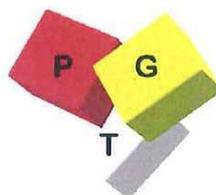




P.G.T.

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO PROVINCIA DI BERGAMO

Servizio Pianificazione e Gestione del Territorio



PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12

Relazione: Rif. RG/8301/10		Scala: --	
Allegato: Rif. --		Data: 12/04/2010	
Progettista: Dott. Arch. Gianni Roncaglia Collaboratori: Dott. Arch. Matteo Roncaglia Dott. Arch. Lisa Roncaglia		Progettista: Dott. Geol. Diego Marsetti Collaboratori: Dott. Geol. Etorina Gambirasio Dott. Geol. Stefano Mogni Dott. Geol. Alberto Pagano	
Dott. Arch. Gianni Roncaglia		Dott. Geol. Diego Marsetti	
Il Sindaco: Avv. Dario Odelli	Il Segretario Comunale: Dott. Claudio Brambilla	L'Assessore all'Urbanistica: Arch. Anna Gagliardi	Il Responsabile SPGT: Geom. Fabio Marchesi

Adottato con delibera CC N° del
Approvato con delibera CC N° del
Depositato presso Segreteria Comunale il
Pubblicato sul BURL n° del

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO





INDICE

1 -	INTRODUZIONE	7
2 -	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	10
3 -	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – TERRITORIALE.....	11
3.1 -	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	11
4 -	DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE	13
5 -	CARTA DI INQUADRAMENTO LITOLOGICO E STRUTTURALE.....	14
5.1 -	CRITERI DI STRATIGRAFIA DEI DEPOSITI SUPERFICIALI	14
5.2 -	GEOLOGIA E TETTONICA	17
5.3 -	DESCRIZIONE DELLE UNITA'	19
5.3.1 -	UNITA' UBIQUITARIE.....	19
5.3.1.1	Unità di Postglaciale – 119c (<i>Pleistocene Medio – Superiore</i>).....	19
5.3.1.2	Complesso di Palzzago – 117 (<i>Pleistocene Medio – Superiore</i>)	26
5.3.2 -	BACINO DEL SERIO.....	30
5.3.2.1	Complesso del Serio – 94b (<i>Pleistocene Superiore</i>).....	31
5.3.2.2	Complesso di Ponte della Selva – 92b (<i>Pleistocene Medio</i>).....	35
5.3.2.3	Unità di Valtesse – 85 (<i>Pleistocene Inferiore?</i>).....	40
5.3.3 -	Unità del Substrato.....	43
5.3.3.1	Arenaria di Sarnico – 53 (<i>Coniaciano</i>).....	43
5.3.3.2	Flysch di Pontida – 52 (<i>Turoniano Medio – Superiore</i>)	44
5.3.3.3	Sass de la Luna – 46 (<i>Albiano Superiore</i>)	45
6 -	ASPETTI GEOMORFOLOGICI.....	47
6.1 -	FORME E PROCESSI DI DEGRADAZIONE DEI VERSANTI.....	47
6.2 -	FORME E PROCESSI FLUVIALI.....	47
6.3 -	FORME STRUTTURALI	48
6.4 -	FORME ANTROPICHE.....	48
6.5 -	ELEMENTI LITOLOGICI.....	49
7 -	ASPETTI PEDOLOGICI.....	50
8 -	CARTA IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA.....	53
8.1 -	IDROGRAFIA.....	53
8.1.1 -	Torrente Zerra	54
8.1.2 -	Roggia Borgogna.....	55
8.1.3 -	Roggia Passi Albana o Cavo Passi	55
8.1.4 -	Roggia Roncaglia	55
8.1.5 -	Corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore	55
8.1.6 -	Fonti di approvvigionamento	56
8.1.7 -	Collettamento e depurazione.....	57
8.1.8 -	Opere idrauliche esistenti	57
8.2 -	IDROGEOLOGIA	58
8.2.1 -	Censimento pozzi in territorio di Albano Sant'Alessandro.....	59
8.2.2 -	Censimento sorgenti in territorio di Albano Sant'Alessandro	60
8.2.3 -	Censimento sondaggi in territorio di Albano Sant'Alessandro.....	61
8.2.4 -	Carta idrogeologica	61
9 -	ASPETTI CLIMATICI.....	65
9.1 -	PLUVIOMETRIA.....	65
9.2 -	PRECIPITAZIONI MASSIME NELL' AMBITO GIORNALIERO CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	66
9.3 -	TEMPERATURA	69
9.4 -	UMIDITÀ DELL' ARIA.....	70
9.5 -	EVAPORAZIONE ED EVAPOTRASPIRAZIONE.....	70



