



**COMUNE DI BURAGO DI MOLGORA**  
(Provincia di Milano)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA  
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO  
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005  
E SECONDO I CRITERI DELLA D.G.R. n. 8/1566/05**

***Integrazione a seguito di parere espresso dalla Provincia di Milano  
in data 29/04/2008 (Atti n. 98567/5.2/2003/10848)***

**RELAZIONE GENERALE**

Sommario

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PREMESSA ED OBIETTIVI</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>2. RICERCA BIBLIOGRAFICA</b>                      | <b>6</b>  |
| 2.1 DOCUMENTAZIONE ESISTENTE                         | 6         |
| 2.2 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE                 | 6         |
| <b>3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO</b>   | <b>8</b>  |
| 3.1 GEOMORFOLOGIA                                    | 8         |
| 3.2 GEOLOGIA                                         | 9         |
| <b>4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</b>                | <b>11</b> |
| 4.1 STATO DI FATTO DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO | 11        |
| 4.2 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO        | 12        |
| 4.3 CARATTERI PIEZOMETRICI LOCALI                    | 13        |
| 4.4 QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA                     | 15        |
| 4.4.1 Acquifero miscelato                            | 17        |
| 4.4.2 Acquiferi intermedi e profondi                 | 20        |

|            |                                                                                                       |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5        | DISTRIBUZIONE DEI PRINCIPALI INDICATORI DI INQUINAMENTO-----                                          | 22        |
| 4.5.1      | <i>Nitrati</i> -----                                                                                  | 22        |
| 4.5.2      | <i>Solventi clorurati</i> -----                                                                       | 23        |
| 4.6        | VULNERABILITÀ INTEGRATA DEGLI ACQUIFERI -----                                                         | 24        |
| <b>5.</b>  | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E PEDOLOGICA -----</b>                                         | <b>30</b> |
| 5.1        | PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI-----                                                   | 30        |
| 5.2        | ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO-TECNICO,<br>IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO-----             | 32        |
| 5.3        | SINTESI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI-----                                                  | 32        |
| 5.4        | PARAMETRI GEOTECNICI -----                                                                            | 34        |
| 5.4.1      | <i>Caratterizzazione geologico-tecnica</i> -----                                                      | 39        |
| <b>6.</b>  | <b>ANALISI DEL RISCHIO SISMICO -----</b>                                                              | <b>49</b> |
| 6.1        | ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI -----                                                                | 49        |
| 6.2        | PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE -----                                            | 50        |
| 6.3        | SCENARI DI PERICOLOSITÀ LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI -----                                      | 54        |
| <b>7.</b>  | <b>QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO-----</b>                                       | <b>55</b> |
| 7.1        | AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE -----                                       | 55        |
| 7.2        | VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA -----                                                                    | 55        |
| 7.3        | ALTRI VINCOLI -----                                                                                   | 56        |
| <b>8.</b>  | <b>SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI-----</b>                                                        | <b>57</b> |
| <b>9.</b>  | <b>NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE -----</b>                                                           | <b>59</b> |
| 9.1        | NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DI CARATTERE GENERALE -----                                              | 60        |
| 9.2        | NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE PER LE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA<br>LOCALE (PSL) -----                 | 61        |
| 9.3        | REGIME TRANSITORIO -----                                                                              | 64        |
| 9.4        | CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA -----                                                                 | 67        |
| 9.5        | NORME PER LE AREE SOGGETTE A VINCOLI -----                                                            | 75        |
| 9.5.1      | <i>Norme per le zone di tutela assoluta e di rispetto delle captazioni a<br/>scopo potabile</i> ----- | 75        |
| 9.5.2      | <i>Norme per le aree a vincolo di polizia idraulica</i> -----                                         | 78        |
| <b>10.</b> | <b>CONCLUSIONI-----</b>                                                                               | <b>84</b> |

Figure nel testo

- Fig. 1 Andamento delle quote piezometriche: pozzo CAP 041 Vimercate (MI)  
Fig. 2.1/2 Classificazione chimica delle acque sotterranee (D.M. 19 agosto 2003)  
Fig. 3 Andamento delle concentrazioni dei nitrati  
Fig. 4.1/2 Andamento dei solventi clorurati

Tavole

- Tav. 1 Inquadramento geologico e geomorfologico – scala 1:5.000  
Tav. 2 Inquadramento idrogeologico e vulnerabilità integrata – scala 1:5.000  
Tav. 3 Sezioni idrogeologiche – scala 1:25.000  
Tav. 4 Caratteri geologico-tecnici e pedologici– scala 1:5.000  
Tav. 5 Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000  
Tav. 6 Carta dei vincoli – scala 1:5.000  
Tav. 7 Carta di sintesi – scala 1:5.000  
Tav. 8a Fattibilità geologica – scala 1:5.000  
Tav. 8b Fattibilità geologica – scala 1:10.000

Allegati

- 1 Elenco dei pozzi pubblici del Comune di Burago di Molgora
- 2 Stratigrafie dei pozzi pubblici
- 3 Analisi delle acque di falda:
  - determinazione dei parametri chimico-fisici
  - determinazione gascromatografica dei solventi clorurati
  - determinazione dei diserbanti
- 4 Indagini geotecniche di documentazione
- 5 Ubicazione dei pozzi in rete su estratto di mappa catastale – scala 1:2.000

Documentazione fotografica

## 1. PREMESSA ED OBIETTIVI

L'Amministrazione Comunale di Burago di Molgora (MI) ha affidato allo Studio Idrogeotecnico Associato di Milano, estensore dello studio geologico di supporto alla pianificazione comunale effettuato nel 1994, l'incarico per l'aggiornamento e la revisione (redatti ai sensi della L.R. 12/2005 e secondo i criteri approvati con D.G.R. n. 8/1566/2005) dello studio geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale a supporto del PGT, in raccordo con le disposizioni dell'Art. 57 della citata Legge Regionale.

Con l'entrata in vigore della "Legge per il Governo del Territorio" (L.R. 12/2005) si è modificato l'approccio alla materia urbanistica passando da concetti pianificatori a concetti di Governo del Territorio, secondo il quale i diversi livelli di pianificazione si devono integrare armonicamente anche mediante l'approfondimento di singole tematiche territoriali in funzione della sostenibilità ambientale delle scelte pianificatorie da effettuare. La pianificazione comunale si concretizza attraverso il Piano di Governo del Territorio (PGT), che definisce l'assetto del territorio comunale ed è articolato nei seguenti atti:

- il documento di piano;
- il piano dei servizi;
- il piano delle regole.

Ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05, nel Documento di Piano del PGT deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell'art. 57, comma 1, lettera a). Considerato l'iter di approvazione previsto dall'art. 13 della stessa legge, al fine di consentire alle Province la verifica di compatibilità della componente geologica del PGT con il proprio PTCP, il Documento di Piano deve contenere lo studio geologico nel suo complesso.

Il recente documento "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12*", approvato con d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566, fornisce indirizzi, metodologie e linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica, la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica e l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare sono state introdotte nuove linee guida per la definizione della pericolosità sismica locale, a seguito della entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio nazionale contenuta nella OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" e alla pubblicazione del d.m. 14 settembre 2005 "*Norme tecniche per le costruzioni*".

L'organizzazione dell'indagine e dei rilevamenti diretti sul territorio sono stati impostati per soddisfare le specifiche finalità, analizzando e classificando con adeguato dettaglio l'intero territorio sulla base delle caratteristiche geologico-geomorfologiche ed idrogeologiche.

Il rilievo diretto in campo, ha previsto inoltre una sistematica ricognizione dei dati storici relativi alle varie problematiche ambientali presso Enti Pubblici e Soggetti privati (rischio idraulico, aree oggetto di caratterizzazione ambientale e bonifica, attività produttive a rischio di inquinamento, indagini geotecniche puntuali, polizia idraulica, ecc).

Le fasi di sintesi/valutazione e di proposta (rappresentate dalle Carte di Sintesi, dei Vincoli, di Fattibilità delle azioni di piano e dalle relative prescrizioni) costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole nel quale, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d) della L.R. 12/05, devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate.

L'indagine si compone di una fase di inquadramento territoriale corredata da cartografie a scala 1:5.000 e 1:25.000 (Tav. 1, Tav. 2, Tav. 3), da una fase di approfondimento e sintesi (Tav. 4, Tav. 5, Tav. 6 e Tav.7) redatta su base cartografica a scala 1:5.000 (definita a partire dal rilievo aerofotogrammetrico comunale a scala 1:2.000); in ultimo è stata definita la fase di proposte con le tavole di fattibilità geologica delle azioni di piano (Tav. 8a e 8b rispettivamente alle scale 1:5.000 e 1:10.000).

## 2. RICERCA BIBLIOGRAFICA

La ricerca di informazioni bibliografiche relative al territorio di Burago di Molgora si è basata sulla raccolta della documentazione esistente e sulla consultazione del Sistema Informativo Territoriale (SIT) della Regione Lombardia. I dati acquisiti sono stati riportati in **Tav. 1**.

### 2.1 DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

Si è consultato il documento “Studio per le integrazioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) inerenti la definizione delle fasce fluviali contenute nel progetto di piano stralcio per l’assetto idrogeologico (P.A.I.) - Fase II e III ‘Raccolta, organizzazione ed elaborazioni dei dati’ - Allegato 6 ‘Corsi d’acqua minori’”, commissionato dalla Provincia di Milano U.O. Pianificazione Paesistica e redatto nel settembre 2001 dallo scrivente, in qualità di tecnico incaricato e coordinatore, e dal gruppo di lavoro costituito da Dott. Geol. Piercarlo Cattaneo, Dott. Geol. Marco Parmigiani, Dott. Arch. Patrizia Finessi e Dott. Maria Chiara Tronconi.

Sono stati acquisiti i dati relativi alle caratteristiche geomorfologiche specifiche dell’ambito fluviale del Torrente Molgora, inteso come area direttamente influenzata dal corso d’acqua sia sotto il profilo evolutivo sia ambientale. Gli elementi ricavati si riferiscono a:

- orli di terrazzo/scarpata individuati a partire dall’alveo attivo fino alla principale discontinuità altimetrica con carattere di continuità laterale che definisce i limiti della piana alluvionale;
- vergenze della piana alluvionale;
- assetto degli interventi e delle opere di sistemazione idraulica esistenti (argini in terra, difese di sponda, tratti di alveo rettificati);
- infrastrutture o insediamenti condizionanti l’assetto del corso d’acqua;
- delimitazione di zone caratterizzate da uno scarso dislivello altimetrico (generalmente inferiore a 2 m) tra alveo attivo e piane adiacenti corrispondenti ad “aree alluvionabili”;
- delimitazione di zone con maggiore risalto morfologico (generalmente compreso tra 2 e 3 m rispetto all’alveo attivo).

### 2.2 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

La consultazione del SIT ha permesso di raccogliere alcune informazioni relative al territorio di Burago di Molgora legate al tematismo “Basi ambientali della pianura - idrologia superficiale e geomorfologia” (progetto realizzato dall’Ente regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia - ERSAL).

Il tematismo dell'idrologia superficiale<sup>1</sup>, nato come revisione del reticolo idrografico principale e secondario del territorio della pianura lombarda, contiene il reticolo idrografico attuale e il riporto del reticolo storico dei principali corsi d'acqua. I tracciati delle divagazioni storiche dei principali alvei fluviali sono stati rilevati in tre periodi diversi: alla fine dell'Ottocento, intorno all'anno 1935 e nel 1955. Queste informazioni sono state ricavate dall'analisi della cartografia prodotta dall'IGM (Istituto Geografico Militare) in scala 1:25.000 in occasione della prima levata della "Carta d'Italia" (1880-90) e degli aggiornamenti compiuti intorno al 1935 e dalla fotointerpretazione del volo GAI del 1954-55.

Questi dati permettono di definire, nel periodo dell'ultimo secolo, l'area di massima divagazione dei corsi d'acqua esaminati, strumento utile per valutazioni e confronti sul rischio ambientale.

La ricostruzione dei tracciati antichi del Torrente Molgora convalida la ricostruzione fatta nel documento citato nel paragrafo precedente delle zone con debole dislivello altimetrico rispetto alla quota dell'alveo attivo e, di conseguenza, potenzialmente inondabili; esiste una buona corrispondenza, infatti, tra tali zone e le aree di divagazione storica dell'alveo fluviale.

Il tematismo della geomorfologia nasce come rielaborazione e riorganizzazione in chiave morfologica delle informazioni raccolte per la realizzazione della "Carta Pedologica" dell'ERSAL. I dati puntuali riportati nella tavola geologico-geomorfologica del presente lavoro (**Tav. 1**) si riferiscono ad elementi acquisiti da fotointerpretazione del volo regionale del 1994, integrata con le informazioni derivanti dal rilevamento di campagna.

---

<sup>1</sup> Fonte informazioni relative all'elaborazione delle carte tematiche: SIT - Regione Lombardia

### 3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

#### 3.1 GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Burago di Molgora si inserisce in un contesto di Alta Pianura Lombarda prossima al limite meridionale dei rilievi della fascia morenica pedemontana.

Si sono riconosciute tre Unità di Paesaggio caratterizzate per omogeneità morfologica, litologica e di vulnerabilità degli acquiferi.

#### UNITA' DELLA VALLE DEL TORRENTE MOLGORA

E' il principale elemento morfologico che interrompe la continuità della pianura ed è costituito dall'alveo del Torrente Molgora e delle aree ad esso immediatamente circostanti. La piana alluvionale nel suo complesso risulta di estensione molto limitata.

L'alveo attuale si presenta incassato, con dislivelli rispetto alle sponde nell'ordine dei 3-4 m. In prossimità dell'alveo è presente un terrazzo alluvionale, non sempre precisamente definibile a causa dello scarso dislivello che lo separa dalla piana principale (dislivello di circa 1 m) e delle estese modellazioni antropiche della superficie topografica che si sono operate in epoca storica.

Nell'ambito di tale terrazzo sono talvolta riconoscibili delle morfologie associate alla naturale evoluzione del corso d'acqua quali paleoalvei abbandonati e terrazzamenti di ordine minore. In particolare, in località Depuratore, è ben visibile l'opera di regimazione idraulica (traversa con scivolo di cemento) situata su un tratto di alveo abbandonato dal torrente, il quale si è aperto un nuovo corso a meandri più a Ovest.

L'alveo attuale presenta una configurazione da sinuosa a debolmente meandriforme, ad eccezione di lunghi tratti resi lineari in seguito a sistemazioni antropiche.

Il corso d'acqua possiede una relativa energia idraulica, evidenziata dalla presenza di rapide e dalla granulometria grossolana dei sedimenti di alveo. La portata del torrente è modesta ma tende ad aumentare rapidamente in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi.

#### UNITA' DELLA PIANA PRINCIPALE

La piana principale, sulla quale insiste l'abitato di Burago di Molgora e che comprende gran parte del territorio analizzato, è una superficie morfologica (definita dagli autori precedenti come Livello Fondamentale della Pianura) appartenente alla grande conoide pedemontana di origine glacigenica e riferibile agli apporti del Torrente Molgora che la attraversa.

La piana si presenta nel suo complesso subpianeggiante, con pendenze verso Sud decisamente modeste e dell'ordine di circa 0.6-0.4%; sono presenti blande



ondulazioni, maggiormente evidenti nel settore settentrionale del territorio comunale, interpretabili come relitti di paleoalvei di secondaria importanza dovuti a divagazioni fluviali proprie di un ambiente sedimentario di conoide.

#### UNITA' DEI TERRAZZI INTERMEDI

Localizzata nel settore settentrionale del territorio comunale, si manifesta con terrazzi rilevati rispetto alla piana circostante alla quale si raccordano con versanti dolci e poco acclivi. Tali terrazzi, di genesi fluvioglaciale e con età e posizione intermedia tra quella antica dei pianalti a ferretto e quella recente della piana principale, testimoniano un'evoluzione articolata, espressa da alcuni terrazzamenti minori. Il terrazzo principale risulta, inoltre, suddiviso in vari blocchi separati da valli più recenti che si innestano nella piana principale.

Le superfici delimitate da questi terrazzi risultano essere omogenee e prive di un reticolo di drenaggio evidente e/o attivo.

### 3.2 GEOLOGIA

Il rilevamento geologico del territorio comunale è stato eseguito alla scala 1:10.000 e 1:4.000, utilizzando i criteri stratigrafici per il Quaternario continentale e i termini formazionali definiti dal Gruppo Quaternario - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano (Bini, 1987).

Le caratteristiche litologiche delle unità riconosciute sono state definite studiando le stratigrafie dei pozzi per acqua e gli spaccati naturali (affioramenti) ed artificiali (scavi edili) presenti sul territorio comunali ed in aree limitrofe.

Le unità geolitologiche presenti in affioramento sono di seguito elencate e descritte dalla più antica alla più recente e superficiale (**Tav. 1**).

#### **Alloformazione della Specola** (Pleistocene medio)

L'unità è composta da depositi fluvioglaciali a granulometria prevalentemente grossolana costituiti da ghiaie a supporto di clasti con matrice fine da sabbiosa a limoso argillosa, talora abbondante. I depositi sono grossolanamente stratificati, con strati definibili per variazioni granulometriche. Le strutture sedimentarie, rare e concentrate in pochi livelli, sono rappresentate da embricature e isoorientazioni dei clasti.

Il profilo di alterazione è mediamente sviluppato con un fronte di alterazione di spessore superiore a 2.5-3 m. Le porzioni sommitali sono costituite da livelli di sedimenti fini massivi da limoso sabbiosi a limoso argillosi, con un aumento della frazione argillosa con la profondità.

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica o è costituita da un limite erosionale con i depositi dell'Allogruppo di Besnate, mentre la superficie limite inferiore è una superficie di erosione che pone l'Alloformazione della Specola a contatto con le unità più antiche.

*Area di affioramento:* l'unità affiora e costituisce i terrazzi altimetricamente più elevati del territorio comunale.

### **Allogruppo di Besnate** (Pleistocene medio-superiore)

L'unità è composta da depositi fluvioglaciali al limite tra ambiente di conoide e ambiente braided, in corrispondenza del passaggio tra colline moreniche e sandur (pianura fluvioglaciale). Litologicamente è costituita da ghiaie in prevalenza a supporto di matrice sabbiosa fine limosa, più raramente di clasti; sono localmente presenti delle lenti di ghiaia grossolana e ciottoli a supporto di clasti. I depositi sono grossolanamente stratificati, con strati definibili per variazioni granulometriche. Le strutture sedimentarie, rare e concentrate in pochi livelli, sono rappresentate da embricature e isoorientazioni dei clasti.

Il profilo di alterazione è da poco a mediamente sviluppato con un fronte di alterazione di spessore variabile tra 1 e 3 m e presenza di suoli e sedimenti fini con rari ciottoli.

La superficie limite superiore coincide con la superficie topografica o è costituita da un limite erosionale con i depositi dell'Unità Postglaciale, mentre la superficie limite inferiore è una superficie di erosione che pone l'Allogruppo di Besnate a contatto con le unità più antiche. Lo spessore complessivo dell'intera unità è relativamente modesto, non superando in genere gli 8 m oltrepassati al di sotto dei quali compare un'unità sepolta conglomeratica probabilmente ascrivibile alla formazione del "Ceppo dell'Adda" di età pleistocenica inferiore.

*Area di affioramento:* l'unità affiora nella maggior parte del territorio comunale.

### **Unità Postglaciale** (Pleistocene superiore – Olocene)

L'unità è composta da depositi fluviali e alluvionali costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto sia di clasti con scarsa matrice sia di matrice sabbiosa e da sabbie e limi con intercalazioni ghiose ed argillose. Le frazioni a granulometria fine (limi e sabbie) aumentano in percentuale spostandosi da Nord a Sud lungo il corso del Torrente Molgora.

È caratterizzata da un'alterazione poco evoluta con suoli assenti o poco sviluppati. La sua superficie limite superiore coincide con la superficie topografica, mentre la sua superficie limite inferiore è una superficie di erosione che pone l'Unità Postglaciale a contatto con l'Allogruppo di Besnate. Lo spessore complessivo è assai variabile (è compreso entro i 3-4 m nell'area di Caponago).

*Area di affioramento:* l'unità affiora in una fascia, larga fino a 400 m, sviluppata in corrispondenza del Torrente Molgora.

## 4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

### 4.1 STATO DI FATTO DELLE FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO

Il pubblico acquedotto di Burago di Molgora dispone attualmente delle seguenti fonti di approvvigionamento idrico in gestione al CAP Gestione Spa di Milano le cui principali caratteristiche sono riassunte nella sottostante tabella:

| N.            | Codice SIF | Località                     | Anno | Prof. (m) | Filtri                                                                                                                               | Portata di esercizio (l/s) | Note    |
|---------------|------------|------------------------------|------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|
| 1             | 0150370001 | C.na Magana I                | 1959 | 92.00     | da 22.5 a 36.5 m<br>da 37.5 a 43.3 m<br>da 44.0 a 46.8 m<br>da 55.8 a 59.3 m<br>da 68.0 a 71.3 m<br>da 77.4 a 82.0 m                 | 20                         | In rete |
| 2             | 0150370002 | Via Don Minzoni - serbatoio  | 1962 | 85.00     | da 26.0 a 30.0 m<br>da 78.0 a 82.0 m                                                                                                 | 12                         | In rete |
| 3             | 0150370003 | Via Martiri della Libertà I  | 1964 | 115.50    | da 22.01 a 26.81 m<br>da 36.01 a 37.45 m<br>da 73.32 a 76.33 m<br>da 84.06 a 87.01 m<br>da 105.35 a 108.40 m<br>da 111.45 a 113.45 m | 8                          | In rete |
| 4             | 0150370008 | C.na Magana II               | 1982 | 125.00    | da 34.65 a 40.90 m<br>da 70.90 a 72.90 m<br>da 117.50 a 119.50 m                                                                     | 15                         | In rete |
| 5A            | 0150370004 | Via Martiri della Libertà II | 1993 | 185.00    | da 92.50 a 95.50 m<br>da 99.00 a 101.00 m<br>da 106.00 a 107.50 m                                                                    | 18                         | In rete |
| 5B            | 0150370005 | Via Martiri della Libertà II | 1993 |           | da 115.50 a 117.00 m<br>da 123.00 a 125.50 m                                                                                         |                            |         |
| 6             | 0150370015 | Strada Provinciale n. 215    | 1998 | 118.00    | da 86.00 a 92.00 m<br>da 99.00 a 101.00 m<br>da 113.00 a 115.00 m                                                                    |                            |         |
| <b>TOTALE</b> |            |                              |      |           |                                                                                                                                      | 88                         |         |

La rete acquedottistica, in servizio per il soddisfacimento dei fabbisogni potabili della popolazione residente e delle varie attività produttive presenti sul territorio comunale, ha in funzione 5 pozzi di cui uno (pozzo 5) con doppia colonna captante due diverse falde nell'acquifero confinato profondo. I restanti 4 pozzi miscelano le acque dell'acquifero superiore libero e confinato.

I pozzi di C.na Magana I (codice 001) e C.na Magana II (codice 008) sono presidiati da un impianto di potabilizzazione ad osmosi per l'abbattimento dei nitrati prima che le acque vengano immesse in rete. Il pozzo di Via Martiri della

Libertà II (codice 004) è invece presidiato da un impianto per l'abbattimento del ferro e manganese prima dell'immissione in rete delle acque emunte.

