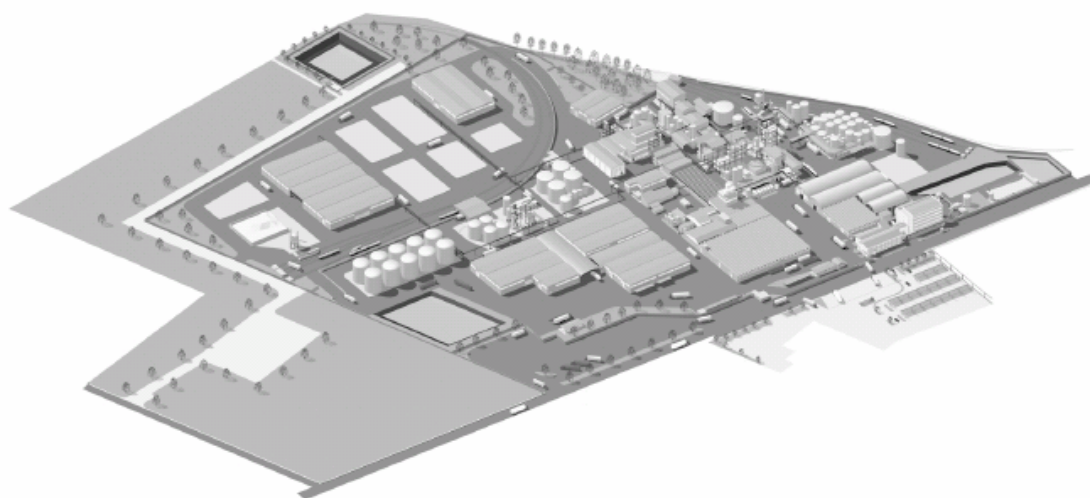


**REGIONE PIEMONTE**  
**Provincia di Novara**  
**Comune di Trecate - Polo industriale di San Martino**

**Stabilimento ESSECO S.r.l.**



**AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE AI  
SENSI DEL D. LGS. N. 59 DEL 18 FEBBRAIO 2005**

**Integrazioni alla domanda di Autorizzazione Integrata  
Ambientale**

*ALLEGATO  
INT. 06*

***QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE  
COMPONENTE AMBIENTALE:  
SUOLO E SOTTOSUOLO***

Committente



**ESSECO S.r.l.**

Via San Cassiano n° 99  
28069 San Martino di Trecate - Trecate (NO)

Redatto

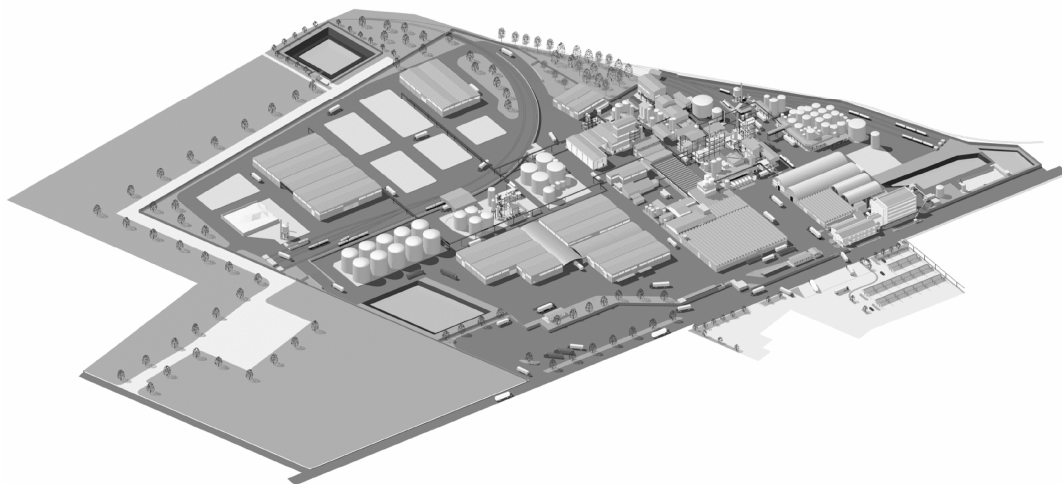


Viale Berrini, 7  
28041 Arona (NO)

Data di emissione:  
**Maggio 2008**

**REGIONE PIEMONTE**  
**Provincia di Novara**  
**Comune di Trecate - Polo industriale di San Martino**

**Ampliamento Esseco s.r.l.**



<b>S.I.A.</b>	<b>Studio di impatto ambientale L.R. 40 del 14-12-1998 art. 5</b>			
<b>Qra</b>	<b>Quadro di riferimento ambientale</b>			
Tavola n.	Elaborato			
<b>Qra 4</b>	<b>Componente ambientale: SUOLO E SOTTOSUOLO Relazione</b>			
Redatto			Timbro e firma	
Scala	Data	Revisione	Controllato	Approvato
	04/04/2005			

Committente



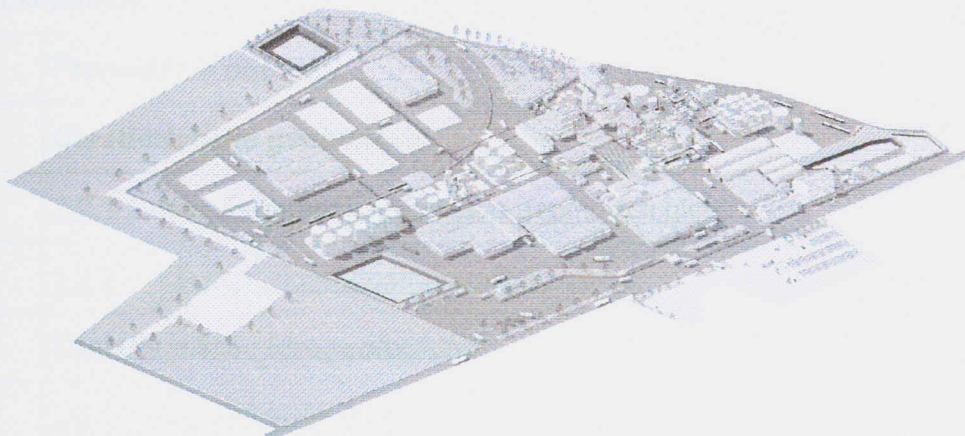
ESSECO S.r.l.

# REGIONE PIEMONTE

Provincia di Novara

Comune di Trecate - Polo industriale di San Martino

## Ampliamento Esseco s.r.l.



**S.I.A.**

**Studio di impatto ambientale  
L.R. 40 del 14-12-1998 art. 5**

**Qra**

**Quadro di riferimento ambientale**

Tavola n.

Elaborato

**Qra  
4**

**Componente ambientale:  
SUOLO E SOTTOSUOLO  
Relazione**

Committente

ESSECO s.r.l.

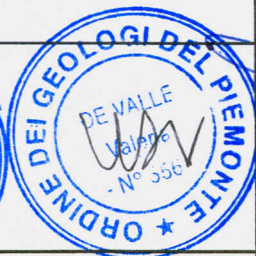


Redatto



**TELLUS s.r.l.**  
Topografia - Geologia  
Servizi per l'ingegneria

Timbro e firma



Scala

Data

Revisione

Controllato

Approvato

04/04/2005

## INDICE

<b>CAPITOLO</b>	<b>PAG</b>			
<b>1</b>	<b>INQUADRAMENTO</b>	<b>6</b>		
	<b>1.1</b>	<b><i>Premessa e obiettivi</i></b>	<b>6</b>	
	<b>1.2</b>	<b><i>Caratteristiche geologiche</i></b>	<b>8</b>	
		<u>1.2.1</u>	<u>Inquadramento geologico-geomorfologico</u>	<b>8</b>
		<u>1.2.2</u>	<u>Successione litostratigrafica</u>	<b>9</b>
	<b>1.3</b>	<b><i>Caratteristiche idrogeologiche</i></b>	<b>10</b>	
		<u>1.3.1</u>	<u>Identificazione degli acquiferi</u>	<b>10</b>
		<u>1.3.2</u>	<u>Parametri idrodinamici degli acquiferi</u>	<b>11</b>
		<u>1.3.3</u>	<u>Deflusso delle acque sotterranee</u>	<b>11</b>
	<b>1.4</b>	<b><i>Caratteristiche pedologiche</i></b>	<b>12</b>	
		<u>1.4.1</u>	<u>Proprietà dei suoli</u>	<b>12</b>
		<u>1.4.2</u>	<u>Capacità d'uso dei suoli</u>	<b>13</b>
	<b>1.5</b>	<b><i>Sorgenti di rischio geologico</i></b>	<b>14</b>	
		<u>1.5.1</u>	<u>Rischio idrogeologico</u>	<b>14</b>
		<u>1.5.2</u>	<u>Rischio sismico</u>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI POTENZIALI</b>	<b>16</b>		
	<b>2.1</b>	<b><i>Modificazione delle proprietà del suolo</i></b>	<b>19</b>	
	<b>2.2</b>	<b><i>Modificazione delle proprietà dell'aerato</i></b>	<b>20</b>	
	<b>2.3</b>	<b><i>Modificazione della circolazione idrica sotterranea</i></b>	<b>21</b>	
	<b>2.4</b>	<b><i>Modificazione della qualità delle acque sotterranee</i></b>	<b>21</b>	
	<b>2.5</b>	<b><i>Condizioni di equilibrio dei terreni</i></b>	<b>22</b>	

<b>3</b>	<b>VALUTAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DEGLI ASPETTI AMBIENTALI POTENZIALMENTE SOGGETTI AD IMPATTO MEDIANTE INDICATORI SIGNIFICATIVI</b>		<b>23</b>
	<b>3.1</b>	<b><i>Qualità dei suoli</i></b>	<b>23</b>
		<u>3.1.1</u> <u>Caratteristiche pedologiche</u>	<b>23</b>
		<u>3.1.2</u> <u>Capacità d'uso dei suoli</u>	<b>26</b>
		<u>3.1.3</u> <u>Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde</u>	<b>28</b>
	<b>3.2</b>	<b><i>Qualità e quantità delle acque sotterranee</i></b>	<b>29</b>
		<u>3.2.1</u> <u>Configurazione, localizzazione e struttura degli acquiferi</u>	<b>29</b>
		<u>3.2.2</u> <u>Tipologia idrodinamica degli acquiferi</u>	<b>31</b>
		<u>3.2.3</u> <u>Livello piezometrico ed escursione</u>	<b>33</b>
		<u>3.2.4</u> <u>Deflusso idrico sotterraneo</u>	<b>34</b>
		<u>3.2.5</u> <u>Parametri idrodinamici degli acquiferi</u>	<b>36</b>
		<u>3.2.6</u> <u>Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi</u>	<b>39</b>
		<u>3.2.7</u> <u>Vulnerabilità di scenario</u>	<b>41</b>
		<u>3.2.8</u> <u>Caratteristiche dell'aerato</u>	<b>46</b>
		<u>3.2.9</u> <u>Qualità delle acque sotterranee</u>	<b>47</b>
	<b>3.3</b>	<b><i>Stabilità dei terreni</i></b>	<b>49</b>
		<u>3.3.1</u> <u>Caratteristiche geotecniche</u>	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>PREVISIONE DEGLI EFFETTI POTENZIALI</b>		<b>46</b>
	<b>4.1</b>	<b><i>Premessa e obiettivi</i></b>	<b>53</b>
	<b>4.2</b>	<b><i>Modificazione delle proprietà del suolo</i></b>	<b>54</b>
	<b>4.3</b>	<b><i>Modificazione delle proprietà dell'aerato</i></b>	<b>55</b>
	<b>4.4</b>	<b><i>Modificazione della circolazione idrica sotterranea</i></b>	<b>55</b>
		<u>4.4.1</u> <u>Metodologia di analisi</u>	<b>55</b>
		<u>4.4.2</u> <u>Stima dell'impatto</u>	<b>56</b>
	<b>4.5</b>	<b><i>Modificazione della qualità delle acque sotterranee</i></b>	<b>56</b>

	<b>4.6</b>	<b><i>Condizioni di equilibrio dei terreni</i></b>		<b>57</b>
		<u>4.6.1</u>	<u>Valutazione della capacità portante</u>	<b>57</b>
			4.6.1.1 <i>Metodologia di analisi</i>	<b>57</b>
			4.6.1.2 <i>Stima dell'impatto e dei valori finali attesi</i>	<b>58</b>
		<u>4.6.2</u>	<u>Cedimenti del terreno</u>	<b>59</b>
			4.6.2.1 <i>Metodologia di analisi</i>	<b>59</b>
			4.6..2 <i>Stima dell'impatto e dei valori finali attesi</i>	<b>60</b>
		<u>4.6.3</u>	<u>Stabilità degli scavi</u>	<b>61</b>
			4.6.3.1 <i>Metodologia di analisi e stima dell'impatto e dei valori finali attesi</i>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>			<b>63</b>