9.6-	NEBBIA.....	71
9.7-	VENTO.....	72
10-	CARTA DEGLI ASPETTI GEOTECNICI	74
10.1-	ZONA INSEDIAMENTO PARMALAT S.P.A.	78
10.2-	ZONA INSEDIAMENTO A.C.S. DOBFAR S.P.A.	80
10.3-	ZONA CAMPO SPORTIVO COMUNALE	84
10.4-	ZONA POLO SCOLASTICO VIA DANTE ALIGHIERI.....	86
10.5-	ZONA INSEDIAMENTO P.I.I. EX “QUIEN SABE”	88
10.6-	ZONA INSEDIAMENTO B.F.E. S.P.A. – BONNEY FORGE	88
10.7-	ZONA INSEDIAMENTO NUOVO EDIFICIO COMUNALE.....	90
10.8-	ZONA COMPLESSO RESIDENZIALE DI VIA MARCONI	92
11-	PERMEABILITA' E CAPACITA' DISPERDENTE DEI TERRENI	94
11.1-	PERMEABILITÀ DEI LITOTIPI	94
11.2-	PERMEABILITÀ DEGLI STRATI SUPERFICIALI	95
11.3-	ZONA INSEDIAMENTO PARMALAT S.P.A.	95
11.3.1-	<i>Prove di permeabilità Lefranc a carico variabile.....</i>	<i>96</i>
12-	CARTA DI SINTESI DEI DATI E CONFRONTO CON TAVOLA E1 DEL PTCP PROVINCIALE.....	98
12.1-	CARTA DI SINTESI	98
12.2-	CONFRONTO CON CARTA E1 DEL PTCP PROVINCIALE.....	99
13-	ZONAZIONE SISMICA NAZIONALE ED INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO DI ALBANO SANT’ALESSANDRO (BG)	107
14-	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO PER IL COMUNE DI ALBANO SANT’ALESSANDRO.....	112
15-	COMUNE DI ALBANO SANT’ALESSANDRO - 1° LIVELLO	114
16-	COMUNE DI ALBANO SANT’ALESSANDRO - 2° LIVELLO	116
16.1-	EFFETTI LITOLOGICI	116
17-	INDAGINE DI SISMICA PASSIVA [REMI] AI FINI DELLA MICROZONAZIONE SISMICA COMUNALE	117
17.1-	OGGETTO DELLA MISURA DELLE INDAGINI DI SISMICA PASSIVA: IL MICROTREMORE SISMICO AMBIENTALE.....	117
17.2-	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	119
17.3-	DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DELLE ONDE RAYLEIGH – STRATIGRAFIA SISMICA.....	119
17.4-	UBICAZIONE DELLE INDAGINI	121
18-	PROFILO STRATIGRAFICO DELLE ONDE ORIZZONTALI VS ₃₀ – REMI 1.....	121
19-	VERIFICA DEGLI EFFETTI DI SITO IN RELAZIONE ALL’AMPLIFICAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI ALBANO SANT’ALESSANDRO	128
20-	EFFETTI MORFOLOGICI PREVEDIBILI NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ALBANO SANT’ALESSANDRO.....	130
21-	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA ZONAZIONE SISMICA COMUNALE.....	131
22-	NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE PER LE COSTRUZIONI DEL TERRITORIO COMUNALE DI ALBANO SANT’ALESSANDRO (BG) – ZONA SISMICA 3 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA E RIFLESSI SULLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	133



22.1 -	CLASSE 1: FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI.....	134
22.2 -	CLASSE 2: FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI.....	135
22.3 -	CLASSE 3: FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI.....	141
22.4 -	CLASSE 4: FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI.....	149
22.5 -	CARTOGRAFIA DEL DISSESTO CLASSIFICATO SECONDO LA LEGENDA	
	P.A.I.....	153
22.5.1 -	<i>Carta del dissesto del Comune di Albano Sant'Alessandro</i>	157
22.5.2 -	<i>Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)</i>	158
22.6 -	PROTEZIONE DELLE RISORSE IDRICHE	172
22.6.1 -	<i>Zona di Rispetto Sorgenti e Pozzi per acqua, adibiti al consumo umano</i>	172
22.7 -	SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE	175
22.7.1 -	<i>Reti Fognarie Interne</i>	175
22.7.2 -	<i>Obbligo di Immissione in Pubblica Fognatura</i>	175
22.7.3 -	<i>Smaltimento delle Acque di Prima Piovra e di Lavaggio</i>	176
22.7.4 -	<i>Scarico sul Suolo e negli Strati Superficiali del Sottosuolo</i>	177
22.7.5 -	<i>Scarichi in Acque Superficiali</i>	180
22.7.6 -	<i>Scarico Acque di Raffreddamento</i>	180
22.8 -	NORME TECNICHE DI PREVENZIONE ANTISISMICA PER LE NUOVE COSTRUZIONI DEL COMUNE DI ALBANO SANT' ALESSANDRO	181
22.9 -	3° LIVELLO.....	184
23 -	GLOSSARIO	190
24 -	RICHIAMI NORMATIVI.....	192
25 -	BIBLIOGRAFIA	196



