali termiche
- ☐ la maggior sicurezza (intesa come principio di prevenzione incendi) del sistema proposto dovuta assenza di centrali termiche per il riscaldamento, funzionanti a gas metano e poste ai piani interrati.

committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

01

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96**

scala:

data:

Settembre 2008

archivio:

r		n.	data
e	1	1	20/09/08
v	2	2	
i	3	3	
s	4	4	
i	5	5	
o	6	6	
n	7	7	
i	8	8	
	9	9	

titolo tavola:

**Piezometria calcolata con il modello numerico
di flusso - Scenario 1**

Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 - 20122 MILANO

tel. 0222226135 - cell. 3482652685 - fax. 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@ymail.com



committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

02

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96**

scala:

data:

Settembre 2008

archivio:

r		n.	data
e	1	20/09/08	
v	2		
i	3		
s	4		
i	5		
o	6		
n	7		
i	8		
	9		

titolo tavola:

**Distribuzione dei valori di dT (°C) simulati
dopo 9 mesi (Settembre 1 anno)**

timbro e firma:

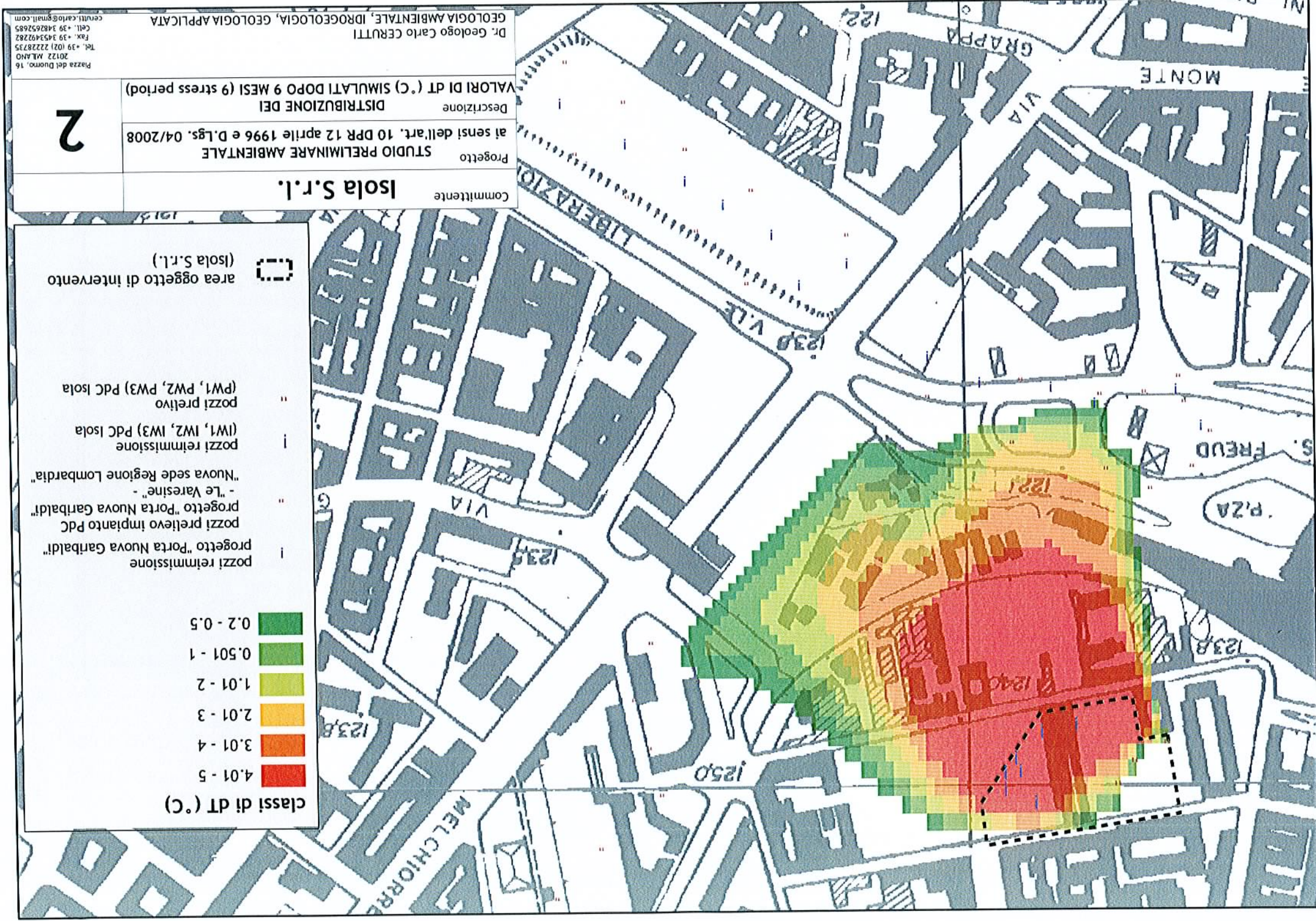


Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazzo del Duomo, 15 20122 MILANO

tel. 0222228735 - cell. 3482652685 - fax. 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

03

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96**

Scala:

data:

Settembre 2008

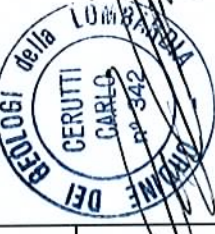
archivio:

r	e	v	i	s	i	o	n	i	n.	data
									1	20/09/08
									2	
									3	
									4	
									5	
									6	
									7	
									8	
									9	

titolo tavola:

**Distribuzione dei valori di dT ($^{\circ}C$) simulati
dopo 40 mesi (Aprile IV anno)**

timbro e firma:

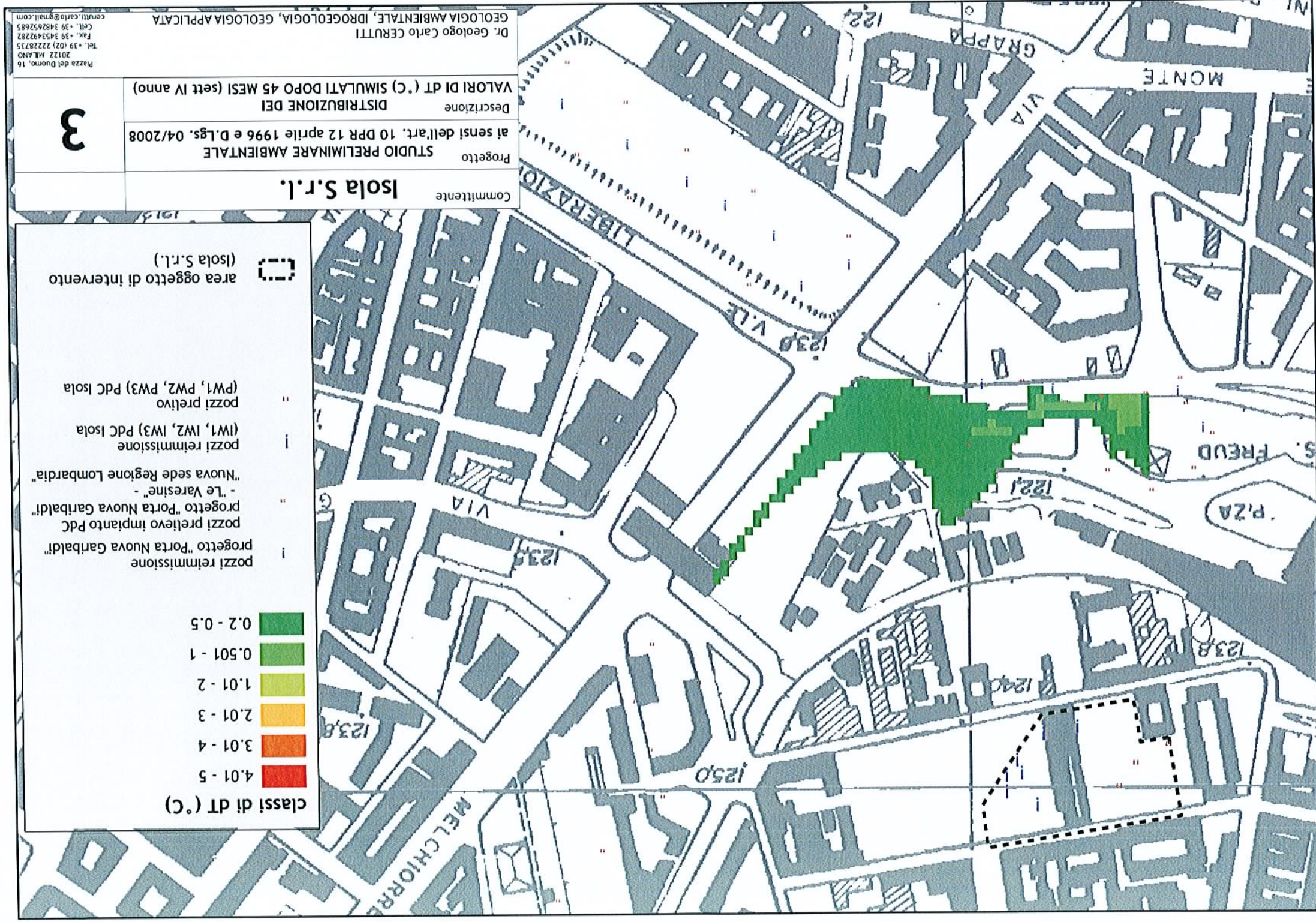


Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 - 20122 MILANO

tel: 02/392291 - cell: 3482652685 - fax: 02/392292 - e-mail: carlo.cerutti@fastwebnet.it



committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

04

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96**

scala:

data:

Settembre 2008

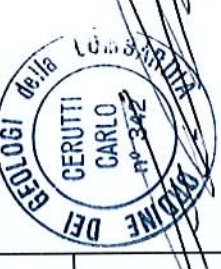
archivio:

r	e	v	i	s	i	o	n	i	n.	data
									1	20/09/08
									2	
									3	
									4	
									5	
									6	
									7	
									8	
									9	

titolo tavola:

**Distribuzione dei valori di dT (°C) simulati
dopo 45 mesi (Settembre IV anno)**

timbro e firma:

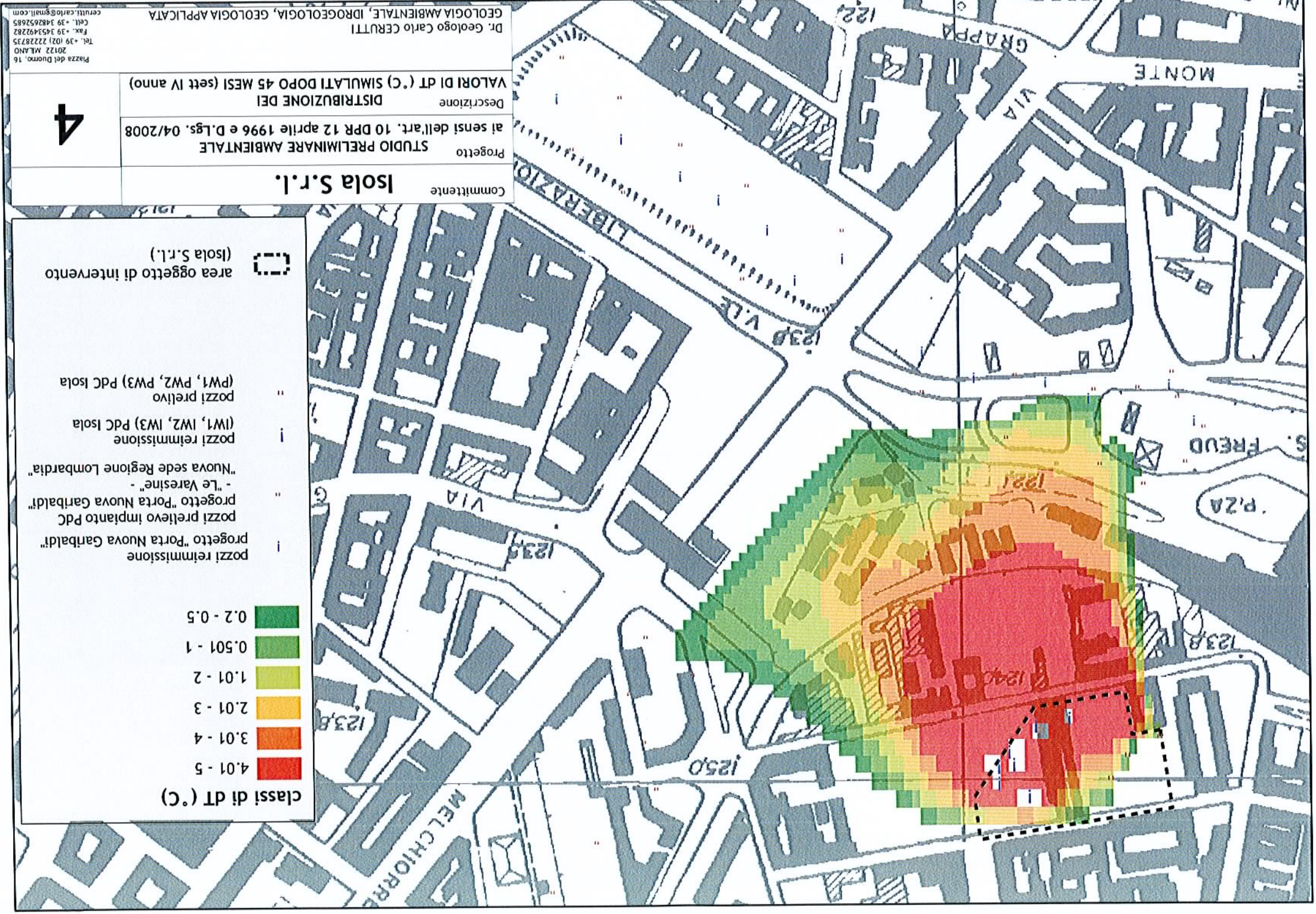


Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

Tel. 0222228735 - cell. 3482652685 - fax. 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@gmail.com



Isola S.r.l.		Commitente
Progetto		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art. 10 DPR 12 aprile 1996 e D.Lgs. 04/2008
Descrizione		DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI DT (°C) SIMULATI DOPO 45 MESI (sett IV anno)
4		

Dr. Geologo Carlo CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA
Piazza del Duomo, 16
20122 MILANO
Tel. +39 02 22228735
Fax. +39 02 22228735
Cell. +39 3482652685
cerutti.carlo@gmail.com

area oggetto di intervento (Isola S.r.l.)

pozzì reimmisione
progetto "Porta Nuova Garibaldi"

pozzì prelievo impianto Pdc
progetto "Porta Nuova Garibaldi"

pozzì reimmisione
progetto "Le Varesine" -
"Nuova sede Regione Lombardia"

pozzì reimmisione
(IW1, IW2, IW3) Pdc Isola

pozzì prelievo
(PW1, PW2, PW3) Pdc Isola

classi di DT (°C)

0.2 - 0.5

0.501 - 1

1.01 - 2

2.01 - 3

3.01 - 4

4.01 - 5

committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

05

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96**

scala:

data:

Settembre 2008

archivio:

	n.	data
r	1	20/09/08
e	2	
v	3	
i	4	
s	5	
i	6	
o	7	
n	8	
i	9	

timbro e firma:

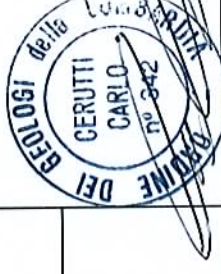
Scheda tecnica Provincia di Milano
per impianti a Pompe di Calore

Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 10 20122 MILANO

Tel. 022228735 - cell. 3452652685 - fax 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@ymail.com