Tutti i pozzi di Burago di Molgora sono dotati di contatori volumetrici che consentono la determinazione della quantità di acqua annualmente sollevata; nella tabella seguente sono riportati i prelievi idrici annui totali (in m<sup>3</sup>) distinti per singolo pozzo nel periodo 2001-2004, risultanti dalle letture al contatore (dati forniti da CAP Gestione di Milano).

| Codice pozzo  | Località                     | 2001             | 2002             | 2003             | 2004             |
|---------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0150370001    | C.na Magana I                | 416.118          | 402.224          | 550.630          | 496.511          |
| 0150370002    | Via Don Minzoni - serbatoio  | 334.067          | 315.000          | 340.819          | 292.260          |
| 0150370003    | Via Martiri della Libertà I  | 334.067          | 315.000          | 430.911          | 201.417          |
| 0150370008    | C.na Magana II               | 416.116          | 402.225          | 347.767          | 376.510          |
| 0150370004    | Via Martiri della Libertà II | 334.068          | 324.080          | 319.173          | 317.991          |
| 0150370005    | Via Martiri della Libertà II | ---              | 104.105          | 5.000            | ---              |
| <b>TOTALE</b> |                              | <b>1.834.436</b> | <b>1.862.634</b> | <b>1.994.300</b> | <b>1.684.689</b> |

#### 4.2 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO

Sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie dei pozzi esistenti nel territorio di Burago di Molgora e nei comuni limitrofi, si riconoscono nel sottosuolo varie unità idrogeologiche, distinguibili per la loro omogeneità di costituzione e di continuità orizzontale e verticale.

La loro distribuzione è sintetizzata nelle sezioni idrogeologiche di **Tav. 3** passanti per alcuni pozzi pubblici e privati del territorio, secondo le tracce riportate in **Tav. 2**; in esse le unità idrogeologiche si succedono, dalla più profonda alla più superficiale, secondo il seguente schema:

##### 1) UNITA' DELLE ALTERNANZE ARGILLOSO SABBIOSE

E' costituita da potenti successioni di argille grigie e gialle, talore fossilifere e torbose, caratterizzate da una discreta continuità laterale, a cui si alternano subordinati livelli di sabbie e ghiaie sabbiose ad alto contenuto argilloso. Nei livelli più grossolani e permeabili sono presenti falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato, captate dai pozzi pubblici presenti sul territorio comunale.

Dall'esame delle stratigrafie dei pozzi e dall'interpretazione generale delle sezioni idrogeologiche in corrispondenza dei pozzi pubblici, il tetto dell'unità viene mediamente individuato alla profondità di circa 40-50 m ed è delimitato da una superficie erosionale irregolare ed ondulata costituita da limi sabbiosi gialli che rappresentano un marker stratigrafico ben riconosciuto in tutto il territorio in esame.

*Ambiente di deposizione:* marino transizionale.

## 2) UNITA' DEI CONGLOMERATI PREVALENTI

E' costituita prevalentemente da conglomerati variamente cementati con intercalazioni sabbioso ghiaiose ad elevata trasmissività. All'interno dell'unità sono presenti orizzonti a bassa permeabilità rappresentati da sabbie limose, limi e argille, generalmente caratterizzati da una limitata estensione laterale.

L'unità, presente con continuità in tutto il territorio con spessori medi di 30 ÷ 40 m e massimi di 60 m in corrispondenza di paleovalle sepolte, è sede dell'acquifero principale di tipo libero, caratterizzato da una elevata permeabilità data dalla porosità, dalla fratturazione e dal carsismo. La soggiacenza varia da circa 25 a 30 m dal piano campagna in funzione delle oscillazioni stagionali e pluriannuali del livello piezometrico.

L'elevata vulnerabilità intrinseca di tale falda è generalmente testimoniata dalle scadenti caratteristiche qualitative delle acque, che presentano talora elevati valori di nitrati.

*Ambiente di deposizione:* continentale fluviale.

## 3b) UNITA' DELLE GHIAIE ALTERATE SUPERFICIALI

E' costituita da ghiaie e sabbie alterate con conseguente trasformazione in sedimenti a prevalente granulometria fine (limi e argille) con sparsi clasti. La geometria dell'unità è lenticolare con spessori variabili da circa 5 a oltre 10 m. E' privo di circolazione idrica significativa.

*Ambiente di deposizione:* continentale fluvioglaciale.

## 3a) UNITA' DELLE GHIAIE NON ALTERATE SUPERFICIALI

E' costituita da ghiaie e sabbie non alterate a supporto di matrice. La geometria dell'unità è lenticolare con spessori variabili.

*Ambiente di deposizione:* continentale fluviale/fluvioglaciale.

### 4.3 CARATTERI PIEZOMETRICI LOCALI

L'andamento della superficie piezometrica dell'acquifero superiore è stato dedotto dalle elaborazioni effettuate dalla Provincia di Milano sui dati di livello piezometrico riferiti al marzo 2005 dei pozzi di monitoraggio della rete di controllo provinciale<sup>2</sup> (**Tav. 2**).

Nel territorio di Burago di Molgora, la morfologia della superficie piezometrica evidenzia una falda radiale debolmente divergente con quote piezometriche comprese tra 165 e 140 m s.l.m.; la componente locale del flusso idrico assume in generale una direzione N-S e il gradiente idraulico è mediamente compreso tra i valori di 5‰ e 7‰.

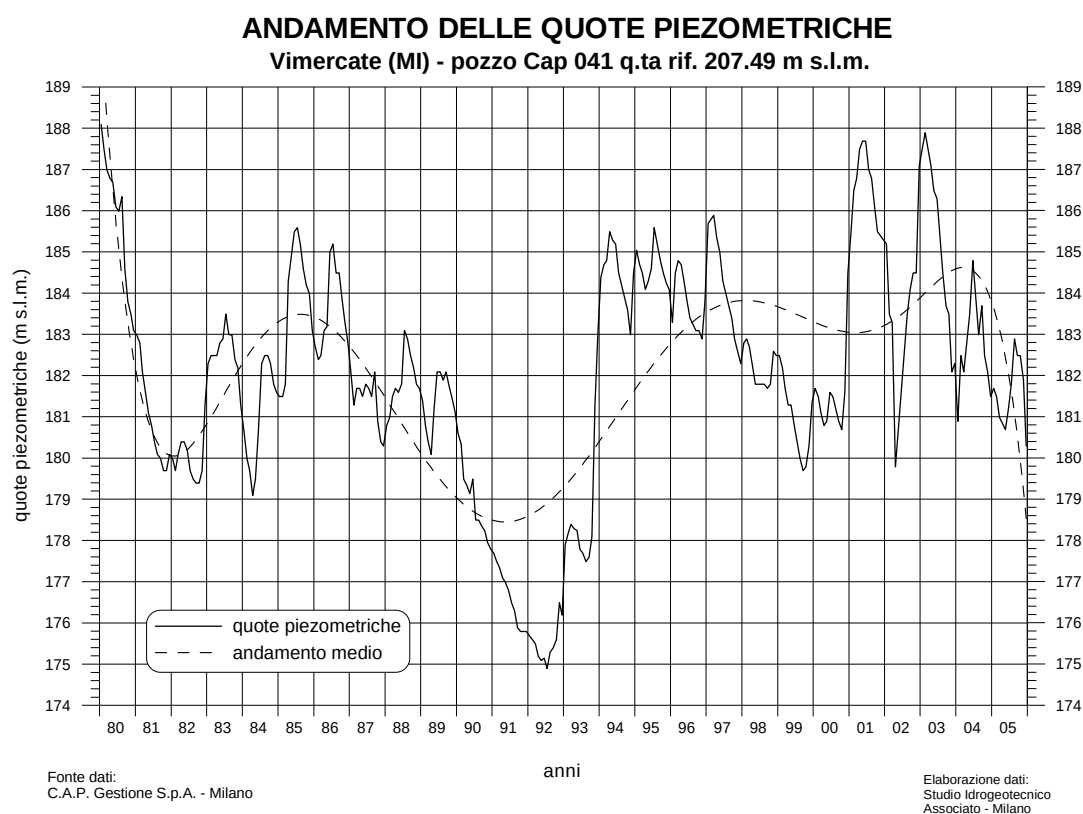
---

<sup>2</sup> Dati Sistema Informativo Falda (SIF) della Provincia di Milano

Il Torrente Molgora, risultando sospeso di circa 25 m rispetto alla superficie piezometrica, svolge un ruolo di alimentazione della falda per perdite in subalveo; tale ingressione di acque non risulta percettibile dall'andamento delle linee piezometriche di Tav. 2, ma è osservabile sul terreno a causa della diminuzione delle portate lungo il corso del torrente.

---

Per caratterizzare l'andamento nel tempo della superficie piezometrica, è stata graficizzata l'intera serie storica delle misure di livello periodicamente rilevate dal C.A.P. Gestioni di Milano nel pozzo 041 di Vimercate (MI), situato circa 2 km a NE rispetto al territorio di Burago di Molgora (**Fig. 1**).



**Fig. 1**

La serie storica dei dati comprende un periodo di 25 anni durante il quale si evidenzia un progressivo e costante abbassamento della superficie piezometrica verificatosi dall'inizio degli anni '80 fino al primo semestre del 1992, in relazione ad un'alimentazione deficitaria degli acquiferi registrata a livello regionale,

determinata dagli scarsi apporti meteorici di tale periodo. L'escursione negativa media del livello di falda da 1980 al 1992 è valutabile nell'ordine di circa 13 m.

Dalla seconda metà del '92, parallelamente ad un aumento della ricarica efficace (maggiore piovosità), che ha generalmente interessato l'alta e media pianura lombarda, si assiste ad un sensibile recupero piezometrico registrato fino a tutto il 1997.

A partire dal 1998 si registra una nuova tendenza alla progressiva decrescita dei livelli, interrotta dall'innalzamento piezometrico conseguente agli eventi alluvionali dell'ottobre 2000 e del novembre 2002. I valori del livello piezometrico ritornano ad essere simili a quelli registrati nei primi anni '80.

Le scarse precipitazioni che hanno caratterizzato il regime pluviometrico del 2003 hanno determinato un nuovo abbassamento dei livelli di falda registrato sino agli ultimi dati disponibili (dicembre 2005).

La dinamica della falda superiore nell'ultimo ventennio mostra pertanto il prevalere di fattori naturali di carica e ricarica legati all'andamento dei regimi meteorici, rispetto all'entità dei prelievi in atto sul territorio, generalmente stazionari o in lieve aumento.

#### 4.4 QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA

La qualità delle acque sotterranee nel territorio di Burago di Molgora è stata desunta dalle ultime analisi disponibili riferite ai pozzi del pubblico acquedotto, effettuate dalla competente ARPA.

Sono state raccolte, prese in esame e informatizzate le serie storiche disponibili delle determinazioni analitiche riguardanti i parametri chimico-fisici, i nitrati e i solventi clorurati relativi ai pozzi del territorio; in **All. 3** vengono riportate le schede analitiche relative ai pozzi pubblici di Burago di Molgora.

I caratteri chimici delle acque sotterranee sono in stretto rapporto con la tipologia e vulnerabilità dell'acquifero captato: quelli di tipo libero determinano infatti condizioni di maggiore mineralizzazione delle acque, dovute a cause sia naturali (sistemi termodinamici aperti, maggiore pressione parziale di anidride carbonica dovuta alla presenza di suoli), che artificiali (inquinamenti con immissione di sostanze in grado di alterare direttamente o indirettamente, mediante reazioni chimiche, l'idrochimica naturale).

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei principali parametri chimico-fisici e sostanze tossiche relativi ai pozzi pubblici del territorio desunti dalle ultime analisi disponibili.

| Acquifero miscelato              |                |               |              |                |                |                  |               |              |                                |                 |
|----------------------------------|----------------|---------------|--------------|----------------|----------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------------|-----------------|
| pozzo                            | Filtri (m)     | cond. (μS/cm) | durezza (°F) | nitrati (mg/l) | cloruri (mg/l) | solforati (mg/l) | calcio (mg/l) | cromo (μg/l) | Solventi clorurati tot. (μg/l) | Atrazina (μg/l) |
| 1*<br>C.na Magana                | 22.50 - 82.00  | 647           | 30           | 61             | 17             | 38               | 97            | <10          | 4.60                           | 0.05            |
| 2**<br>Via Don Minzoni           | 26.00 - 82.00  | 415           | 36           | 29             | 15             | 26               | 106           | <3           | 2.50                           | <0.03           |
| 3**<br>Via Martiri della Libertà | 22.00 - 113.45 | 451           | 29           | 12             | 8              | 15               | 82            | <3           | 0.80                           | <0.03           |
| 4*<br>C.na Magana II             | 34.65 - 119.50 | 649           | 30           | 60             | 18             | 39               | 98            | <10          | <limite                        | 0.06            |

\* Dati anno 2003

\*\* Dati anno 2005

| Acquifero intermedio/profondo      |                 |               |              |                |                |                  |               |              |                                |                 |
|------------------------------------|-----------------|---------------|--------------|----------------|----------------|------------------|---------------|--------------|--------------------------------|-----------------|
| pozzo                              | Filtri (m)      | cond. (μS/cm) | durezza (°F) | nitrati (mg/l) | cloruri (mg/l) | solforati (mg/l) | calcio (mg/l) | cromo (μg/l) | Solventi clorurati tot. (μg/l) | Atrazina (μg/l) |
| 5/A*<br>Via Martiri della Libertà  | 92.50 - 107.50  | 446           | 23           | <2             | 6              | 31               | 61            | <10          | <limite                        | <0.02           |
| 5/B**<br>Via Martiri della Libertà | 115.50 - 125.50 | 480           | 26.4         | a              | 4.2            | 29.4             | 65            | a            | 1.00                           | <0.02           |
| 6*<br>SP 215                       | 86.00 - 115.00  | 688           | 39           | <2             | 17             | 75               | 110           | <10          | <0.05                          |                 |

\* Dati anno 2003

\*\* Dati anno 1997

Nei paragrafi seguenti viene esposto il quadro idrochimico dell'acquifero superiore e dell'acquifero intermedio e profondo tramite l'analisi dello stato chimico di base (ai sensi del D.Lgs. 152/06 e del D.M. 19 agosto 2003) e di alcuni parametri indicatori di inquinamento (nitrati, solventi clorurati).

---

La classificazione dello stato chimico di base delle acque sotterranee fa riferimento alle specifiche indicate dal D.M. 19 agosto 2003 (Scheda n. 10 "Caratterizzazione delle acque sotterranee", al punto d2 "Classificazione" indica che la classificazione dello stato qualitativo va definita secondo i criteri di cui all'Allegato 1 del D. Lgs. 152/99, punto 4.4), che considera le concentrazioni di 7 parametri di base (conducibilità elettrica, cloruri, solforati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca) e di una serie di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici.



Tale classificazione individua quattro classi chimiche, che esprimono una valutazione dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definisce le caratteristiche idrochimiche, secondo il seguente schema:

|           |                                                                                                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classe 1  | Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche                                                   |
| Classe 2  | Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche                                   |
| Classe 3  | Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione       |
| Classe 4  | Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti                                                              |
| Classe 0* | Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra della classe 3 |

\* per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque

Se gli inquinanti organici e inorganici (cfr. Tab. 21 del citato All. 1 - D.Lgs. 152/99) sono assenti o la loro presenza è al di sotto della soglia di rilevabilità, la classificazione idrochimica si basa sui parametri di base secondo lo schema riportato; la presenza di inquinanti organici o inorganici con concentrazioni superiori ai limiti previsti determina una classificazione in classe 4.

#### 4.4.1 Acquifero miscelato

Lo stato idrochimico generale delle acque dell'acquifero miscelato (ai sensi del D.Lgs. 152/06 e del D.M. 19 agosto 2003) è desumibile dal grafico relativo alla qualità di base illustrato in Fig. 2.1, costruito tramite i valori analitici più recenti (2004) relativi al pozzo n. 002 di via Don Minzoni e al pozzo n. 003 di via Martiri della Libertà I.

Il grafico evidenzia che lo stato chimico delle acque del pozzo 002 ricade in classe 3, ad indicare un impatto antropico significativo con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione, mentre quello del pozzo 003 ricade in classe 2 ad indicare un impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche.

Il parametro che determina l'attribuzione alla classe 3 delle acque del pozzo 002 si riferisce ai nitrati presenti con concentrazioni mediamente elevate ( $> 25$  mg/l), che tuttavia rientrano nel limite di potabilità (50 mg/l ai sensi del D.P.R. 236/88 e del D.Lgs. 31/2001).

Gli altri parametri chimico-fisici rientrano in classe 1 o in classe 2 (impatto antropico nullo o trascurabile e impatto antropico ridotto e sostenibile con buone

caratteristiche idrochimiche). In particolare, i valori di conducibilità elettrica, compresi tra 415 e 451  $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ , indicano un grado di mineralizzazione medio, i solfati presentano concentrazioni tra 15 e 26 mg/l, attestandosi entro o di poco superiormente al V.G. (25 mg/l), i cloruri registrano generalmente concentrazioni inferiori o pari a 15 mg/l (V.G. di 25 mg/l), risultando comunque superiori alle concentrazioni riscontrate nei pozzi profondi, indice di un più diretto rapporto del primo acquifero con le contaminazioni indotte dalla superficie.

Si precisa che le condizioni di miscelazione tra i due sistemi acquiferi portano alla determinazione di valori di concentrazione intermedi per tutti i parametri considerati.

Le sostanze indesiderabili ricadono generalmente in classe 1 o 2.

---

<sup>3</sup> Intervalli di conducibilità in base alla regolamentazione francese.

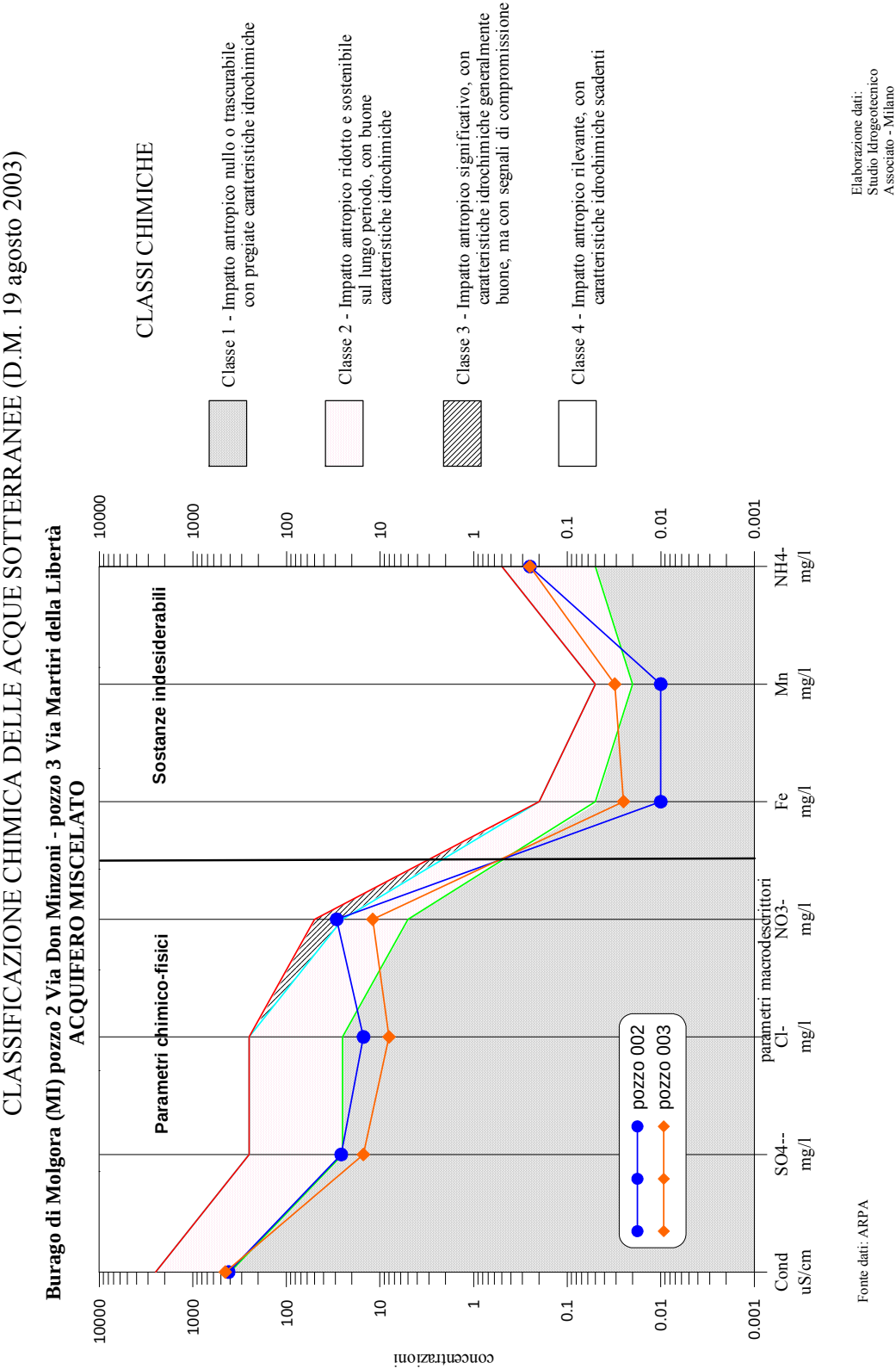


Fig. 2.1

#### *4.4.2 Acquiferi intermedi e profondi*

Le falde intermedie e profonde (generalmente protette dall'inquinamento), si caratterizzano per le minori concentrazioni di quei parametri connessi alla presenza di contaminazioni di origine agricola, civile ed industriale (nitrati, cloruri, solventi clorurati).

Lo stato idrochimico delle acque captate dai pozzi 004 e 005 di via Martiri della Libertà II ricade in classe 2, ad indicare un impatto antropico ridotto e sostenibile, con buone caratteristiche idrochimiche (Fig. 2/2). Il parametro nitrati si attesta su concentrazioni medie pari a 2 mg/l. Unica eccezione riguarda il parametro Manganese del pozzo 004 che presenta valori di 62 mg/l che fanno ricadere lo stato idrochimico delle acque in classe 4, ad indicare un impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti.

Inoltre i segnalano i valori delle sostanze indesiderabili ferro e manganese si presentano mediamente più elevati rispetto all'acquifero miscelato e ricadenti tutti in classe 2 con valori prossimi al limite con la classe 4.

Le elevate concentrazioni (talvolta anche oltre la C.M.A.) di questi due elementi sono certamente causate da motivi naturali idrogeologici dovuti al maggior stato di confinamento in condizioni riducenti degli acquiferi profondi.