FIGURE

FIGURA 1 - POTENZE SPETTRALI DI ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE VERTICALE DEI MICROTREMORI (A DESTRA) REGISTRATE IN 75 OSSERVATORI SISMICI DISTRIBUITI SU TUTTO IL GLOBO TERRESTRE (PETERSON, 1993).....	117
FIGURA 2 - MODELLI STANDARD DEL RUMORE SISMICO MASSIMO (IN VERDE) E MINIMO (IN BLU) PER LA TERRA. GLI SPETTRI DI POTENZA SONO ESPRESI IN TERMINI DI ACCELERAZIONE E SONO RELATIVI ALLA COMPONENTE VERTICALE DEL MOTO.	118
FIGURA 3 – REMI 1 - DISPERSIONE DELLA VELOCITÀ DI FASE DELLE ONDE DI RAYLEIGH PER IL SITO <i>REMI - RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE</i>	122
FIGURA 4 – REMI 2 - DISPERSIONE DELLA VELOCITÀ DI FASE DELLE ONDE DI RAYLEIGH PER IL SITO <i>REMI - RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE</i>	124
FIGURA 5 – REMI 3 - DISPERSIONE DELLA VELOCITÀ DI FASE DELLE ONDE DI RAYLEIGH PER IL SITO <i>REMI - RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE</i>	126

TABELLE

TABELLA 1. - ZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E RIFERIMENTO PER IL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO.	109
TABELLA 2 - SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE INDIVIDUATI PER IL TERRITORIO DI ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG).....	114
TABELLA 3 – CLASSI DI PERICOLOSITÀ PER OGNI SCENARIO DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE DEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG).....	115
TABELLA 4– LIVELLI DI ATTENDIBILITÀ (IN GRASSETTO = COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO) VALUTATI PER LA STIMA DEL RISCHIO SISMICO E DELLE AMPLIFICAZIONI DI SITO PER IL TERRITORIO.	116
TABELLA 5 - INQUADRAMENTO DELLA CATEGORIA DI SUOLO DEL SITO, AI SENSI D.M.14/01/2008	123
TABELLA 6 - INQUADRAMENTO DELLA CATEGORIA DI SUOLO DEL SITO, AI SENSI D.M.14/01/2008	125
TABELLA 7 - INQUADRAMENTO DELLA CATEGORIA DI SUOLO DEL SITO, AI SENSI D.M.14/01/2008	127
TABELLA 8 – VALUTAZIONE <i>PERIODO DI RISONANZA T – FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DI SITO Fa</i> PER IL SITO DI MISURA GEOFISICA DEL TERRITORIO COMUNALE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO.....	128
TABELLA 9 – REGIONE LOMBARDA, BANCA DATI VALORI SOGLIE_LOMB.XLS PER IL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO.	129
TABELLA 10 - COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO - FASCIA DI VULNERABILITÀ PER DOPPIA RISONANZA TERRENO-STRUTTURA	131
TABELLA 11 – INQUADRAMENTO DELLA CATEGORIA DI SUOLO PREVALENTE DEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO, AI SENSI O.P.C.M. N. 3274/2003.	132

APPENDICI

APPENDICE 1– STRATIGRAFIE POZZI E SORGENTI	I
APPENDICE 2– PRINCIPALI DATI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRATIGRAFICI DA INDAGINI DIRETTE	II
APPENDICE 3 – “CRITERI ED INDIRIZZI PER LA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO”, IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 12/2005 – ALLEGATO 5	III
APPENDICE 4 – INTEGRAZIONI ALL' ALLEGATO 5 - “CRITERI ED INDIRIZZI PER LA DEFINIZIONE DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO”, IN ATTUAZIONE DELL'ART. 57 DELLA L.R. 12/2005	IV
APPENDICE 5 – SCHEDA CENSIMENTO FRANE.....	V
APPENDICE 6 – SCHEDA CONOIDI	VI
APPENDICE 7 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	VII



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

ALLEGATI

Allegato 01	Carta d'inquadramento territoriale	Varie	ns. Rif. P6927.dwg
Allegato 02	Carta geolitologica	1:5.000	ns. Rif. P6928.dwg
Allegato 03	Carta idrografica e idrogeologica	1:5.000	ns. Rif. P6929.dwg
Allegato 04	Sezioni idrogeologiche	Varie	ns. Rif. P6930.dwg
Allegato 05	Carta di permeabilità	1:5.000	ns. Rif. P6931.dwg
Allegato 06	Carta di sintesi	1:5.000	ns. Rif. P6932.dwg
Allegato 07	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore NW	1:2.000	ns. Rif. P6933.dwg
Allegato 08	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore NE	1:2.000	ns. Rif. P6934.dwg
Allegato 09	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore SW	1:2.000	ns. Rif. P6935.dwg
Allegato 10	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore SE	1:2.000	ns. Rif. P6936.dwg
Allegato 11	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano	1:5.000	ns. Rif. P6937.dwg
Allegato 12	Carta della pericolosità sismica	1:5.000	ns. Rif. P6938.dwg
Allegato 13	Carta del dissesto – cartografia con legenda uniformata P.A.I.	1:10.000	ns. Rif. P6939.dwg



1 - INTRODUZIONE

A seguito dell'incarico affidato allo scrivente da parte della **AMMINISTRAZIONE COMUNALE di ALBANO SANT'ALESSANDRO** con Deliberazione di Giunta Comunale n. 169 del 03/11/2009 è stato redatto il presente lavoro relativo allo studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della L.R. 12/2005 e successive integrazioni D.G.R. 28 Maggio 2008 n.8/7374.

Dal 1 luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 "Testo Unico - Norme Tecniche per le costruzioni".