**ELENCO DEGLI ALLEGATI**

<b><u>ALLEGATO N.</u></b>		<b><u>SCALA</u></b>
1	STRALCIO DEL FOGLIO GEOLOGICO N° 44 "NOVARA"	1:100.000
2	CARTA GEOMORFOLOGICA	1:15.000
3	CARTA DELLE ISOPACHE DEL COMPLESSO A PREDOMINANZA GHIAIOSO-SABBIOSA	1:200.000
4	CARTA DELLE ISOPIEZOMETRICHE (STUDIO GEOLOGICO - P.R.G.C. DI TRECATE)	1:25.000
5	STRALCIO DELLA CARTA DI CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO – (I.P.L.A.; 1982)	1:250.000
6	PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	1:25.000
7	STRALCIO DELLA CARTA DELLE AREE INONDABILI - FG. N. 44 - NOVARA	1:100.000
8	INDAGINE PEDOLOGICA	
8.1	UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO	1:15.000
8.2	ANALISI PEDOLOGICHE	-
9	DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO	
9.1	FREATIMETRIA MARZO-APRILE 2003 (BETA S.R.L.)	1:10.000
9.2	CARTA IDROGEOLOGICA DELLA PRIMA FALDA	1:2.500
10	CENSIMENTO DEI POZZI NELL'INTORNO DEL SITO	
10.1	SCHEDA DEI POZZI CENSITI	-
10.2	COLONNE STRATIGRAFICHE	VARIA
11	TRACCIA DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE	1:15.000
11.1	SEZIONE IDROGEOLOGICA A – A'	1:10.000/ 1:1.200
11.2	SEZIONE IDROGEOLOGICA B – B'	1:2.000/ 1:1.000
11.3	SEZIONE IDROGEOLOGICA C – C'	1:2.000/ 1:1.000
12	CARTA DELLA VUNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI (CIVITA, 1990)	1:15.000

<b>13</b>	<b>ANALISI CHIMICO-FISICHE E BATTERIOLOGICHE</b>		
	<b>13.1</b>	<b>ACQUE DI FALDA</b>	-
	<b>13.2</b>	<b>ACQUE REFLUE</b>	-
<b>14</b>	<b>INDAGINE GEOTECNICA IN SITO</b>		
	<b>14.1</b>	<b>UBICAZIONE DELLE PROVE IN SITO</b>	<b>1:750</b>
	<b>14.2</b>	<b>DIAGRAMMI DELLE PROVE PENETROMETRICHE (DPSH)</b>	-
	<b>14.3</b>	<b>ELABORAZIONE DELLE COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE</b>	<b>1:40</b>
	<b>14.4</b>	<b>SEZIONE GEOTECNICA</b>	<b>1:500/1:60</b>
<b>15</b>	<b>MODIFICAZIONE DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA</b>		<b>1:2.500</b>
<b>16</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE</b>		
	<b>16.1</b>	<b>FONDAZIONI A PLINTO</b>	-
	<b>16.2</b>	<b>FONDAZIONI CONTINUE</b>	-
<b>17</b>	<b>PREVISIONE DEI CEDIMENTI DA VALORI <math>N_{SPT}</math> IN TERRENI NON COESIVI</b>		-



## **1 INQUADRAMENTO**

### **1.1 Premessa e obiettivi**

Per la componente ambientale *suolo e sottosuolo*, si è adottata la definizione dell'Allegato I del D.P.C.M. 27.12.88, punto C: "suolo e sottosuolo: intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, ed anche come risorse non rinnovabili", integrandola con le acque sotterranee.

Si è quindi proceduto, nel rispetto dell'Allegato II del D.P.C.M. 27.12.88, ad analisi finalizzate alla:

- caratterizzazione geomorfologica del territorio ed individuazione dei processi di modellamento in atto;
- caratterizzazione pedologica dell'area interessata dall'opera proposta, con particolare riferimento alla composizione chimico-fisica del suolo, alla sua componente biotica e alle relative interazioni, nonché alla genesi, alla evoluzione e alla capacità d'uso.
- caratterizzazione idrogeologica dell'area coinvolta direttamente e indirettamente dall'intervento, con particolare riguardo per l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo, la presenza di falde idriche sotterranee e relative emergenze, la vulnerabilità degli acquiferi;
- determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, con riferimento ai problemi di stabilità dei fronti di scavo;

Per l'area vasta in cui s'inserisce l'opera, si sono definiti inoltre i rischi geologici connessi ad eventi variamente prevedibili (sismici, franosi, di esondazione, ecc.).

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

1. Esame preliminare dell'ambiente interessato dal progetto.
2. Identificazione degli effetti potenziali provocati dagli interventi in progetto.
3. Selezione degli "indicatori ambientali", ovvero di quelle caratteristiche o parametri di particolare sensibilità, dalla cui analisi, in funzione degli interventi in progetto, è possibile prevedere e valutare gli impatti.
4. Analisi dello stato di qualità dell'ambiente esistente attraverso la caratterizzazione degli "indicatori" selezionati.
5. Previsione degli impatti ambientali significativi, che l'opera può provocare.

## **1.2 Caratteristiche geologiche**

### **1.2.1 Inquadramento geologico-geomorfologico**

Il territorio in studio è situato nella pianura piemontese, ad Ovest del fiume Ticino.

La morfologia del territorio ed i terreni presenti sono legati ad una successione di eventi di origine fluvioglaciale e fluviale, in particolare gli eventi deposizionali wurmiani presentano nella pianura novarese tre intervalli principali, noti in letteratura come Wurm I, Wurm II e Wurm III.

L'area di intervento ricade nel terrazzo appartenente alla fase Wurm I, formato da depositi fluvioglaciali ghiaiosi, localmente molto grossolani (Foglio Geologico n.44 "Novara"; all.n.1).

Il terrazzo wurmiano, di morfologia superficiale pianeggiante, moderatamente inclinato verso Sud, ricorre localmente a una quota media di circa 130 m s.l.m. ed è delimitato ad Est da una scarpata, prevalentemente orientata N-S, di circa 20 m di altezza, che si riduce in corrispondenza delle limitrofe aree estrattive, per arretramento parziale del ciglio.

La scarpata, prevalentemente colonizzata da vegetazione arborea e inattiva, pur essendo oggetto di processi di dilavamento superficiale, si raccorda inferiormente con la Valle del fiume Ticino, dove sono presenti alluvioni fluvioglaciali e fluviali oloceniche, ciottolose, non alterate, terrazzate, a terreni grigio bruni, delimitate da un orlo di scarpata di erosione fluviale, attivo, mediamente di 3-4 m di altezza, e alluvioni ghiaiose recenti ed attuali lungo l'alveo del Fiume.

La sommità del terrazzo wurmiano, dove si trova il sito, si può ritenere complessivamente stabile e non esondabile, interessata da cave di ghiaia e sabbia, sia a fossa che di arretramento del ciglio (all.n.2).

Il reticolo idrografico è costituito da un corso d'acqua naturale, il F. Ticino, che scorre a 2.600 m dal sito verso Est, con un alveo pluricursale, ricorrente ad una quota media di 107 m s.l.m., in una valle incisa per circa 20 m rispetto al terrazzo wurmiano, e da una rete irrigua sviluppata, gestita in parte dall'Associazione Irrigazione Est Sesia (A.I.E.S.) e in parte privatamente.

### 1.2.2 Successione litostratigrafica

In base ai dati bibliografici relativi alle prospezioni geognostiche finalizzate alla ricerca petrolifera ("Le acque sotterranee della pianura irrigua novarese-lomellina" - A.I.E.S.; 1984), la successione litostratigrafica presenta a tetto dei depositi continentali di natura fluvioglaciale-fluviale (Quaternario), che poggiano su un substrato formato da sedimenti continentali (Villafranchiano superiore) e di transizione (Villafranchiano inferiore), per uno spessore complessivo che aumenta progressivamente da Nord a Sud, con 400 m in prossimità del Comune di Cameri, fino a 700 m in corrispondenza del Comune Trecate; mentre inferiormente si rilevano i depositi pliocenici di origine marina.

Relativamente ai depositi continentali, sulla base delle colonne stratigrafiche dei pozzi della zona, le alluvioni fluvioglaciali e fluviali, di spessore prossimo a 100 m in corrispondenza del terrazzo, presentano geometrie lenticolari, costituite prevalentemente da ghiaia e sabbia con lenti limoso - argillose.

Le litologie dei sedimenti alluvionali sono rappresentate in prevalenza da rocce gneissiche e granitoidi, con minori quantità di pietre verdi, quarziti e carbonati.

La successione inferiore villafranchiana, di ambiente fluviale, lacustre e di laguna costiera, risulta costituita in prevalenza da limi e argille alternate a sabbie, più episodicamente a ghiaie, con spessori, nell'area d'indagine, prossimi a 600 m.

A letto ricorre la successione pliocenica di facies marina, formata da argille alternate a sabbie argillose.

### **1.3 Caratteristiche idrogeologiche**

#### **1.3.1 Identificazione degli acquiferi**

La struttura idrogeologica, correlabile alla successione litostratigrafica della zona, è rappresentata dalle seguenti unità (“Rete di monitoraggio delle acque sotterranee della pianura novarese” - Regione Piemonte; 1995):

- *Complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa*
- *Complesso a predominanza argillosa*

Il *complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa*, costituito prevalentemente da sabbie e ghiaie, con rare lenti limoso-argillose, è correlabile alla successione fluvioglaciale Quaternaria.

Tale complesso costituisce un acquifero monostrato a falda libera, sebbene in corrispondenza dell'area di indagine, per la presenza di una lente limoso-argillosa, rilevata nelle colonne litostratigrafiche dei pozzi censiti alla profondità di circa 40 m, si determinano locali condizioni di flusso semiconfinato.

Il *complesso a predominanza argillosa* è costituito da una successione di facies transizionale, con alternanze sabbiose e argillose di spessore variabile, da metrico a decametrico, attribuita al Villafranchiano.

Tale complesso è sede di un acquifero multifalda, con flussi generalmente da semiconfinati a confinati negli spessori di permeabilità maggiore, costituiti prevalentemente da intervalli sabbiosi.

Dalla “Carta delle isopache del complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa”, (Regione Piemonte; 1995 - all.n.3), il passaggio tra i due complessi, normalmente graduale, è individuabile in corrispondenza del sito, a circa 100 m di profondità, evidenziato da una generale diminuzione granulometrica dei terreni e dalla presenza più frequente e continua di intervalli limoso-argillosi.

### 1.3.2 Parametri idrodinamici degli acquiferi

In base alla letteratura esistente “Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese” (M. Civita, G. Fisso, M.E. Governa, P. Rossanigo; 1990), per correlazione con la pianura novarese, il *complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa* risulta avere una permeabilità variabile da alta, in corrispondenza degli intervalli ghiaiosi, a media, in quelli sabbiosi (Casagrande e Fadum; 1940), con valori di  $K = 10^{-1} \div 10^{-3}$  m/s.

Per l'eterogeneità litologica, il *complesso a predominanza argillosa* presenta una permeabilità da media a molto bassa (Casagrande e Fadum; 1940), con valori di  $K = 10^{-3} \div 10^{-5}$  m/s per i terreni più grossolani e di  $K = 10^{-7} \div 10^{-9}$  m/s per quelli più fini (M. Civita, G. Fisso, M.E. Governa, P. Rossanigo; 1990).

### 1.3.3 Deflusso delle acque sotterranee

Dalla carta delle isopiezometriche, redatta nell'ambito dello Studio Geologico a supporto del P.R.G.C. di Trecate (all.n.4), si possono ricavare le seguenti indicazioni:

- il deflusso sotterraneo locale è diretto da Ovest verso Est, a causa dell'azione drenante esercitata dal fiume Ticino;
- il gradiente idraulico medio nel territorio in esame risulta pari a  $i = 0,3 \%$ ;
- l'orientazione delle isofreatiche, con concavità aperta verso monte, identifica un acquifero a falda divergente;
- la soggiacenza della falda freatica, in corrispondenza del sito in esame, è mediamente di circa 8 m.

## 1.4 Caratteristiche pedologiche

### 1.4.1 Proprietà dei suoli

Secondo la "Carta della capacità d'uso dei suoli e delle loro limitazioni", redatta dall'I.P.L.A. nel 1982 per il territorio piemontese, nell'area in esame si possono distinguere i seguenti tipi di suoli, correlati alle rispettive *Unità di paesaggio* (all.n.5):

Tabella 1.1 - Proprietà dei suoli

CLASSIFICAZIONI			UNITA' DI PAESAGGIO	
CPCS (FRANCIA)	SOIL TAXONOMY (U.S.A.)	FAO/UNESCO		
Suoli bruni mediamente lisciviati	Typic Hapludalfs	Chromic Luvisols	<b>51</b>	Pianura novarese orientale
Suoli bruni lievemente lisciviati	Alfic Dystrochrepts	Chromic Cambisols	<b>53</b>	Piana di S. Martino (Cerano)
Suoli alluvionali recenti	Typic e Aquic Udifluvents	Dystric Fluvisols	<b>95</b>	Piano basale corrispondente al letto ordinario dei corsi d'acqua da (75) 100 a 300 m
Suoli alluvionali attuali	Typic e Aquic Udifluvents	Dystric Fluvisols	<b>105</b>	Piana basale corrispondente al letto ordinario dei corsi d'acqua da (75) 100 a 600 m

Il sito ed il territorio limitrofo, appartenenti alla Unità di Paesaggio della Piana di S. Martino (Cerano), sono caratterizzati da "Suoli bruni lievemente lisciviati" (CPCS) o "Alfic Dystrochrepts" (Soil Taxonomy) o "Chromic Cambisols" (FAO/UNESCO).