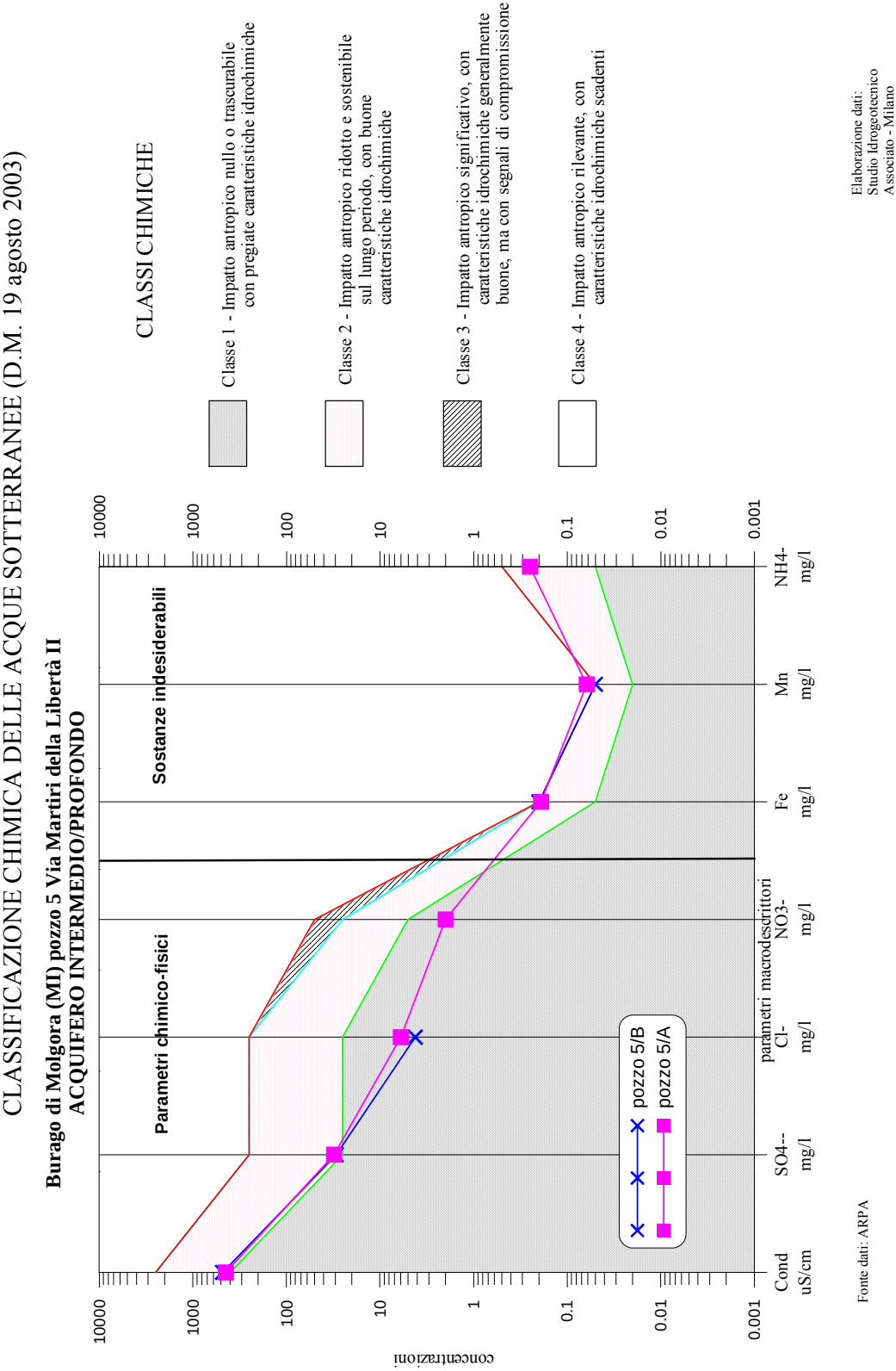


Fig. 2.2

#### 4.5 DISTRIBUZIONE DEI PRINCIPALI INDICATORI DI INQUINAMENTO

##### 4.5.1 Nitrati

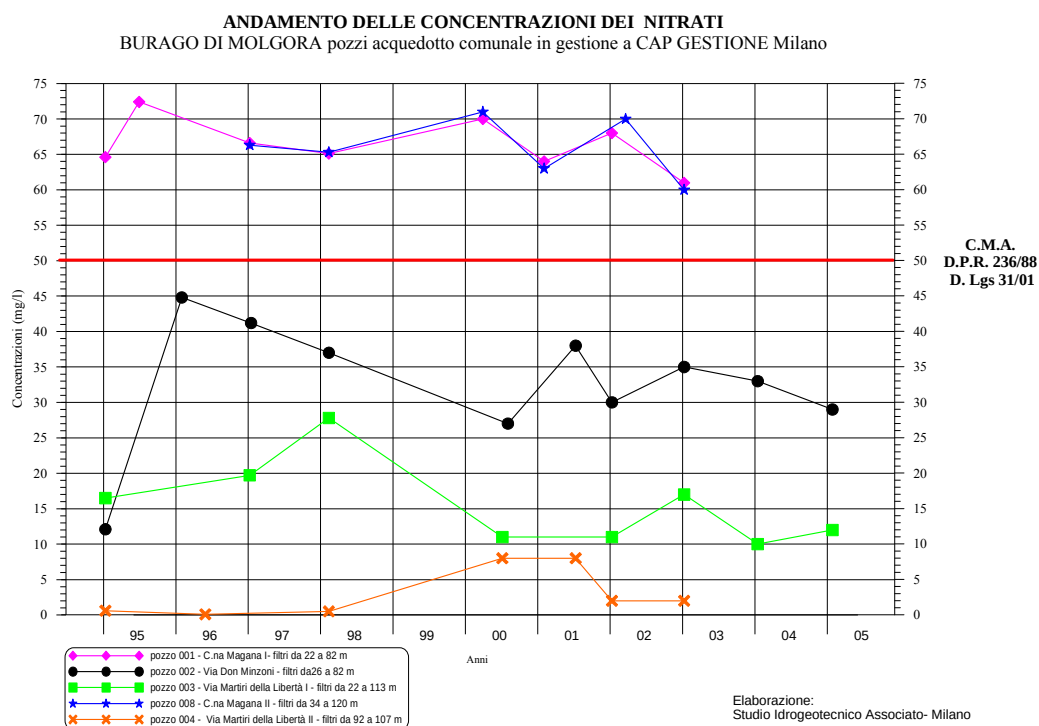
Sulla base della serie storica analitica disponibile (1995-2005), il grafico di Fig. 3 illustra gli andamenti delle concentrazioni dei nitrati relativamente ai pozzi dell'Acquedotto Comunale di Burago di Molgora.

L'andamento nel tempo evidenzia un trend sostanzialmente stabile per tutti i pozzi pubblici, attestandosi su valori molto variabili in funzione delle caratteristiche strutturali dei pozzi (profondità dei filtri, cementazioni) e dell'impatto antropico.

In particolare, risulta chiara la differenza delle concentrazioni dei nitrati tra pozzi captanti in miscelazione acquifero superiore e acquiferi intermedi/profondi ma diversamente ubicati sul territorio.

Le massime concentrazioni di nitrati con superamento della C.M.A. (50 mg/l – D.P.R. 236/88 e D.Lgs. 31/01) si osservano in corrispondenza dei due pozzi di C.na Magana (codici 001 e 008), i quali sono localizzati in area verde agricola a valle di una grande azienda florovivaistica. Tale situazione ha portato, di conseguenza, alla creazione di un impianto di potabilizzazione per l'abbattimento dei valori di nitrati.

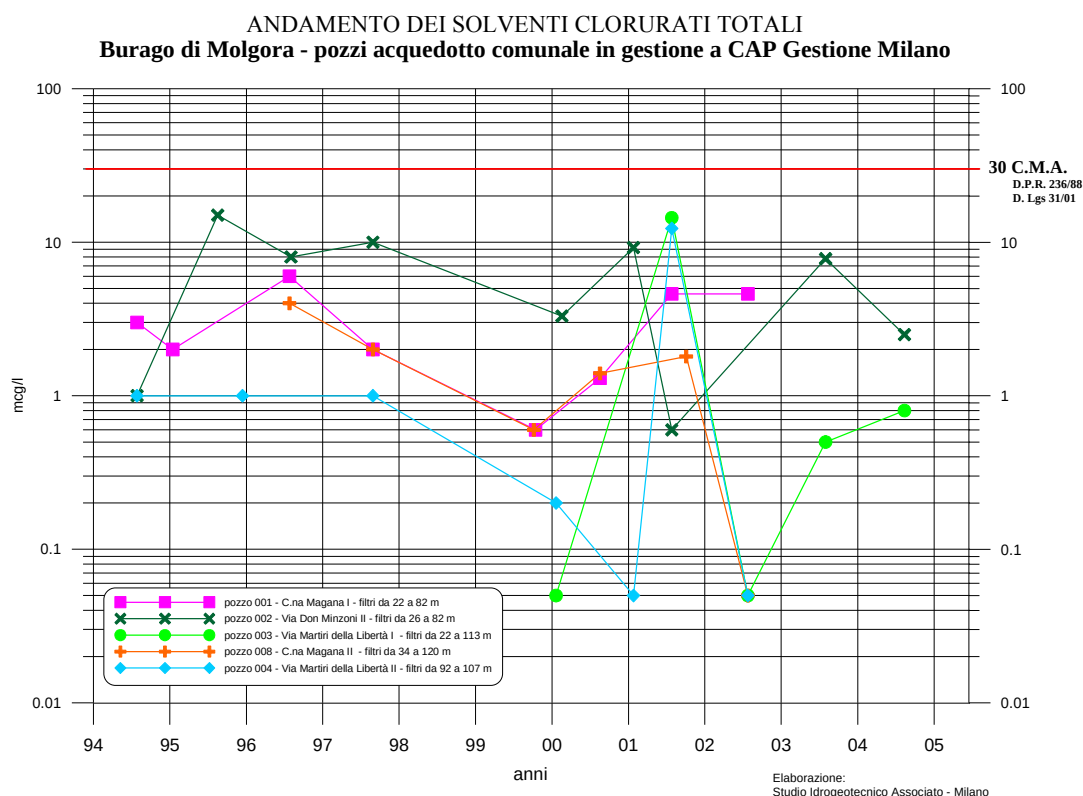
La presenza in falda di nitrati con concentrazioni mediamente elevate è indicativo di un preoccupante stato di contaminazione di origine agricolo/civile dell'acquifero superficiale, diffuso anche ad altre estese porzioni del territorio provinciale.



#### 4.5.2 Solventi clorurati

L'andamento nel tempo delle concentrazioni di solventi clorurati nei pozzi dell'acquedotto comunale è illustrato nei grafici di Fig. 4.1 e 4.2.

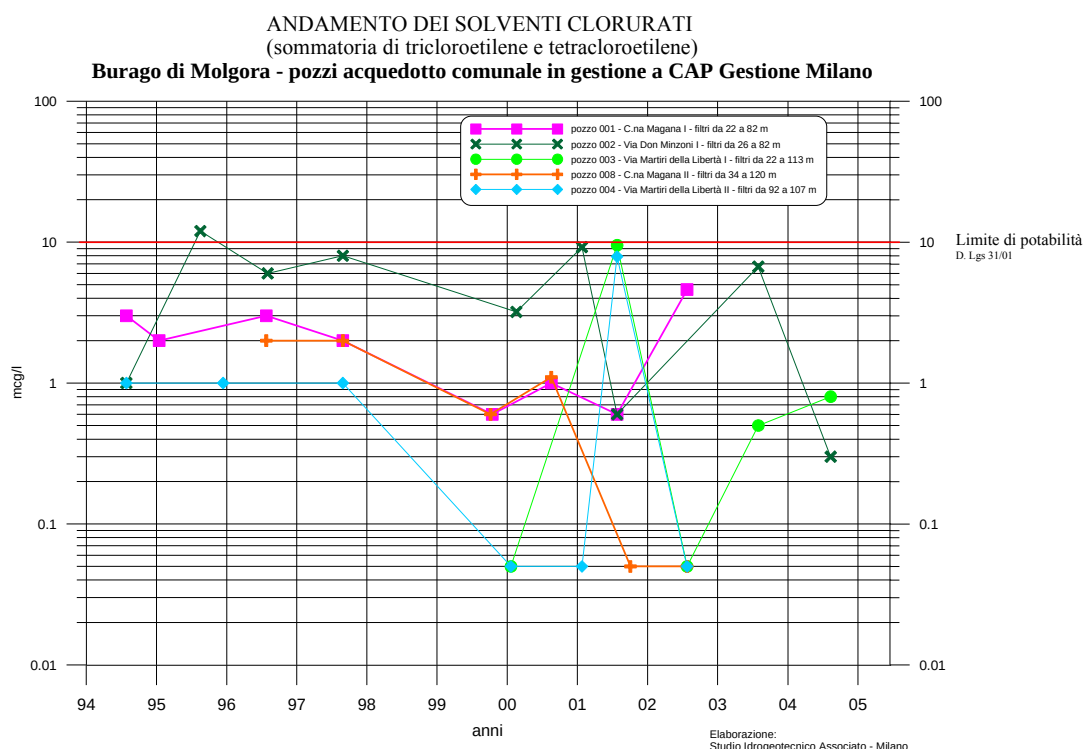
I dati sulla distribuzione dei solventi clorurati totali evidenziano la conformità delle acque captate a scopo idropotabile alla Concentrazione Massima Ammissibile (CMA 30 µg/l) prevista dal D.P.R. 236/88.



**Fig. 4.1**

Il trend osservabile dal grafico si mantiene sostanzialmente stabile per tutti i pozzi dell'acquedotto comunale, con valori generalmente inferiori ai 10 µg/l; i valori di picco registrati negli anni passati non superano comunque il valore di 15 µg/l (pozzo 002 di Via Don Minzoni I, pozzo 003 di Via Martiri della Libertà I e pozzo 004 di Via Martiri della Libertà II).

Considerando la sommatoria di tricloroetilene + tetracloroetilene e in relazione al limite di potabilità indicato dal D.Lgs. 31/01 (10 µg/l), si evidenzia una generale conformità delle acque captate al valore di 10 µg/l.

**Fig. 4.2**

Si segnala il suo superamento nel 1995 nelle acque captate dal pozzo 002 di Via Don Minzoni I, le cui determinazioni analitiche storiche hanno evidenziato valori anche talvolta prossimi al limite di potabilità.

#### 4.6 VULNERABILITÀ INTEGRATA DEGLI ACQUIFERI

Nella definizione del grado di vulnerabilità intrinseca (**Tav. 2a**) è stato utilizzato il Metodo della Legenda Unificata, messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR. Ad esso sono state applicate alcune modifiche per adattarlo alla situazione locale.

La vulnerabilità intrinseca di un'area viene definita principalmente in base alle caratteristiche ed allo spessore dei terreni attraversati dalle acque di infiltrazione (e quindi dagli eventuali inquinanti idroveicolati) prima di raggiungere la falda acquifera, nonché dalle caratteristiche della zona satura. Essa dipende sostanzialmente da quattro fattori che, per il territorio considerato, sono così definiti:

- *caratteristiche di permeabilità dell'unità acquifera e modalità di circolazione delle acque sotterranee in falda*: l'acquifero più superficiale è comune a tutta l'area ed è da considerarsi complessivamente omogeneo. Esso è caratterizzato dalla presenza di ghiaie e sabbie (possiede quindi un'elevata permeabilità



interstiziale) e dalla scarsità se non assenza di livelli continui di sedimenti fini (argille e/o torba) eventualmente limitanti la diffusione di inquinanti idroveicolati.

- *soggiacenza della falda*: i valori di soggiacenza, determinata in base ai valori delle linee isopiezometriche presenti in **Tav. 2**, rientrano nella classe < 35 m essendo i valori variabili tra 25 e 30 m di profondità da p.c.
- *caratteristiche litologiche e di permeabilità del non saturo*: la protezione della falda è condizionata dallo spessore e dalla permeabilità dei terreni soprafalda e dalla presenza di suoli e livelli argillosi in superficie.  
Considerata l'elevata permeabilità di tali depositi, nonché dell'unità acquifera ("Unità delle ghiaie"), la protezione dell'acquifero libero è rappresentata dalle sequenze fini sommitali e dallo stato di alterazione (con fenomeni di argillificazione sommitale) dei depositi fluviali e fluvio-glaciali. Lo spessore e le caratteristiche di tali sequenze, in considerazione della loro geometria lenticolare, possono variare sensibilmente nel territorio comunale di Burago di Molgora e sono tali da garantire una protezione molto limitata dell'acquifero libero.
- *presenza di corpi idrici superficiali*: in caso di presenza di corsi d'acqua sospesi rispetto alla superficie piezometrica, vi è la possibilità di ingressione diretta in falda di acque superficiali in ragione del loro ruolo di alimentazione.

L'incrocio dei quattro fattori descritti ha evidenziato una situazione che definisce un aumento del grado di vulnerabilità in senso centripeto verso il corso del Torrente Molgora (**Tav. 2a**). Una condizione peggiorativa è rappresentata dalla presenza del Torrente Molgora, sospeso rispetto alla superficie piezometrica e probabilmente alimentante l'acquifero. L'area dell'alveo viene conseguentemente definita a vulnerabilità estremamente elevata.

La sintesi delle informazioni raccolte ha permesso la delimitazione di tre aree omogenee contraddistinte da un differente grado di vulnerabilità intrinseca (da estremamente elevato ad alto), le cui caratteristiche sono riportate nella legenda di **Tav. 2a**.

In sintesi:

#### Area di affioramento dell'Unità Postglaciale

acquifero di tipo libero in materiale alluvionale con corso d'acqua (Torrente Molgora) sospeso rispetto alla piezometrica media della falda (alimentazione naturale), in corrispondenza di depositi fluviali (Unità Postglaciale). Soggiacenza di circa 25 m.

*Grado di vulnerabilità: estremamente elevato.*

Area di affioramento dell'Allogruppo di Besnate

acquifero di tipo libero, in materiale fluvioglaciale, con copertura superficiale di spessore limitato (inferiore a 3 m) in corrispondenza dei depositi dell'Allogruppo di Besnate. Soggiacenza di circa 30 m.

*Grado di vulnerabilità: elevato.*

Area di affioramento dell'Alloformazione della Specola

acquifero libero in materiale fluvioglaciale protetto superiormente dall'alterazione limoso-argillosa dei depositi dell'Alloformazione della Specola. Soggiacenza di circa di 35 m.

*Grado di vulnerabilità: alto.*

---

La vulnerabilità integrata considera, oltre alle caratteristiche naturali sopra elencate, la pressione antropica esistente sul sito, ed in particolare la presenza di "centri di pericolo", definibili come attività o situazioni non compatibili nella zona di rispetto dei pozzi ad uso potabile, ai sensi dell'art. 94 del D.Lgs. 152/06 e della D.G.R. n. 7/12693 del 10 aprile 2003.

In **Tav. 2a** sono stati riportati alcuni elementi di carattere puntuale che concorrono alla definizione della vulnerabilità integrata e che sono riconducibili alle seguenti categorie con riferimento alla Legenda Unificata del GNDICI – CNR:

Gli elementi cartografati sono riconducibili alle seguenti categorie:

*Principali soggetti ad inquinamento*

- **Pozzi pubblici di captazione a scopo idropotabile** (in rete), **pozzi privati**; è opportuno segnalare che i pozzi captanti acquiferi sovrapposti, oltre ad essere dei soggetti ad inquinamento, rappresentano essi stessi dei centri di pericolo per l'acquifero confinato in quanto costituiscono un'interruzione della continuità degli orizzonti di protezione.

*Preventori e/o riduttori di inquinamento*

- **Piattaforma ecologica-centro raccolta differenziata di RSU**, situata in prossimità della zona industriale all'inizio della Strada Vicinale per la Cascina Magana.
- **Zona di rispetto dei pozzi pubblici ad uso idropotabile**, definita con criterio geometrico (200 m) secondo il D.Lgs. 152/06 - D.G.R. n. 7/12693/03 per i pozzi 001, 002, 004, 005 e 008 e con criterio temporale per il pozzo 003, come da D.D.G. n. 70785 del 23/12/1997.

- **Impianto di depurazione intercomunale.** La depurazione delle acque reflue avviene tramite trattamento presso l'impianto di Vimercate (MI), gestito da Idra S.p.A.. Il convogliamento dei reflui al depuratore avviene attraverso un collettore di gestione Idra S.p.A. posizionato nella porzione meridionale del territorio comunale parallelamente al canale scolmatore della rete fognaria comunale che recapita direttamente nel Torrente Molgora.
- **Pozzi cementati.**

*Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei*

- **Corso d'acqua (Torrente Molgora) superficiale,** gravemente inquinato e alimentante l'acquifero superficiale. Lungo il suo percorso il Torrente Molgora è recapito di colature di acque piovane, colature di acque irrigue e di reflui fognari sia civili che industriali che rendono, in considerazione dei valori rilevati dei parametri chimico-fisici, le sue acque "non idonee per alcun utilizzo".

*Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei*

- **Tracciato fognario comunale** (aggiornato al giugno 2001), **collettore fognario e punti di allacciamento al collettore fognario.** Indipendentemente dalla presenza dell'impianto di depurazione di Vimercate (MI), in grado di prevenire maggiori problemi di inquinamento, le reti fognarie rappresentano dei centri di pericolo per l'eventuale presenza di perdite accidentali (deterioramento dell'impermeabilizzazione del fondo) o sistematiche (cattiva esecuzione di tratti della rete).
- **Punti di sfioro.** Sono stati ubicati i punti di sfioro del troppo pieno della fognatura comunale e il relativo recapito in corso d'acqua superficiale tramite canale scolmatore.
- **Punti di scarico in corpo d'acqua superficiale:** sono stati ubicati i punti di scarico di acque reflue industriali nel Torrente Molgora.
- **Area non collettata alla rete fognaria comunale,** localizzata a NE della Cascina Magana, al confine con il limite comunale di Ornago. E' in progetto un piano di recupero di tale area con la creazione di una vasca di fitodepurazione della capacità prevista di circa 600 m<sup>3</sup> (Fonte: Ufficio Tecnico Comunale).
- **Cimitero** (Viale Rimembranze).
- **Strade di grande traffico** (SP n. 200 - Via Santa Maria Molgora/Via Monte Grappa e SP n. 215 - Via per Ornago/Via XXV Aprile/Via Martiri della Libertà).
- **Insedimenti produttivi** considerati a rischio ai fini della contaminazione della falda.

In collaborazione con l'Ufficio Tecnico del Comune, sulla base del censimento delle attività produttive site in Burago di Molgora, si sono considerati ed ubicati quegli insediamenti la cui tipologia di lavorazione può prevedere lo stoccaggio di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo.