PROVINCIA DI MILANO – Servizio Gestione Acque Sotterranee

SCHEMA TECNICA IMPIANTI A POMPA DI CALORE

nominativo insediamento _____

indirizzo _____ comune _____

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	DESCRIZIONE	DATO
volumetria da riscaldare/raffrescare	mc	155.000	
superficie	mq	35.800	
periodo di utilizzo impianto	mesi	12	
ore/anno di funzionamento	N	8760	
Fabbisogno di raffrescamento estivo calcolato	kWh	2.250.000	
Fabbisogno per l'acqua sanitaria calcolato	kWh	770.000	
Fabbisogno di riscaldamento invernale calcolato	kWh	2.640.000	
Fabbisogno di raffrescamento invernale calcolato	kWh	/	
temperatura di presa	°C	15	
temperatura di max di resa	°C	20	
potenza massima dell'impianto	kW	2300	
ΔT di progetto	°C	5	
ΔT massimo	°C	5	
COP di progetto delle macchine		4 INVERNALE 5 ESTIVO	
COP delle macchine alle condizioni standard		4 INVERNALE 5 ESTIVO	
portata d'acqua riscaldata	mc/h	335	
portata d'acqua raffreddata	mc/h	131	
nel caso di impianti esistenti			
tipo di impianto esistente (radiatori, fan coils, pannelli)			
T di mandata dell'acqua dell'impianto			
potenza della caldaia esistente			
tipo e potenza installata di eventuale impianto di condizionamento esistente			
copia del libretto di centrale o di impianto			

committente:

ISOLMA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

06

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96**

scala:

data:

Settembre 2008

**PER IL PRELIEVO, UTILIZZO E REIMMISSIONE
A SCOPO TECNOLOGICO ED ENERGETICO
DI ACQUE SOTTERRANEE PER L'AREA
"QUARTIERE ISOLA"
ubicata in Comune di Milano**

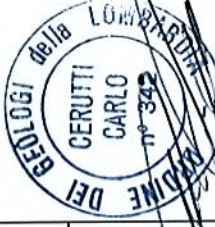
archivio:

r	e	v	i	s	i	o	n	i	n.	data
									1	20/09/08
									2	
									3	
									4	
									5	
									6	
									7	
									8	
									9	

titolo tavola:

**Campagna di caratterizzazione idrochimica
Studio Celotti**

timbro e firma:



Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel. 0222228735 - cell. 3482652685 - fax. 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Metalli																																		
Cod SIF	Piezo	Arsenico			Cadmio			Cromo tot.			Cromo VI			Mercurio			Nichel			Piombo			Rame			Zinco			Idrocarburi Totali			PCB		
0151463041	Pz1	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463042	Pz2	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463043	Pz3	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463044	Pz4	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463045	Piez. 7P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	7	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463046	Piez. 8P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	7	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463047	Piez. 9P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	8	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151462742	Piez. 1P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	8	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.
0151463099	Piez. 10P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	8	5	5	N.R.	1	1	N.R.	20	10	N.R.	10	5	N.R.	1000	100	N.R.	3000	100	N.R.	-	10	N.R.	0.01	0.01	N.R.

Fenoli e CloroFenoli

Cod SIF	Piezo	2-clorofenolo			2,4-diclorofenolo			2,4,6-triclorofenolo			pentaclorofenolo		
0151463041	Pz1	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463042	Pz2	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463043	Pz3	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463044	Pz4	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463045	Piez. 7P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463046	Piez. 8P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463047	Piez. 9P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151462742	Piez. 1P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151463099	Piez. 10P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.

Solventi organici aromatici

Cod SIF	Piezo	Benzene			EtilBenzene			Stirene			Toluene			para-xilene		
0151463041	Pz1	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463042	Pz2	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463043	Pz3	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463044	Pz4	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463045	Piez. 7P	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463046	Piez. 8P	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463047	Piez. 9P	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151462742	Piez. 1P	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.
0151463099	Piez. 10P	1	1	N.R.	50	10	N.R.	25	10	N.R.	15	5	N.R.	10	5	N.R.

Solventi clorurati cancerogeni

Cod SIF	Piezo	Clorometano			Triclorometano			Cloruro di vinile			1,2-dicloroetano			1,1-dicloroetilene			Tricloroetilene			Tetracloroetilene			Esaccloroetilene			Sommatoria		
0151463041	Pz1	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1.4	1.1	1	2.3	0.15	0.15	N.R.	10	1	3.7
0151463042	Pz2	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1.2	1.1	1	2.4	0.15	0.15	N.R.	10	1	3.6
0151463043	Pz3	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1.5	1.1	1	2.5	0.15	0.15	N.R.	10	1	4
0151463044	Pz4	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1.5	1.1	1	2.5	0.15	0.15	N.R.	10	1	4
0151463045	Piez. 7P	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1.5	1.1	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	10	1	1.5
0151463046	Piez. 8P	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1	1.1	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	10	1	1
0151463047	Piez. 9P	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	1.5	1.1	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	10	1	1.5
0151462742	Piez. 1P	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	N.R.	1.1	1	8	0.15	0.15	N.R.	10	1	8
0151463099	Piez. 10P	1.5	1	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.5	0.5	N.R.	3	1	N.R.	0.05	0.05	N.R.	1.5	1	N.R.	1.1	1	5	0.15	0.15	N.R.	10	1	5

Solventi clorurati non cancerogeni

Cod SIF	Piezo	1,1-dicloroetano			1,2-dicloroetilene			1,2-dicloropropano			1,1,2-tricloroetano			1,2,3-tricloropropano			1,1,2,2-tetracloroetano		
0151463041	Pz1	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463042	Pz2	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463043	Pz3	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463044	Pz4	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463045	Piez. 7P	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463046	Piez. 8P	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463047	Piez. 9P	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151462742	Piez. 1P	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.
0151463099	Piez. 10P	810	10	N.R.	60	10	N.R.	0.15	0.15	N.R.	0.2	0.2	N.R.	0.001	0.001	N.R.	0.05	0.05	N.R.

committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Allegato:

07

progetto definitivo:

**Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12/04/96**

Scala:

data:

Settembre 2008

archivio:

r		n.	data
e	1	1	20/09/08
v	2	2	
i	3	3	
s	4	4	
i	5	5	
o	6	6	
n	7	7	
i	8	8	
	9	9	

titolo tavola:

**Campagna di caratterizzazione idrochimica
IN.G.RE.**

timbro e firma:



Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel. 022228735 - cell. 3462652685 - fax. 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

Metalli

Cod SIF	Piezo	Arsenico			Cadmio			Cromo tot.			Cromo VI			Mercurio			Piombo			Zinco			Idr. Leggeri C<12			Idr. Leggeri C>12		
0151462742	Piez. 1P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	10	5	N.R.	3000	100	911	-	5	N.R.	-	10	N.R.
0151462743	Piez. 2P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	10	5	N.R.	3000	100	N.R.	-	5	N.R.	-	10	N.R.
0151462744	Piez. 3P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	10	5	N.R.	3000	100	N.R.	-	5	N.R.	-	10	N.R.
0151462745	Piez. 4P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	N.R.	5	5	N.R.	1	1	N.R.	10	5	N.R.	3000	100	N.R.	-	5	N.R.	-	10	N.R.
0151462746	Piez. 5P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	7	5	5	N.R.	1	1	N.R.	10	5	N.R.	3000	100	N.R.	-	5	N.R.	-	10	N.R.
0151462747	Piez. 6P	10	10	N.R.	5	1	N.R.	50	5	7	5	5	N.R.	1	1	N.R.	10	5	N.R.	3000	100	N.R.	-	5	N.R.	-	10	N.R.

Fenoli e CloroFenoli

Cod SIF	Piezo	2-clorofenolo			2,4-diclorofenolo			2,4,6-triclorofenolo			pentaclorofenolo		
0151462742	Piez. 1P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151462743	Piez. 2P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151462744	Piez. 3P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151462745	Piez. 4P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151462746	Piez. 5P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.
0151462747	Piez. 6P	180	10	N.R.	110	10	N.R.	5	5	N.R.	0.5	0.5	N.R.

committente:

ISOLA S.R.L.
VIA MOSCOVA, 18 - 20121 MILANO

Tavole:

01-17

progetto definitivo:

Richiesta di verifica di assoggettamento a valutazione di
impatto ambientale ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12/04/96

scala:

data:

Settembre 2008

**PER IL PRELIEVO, UTILIZZO E REIMMISSIONE
A SCOPO TECNOLOGICO ED ENERGETICO
DI ACQUE SOTTERRANEE PER L'AREA
"QUARTIERE ISOLA"**

archivio:

n.		data
r	1	20/09/08
e	2	
v	3	
i	4	
s	5	
i	6	
o	7	
n	8	
i	9	

titolo tavola:

Tavole
Studio preliminare ambientale

timbro e firma:

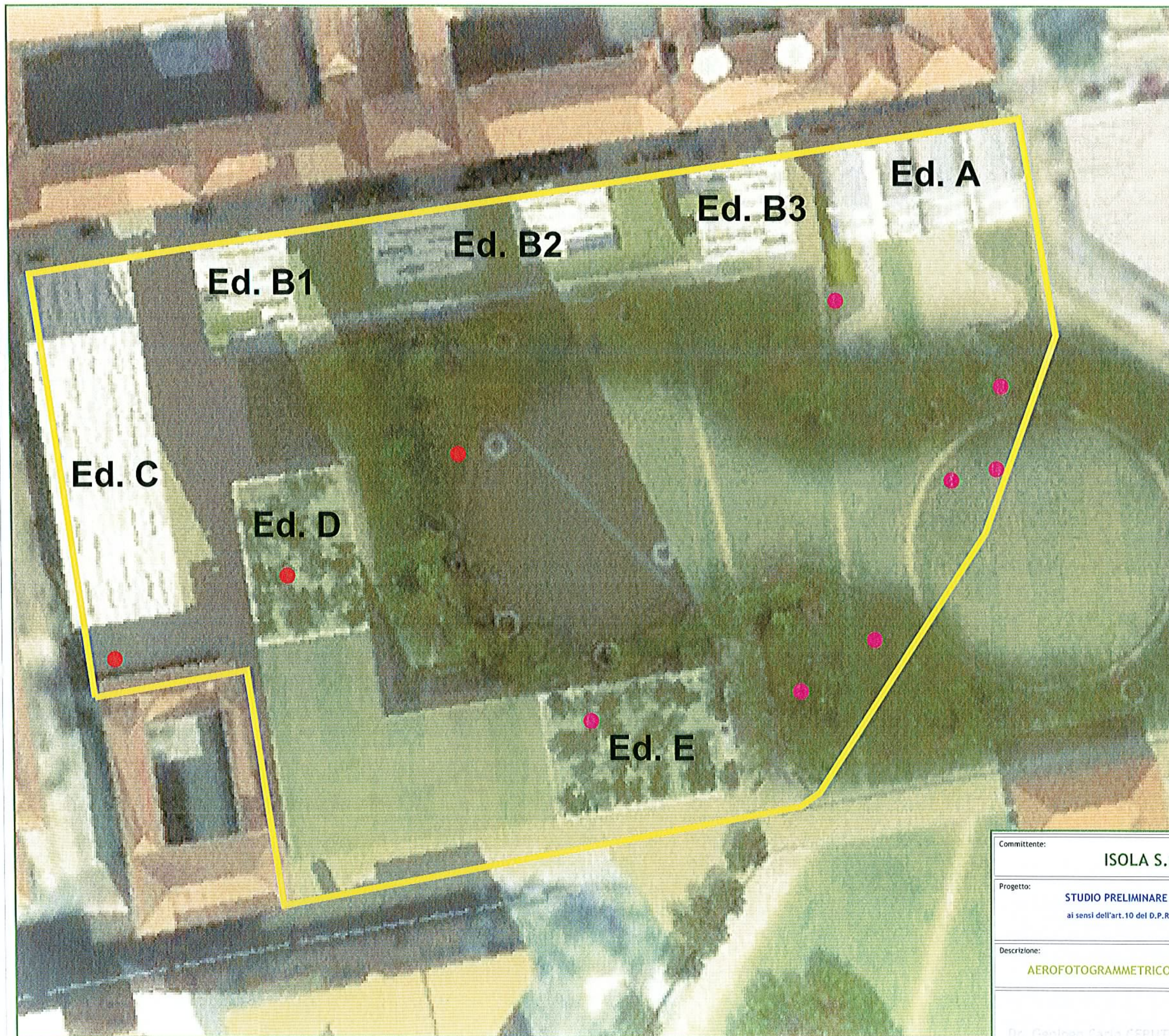


Dr. Geologo Carlo CERUTTI

GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16 20122 MILANO

tel. 0222228735 - cell. 3482652685 - fax 3453492282 - e-mail: cerutti.carlo@gmail.com

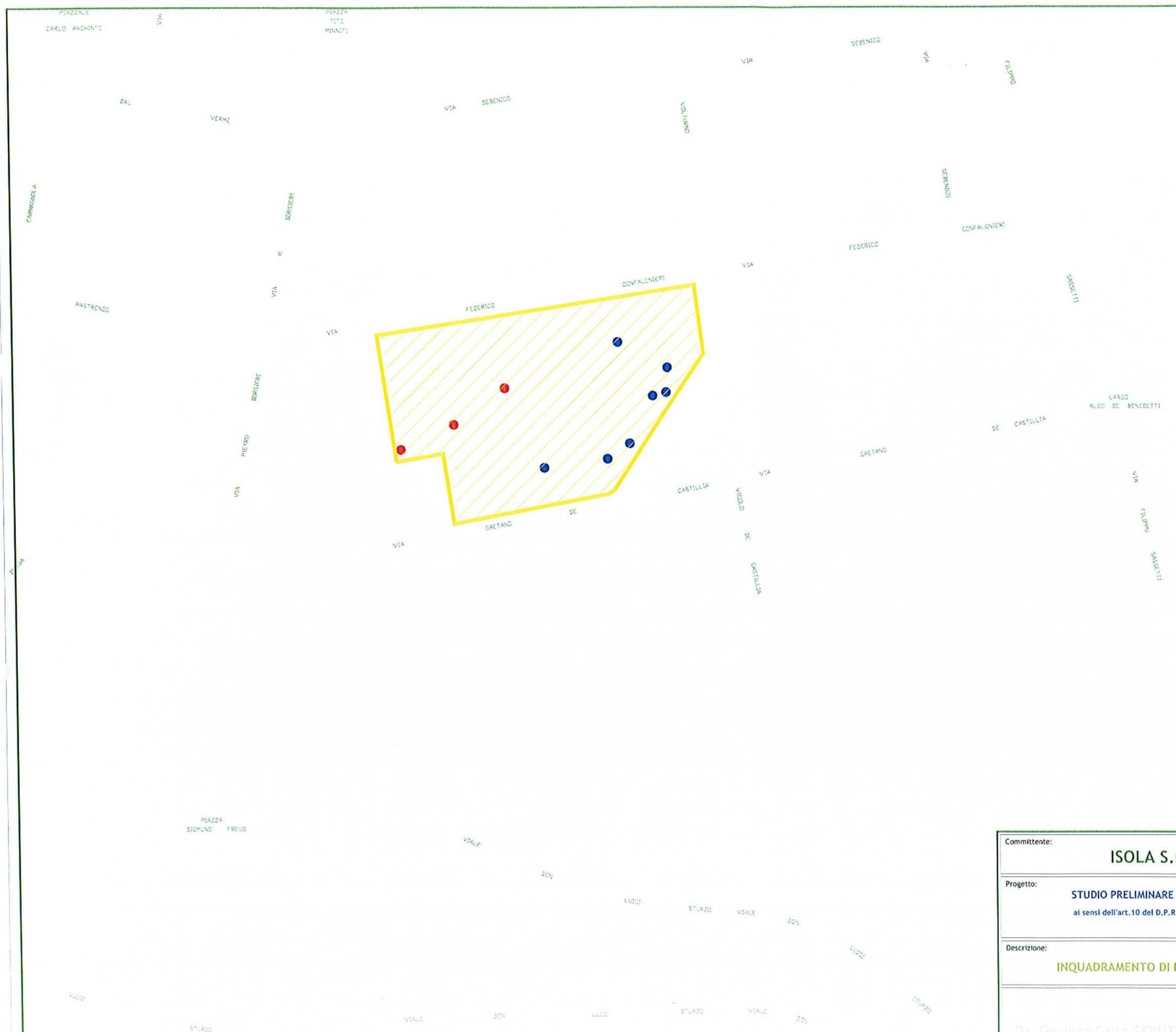


Legenda:

- Area oggetto di intervento (Isola S.r.l.)
- Pozzi di emungimento area Isola S.r.l.
- Pozzi di resa area Isola S.r.l.