Nel settore occidentale dell'area di indagine, verso il centro abitato di Trecate (Pianura novarese orientale), sono presenti "Suoli bruni mediamente lisciviati" (CPCS) o "Typic Hapludalfs" (Soil Taxonomy) o "Chromic Luvisols" (FAO/UNESCO).

Nella Valle del Ticino, in corrispondenza dei depositi recenti ed attuali del Fiume, si trovano "Suoli alluvionali recenti ed attuali"/ "Typic e Aquic Udifluvents"/ "Dystric Fluvisols".



### 1.4.2 Capacità d'uso dei suoli

Secondo lo studio “La capacità d'uso dei suoli del Piemonte”, nell'area in esame si possono distinguere le seguenti classi di capacità (all.n.5):

Tabella 1.2 - Classi di capacità d'uso

<b>CPCS (FRANCIA)</b>	<b>SOIL TAXONOMY (U.S.A.)</b>	<b>FAO/ UNESCO</b>	<b>UNITA' DI PAESAGGIO</b>		<b>CAPACITA' D'USO</b>
Suoli bruni mediamente lisciviati	Typic Hapludalfs	Chromic Luvisols	<b>51</b>	Pianura novarese orientale	<b>II</b>
Suoli bruni lievemente lisciviati	Alfic Dystrochrepts	Chromic Cambisols	<b>53</b>	Piana di S. Martino (Cerano)	<b>II</b>
Suoli alluvionali recenti	Typic e Aquic Udifuvents	Dystric Fluvisols	<b>95</b>	Piano basale corrispondente al letto ordinario dei corsi d'acqua da (75) 100 a 300 m	<b>V</b>
Suoli alluvionali attuali	Typic e Aquic Udifuvents	Dystric Fluvisols	<b>105</b>	Piana basale corrispondente al letto ordinario dei corsi d'acqua da (75) 100 a 600 m	<b>VII</b>

La classificazione proposta si basa sulla “Land Capability Classification” (Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti; 1961), in parte modificata per un'adeguata rappresentazione della situazione ambientale piemontese.

L'Unità di Paesaggio della Piana di S. Martino, che comprende l'area d'intervento, e l'Unità della Pianura Novarese Orientale, sono caratterizzate da suoli di seconda classe, con alcune moderate limitazioni, che derivano dalla scarsa profondità (sottili 25-50 cm), dalla pietrosità eccessiva (forte interferenza con le lavorazioni) e dal drenaggio interno rapido, che richiede turni di adacquamento più ravvicinati.

Nella Valle del fiume Ticino si trovano suoli di quinta e di settima classe.

I suoli di quinta classe, distribuiti al piede del terrazzo wurmiano, in corrispondenza dei "Suoli alluvionali recenti", sono sottili (<50 cm) con tessitura eccessivamente sabbiosa, pietrosità moderata (lieve interferenza con le lavorazioni), drenaggio interno rapido, idromorfia indotta da una falda permanente superficiale e inondabilità da poco frequente a frequente.

I suoli di settima classe, distribuiti in corrispondenza delle aree più prossime al Fiume ("Suoli alluvionali attuali"), sono molto sottili (<25 cm), con tessitura eccessivamente sabbiosa, eccessivamente pietrosi (forte interferenza con le lavorazioni), drenaggio interno rapido, idromorfia indotta da una falda permanente superficiale e inondabilità frequente.

## **1.5 Sorgenti di rischio geologico**

### **1.5.1 Rischio idrogeologico**

Il sito ed il territorio compreso nel "livello fondamentale della pianura" risultano complessivamente stabili, soggetti a fenomeni geomorfologici trascurabili, legati principalmente allo scorrimento delle acque meteoriche, e non esondabili.

La Valle del Ticino è interessata dalle fasce fluviali indicate nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato con delib. del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26/04/2001.

Si può osservare localmente che il limite della fascia A (fascia di deflusso della piena), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente di deflusso, coincide con l'orlo di terrazzo delle alluvioni antiche, mentre quello della fascia B (fascia di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni) corrisponde con il Naviglio Sforzesco e, a Sud della S.R. n. 11, con quello della sorgente Tre Fontane; la fascia C invece (area di inondazione per piena catastrofica con tempo di ritorno pari a 500 anni) è estesa fino al piede del terrazzo fluvioglaciale würmiano-rissiano (all.n.6).

Dalla “Carta delle aree inondabili - Fg. n. 44 - Novara, Regione Piemonte”, il territorio della Valle del Ticino viene considerato inondabile, con deposito di materiale prevalentemente sabbioso fino al piede del terrazzo delle alluvioni oloceniche antiche, per eventi di piena con tempi di ritorno compresi tra 3 e 5 anni, e fino al piede del terrazzo würmiano-rissiano, con tempi di ritorno compresi tra 25 e 50 anni (all.n.7).

### 1.5.2 Rischio sismico

In base all'Ordinanza n. 3.274 del 20/03/03 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche*”, il Comune di Trecate appartiene alla zona sismica 4 (valori di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $a_g/g = 0,05$ ) in accordo con la classificazione dei precedenti Decreti.

Ai sensi del D.L. 31 marzo 1998, n. 112, dell'ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri, n. 3274 del 20 marzo 2003, in riferimento alle “*Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici (2003)*”, per i terreni di fondazione del terrazzo wurmiano si può ipotizzare la presenza di una successione alluvionale cautelativamente classificabile nel complesso come segue:

Tabella 1.3 – Classificazione sismica dei terreni

<b>CLASSIFICAZIONE RIFERITA ALLE PRESENTI INDAGINI PRELIMINARI</b>	<b>CLASSIFICAZIONE AI SENSI DELLE <i>NORME TECNICHE (2003)</i></b>	
<b><i>UNITÀ GEOTECNICA</i></b>	<b><i>CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE</i></b>	<b><i>DESCRIZIONE</i></b>
Alluvioni wurmiane ghiaiose localmente molto grossolane con lenti limoso-argillose	“C”	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di $V_{S30}$ compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{SPT} < 50$ )

## **2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI POTENZIALI**

Per individuare gli impatti potenziali provocati dall'intervento in oggetto, si è fatto ricorso a *matrici associate*, analizzando le attività di processo nella situazione attuale e quelle previste in progetto, sia in fase di cantiere che di esercizio.

Le attività individuate sono state confrontate con le relative fonti di impatto (tabella 2.1), per ricavare conseguentemente gli effetti potenziali (tabella 2.2).

Tabella 2.1 – Attività/Fonti di impatto

ATTIVITA'	ATTIVITA' DI PROCESSO													ATTIVITA' DI SUPPORTO					
	FASE DI CANTIERE				FASE DI ESERCIZIO														
	Lavori edili	Trasporto materiali edili ed impianti	Allestimento impianti	Linea ferroviaria	Impianto per scarico acque meteoriche di prima pioggia e industriali	Fusione zolfo solido	Trasferimento con tubazioni e pompe da serbatoi di stoccaggio a contenitori vari	Trasporto pneumatico reparti di confezionamento sali	Produzione SO <sub>2</sub> per combustione dello zolfo in aria in apposito forno	Avviamento impianto acido solforico SOG2, SOG3	Stoccaggio reagenti e prodotti in silos o serbatoi	Trattamento finale dei gas	Raffreddamento	Trattamento delle acque reflue	Traffico stradale	Traffico ferroviario	Produzione vapore	Approvvigionamento idrico	Operazioni di carico e scarico
<b>FONTI D'IMPATTO</b>																			

**Situazione attuale**

Emissioni di rumore																			
Sfruttamento delle acque sotterranee																			
Diffusione di odori																			
Emissioni in atmosfera																			
Produzione di rifiuti solidi																			
Diffusione di polveri																			
Sversamenti accidentali di sostanze																			
Scarichi nel suolo e strati superficiali del sottosuolo																			
Applicazione di carichi fissi e mobili sui terreni																			

**Situazione di progetto**

Emissioni di rumore																			
Sfruttamento delle acque sotterranee																			
Diffusione di odori																			
Emissioni in atmosfera																			
Produzione di rifiuti solidi																			
Diffusione di polveri																			
Sversamenti accidentali di sostanze																			
Scarico in corpi idrici superficiali																			
Applicazione di carichi fissi e mobili sui terreni																			
Occupazione di suolo																			

Tabella 2.2 – Fonti di impatto/Effetti potenziali

	EFFETTI POTENZIALI	FASE DI COSTRUZIONE							FASE DI ESERCIZIO									
		Emissioni di rumore	Emissioni in atmosfera	Produzione di rifiuti solidi	Diffusione di polveri	Sversamenti accidentali di sostanze	Applicazione di carichi fissi e mobili sui terreni	Occupazione di suolo	Emissioni di rumore	Sfruttamento delle acque sotterranee	Diffusione di odori	Emissioni in atmosfera	Produzione di rifiuti solidi	Diffusione di polveri	Sversamenti accidentali di sostanze	Scarico nel suolo e strati superficiali del sottosuolo	Scarico in corpi idrici superficiali	Applicazione di carichi fissi e mobili sui terreni
<b>SITUAZIONE ATTUALE</b>	Modificazione delle proprietà del suolo																	
	Modificazione delle proprietà dell'aerato																	
	Modificazione della circolazione idrica sotterranea																	
	Modificazione della qualità delle acque sotterranee																	
	Condizioni di equilibrio dei terreni																	
<b>SITUAZIONE DI PROGETTO</b>	Modificazione delle proprietà del suolo																	
	Modificazione della circolazione idrica sotterranea																	
	Condizioni di equilibrio dei terreni																	

## **2.1 Modificazione delle proprietà del suolo**

Tali modificazioni, di natura prevalentemente chimica, derivano principalmente dalla ricaduta al suolo delle emissioni convogliate in atmosfera durante l'attività produttiva dell'impianto, sia attuale che di progetto, e secondariamente dalla diffusione di polveri in fase di costruzione e di esercizio.

In particolare, la deposizione dei composti acidi di zolfo e azoto può provocare l'acidificazione del suolo, attraverso la sostituzione dei nutrienti presenti ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ) con ioni idrogeno.

Si tratta di un impatto di secondo ordine, di tipo continuo, ad effetto ritardato, diffuso nell'intorno del sito, accumulativo e reversibile a lungo termine, che potrebbe interessare alcune proprietà, quali la capacità d'uso e la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde.

In fase di cantiere, si prevede un'occupazione di suolo per gli scavi necessari alla realizzazione della fognatura, che saranno preceduti da uno scolturamento, accumulando lo spessore pedogenizzato per favorirne il riutilizzo.

L'interferenza dell'opera in progetto risulta temporanea e trascurabile, sia per la limitata estensione della fascia di intervento, che per la destinazione d'uso della stessa, occupata prevalentemente da incolti erbacei con vegetazione arbustiva rada.



## **2.2 Modificazione delle proprietà dell'aerato**

La modificazione delle proprietà dell'aerato può essere determinata, nella situazione attuale, da infiltrazioni dovute a sversamenti accidentali, in corrispondenza delle aree non pavimentate (situate nel settore occidentale del sito) e dalla dispersione delle acque reflue nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.

Attualmente, le acque di processo e le acque meteoriche sono trattate in un impianto di depurazione, collocato nel vertice sud-orientale dell'area di intervento, costituito da tre vasche disposte in serie:

- una vasca di decantazione, per la sedimentazione dei solidi sospesi;
- una vasca di ossidazione, in cui vengono immessi NaOH e Ossigeno per l'ossidazione dei solfiti contenuti nelle acque di processo;
- una vasca di dispersione, della superficie di circa 1.700 m<sup>2</sup>, per il drenaggio nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo delle acque provenienti dalla vasca di ossidazione.

Il rilascio di inquinanti, in particolare solfati, cloruri e azoto nitrico (le caratteristiche dello scarico sono ricavate dai referti analitici allegati), potrebbe comportare un'alterazione della composizione chimica dell'aerato, mentre la portata di scarico, continua, di circa 120 l/s, favorirebbe la rimozione delle particelle fini presenti nell'aerato, modificandone le caratteristiche granulometriche.

Si tratta di un impatto di tipo temporaneo, ad effetto ritardato, circoscritto all'intorno dei punti di rilascio, accumulativo e reversibile.

In fase di progetto, il completamento delle aree pavimentate, unitamente al convogliamento dello scarico in corpi idrici superficiali, non possono che favorire la minimizzazione di tale impatto.

### **2.3 Modificazione della circolazione idrica sotterranea**

La modificazione della circolazione idrica sotterranea è riconducibile, nella situazione attuale, all'emungimento prodotto da n.4 pozzi idrici ad uso della ditta ed alla dispersione delle acque reflue nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, che avviene in modo continuo con una portata di 120 l/s, per una superficie di circa 1.700 m<sup>2</sup>, interferendo con il primo acquifero.

In fase di progetto, si prevede la realizzazione di n.2 pozzi idrici, finalizzati principalmente ad uso antincendio, filtranti nel primo acquifero, e l'impermeabilizzazione della vasca di dispersione, con il trasferimento dello scarico in corpi idrici superficiali e la conseguente cessazione del ravvenamento della prima falda.

Tali azioni produrranno una modificazione della piezometria, con eventuali effetti sulle opere di captazione in esercizio e nell'intorno e sulla stabilità geotecnica dei terreni di fondazione.