In particolare le categorie di attività ritenute "a rischio" sono le seguenti:

- Autofficina, carrozzerie
  - Falegnameria, trattamento del legno, produzione mobili
  - Carpenteria, torneria, metallurgia, officina meccanica, elettromeccanica, lavorazione alluminio
  - Autotrasporti, spedizionieri, deposito automezzi
  - Fonderie
  - Produzione e lavorazione materie plastiche e sintetiche
  - Concerie, fabbricazione e trattamento pellami
  - Industria chimica di base e in genere
  - Industria fotografica, laboratori fotografici, fotoincisione
  - Tintura e lavorazione fibre tessili
  - Produzione ed uso vernici, pitture e smalti
  - Azienda zootecnica, maneggio cavalli
  - Produzione di inchiostri per stampa, tipografia
  - Trattamento e ricopertura metalli, plastica
  - Florovivaista, garden
  - Industria elettronica
  - Produzione e lavorazione di cellulosa, carta e cartone
  - Industria cosmetica
  - Distributore di carburante e/o autolavaggio
  - Verniciatura (carrozzerie e verniciature artigianali)
  - Stampaggio e lavorazione materie plastiche
  - Impianto di depurazione
- **ex Aziende a rischio di incidente rilevante** ai sensi del D.Lgs. 334/99 modificato dal D.Lgs 238/05, il quale definisce i processi produttivi, la natura ed i quantitativi minimi di sostanze pericolose stoccabili presso le aziende.
- Nel territorio comunale di Burago di Molgora era presente (dati forniti dall'Ufficio Tecnico Comunale) la seguente industria, attualmente non più soggetta ad Art. 6 per variazione dei quantitativi di stoccaggio delle sostanze pericolose indicate nell'allegato 1 del D. Lgs. 334/99:
- Salchi Metalcoat s.r.l.**, Viale dell'Industria 3A/3B – stabilimento chimico per la produzione di vernici.
- Il ciclo produttivo dell'azienda prevede l'utilizzo in grandi quantitativi di solventi, tra i quali alcool butilico, nafta carbone, metossi propanolo, acetato di etile, acetato di butile, metossi 2 propil acetato e ciclo esanone, stoccati in serbatoi interrati dotati di pompe e linee per la distribuzione ai reparti lavorativi.

L'analisi per l'identificazione dei possibili rischi derivanti dall'attività dello stabilimento ha portato all'individuazione delle situazioni di rischio potenziale connesse alla manipolazione di sostanze classificate infiammabili; l'evento incidentale ritenuto più probabile è dato dalla formazione di una pozza causata da sversamenti di liquidi e la possibilità di un successivo incendio.

La movimentazione di sostanze classificate pericolose per l'ambiente non determina rischi di inquinamento delle falde acquifere o dei corsi d'acqua superficiali in quanto:

- in caso di sversamento, il flusso convogliato normalmente per il Torrente Molgora (Autorizzazione allo scarico in corso d'acqua superficiale N. 214/2002 del 12/12/2002) viene deviato verso una vasca di accumulo (trappola) mediante paratoie a chiusura automatica azionabile manualmente;
- le aree di movimentazione e stoccaggio dei materiali pericolosi sono impermeabilizzate e provviste di pavimentazione con cordoli e bacini di contenimento.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA E PEDOLOGICA

### 5.1 PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La classificazione del territorio su base geologico-tecnica ha seguito le indicazioni delle D.G.R. n.8/1566/2005, che raccomandano l'effettuazione di una prima caratterizzazione geotecnica sulla base dei dati disponibili e delle osservazioni dirette.

A tale scopo sono stati considerati i dati derivanti dai punti stratigrafici di riferimento quali spaccati naturali o artificiali presso cantieri edili accessibili, in corso nelle aree urbanizzate.

Ad integrazione delle osservazioni direttamente effettuate, si è tenuto conto di quanto emerso da indagini geognostiche precedentemente effettuate per specifici interventi sul territorio di Burago di Molgora.

In **Tav. 4** è riportata l'ubicazione delle aree oggetto di indagine geotecnica specifica di cui si dispone della documentazione appositamente fornita dall'Ufficio Tecnico Comunale (aree IGT da 1 a 5), accompagnata dalla rappresentazione schematica di alcuni dei dati consultati; per un maggior dettaglio di tali indagini si vedano il **paragrafo 5.4** e l'**allegato 4**.

La caratterizzazione pedologica dei terreni è stata effettuata tramite l'analisi delle unità cartografiche riportate nella pubblicazione "Progetto Carta Pedologica – I Suoli della pianura e collina varesina", edita da ERSAL – 1999 (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia).

L'elaborazione dei dati a disposizione ha permesso la definizione di **tre** unità con caratteristiche geomorfologiche, litologiche, pedologiche e geotecniche omogenee, le cui principali caratteristiche sono di seguito riportate e i cui limiti sono riportati in **Tav. 4**.

#### AREA A

Caratteri morfologici: alveo del Torrente Molgora e aree ad esso circostanti delimitate e separate da orli di terrazzo dalla piana circostante. Tali aree sono caratterizzate da un debole dislivello altimetrico rispetto alla quota dell'alveo attivo e pertanto potenzialmente esondabili.

Caratteri litologici: depositi fluviali e alluvionali costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto sia di clasti che di matrice sabbiosa e da sabbie e limi con intercalazioni ghiaiose. Profilo di alterazione scarso con suoli assenti o poco sviluppati.

Caratteri pedologici: 67 – FGA1, suoli profondi su ghiaie sabbiose con limo, scheletro comune in superficie, frequente in profondità, tessitura media in superficie, moderatamente grossolana da 80 a 100 cm, reazione subalcalina, saturazione alta, calcarei, drenaggio buono.

Assetto geologico-tecnico: terreni granulari da mediamente a ben addensati con buone caratteristiche geotecniche. Locale presenza di terreni superficiali fini coesivi con discrete/scadenti caratteristiche geotecniche.

Drenaggio delle acque: drenaggio delle acque buono sia in superficie che in profondità. Localmente difficoltoso per la presenza di depositi fini sommitali a ridotta permeabilità.

## **AREA B**

Caratteri morfologici: pianura principale con blande ondulazioni, più marcate verso Nord, interpretabili come relitti di paleovalvei.

Caratteri litologici: depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie in prevalenza a supporto di matrice sabbiosa fine, più raramente a supporto clastico. Alla sommità sono presenti sedimenti fini e rari ciottoli. Profilo di alterazione da poco a mediamente sviluppato con spessore massimo di 3 m.

Caratteri pedologici: 37 – TCC1, suoli poco profondi su ghiaie e sabbie calcaree, scheletro comune o frequente in superficie, abbondante da 30-50 cm di profondità, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione subacida, talvolta neutra in profondità, saturazione bassa o molto bassa in superficie, media e alta in profondità, drenaggio buono.

44 – RSO1, suoli molto profondi su ghiaie e sabbie non calcaree mediamente alterate, con coperture fini di origine colluviale (60-120 cm) nelle fasce alla base dei versanti, scheletro da scarso a frequente in superficie, abbondante oltre 80-100 cm, tessitura media in superficie, moderatamente grossolana in profondità, reazione subacida, in genere neutra oltre 1 m, saturazione bassa o molto bassa in superficie, bassa o media in profondità, drenaggio buono.

Assetto geologico-tecnico: terreni granulari da mediamente a molto addensati con buone caratteristiche geotecniche ed elevata permeabilità a partire da 3.0 m da p.c.. Terreni coesivi superficiali con discrete/scadenti caratteristiche geotecniche.

Drenaggio delle acque: drenaggio delle acque rapido a partire da 1.5÷2.0 m di profondità.

## **AREA C**

Caratteri morfologici: terrazzi più rilevati con scarpate dolci di raccordo alla piana principale.

Caratteri litologici: depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di clasti con matrice fine da sabbiosa a limoso argillosa, talora abbondante. Profilo di alterazione mediamente evoluto con spessore superiore a 3.0 m. Alla sommità presenti sedimenti fini massivi da limoso sabbiosi a limoso argillosi.

Caratteri pedologici: 24 – VLO1, suoli molto profondi, su ghiaie sabbioso-ciottolose mediamente alterate, scheletro scarso in superficie, abbondante da 100-150 cm di profondità, tessitura media, reazione subacida, talvolta neutra in profondità, saturazione bassa, drenaggio buono.

Assetto geologico-tecnico: terreni coesivi superficiali con discrete/scadenti caratteristiche geotecniche, mediamente sino a 4 m di profondità. Oltre, terreni granulari da mediamente a ben addensati con caratteristiche geotecniche migliori.

Drenaggio delle acque: drenaggio delle acque difficoltoso in superficie e nel primo sottosuolo, con progressivo aumento della permeabilità in profondità.

## 5.2 ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO-TECNICO, IDROGEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Oltre alle aree descritte, trovano espressione sul territorio alcuni elementi areali e lineari, riportati in **Tav. 4**, da considerare nella pianificazione urbanistica, quali:

- *Rete acquedottistica.*
- *Reticolo idrografico.*
- *Aree circostanti l'alveo del Torrente Molgora, caratterizzate da un debole dislivello altimetrico rispetto alla quota dell'alveo attivo e pertanto potenzialmente esondabili.*
- *Elementi naturali ed opere di difesa spondale lungo il Torrente Molgora (tratti di sponda o alveo con fenomeni di erosione/colluvio e dissesti, argini in terra e/omuratura, muri in cemento armato, rivestimenti con blocchi di pietra tipo scogliere).*
- *Servizi/attrezzature di interesse collettivo (scuole, servizi, centri di culto, oratori, attrezzature sportive, ospedale, verde pubblico).*
- *Sito oggetto di interventi di bonifica ai sensi del D.M. 471/99I:* sono stati effettuati interventi di bonifica della falda presso la ditta Bburago di Via Galilei. Il sito manca ancora della certificazione di avvenuta bonifica da parte della competente Provincia di Milano pur essendoci una nota datata 4 febbraio 2002 (Prot. N. 1147/02) dell'ARPA - Dipartimento di Milano 3 - Servizio Territoriale di Ornago, nella quale si esprime parere tecnico sui referti d'analisi relativi alle acque sollevate dal pozzo barriera presso la ditta stessa. La nota dichiara conclusi gli interventi di bonifica e propone il mantenimento delle buone condizioni di manutenzione del pozzo barriera per il monitoraggio periodico dell'acquifero.

## 5.3 SINTESI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DISPONIBILI



Nel presente paragrafo si descrivono in sintesi le indagini geognostiche effettuate da terzi a supporto di specifici progetti realizzati ai sensi del D.M. 11/3/1988.

L'ubicazione delle suddette indagini è riportata in **Tav. 4**, mentre in **All. 4** si riporta la documentazione relativa a tali indagini.

#### **IGT 1 – Piano di Lottizzazione PEC1a**

Committente: Arch. Pozza Claudio

Autore: Geoinvest s.r.l., Piacenza – febbraio 2000

Argomento: Indagine geognostica per cantiere di Burago di Molgora (MI)

Indagini: sono state effettuate 13 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT), distribuite in corrispondenza dei vari edifici

Stratigrafia: dai dati geotecnici si è desunta la seguente stratigrafia:

- Livello a (da p.c. a -3 m circa): argilla sabbiosa limosa, molle o sabbia argillosa limosa sciolta;
- Livello b (da -3 m circa a -5 m circa): sabbia e argilla con ghiaia alterata o ghiaia e sabbia;
- Livello c (da -5 m circa a -8 m circa): ghiaia alterata con sabbia e argilla.

Profondità acqua: soggiacenza superiore a 20 m da p.c.

#### **IGT 2 – Via XXV Aprile**

Committente: Immobiliare Besana SpA

Autore: Studio Geologico Tecnico Lecchese - Gennaio 2005

Argomento: Relazione geologica e relazione geotecnica ai sensi del D.M. 11/3/88 per realizzazione fabbricato industriale nel comune di Burago di Molgora (MI)

Indagini: sono state effettuate 5 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT), in corrispondenza delle pareti perimetrali e al centro dell'edificio in progetto

Stratigrafia: dai dati geotecnici si è desunta la seguente stratigrafia:

| <b>Profondità<br/>m da p.c.</b> | <b>Nspt</b> | <b>Granulometria<br/>prevalente</b> |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| 0.0 - 2.0/3.2                   | 2 - 6       | Sabbia media                        |
| 2.0/3.2 -<br>3.0/7.6            | 16 - 18     | Sabbia grossolana                   |
| 3.0/7.6 -<br>3.8/8.4            | 40 - 62     | Ghiaia sabbiosa                     |
| oltre 3.8/8.4                   | > 100       | Depositi cementati                  |

#### **IGT 3 – Via Martin Luther King**

Committente: ESSE DI s.r.l.

Autore: Geoplanet - marzo 2005

Argomento: Indagine geologico tecnica ai sensi del D.M. 11/3/88 per realizzazione edificio residenziale, in via Martin Luther King, nel comune di Burago di Molgora (MI)

Indagini: sono state effettuate 4 prove penetrometriche dinamiche continue pesanti (SCPT)

Stratigrafia: dai dati geotecnici si è desunta la seguente stratigrafia:

| <b>Profondità<br/>m da p.c.</b> | <b>Nspt</b> | <b>Granulometria<br/>prevalente</b> |
|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| 0.0 - 3.0                       | 2 - 4       | Sabbia media                        |
| 3.0 - 3.3/5.1                   | 15 - 23     | Sabbia grossolana                   |
| 3.3/5.1 -<br>4.2/6.0            | 47 - 64     | Ghiaia sabbiosa                     |
| oltre 4.2/6.0                   | > 100       | Depositi cementati                  |

#### **IGT 4 – Via Donizzetti**

Committente: EDILDOS

Autore: Dott. Geol. Riccardo Cortiana - dicembre 2001

Argomento: Relazione geologico-tecnica per la costruzione di edifici residenziali nel comune di Burago di Molgora (MI)

Indagini: sono state effettuate 9 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

Stratigrafia: dai dati geotecnici si è desunta la seguente stratigrafia:

| <b>Profondità<br/>m da p.c.</b> | <b>Caratteristiche litologiche</b>                                                        |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0.00 - 0.60                     | Orizzonte superficiale costituito da terreno di coltura                                   |
| 0.60 -<br>2.00/2.50             | Livello costituito da limo sabbioso debolmente ghiaioso con grado di addensamento modesto |
| > 2.40                          | Ghiaia e sabbia con addensamento elevato                                                  |

#### **IGT 5 – Via Mazzini**

Committente: Coop. Edile GIOVANNI XXIII

Autore: Studio Geoplan - 31 gennaio 2003

Argomento: Relazione geotecnica su terreno di fondazione per nuovo edificio residenziale in Burago di Molgora (MI) - Via Mazzini

Indagini: sono state effettuate 5 prove penetrometriche dinamiche continue (SCPT)

### **5.4 PARAMETRI GEOTECNICI**

Per ciascuna area geotecnica la parametrizzazione dei valori geotecnici di sottosuolo è stata condotta reinterpretando i risultati delle indagini disponibili, al fine di assicurare un più omogeneo trattamento dei dati di base.

I parametri geotecnici indicati nelle tabelle seguenti sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche continue disponibili e dai risultati delle prove SPT in foro di sondaggio.

In particolare, per ciò che riguarda l'elaborazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche, è stato utilizzato un programma di calcolo che, in base alle correlazioni più comunemente accettate, permette di definire i principali parametri geotecnici, una volta noti i valori di resistenza alla penetrazione standard ( $N_{SPT}$ ) direttamente ricavata dalla resistenza alla penetrazione dinamica ( $N_{30}$ ) misurata nelle prove condotte secondo la correlazione:

$$N_{30} \approx 0.5 N_{SPT} \quad (\text{Cestari, 1990})$$

Sulla base di tali valori e dei valori di  $N_{SPT}$  direttamente misurati all'interno di perforazioni di sondaggio, sono quindi stati calcolati i corrispondenti valori corretti in funzione del confinamento laterale ( $N_1$ ), i valori di densità relativa e angolo di attrito dei terreni di natura prevalentemente non coesiva, i valori di coesione non drenata dei terreni di natura coesiva, i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio ed il modulo di elasticità.

In particolare i valori di  $N_1$  sono stati ottenuti a partire dai valori di  $N_{SPT}$  sulla base della seguente equazione:

$$N_1 = N_{SPT} / \sigma'_{vo}{}^{0.56} \quad [\text{Jamiolkowski et al., 1985}]$$

La densità relativa è stata calcolata a partire dai valori di  $N_1$  in accordo alle seguenti equazioni, ricavate dall'analisi di numerose evidenze sperimentali [Skempton, 1986]:

$$Dr = [(N_1)_{60} / (71.7 * (N_1)_{60} - 0.056)]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} > 8$$

$$Dr = [(N_1)_{60} / (296.6 * (N_1)_{60} - 0.728)]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} \leq 8$$

dove  $(N_1)_{60} = N_1$  in base a considerazioni relative al rendimento medio dell'attrezzatura impiegata per le prove SPT, pari a circa il 60%

L'angolo di attrito dei terreni investigati è stato determinato sulla base dei valori di densità relativa e della natura dei terreni attraversati, in accordo alla procedura US NAVY - NAV FAC DM7 - 1982.

Per la determinazione dei parametri di deformabilità dai valori di resistenza alla penetrazione standard  $N_{SPT}$  calcolati sono stati ricavati i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  [m/s] attraverso la correlazione di Yoshida *et al.* (1988):

$$V_S = 55 \cdot N_{SPT}^{0.25} \cdot \sigma'_{v0}{}^{0.14}$$

A partire dai valori di  $V_S$ , sono stati calcolati i valori di modulo di elasticità iniziale  $E_i$  dalle relazioni  $G_i = \gamma \cdot V_S^2$  (dove  $G_i$  rappresenta il modulo di taglio iniziale e  $\gamma$  il peso di volume del terreno) e  $E_i = G_i \cdot 2(1 + \mu)$ , dove  $\mu$  è il coefficiente di Poisson del terreno assunto pari a 0.35. Dai valori di  $E_i$  sono quindi stati ricavati, sulla base delle curve di decadimento del modulo di elasticità in funzione della deformazione, i moduli di elasticità drenati; in particolare il valore del modulo operativo è stato ricavato sulla base del rapporto  $E_i / E = 10$  per i valori di deformazione di riferimento. Si precisa che il modulo operativo così determinato rappresenta un modulo in condizioni drenate  $E'$  per quanto concerne i terreni di natura granulare, ed un modulo in condizioni non drenate  $E_u$  per quanto concerne i terreni di natura coesiva.

Per quanto concerne i conglomerati ben cementati del Ceppo dell'Adda presenti con continuità a profondità mediamente superiori a 10 m da p.c. e con spessori medi di circa 30÷40 m, la caratterizzazione è stata basata sul modello costitutivo proposto da Hoek-Brown:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \cdot \left[ \left( m_b \cdot \frac{\sigma_3}{\sigma_c} \right) + s \right]^a$$

ove:

- $\sigma_1$ : sforzo principale massimo applicato a rottura;
- $\sigma_3$ : sforzo principale minimo applicato a rottura;
- $\sigma_{ci}$ : resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- $m_b$ ;  $s$ ;  $a$ : coefficienti dipendenti dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso.

L'utilizzo del criterio di Hoek-Brown per la modellazione del comportamento degli ammassi rocciosi fratturati si basa su tre proprietà intrinseche degli stessi:

- $\sigma_{ci}$ : resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- $m_i$ : costante di Hoek-Brown relativa alla roccia intatta;
- GSI: valore del Geological Strength Index relativo all'ammasso roccioso.

La resistenza di un ammasso roccioso fratturato dipende, quindi, dalle proprietà del materiale roccia intatto di cui è costituito e, attraverso il GSI, dalle condizioni di fratturazione ed alterazione che lo caratterizzano.

Il valore del Geological Strength Index (GSI) deriva da quello del Rock Mass Rating, attraverso la relazione:

$$GSI = RMR' - 5$$

e dal valore del Q-System tramite la relazione:

$$GSI = 9 \ln Q' + 44$$

La prima relazione è applicabile per valori di  $GSI > 25$  ovvero  $URMR < 30$ ; per ammassi rocciosi di qualità più scadente risulta è più corretto ottenere il valore di GSI attraverso la seconda relazione. In alternativa l'Autore suggerisce l'utilizzo di tabelle comparative attraverso cui è possibile stimare direttamente in sito l'intervallo rappresentativo del GSI dell'ammasso roccioso affiorante.

I parametri riportati nei paragrafi successivi sono stati ottenuti in funzione delle seguenti relazioni.

#### Coefficienti $m_b$ – $s$ – $a$ caratteristici dell'ammasso roccioso

I parametri che descrivono la resistenza dell'ammasso roccioso sono calcolati come segue:

$$m_b = m_i \exp \left[ \frac{GSI - 100}{28 - 14D} \right]$$

$$s = \exp \left[ \frac{GSI - 100}{9 - 3D} \right]$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} (e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

Ove D è un fattore dipendente dal grado di disturbo cui è soggetto l'ammasso roccioso in relazione alla metodologia di scavo e agli sforzi tensionali presenti ( $0 \leq D \leq 1$ ; valore nullo per ammasso indisturbato).

#### Resistenza a compressione dell'ammasso roccioso

La resistenza d'ammasso è ottenibile dalle relazioni:

$$\sigma_c = \sigma_{ci} * s^a$$

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \cdot \frac{(m_b + 4s - a(m_b - 8s))(m_b / 4 + s)^{a-1}}{2(1+a)(2+a)}$$

ove:

- $\sigma_c$  = resistenza a compressione monoassiale dell'ammasso roccioso ottenuta dal criterio di rottura di Hoek-Brown ( $\sigma_1$  per  $\sigma_3=0$ );
- $\sigma_{cm}$  = resistenza a compressione globale dell'ammasso roccioso.

La  $\sigma_{cm}$  esprime il comportamento globale di un ammasso roccioso in condizioni di scarso confinamento; le dimensioni della zona soggetta a tali condizioni risultano nella realtà pratica superiori a quelle della zona localizzata in cui si ha effettivamente  $\sigma_3=0$ , per cui nell'insieme la resistenza ( $\sigma_{cm}$ ) risulta maggiore a quella limite ( $\sigma_c$ ).

#### Coesione e angolo di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso

I valori dell'angolo di resistenza al taglio “ $\varphi$ ” e della coesione “ $c$ ” che esprimono la resistenza del materiale secondo il criterio di rottura lineare di Mohr-Coulomb sono espressi attraverso le seguenti relazioni:

$$\varphi = \sin^{-1} \left[ \frac{6am_b(s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b(s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}} \right]$$

$$c = \frac{\sigma_{ci}[(1+2a)s + (1-a)m_b\sigma_{3n}](s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a) \sqrt{1 + \frac{6am_b(s + m_b\sigma_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)}}}$$

ove:

- $\sigma_{3n} = \sigma_{3max}/\sigma_{ci}$
- $\sigma_{3max} = \sigma_{cm} \cdot 0.47 \left( \frac{\sigma_{cm}}{\gamma H} \right)^{-0.94}$  (H = profondità)

#### Modulo di Deformazione

Il valore del Modulo di deformazione dell'ammasso roccioso è ottenibile tramite le relazioni:

$$E = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} \cdot 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)} \quad [\text{GPa}] \quad \text{per } \sigma_{ci} < 100 \text{ MPa}$$

$$E = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot 10^{\left(\frac{GSI-10}{40}\right)} \quad [\text{GPa}] \quad \text{per } \sigma_{ci} > 100 \text{ MPa}$$

Si precisa che in assenza di indagini geotecniche relative al substrato conglomeratico all'interno del territorio comunale di Burago di Molgora, per la sua caratterizzazione si è fatto riferimento alle indagini condotte nell'ambito del

progetto di ampliamento alla IV corsia dell'autostrada A4 Milano-Bergamo, mentre lo spessore dell'unità è stato individuato sulla base delle stratigrafie di numerosi pozzi per approvvigionamento idrico presenti nel territorio esaminato.