I lavori riguardanti il territorio comunale in esame che sono stati tenuti in considerazione per la stesura della presente relazione sono i seguenti:

- "Indagine geologica a supporto della Pianificazione comunale (DGR 18/05/93 e N. 5/36147)" redatta da Dr. Geol. Ezio Granata e Dr. Geol. Alberto Manella in data Gennaio 1995;
- "La carta della fattibilità geologica delle azioni di piano" – Nota tecnica integrativa a corredo dello studio geologico-tecnico di supporto alla pianificazione urbanistica del territorio comunale – redatta da Dr Geol. Ezio Granata in data Settembre 2001;
- "Relazione Geologica – Tecnica per l'aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale in prospettiva sismica (DGR 7.11.2003 – N. 7/14964) " redatta a cura del Dr. Geol. Ezio Granata in data Marzo 2005 e adotta con Delibera di Giunta Comunale n.86 del 28.04.2005.
- "Adeguamento delle aree di esondazione a seguito degli interventi di difesa del suolo e regimazione idraulica eseguiti nel territorio comunale nel decennio 1996-2006" redatto a cura dell'Ing. Berdini Alessandro nel dicembre 2006.



La finalità del lavoro svolto è la descrizione dell'intero territorio comunale dal punto di vista della geologia, dell'idrogeologia, della climatologia, della sismica al fine di rappresentare uno strumento di valido supporto alla pianificazione urbanistica.

Essendo uno strumento a supporto della programmazione, l'obiettivo di studio è di raccogliere i principali parametri geologici dell'area esaminata e, osservandoli nella loro globalità e nelle loro interrelazioni, evidenziare le vocazioni e le limitazioni d'uso del territorio, anche per predisporre, in linea generale, i provvedimenti di salvaguardia e di valorizzazione dei beni ambientali.

Il risultato che emerge dagli esami comparati è una sintesi geoambientale, cioè un'identificazione dell'ambiente fisico, predisposta per i responsabili della gestione del territorio e che si vuole sia anche immediatamente leggibile dagli utenti.

I dati emersi devono essere recepiti e trasferiti in scelte esecutive dal Progettista del P.G.T., che adatterà le delimitazioni geologiche più gravose alle sue unità areali di lavoro.

Lo studio è stato redatto secondo quanto disposto dalla Regione Lombardia "*Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio*", in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005 e s.m.i.

Ai sensi della presente normativa, tutto il territorio comunale di ALBANO SANT'ALESSANDRO rientra nella Zona 3 con rischio sismico Medio-Basso.

La presente valutazione nell'ottica antisismica è consistita nell'inquadramento del territorio con i livelli di approfondimento previsti dalla normativa regionale LIVELLO 1 e LIVELLO 2 (i LIVELLI 1, 2, 3 sono metodologie di analisi dettate dalla normativa).

Queste procedure adottate dalla Regione Lombardia sono derivate dagli studi del CNR, dal Dipartimento della Protezione Civile - Servizio Sismico Nazionale.

Il LIVELLO 2 per questo studio specifico è stato applicato con tecniche di analisi geofisica proprie del LIVELLO 3 con esemplificazioni nelle aree del fondovalle, in particolare attraverso misure di microtremore sismico ambientale [ReMi].



Si precisa che questo lavoro non ha lo scopo di affrontare singoli problemi specifici geologico – tecnici, né esime l'Amministrazione ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti da specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio, geotecnico e/o ambientale.

Il risultato finale è che il Comune di Albano Sant'Alessandro è garantito dallo scuotimento (accelerazione sismica massima prevedibile) prevista dalla ZONA 3 e tale risultato è pertanto fondatamente suffragato. La Regione riconosce che l'approccio utilizzato è di *alto grado* di attendibilità e che non occorrono studi supplementari. Il privato che intende costruire è supportato da questo tipo di analisi che potrà analogamente applicare nelle zone previste di nuova edificazione. In linea generale la norma che gli impone il Comune ha valido fondamento. L'urbanizzato esistente è garantito dal fatto che non sono stati rilevati effetti di amplificazione sismica e correlabili a quelli potenzialmente generabili da un eventuale evento sismico.

Sulla base dei risultati conseguiti, dal punto di vista della valutazione del sottosuolo dell'area in relazione ai parametri di amplificazione sismica locale (RSL Risposta Sismica Locale), così come previsti con specifico regolamento regionale, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N. 3274 del 20 Marzo 2003, Norme tecniche per le costruzioni DM 14 /01/2008, si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 3.

Questa valutazione emerge dall'analisi *strumentale e stratigrafica e diretta* realizzata per la presente ricerca. Si ritiene la valutazione sia di grado di *attendibilità* MEDIO-ALTA, secondo le indicazioni per la valutazione del grado di giudizio previste dalla normativa regionale L.R. 12/2005 ed in relazione alle metodologie di analisi strumentale attuate.

Si fa presente, infine, che i professionisti incaricati conservano i diritti d'autore sul lavoro presentato, elaborati cartografici compresi e che la committenza può utilizzare gli stessi una sola volta e soltanto per lo specifico fine per il quale essi sono stati eseguiti.



2 - ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

Nella prima fase dello studio si è proceduto alla raccolta e alla valutazione dei dati geologici già disponibili in seguito a precedenti lavori eseguiti sul territorio comunale.