Committente:		ISOLA S.r.l.		
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996		
Descrizione:		AEROFOTOGRAMMETRICO DI DETTAGLIO		
Tavola:		1		
Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC
B				
C				
D				
Formato	Piano n.		Ind.	
			A	

Dr. Geologo Carlo CEPUTTI



Legenda:

- Area oggetto di intervento (Isola S.r.L.)
- Pozzi di emungimento area Isola S.r.L.
- Pozzi di resa area Isola S.r.L.

Committente:

ISOLA S.r.l.

Progetto:

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

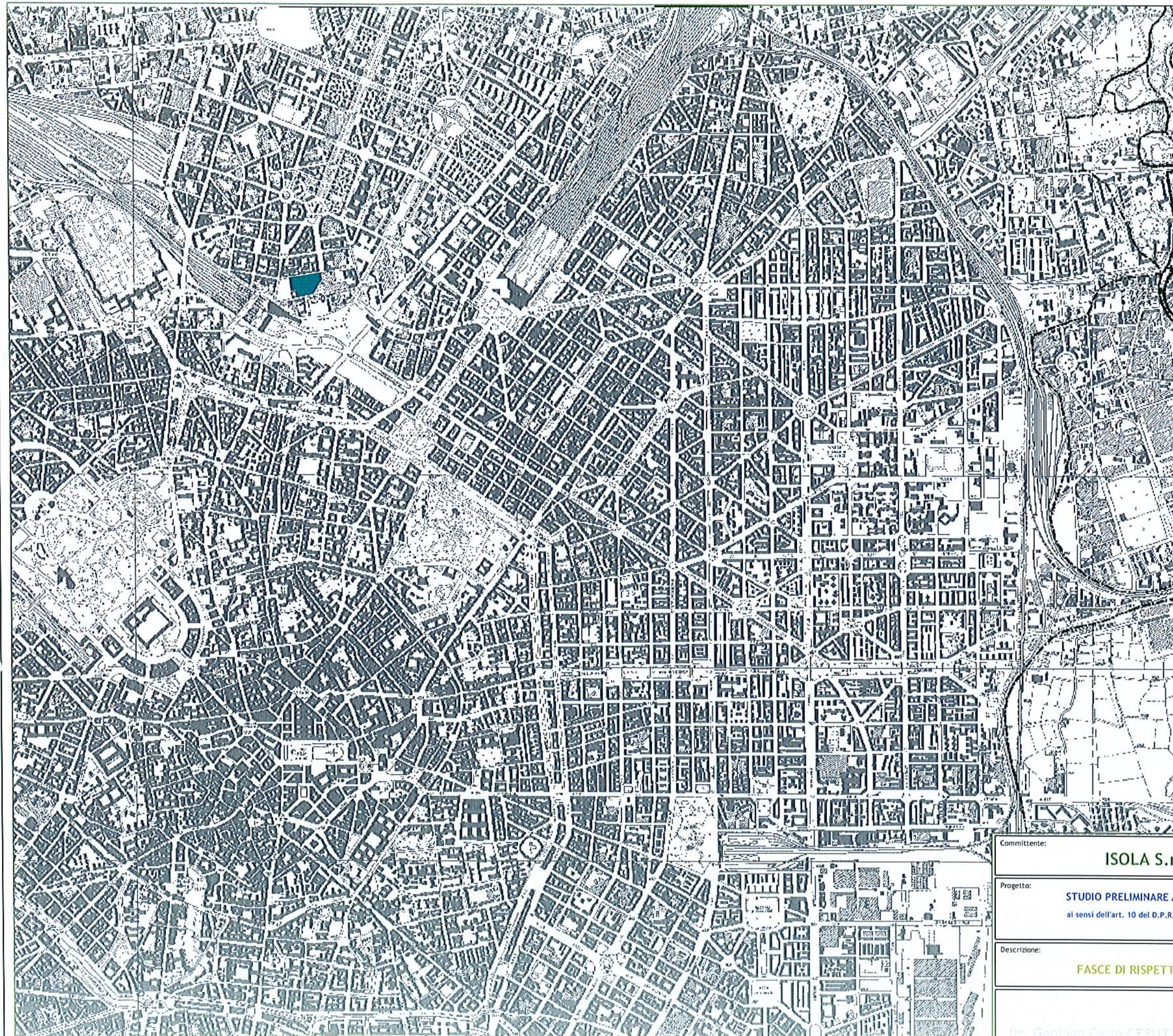
ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996

Descrizione:

INQUADRAMENTO DI DETTAGLIO

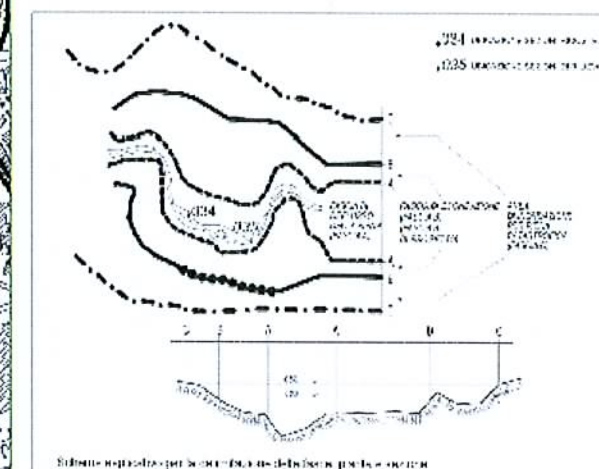
Tavola:

Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllo
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC
B				
C				
D				
Formato	Piano n.			Ind. A

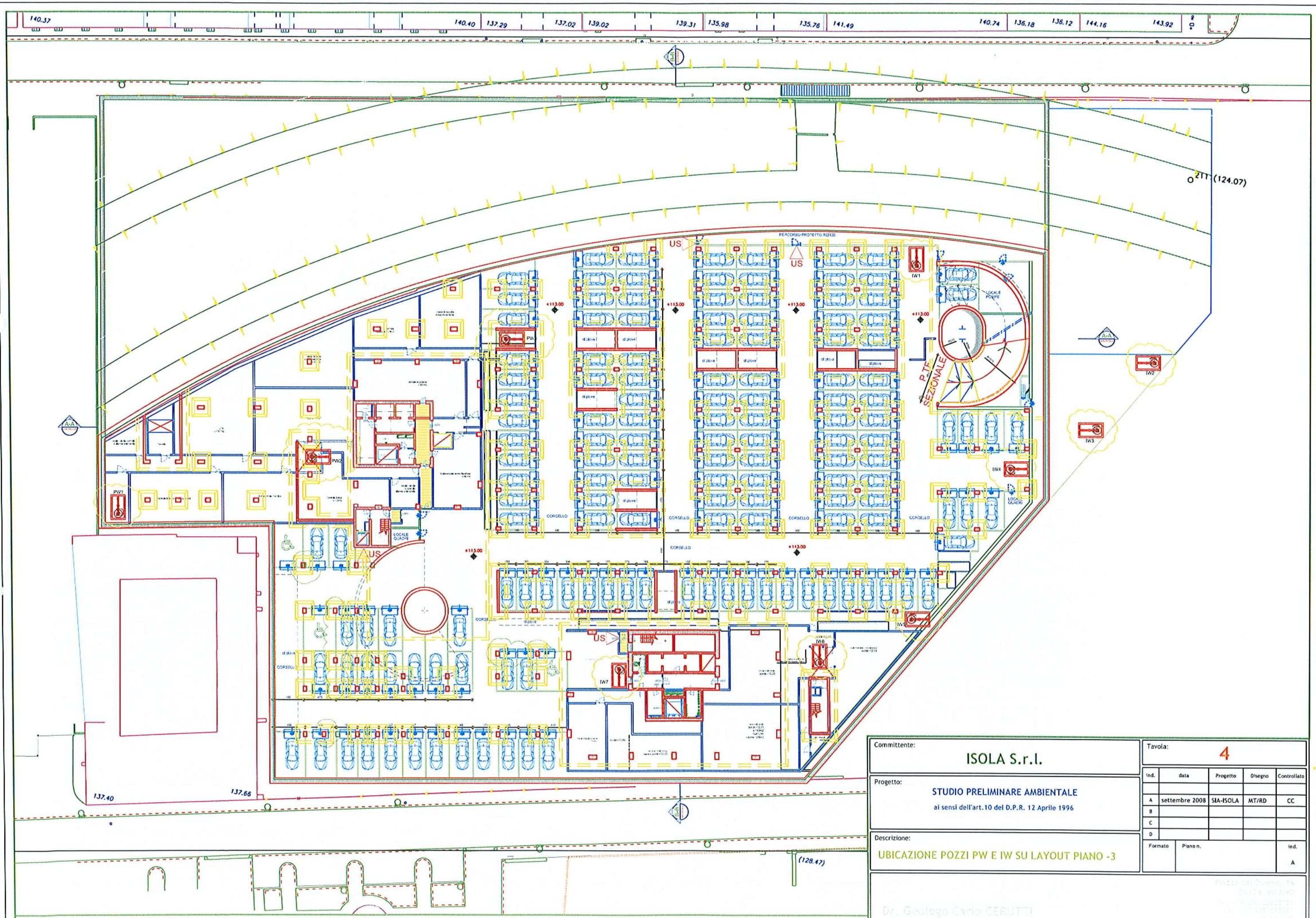


LEGENDA

- limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
- limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
- limite (*) esterno della Fascia C
- limite (*) di progetto tra la Fascia B e la Fascia C



Committente:		ISOLA S.r.l.				
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				
Descrizione:		FASCE DI RISPETTO PAI				
Tavola:		3				
Ind.	data	Progetto	Diseño	Controllato		
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC		
B						
C						
D						
Formato	Piano n.		Ind.			
					A	

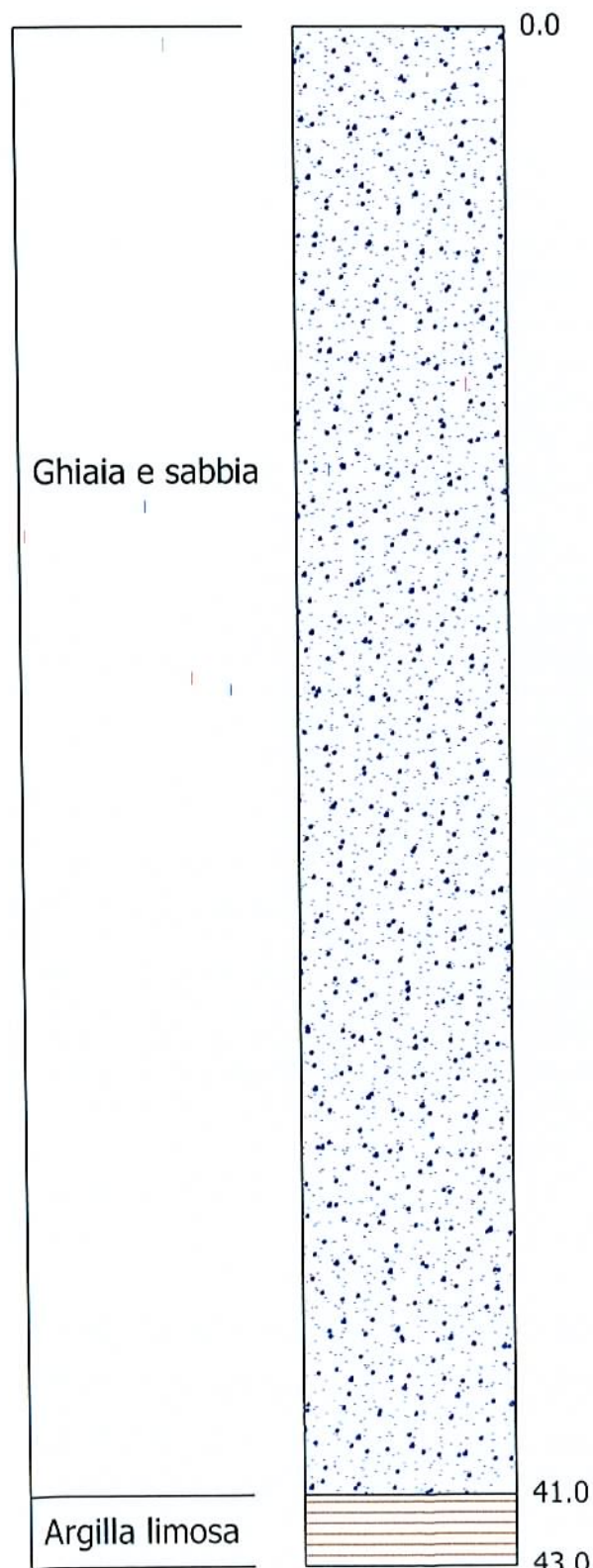


Committente:					Tavola:				
ISOLA S.r.l.					4				
Progetto:					Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato
STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE					A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC
ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 12 Aprile 1996					B				
					C				
					D				
Descrizione:					Formato	Piano n.			Ind.
UBICAZIONE POZZI PW E IW SU LAYOUT PIANO -3									A