#### 5.4.1 Caratterizzazione geologico-tecnica

Di seguito si riporta il modello geotecnico ottenuto per ciascuna area omogenea in cui i valori riportati rappresentano rispettivamente il valore caratteristico (5° percentile) e la media della distribuzione statistica.

##### Area Omogenea 1

Coincide con l'insieme delle aree **A** e **B** di cui al paragrafo 5.1 che sono state accorpate in ragione della sostanziale omogeneità litologica.

**UNITÀ A:** *sabbie e sabbie limose con ghiaia e ciottoli eterometrici*

|                                               |            |   |                      |                   |
|-----------------------------------------------|------------|---|----------------------|-------------------|
| Resistenza alla penetrazione standard media   | $N_{SPT}$  | = | 4÷10                 | colpi/30 cm       |
| Peso di volume naturale                       | $\gamma_n$ | = | 18                   | kN/m <sup>3</sup> |
| Stato di addensamento                         |            | = | mediamente addensato |                   |
| Densità relativa                              | $D_r$      | = | 0.35÷0.60            |                   |
| Angolo d'attrito efficace                     | $\phi'$    | = | 30÷33                | °                 |
| Coesione efficace                             | $c'$       | = | 0                    | kPa               |
| Velocità di propagazione delle onde di taglio | $V_s$      | = | 90÷145               | m/s               |
| Modulo di elasticità drenato                  | $E'$       | = | 4÷11                 | MPa               |
| Spessore (medio)                              |            | = | 3÷4                  | m                 |

**UNITÀ B:** *Ghiaie a supporto di matrice, più raramente clastico, in matrice sabbioso-limosa con locali livelli cementati e lenti a minor addensamento (B')*

|                                               |            |   |                                |                   |
|-----------------------------------------------|------------|---|--------------------------------|-------------------|
| Resistenza alla penetrazione standard media   | $N_{SPT}$  | = | 30÷65                          | colpi/30 cm       |
| Peso di volume naturale                       | $\gamma_n$ | = | 19                             | kN/m <sup>3</sup> |
| Stato di addensamento                         |            | = | da addensato a molto addensato |                   |
| Densità relativa                              | $D_r$      | = | 0.75÷0.95                      |                   |
| Angolo d'attrito efficace                     | $\phi'$    | = | 37÷40                          | °                 |
| Coesione efficace                             | $c'$       | = | 0                              | kPa               |
| Velocità di propagazione delle onde di taglio | $V_s$      | = | 230÷290                        | m/s               |
| Modulo di elasticità drenato                  | $E'$       | = | 30÷45                          | MPa               |
| Spessore (medio)                              |            | = | 5÷6                            | m                 |

**UNITÀ B':** *Ghiaie a supporto di matrice, in matrice sabbioso-limosa*

|                                               |            |   |                      |                   |
|-----------------------------------------------|------------|---|----------------------|-------------------|
| Resistenza alla penetrazione standard media   | $N_{SPT}$  | = | 8÷20                 | colpi/30 cm       |
| Peso di volume naturale                       | $\gamma_n$ | = | 18                   | kN/m <sup>3</sup> |
| Stato di addensamento                         |            | = | mediamente addensato |                   |
| Densità relativa                              | $D_r$      | = | 0.35÷0.55            |                   |
| Angolo d'attrito efficace                     | $\phi'$    | = | 31÷34                | °                 |
| Coesione efficace                             | $c'$       | = | 0                    | kPa               |
| Velocità di propagazione delle onde di taglio | $V_s$      | = | 168÷220              | m/s               |
| Modulo di elasticità drenato                  | $E'$       | = | 14÷25                | MPa               |
| Spessore (medio)                              |            | = | 1÷2                  | m                 |

**UNITÀ C:** *Ghiaie a supporto elastico ben cementate.*

*Materiale roccia integro:*

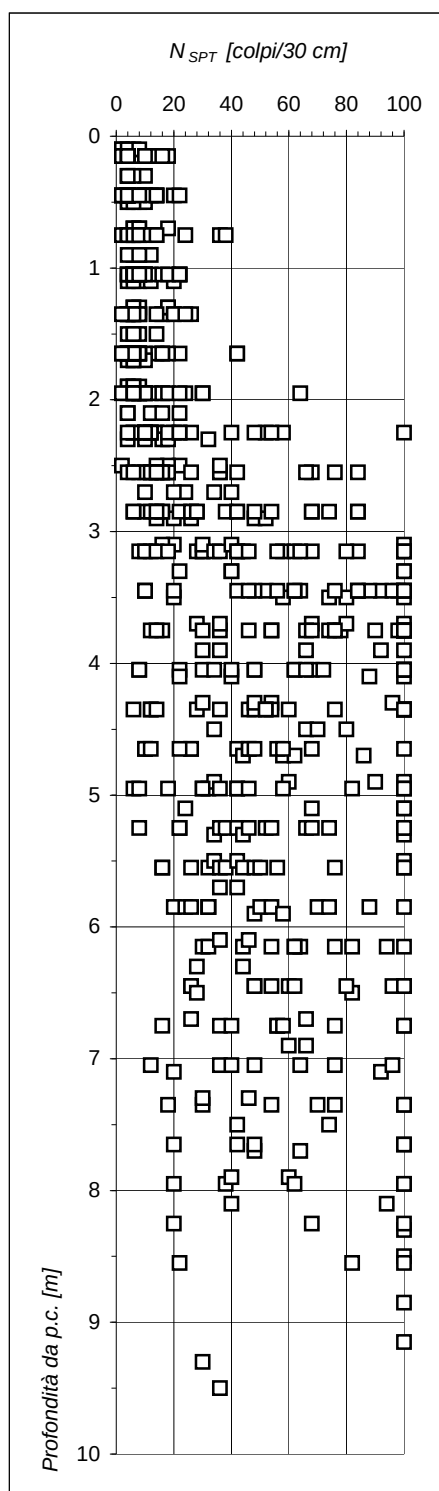
|                                       |               |   |      |     |
|---------------------------------------|---------------|---|------|-----|
| Resistenza a compressione monoassiale | $\sigma_{ci}$ | = | 6÷20 | MPa |
| Parametro dell'involuppo di rottura   | $m_i$         | = | 21   |     |

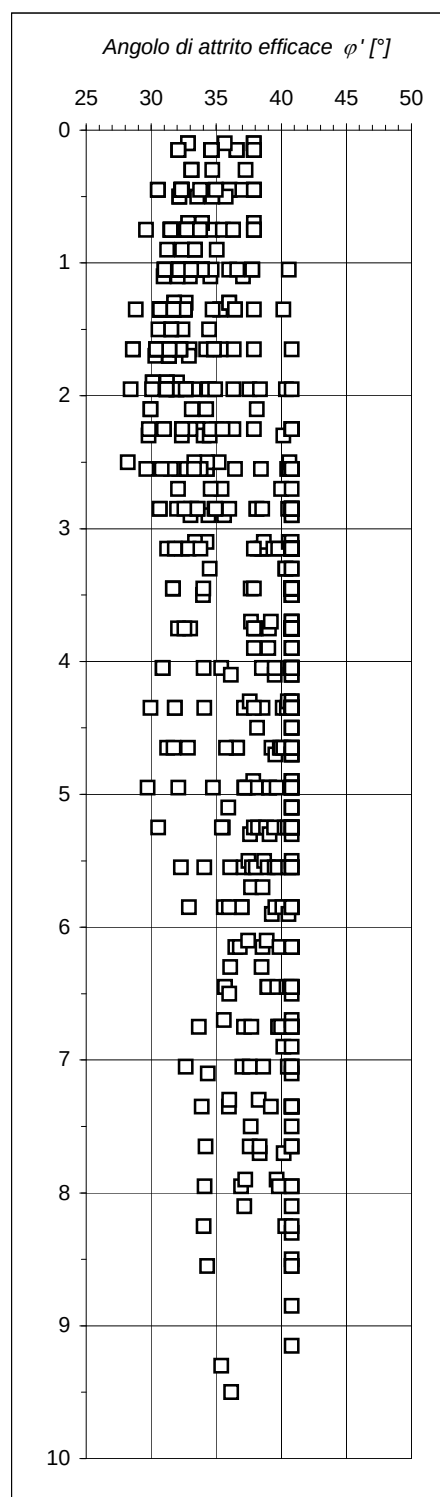
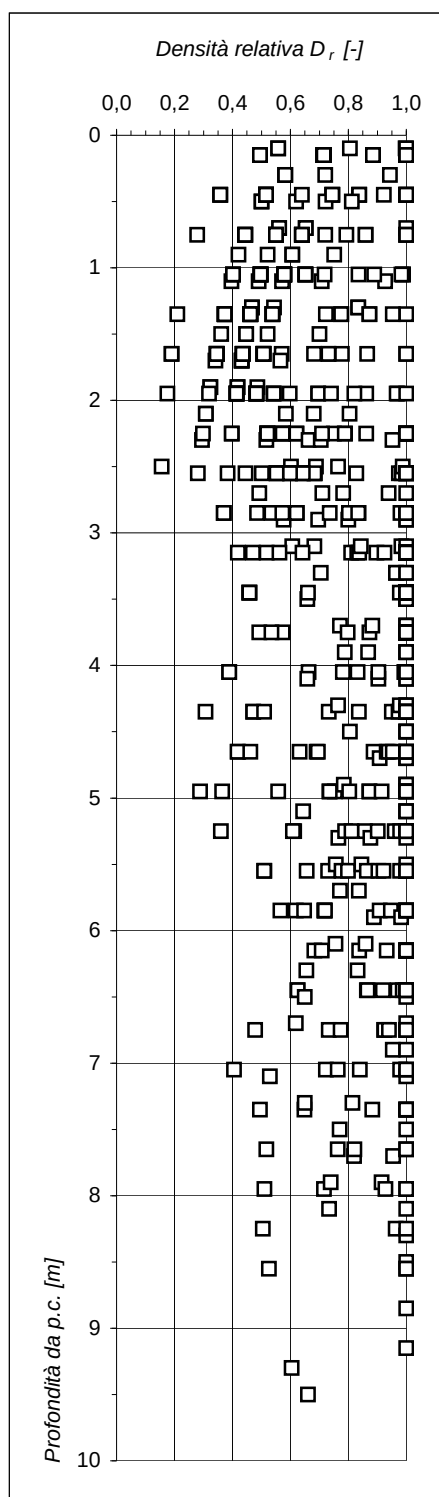
*Ammasso roccioso:*

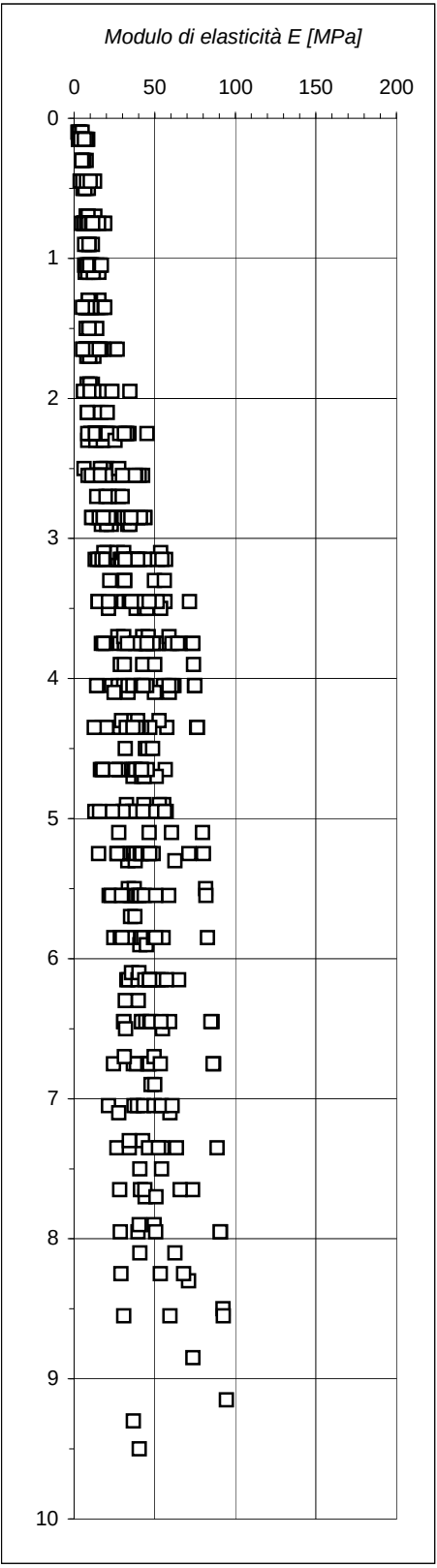
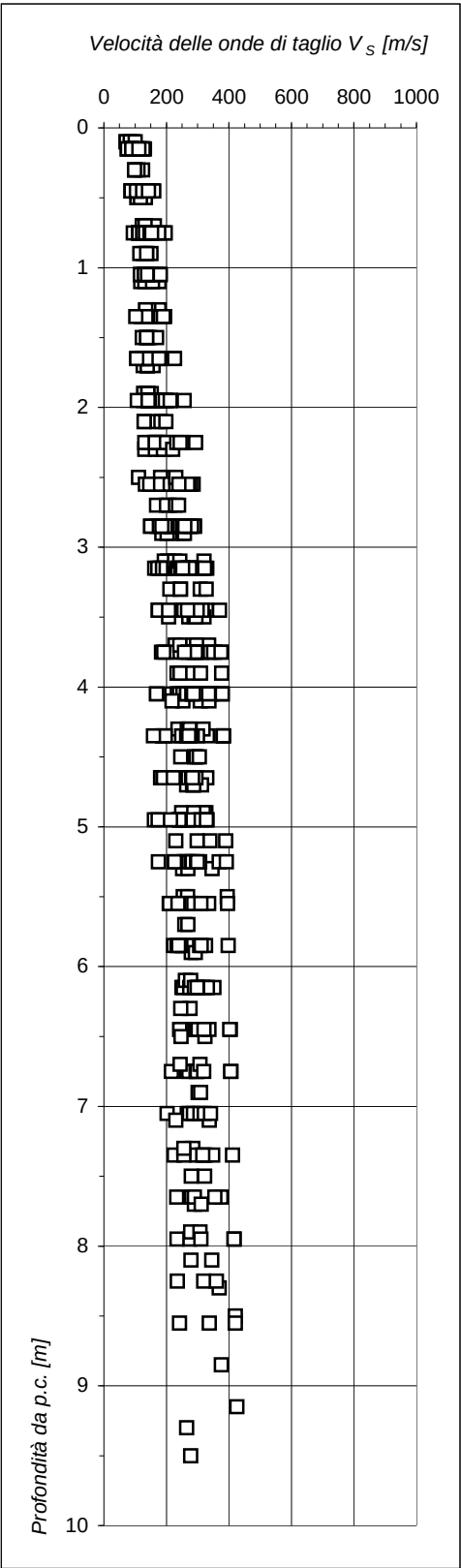
|                                                   |               |   |           |                   |
|---------------------------------------------------|---------------|---|-----------|-------------------|
| Peso di volume naturale                           | $\gamma_n$    | = | 23.0      | kN/m <sup>3</sup> |
| Percentuale in carotaggio modificata              | RQD           | = | 50÷90     | %                 |
| Geological Strength Index (Hoek, Kaiser e Badwen) | GSI           | = | 60÷65     |                   |
| Parametro dell'involuppo di rottura               | $m_b$         | = | 5.0÷6.0   |                   |
| Parametro dell'involuppo di rottura               | $s$           | = | 0.01÷0.02 |                   |
| Parametro dell'involuppo di rottura               | $a$           | = | 0.50      |                   |
| Angolo di attrito efficace                        | $\phi'$       | = | 40÷41     | °                 |
| Coesione efficace                                 | $c'$          | = | 450÷1500  | kPa               |
| Resistenza a compressione monoassiale             | $\sigma_c$    | = | 0.6÷2.9   | MPa               |
| Resistenza globale                                | $\sigma_{cm}$ | = | 1.8÷6.8   | MPa               |
| Modulo di elasticità d'ammasso                    | $E_m$         | = | 4÷11      | Gpa               |
| Velocità delle onde di taglio                     | $V_s$         | = | 600÷1800  | m/s               |
| Spessore (medio)                                  |               | = | 30÷40     | m                 |

L'andamento dei principali parametri geotecnici all'interno delle unità di copertura del substrato conglomeratico è mostrata nei seguenti grafici:









**Area Omogenea 2**

Coincide con l'area C di cui al paragrafo 5.1 della presente relazione.

**UNITÀ A:** *limi sabbioso-argillosi*

|                                               |            |   |                      |                   |
|-----------------------------------------------|------------|---|----------------------|-------------------|
| Resistenza alla penetrazione standard media   | $N_{SPT}$  | = | 4÷7                  | colpi/30 cm       |
| Peso di volume naturale                       | $\gamma_n$ | = | 18                   | kN/m <sup>3</sup> |
| Stato di addensamento                         |            | = | mediamente addensato |                   |
| Densità relativa                              | $D_r$      | = | 0.30÷0.60            |                   |
| Angolo d'attrito efficace                     | $\phi'$    | = | 29÷32                | °                 |
| Coesione efficace                             | $c'$       | = | 0                    | kPa               |
| Velocità di propagazione delle onde di taglio | $V_s$      | = | 100÷130              | m/s               |
| Modulo di elasticità drenato                  | $E'$       | = | 5÷8                  | MPa               |
| Spessore (medio)                              |            | = | 3÷4                  | m                 |

**UNITÀ B:** *Ghiaie a supporto di matrice, più raramente clastico, in matrice sabbioso-limosa*

|                                               |            |   |                                      |                   |
|-----------------------------------------------|------------|---|--------------------------------------|-------------------|
| Resistenza alla penetrazione standard media   | $N_{SPT}$  | = | 18÷25                                | colpi/30 cm       |
| Peso di volume naturale                       | $\gamma_n$ | = | 18.5                                 | kN/m <sup>3</sup> |
| Stato di addensamento                         |            | = | da mediamente addensato ad addensato |                   |
| Densità relativa                              | $D_r$      | = | 0.50÷0.75                            |                   |
| Angolo d'attrito efficace                     | $\phi'$    | = | 32÷35                                | °                 |
| Coesione efficace                             | $c'$       | = | 0                                    | kPa               |
| Velocità di propagazione delle onde di taglio | $V_s$      | = | 175÷220                              | m/s               |
| Modulo di elasticità drenato                  | $E'$       | = | 15÷25                                | MPa               |
| Spessore (medio)                              |            | = | 4÷6                                  | m                 |

**UNITÀ C:** *Ghiaie a supporto clastico ben cementate.**Materiale roccia integro:*

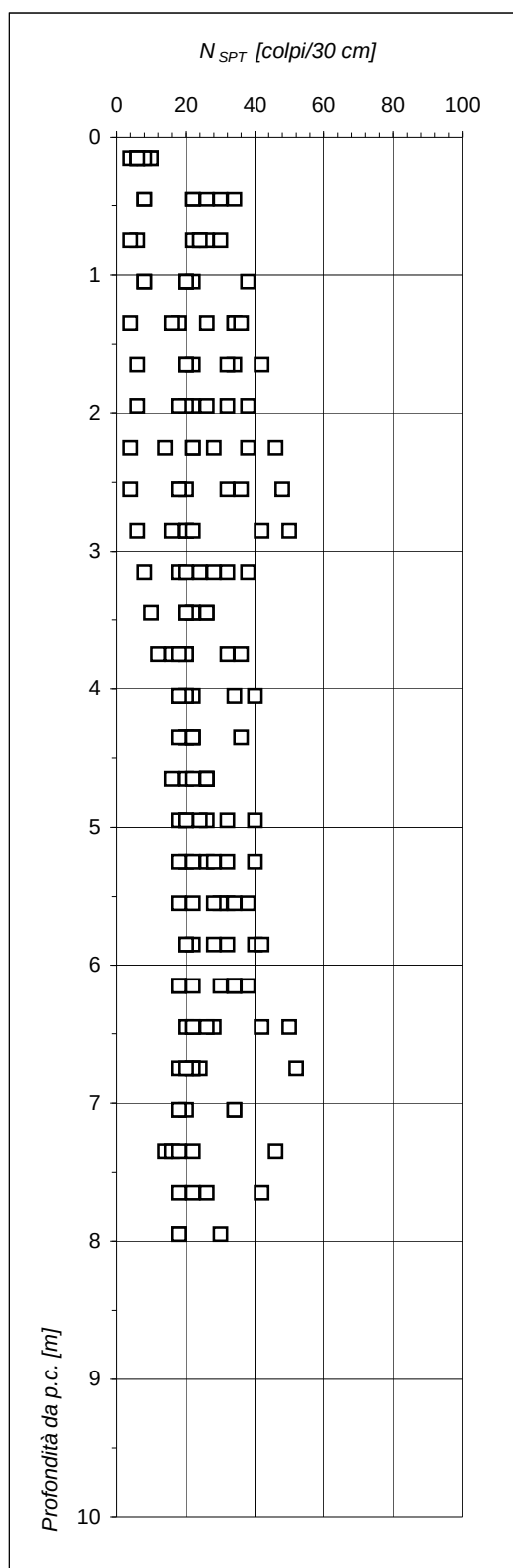
|                                       |               |   |      |     |
|---------------------------------------|---------------|---|------|-----|
| Resistenza a compressione monoassiale | $\sigma_{ci}$ | = | 6÷20 | MPa |
| Parametro dell'involuppo di rottura   | $m_i$         | = | 21   |     |