Per quanto concerne la redazione delle carte dei dissesti, è stata eseguita una elaborazione dei dati presenti sulle carte geomorfologiche e dei processi geomorfici in atto successivamente rivisti e corretti secondo la legenda uniformata al P.A.I.

Per la realizzazione dei suddetti elaborati cartografici sono state utilizzate come basi cartografiche rispettivamente:

- Carta d'Italia in scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare (I.G.M. F° 46 I N.O. "Calcinata" e F° 33 II S.O. "Alzano Lombardo")
- Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (Sez. C5c2 e C5c3) – aggiornata al 1994;
- - Aerofotogrammetrico Comunale eseguito il 30.06.2008.

Dal confronto delle diverse carte tematiche redatte scaturiscono le carte di sintesi del rischio geologico alla scala 1:5.000 e conseguentemente le carte di fattibilità geologica e delle azioni di piano – alla scala 1:5.000 e 1:2.000 - riviste e corrette in funzione delle nuove disposizioni nazionali e regionali vigenti.

I software utilizzati sono i seguenti:

- Autocad 2010 (Serial Number n° 352-13366997)
- Cad Overlay 2000i (Serial Number n° 700-50146565)
- Ilwis-Itc (Serial Number n° 783)
- Discav 9.00 (Serial Number n° G004381)
- AddCad 5.0 (Serial Number A0846-28)
- RockWare Utilities 4.0 (Serial Number 19177)
- Arcview e Acad vers. 3.3



3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – TERRITORIALE

(Allegato 01)

Il territorio del Comune di Albano Sant’Alessandro si estende su una superficie complessiva di 5.28 kmq, nell’ambito dell’alta pianura bergamasca localizzata tra il Fiume Serio e il Torrente Cherio.

La superficie comunale è delimitata a Sud dall’arco collinare di Brusaporto, Bagnatica e Montello mentre sul lato Nord è circoscritta da due colline di quota 421 m s.l.m. (Villa Gremolto) e quota 448.0 m s.l.m. (Monti d’Argon) che delimitano la Valle di Albano.

La porzione pianeggiante è costituita nella sua parte centrale da una fascia ristretta che si allarga progressivamente a Ovest e a Est rispettivamente verso le pianure di Seriate – Pedrengo e San Paolo d’Argon – Gorlago

Morfologicamente il territorio comunale di Albano Sant’Alessandro si differenzia nettamente fra la parte di pianura e quella collinare.

3.1 - INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

La fascia di pianura si colloca nella porzione Sud compresa fra le quote 233.0 m s.l.m. (estremità sudorientale) e i 255.0 m s.l.m (al confine con Pedrengo). Questa fascia è solcata dal Torrente Zerra che la percorre con decorso da NW a SE – E .

Nella parte occidentale è presente anche la Roggia Borgogna, che derivando le acque dal Fiume Serio in comune di Villa di Serio, si immette nel Torrente Zerra proprio in Albano, mentre all’estremità meridionale, al confine con Brusaporto e Montello, il territorio di Albano è intersecato per un breve tratto dal Cavo Passi tributario dello Zerra.

Il corso del Torrente Zerra si caratterizza per un andamento sinuoso, meandriforme, privo di difese spondali nel tratto NW, mentre risulta quasi completamente arginato artificialmente nel tratto di attraversamento dell’abitato .



Verso Est, al confine con i territori di S. Paolo d'Argon e Montello, il suo alveo ritorna naturale ed il corso d'acqua riprende il suo andamento meandriforme. L'area di pianura, sede del principale nucleo abitativo, ed in misura minore interessata ancora da alcune superfici agricole residue, accoglie anche numerosi insediamenti produttivi, allineati prevalentemente lungo la S.S. n.42 del Tonale; quest'ultima è attualmente in parte alleggerita dal traffico pesante che transita sulla nuova tangenziale che decorre sul lato sud a ridosso delle colline.

Oltre la citata viabilità principale, il territorio è intersecato, da Ovest a Est, dalla linea ferroviaria Bergamo-Rovato-Brescia.

La fascia collinare del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro si sviluppa quasi esclusivamente sul lato Nord, e in minima misura verso Sud, dove raggiunge la massima altitudine in corrispondenza del Monte Tomenone (371.0 m s.l.m.).

Le colline poste a Nord sono costituite da due da due alti topografici la cui cresta si allunga verso la pianura con direzione da NE a SW e delimitano la Valle di Albano, percorsa dall'omonimo torrente. Nell'ambito di questa valle sono ancora presenti, in località Gromo, evidenti tracce di una attività estrattiva di argille, esauritasi all'inizio degli anni '80.

La fascia collinare descritta culmina con l'alto topografico del Monte San Giorgio che raggiunge la quota altimetrica di 433.0 m s.l.m. rappresentante il massimo topografico del territorio comunale.

La morfologia collinare è caratterizzata da acclività comprese fra il 20% e il 70% e presenta un susseguirsi di dossi, protuberanze, piccoli promontori, sellette, con una differenziazione fra i versanti legata al sostanziale grado di artificializzazione che caratterizza quelli esposti a Sud e Ovest. Questi ultimi presentano sovente fasce di terrazzamento e pianori ricavati per la sistemazione e l'adattamento all'uso agricolo, oggi indirizzato verso la viticoltura.