### **2.4 Modificazione della qualità delle acque sotterranee**

Nella situazione attuale, la contaminazione delle acque sotterranee potrebbe avvenire per percolazione di eventuali inquinanti dall'aerato, in seguito a sversamenti accidentali in corrispondenza delle aree non pavimentate, e per la dispersione delle acque reflue negli strati superficiali del sottosuolo, con una distribuzione a pennacchio, allungato principalmente nella direzione di flusso (prevalentemente verso SSE).

L'impatto risulterebbe di tipo temporaneo, ad effetto ritardato, regressivo e irreversibile.

In fase di progetto, il completamento delle aree pavimentate ed il convogliamento dello scarico in corpi idrici superficiali, contribuiranno a minimizzare l'eventualità di tali impatti.

## **2.5 Condizioni di equilibrio dei terreni**

Si tratta della capacità portante e dei cedimenti dei terreni di fondazione, in funzione delle opere previste per l'allestimento dell'impianto per l'acido solforico e del nuovo tratto della linea ferroviaria, ed alla stabilità degli scavi, relativamente alla posa delle tubazioni fognarie.

Per la natura dei terreni, granulari, prevalentemente ghiaiosi, localmente molto grossolani con lenti limoso-argillose, si prevedono cedimenti immediati di natura elastoplastica.

Inoltre, nella situazione attuale e di progetto, lo sfruttamento delle acque sotterranee attraverso i pozzi idrici della ditta, gestito in modo non adeguato, potrebbe determinare, nel richiamare la falda, un regime di turbolenza, con l'afflusso di materiale durante l'emungimento, che modificherebbe le caratteristiche geotecniche dei terreni.

### **3 VALUTAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DEGLI ASPETTI AMBIENTALI POTENZIALMENTE SOGGETTI AD IMPATTO MEDIANTE INDICATORI SIGNIFICATIVI**

#### **3.1 *Qualità dei suoli***

##### **3.1.1 Caratteristiche pedologiche**

Sulla base dello scenario emissivo elaborato (mappe di concentrazione al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera - Relazione Qra 2), si è confrontato il chimismo di suoli simili, compresi nelle medesime Unità di Paesaggio e appartenenti alle stesse classi di capacità d'uso (I.P.L.A. e Piano d'Area del Parco Naturale Valle del Ticino, Regione Piemonte; 2004), presenti in settori soggetti a ricaduta e settori non interessati.

I suoli delle aree soggette a ricaduta sono stati caratterizzati attraverso n.3 trivellate, effettuate con carotatore a mano di tipo olandese (all.n.8), mentre per le aree non interessate, rappresentative di un "fondo naturale", si sono utilizzate analisi pedologiche effettuate nell'ambito di studi eseguiti nel territorio.

UNITÀ DI PAESAGGIO: PIANURA NOVARESE ORIENTALE E PIANA DI S. MARTINO (CERANO) -  
CLASSE II (I.P.L.A.)

Nei pressi dell'area d'intervento (all.n.8 - campione "A"), in terreni a seminativo irriguo, i suoli sono sabbiosi, con scheletro assente, drenaggio rapido, pietrosità moderata, subacidi (pH 6,2), con una saturazione basica molto alta (94,2 %), molto scarsamente calcarei e con un ricco contenuto di materia organica.

I suoli presenti sulla sommità del terrazzo wurmiano, nei pressi della scarpata principale, in aree non interessate dalla deposizione di inquinanti, in terreni prevalentemente a seminativo irriguo, risultano da sottili a moderatamente profondi, sabbiosi, con scheletro da frequente in superficie a molto abbondante in profondità, drenaggio rapido, pietrosità moderata, subacidi (pH mediamente pari a 5,7), con saturazione basica molto bassa (mediamente 27,5 %), molto scarsamente calcarei e con un ricco contenuto di materia organica.

Tabella 3.1

<b>PARAMETRI</b>	<b>AREE INTERESSATE DALLA RICADUTA DI INQUINANTI</b>	<b>FONDO NATURALE</b>
Uso del suolo	Seminativo irriguo	Seminativo irriguo
Profondità (ERSAL)	-	Da sottili a mod. profondi
Tessitura (USDA)	Sabbiosa	Sabbiosa
Scheletro (ERSAL)	Assente	Da frequente ad abbondante
Drenaggio (ERSAL)	Rapido	Rapido
Pietrosità (ERSAL)	Moderata	Moderata
PH (ERSAL)	Subacidi	Subacidi
Saturazione basica (ERSAL)	Molto alta	Molto bassa
Contenuto di carbonato di calcio (ERSAL)	Molto scarsamente calcarei	Molto scarsamente calcarei
Contenuto di sostanza organica (ERSAL)	Ricco	Ricco

UNITÀ DI PAESAGGIO: PIANO BASALE CORRISPONDENTE AL LETTO ORDINARIO DEI CORSI D'ACQUA DA (75) 100 A 300 M – CLASSE V (I.P.L.A.)

Nella Valle del Ticino, a circa 1.900 m dal sito verso Est, con terreni a bosco (all.n.8 - campione "B"), i suoli sono sabbiosi, con scheletro assente, drenaggio lento, pietrosità moderata, acidi (pH 4,8), con una saturazione basica bassa (40,3 %), molto scarsamente calcarei e con un ricco contenuto di materia organica.

I suoli presenti nella Valle del Ticino, in aree non interessate dalla deposizione di inquinanti, con terreni a bosco, sono da molto sottili a sottili, sabbiosi, con scheletro frequente, drenaggio rapido, pietrosità moderata, acidi (pH mediamente pari a 5,5), con saturazione basica molto bassa (mediamente 20,9 %), molto scarsamente calcarei e con un ricco contenuto di materia organica.

Tabella 3.2

<b>PARAMETRI</b>	<b>AREE INTERESSATE DALLA RICADUTA DI INQUINANTI</b>	<b>FONDO NATURALE</b>
Uso del suolo	Bosco	Bosco
Profondità (ERSAL)	-	Da molto sottili a sottili
Tessitura (USDA)	Sabbiosa	Sabbiosa
Scheletro (ERSAL)	Assente	Frequente
Drenaggio (ERSAL)	Lento	Rapido
Pietrosità (ERSAL)	Moderata	Moderata
PH (ERSAL)	Acidi	Acidi
Saturazione basica (ERSAL)	Bassa	Molto bassa
Contenuto di carbonato di calcio (ERSAL)	Molto scarsamente calcarei	Molto scarsamente calcarei
Contenuto di sostanza organica (ERSAL)	Ricco	Ricco

A questa unità di Paesaggio e classe di capacità d'uso (classe V), può essere riferito anche il campione "C" prelevato nella Valle del Ticino, a circa 2.200 m dal sito verso Est, in un'area definita dalla Carta di capacità d'uso del suolo dell'I.P.L.A. come classe VII, ma che dall'esame puntuale descritto nel capitolo seguente risulta in classe V.

Dall'analisi effettuata, i suoli sono sabbiosi, con scheletro assente, pietrosità eccessiva, acidi (pH 5,5), con una saturazione basica media (53,5 %), molto scarsamente calcarei e con un ricco contenuto di materia organica.

### 3.1.2 Capacità d'uso dei suoli

Le informazioni acquisite attraverso i rilievi pedologici effettuati in sito (campioni A, B, C), hanno permesso la definizione delle classi di capacità d'uso dei suoli, secondo la metodologia prodotta dall'ERSAL ("Manuale per la compilazione delle schede delle unità cartografiche"; 1996), sulla base delle indicazioni della "Land Capability Classification" (USDA).

In particolare, per la definizione della capacità d'uso sono stati adottati:

- il codice della classe in numero arabo (I-VIII);
- la sigla della sottoclasse che individua il tipo di limitazione (c = limitazioni legate alle sfavorevoli condizioni climatiche, e = limitazioni legate al rischio di erosione, s = limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo, w = limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo);
- il codice numerico dei fattori limitanti che determinano la classificazione.

Dall'elaborazione dei dati raccolti (campioni A, B, C), si osserva che la superficie pianeggiante del terrazzo wurmiano, compreso il sito, è costituita da suoli di seconda classe con moderate limitazioni, quali la profondità (25-60 cm), la tessitura sabbiosa, il drenaggio rapido, che richiedono un'opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative.

Nella Valle del Ticino, ad Est del sito, in corrispondenza delle alluvioni oloceniche terrazzate, si trovano suoli di terza classe, che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative. Si tratta di suoli sottili, con tessitura sabbiosa e drenaggio lento per la presenza di una falda poco profonda.



Nella Valle del Ticino, ad Est del cavo Marchion, sono presenti suoli di quinta classe, che mostrano limitazioni difficilmente eliminabili, quali la limitata profondità (< 25 cm) e l'eccessiva pietrosità, tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale.

Tabella 3.3 – Capacità d'uso dei suoli

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>PROFONDITÀ UTILE (CM)</b>	25-60	25-60	< 25
<b>TESSITURA ORIZZ. SUPERFICIALE (%)</b>	S<85	S<85	S<85
<b>SCELETRO ORIZZ. SUPERFICIALE (%)</b>	< 15	< 15	< 15
<b>PIETROSITÀ (%)</b>	P 0,1-3 R<2	P 0,1-3 R<2	P 15-50 R 25-50
<b>FERTILITÀ ORIZZ. SUPERFICIALE</b>	PH=6,24 TSB=94,27 CSC=11,35 CACO <sub>3</sub> <1	PH=4,83 TSB=40,30 CSC=8,04 CACO <sub>3</sub> <1	PH=5,53 TSB=53,52 CSC=8,67 CACO <sub>3</sub> <1
<b>DRENAGGIO</b>	RAPIDO	LENTO	LENTO
<b>RISCHIO DI INONDAZIONE</b>	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE
<b>LIMITAZIONI CLIMATICHE</b>	ASSENTI	ASSENTI	ASSENTI
<b>PENDENZA (%)</b>	<1	<1	<1
<b>EROSIONE</b>	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE
<b>AWC (MM)</b>	51-100	51-100	<50
<b>CLASSE DI CAPACITÀ D'USO</b>	<b>II s12w6</b>	<b>III</b>	<b>V</b>

### 3.1.3 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde

Per la valutazione, si è utilizzato il modello interpretativo elaborato dall'ERSAL (1996), considerando i seguenti parametri:

- Permeabilità;
- Profondità della falda;
- Classe granulometrica;
- pH in acqua;
- C.S.C.

Tabella 3.4 – Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>PERMEABILITÀ</b>	MODERAT. ELEVATA	MODERAT. ELEVATA	ELEVATA
<b>PROFONDITÀ DELLA FALDA (CM)</b>	> 100	50-100	50-100
<b>CLASSE GRANULOMETRICA</b>	SABBIOSA	SABBIOSA	SABBIOSA
<b>MODIFICATORI CHIMICI: PH IN ACQUA, C.S.C. (MEQ/100G)</b>	PH=6,24 CSC=11,35	PH=4,83 CSC=8,04	PH=5,53 CSC=8,67
<b>CLASSE DI CAPACITA' PROTETTIVA</b>	<b>MODERATA</b>	<b>BASSA</b>	<b>BASSA</b>

Dall'analisi effettuata nell'area d'indagine, in corrispondenza del terrazzo wurmiano (comprendente il sito), risultano suoli con una moderata capacità protettiva nei confronti delle acque profonde (A), mentre nella Valle del Ticino, tale capacità si riduce, in relazione alla soggiacenza minima della falda (B,C).

## **3.2 Qualità e quantità delle acque sotterranee**

### **3.2.1 Configurazione, localizzazione e struttura degli acquiferi**

Per l'identificazione degli acquiferi e la definizione dei relativi parametri idrodinamici nell'area vasta, l'indagine ha comportato le seguenti fasi:

- ricerca bibliografica
- ricerca documentale dei dati idrogeologici a corredo del PRGC del Comune di Trecate;
- censimento dei punti di prelievo delle acque sotterranee attraverso la consultazione dell'elenco dei pozzi denunciati all'Amministrazione Provinciale di Novara, unitamente allo studio della *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee della pianura novarese* (Regione Piemonte);
- elaborazione di sezioni idrogeologiche
- elaborazione dei dati idrogeologici ricavati in seguito alla direzione tecnica dei lavori per la realizzazione di un pozzo ad uso antincendio, per conto dell'Amministrazione Comunale di Trecate, in località San Martino;
- predisposizione, in corrispondenza dell'area Esseco, di un modello idrogeologico del regime di flusso sotterraneo della prima falda, utilizzando il codice di calcolo MODFLOW, realizzato dalla U.S. Geological Survey, che consente, grazie ad una architettura modulare, di aumentare la complessità dell'ambiente di simulazione con il grado di dettaglio richiesto dal modello.

I pozzi censiti sono stati riassunti in una scheda (all.n.10.1), in cui risultano identificati con una sigla in riferimento al Comune di appartenenza, più un numero progressivo, mentre l'uso indicato è quello denunciato agli Enti preposti.

Le colonne stratigrafiche delle opere di captazione sono state rielaborate secondo i termini della classificazione geotecnica, mentre per la granulometria si è adottata la scala di Wentworth (1922) (all.n.10.2).