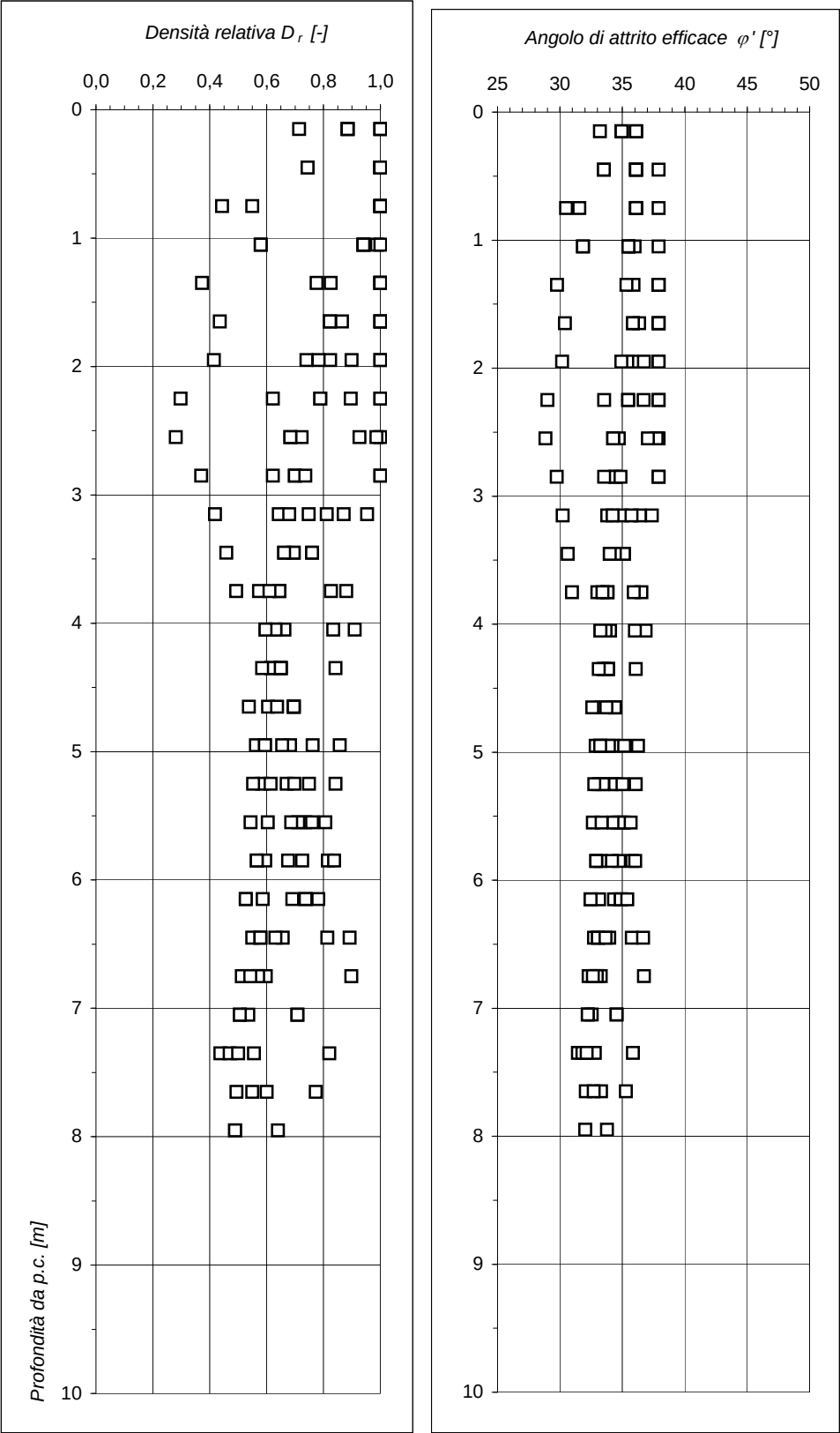
*Ammasso roccioso:*

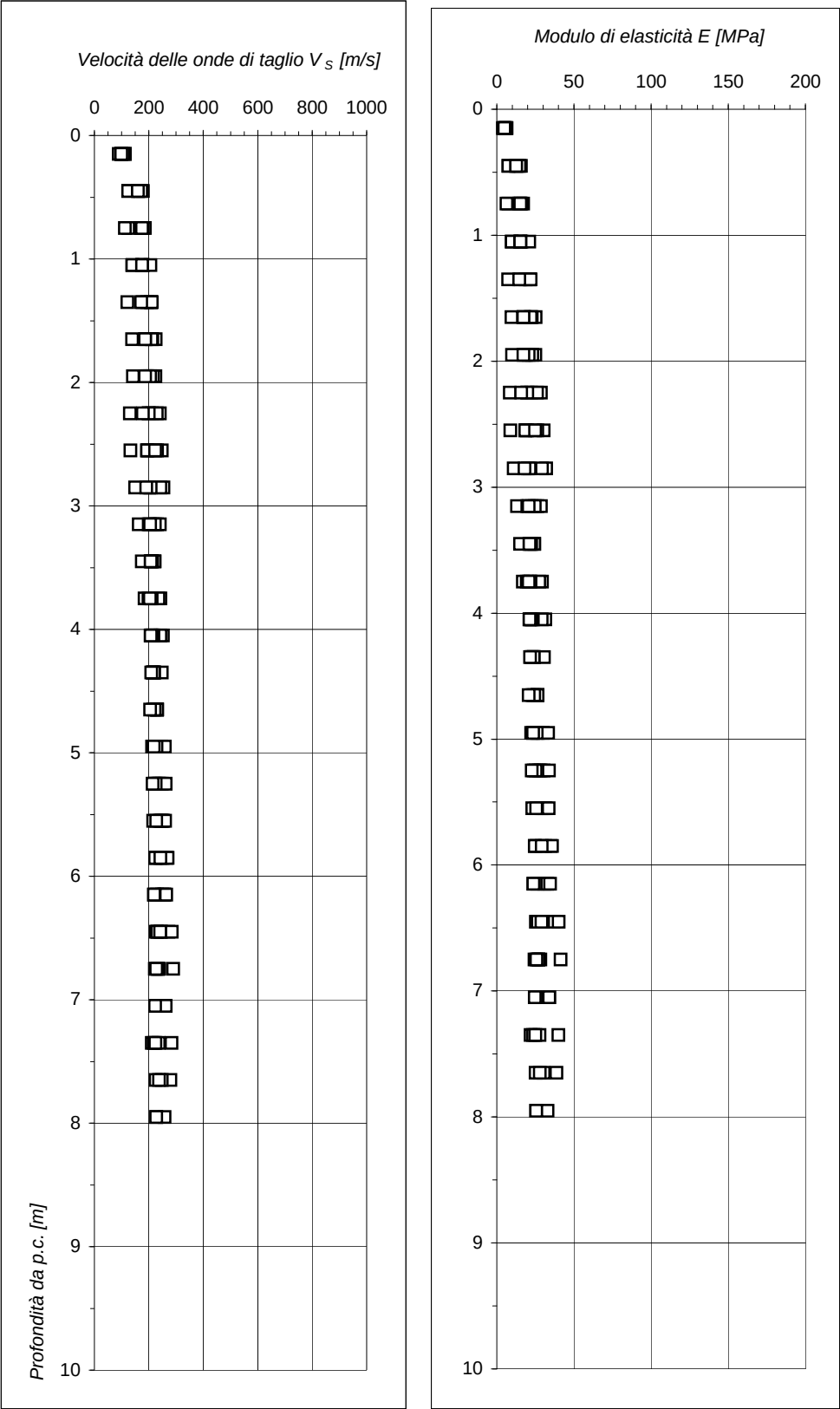
|                                                   |            |   |           |                   |
|---------------------------------------------------|------------|---|-----------|-------------------|
| Peso di volume naturale                           | $\gamma_n$ | = | 23.0      | kN/m <sup>3</sup> |
| Percentuale in carotaggio modificata              | RQD        | = | 50÷90     | %                 |
| Geological Strength Index (Hoek, Kaiser e Badwen) | GSI        | = | 60÷65     |                   |
| Parametro dell'involuppo di rottura               | $m_b$      | = | 5.0÷6.0   |                   |
| Parametro dell'involuppo di rottura               | $s$        | = | 0.01÷0.02 |                   |
| Parametro dell'involuppo di rottura               | $a$        | = | 0.50      |                   |
| Angolo di attrito efficace                        | $\phi'$    | = | 40÷41     | °                 |

|                                       |               |   |          |     |
|---------------------------------------|---------------|---|----------|-----|
| Coesione efficace                     | $c'$          | = | 450÷1500 | kPa |
| Resistenza a compressione monoassiale | $\sigma_c$    | = | 0.6÷2.9  | MPa |
| Resistenza globale                    | $\sigma_{cm}$ | = | 1.8÷6.8  | MPa |
| Modulo di elasticità d'ammasso        | $E_m$         | = | 4÷11     | Gpa |
| Velocità delle onde di taglio         | $V_s$         | = | 600÷1800 | m/s |
| Spessore (medio)                      |               | = | 30÷40    | m   |

L'andamento dei principali parametri geotecnici all'interno delle unità di copertura del substrato conglomeratico è mostrata nei seguenti grafici:









## 6. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

### 6.1 ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 19 gennaio 2006, 3° supplemento straordinario, della D.G.R. 22 dicembre 2005 n° 8/1566 *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della legge regionale 11 marzo 2005 n° 12”* la Regione Lombardia ha definito le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale.

In particolare nell’ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall’allegato 5 alla citata D.G.R., tenuto conto della classificazione del territorio comunale di Burago di Molgora in **Zona Sismica 4** ai sensi della OPCM n° 3274 del 20 marzo 2003 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* e s.m.i., della D.G.R. 7 novembre 2003 n° 7/14964 *“Disposizioni preliminari per l’attuazione della OPCM n° 3274 del 20/03/2003”* e del D.M. 14 settembre 2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”* l’analisi del rischio sismico locale sarà condotta adottando la procedura di I livello che, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base, consente l’individuazione di ambiti areali caratterizzati da specifici scenari di pericolosità sismica locale in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione, la cui quantificazione dovrà essere oggetto di specifici studi di approfondimento.

A tale proposito si sottolinea che in accordo alla D.G.R. 22 dicembre 2005 n° 8/1566 *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della legge regionale 11 marzo 2005 n° 12”* su tutto il territorio comunale gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, gli edifici industriali con attività pericolose per l’ambiente, le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui alla D.D.U.O. 21 novembre 2003 n° 19904 *“Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all’art. 2, commi 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n° 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 novembre 2003”* dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 settembre 2005 *“Norme tecniche per le costruzioni”*, definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di III livello indipendentemente dalla presenza di possibili scenari di amplificazione locale.

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. 22 dicembre 2005 n° 8/1566 di seguito riportata.

*Tabella 1* – scenari di pericolosità sismica locale e relativi effetti

| <i>Sigla</i> | <i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>                                                                                                      | <i>EFFETTI</i>                           |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Z1a          | Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi                                                                                                   | Instabilità                              |
| Z1b          | Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti                                                                                               |                                          |
| Z1c          | Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana                                                                                          |                                          |
| Z2           | Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)                   | Cedimenti e/o liquefazioni               |
| Z3a          | Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica) | Amplificazioni topografiche              |
| Z3b          | Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate                                                                                    |                                          |
| Z4a          | Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi                                                 | Amplificazioni litologiche e geometriche |
| Z4b          | Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre                                                             |                                          |
| Z4c          | Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)                                                       |                                          |
| Z4d          | Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale                                                                 |                                          |
| Z5           | Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse                                     | Comportamenti differenziali              |

## 6.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio comunale di Burago di Molgora è classificato in **Zona Sismica 4** sulla base della O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 e successive modifiche ed integrazioni. Sulla base di tale ordinanza e del D.M. 14/09/05, per le costruzioni di **Classe 2**, in cui rientrano le tipologie previste nella D.D.U.O. 21 novembre 2003 n° 19904, la sismicità di base è caratterizzata da un valore di accelerazione massima al bedrock  $a_g$  pari a 0.07g per eventi con tempo di ritorno di 975 anni e probabilità di superamento del 5% in 50 anni.

Sulla base delle leggi di variazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio ricavate all'interno di ciascuna area omogenea, è possibile definire un valore di velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m al di sotto del piano campagna  $V_{S30}$  secondo la seguente espressione, in accordo al D.M. 14.09.05:

$$V_{S30} = 30 / \sum (h_i / V_{Si})$$

dove  $h_i$  e  $V_{Si}$  rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio di ciascuno strato.

Tenuto conto della presenza a modeste profondità (10÷12 m) di un'unità conglomeratica lapidea di spessore mediamente pari a 30÷40 m, caratterizzata da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  mediamente pari a 1000 m/s, sono inoltre stati determinati i valori di velocità media di propagazione delle onde di taglio all'interno dei terreni di copertura del substrato conglomeratico  $V_{Scop}$  ai fini di una corretta individuazione della categoria sismica del terreno.

I valori ottenuti e la corrispondente categoria sismica del terreno, individuata tra quelle previste al punto 3.2.1 del D.M. 14.09.05, sono mostrate nella tabella seguente per ciascuna area omogenea di base.

| Area Omogenea | Profondità media tetto unità C litoide | $V_{S30}$ | $V_{Scop}$ | Categoria sismica |
|---------------|----------------------------------------|-----------|------------|-------------------|
| 1             | 10                                     | 467       | 223        | E                 |
| 2             | 12                                     | 389       | 203        | E                 |

Sulla base della categoria dei terreni e della zona sismica di appartenenza è possibile definire quindi l'azione sismica di base che caratterizza il territorio esaminato sulla base dello spettro di risposta elastico riferito ad uno smorzamento convenzionale del 5% definito dalle seguenti espressioni:

#### Componente orizzontale

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * 2.5 * \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{0.4}{\eta} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * 2.5$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * 2.5 \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * 2.5 \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

#### Componente verticale

$$0 \leq T < T_B \quad S_{VD}(T) = 0.9 * a_g * S * \eta * 3 * \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{3\eta} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{VD}(T) = 0.9 * a_g * S * \eta * 3$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{VD}(T) = 0.9 * a_g * S * \eta * 3 * \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{VD}(T) = 0.9 * a_g * S * \eta * 3 * \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

dove:

T = periodo di vibrazione

S<sub>e</sub> = accelerazione spettrale

S = fattore funzione della categoria del terreno di fondazione

H = fattore di alterazione dello spettro per smorzamenti viscosi  $\xi$  diversi dal 5% espresso dalla relazione:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)}$$

T<sub>B</sub>, T<sub>C</sub>, T<sub>D</sub> = periodi che separano i diversi rami dello spettro dipendenti dalla categoria del terreno di fondazione

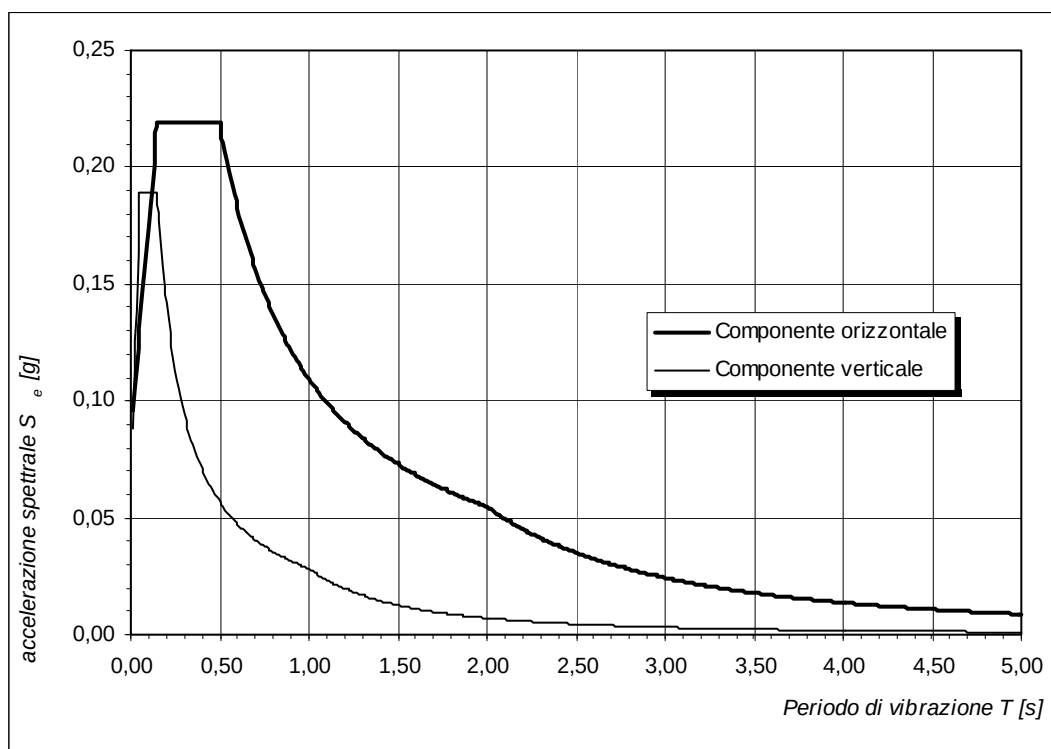
Nel caso in esame i fattori ed i periodi sopra elencati assumono i valori indicati nello schema seguente per tutte le zone omogenee considerate:

| Componenti orizzontali |                |                |                | Componenti verticali |                |                |                |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| S                      | T <sub>B</sub> | T <sub>C</sub> | T <sub>D</sub> | S                    | T <sub>B</sub> | T <sub>C</sub> | T <sub>D</sub> |
| [-]                    | [s]            | [s]            | [s]            | [-]                  | [s]            | [s]            | [s]            |
| 1,25                   | 0,15           | 0,50           | 2,00           | 1,00                 | 0,05           | 0,15           | 1,00           |

con  $\eta = 1.00$

In presenza di situazioni morfologiche particolari il fattore S viene moltiplicato per un fattore di amplificazione topografica S<sub>T</sub> che assume valori compresi tra 1.0 e 1.4. Nel caso in esame, ai soli fini della valutazione della sismicità di base, il fattore S<sub>T</sub> è stato posto pari a 1.0.

Introducendo i valori sopra riportati nelle espressioni che definiscono le componenti dello spettro di risposta elastico si ottiene la forma spettrale riportata nel seguente grafico, riferita ad uno smorzamento viscoso pari al 5% e valida in assenza di effetti di amplificazione locale per costruzioni di classe 2:



Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica l'azione sismica è schematizzabile come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale  $k_h$  e verticale ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale  $k_v$  espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = S * S_T * (a_g/g) / r$$

$$k_v = 0.5 k_h$$

dove:  $r$  = fattore di riduzione per opere che ammettono spostamenti, compreso tra 1 (opere rigide) e 2 (opere flessibili)

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale, validi per opere rigide che non ammettono spostamenti:

$$k_h = 0.0875$$

$$k_v = 0.0438$$

Sulla base della categoria dei terreni di fondazione e della zona sismica di appartenenza è infine possibile calcolare i valori di spostamento orizzontale massimo al suolo  $d_g$  e velocità orizzontale massima al suolo  $v_g$  in occasione dell'evento sismico atteso a mezzo delle seguenti espressioni:

$$d_g = 0.025 * S * T_C * T_D * a_g$$

$$v_g = 0.16 * S * T_C * a_g$$

Inserendo i valori dei fattori e dei periodi più sopra indicati si ottiene:

$$d_g = 21.5 \text{ [mm]}$$

$$v_g = 0.069 \text{ [m/s]}$$

### 6.3 SCENARI DI PERICOLOSITÀ LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI

L'esame della documentazione analitica di base e l'osservazione dettagliata dell'assetto morfologico del territorio ha consentito di escludere la presenza di specifici scenari di pericolosità sismica locale in grado di dar luogo ad apprezzabili modificazioni dello spettro di risposta elastica di base. Di conseguenza, ad esclusione degli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, degli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, delle reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e delle costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali di cui alla D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n° 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 novembre 2003*", per la progettazione con i criteri antisismici di cui al D.M. 14/09/2005 sarà sufficiente l'applicazione degli spettri di risposta elastica di cui al paragrafo precedente.

## 7. QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI VIGENTI SUL TERRITORIO

Il quadro dei vincoli vigenti sul territorio comunale (**Tav. 6**) è da riferirsi sia a normative nazionali che regionali riguardanti le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile e i vincoli di polizia idraulica.

### 7.1 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

**L'art. 94 del D. Lgs. 152/06** “Norme in materia ambientale” rappresenta la normativa di riferimento per i pozzi pubblici presenti sul territorio e riguarda la disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano e definisce la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto dei pozzi a scopo idropotabile.

La Delibera di **G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693** “Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5 – Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano” formula i criteri e gli indirizzi in merito:

- alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto dei pozzi esistenti;
- all'ubicazione di nuovi pozzi destinati all'approvvigionamento potabile.

Il dettaglio delle ubicazioni delle zone di tutela assoluta dei pozzi ad uso idropotabile è riportato negli estratti di mappa catastale in **All. 5**.

### 7.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

E' stata definita la fascia di rispetto del Torrente Molgora, classificato come reticolo idrico principale (All. A della D.G.R. 7/13950/2003), ai sensi del R.D. 253/1904. Essa comprende l'alveo, le sponde e le aree di pertinenza del corso d'acqua. Il suo limite (vincolo di inedificabilità) è determinato dall'involuppo massimo delle linee che sottendono un'area estesa a 10 m rispetto al ciglio di sponda o dal piede esterno dell'argine ove presente.

I riferimenti normativi per la determinazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione sono:

- R.D. n. 523 del 25/07/1904 – “Testo unico sulle opere idrauliche”;
- D.G.R. n. 7/13950 del 1/08/2003 – “Modifica della d.g.r 25 gennaio 2002, n. 7/7868 “Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3, comma 114 della l.r. 1/2000. Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica”.

### 7.3 ALTRI VINCOLI

Si fa riferimento a vincoli di natura paesistico ambientale come riconosciuti nel PTCP (“Tav. 5” e relativo “Repertorio A” allegato al Piano e che identifica le informazioni contenute nella tavola); in particolare, il territorio di Burago di Molgora è interessato da un *vincolo relativo al sistema delle aree protette*.

**Parco locale di interesse sovracomunale (PLIS) “Molgora”** istituito ai sensi dell’art. 34 della L.R. 30 novembre 1983, n. 86, successivamente modificato dall’Art. 12 della L.R. 23 aprile 1985 n. 41, ampliato tramite D.G.R. n. 7573 del 21/12/2001 e regolato tramite D.P.G.R. n. 6632 del 10/04/2002. Le modalità di pianificazione e gestione del parco (Piano Territoriale di Coordinamento) sono state approvate con D.G.R. 1 ottobre 2001, n. 7/6296 e con D.G.P. n. 941 del 20 dicembre 2002 “Approvazione di criteri e modalità di pianificazione e gestione dei PLIS in Provincia di Milano”.

Sino al momento dell’adozione e dell’entrata in vigore del Piano Particolareggiato, ossia del Piano Attuativo, del Parco del Molgora da parte del comune di Burago di Molgora, consorziato al PLIS, è stata codificata una norma transitoria unificata di salvaguardia che sostituisce le NTA vigenti (per le parti riferite alle aree del parco) e detta un elenco di divieti e di interventi ammissibili.



## 8. SINTESI DEGLI ELEMENTI CONOSCITIVI

La classificazione del territorio che sintetizza le conoscenze aggiornate emerse dalla fase di analisi è illustrata in **Tav. 7** (Carta di sintesi).

La descrizione dei caratteri di ciascuna area è di seguito riportata, con particolare riferimento alle problematiche geologiche da considerare nella pianificazione urbanistica.

### Area A

Caratteristiche litotecniche: ghiaie medio grossolane a supporto sia di clasti che di matrice sabbiosa e sabbie e limi con intercalazioni ghiaiose. Profilo di alterazione scarso con suoli assenti o poco sviluppati.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado estremamente elevato.

Problematiche specifiche: aree circostanti il Torrente Molgora caratterizzate da un debole dislivello altimetrico rispetto alla quota dell'alveo attivo e pertanto potenzialmente esondabili. Caratteristiche portanti buone, localmente discrete/scadenti per presenza di terreni fini coesivi superficiali.

### Area B

Caratteristiche litotecniche: ghiaie in prevalenza a supporto di matrice sabbiosa fine, più raramente a supporto clastico; le porzioni sommitali presentano sedimenti fini e rari ciottoli. Profilo di alterazione da poco a mediamente sviluppato con spessore massimo di 3 m.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado elevato.

Problematiche specifiche: piana fluvioglaciale a morfologia pianeggiante o con blande ondulazioni, con presenza di terreni granulari da mediamente a molto addensati con buone caratteristiche geotecniche. Superiormente presenza di terreni fini coesivi con discrete/scadenti caratteristiche geotecniche..