Alle quote superiori, oltre i 350 metri, soprattutto sui versanti esposti a Nord, i connotati naturali rimangono pressoché inalterati, caratterizzati da una macchia discontinua di bosco ceduo, con rovere, roverella e castagno, in cui si inseriscono limitati appezzamenti prativi.



4 - DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE

Al fine della compilazione delle carte di fattibilità e del dissesto, il territorio del Comune di Albano Sant'Alessandro è stato inquadrato mediante le seguenti Carte Tecniche Regionali alla scala 1:10.000: Sez. C5c2 e C5c3.

Per una rappresentazione più dettagliata delle tematiche, per quasi tutte le carte è stato impiegato l'aerofotogrammetrico realizzato il 30.06.2008.

Nel complesso gli elaborati grafici di questo studio sono costituiti da:

Relazione tecnica:		RG/8301/10	
Allegato 01	Carta d'inquadramento territoriale	Varie	ns. Rif. P6927.dwg
Allegato 02	Carta geolitologica	1:5.000	ns. Rif. P6928.dwg
Allegato 03	Carta idrografica e idrogeologica	1:5.000	ns. Rif. P6929.dwg
Allegato 04	Sezioni idrogeologiche	Varie	ns. Rif. P6930.dwg
Allegato 05	Carta di permeabilità	1:5.000	ns. Rif. P6931.dwg
Allegato 06	Carta di sintesi	1:5.000	ns. Rif. P6932.dwg
Allegato 07	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore NW	1:2.000	ns. Rif. P6933.dwg
Allegato 08	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore NE	1:2.000	ns. Rif. P6934.dwg
Allegato 09	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore SW	1:2.000	ns. Rif. P6935.dwg
Allegato 10	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano – settore SE	1:2.000	ns. Rif. P6936.dwg
Allegato 11	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano	1:5.000	ns. Rif. P6937.dwg
Allegato 12	Carta della pericolosità sismica	1:5.000	ns. Rif. P6938.dwg
Allegato 13	Carta del dissesto – cartografia con legenda uniformata P.A.I.	1:10.000	ns. Rif. P6939.dwg



5 - CARTA DI INQUADRAMENTO LITOLOGICO E STRUTTURALE (Allegato 02)

5.1 - Criteri di stratigrafia dei depositi superficiali

L'area può essere caratterizzata da due fasce: una fascia profonda composta da rocce sedimentarie di origine carbonatica dell'era Mesozoica ed in particolare del periodo Cretacico medio - superiore ed una fascia superiore composta da un intreccio di alluvioni torrentizie, di sedimenti fluvioglaciali e di materiale d'origine glaciale dell'era Quaternaria.

Il substrato roccioso, mascherato dalle coperture alluvionali, costituisce i rilievi collinari che delimitano a Nord e a Sud la superficie pianeggiante e delimita nettamente i bacini imbriferi del Rio Seniga e del Torrente Zerra ([ved. Allegato2¹](#)).

Le litologie presenti sull'area sono dunque riferibili prevalentemente a depositi fluvioglaciali di età pleistocenica attribuiti all'azione di deposito del Fiume Serio e Oglio; per la descrizione delle unità che sono state distinte nel territorio ci si è rifatti ai nuovi criteri adottati dagli autori della già citata "Carta Geologica della Provincia di Bergamo" 2000 a cura di Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, Dipartimento di Scienza della Terra dell'Università degli Studi di Milano, Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR.

Al fine di rendere comprensibili tali criteri si è ritenuto necessario anche in questa sede fare una premessa che riassume i principali concetti alla base della nuova classificazione.

I corpi sedimentari continentali di età quaternaria presentano particolarità che rendono problematica la scelta delle unità stratigrafiche da utilizzare. Le successioni continentali sono tipicamente espressione di fasi di sedimentazione discontinue, spesso arealmente limitate. I depositi mostrano un'elevata variabilità interna di facies, ma la distinzione su basi litologiche di corpi appartenenti a differenti cicli sedimentari,

¹Per la redazione della carta geologica ci si è riferiti a: "Carta Geologica della Provincia di Bergamo" 2000 a cura di Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, Dipartimento di Scienza della Terra dell'Università degli Studi di Milano, Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR



anche molto distanti nel tempo, risulta poco praticabile. Il carattere episodico della sedimentazione rende comune l'esistenza di superfici di discontinuità, sia per non deposizione che per erosione, a carattere essenzialmente diacrono. L'insieme di questi caratteri evidenzia l'inadeguatezza delle unità fino ad ora impiegate nel rilevamento del Quaternario continentale, come le unità geoclimatiche o le unità morfostratigrafiche, comunemente usate in modo improprio e confuso (OROMBELLI, 1971). Per ovviare a tutti i problemi connessi con il rilevamento, nel 1983 la North American Commission on Stratigraphic Nomenclature introdusse specificatamente per il Quaternario le Unità Allostratigrafiche.

Un'unità allostratigrafica corrisponde ad un corpo di rocce sedimentarie identificato sulla base delle discontinuità che lo delimitano; essa comprende pertanto i sedimenti appartenenti ad un determinato evento deposizionale. I limiti sono rappresentati da superfici di discontinuità, compresa l'attuale superficie topografica, corrispondenti a lacune stratigrafiche di estensione cronologica ed areale significativa.