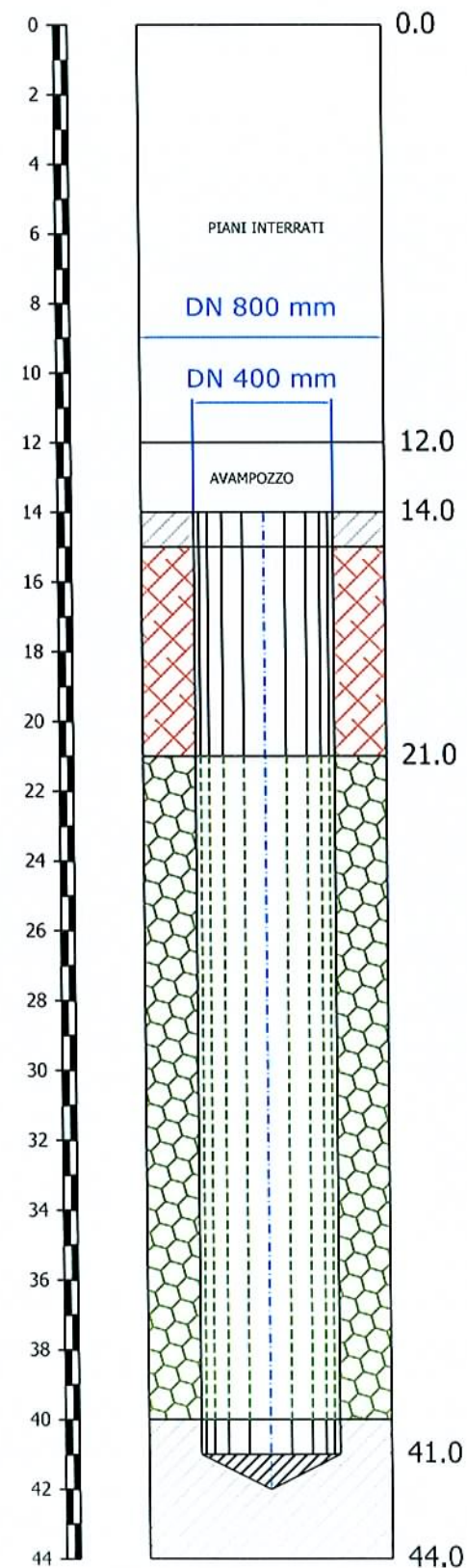
Dr. Geologo Carlo CERUTTI

Piazza del Duomo, 15
20121 Milano
Tel. 02 58 10 10 10
Fax 02 58 10 10 11

STRATIGRAFIA TIPO



SCHEMA TIPO POZZO



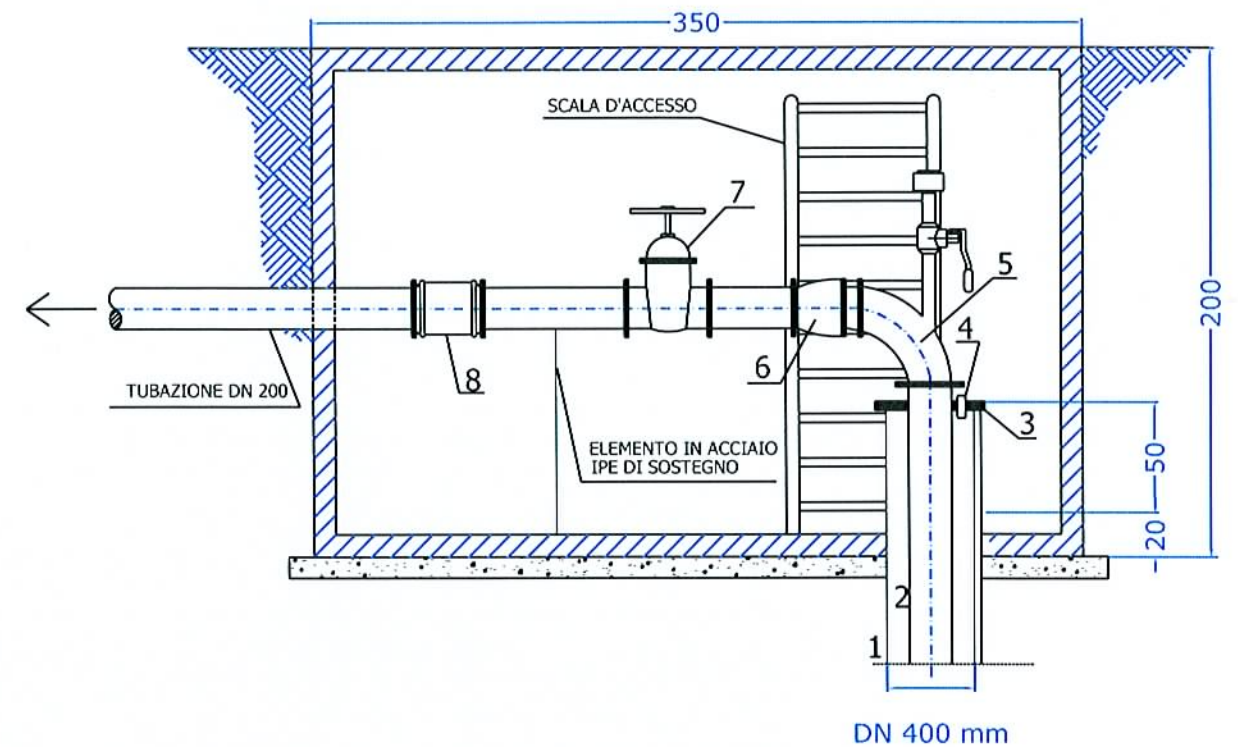
LEGENDA AVAMPOZZO:

- 1 TUBAZIONE IN ACCIAIO ZINCATO DN 400 mm
- 2 TUBAZIONE DI MANDATA IN ACCIAIO FLANGIATO DN 200 mm
- 3 FLANGIA E CONTROFLANGIA PER CHIUSURA TESTATA DEL POZZO E STAFFAGGIO DELLA TUBAZIONE PREMENTE
- 4 FORO PER PASSAGGIO DEI CAVI ELETTRICI
- 5 CURVA A 90° DN 200 mm FLANGIATA, CON RUBINETTO PER PRESA CAMPIONI E TAPPO DI CHIUSURA
- 6 VALVOLE DI RITEGNO TIPO IDROSTOP DN 200 mm
- 7 SARACINESCA DN 200 mm FLANGIATA A CORPO OVALE CON CLUNEO GOMMATO E VOLANTINO DI MANOVRA
- 8 MISURATORE DI PORTATA

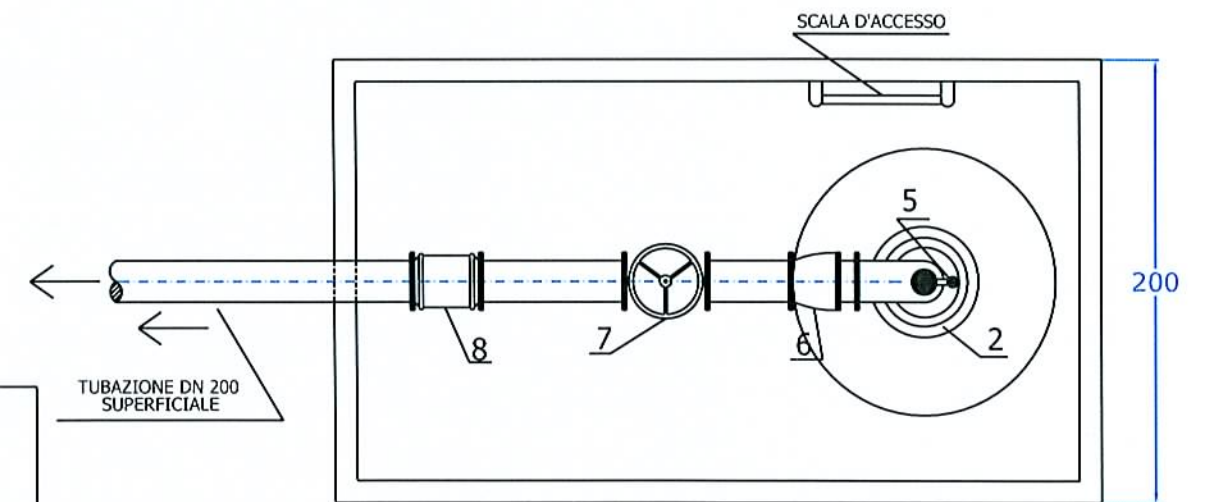
LEGENDA POZZO:

- CEMENTAZIONE CON BOIACCA CEMENTIZIA
- DRENO IN GHIAIETTO SILICEO SELEZIONATO E CELIBRATO
- RIEMPIMENTO COSTITUITO DA GHIAIETTO LAVATO DI CAVA
- FILTRO (DN 400 mm)
- LIVELLO PIEZOMETRICO

AVAMPOZZO: SEZIONE



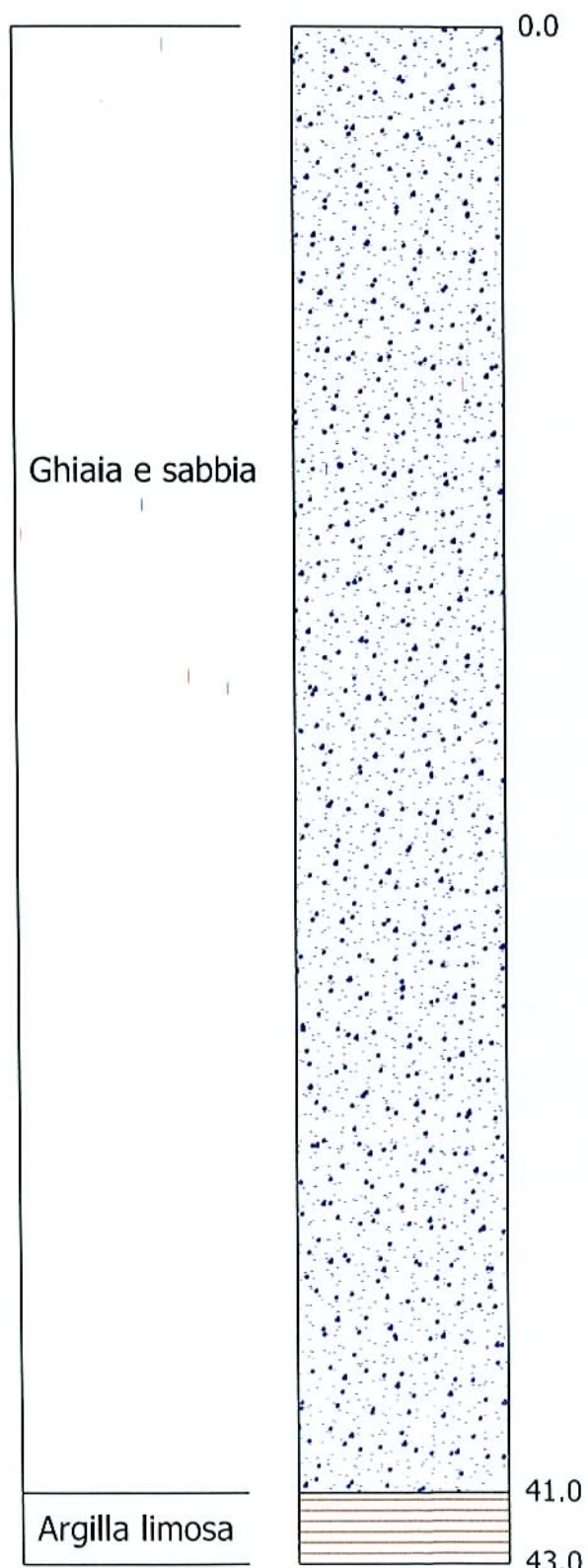
AVAMPOZZO: PIANTA



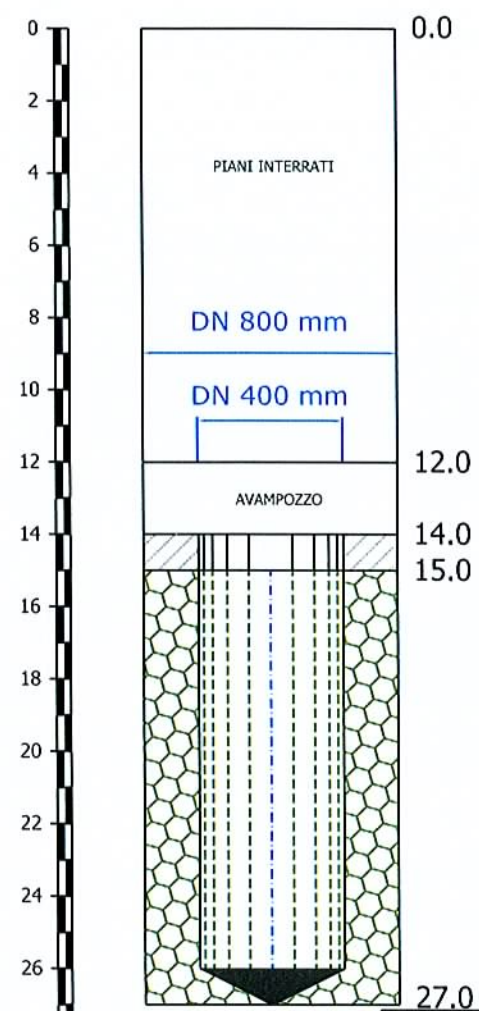
Committente:		ISOLA S.r.l.			
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 14 Aprile 1996			
Descrizione:		SCHEMA POZZI DI EMUNGIMENTO			
Tavola:		5			
Ind.	data	Progetto	Diseño	Controllato	
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC	
B					
C					
D					
Formato	Piano n.				Ind.
					A

Dr. Geologo Carlo CERUTTI

STRATIGRAFIA TIPO



SCHEMA TIPO POZZO



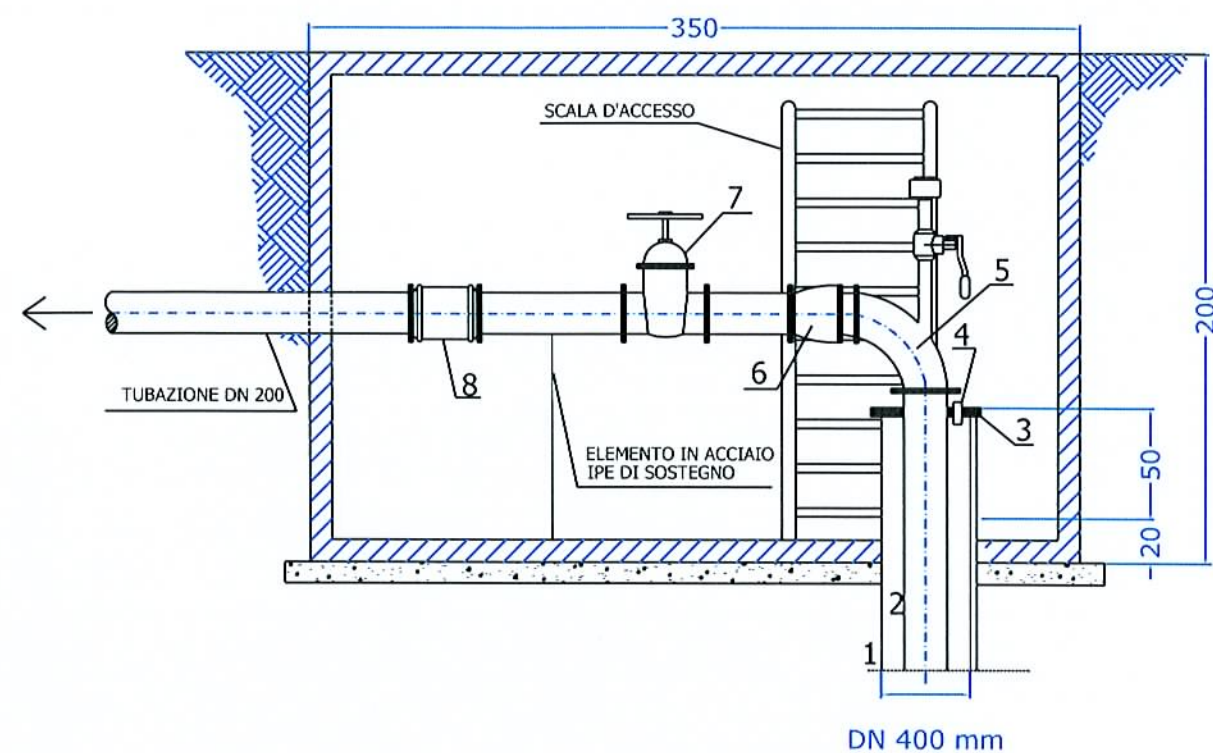
LEGENDA AVAMPOZZO:

- 1 TUBAZIONE IN ACCIAIO ZINCATO DN 400 mm
- 2 TUBAZIONE DI MANDATA IN ACCIAIO FLANGIATO DN 200 mm
- 3 FLANGIA E CONTROFLANGIA PER CHIUSURA TESTATA DEL POZZO E STAFFAGGIO DELLA TUBAZIONE PREMENTE
- 4 FORO PER PASSAGGIO DEI CAVI ELETTRICI
- 5 CURVA A 90° DN 200 mm FLANGIATA, CON RUBINETTO PER PRESA CAMPIONI E TAPPO DI CHIUSURA
- 6 VALVOLE DI RITEGNO TIPO IDROSTOP DN 200 mm
- 7 SARACINESCA DN 200 mm FLANGIATA A CORPO OVALE CON CUNEO GOMMATO E VOLANTINO DI MANOVRA
- 8 MISURATORE DI PORTATA