Correlando le stratigrafie dei pozzi censiti, è stata elaborata una sezione idrogeologica orientata W-E rispetto all'area d'indagine (all.n.11.1), in base alla quale si evidenzia che la struttura idrogeologica, correlabile alla successione litostratigrafica della zona, è rappresentata dalle seguenti unità:

- *Complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa*
- *Complesso a predominanza argillosa.*

Il complesso “a predominanza ghiaioso-sabbiosa”, correlabile ai depositi fluvioglaciali del quaternario, è costituito da depositi ghiaioso – sabbiosi potenti 80 - 90 m in corrispondenza del terrazzo würmiano, e circa 70 m nella Valle del Ticino, con un orizzonte argilloso presente mediamente alla profondità di 42 m da p.c (23 m nella Valle del Ticino), caratterizzato da uno spessore medio di circa 5 m.

Il complesso a predominanza argillosa, correlabile ai depositi di facies transizionale del Villafranchiano, è costituito da un'alternanza di livelli argilloso-limosi e sabbiosi aventi spessore da metrico a decametrico.

Dalle sezioni idrogeologiche elaborate, correlando le colonne stratigrafiche dei pozzi terebrati nello stabilimento Esseco, si osserva che il passaggio tra i due complessi in corrispondenza del sito in esame è individuabile a circa 90 m, evidenziato da una generale diminuzione granulometrica dei terreni e dalla presenza più frequente e continua di intervalli limoso-argillosi (all.n.11.2 - 11.3).

Tabella 3.5 - Identificazione delle unità idrogeologiche nell'area d'indagine

UNITA' IDROGEOLOGICA	CONFIGURAZIONE	LOCALIZZAZIONE	STRUTTURA
Complesso a predominanza sabbioso-ghiaiosa	Depositi fluvioglaciali würmiani	Fino a -90 m da p.c	Successione di sabbie e ghiaie con lenti limoso-argillose. Livello argilloso, di spessore metrico, rilevato alla profondità di circa 42 m.
Complesso a predominanza argillosa	Depositi transizionali del Villafranchiano	Oltre i 70-90 m da p.c.	Alternanza di livelli argilloso-limosi e sabbiosi aventi spessore da metrico a decametrico

### 3.2.2 Tipologia idrodinamica degli acquiferi

Attraverso l'esame delle sezioni idrogeologiche e delle colonne stratigrafiche (all.n.10.2-11), è stata interpretata la struttura dei depositi al fine di individuare i possibili orizzonti di separazione tra gli acquiferi e valutarne la tipologia idrodinamica di ciascuno, in funzione del limite superiore (Castany; 1982).

Inoltre, l'interpretazione della curva caratteristica ricavata dalla prova di portata a gradini, eseguita in corrispondenza del pozzo comunale ad uso antincendio, terebrato nelle vicinanze dello stabilimento Esseco, ha permesso di verificare le caratteristiche idrodinamiche del complesso ghiaioso-sabbioso desunte dalle sezioni.

Tale complesso, esteso fino ad una profondità variabile da 70 nella Valle del Ticino a 90 m da p.c. in corrispondenza del terrazzo wurmiano, su cui è ubicato il sito in esame, risulta costituito prevalentemente da depositi permeabili, che consentono la libera oscillazione della falda ospitata.

Tuttavia, la presenza di uno strato di bassa permeabilità, prevalentemente limoso-argilloso, collocato mediamente a 42 m di profondità, può determinare condizioni di flusso confinato nei depositi sottostanti.

In corrispondenza dell'area Esseco, tale orizzonte è rilevabile ad una profondità variabile tra i 42 - 45 m, con spessore compreso tra 2 e 3 m.

La curva caratteristica del pozzo antincendio, eseguito per conto dell'Amministrazione Comunale in San Martino, terebrato fino alla profondità di 39 m da p.c., di tipo parabolico con convessità verso il basso, conferma i dati litostratigrafici, indicando un acquifero a falda libera.

Il complesso a predominanza argillosa, a partire da 70-90 m di profondità, è sede di un acquifero multifalda, con flussi generalmente da semiconfinati a confinati negli spessori di permeabilità maggiore, costituiti prevalentemente da intervalli sabbiosi.

Tabella 3.6 – Tipologia idrodinamica degli acquiferi nell'area d'indagine

ACQUIFERO		LIMITE SUPERIORE	TIPOLOGIA
Complesso a predominanza sabbioso-ghiaiosa	I FALDA	Limite idrodinamico	Acquifero a falda libera
	II FALDA	Orizzonte limoso-sabbioso	Acquifero a falda prevalentemente confinata
Complesso a predominanza argillosa		Generale diminuzione granulometrica dei terreni a profondità superiori a 70-90 m da p.c., con presenza più frequente e continua di intervalli limoso-argillosi	Acquifero multifalda con condizioni prevalentemente confinate

### 3.2.3 Livello piezometrico ed escursione

Dalla piezometria della falda freatica, rilevata nei mesi di marzo e aprile e quindi prossima alla massima soggiacenza, nell'ambito dello studio realizzato su incarico delle società Columbian Carbon Europa S.r.l., Eni S.p.A., Erg Petroli S.p.A. e Sarpom S.p.A. (all.n.9.1), si ricava che la soggiacenza nell'area vasta, in corrispondenza del terrazzo würmiano, tende progressivamente a diminuire, da circa 10 m in corrispondenza del sito in esame a 20 m nei pressi del ciglio, mentre, per il tratto nella Valle del Ticino, risulta inferiore ai 2 m.

Dai dati della rete di monitoraggio delle acque sotterranee, rilevati dall'Associazione Irrigua Est Sesia (AIES), risulta che l'escursione storica massima della falda freatica internamente al terrazzo würmiano è pari a 6,05 m (piezometro di Cerano, dati dal 1993 al 2002), valore che tende progressivamente a diminuire verso il ciglio del terrazzo, fino a 0,4 m in corrispondenza della Valle del Ticino (località Torre Mandelli bassa, nel Comune di Romentino, dati dal 1981 al 1998).

I dati raccolti dal 1996 al 2004 in alcuni piezometri della zona, confermano questa tendenza, registrando escursioni progressivamente maggiori da Est (TR0052=0,15 m, punto di misura prospiciente il canale Langosco) ad Ovest (TR0055=1,94m, TR0056=2,82m) (all.n.10).

### 3.2.4 Deflusso idrico sotterraneo

Dalla carta della piezometria allegata, (Report indagini caratterizzazione della falda - Polo industriale S. Martino di Trecate (NO)" (Beta s.r.l.; 2003 - all.n.9.1), si possono ricavare le seguenti indicazioni:

- la direzione di flusso è principalmente orientata verso E, condizionata dall'effetto drenante del F. Ticino, con un gradiente variabile da  $i = 0,6\%$  in corrispondenza del sito, internamente al terrazzo wurmiano, a  $i = 1,5\%$  in prossimità della scarpata;
- la curvatura verso valle delle isopieze evidenzia un acquifero a falda radiale divergente, mentre il modulo di spaziatura delle curve, crescente, indica un flusso non uniforme ed un profilo piezometrico parabolico.

Localmente, in corrispondenza dell'area industriale di San Martino, si osservano delle modeste depressioni, con curve tendenti alla chiusura e linee di corrente convergenti, dovute all'attività di opere di captazione.

Tabella 3.7 - Analisi morfologica della superficie piezometrica

ORIENTAMENTO DELLE LINEE DI CORRENTE	W-E
CURVATURA DEGLI ARCHI	a valle
MODULO DI SPAZIATURA	decrescente
TIPO DI DEFLUSSO	non uniforme
PROFILO PIEZOMETRICO	parabolico
TIPO DI ACQUIFERO ELEMENTARE	a falda radiale divergente

Limitatamente all'area Esseco, nella predisposizione del modello idrogeologico, volto a simulare il deflusso idrico sotterraneo della prima falda, sulla base di dati documentali, si sono distinti due acquiferi: il primo libero e il secondo, confinato, sottostante al primo e privo di connessioni idrauliche con questo.



La falda freatica è ospitata in depositi di natura fluvioglaciale, caratterizzati da alta permeabilità.

La seconda falda risulta confinata superiormente da uno strato argilloso-limoso di bassa permeabilità ed inferiormente da una successione a granulometria più fine; la circolazione idrica avviene nei depositi fluvioglaciali, a granulometria prevalentemente medio-grossolana.

Il modello concettuale è stato completato considerando le opere esistenti nello stabilimento Esseco in grado di variare le condizioni di alimentazione della falda, come lo scarico nel suolo dell'impianto di depurazione, ubicato al margine SE dello stabilimento (con portata pari a circa 120 l/s) ed il prelievo a mezzo di pozzi.

Tabella 3.8 - caratteristiche delle opere di captazione esistenti

	<b>ANNO DI COSTRUZIONE</b>	<b>PROFONDITÀ m DA P.C.</b>	<b>POSIZIONE FILTRI m DA P.C.</b>	<b>PORTATA MEDIA DI ESERCIZIO m<sup>3</sup>/h</b>
Pozzo 1 (pozzo officina) TR0058	1976	54	23,50 – 30,50 33,50 – 40,50 47,00 – 50,00	100
Pozzo 2 TR0057	1974	138	57,50 – 84,00 93,50 – 96,50 124,50 – 131,00	100
Pozzo 3 (pozzo ovest) TR0060	1986	136	50,00 – 84,50 88,00 – 108,00 126,50 – 129,50	250
Pozzo 4 TR0059	1999	102	48,00 – 54,00 70,00 – 82,50 89,50 – 95,50	100

Dal modello elaborato, si conferma una direzione di flusso della prima falda principalmente orientata verso SE per l'effetto drenante del F. Ticino (all.n.9.2).

Le linee di corrente presentano curvature verso valle, identificando un acquifero a falda radiale convergente.

Nel settore sud-orientale dell'area, si osserva l'interferenza originata dallo scarico, con la formazione di un *domo piezometrico*, che si estende per alcune decine di metri, sino ad interessare la zona di richiamo del pozzo 1 (TR0058, pozzo officina), evidenziata dall'accentuazione della curvatura delle isopieze, con la formazione di una modesta *depressione*.

### 3.2.5 Parametri idrodinamici degli acquiferi

In base all'indagine documentale ed alle prove di portata eseguite per la realizzazione di opere di captazione (pozzo antincendio a S. Martino di Trecate), si sono stimati i seguenti parametri (Castany; 1982):

- permeabilità
- trasmissività
- porosità efficace
- diffusività
- velocità effettiva
- velocità di filtrazione

#### PERMEABILITÀ

La permeabilità del *complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa*, in base alla successione litostratigrafica, può essere stimata generalmente buona (Casagrande e Fadum, 1940), confermata dalle prove di portata a gradini effettuate nell'acquifero a falda libera per la realizzazione del pozzo antincendio a S. Martino di Trecate, con valori di  $K = 5,2 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Per l'eterogeneità litologica, il complesso a predominanza argillosa risulta avere, in base alla letteratura (M. Civita, G. Fisso, M.E. Governa, P. Rossanigo; 1990), una permeabilità da media a molto bassa, con valori stimabili di  $K = 10^{-3} \div 10^{-5}$  m/s per i terreni più grossolani e di  $K = 10^{-7} \div 10^{-9}$  m/s per quelli più fini.

### TRASMISSIVITÀ

La trasmissività, considerando lo spessore del complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa variabile tra 80 m in corrispondenza del terrazzo wurmiano e 70 m nella Valle del Ticino, risulta compresa tra 0,042 e 0,031 m<sup>2</sup>/s.

### DIFFUSIVITÀ

La diffusività, che indica il movimento di particelle da zone di maggiore concentrazione verso quelle di minore concentrazione, determinando nel tempo una distribuzione uniforme, nel complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa risulta variabile da 0,21 ÷ 0,28 m<sup>2</sup>/s.

Tale valore viene ricavato dalla seguente espressione:

$$D = \frac{T}{S}$$

nella quale:

- trasmissività (T)
- coefficiente di immagazzinamento (S), che per un acquifero a falda libera si può assimilare alla porosità efficace ( $n_e = 15\%$ )

La diffusività dell'acquifero profondo non è stata calcolata, poiché il parametro S, che negli acquiferi confinati risulta da 100 a 1.000 volte inferiore alla porosità efficace, può essere valutato solo con specifiche prove di pompaggio in pozzo.

### VELOCITÀ DI FILTRAZIONE E VELOCITÀ EFFETTIVA

La velocità di filtrazione della falda freatica (V) è stata ricavata utilizzando la relazione di Darcy:

$$V = K i$$

dove:

- K (permeabilità) =  $5,2 \times 10^{-4}$  (m/s) (prove di portata a gradini)

- $i$  (gradiente idraulico): = 0,6÷1,5 %

La velocità di filtrazione risulta quindi variabile tra  $3,1 \times 10^{-6} - 7,8 \times 10^{-6}$  m/s

Modificando la legge di Darcy con l'introduzione della porosità efficace, si calcola la velocità effettiva di deflusso della falda freatica ( $V_e$ ).

$$V_e = \frac{Ki}{n_e}$$

dove:

- $n_e$  (porosità efficace) = 15 % (Castany, 1994)
- $i$  (gradiente idraulico): = 0,6÷1,5 %
- $K$  (permeabilità) =  $5,2 \times 10^{-4}$  (m/s)

La velocità effettiva risulta compresa tra  $2,1 \times 10^{-5}$  m/s ÷  $5,2 \times 10^{-5}$  m/s.