L'interpretazione genetica, la ricostruzione della storia geologica, la morfologia ed i caratteri dei suoli, pur non rientrando direttamente nella definizione dell'unità, possono concorrere all'identificazione dei limiti.

Si tratta, quindi, di un'unità indipendente dalle caratteristiche interne litologiche, sedimentologiche, paleontologiche dei suoi depositi e, data la natura diacrona degli eventi iniziali e conclusivi dei cicli di sedimentazione, a limiti eterocroni.

Date le difficoltà, e spesso l'impossibilità, legate alla correlazione tra unità continentali, le unità allostratigrafiche non possono essere estese al di fuori del bacino idrografico d'appartenenza.

Il Gruppo di Lavoro per il Quaternario della Commissione Italiana di Stratigrafia (Bini et. alii), propose nel 1990 l'uso di queste unità, con qualche minima modifica rispetto al testo originale.

Nella Guida al rilevamento della Carta Geologica d'Italia - 1:50.000 (1992) vennero però adottate per il Quaternario non le Unità allostratigrafiche, ma i Sistemi (unità fondamentali delle *Anconformity Bounded Stratigraphic Units* introdotte dalla International Subcommittee on Stratigraphic Classification, 1987) che pur essendo



simili (Autin, 1992; Bini, 1993) differiscono lievemente, ma in misura significativa nella definizione.

Tale differenza risiede nella identificazione delle superfici limite (Bini, 1993). Infatti, i limiti di un'unità allostratigrafica devono essere tracciabili, mentre quelli di un sistema devono essere visibili, cosa che difficilmente si realizza nei depositi continentali.

A tutt'oggi (1996) la polemica tra sistemi e unità allostratigrafiche non è ancora risolta.

Nel rilevamento della Carta Geologica della Provincia di Bergamo è stato seguito un criterio allostratigrafico ogni qualvolta i corpi geologici sono stati identificati in base alle discontinuità limite e un criterio litostratigrafico quando i corpi geologici sono stati identificati in base alle caratteristiche interne. Le unità litostratigrafiche sono state utilizzate principalmente per alcuni corpi conglomeratici che affiorano nelle forre dei principali fiumi.

Si tratta infatti, di corpi sedimentari, in genere senza espressione morfologica propria, in cui il criterio litologico costituisce l'elemento di caratterizzazione primario e sufficiente al loro riconoscimento.

Come si è detto sia la terminologia sia i criteri usati sono parzialmente differenti da quelli scritti nei codici.

Si è usata il termine generico "unità" come sinonimo sia di alloformazione sia di formazione, secondo i casi, oppure per distinguere corpi geologici isolati, non correlabili con altri appartenenti allo stesso complesso.

Alle unità di nuova istituzione è stato associato il toponimo della località nella quale essa è diffusa in modo significativo.

Per il rango gerarchico superiore è stato usato il termine generico "complesso", come sinonimo sia di allogruppo sia di gruppo a seconda dei casi, inoltre si sono istituiti dei complessi nei casi in cui si sono avute evidenze di diverse fasi deposizionali pur senza essere in grado di attribuire i diversi depositi all'una o all'altra di queste differenti fasi (es. Complesso di Palazzago), o per riunire, a fini cartografici, più unità stratigraficamente ben definite ed accomunate da qualche tipo di carattere (alterazione o cementazione) in un insieme maggiore (es. Complesso di Almenno).



I complessi sono stati nella maggior parte dei casi, divisi in singole unità, non riportate sulla carta geologica per non rendere ancora più pesante la legenda, ma descritte nelle note illustrative.

Per la descrizione dei depositi si è impiegata la normale terminologia sedimentologica, per i depositi glaciali è stata utilizzata la terminologia internazionale tradotta per l'Italia da Bini & Orombelli (1988).

5.2 - GEOLOGIA E TETTONICA

La fascia collinare del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro costituisce un lembo di più recente formazione delle Prealpi Bergamasche, all'interno di quel complesso edificio geologico strutturalmente denominato Alpi Meridionali (Sudalpino) che identificano la porzione della catena alpina collocata a sud della Linea Insubrica che, per quanto riguarda il territorio Bergamasco, rappresenta all'incirca il solco dell'attuale Valtellina.

Tale edificio si articola in una serie di rilievi montani e collinari, di altitudine decrescente da Nord a Sud, strutturalmente caratterizzati da pieghe e sovrascorrimenti disposti grosso modo in direzione E-W e costituiti quasi unicamente da rocce sedimentarie.

Il doppio sistema di colline che, coronando a Nord la Pianura Bergamasca, ricomprende il territorio comunale di Albano S. Alessandro, è costituito da rocce di età cretacea di natura prevalentemente calcareo-marnosa e arenaceo-argilloso-marnosa ripiegate.

Dal punto di vista tettonico tale arco collinare è caratterizzato da una serie di pieghe con asse Est-Ovest localmente accompagnate da fenomeni disgiuntivi.