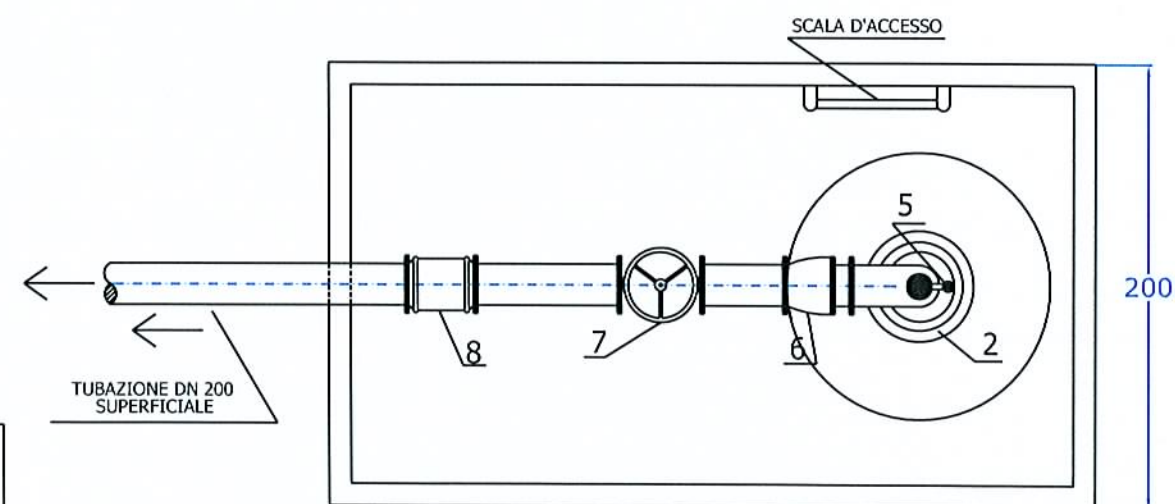
LEGENDA POZZO:

- CEMENTAZIONE CON BOCCA CEMENTIZIA
- DRENO IN GHIAIETTO SILICEO SELEZIONATO E CELIBRATO
- RIEMPIMENTO COSTITUITO DA GHIAIETTO LAVATO DI CAVA
- FILTRO (DN 400 mm)
- LIVELLO PIEZOMETRICO

AVAMPOZZO: SEZIONE



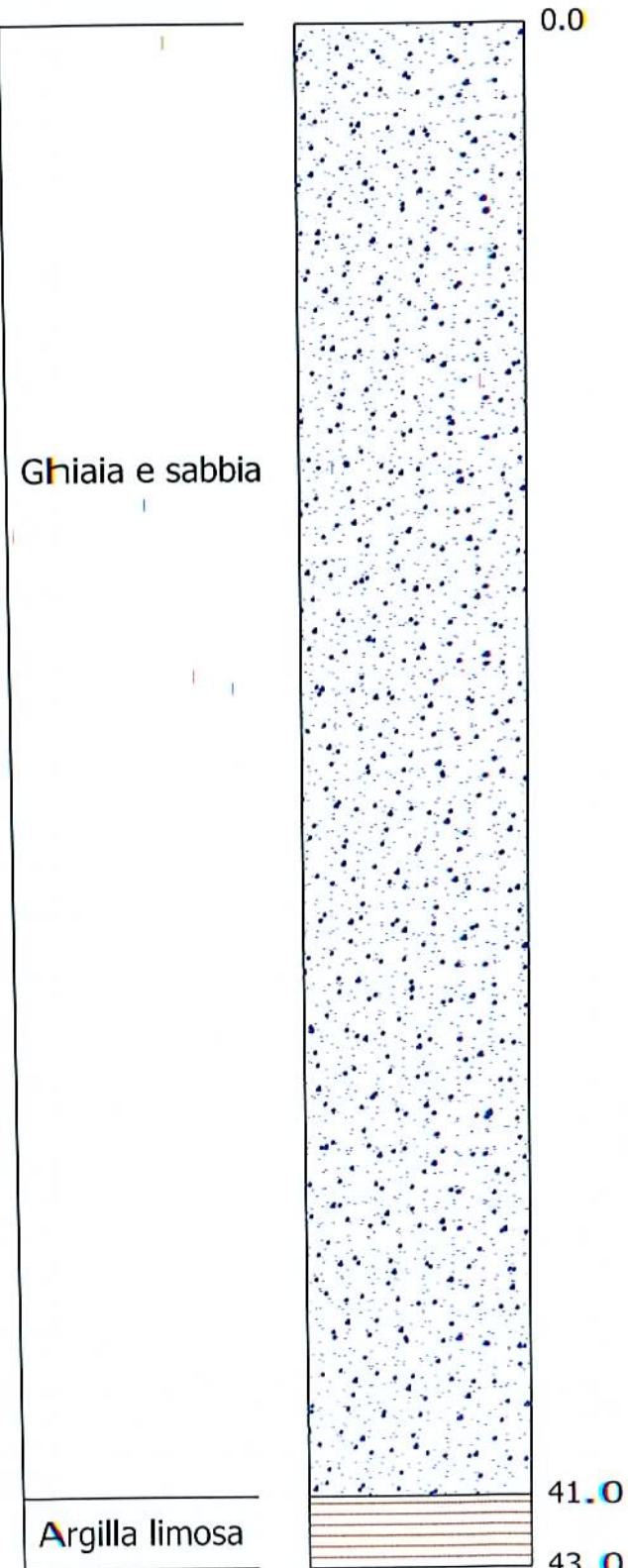
AVAMPOZZO: PIANTA



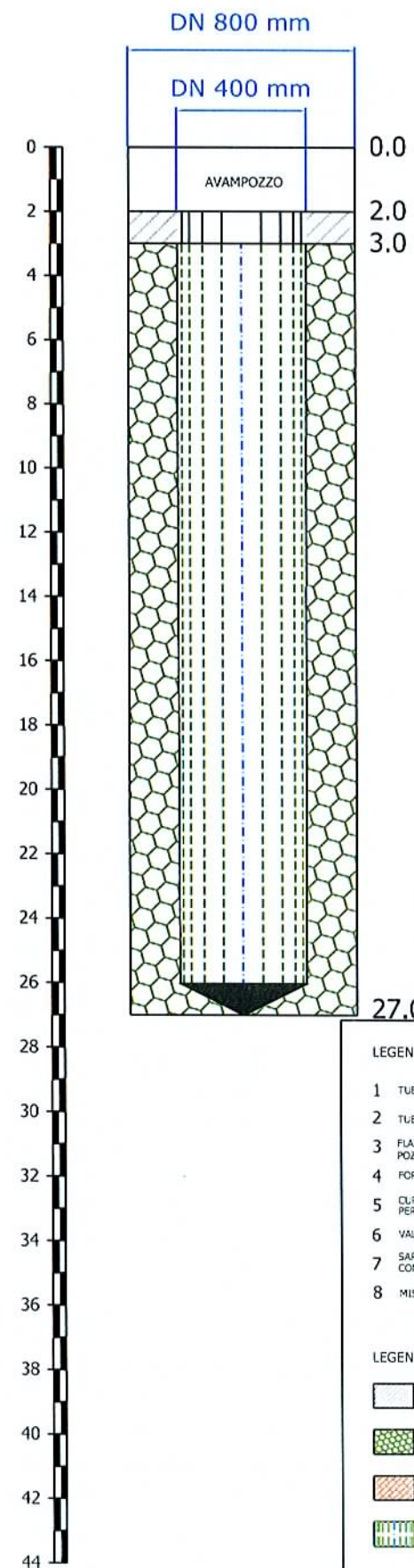
Committente:		ISOLA S.r.l.			
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996			
Descrizione:		SCHEMA POZZI DI RESA POZZI INTERNI			
Tavola:		6a			
Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato	
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC	
B					
C					
D					
Formato	Piano n.			Ind.	
				A	

Dr. Geologo Carlo CERUFTI

STRATIGRAFIA TIPO



SCHEMA TIPO POZZO



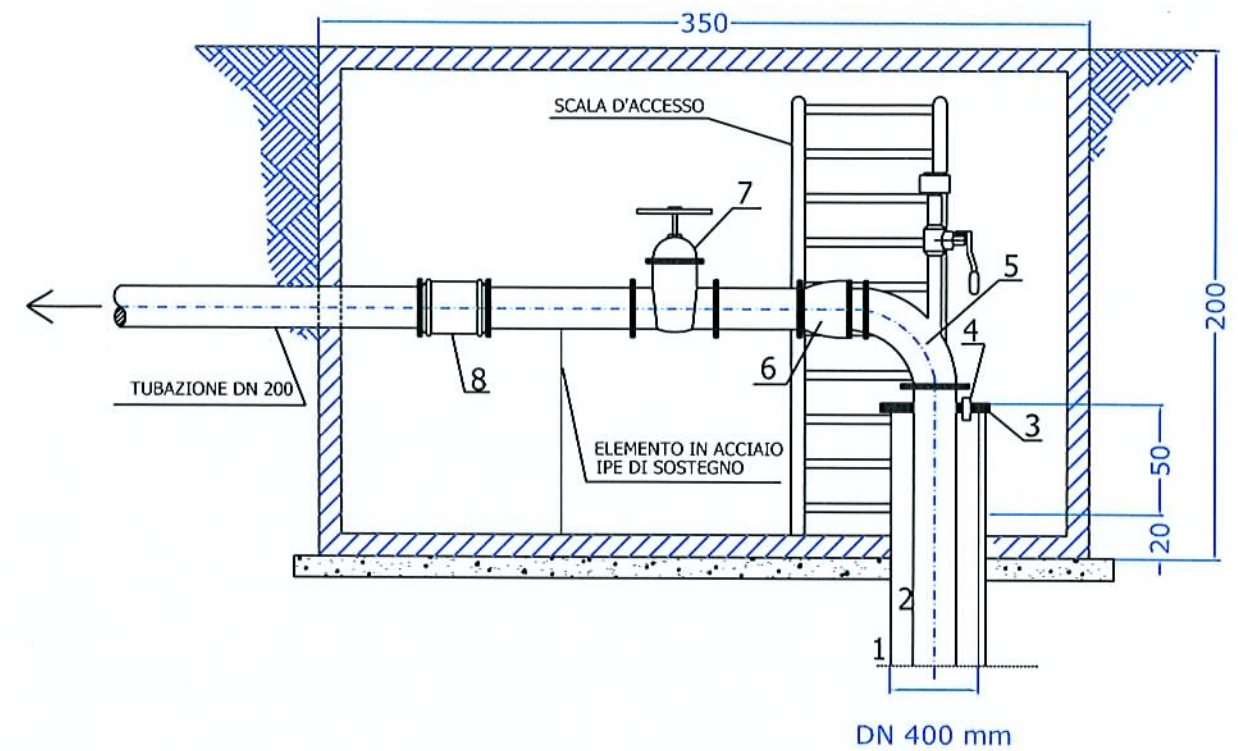
LEGENDA AVAMPOZZO:

- 1 TUBAZIONE IN ACCIAIO ZINCATO DN 400 mm
- 2 TUBAZIONE DI MANDATA IN ACCIAIO FLANGIATO DN 200 mm
- 3 FLANGIA E CONTROFLANGIA PER CHIUSURA TESTATA DEL POZZO E STAFFAGGIO DELLA TUBAZIONE PREMENTE
- 4 FORO PER PASSAGGIO DEI CAVI ELETTRICI
- 5 CURVA A 90° DN 200 mm FLANGIATA, CON RUBINETTO PER PRESA CAMPIONI E TAPPO DI CHIUSURA
- 6 VALVOLA DI RITEGNO TIPO IDROSTOP DN 200 mm
- 7 SARACINESCA DN 200 mm FLANGIATA A CORPO OVALE CON CLUNEO GOMMATO E VOLANTINO DI MANOVRA
- 8 MISURATORE DI PORTATA

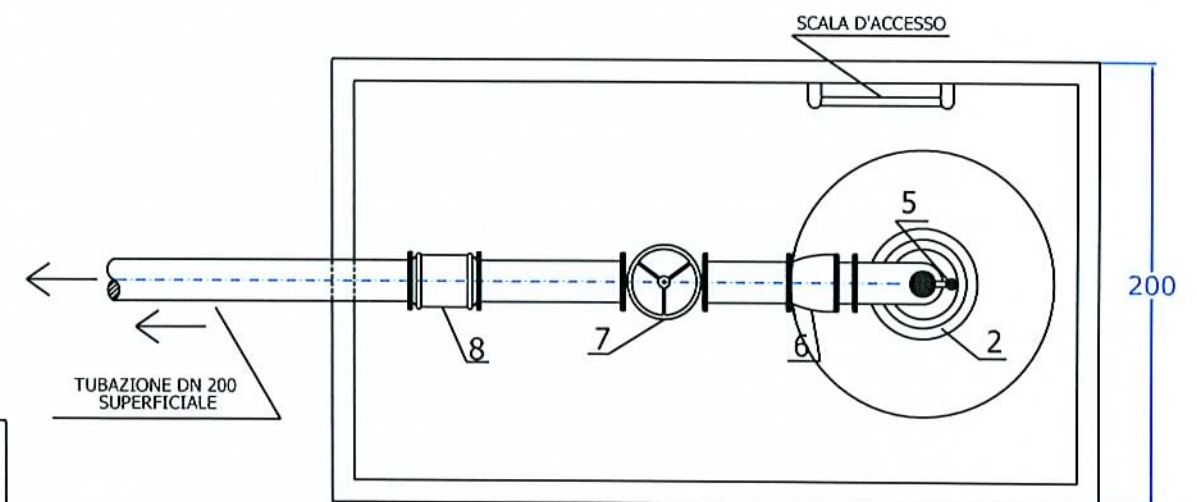
LEGENDA POZZO:

- CEMENTAZIONE CON MALTA CEMENTIZIA
- DRENO IN GHIAIETTO SILICEO SELEZIONATO E CELERATO
- RIEMPIMENTO COSTITUITO DA GHIAIETTO LAVATO DI CAVA
- FILTRO (DN 400 mm)
- LIVELLO PIEZOMETRICO

AVAMPOZZO: SEZIONE



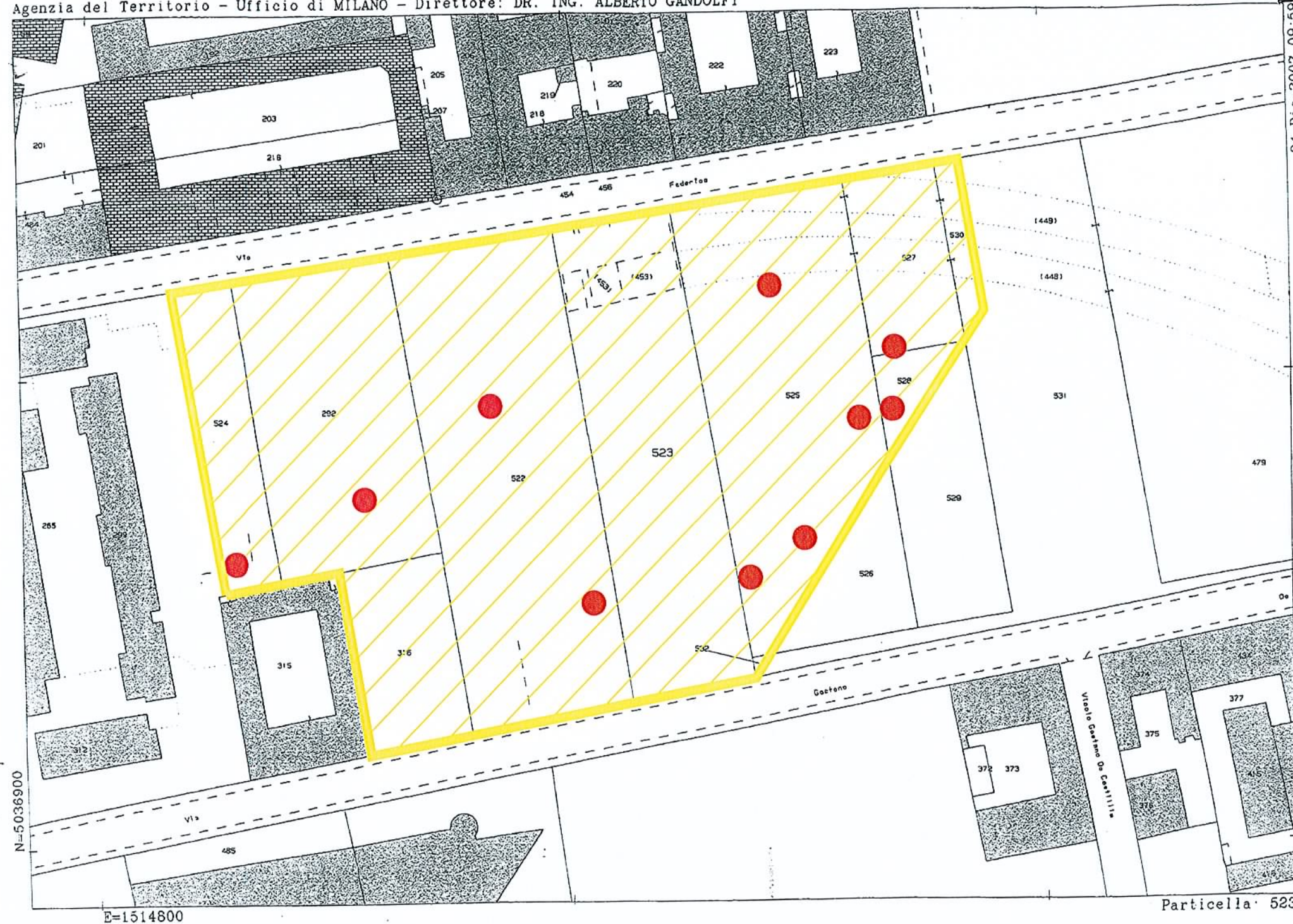
AVAMPOZZO: PIANTA



Committente:		ISOLA S.r.l.			
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996			
Descrizione:		SCHEMA POZZI DI RESA POZZI N. 2 E 3			
Tavola:		6b			
Ind.	data	Progetto	Diseño	Controllato	
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC	
B					
C					
D					
Formato	Piano n.				Ind.
					A

Dr. Geologo Carlo CERUTTI

Piazza del Duomo, 15
20122 MILANO
tel. 02 58 11 11 11
fax 02 58 11 11 11
e-mail: cerutti@geologia.it



Legenda:

Area di proprietà Isola S.r.l.