I parametri idrodinamici possono essere riassunti nella seguente tabella:

Tabella 3.9 - Parametri idrodinamici

PARAMETRI IDRODINAMICI	UNITÀ DI MISURA	COMPLESSO A PREDOMINANZA GHIAIOSO-SABBIOSA	COMPLESSO A PREDOMINANZA ARGILLOSA
Permeabilità	m/s	$5,2 \times 10^{-4}$	$10^{-3} \div 10^{-5}$ $10^{-7} \div 10^{-9}$
Tramissività	$m^2/s$	0,031 – 0,042	-
Diffusività	$m^2/s$	0,21 – 0,28	-
Velocità di filtrazione	m/s	$3,1 \times 10^{-6} - 7,8 \times 10^{-6}$	-
Velocità effettiva	m/s	$2,1 \times 10^{-5} - 5,2 \times 10^{-5}$	-

### 3.2.6 Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi

La vulnerabilità di un acquifero rappresenta la facilità con cui esso può essere raggiunto da un eventuale inquinante per infiltrazione dalla superficie topografica o, ancora, la suscettività specifica di questo ad ingerire o diffondere un inquinante liquido trasportato (Albinet e Margat, 1970).

La valutazione viene espressa considerando le condizioni intrinseche dell'acquifero, in funzione delle sue caratteristiche granulometriche, tessiturali e idrauliche.

Per la valutazione della vulnerabilità, si è adottato il metodo G.O.D. (Foster, 1987), che permette una significativa stima della possibilità di diffusione degli inquinanti dalla zona insatura al terreno saturo.

Il metodo si basa sull'identificazione dei seguenti fattori:

- tipo di falda;
- composizione dell'acquifero;
- soggiacenza della falda.

A ciascuno dei parametri si assegna un valore, variabile da 0 a 1, ed il prodotto fornisce il grado di vulnerabilità dell'acquifero, in termini relativi e quantitativi.

In riferimento agli acquiferi individuati, si ottengono le seguenti classi di vulnerabilità:

Tabella 3.10 - primo acquifero

ZONA DI ANALISI	SETTORE OCCIDENTALE DEL TERRAZZO WURMIANO COMPRESO IL SITO	SETTORE ORIENTALE DEL TERRAZZO WURMIANO	VALLE DEL TICINO
<b>ACQUIFERO</b>	complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa	complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa	complesso a predominanza ghiaioso-sabbiosa
<b>TIPO DI FALDA</b>	libero	libero	libero
<b>COMPOSIZIONE DELL'ACQUIFERO</b>	terreni alluvionali grossolani con limitata copertura pedogenizzata	terreni alluvionali grossolani con limitata copertura pedogenizzata	terreni alluvionali grossolani con limitata copertura pedogenizzata
<b>SOGGIACENZA MINIMA DELLA FALDA</b>	7-10 m	11-17 m	< 2 m
<b>INDICE G.O.D.</b>	0,56	0,49	0,70
<b>CLASSE DI VULNERABILITÀ</b>	ALTA	MODERATA	ESTREMA

Tabella 3.11 - secondo acquifero

ZONA DI ANALISI	TERRAZZO WURMIANO	VALLE DEL TICINO
<b>ACQUIFERO</b>	complesso a predominanza argillosa	complesso a predominanza argillosa
<b>TIPO DI FALDA</b>	da semiconfinata a confinata	da semiconfinata a confinata
<b>COMPOSIZIONE DELL'ACQUIFERO</b>	argille, sabbie e limi	argille, sabbie e limi
<b>TETTO DEL SECONDO ACQUIFERO</b>	circa 90 m	circa 70 m
<b>INDICE G.O.D.</b>	0,15	0,15
<b>CLASSE DI VULNERABILITÀ</b>	BASSA	BASSA

### 3.2.7 Vulnerabilità di scenario

Per la determinazione della vulnerabilità di scenario, secondo il metodo proposto da Civita (1990), sono state individuate nell'area in esame le seguenti categorie (all.n.12):

1. Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei;
2. Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei;
3. Preventori e/o riduttori dell'inquinamento;
4. Principali soggetti ad inquinamento.

1. Produttori reali e potenziali di inquinamento dei corpi idrici sotterranei

#### *Oleodotto*

Si tratta della rete di pipe-line, collocata nel settore occidentale dell'area, che collega le aree di perforazione dei pozzi di idrocarburi dei comuni di Trecate e di Romentino con il Centro Olio.

#### *Area industriale sprovvista di fognatura*

Si tratta dell'area industriale di S. Martino, che non risulta dotata di rete fognaria.

#### *Collettore principale di rete fognaria*

Si tratta del collettore consortile che raccoglie le acque reflue civili provenienti dall'abitato di Trecate e dall'agglomerato urbano della frazione S. Martino, convogliandole all'impianto di depurazione di Cerano.

### *Punto di scarico acque industriali*

Si tratta degli scarichi produttivi delle ditte Columbian Carbon Europe s.r.l. e S.a.r.p.o.m. S.p.A. nel Naviglio Langosco, a valle del ponte della strada S. Cassiano, ed in alternativa, nel periodo di asciutta del medesimo, nel Naviglio Sforzesco, prima della confluenza con il Canale Nuovo.

### *Rete viaria*

La rete viaria principale attraversa il territorio comunale in direzione parallela, con la S.R. n. 11 "Padana Superiore", e meridiana, con la S.P. n. 6 del "Basso Novarese", che collega la frazione S. Martino al centro abitato di Cerano.

### *Rete ferroviaria*

La rete ferroviaria FS Torino-Milano è dislocata a Sud della S.R. n. 11, in direzione parallela, e presenta un raccordo ferroviario con la Ditta Esseco.

### *Allevamento zootecnico: piscicoltura*

Nella Valle del F. Ticino, in Loc. Mulino di S. Cassiano, è presente un bacino, alimentato dalla Roggia Molinara, dove viene praticata l'itticoltura, di proprietà dell'Azienda Agricola Mandelli.



## 2. Potenziali ingestori e viacoli di inquinamento dei corpi idrici sotterranei

### *Area di cava*

Si tratta di n.5 aziende, operanti nelle seguenti cave:

Tabella 3.12

DENOMINAZIONE	DITTA	MATERIALE ESTRATTO	TIPO DI CAVA	PRESENZA DI UN IMPIANTO DI TRATTAMENTO	COMUNE
Cava Cannoniera-Bagno	E.L.M.I.T. s.r.l	sabbia e ghiaia	Arretramento di terrazzo	SI	Trecate
Cava S. Martino	Scavi Demolizioni e Trasporti s.r.l.	sabbia e ghiaia	A fossa	NO	Trecate
Cava per l' A.V.	Cav.To.Mi.	sabbia e ghiaia	A fossa	NO	Trecate
		sabbia e ghiaia	A fossa	SI	Romentino
Cava Teodora	ECIT s.r.l.	sabbia e ghiaia	A fossa in falda	SI	Romentino
Cava S. Martino	Ricciardo V.	sabbia e ghiaia	A fossa in falda	SI	Romentino

### *Reticolo idrografico*

In corrispondenza del terrazzo wurmiano, la rete irrigua di gestione A.I.E.S. comprende il Diramatore Vigevano, canale principale rivestito, che scorre lungo il margine occidentale dell'area d'indagine in direzione N-S, ed i canali primari, generalmente non rivestiti, appartenenti al Distretto di Romentino (cavo Speranza-Torre), al Distretto di S.Martino (cavo S. Martino), al Distretto di S. Cassiano (cavo S. Cassiano e cavo Monte) ed al Distretto di Cerano Grande (cavo Termini).

Nella Valle del Ticino, il reticolo idrografico è caratterizzato da un corso d'acqua naturale, il F. Ticino e da una rete irrigua generalmente priva di rivestimento, in parte di gestione A.I.E.S., (Naviglio Langosco e Sforzesco) ed in parte privata, (Roggia Molinara, Canale Nuovo, S.te Tre Fontane, Cavo Lanca della Croce e Cavo Marchion).

### 3. Preventori e/o riduttori dell'inquinamento

#### *Discarica di II° categoria tipo A*

Nell'area d'indagine si trovano n.3 discariche di materiali inerti di II° categoria tipo A:

- a Nord della C.na Belluria;
- a Nord della S.R. n.11;
- in corrispondenza del settore Nord-orientale dell'area estrattiva delle ditte E.L.M.I.T.

#### *Aree di salvaguardia dei pozzi idropotabili*

Si tratta delle fasce di rispetto, ristretta ed allargata, individuate ai sensi del D.P.R. 236/88 e della L.R. 22/96, del pozzo idropotabile comunale denominato TR0071, localizzato nella Frazione S. Martino nei pressi della S.R. n.11 (all.n.10.1).

### 4. Principali soggetti ad inquinamento

#### *Opere di captazione*

Le opere di captazione rappresentano i principali soggetti ad inquinamento e possono costituire vie di diffusione della stessa contaminazione.

I pozzi idrici censiti risultano prevalentemente ad uso industriale, a supporto delle ditte del Polo di S. Martino, a cui si aggiungono i piezometri per il monitoraggio delle acque di prima falda (all.n.10.1).

I pozzi industriali, in base alle stratigrafie allegate, presentano filtri posizionati sia nel primo che nel secondo acquifero, alcuni dei quali con falde non isolate (TR0006 di proprietà Eigenmann&Veronelli e TR0057-TR0060 di proprietà Esseco).

Il pozzo idropotabile di S. Martino di Trecate (TR0071), con filtri posizionati nel secondo acquifero, conserva la separazione tra i due complessi, con un tratto di perforo cementato fino a circa 117 m di profondità.

Nella Valle del Ticino, a valle dell'opera in progetto rispetto al deflusso freaticometrico, sono presenti n.2 pozzi ad uso potabile: il pozzo del ristorante "La Chiocciola" e quello della Colonia Elioterapica (TR0014 e TR0013), che distano dal sito circa 2.200 m verso Est.

La vulnerabilità di tali captazioni risiede nell'azione del pozzo dell'Azienda Agricola Mandelli (TR0009), di 32 m di profondità, limitato al primo acquifero e ubicato a monte rispetto al deflusso freaticometrico, ai piedi del terrazzo wurmiano.

Il pozzo, con un tratto di perforo drenante da 21 a 43 m, risulta un potenziale viacolo di inquinamento dei corpi idrici sotterranei, mettendo in comunicazione la prima e la seconda falda, localmente isolate da una lente argillosa.

Tabella 3.13

USO DELL'OPERA	N.	ACQUIFERO CAPTATO		
		PRIMO ACQUIFERO	SECONDO ACQUIFERO	PRIMO E SECONDO ACQUIFERO
POTABILE	6		1	
INDUSTRIALE	31	10		5
DOMESTICO	6			
PIEZOMETRO	71	10		
SCONOSCIUTO	11			
<b>TOTALE</b>	<b>121</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>5</b>

#### *Testa di fontanile*

Si tratta delle teste dei fontanili S.te Tre Fontane, Cavo Lanca della Croce e Cavo Marchion, localizzati nella Valle del Ticino.

### 3.2.8 Caratteristiche dell'aerato

Le caratteristiche litologiche e idrodinamiche dell'aerato nell'area d'intervento sono state ricavate dalle colonne stratigrafiche dei pozzi industriali ad uso dell'azienda e dalle sezioni idrogeologiche elaborate (all.n.11).

L'aerato nell'area d'intervento, in condizioni di minima soggiacenza, presenta uno spessore medio di 7 m, caratterizzato da una successione costituita prevalentemente da ghiaie sabbiose ciottolose, con lenti di sabbia limosa, di spessore variabile da 0,5 a 2 m, presumibilmente di bassa permeabilità.

In relazione alla litologia descritta, si può stimare un coefficiente di permeabilità per l'aerato pari a  $5 \times 10^{-4}$  m/s, corrispondente ad una permeabilità elevata (Castany, 1982).

Tabella 3.14

<b>SPESSORE (m)</b>	<b>COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ (m/s)</b>
7	$5,0 \times 10^{-4}$

Relativamente all'eventuale alterazione chimica dell'aerato, pur non avendo dati da prelievi direttamente eseguiti nei terreni interessati dallo scarico dei reflui di processo e delle acque meteoriche, si possono considerare le analisi chimiche delle acque reflue (all.n.13.2), trattate in modo da rispettare i limiti fissati dalla tabella 4 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. e le analisi delle acque di falda del pozzo "officina" (pozzo n.1/TR0058 – all.n.13.1), che richiama il flusso proveniente dal ravvenamento determinato dallo scarico.

Dai valori rilevati, si può presumere che l'aerato non sia contaminato, nel rispetto dei limiti indicati dal D.M. n. 471/99.

### 3.2.9 Qualità delle acque sotterranee

Per una caratterizzazione qualitativa delle acque sotterranee, è stato eseguito il campionamento e l'analisi chimica dell'acqua di alcuni pozzi industriali in uso presso l'Esseco.

In particolare, si è campionato dal pozzo n.1 (TR0058), rappresentativo del primo acquifero, e dal pozzo n.4 (TR0059), rappresentativo del secondo acquifero.

Per definire lo stato ambientale delle acque sotterranee, si è fatto riferimento alle classi di qualità indicate nel D.Lgs. 152/99 s.m.i., in base allo stato quantitativo e a quello chimico.

Lo stato quantitativo è definito sulla base delle modificazioni, misurate o previste, delle condizioni di equilibrio di un corpo idrico sotterraneo (le estrazioni o le alterazioni sono sostenibili per almeno 10 anni, D.Lgs. 152/99).