### Area C

Caratteristiche litotecniche: ghiaie a supporto di clasti con matrice fine da sabbiosa a limoso argillosa, talora abbondante. Profilo di alterazione mediamente evoluto con spessore superiore a 3 m. Alla sommità sedimenti fini massivi da limoso sabbiosi a limoso argillosi.

Vulnerabilità degli acquiferi: vulnerabilità di grado alto.

Problematiche specifiche: aree altimetricamente più elevate con dolci scarpate di raccordo alla piana principale circostante. Terreni coesivi superficiali con discrete/scadenti caratteristiche geotecniche mediamente sino a 4 m di profondità; oltre terreni granulari da mediamente a ben addensati con caratteristiche geotecniche migliori.

---

In aggiunta alle aree sopra descritte, derivanti dall'analisi geologica e geomorfologica del territorio, sono stati riportati in Tav. 7, oltre a quanto già indicato in Tav. 4, i seguenti ambiti:

- Sito oggetto di interventi di bonifica ai sensi del D.M. 471/99
- ex Azienda a rischio di incidente rilevante ai sensi del D.Lgs. 334/99 modificato dal D. Lgs 238/05, in passato assoggettata ad articolo 6
- Aree circostanti l'alveo del Torrente Molgora
- Elementi naturali ed opere di difesa spondale lungo il Torrente Molgora.

Per la loro descrizione si confrontino i **paragrafi 4.6 e 5.2.**

## 9. NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE

La carta della fattibilità geologica per le azioni di piano dell'intero territorio comunale è stata redatta alla scala dello strumento urbanistico (**Tav. 8a** in scala 1:5.000) e riprodotta sulla Carta tecnica Regionale in scala 1:10.000 (**Tav. 8b**).

La suddivisione in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità rappresentata nella carta di sintesi (**Tav. 7**) è stata ricondotta a diverse classi di fattibilità in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, secondo quanto prescritto dalla D.G.R. 8/1566/2005.

L'azzoneamento prioritario per la definizione della carta della fattibilità geologica è risultato quello relativo alla prima caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni a cui si è sovrapposto l'azzoneamento derivante dalla presenza di fasce di rispetto fluviale e dalla vulnerabilità dell'acquifero superiore, elementi tutti condizionanti le trasformazioni d'uso del territorio, soprattutto nel caso di insediamenti produttivi a rischio di inquinamento.

Ai suddetti elementi si sono aggiunti i condizionamenti determinati dalla individuazione di aree ambientalmente degradate per attività antropica, sottoposte e/o da sottoporre a verifica ambientale.

La legenda che completa la tavola della fattibilità geologica fornisce per ciascuna di queste aree le indicazioni sulle principali caratteristiche/problematiche, esprimendo i motivi delle limitazioni d'uso, il parere geologico sulle trasformazioni d'uso e il tipo di opera edificatoria ammissibile.

I tipi di opere edificatorie a cui si è fatto riferimento nei capoversi precedenti corrispondono alla seguente classificazione:

| <b>Opere sul suolo e sottosuolo</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                   | Edilizia singola uni-bifamiliare di limitata estensione                                                                                                                                                                                                                   |
| 2                                   | Edilizia intensiva uni-bifamiliare o edilizia plurifamiliare o opere pubbliche                                                                                                                                                                                            |
| 3                                   | Edilizia plurifamiliare di grande estensione o opere pubbliche                                                                                                                                                                                                            |
| 4                                   | Edilizia produttiva di significativa estensione areale (> 500 mq)                                                                                                                                                                                                         |
| 5                                   | Cambi di destinazione d'uso di ambiti produttivi                                                                                                                                                                                                                          |
| 6                                   | Opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (opere d'arte in genere quali strade, ponti, parcheggi nel rispetto ed a fronte di indagini preventive in riferimento alla normativa nazionale), posa di reti tecnologiche o lavori di escavazione e sbancamento |

Per gli edifici esistenti ricadenti in **classe 4** (*fattibilità con gravi limitazioni*) sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento

conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. E' fatto salvo quanto previsto per le infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, che dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione dello specifico fenomeno che determina la situazione di rischio.

In riferimento alla legenda di Tav. 8, per ciascun tipo di opera edificatoria, sono state definite ed indicate tramite apposite sigle (cfr. legenda della tavola) e a seconda delle problematiche delle aree, le indagini di dettaglio/approfondimenti da effettuare prima della progettazione dell'opera stessa e gli interventi di tutela e le opere di mitigazione del rischio da realizzare.

***Tutte le indagini e gli approfondimenti geognostici prescritti per le diverse classi di fattibilità e la relativa relazione geologica di supporto dovranno essere consegnati contestualmente alla presentazione dei Piani Attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38) e valutati di conseguenza prima dell'approvazione del piano o del rilascio del permesso.***

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Lo studio geologico di supporto alla pianificazione comunale ha funzione di orientamento urbanistico, e quindi non può essere sostitutivo delle relazioni di cui al D.M. 14/09/2005.

**Si precisa che la componente geologica, idrogeologica e sismica, ai sensi dell'art. 8 comma 1, lettera c) della l.r. 12/05, deve essere integralmente contenuta nel Documento di Piano del P.G.T. (Piano di Governo del Territorio).**

**Le norme e le prescrizioni enunciate nei paragrafi seguenti, e riassunte nella legenda della tavola di "Fattibilità geologica per le Azioni di Piano", ai sensi dell'art. 10 comma 1, lettera d) della l.r. 12/05, devono essere contenute anche nel Piano delle Regole, unitamente alle tavole dei Vincoli (Tav. 6), di Sintesi (Tav. 7) e di Fattibilità geologica per le azioni di piano (Tavv. 8a e 8b).**

#### 9.1 NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DI CARATTERE GENERALE

Su tutto il territorio comunale gli interventi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione ordinaria/straordinaria così come definiti all'art. 27 della l.r. n. 12 dell'11 marzo 2005 "*Legge per il Governo del Territorio*" dovranno essere progettati adottando i

criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008 “*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*”.

Tale decreto indica che per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni e le rocce deve essere prevista la caratterizzazione geologica e la modellazione geotecnica dei terreni ottenuta per mezzo di studi, rilievi, indagini e prove commisurate all'importanza ed estensione dell'opera in progetto e alle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante. Le relazioni geologiche e geotecniche previste dal D.M. 14/01/2008 hanno lo scopo di valutare la fattibilità delle opere, garantire la stabilità e la sicurezza dei manufatti limitrofi e l'idoneità delle scelte progettuali ed esecutive.

A tale scopo la documentazione di progetto dovrà comprendere i seguenti elementi:

- indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell'opera da realizzare;
- determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – *Spectral Analysis of Surface Waves* - , MASW - *Multichannel Analysis of Surface Waves* - o REMI – *Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity* -), o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica; la scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e dovrà in ogni caso essere adeguatamente motivata;
- definizione della categoria del suolo di fondazione in accordo al D.M. 14 gennaio 2008 sulla base del profilo di  $V_s$  ottenuto e del valore di  $V_{s30}$  calcolato;
- definizione dello spettro di risposta elastico in accordo al D.M. 14 gennaio 2008.

## 9.2 NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE PER LE AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

Nel presente paragrafo si riportano le Norme Tecniche di Attuazione e le prescrizioni relative agli adempimenti sismici e agli approfondimenti di analisi e di indagine da attuare in fase progettuale per gli edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, per gli edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, per le reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e per le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali

essenziali di cui al D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 “*Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all’art. 2, commi 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n° 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 novembre 2003*”, la cui progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”, definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di III livello, secondo le metodologie dell’allegato 5 alla D.G.R. 8/1566/2005 o utilizzando lo spettro previsto dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

A tale scopo la documentazione di progetto dovrà comprendere i seguenti elementi:

- indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell’opera da realizzare;
- determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – *Spectral Analysis of Surface Waves* - , MASW - *Multichannel Analysis of Surface Waves* - o REMI – *Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity* -), o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica; la scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all’importanza dell’opera e in ogni caso dovrà essere adeguatamente motivata;
- definizione del modulo di taglio  $G$  e del fattore di smorzamento  $D$  dei terreni di ciascuna unità geotecnica individuata e delle relative curve di decadimento al progredire della deformazione di taglio  $\gamma$ ;
- definizione del modello geologico-geotecnico di sottosuolo a mezzo di un congruo numero di sezioni geologico-geotecniche atte a definire compiutamente l’assetto morfologico superficiale, l’andamento dei limiti tra i diversi corpi geologici sepolti, i loro parametri geotecnici, l’assetto idrogeologico e l’andamento della superficie piezometrica;
- individuazione di almeno tre diversi input sismici relativi al sito, sotto forma di accelerogrammi attesi al bedrock;
- valutazione della risposta sismica locale consistente nel calcolo degli accelerogrammi attesi al suolo mediante codici di calcolo bidimensionali o tridimensionali in grado di tenere adeguatamente conto della non linearità del comportamento dinamico del terreno e degli effetti di amplificazione topografica di sito; codici di calcolo monodimensionali possono essere impiegati solo nel caso in cui siano prevedibili

unicamente amplificazioni litologiche e si possano escludere amplificazioni di tipo topografico;

- definizione dello spettro di risposta elastico al sito ossia della legge di variazione della accelerazione massima al suolo al variare del periodo naturale;

---

Di seguito si riporta l'elenco, desunto dal D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'ordinanza p.c.m. n° 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n° 14964 del 7 novembre 2003", delle tipologie di interventi ricadenti nelle aree PSL a cui si applicano le norme tecniche precedentemente elencate.

## **1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE**

*Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.*

### **Edifici:**

- a. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Regionale \*
- b. Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione Provinciale \*
- c. Edifici destinati a sedi di Amministrazioni Comunali \*
- d. Edifici destinati a sedi di Comunità Montane \*
- e. Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.)
- f. Centri funzionali di protezione civile
- g. Edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- h. Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione
- i. Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali \*\*
- j. Centrali operative 118

\* prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza

\*\* limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza

## **2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI**

*Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.*

### **Edifici**

- a. Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori

- b. Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere
- c. Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n° 3685 del 21.10.2003 (edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale - musei, biblioteche, chiese)
- d. Strutture sanitarie e/o socioassistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.)
- e. Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio\* suscettibili di grande affollamento

*\* Il centro commerciale viene definito (D.Lgs.n.114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).*

### **Opere infrastrutturali**

- a. Punti sensibili ( ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade “strategiche” provinciali e comunali non comprese tra la “grande viabilità” di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate “strategiche” nei piani di emergenza provinciali e comunali
- b. Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane)
- c. Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- d. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- e. Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.)
- f. Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali
- g. Strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione)
- h. Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi
- i. Opere di ritenuta di competenza regionale;

### 9.3 REGIME TRANSITORIO

Il D.M. 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”, entrato in vigore in data 5 marzo 2008 a seguito della pubblicazione sulla G.U. n° 29 del 4 febbraio 2008, prevede un periodo a regime transitorio (periodo di non obbligatorietà di applicazione dei criteri contenuti nel decreto ministeriale) prorogato sino al 30



giugno 2009 ai sensi del comma 1 dell'art. 20 della Legge 28 febbraio 2008 n. 31, pubblicata sulla G.U. n. 51 del 29 febbraio 2008, S.O. n. 47.

**Il regime transitorio non è applicabile all'interno delle zone PSL** individuate nelle tavole 5 (Pericolosità sismica locale) e 8 (Fattibilità geologica) del presente studio e, come indicato al comma 4 dell'art. 20 della Legge 31/2008, nel caso di verifiche tecniche e nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici di interesse strategico e alle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, nonché relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso.

Durante il periodo transitorio la progettazione con criteri antisismici può essere condotta sulla base della normativa previgente in materia, dove per normativa previgente si intende la normativa indicata dal comma 2 dell'art. 20 della Legge 28 febbraio 2008 n. 31, ed in particolare dalle seguenti norme:

- D.M. 14 settembre 2005 – *Norme tecniche per le costruzioni*;
- D.M. 9 gennaio 1996 – *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche*;
- D.M. 16 gennaio 1996 – *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*;
- D.M. 4 maggio 1990 – *Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali*;
- D.M. 11 marzo 1988 – *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*;
- D.M. 20 novembre 1987 – *Norme tecniche per gli edifici in muratura*;
- D.M. 3 dicembre 1987 - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate*;
- D.M. 24 marzo 1982 – *Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento*.

Si precisa che nel periodo transitorio di cui sopra, l'azione sismica di progetto da considerare qualora si scelga di operare con la normativa previgente sarà determinata sulla base di un grado di sismicità  $S = 6$  (secondo quanto indicato dalla D.G.R. n. 8/1566/2005).

#### 9.4 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Di seguito vengono descritte le classi di fattibilità geologica riconosciute e perimetrate sul territorio comunale di Burago di Molgora, distinguendo l'ambito omogeneo di appartenenza, come modificate a seguito del recepimento delle osservazioni espresse dal parere della Provincia di Milano in data 29 aprile 2008 (Atti n. 98567/5.2/2003/10848)

#### RETICOLO IDROGRAFICO

##### **CLASSE 4rp - Torrente Molgora (fattibilità con gravi limitazioni)**

Principali caratteristiche: alveo del Torrente Molgora e relativa fascia di rispetto fluviale estesa a 10 m (limite di inedificabilità ai sensi del R.D. 523/1904), soggetta a polizia idraulica.

Problematiche generali: area di rispetto fluviale necessaria a consentire l'accessibilità al corso d'acqua ai fini della sua manutenzione, fruizione e riqualificazione ambientale.

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate alla presenza di fascia di rispetto con attività di polizia idraulica.

Opere edificatorie ammissibili: è vietata qualsiasi nuova opera edificatoria, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili, corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie). Valgono comunque le limitazioni previste da: R.D. 523/1904 e D.G.R. 7/13950/2003 All. B, punti 5.2 e 6.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Per i manufatti esistenti e per gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria da attuarsi lungo il corso d'acqua o nelle sue immediate adiacenze, valgono le disposizioni di cui all'art. 46 delle NdA del PTCP.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere infrastrutturali sono necessarie indagini geognostiche per la verifica delle condizioni geotecniche locali (IGT) secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale (cfr. paragrafo 9.1), con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Ferma restando la necessità di acquisire autorizzazione da parte dell'Ente competente, ogni intervento che interessi direttamente l'alveo, incluse le sponde, dei corsi d'acqua del reticolo idrografico, di natura strutturale (modifica del corso),

infrastrutturale (attraversamenti), idraulico-qualitativa (scarichi idrici), richiede necessariamente l'effettuazione di studi di verifica del rischio di esondazione e di compatibilità idraulica (VRE-SCI) che dovranno dimostrare l'equivalenza delle modifiche proposte rispetto alle condizioni precedenti e/o la sostenibilità dell'apporto idrico del nuovo scarico. Tali studi dovranno pertanto coadiuvare la progettazione per la corretta gestione delle acque sotto il profilo quantitativo, anche ai sensi di quanto prescritto dal comma 6 della D.G.R. 7/13950/2003.

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono comunque da prevedere interventi di recupero morfologico (IRM), la predisposizione di accorgimenti per la regimazione e lo smaltimento delle acque meteoriche e di quelle di primo sottosuolo (RE), il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO) a salvaguardia dei corsi d'acqua e della falda idrica sotterranea.

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

#### **CLASSE 4es – Aree di esondazione Torrente Molgora (fattibilità con gravi limitazioni)**

Principali caratteristiche: aree di pertinenza fluviale caratterizzate da un debole dislivello altimetrico rispetto alla quota dell'alveo attivo, evidenziate nello studio idraulico del Torrente Molgora effettuato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, da preservare come vasche di laminazione naturale.

Problematiche generali: aree allagabili per insufficienza idraulica di alcuni tronchi d'alveo, con tempi di ritorno di 100 anni.

Parere sulla edificabilità: non favorevole per gravi limitazioni legate al rischio idraulico.

Opere edificatorie ammissibili: è vietata qualsiasi nuova opera edificatoria, ad eccezione di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico solo se non altrimenti localizzabili, corredati da uno studio di compatibilità degli interventi con la situazione di rischio idrogeologico (cfr. indagini preventive necessarie). Per i manufatti esistenti e per gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria da attuarsi lungo le immediate adiacenze del corso d'acqua, valgono le disposizioni di cui all'art. 46 delle NdA del PTCP.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere infrastrutturali sono necessarie indagini geognostiche per la verifica delle condizioni geotecniche locali (IGT) secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale (cfr. paragrafo 9.1 della relazione del giugno 2006), con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione

delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI) in ottemperanza alla Direttiva dell'Autorità di Bacino del F. Po datata 11 maggio 1999 e secondo l'Allegato 4 della D.G.R. 8/1566/2005.

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono comunque da prevedere interventi di difesa del suolo (DS), opere di regimazione idraulica (RE) per lo smaltimento delle acque superficiali e di primo sottosuolo, studi per il dimensionamento delle opere di difesa passiva e/o attiva e loro realizzazione prima degli interventi edificatori (DP).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni".

### **CLASSE 3pa – Aree di protezione idraulica (fattibilità con consistenti limitazioni)**

Principali caratteristiche: fascia di protezione idrogeologica per aree caratterizzate da un debole dislivello altimetrico rispetto alla quota dell'alveo attivo.

Problematiche generali: aree potenzialmente interessabili da fenomeni di esondazione.

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni da definirsi mediante verifica del rischio idraulico locale. Le caratteristiche volumetriche e tipologiche degli edifici dovranno essere definite in funzione del livello di rischio accertato.

E' facoltà dell'Amministrazione rilasciare parere favorevole ai Piani Attuativi subordinando il rilascio del permesso di costruire all'attuazione di interventi di mitigazione del rischio. Ciò al fine di consentire l'edificazione in aree aventi condizioni di rischio accettabili.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) e d) della l.r. 12/05.

Nei casi di demolizione totale con ricostruzione (interventi di cui alla lett. d) è richiesta la verifica di compatibilità idraulica al pari di una nuova edificazione, al fine di valutare l'eventuale necessità di modifica della distribuzione planivolumetrica delle volumetrie.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: per le opere ammesse si rendono necessari studi di compatibilità idraulica locale (SCI) secondo l'allegato 4 ai Criteri regionali per le aree a rischio di esondazione, finalizzato alla verifica delle interferenze tra assetto idraulico ed intervento in progetto con individuazione delle opere di mitigazione del rischio sia in fase di cantiere che ad opere ultimate.

Sono comunque necessarie indagini geognostiche per la verifica delle condizioni geotecniche locali (IGT) secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale

(cfr. paragrafo 9.1), con valutazione di stabilità dei versanti di scavo (SV) finalizzate alla progettazione delle opere e alla previsione delle opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere.

Interventi da prevedere in fase progettuale: sono comunque da prevedere interventi di difesa del suolo (DS), opere di regimazione idraulica (RE) per lo smaltimento delle acque superficiali e di primo sottosuolo, studi per il dimensionamento delle opere di difesa passiva e/o attiva e loro realizzazione prima degli interventi edificatori (DP). Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento sia civile che industriale, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*”.

## AMBITI DI MODIFICAZIONE ANTROPICA

### **CLASSE 3bo - Sito oggetto di bonifica (fattibilità con consistenti limitazioni)**

Principali caratteristiche: area industriale oggetto di avvenuto progetto di bonifica ai sensi del D.M. 471/99.

Problematiche generali: suoli localmente e/o potenzialmente contaminati.

Parere sulla edificabilità: favorevole con consistenti limitazioni legate alla verifica dello stato di salubrità dei suoli (Regolamento Locale di Igiene Pubblica). La tipologia edificatoria può essere condizionata dall'entità della contaminazione dei suoli e dai limiti raggiunti al termine degli interventi di bonifica.

Opere edificatorie ammissibili: da definirsi mediante specifica indagine ambientale e secondo le limitazioni d'uso previste dal D. Lgs. 152/06 “*Norme in materia ambientale*”.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: la modifica di destinazione d'uso di quest'area necessita della verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale di Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D. Lgs. 152/06 “*Norme in materia ambientale*” (Piano di caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Ad approvazione dei progetti relativi alla bonifica e messa in sicurezza dei siti inquinati, la compatibilità degli interventi edificatori con le condizioni geotecniche dei terreni rendono necessarie indagini geognostiche di approfondimento (IGT), secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale (cfr. paragrafo 9.1, che comprendano il rilevamento geologico di dettaglio mediante assaggi con escavatore e contemplino l'esecuzione di prove geotecniche in sito e/o in laboratorio, indagini sulla stabilità dei fronti di scavo (SV), da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva di qualunque opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (POB).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”.

#### **CLASSE 2ir - ex Azienda a rischio di incidente rilevante (fattibilità con modeste limitazioni)**

Principali caratteristiche: aree condizionate in passato dalla presenza di azienda classificata a rischio di incidente rilevante ai sensi del D. Lgs. n. 334/1999 modificato dal D. Lgs. 238/05 e di attività che per tipologia di lavorazione e/o di materiale utilizzato/stoccato potrebbe determinare una contaminazione dei suoli.

Problematiche generali: suoli potenzialmente contaminati.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica dello stato di salubrità dei suoli (Regolamento Locale di Igiene Pubblica). La tipologia edificatoria può essere condizionata dall'entità della contaminazione dei suoli e dai limiti raggiunti al termine degli interventi di bonifica.

Opere edificatorie ammissibili: da definirsi mediante specifica indagine ambientale e secondo le limitazioni d'uso previste dal D. Lgs. 152/06 “Norme in materia ambientale”.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: la modifica di destinazione d'uso di quest'area necessita della verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale di Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D. Lgs. 152/06 “Norme in materia ambientale” (Piano di caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Ad approvazione dei progetti relativi alla bonifica e messa in sicurezza dei siti inquinati, la compatibilità degli interventi edificatori con le condizioni geotecniche dei terreni rendono necessarie indagini geognostiche di approfondimento (IGT), secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale (cfr. paragrafo 9.1, che comprendano il rilevamento geologico di dettaglio mediante assaggi con escavatore e contemplino l'esecuzione di prove geotecniche in sito e/o in laboratorio, indagini sulla stabilità dei fronti di scavo (SV), da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva di qualunque opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (POB).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”.

## AREE DI GENESI NATURALE

### **CLASSE 2be - Unità Postglaciale e Allogruppo di Besnate (fattibilità con modeste limitazioni)**

Principali caratteristiche: aree a morfologia subpianeggiante, con blande ondulazioni dovute a relitti di paleovalle, con depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice sabbiosa o di clasti. In genere terreni granulari da mediamente a molto addensati con buone caratteristiche portanti.

Problematiche generali: locale presenza di terreni superficiali con scarse caratteristiche portanti. Vulnerabilità dell'acquifero da estremamente elevata ad elevata.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica delle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, così come definiti dall'art. 27 della L.R. 12/2005 “Legge per il governo del territorio”, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la verifica litotecnica e geotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale (cfr. paragrafo 9.1). Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere. La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS).



Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Le suddette indagini geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (POB).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*".

### **CLASSE 2sp - Alloformazione della Specola (fattibilità con modeste limitazioni)**

Principali caratteristiche: aree a morfologia subpianeggiante con depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice fine. Profilo di alterazione mediamente sviluppato con terreni superficiali aventi discrete/scadenti caratteristiche geotecniche, mediamente sino a 4 m di profondità; oltre terreni granulari con caratteristiche migliori.