• Pozzi di emungimento area Isola S.r.l.

• Pozzi di resa area Isola S.r.l.

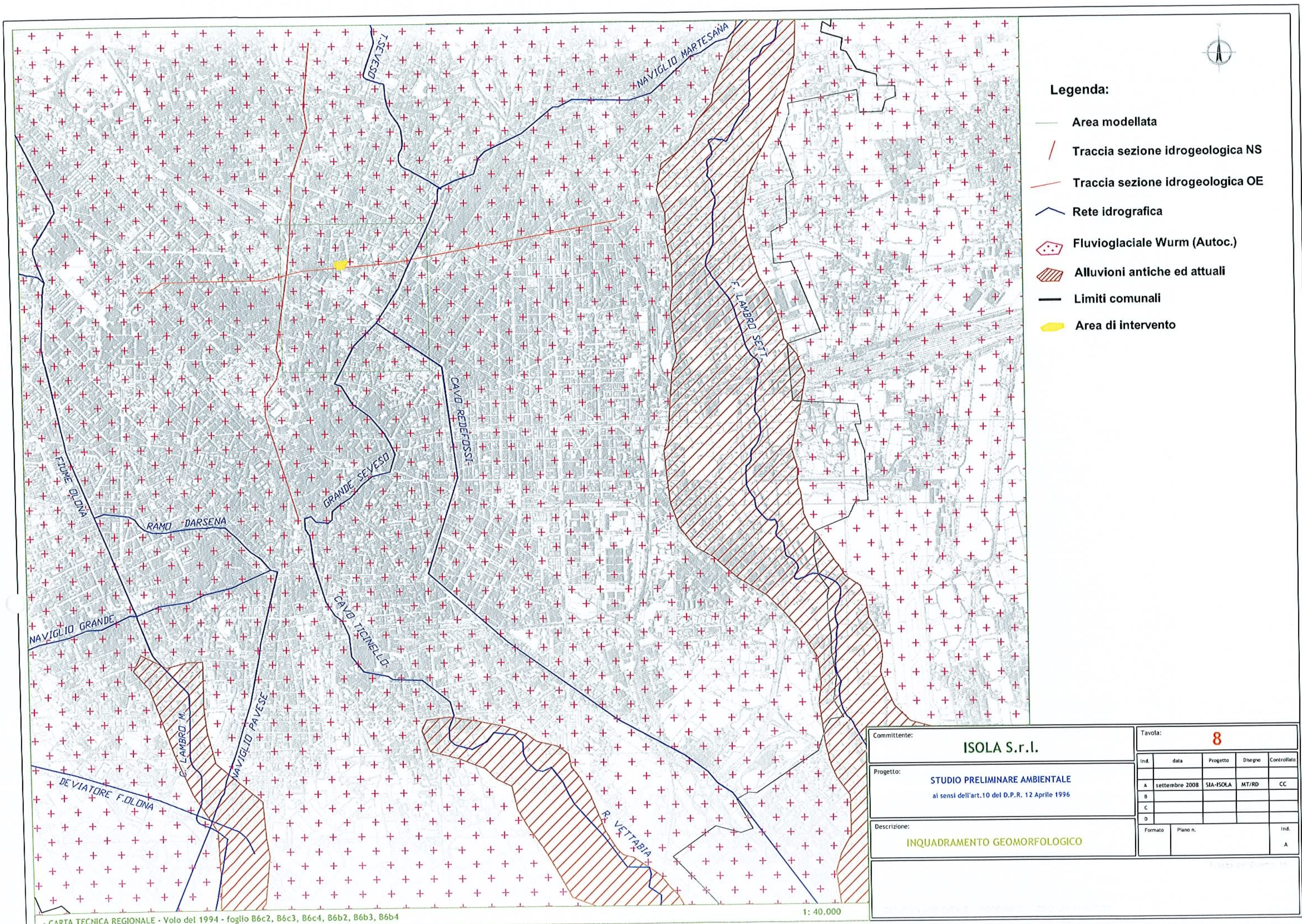
24 Dic-2007 09:59
Prot. n. MI125435/2007

Scala originale: 1:1000
Dimensione cornice: 267.000 x 189.000 metri

Comune: MILANO
Foglio: 225
Richiedente:

Particella 523

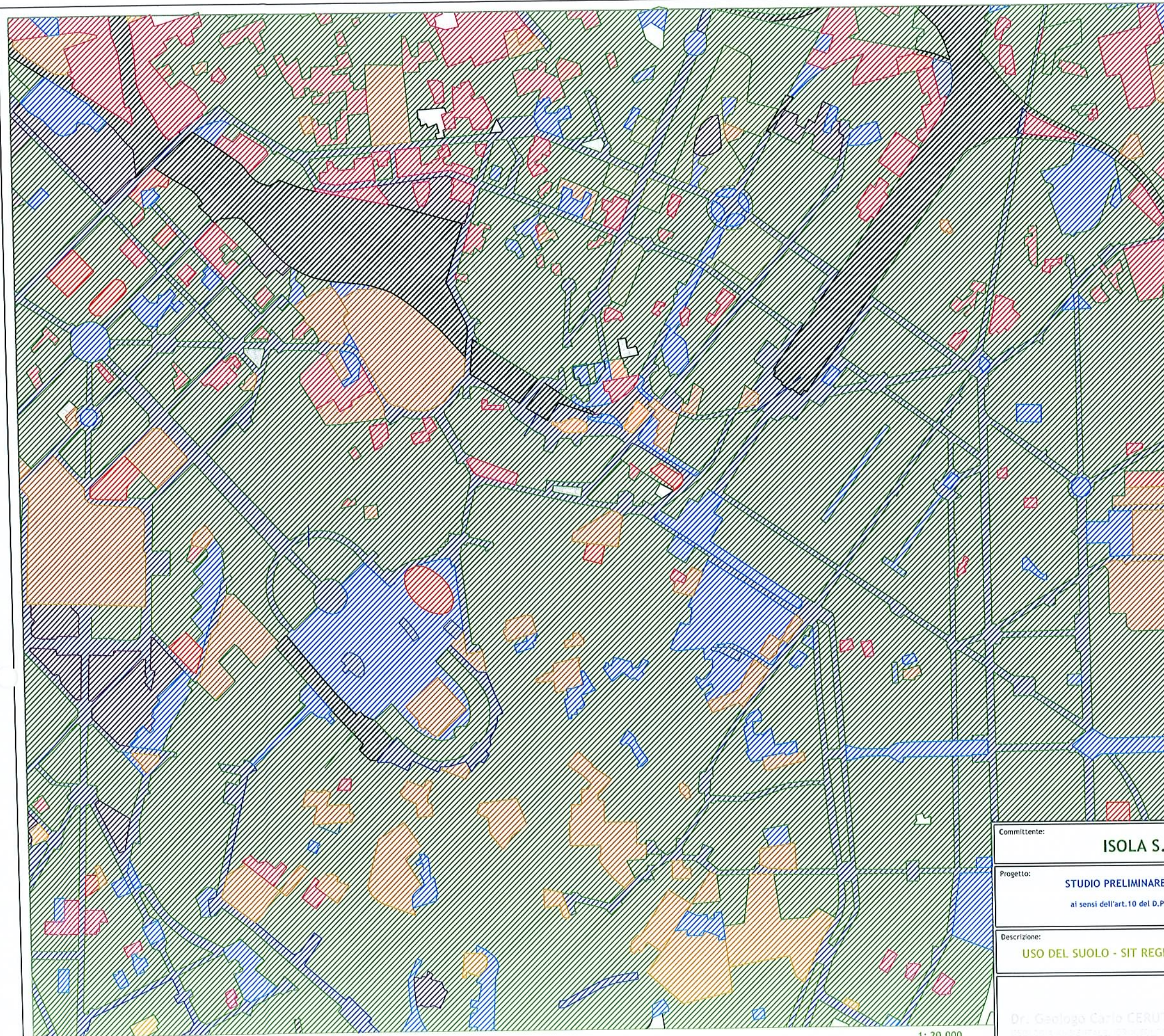
Committente:		ISOLA S.r.l.				Tavola:		7	
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				Ind.		data	
Descrizione:		UBICAZIONE POZZI PW E IW SUI MAPPALI				Progetto		Disegno	
						A		settembre 2008	
						B		SIA-ISOLA	
						C		MT/RD	
						D		CC	
						Formato		Piano n.	
								Ind.	
								A	



Legenda:

- Area modellata
- / Traccia sezione idrogeologica NS
- Traccia sezione idrogeologica OE
- Rete idrografica
- Fluvioglaciale Wurm (Autoc.)
- Alluvioni antiche ed attuali
- Limiti comunali
- Area di intervento

Committente:		ISOLA S.r.l.				
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				
Descrizione:		INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO				
Tavola:		8				
Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato		
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC		
B						
C						
D						
Formato	Piano n.				Ind.	
					A	

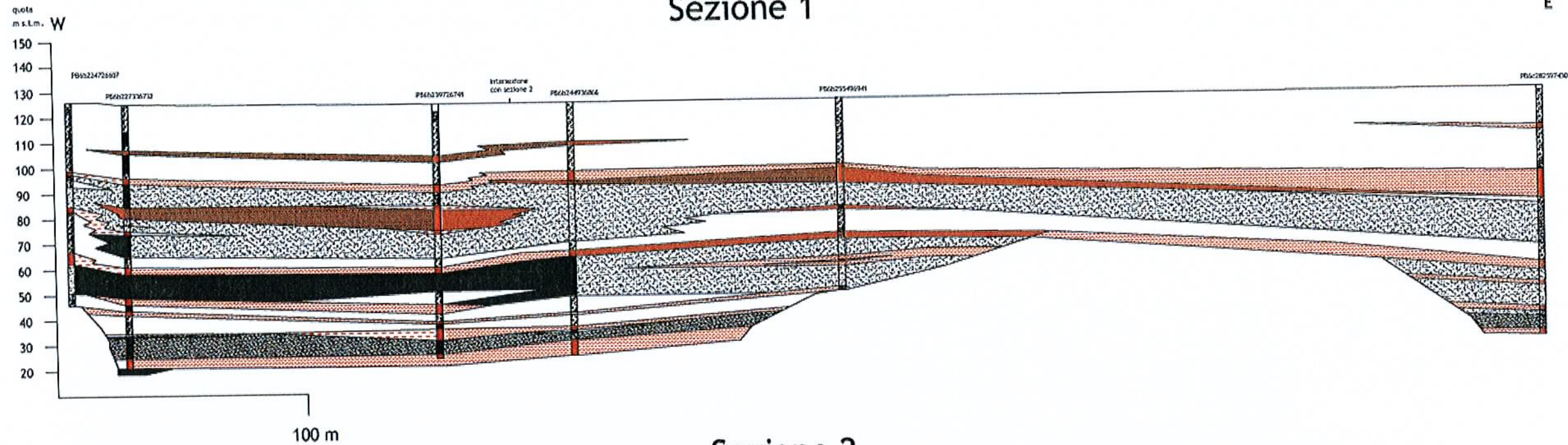


Legenda:

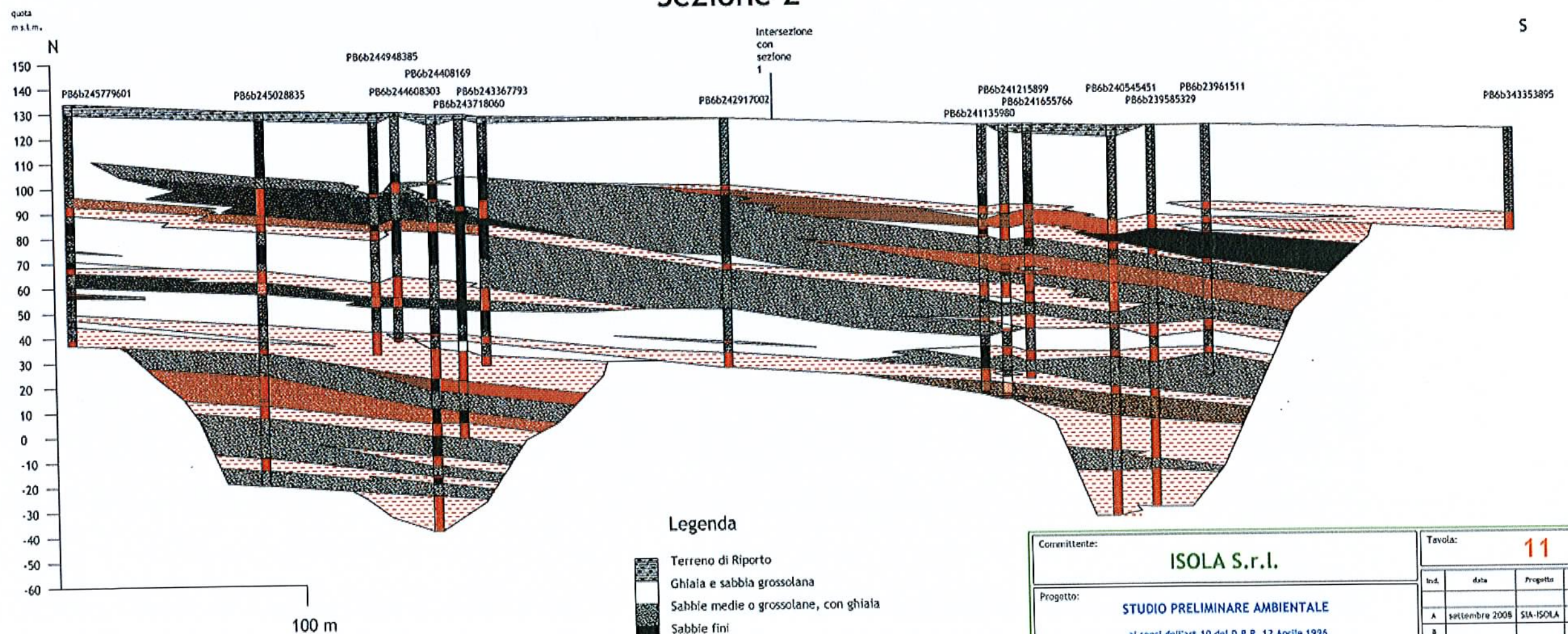
-  Parchi e giardini
-  Tessuto residenziale denso
-  Tessuto residenziale discontinuo
-  Tessuto residenziale sparso
-  Tessuto residenziale mediamente denso
-  Reti ferroviarie e spazi accessori
-  Impianti sportivi
-  Reti stradali e spazi accessori
-  Insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati
-  Aree urbane verdi incolte
-  Insediamenti industriali, artigianali, commerciali ed agricole con spazi annessi
-  Area di intervento