Lo stato chimico è determinato, sulla base dei limiti riportati nelle tabelle 20-21 del D.Lgs. 152/99 s.m.i., dal valore di concentrazione peggiore riscontrato per i diversi parametri di base o addizionali.

In riferimento alla classificazione dei corpi idrici sotterranei, secondo il D.Lgs. 152/99, lo stato ambientale degli acquiferi in corrispondenza dell'area d'intervento risulta buono, determinato da uno stato chimico riferibile alla classe 2, per le concentrazioni di Nitrati –  $\text{NO}_3$  (superiore a 5 mg/L), Solfati -  $\text{SO}_4$  (superiore a 25 mg/L) e di conducibilità elettrica specifica (superiore a 400  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), riscontrate in entrambi i pozzi idrici.

Da notare come il pozzo "officina" (pozzo n.1/TR0058), risulti a valle dello scarico e compreso nel raggio di interferenza dello stesso, come rappresentato nella carta idrogeologica della prima falda (all.n.9.2).

Tabella 3.15 - Classificazione delle acque sotterranee (primo acquifero)

POZZO 1 (TR0058)		
	CLASSE	VALUTAZIONE (D.Lgs. 152/99 E S.M.I.)
<b>STATO QUANTITATIVO</b>	B	IMPATTO ANTROPICO RIDOTTO, VI SONO MODERATE CONDIZIONI DI DISEQUILIBRIO DEL BILANCIO IDRICO, SENZA CHE TUTTAVIA CIÒ PRODUCA UNA CONDIZIONE DI SOVRASFRUTTAMENTO, CONSENTENDO UN USO DELLA RISORSA E SOSTENIBILE SUL LUNGO PERIODO.
<b>STATO CHIMICO</b>	2	IMPATTO ANTROPICO RIDOTTO E SOSTENIBILE SUL LUNGO PERIODO E CON BUONE CARATTERISTICHE IDROCHIMICHE
<b>STATO AMBIENTALE</b>	2-B	BUONO

Tabella 3.16 - Classificazione delle acque sotterranee (secondo acquifero)

POZZO 4 (TR0059)		
	CLASSE	VALUTAZIONE (D.Lgs. 152/99 E S.M.I.)
<b>STATO QUANTITATIVO</b>	B	IMPATTO ANTROPICO RIDOTTO, VI SONO MODERATE CONDIZIONI DI DISEQUILIBRIO DEL BILANCIO IDRICO, SENZA CHE TUTTAVIA CIÒ PRODUCA UNA CONDIZIONE DI SOVRASFRUTTAMENTO, CONSENTENDO UN USO DELLA RISORSA E SOSTENIBILE SUL LUNGO PERIODO.
<b>STATO CHIMICO</b>	2	IMPATTO ANTROPICO RIDOTTO E SOSTENIBILE SUL LUNGO PERIODO E CON BUONE CARATTERISTICHE IDROCHIMICHE
<b>STATO AMBIENTALE</b>	2-B	BUONO

### 3.3 Stabilità dei terreni

#### 3.3.1 Caratteristiche geotecniche

In data 04-06-04, a supporto del progetto del nuovo impianto per acido solforico da realizzare nel settore occidentale dell'area d'intervento (all.n.14.1), sono state eseguite tre prove penetrometriche, utilizzando un penetrometro dinamico superpesante tipo "ISSMFE", con le seguenti caratteristiche:

Tabella 3.17

TIPO	"ISSMFE"
MASSA DEL MAGLIO	63,5 KG
ALTEZZA DI CADUTA	0,75 M
LUNGHEZZA DELLE ASTE	1,2 M
MASSA DELLE ASTE	6,0 KG/M
DIAMETRO ESTERNO DELLE ASTE	32 MM
DIAMETRO INTERNO DELLE ASTE	-
DIAMETRO DI BASE DELLA PUNTA CONICA	50,5 MM
ANGOLO DI APERTURA DELLA PUNTA CONICA	90°
ALTEZZA COMPLESSIVA DELLA PUNTA CONICA	126,3 MM
PENETRAZIONE STANDARD	20 CM
DIAMETRO DI RIVESTIMENTO	-

Le prove si sono svolte senza l'utilizzo delle aste di rivestimento e senza iniezione di fango, rilevando il numero di colpi necessari per intervalli d'infissione di 20 cm, fino alla profondità massima di 8,0 m dal piano dell'attuale piazzale (all.n.14).

I risultati delle verticali sono riportati in diagrammi (all.n.14.2), dove in ordinata viene indicata la profondità, suddivisa in intervalli di 20 cm, e in ascissa sono indicati i colpi della massa battente necessari all'infissione.

Dall'andamento del diagramma, si ricava la successione litostratigrafica della prova, descritta secondo i termini della classificazione geotecnica (all.n.14.3).

Gli intervalli individuati sono caratterizzati da valori di  $N_{SPT}$  ottenuti dalle medie degli  $N_{30}$  di ciascuna unità litologica tramite la seguente relazione (Muromachi e Kobayashi, ESOPT 2, 1982-ISSMFE Stoccolma 1981):

$$\frac{N_{30} \text{ DPSH}}{NSPT} = 1,15$$

Si è quindi adottata la seguente correzione alla relazione iniziale, introducendo i valori medi di  $N_{20}$  per ogni unità:

$$\frac{N_{20} \text{ DPSH} \times 1,5}{NSPT} = 1,15$$

Le prove eseguite, unitamente alla colonna stratigrafica di un pozzo industriale realizzato al margine occidentale del sito (TR0059), consentono di individuare una successione litostratigrafica costituita da alluvioni grossolane, organizzate in geometrie lentiformi.

Relativamente allo spessore indagato, adeguato a comprendere le tensioni trasmesse dalle opere previste, si è distinto un riporto superficiale e n.4 unità geotecniche (all.n.14.4), caratterizzate secondo i valori di  $N_{SPT}$ :



UNITÀ ASABBIA LIMOSA

PROVA DPSH

$N_{20} = 6$

$N_{SPT} = 8$

ANGOLO DI ATTRITO (MEYERHOF)

$\phi = 29^\circ$

COESIONE NON DRENATA

$C_U = 1 \text{ T/M}^2$

PESO DI VOLUME

$\gamma = 1,7 \text{ T/M}^3$

UNITÀ BGHIAIA SABBIOSA CIOTTOLOSA

PROVA DPSH

$N_{20} = 18$

$N_{SPT} = 24$

ANGOLO DI ATTRITO (MEYERHOF)

$\phi = 34^\circ$

COESIONE NON DRENATA

$C_U = 0 \text{ T/M}^2$

PESO DI VOLUME

$\gamma = 2,0 \text{ T/M}^3$

UNITA CSABBIA E LIMO

PROVA DPSH

$N_{20} = 4$

$N_{SPT} = 5$

ANGOLO DI ATTRITO (MEYERHOF)

$\phi = 28^\circ$

COESIONE NON DRENATA

$C_U = 2 \text{ T/M}^2$

PESO DI VOLUME

$\gamma = 1,6 \text{ T/M}^3$

UNITA DGHIAIA CON SABBIA

PROVA DPSH

$N_{20} = 10$

$N_{SPT} = 13$

ANGOLO DI ATTRITO (MEYERHOF)

$\phi = 32^\circ$

COESIONE NON DRENATA

$C_U = 0 \text{ T/M}^2$

PESO DI VOLUME

$\gamma = 1,8 \text{ T/M}^3$

Per le differenze riscontrate nelle stratigrafie relative alle prove DPSH, l'area di intervento viene distinta in due settori (all.n.14.1):

- settore centro-meridionale: con terreni di fondazione costituiti prevalentemente da ghiaia sabbiosa-ciottolosa (unità B), con lenti di sabbia limosa (unità A) (prove DPSH 1 e 2, pozzo TR0059);
- settore settentrionale: con terreni di fondazione costituiti da ghiaia con sabbia (unità D) e sabbia con limo (unità C) (prova DPSH 3).

In base alle colonne litostratigrafiche dei pozzi censiti nell'intorno, in corrispondenza degli scavi previsti per la realizzazione della fognatura, si può prevedere la presenza di terreni ghiaiosi, in matrice sabbiosa variabile.

## 4 PREVISIONE DEGLI EFFETTI POTENZIALI

### 4.1 Premessa e obiettivi

Per la stima degli effetti potenziali, sono state descritte le modificazioni degli aspetti ambientali interessati dalla realizzazione del progetto, attraverso metodi di previsione sia formali che informali, basati sulle conoscenze e le informazioni raccolte.

La stima è espressa secondo una scala qualitativa, i cui livelli di significatività e relativi simboli sono riportati nella tabella che segue:

Tabella 4.1– Livelli di significatività degli impatti

IMPATTI NEGATIVI				IMPATTI POSITIVI				-
TRASCURABILI	*	*	*	TRASCURABILI	*	*	*	
SIGNIFICATIVI	**	**	**	SIGNIFICATIVI	**	**	**	
RILEVANTI	***	***	***	RILEVANTI	***	***	***	
	Reversibile a breve termine	Reversibile a lungo termine	Irreversibile		Reversibile a breve termine	Reversibile a lungo termine	Irreversibile	NESSUN IMPATTO

#### **4.2 Modificazione delle proprietà del suolo**

In relazione alla valutazione dell'eventuale acidificazione dei suoli prodotta dalla deposizione di inquinanti emessi in atmosfera, che ha come conseguenza la perdita di basi scambiabili ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ), dal confronto effettuato nelle tabelle 3.1 e 3.2, si evidenzia in particolare:

- uno stato di acidità (da subacido ad acido) presente sia nelle aree soggette a ricaduta di inquinanti, sia nel fondo naturale;
- un tasso di saturazione basica nelle aree soggette a ricaduta di inquinanti, che, rapportato al potere adsorbente dei suoli (Capacità di scambio cationico compresa tra 8 e 11 meq/100g), indica un'apprezzabile quantità di basi scambiabili (all.n.8.2).

Si evidenzia inoltre come le condizioni di progetto previste (Qra 2) risultano migliorative rispetto allo stato attuale per quanto riguarda le emissioni di  $\text{SO}_2$ , con una diminuzione dei valori di concentrazione al suolo da 80 a 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto riguarda la temporanea occupazione di terreno per gli scavi necessari alla realizzazione della fognatura, la conservazione delle proprietà dei suoli rimaneggiati potrà essere attuata disponendo in cumuli lo spessore pedogenizzato, di altezza non superiore a 3 m, da trattare con semine.

L'ampliamento degli impianti comporterà una sottrazione di suolo pari a circa 40.700  $\text{m}^2$ .

### 4.3 *Modificazione delle proprietà dell'aerato*

L'eventuale alterazione della composizione chimica dell'aerato, dovuta a infiltrazioni di inquinanti, rilasciati in particolare in corrispondenza della vasca di dispersione dei reflui, sarà, in fase di progetto, resa trascurabile dal completamento delle aree pavimentate, con la realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche e di dilavamento dei piazzali, collegate ad un impianto di trattamento, e dal trasferimento dello scarico in corpi idrici superficiali, previa impermeabilizzazione della vasca disperdente.

### 4.4 *Modificazione della circolazione idrica sotterranea*

#### 4.4.1 Metodologia di analisi

Sulla base del modello idrogeologico elaborato per schematizzare il regime di flusso della prima falda in corrispondenza dell'area Esseco, si è valutata la modificazione della circolazione idrica sotterranea in seguito alla realizzazione dei seguenti interventi in progetto:

- terebrazione di due nuovi pozzi ad uso antincendio nel settore settentrionale del nuovo impianto
- adeguamento del pozzo 1 (TR0058, pozzo officina), con l'isolamento delle falde captate
- convogliamento dello scarico sul suolo delle acque industriali e meteoriche di prima pioggia in corpi idrici superficiali, quali il Naviglio Langosco e il Naviglio Sforzesco.

Tabella 4.2 - caratteristiche delle opere di captazione in progetto

	ANNO DI COSTRUZIONE	PROFONDITÀ M DA P.C.	POSIZIONE FILTRI M DA P.C.	PORTATA MEDIA DI ESERCIZIO M <sup>3</sup> /H
Pozzo 5	-	40	24,00 – 39,00	200
Pozzo 6	-	40	24,00 – 39,00	200

#### 4.4.2 Stima dell'impatto

Nello scenario di progetto, si evidenzia un incremento dello sfruttamento della prima falda in seguito alla realizzazione dei due nuovi pozzi, mentre la chiusura dello scarico attuale comporta la cessazione di un suo parziale ravvenamento.

Il flusso sotterraneo risulta quindi condizionato dall'attività delle opere di captazione, che determinano, per effetto dell'emungimento, locali depressioni della superficie freatica, con effetti di tipo temporaneo, regressivi e reversibili.

In particolare, l'estensione della zona di richiamo del pozzo 1 (TR0058, pozzo officina) e dei due pozzi in progetto, che emungono dalla prima falda, risulta in grado d'intercettare l'intero fronte soggiacente allo stabilimento, determinando un effetto barriera (all.n.15).

#### **4.5 Modificazione della qualità delle acque sotterranee**

Dall'analisi della vulnerabilità di scenario, risulta che i bersagli di un'eventuale contaminazione sono n.2 pozzi ad uso potabile a valle dell'opera in progetto rispetto al deflusso freaticometrico: il pozzo del ristorante "La Chiocciola" e quello della Colonia Elioterapica (TR0014 e TR0013), distanti circa 2.200 m dal sito verso Est.