Problematiche generali: locale presenza di terreni superficiali con scarse caratteristiche portanti, sino a una profondità media di 4 m. Vulnerabilità dell'acquifero alta.

Parere sulla edificabilità: favorevole con modeste limitazioni legate alla verifica delle caratteristiche portanti del terreno e alla salvaguardia dell'acquifero libero.

Opere edificatorie ammissibili: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali. Per gli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, così come definiti dall'art. 27 della L.R. 12/2005 "*Legge per il governo del territorio*", nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie, preventive alla progettazione: si rende necessaria la verifica litotecnica e geotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie (IGT), secondo quanto indicato nelle norme di carattere generale (cfr. paragrafo 9.1). Nel caso di opere che prevedano scavi e

sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo (SV) al fine di prevedere le opportune opere di protezione durante i lavori di cantiere. La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica (ISS). Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "*Norme in materia ambientale*" (Piano di Caratterizzazione/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).

Le suddette indagini geotecniche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche (RE) e quelle di primo sottosuolo. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura (CO).

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, qualora a seguito dell'indagine ambientale preliminare venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (POB).

Norme sismiche da adottare per la progettazione: la progettazione degli interventi potrà essere condotta utilizzando lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*".

---

Indipendentemente dalla classe di fattibilità di appartenenza, stante il grado di vulnerabilità, potranno inoltre essere proposti e predisposti o richiesti sistemi di controllo ambientale per gli insediamenti con scarichi industriali, stoccaggio temporaneo di rifiuti pericolosi e/o materie prime che possono dar luogo a rifiuti pericolosi al termine del ciclo produttivo.

In relazione alla tipologia dell'insediamento produttivo, i sistemi di controllo ambientale potranno essere costituiti da:

- realizzazione di piezometri per il controllo idrochimico della falda, da posizionarsi a monte ed a valle dell'insediamento (almeno 2 piezometri);
- esecuzione di indagini negli strati superficiali del terreno insaturo dell'insediamento, per l'individuazione di eventuali contaminazioni in atto, la cui tipologia è strettamente condizionata dal tipo di prodotto utilizzato (ad esempio campioni di terreno per le sostanze scarsamente volatili (es. metalli pesanti) e indagini "Soil Gas Survey" con analisi dei gas interstiziali per quelle volatili (es. solventi clorurati, aromatici, idrocarburi etc.).

Tali sistemi e indagini di controllo ambientale (CA) saranno da attivare nel caso in cui nuovi insediamenti, ristrutturazioni, ridestinzioni abbiano rilevanti interazioni con la qualità del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche, e potranno essere richiesti dall'amministrazione comunale ai fini del rilascio di concessioni edilizie e/o rilascio di nulla osta esercizio attività, ad esempio nei seguenti casi:

- nuovi insediamenti produttivi potenzialmente a rischio di inquinamento;
- subentro di nuove attività in aree già precedentemente interessate da insediamenti potenzialmente a rischio di inquinamento per le quali vi siano ragionevoli dubbi di una potenziale contaminazione dei terreni;
- ristrutturazioni o adeguamenti di impianti e strutture la cui natura abbia relazione diretta o indiretta con il sottosuolo e le acque, quali ad esempio rifacimenti di reti fognarie interne, sistemi di raccolta e smaltimento acque di prima pioggia, impermeabilizzazioni e pavimentazioni, asfaltatura piazzali, rimozione o installazione di serbatoi interrati di combustibili etc..

#### 9.5 NORME PER LE AREE SOGGETTE A VINCOLI

Si richiama la normativa derivante vincoli esistenti sul territorio di Burago di Molgora relativi a polizia idraulica e a salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.

##### *9.5.1 Norme per le zone di tutela assoluta e di rispetto delle captazioni a scopo potabile*

#### **Zona di Tutela Assoluta**

Area da adibirsi esclusivamente alle opere di presa e a costruzioni di servizio, sottoposta alle limitazioni d'uso previste dall'art. 94 del D.Lgs. 152/06 a salvaguardia delle opere di captazione (tutela idrogeologica della captazione da rischi di contaminazione accidentale).

#### **Zona di Rispetto**

Zona di rispetto delle attuali fonti di approvvigionamento idrico a scopo potabile definita con criterio geometrico (200 m), sottoposta a limitazioni d'uso previste dall'art. 94 del D.Lgs. 152/06 e dalla d.g.r. n. 7/12693 del 10 aprile 2003 a salvaguardia delle opere di captazione (tutela idrogeologica delle aree di potenziale alimentazione).

In particolare nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività (*comma 4*):

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;

- d) la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 Kg/ettaro di azoto presente negli affluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

*Comma 5.* Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

La Delibera di **G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693**, formula criteri ed indirizzi in merito:

- alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto dei pozzi esistenti;
- all'ubicazione di nuovi pozzi destinati all'approvvigionamento potabile.

In particolare, in riferimento alla pianificazione comunale, l'All.1, punto 3 di cui alla delibera regionale sopraccitata, fornisce le direttive per la disciplina delle seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

- realizzazione di fognature;
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione;
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agricole.

In particolare per quanto riguarda la realizzazione di fognature (punto 3.1) la delibera cita le seguenti disposizioni:

- i nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:
  - costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima;

- essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e opere di sollevamento.  
....(omissis)
- nella zona di rispetto di una captazione da acquifero non protetto:
  - non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione;
  - è in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.
- per tutte le fognature nuove (principali, secondarie, allacciamenti) insediate nella zona di rispetto sono richieste le verifiche di collaudo.

Nelle zone di rispetto:

- per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda;
- le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata, ...(omissis).

In tali zone non è inoltre consentito:

- la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo;
- l'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;
- l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, ...(omissis).

Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie, fermo restando che:

- le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda, ...(omissis);
- lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio di mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose;
- lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose.

Nei tratti viari o ferroviari che attraversano la zona di rispetto è vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti

antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato, ... (omissis).

Nelle zone di rispetto è inoltre vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi di origine urbana o industriale.

L'attuazione degli interventi o delle attività di cui all'Art. 94 comma 4 del D.Lgs. 152/06 e di cui al punto 3 – All. 1 della d.g.r. 7/12693/2003 entro le zone di rispetto è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che porti ad una ridelimitazione di tali zone secondo i criteri temporale o idrogeologico (come da d.g.r. 6/15137/1996) o che comunque accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità della risorsa idrica e dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

#### *9.5.2 Norme per le aree a vincolo di polizia idraulica*

**da: R.D. 25 luglio 1904, n. 523**

**Art. 96** (art. 168, legge 20 marzo 1985, n. 2248, allegato F)

Sono lavori ed atti **vietati in modo assoluto** sulle acque pubbliche, loro alvei, sponde e difese i seguenti:

- a)** la formazione di pescaie, chiuse, petraie ed altre opere per l'esercizio della pesca, con le quali si alterasse il corso naturale delle acque. Sono eccettuate da questa disposizione le consuetudini per l'esercizio di legittime ed innocue concessioni della pesca, quando in esse si osservino le cautele od imposte negli atti delle dette concessioni, o già prescritte dall'autorità competente, o che questa potesse trovare conveniente di prescrivere;
- b)** le piantagioni che s'inoltrino dentro gli alvei dei fiumi, torrenti, rivi e canali, a costringerne la sezione normale e necessaria al libero deflusso delle acque;
- c)** lo sradicamento o l'abbruciamento dei ceppi degli alberi che sostengono le ripe dei fiumi e dei torrenti per una distanza orizzontale non minore di nove metri dalla linea a cui arrivano le acque ordinarie. Per i rivi, canali e scolatori pubblici la stessa proibizione è limitata ai piantamenti aderenti alle sponde;
- d)** la piantagione sulle alluvioni delle sponde dei fiumi e torrenti e loro isole a distanza dalla opposta sponda minore di quella, nelle rispettive località, stabilita o determinata dal prefetto, sentite le amministrazioni dei comuni interessati e l'Ufficio del Genio Civile;
- e)** le piantagioni di qualunque sorta di alberi ed arbusti sul piano e sulle scarpe degli argini, loro banche e sotto banche lungo i fiumi, torrenti e canali navigabili;
- f) le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di**

**tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi;**

**g)** qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini e loro accessori come sopra, e manufatti attinenti;

**h)** le variazioni ed alterazioni ai ripari di difesa delle sponde dei fiumi, torrenti, rivi, canali e scolatori pubblici tanto arginati come non arginati, e ad ogni altra sorta di manufatti attinenti;

**i)** il pascolo e la permanenza dei bestiami sui ripari, sugli argini e loro dipendenze, nonché sulle sponde, scarpe, o banchine dei pubblici canali e loro accessori;

**k)** l'apertura di cavi, fontanili e simili a distanza dai fiumi, torrenti e canali pubblici minore di quella voluta dai regolamenti e consuetudini locali, o di quella che dall'autorità amministrativa provinciale sia riconosciuta necessaria per evitare il pericolo di diversioni e indebite sottrazioni di acque;

**l)** qualunque opera nell'alveo o contro le sponde dei fiumi o canali navigabili, o sulle vie alzaie, che possa nuocere alla libertà ed alla sicurezza della navigazione ed all'esercizio dei porti natanti e ponti di barche;

**h)** lo stabilimento dei molini natanti.

**Art. 97**

Sono opere ed atti che non si possono eseguire se non con speciale permesso del prefetto e sotto l'osservanza delle condizioni dal medesimo imposte, i seguenti:

**a)** la formazione di pannelli, chiuse ed altre simili opere nell'alveo dei fiumi e torrenti per facilitare l'accesso e l'esercizio dei porti natanti e ponti di barche;

**b)** la formazione di ripari a difesa delle sponde che si avanzano entro gli alvei oltre le linee che fissano la loro larghezza normale;

**c)** i dissodamenti dei terreni boscati e cespugliati laterali ai fiumi e torrenti a distanza minore di metri cento dalla linea a cui giungono le acque ordinarie, ferme le disposizioni di cui all'art. 95, lettera c);

**d)** le piantagioni delle alluvioni a qualsivoglia distanza dalla opposta sponda, quando si trovino di fronte di un abitato minacciato da corrosione, ovvero di un territorio esposto al pericolo di disalveamenti;

**e)** la formazione di rilevati di salita o discesa dal corpo degli argini per lo stabilimento di comunicazione ai beni, agli abbeveratoi, ai guadi ed ai passi dei fiumi e torrenti;

**k)** la ricostruzione, tuttoché senza variazioni di posizione e forma, delle chiuse stabili ed incili delle derivazioni, di ponti, ponti canali, botti sotterranee e simili esistenti negli alvei dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali demaniali;  
*(lettera parzialmente abrogata dall'articolo 224, numero 19, del R.D. n. 1775 del 1933)*

**m)** l'estrazione di ciottoli, ghiaia, sabbia ed altre materie dal letto dei fiumi, torrenti e canali pubblici, eccettuate quelle località ove, per invalsa consuetudine si suole praticare senza speciale autorizzazione per usi pubblici e privati. Anche per queste

località però l'autorità amministrativa limita o proibisce tali estrazioni ogniqualvolta riconosca poterne il regime delle acque e gl'interessi pubblici o privati esserne lesi;

**n)** l'occupazione delle spiagge dei laghi con opere stabili, gli scavamenti lung'esse che possano promuovere il deperimento o recar pregiudizio alle vie alzaie ove esistono, e finalmente l'estrazione di ciottoli, ghiaie e sabbie, fatta eccezione, quanto a detta estrazione, per quelle località ove per consuetudine invalsa suolsi praticare senza speciale autorizzazione.

#### **Art. 98**

Non si possono eseguire, se non con speciale autorizzazione del ministero dei lavori pubblici, e sotto la osservanza delle condizioni dal medesimo imposte, le opere che seguono:

**d)** le nuove costruzioni nell'alveo dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici o canali demaniali, di chiuse, ed altra opera stabile per le derivazioni di ponti, ponti canali e botti sotterranee, non che le innovazioni intorno alle opere di questo genere già esistenti; *(lettera parzialmente abrogata dall'articolo 224, numero 19, del R.D. n. 1775 del 1933 in relazione all'articolo 217 dello stesso)*

**e)** la costruzione di nuove chiaviche di scolo a traverso gli argini e l'annullamento delle esistenti.

#### **Art. 99**

Le opere indicate nell'articolo precedente sono autorizzate dai prefetti, quando debbono eseguirsi in corsi di acqua non navigabili e non compresi fra quelli iscritti negli elenchi delle opere idrauliche di seconda categoria.

#### **da: D.G.R. 7/13950/2003 All. B punto 5.2**

##### **Attività vietate o soggette ad autorizzazione comunale**

“All'interno delle fasce di rispetto l'Amministrazione Comunale dovrà puntualmente definire le attività vietate o quelle soggette ad autorizzazione.

Un primo fondamentale riferimento per la definizione di tali norme è costituito dalla disciplina di riferimento dell'attività di polizia idraulica. Per i fiumi, i torrenti, i rivi, gli scolatoi pubblici e i canali di proprietà demaniale varrà quanto disposto dagli artt. 59, 96, 97, 98 del r.d. 523/1904. A tal merito si ribadisce che le distanze delle fasce di rispetto e le relative norme previste dal r.d. 523/1904 possono essere derogate *solo se previsto da discipline locali, da intendersi anche quali norme urbanistiche vigenti a livello comunale*, e pertanto solo se le indicazioni dell'elaborato di cui al presente documento verranno recepite con *apposita variante allo strumento urbanistico*.

Per gli altri canali e le altre opere di bonifica varrà quanto disposto dagli artt. 132, 133, 134, 135, 138 del r.d. 368/1904 che disciplina all'interno di ben definite fasce di rispetto delle *opere di bonifica e loro pertinenze*, le attività vietate, quelle consentite previa autorizzazione o quelle soggette al “nulla osta” idraulico.



Altre norme di riferimento sono quelle contenute nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) per le aree di esondazione e i dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua (art. 9, commi 5, 6, 6-bis).

In ogni caso si dovrà tenere presente delle seguenti indicazioni:

- è assolutamente necessario evitare l'occupazione o la riduzione delle aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua al fine della moderazione delle piene;
- dovranno comunque essere vietate le nuove edificazioni e i movimenti di terra in una fascia non inferiore a 4 m dal ciglio della sponda, intesa quale «scarpata morfologica stabile», o dal piede esterno dell'argine per consentire l'accessibilità al corso d'acqua;
- vige comunque il divieto di tombinatura dei corsi d'acqua ai sensi del d.lgs 152/99 art. 41 e del relativo regolamento di applicazione regionale (ancora da emanare).

Le opere ammesse previa autorizzazione, dovranno essere realizzate sulla base di procedure autorizzative definite dall'Amministrazione Comunale necessarie per garantire che le opere non comportino conseguenze negative sul regime delle acque. Potranno in generale essere consentiti:

- interventi che non siano suscettibili di influire né direttamente né indirettamente sul regime del corso d'acqua;
- le difese radenti (ossia senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna), realizzate in modo tale da non deviare la corrente verso la sponda opposta né realizzare restringimenti d'alveo. Le opere dovranno essere caratterizzate da pendenze e modalità costruttive tali da permettere l'accesso al corso d'acqua: la realizzazione di muri spondali verticali o ad elevata pendenza dovrà essere consentita unicamente all'interno di centri abitati, e comunque dove non siano possibili alternative di intervento a causa della limitatezza delle aree disponibili.

Gli attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere) con luce superiore a 6 m dovranno essere realizzati secondo le direttive dell'Autorità di Bacino «Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce a e b, paragrafi 3 e 4 (approvata con delibera dell'Autorità di Bacino n. 2/99)».

E' facoltà del comune di richiedere l'applicazione, in tutto o in parte, di tale direttiva anche per i manufatti di dimensioni inferiori. Il progetto di tali interventi dovrà comunque essere accompagnato da apposita relazione idrologico-idraulica attestante che gli stessi sono stati dimensionati per una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni e un franco minimo di almeno 1 m.

In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di modesta importanza, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori, in relazione ad esigenze tecniche specifiche adeguatamente motivate. E' comunque necessario verificare che le opere non comportino un significativo aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per

piene superiori a quelle di progetto. Le portate di piena dovranno essere valutate secondo le direttive idrologiche di Autorità di Bacino e Regione.

In ogni caso i manufatti di attraversamento non dovranno:

- restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
- avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna;
- comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

Non è ammesso il posizionamento di infrastrutture longitudinalmente in alveo che riducano la sezione. In caso di necessità e di impossibilità di diversa localizzazione le stesse potranno essere interrato. In ogni caso gli attraversamenti e i manufatti realizzati al di sotto dell'alveo, dovranno essere posti a quote inferiori a quelle raggiungibili in base all'evoluzione morfologica prevista dell'alveo, e dovranno comunque essere adeguatamente difesi dalla possibilità di danneggiamento per erosione del corso d'acqua".

**da: D.G.R. 7/13950/2003 All. B punto 6**

**Scarichi in corso d'acqua**

“Tra i compiti di polizia idraulica rientra anche l'autorizzazione di scarichi nei corsi d'acqua, sotto l'aspetto della *quantità* delle acque recapitate.

La materia è normata dall'art. 12 delle NdA del PAI, a cui di seguito si fa riferimento.

**da: Art. 12 delle NdA del PAI**

1. L'Autorità di Bacino definisce, con propria direttiva, le modalità e i limiti cui assoggettare gli scarichi delle reti di drenaggio delle acque pluviali dalle aree urbanizzate e urbanizzande nel reticolo idrografico;
2. Nella realizzazione dei nuovi interventi di urbanizzazione e di infrastrutturazione deve essere limitato lo sviluppo delle aree impermeabili e sono definite opportune aree atte a favorire l'infiltrazione e l'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche;
3. La direttiva di cui al comma 1 potrà individuare i comuni per i quali gli strumenti urbanistici comunali generali e attuativi devono contenere il calcolo delle portate da smaltire a mezzo delle reti di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, l'individuazione dei punti di scarico nei corpi ricettori e la verifica di compatibilità dello scarico nello stesso corpo idrico ricettore, nel rispetto dei limiti definiti dalla stessa normativa.

In generale dovrà essere verificata, da parte del richiedente l'autorizzazione allo scarico, la capacità del corpo idrico a smaltire le portate scaricate.

Nelle more dell'emanazione della suddetta direttiva e in assenza di più puntuali indicazioni si dovrà comunque rispettare quanto disposto dal Piano di Risanamento

Regionale delle acque, che indica i parametri di ammissibilità di portate addotte ai corsi d'acqua che presentano problemi di insufficienza idraulica.

I limiti di accettabilità di portata di scarico fissati sono i seguenti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali e industriali;
- 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree già dotate di pubbliche fognature.

I suddetti limiti sono da adottare per tutti gli scarichi non ricadenti nelle sottoelencate zone del territorio regionale:

- aree montane;
- portate direttamente scaricate su laghi o sui fiumi Ticino, Adda, Brembo, Serio, Cherio, Oglio, Mella, Chiese, Mincio.

Il manufatto di recapito dovrà essere realizzato in modo che lo scarico avvenga nella medesima direzione del flusso e prevedere accorgimenti tecnici per evitare l'innescò di fenomeni erosivi nel corso d'acqua".

## 10. CONCLUSIONI

Il presente lavoro è stato condotto a supporto della pianificazione urbanistica del comune di Burago di Molgora con lo scopo di fornire un esauriente quadro conoscitivo degli aspetti geologico-tecnici, idrogeologici, sismici ed ambientali del territorio.

L'impostazione dello studio geologico ha privilegiato pertanto le tematiche di natura applicativa, ritenute di maggior utilità ai fini della pianificazione territoriale; tra queste si è posta particolare attenzione alla:

- caratterizzazione morfologica del territorio, quale elemento complementare alla conoscenza litologico-geotecnica dei terreni;
- caratterizzazione idrogeologica del territorio, che consiste nell'individuazione delle strutture acquifere di sottosuolo e nella definizione del grado di vulnerabilità all'inquinamento delle falde utilizzate a scopo idropotabile;
- caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni, che consiste nella definizione della stratigrafia litologica dei primi metri di sottosuolo per trarne informazioni a supporto della progettazione di massima di interventi edificatori;
- analisi del rischio sismico locale, che consente l'individuazione degli spettri di risposta elastica di base.

Sulla base del quadro conoscitivo del territorio, rappresentato da cartografie tematiche a diversa scala, si è elaborata la conclusiva carta della “Fattibilità geologica” in accordo con quanto prescritto dalla L.R. 12/05 e dalla D.G.R. 8/1566/05 indicante i criteri relativi alla componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio.

La carta della “Fattibilità geologica” (**Tavv. 8a e 8b**) rappresenta lo strumento tecnico su cui compiere le scelte progettuali di gestione e destinazione d'uso del territorio, in quanto esprime le principali limitazioni alle azioni antropiche. Essa fornisce gli elementi per formulare la necessaria “normativa geologica alle azioni di piano” da inserire nel Documento di Piano e nel Piano delle Regole.

Nell'ambito di una scala di classificazione di legge, il territorio di Burago di Molgora presenta aree da “*fattibilità geologica con modeste limitazioni*”, prettamente di natura idrogeologica (protezione delle acque sotterranee) e che non richiedono indagini o interventi particolari se non la considerazione di eventuali problematiche locali, a “*fattibilità con gravi limitazioni*” legate alla presenza di reticolo idrografico classificato come principale (All. A D.G.R. 7/13950/03) e per le quali si rendono necessarie indagini supplementari e di dettaglio.

A scala dell'intero territorio comunale, lo studio condotto ha portato inoltre alla individuazione delle principali problematiche di carattere geologico-tecnico e idrogeologico, tra le quali:

Tutela/vulnerabilità delle acque sotterranee: lo studio ha messo in evidenza l'elevata vulnerabilità degli acquiferi profondi captati a scopo potabile e lo stato di compromissione dell'acquifero superiore

Sotto il profilo della migliore gestione e tutela delle risorse idriche, è auspicabile proseguire il processo di controllo diretto delle attività presenti sul territorio (censimento dei centri di pericolo e controllo degli scarichi), individuando le misure di primo intervento da prescrivere ai soggetti che svolgono attività a rischio per la falda (allacciamento degli scarichi in fognatura, miglioramento dei controlli ambientali di routine, ammodernamento degli impianti e tecnologia di raccolta, depurazione e smaltimento delle acque reflue, audit ambientali, ecc...).

Si consiglia intraprendere uno studio più specifico, e conseguenti opere di presidio (piezometri di controllo), che portino ad una azione di "protezione dinamica" delle fonti di approvvigionamento idropotabile, ridelimitando con criterio temporale o idrogeologico le zone di rispetto (D. Lgs. 152/06, D.G.R. 7/12693/03, D.G.R. 6/15137/96), attualmente tracciate con generico criterio geometrico (200 m di raggio rispetto all'asse del pozzo), così da assoggettare agli adeguati vincoli urbanistici di tutela le aree effettivamente connesse all'alimentazione dei pozzi.

**Il Tecnico Incaricato**  
**Dott. Geol. Efrem Ghezzi**