Committente:		ISOLA S.r.l.				
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				
Descrizione:		USO DEL SUOLO - SIT REGIONE LOMBARDIA				
Tavola:		10				
Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato		
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC		
B						
C						
D						
Formato	Piano n.				Ind.	
					A	

Sezione 1



Sezione 2



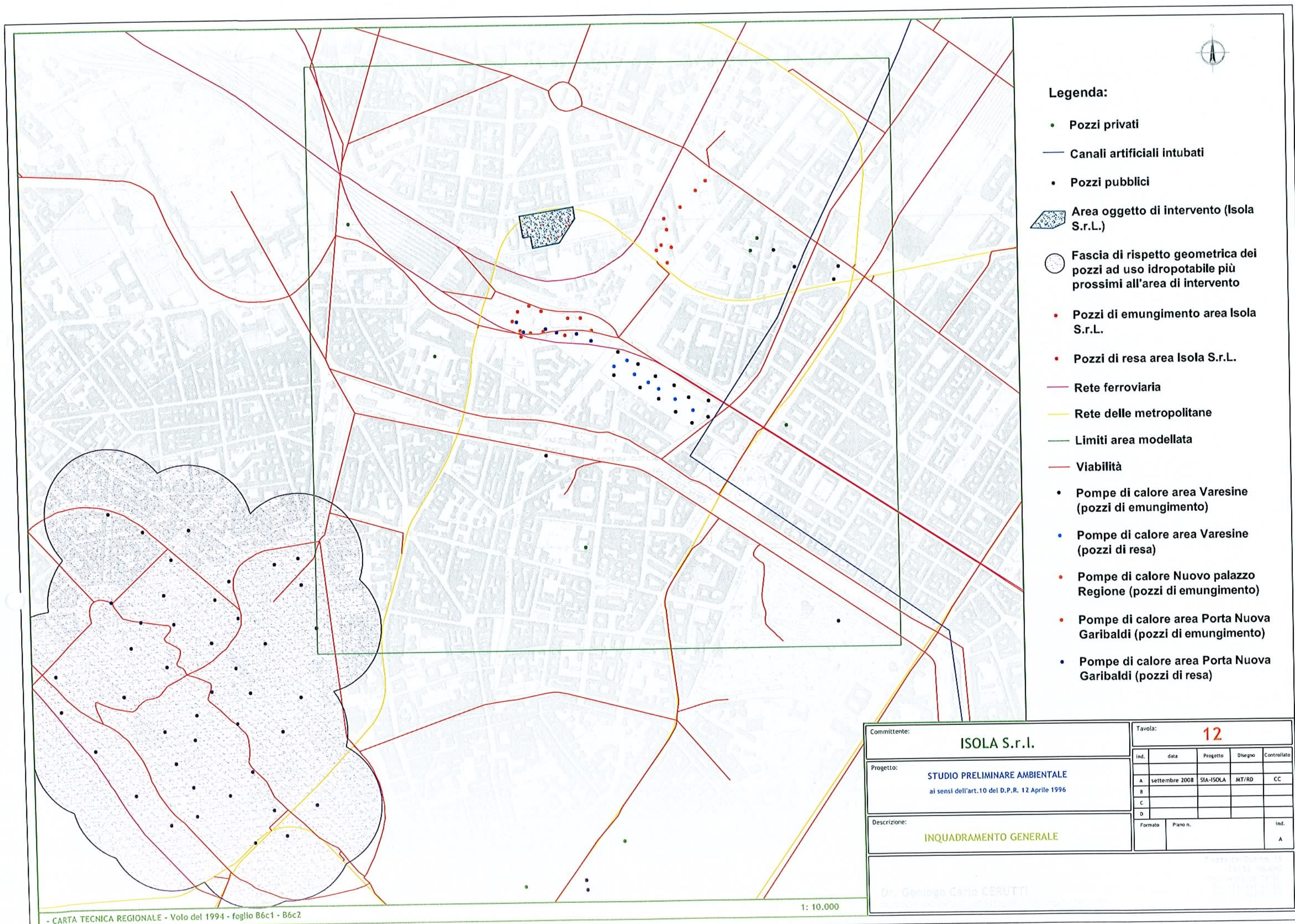
Legenda

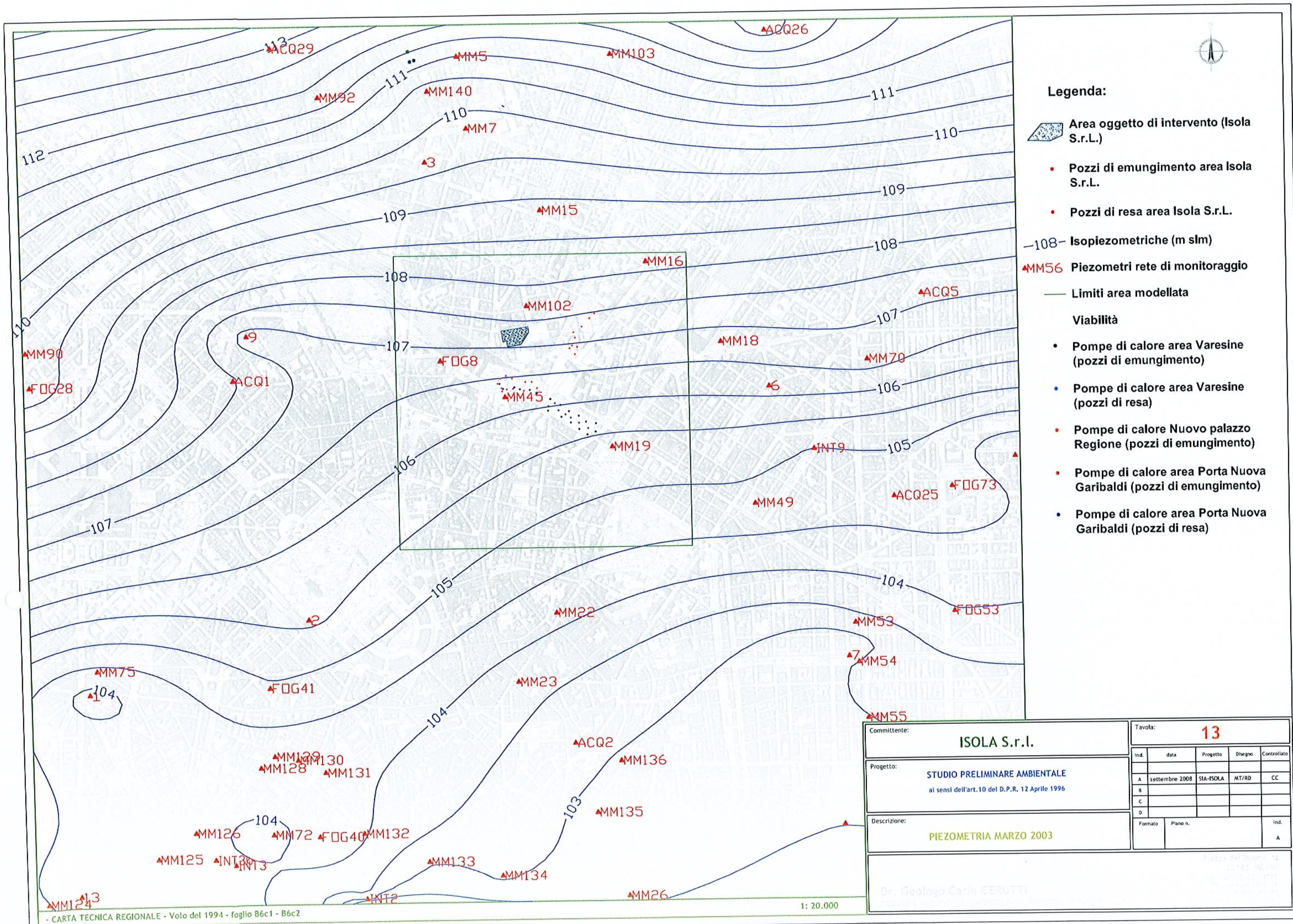
- Terreno di Riporto
- Ghiaia e sabbia grossolana
- Sabbie medie o grossolane, con ghiaia
- Sabbie fini
- Sabbia con limo o argilla
- Orizzonti coesivi (argille, limo) con sabbie finissime

Committente:		Tavola: 11				
Progetto:		Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllo
Descrizione:		A	settembre 2005	SLA-ISOLA	MT/RD	CC
		B				
		C				
		D				
		Formato	Piano n.		Ind.	
					A	

Dr. Geologo Carlo CERUTTI
GEOLOGIA AMBIENTALE, IDROGEOLOGIA, GEOLOGIA APPLICATA

Piazza del Duomo, 16
20122 MILANO
Tel. +39 (02) 22228735
Fax. +39 3453192252
Cell. +39 3482652685
cerutti.carlo@gmail.com





Legenda:

Area oggetto di intervento (Isola S.r.l.)

• Pozzi di emungimento area Isola S.r.l.

• Pozzi di resa area Isola S.r.l.

— Isopiezometriche (m slm)

▲MM56 Piezometri rete di monitoraggio

— Limiti area modellata

Viabilità

• Pompe di calore area Varesine (pozzi di emungimento)

• Pompe di calore area Varesine (pozzi di resa)

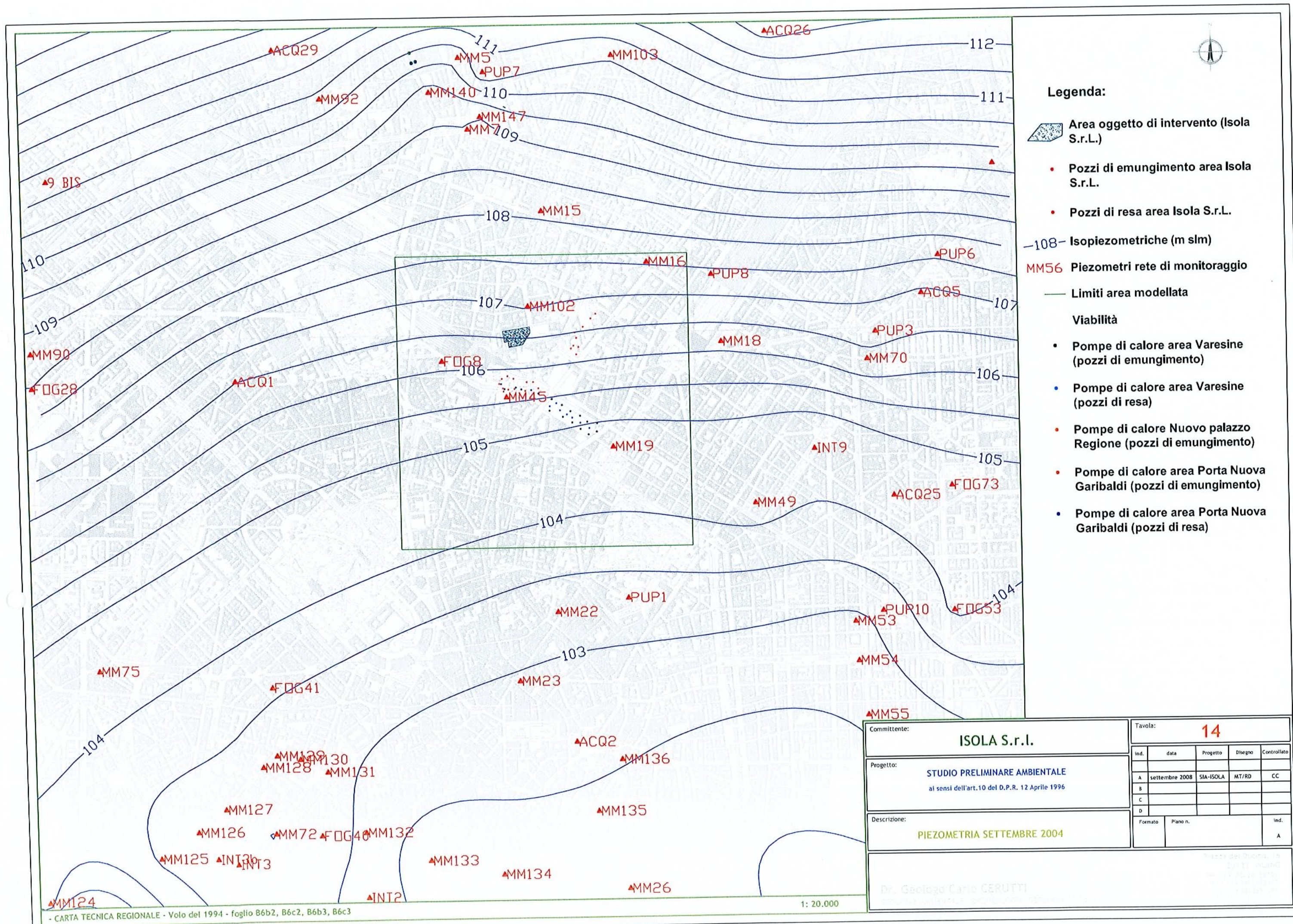
• Pompe di calore Nuovo palazzo Regione (pozzi di emungimento)

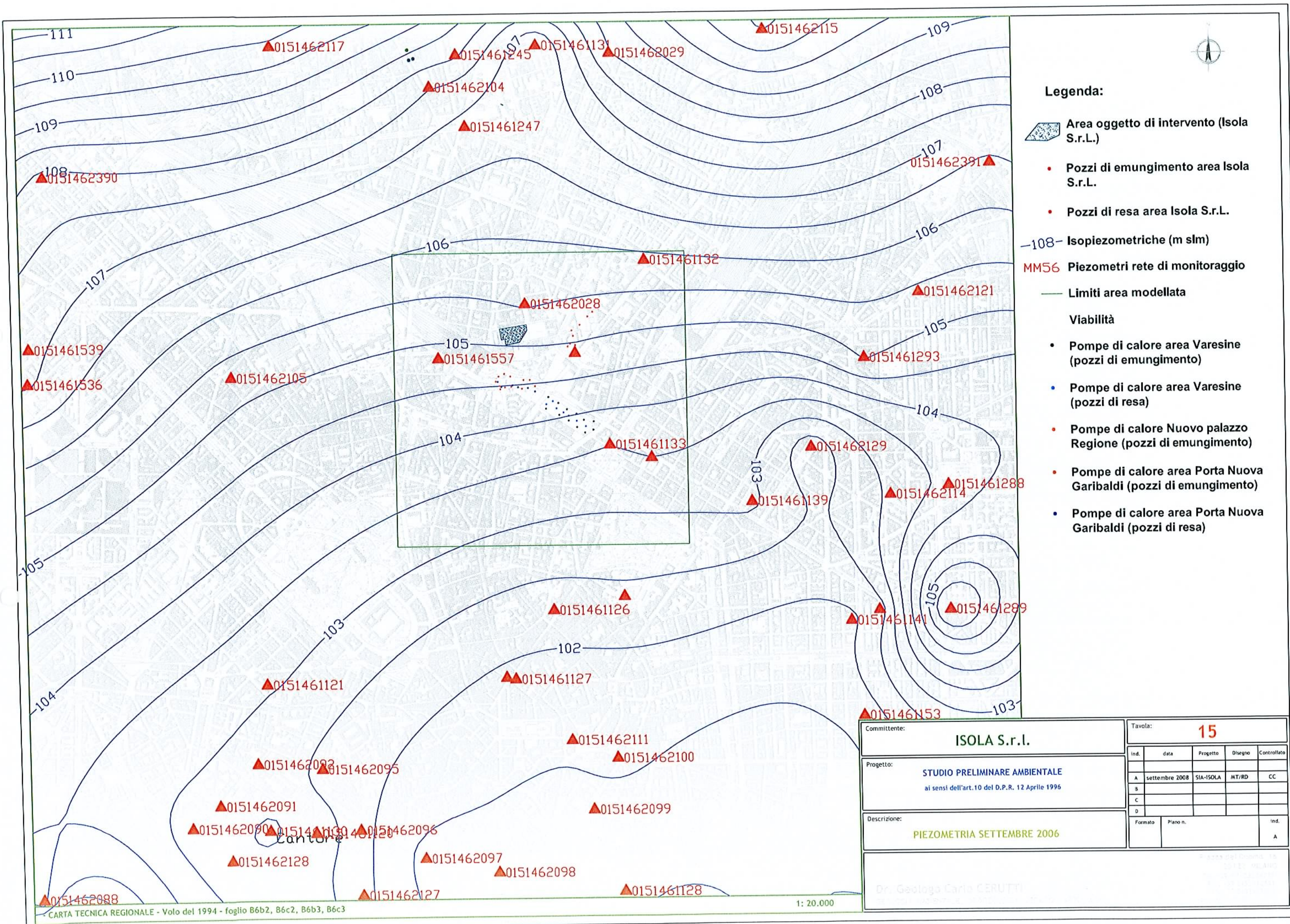
• Pompe di calore area Porta Nuova Garibaldi (pozzi di emungimento)