L'eventuale dispersione nella prima falda, condizionata dalla direzione di flusso e dalla velocità delle acque sotterranee (compresa tra  $2,1 \times 10^{-3} \text{m/s}$  a  $5,2 \times 10^{-4} \text{m/s}$ ), può essere estesa all'acquifero profondo attraverso i pozzi industriali di proprietà della Ditta presenti in sito (TR0057, TR0058 e TR0060) ed al pozzo dell'Azienda Agricola Mandelli (TR0009), non opportunamente isolati.

In fase di progetto, il completamento della pavimentazione delle aree esterne, l'adeguamento del pozzo n.1 (TR0058), con l'isolamento delle falde captate ed il convogliamento delle acque reflue in corpi idrici superficiali, previa impermeabilizzazione della vasca disperdente, rende trascurabile l'eventualità di tale effetto.

Inoltre, i pozzi in progetto ed il pozzo officina, intercettando l'intero fronte sottostante allo stabilimento, determinano un effetto barriera (all.n.15).

#### **4.6 Condizioni di equilibrio dei terreni**

Si sono considerati i seguenti aspetti:

- la capacità portante e i cedimenti dei terreni di fondazione in corrispondenza delle nuove realizzazioni;
- la stabilità degli scavi per la posa delle tubazioni fognarie.

##### 4.6.1 Valutazione della capacità portante

###### 4.6.1.1 *Metodologia di analisi*

Per la valutazione del carico massimo ammissibile, si è adottato il metodo di Brinch-Hansen (1970), considerando le seguenti condizioni, secondo le indicazioni progettuali:

- fondazioni dirette a plinto di diversa larghezza, B variabile da 1,6 m a 2,0 m;
- fondazioni dirette continue di diversa larghezza, B variabile da 0,8 m a 1,0 m;
- piano di posa ipotizzato ad una profondità di 1,5 m dal piano dell'attuale piazzale;
- uno scavo ristretto, nel terreno in posto, pari o superiore a  $D = 0,5$  m;
- per il settore centro-meridionale dell'area di intervento, i terreni di fondazione vengono cautelativamente caratterizzati con i parametri dell'unità A, mentre per il settore settentrionale dell'area di intervento, i terreni di fondazione vengono cautelativamente caratterizzati con i parametri dell'unità C.

#### 4.6.1.2 Stima dell'impatto e dei valori finali attesi

Secondo i rilievi freaticometrici eseguiti nell'ambito dello studio "Report indagini caratterizzazione della falda - Polo industriale S. Martino di Trecate (NO)" (Beta s.r.l; 2003) (all.n.9.1) ed ai dati di escursione raccolti nell'area d'indagine, risultando una soggiacenza minima in corrispondenza del sito di circa 7 m, si prevedono interferenze trascurabili con le fondazioni ipotizzate per le opere in progetto e le condizioni di saturazione dei terreni.

Imponendo un fattore di sicurezza  $F_s = 3$ , secondo il D.M.11.03.1988, sono risultati i seguenti valori di carico massimo ammissibile (all.n.16):

#### SETTORE CENTRO -MERIDIONALE

	Fondazione a plinto		
B (M)	1,6	1,8	2,0
D (M)	0,5	0,5	0,5
$Q_{AMM}$ (KG/CM <sup>2</sup> )	<b>1,48</b>	<b>1,60</b>	<b>1,72</b>

	Fondazione continua		
B (M)	0,8	0,9	1,0
D (M)	0,5	0,5	0,5
$Q_{AMM}$ (KG/CM <sup>2</sup> )	<b>0,91</b>	<b>0,97</b>	<b>1,02</b>



## SETTORE SETTENTRIONALE

	Fondazione a plinto		
B (M)	1,6	1,8	2,0
D (M)	0,5	0,5	0,5
$Q_{AMM}$ (KG/CM <sup>2</sup> )	<b>1,22</b>	<b>1,31</b>	<b>1,41</b>

	Fondazione continua		
B (M)	0,8	0,9	1,0
D (M)	0,5	0,5	0,5
$Q_{AMM}$ (KG/CM <sup>2</sup> )	<b>0,75</b>	<b>0,80</b>	<b>0,85</b>

4.6.2 Cedimenti del terreno4.6.2.1 *Metodologia di analisi*

Per la valutazione dei cedimenti immediati, di natura elasto-plastica, si è utilizzato il metodo di J.B. Burland e di M.C. Burbidge (1984), che tiene conto della storia tensionale del terreno, considerando le seguenti condizioni:

- fondazioni dirette a plinto di diversa larghezza, B variabile da 1,6 m a 2,0 m;
- fondazioni dirette continue di diversa larghezza, B variabile da 0,8 m a 1,0 m;
- piano di posa ipotizzato ad una profondità di 1,5 m dal piano dell'attuale piazzale;
- uno scavo ristretto, nel terreno in posto, pari o superiore a  $D = 0,5$  m;
- uno strato compressibile di spessore (H) maggiore della profondità influenzata dalle fondazione ( $z_i$ ), per il settore centro-meridionale e minore della profondità influenzata dalle fondazione ( $z_i$ ), per il settore settentrionale.

#### 4.6.2.2 Stima dell'impatto e dei valori finali attesi

Si riportano i valori calcolati in funzione delle tre prove e per diversi valori di pressione efficace lorda (all.n.17):

Tabella 4.3 - Fondazioni a plinto (D = 0,5 m)

Prova penetrometrica	PIANO DI POSA (-1,5 m da piazzale)	B (M)	Pressione efficace lorda Q' (KPA)		
			100	130	160
			Cedimenti (MM)		
DPSH 1 (SETTORE CENTRO-MERIDIONALE)	UNITÀ B	1,6	<b>3,91</b>	<b>5,15</b>	<b>6,40</b>
		1,8	<b>4,25</b>	<b>5,60</b>	<b>6,95</b>
		2,0	<b>4,57</b>	<b>6,02</b>	<b>7,48</b>
DPSH 2 (SETTORE CENTRO-MERIDIONALE)	UNITÀ A	1,6	<b>6,90</b>	<b>9,09</b>	<b>11,28</b>
		1,8	<b>7,49</b>	<b>9,87</b>	<b>12,25</b>
		2,0	<b>8,06</b>	<b>10,63</b>	<b>13,19</b>
DPSH 3 (SETTORE SETTENTRIONALE)	UNITÀ D	1,6	<b>12,12</b>	<b>15,99</b>	<b>19,86</b>
		1,8	<b>13,17</b>	<b>17,37</b>	<b>24,57</b>
		2,0	<b>14,17</b>	<b>18,70</b>	<b>23,22</b>

Tabella 4.4 - Fondazioni continue (D = 0,5 m)

Prova penetrometrica	PIANO DI POSA (-1,5 m da piazzale)	B (M)	Pressione efficace lorda Q' (KPA)		
			60	80	100
			Cedimenti (MM)		
DPSH 1 (SETTORE CENTRO-MERIDIONALE)	UNITÀ B	0,8	<b>2,08</b>	<b>2,85</b>	<b>3,61</b>
		0,9	<b>2,25</b>	<b>3,08</b>	<b>3,91</b>
		1,0	<b>2,41</b>	<b>3,30</b>	<b>4,18</b>
DPSH 2 (SETTORE CENTRO-MERIDIONALE)	UNITÀ A	0,8	<b>3,67</b>	<b>5,02</b>	<b>6,38</b>
		0,9	<b>3,97</b>	<b>5,43</b>	<b>6,89</b>
		1,0	<b>4,25</b>	<b>5,82</b>	<b>7,38</b>
DPSH 3 (SETTORE SETTENTRIONALE)	UNITÀ D	0,8	<b>12,12</b>	<b>15,99</b>	<b>19,86</b>
		0,9	<b>13,17</b>	<b>17,37</b>	<b>21,57</b>
		1,0	<b>14,17</b>	<b>18,70</b>	<b>23,22</b>

In considerazione della litologia, i cedimenti risultano immediati, di natura elastoplastica, millimetrici per il settore centro-meridionale e centimetrici per il settore settentrionale, con possibili cedimenti differenziali.

#### 4.6.3 Stabilità degli scavi

##### 4.6.3.1 *Metodologia di analisi e stima dell'impatto e dei valori finali attesi*

Per il dimensionamento degli sbatocchiamenti degli scavi in oggetto, si è fatto riferimento ai metodi empirici di Terzaghi e Peck 1967, Peck 1969, Lambe 1970, Flaate e Peck 1973.

L'adozione di sostegni provvisori, predisposti secondo le condizioni cautelative di seguito indicate, consentirà di limitare l'ampiezza della fascia interferita:

- sovraccarico sulla sommità del ciglio di scavo pari a 1 t/m<sup>2</sup>;
- presenza di terreni non drenati.

Tali metodi, basati sulla stima delle spinte agenti in corrispondenza dei puntelli, permettono di ricavare il diagramma della pressione apparente agente sull'opera di sostegno.

In base alla caratterizzazione geotecnica dei terreni, si è adottato un diagramma di spinta costante con la profondità, pari a:

$$\sigma'_A = 0,65 * K_A * \gamma' * H + q * K_A$$

nella quale :

$\sigma'_A$	=	spinta del terreno
$K_A$	=	$\tan^2 (45^\circ - \phi'/2)$
$\gamma'$	=	peso di volume efficace
$H$	=	altezza dello scavo (2 m)
$q$	=	sovraccarico (t/m <sup>2</sup> )

Si ottiene un valore di spinta pari a  $\sigma'_A = 1,1 \text{ t/m}^2$ .

Tabella 4.5 – Fonti di impatto/Effetti potenziali – valutazione degli effetti

		FASE DI COSTRUZIONE							FASE DI ESERCIZIO									
		Emissioni di rumore	Emissioni in atmosfera	Produzione di rifiuti solidi	Diffusione di polveri	Sversamenti accidentali di sostanze	Applicazione di carichi fissi e mobili sui terreni	Occupazione di suolo	Emissioni di rumore	Sfruttamento delle acque sotterranee	Diffusione di odori	Emissioni in atmosfera	Produzione di rifiuti solidi	Diffusione di polveri	Sversamenti accidentali di sostanze	Scarico nel suolo e strati superficiali del sottosuolo	Scarico in corpi idrici superficiali	Applicazione di carichi fissi e mobili sui terreni
<b>EFFETTI POTENZIALI</b>		<b>FONTI D'IMPATTO</b>																
<b>SITUAZIONE ATTUALE</b>	Modificazione delle proprietà del suolo											*		*	*			
	Modificazione delle proprietà dell'aerato														*	*		
	Modificazione della circolazione idrica sotterranea								**							**	**	
	Modificazione della qualità delle acque sotterranee														*	*		
	Condizioni di equilibrio dei terreni									*								
<b>SITUAZIONE DI PROGETTO</b>	Modificazione delle proprietà del suolo		*		*	*		*			*		*					
	Modificazione della circolazione idrica sotterranea								***									
	Condizioni di equilibrio dei terreni						*		*									*

## 5 BIBLIOGRAFIA

A.I.E.S. 1984 - *Le acque sotterranee della pianura irrigua novarese-lomellina*

Baratti C. 1997 - *I fontanili del novarese*. Provincia di Novara, Ass. Irr. Est Sesia, Tip.Toscana s.r.l.

Bazzoffi P. 1984 – *Erosione sui versanti e conseguente sedimentazione in piccoli serbatoi artificiali* in “Annuali Istituto sperimentale studio e difesa suolo”, Firenze, vol. XV

Beta s.r.l 2003 - *Report indagini caratterizzazione della falda - Polo industriale S. Martino di Trecate (NO)*

Beretta G.P. 1986 – *Diffusione degli inquinanti e risanamento delle falde compromesse dallo smaltimento dei rifiuti solidi*, in “Ingegneria ambientale”, marzo-aprile, n.3-4

Braga Gp., Ragni U. 1969 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000, fogli 44 e 58 Novara – Mortasa*. Ercolano (Napoli), Poligrafica e Cartevalori, 1969

Cavallin A., Cerutti P., Lauzi S., Mancuso M. 1987 – *Valutazione quantitativa della vulnerabilità degli acquiferi mediante sistema automatizzato*, in “Atti della riunione dei ricercatori di geologia, Milano

Civita M., Fisso G, Governa M. E., Rossanigo P. 1990 - *Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese*, Provincia di Vercelli, settore Assetto Ambientale, Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R.

Castany G. 1985 – *Idrogeologia principi e metodi*. Dario Flaccovio Editore.

ERSAL 1996 - *Manuale per la compilazione delle schede delle unità cartografiche*

Gisotti G., Bruschi S. 1991 – *Valutare l'ambiente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma

Lancellotta R. 1991 – *Geotecnica*, Zanichelli, Bologna

Panizza M. 1988 – *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*, La Nuova Italia Scientifica, Roma

Regione Piemonte, Istituto per le Piante da Legno e l'ambiente 1982 - *La capacità d'uso dei suoli del Piemonte ai fini agricoli e forestali*, Torino, ed. l'équipe

Regione Piemonte 1995 - *Rete di monitoraggio delle acque sotterranee della pianura novarese*

Servizio Geologico Nazionale 1992 – *Quaderni serie III vol.1-4*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato , Roma

TAV S.p.A. 2002 – *Studio d'inquadramento ambientale della situazione attuale del Parco del Ticino interessato dal tracciato A.V.- Parte Piemontese*