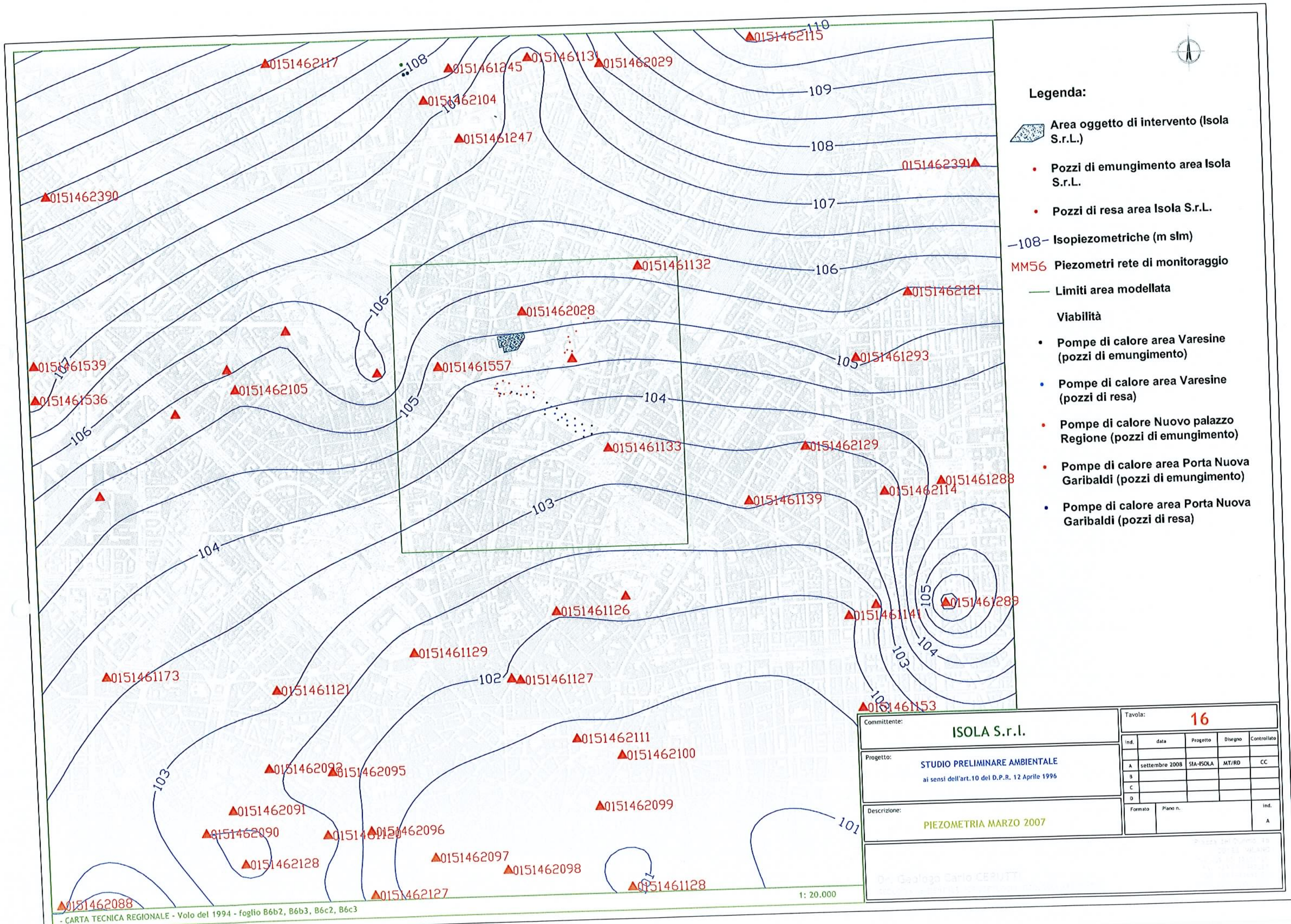
• Pompe di calore area Porta Nuova Garibaldi (pozzi di resa)

Committente:		ISOLA S.r.l.				
Progetto:		STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				
Descrizione:		PIEZOMETRIA MARZO 2003				
Tavola:		13				
Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato		
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC		
B						
C						
D						
Formato	Piano n.				Ind.	
					A	

Dr. Geologo Carlo CERUTTI
Piazza del Duomo, 12
20122 MILANO
Tel. 02 58 31 11 11
Fax 02 58 31 11 12
E-mail: cerutti@geosol.it











Legenda:

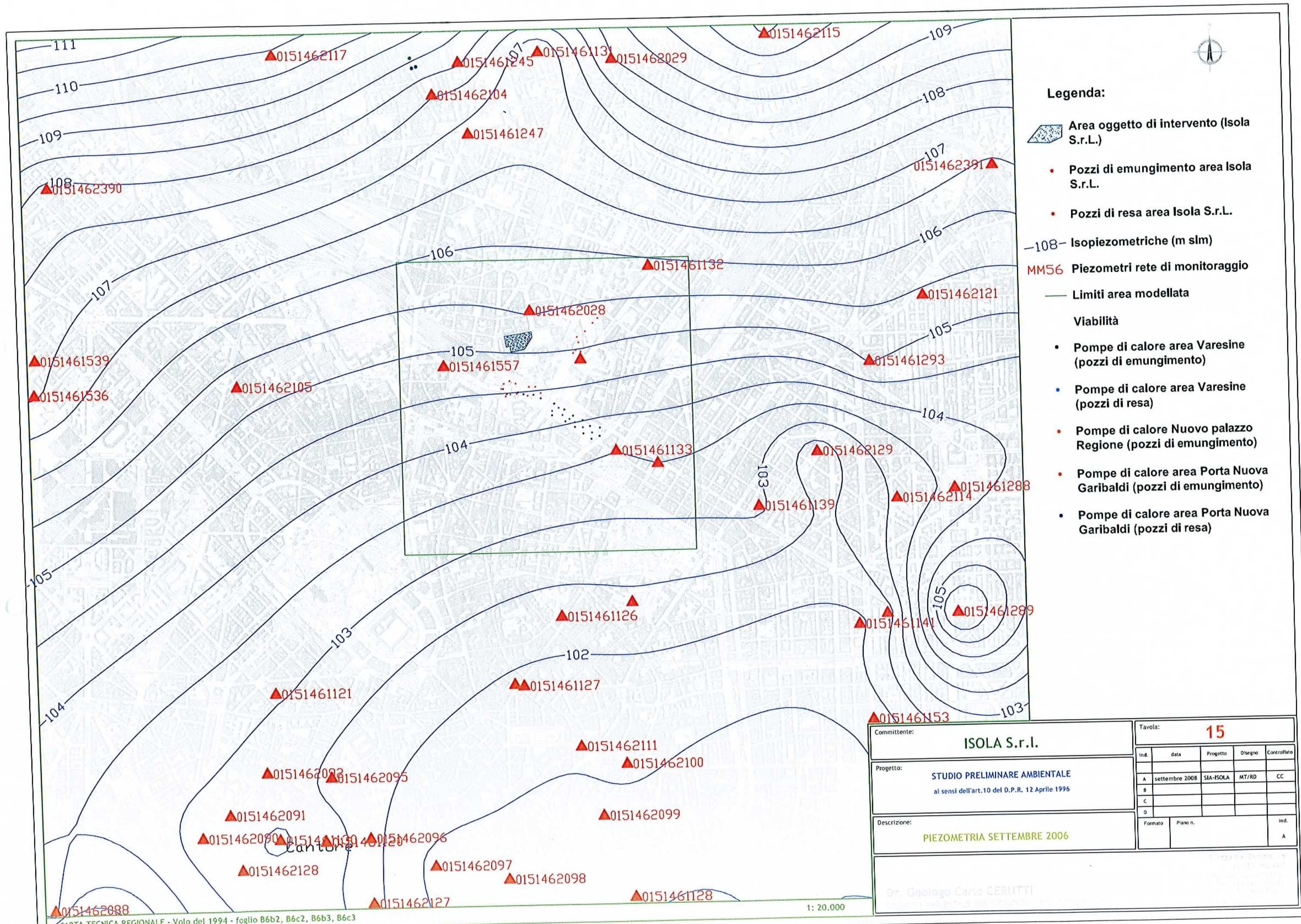
- Pozzi pubblici
-  Area oggetto di intervento (Isola S.r.l.)
-  Fascia di rispetto geometrica dei pozzi ad uso idropotabile più prossimi all'area di intervento
- Pozzi di emungimento area Isola S.r.l.
- Pozzi di resa area Isola S.r.l.
- Limiti area modellata
- Pompe di calore area Varesine (pozzi di emungimento)
- Pompe di calore area Varesine (pozzi di resa)
- Pompe di calore Nuovo palazzo Regione (pozzi di emungimento)
- Pompe di calore area Porta Nuova Garibaldi (pozzi di emungimento)
- Pompe di calore area Porta Nuova Garibaldi (pozzi di resa)
- Pompe di calore Maciachini Center (pozzo di emungimento)
- Pompe di calore Maciachini Center (pozzi di resa)

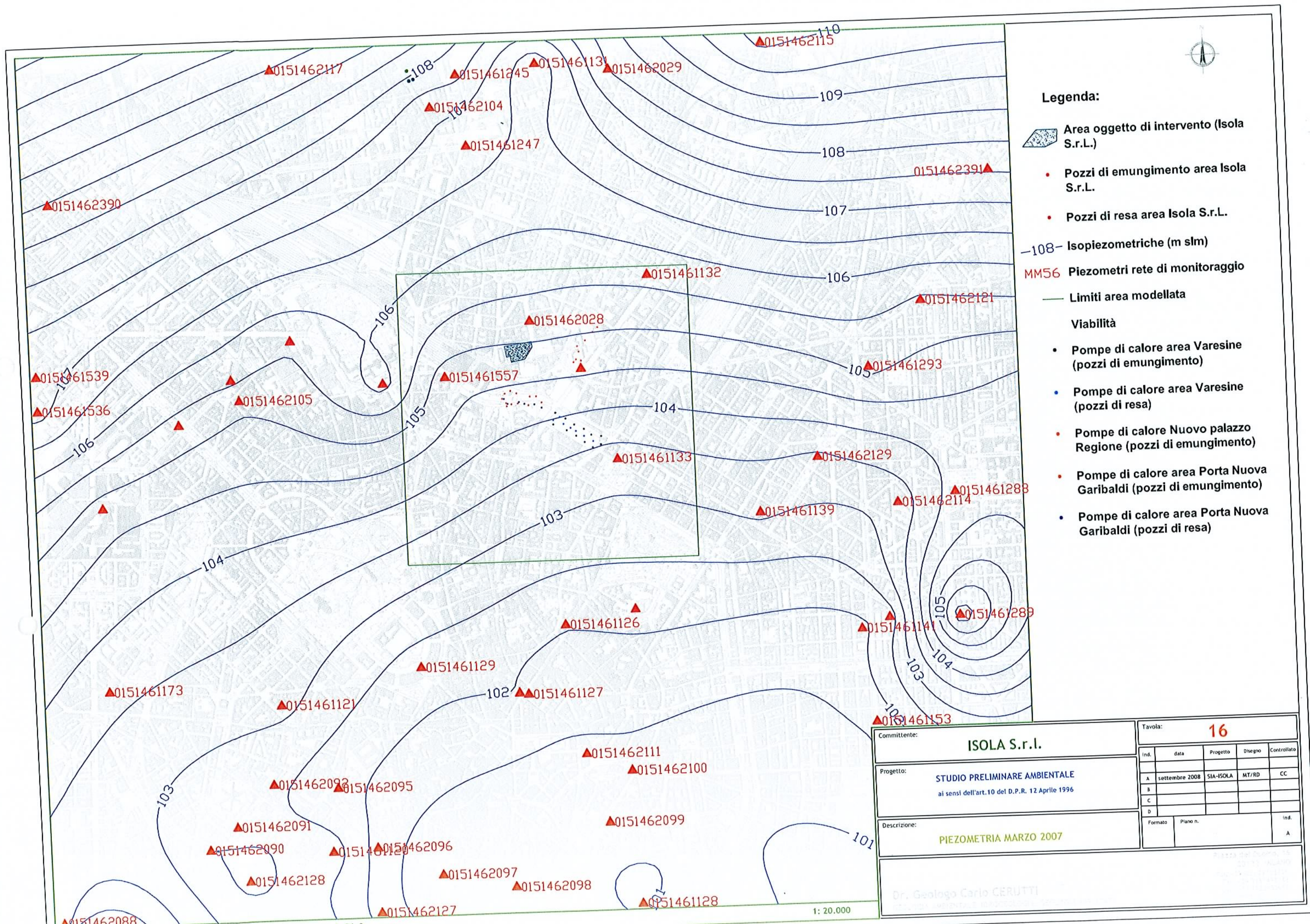


Committente:		ISOLA S.r.l.				
Progetto:		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				
Descrizione:		UBICAZIONE CENTRALI ACQUEDOTTISTICHE ED INTERVENTI A POMPE DI CALORE LIMITROFI				
Formato		Piano n.			Ind.	
					A	

Tavola: 17				
Ind.	data	Progetto	Diseño	Controllato
A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC
B				
C				
D				



Dr. Geologo Carlo CERUTTI
CERUTTI ASSOCIATI - STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA







Legenda:

- Pozzi pubblici
-  Area oggetto di intervento (Isola S.r.l.)
-  Fascia di rispetto geometrica dei pozzi ad uso idropotabile più prossimi all'area di intervento
- Pozzi di emungimento area Isola S.r.l.
- Pozzi di resa area Isola S.r.l.
- Limiti area modellata
- Pompe di calore area Varesine (pozzi di emungimento)
- Pompe di calore area Varesine (pozzi di resa)
- Pompe di calore Nuovo palazzo Regione (pozzi di emungimento)
- Pompe di calore area Porta Nuova Garibaldi (pozzi di emungimento)
- Pompe di calore area Porta Nuova Garibaldi (pozzi di resa)
- Pompe di calore Maciachini Center (pozzo di emungimento)
- Pompe di calore Maciachini Center (pozzi di resa)



Committente:		ISOLA S.r.l.				Tavola:		17		
Progetto:		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE ai sensi dell'art.10 del D.P.R. 12 Aprile 1996				Ind.	data	Progetto	Disegno	Controllato
Descrizione:		UBICAZIONE CENTRALI ACQUEDOTTISTICHE ED INTERVENTI A POMPE DI CALORE LIMITROFI				A	settembre 2008	SIA-ISOLA	MT/RD	CC
						B				
						C				
						D				
						Formato	Piano n.		Ind.	
									A	

Dr. Geologo Carlo CERUTTI
Piazza del Duomo 15
20121 Milano
Tel. 02 58 10 10 10
Fax 02 58 10 10 11