Con riferimento specifico alla porzione collinare del territorio comunale di Albano S. Alessandro, l'assetto geologico – strutturale, in senso Nord-Sud, partendo dal Monte Tomenone, presenta un accenno di struttura anticlinale, con strati molto inclinati a Sud.

La continuità di tale assetto, sotto al fondovalle alluvionale, non è accertata, ma considerazioni di natura morfo-strutturale e le variazioni litologiche riscontrabili sui



fianchi meridionali del Monte San Giorgio, lasciano presupporre la presenza di una faglia sepolta con andamento Ovest-Est, seguita da una serie di micro piegamenti e ondulazioni che caratterizzano i versanti della Valle di Albano. Più a Nord, riprende una nuova struttura anticlinale cui segue una sinclinale al confine con il territorio di Torre dei Roveri.

Siamo in presenza, pertanto, di una diffusa ondulazione strutturale, con variazioni anche repentine che testimoniano il prevalere di una tettonica compressiva in cui le rocce tendono più a deformarsi che a fratturarsi, anche se sono presenti dislocazioni. Infatti, oltre alla citata probabile faglia sepolta, sul versante meridionale del Monte San Giorgio sono presenti due vallecole disposte Nord-Sud la cui origine è chiaramente legata alla presenza faglie (fratture con spostamento).



5.3 - DESCRIZIONE DELLE UNITA'

Vengono di seguito descritte le unità litostratigrafiche affioranti nel territorio di Albano Sant'Alessandro partendo dalle unità più recenti a quelle più antiche:

5.3.1 - UNITA' UBIQUITARIE

5.3.1.1 Unità di Postglaciale – 119c (Pleistocene Medio – Superiore)

DEFINIZIONE

Diamicton massivi e stratificati con ciottoli e blocchi spigolosi, matrice sabbiosa o limoso argillosa da assente a molto abbondante, massivi o rozzamente stratificati; clasti derivanti dalle formazioni locali: depositi di versante. Diamicton, ghiaie e sabbie in corpi lenticolari clinostratificati, sia a supporto di matrice sia a supporto clastico, clasti da subarrotondati a subspigolosi: depositi di conoide. Ghiaie da fini a grossolane con matrice sabbiosa, a supporto clastico, in prevalenti strati planari; sabbie e limi da massivi a laminati; argille: depositi alluvionali. Limi e argille; limi organici scuri; torbe: depositi lacustri, palustri e di torbiera. Diamicton a supporto sia clastico che di matrice: depositi glaciali. Superficie limite superiore caratterizzata da: Entisuoli, Inceptisuoli e Alfisuoli poco espressi.

LITOLOGIA

I depositi dell'Unità Postglaciale presentano caratteristiche differenti secondo il settore, montano o di pianura, in cui si trovano.

SETTORE MONTANO

Nelle valli e sui versanti montani l'Unità Postglaciale è costituita da:

- Depositi di versante: diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, arrotondati solo se provenienti da precedenti depositi glaciali o alluvionali, a supporto sia clastico che di matrice; la matrice, ove presente, va da sabbioso siltosa ad argillosa, se derivante da prodotti pedogenetici rimaneggiati. Sono assenti strutture significative, ma si riconoscono frequentemente letti paralleli al pendio.



- Depositi di frana: diamicton e depositi a supporto di matrice a clasti spigolosi e blocchi, con matrice fine sempre molto abbondante. Talora i blocchi misurano svariati metri cubi. I clasti riconoscibili in questi materiali sono riferibili, dal punto di vista petrografico, ai litotipi affioranti sui versanti che alimentano il deposito.
- Depositi di conoide alluvionale: sono localizzati allo sbocco di corsi d'acqua, anche di carattere temporaneo, nei solchi vallivi. Per le loro caratteristiche peculiari questi depositi sono di entità alquanto ridotta nei bacini del Brembo e del Serio. Sono costituiti da ghiaie anche ben selezionate con matrice sabbiosa abbondante, a supporto sia clastico che di matrice, grossolanamente stratificate; più raramente si osservano sabbie e ghiaie ben lavate. Frequentemente i clasti sono arrotondati, specie se provenienti dalla demolizione di depositi precedenti, ma l'arrotondamento può essere da scarso a nullo, in funzione del trasporto subito. Questi sedimenti sono solitamente organizzati in corpi lenticolari clinostratificati, spesso massivi, o con ciottoli isoorientati o a gradazione inversa (fenomeni di deposizione in massa), o con strutture minori quali laminazioni oblique a basso angolo e letti a ciottoli embricati; si osservano quindi caratteristiche tipiche dei reticolati idrografici di tipo braided. I clasti sono litologicamente riferibili ai litotipi dei bacini di alimentazione locali.
- Depositi alluvionali: sono localizzati lungo le aste dei corsi d'acqua, a carattere sia effimero sia perenne e sono costituiti da ghiaie a ciottoli e blocchi con matrice sabbiosa, sabbie anche con ciottoli, ghiaie ben selezionate. Le ghiaie sono in prevalenza a supporto clastico e ciottoli ben arrotondati; ovviamente nei corsi d'acqua minori e nelle aree di alimentazione la maturità tessiturale del sedimento è minore. In questi depositi, organizzati in corpi sia lenticolari sia stratoidi, si osservano strutture sedimentarie dovute all'azione di corrente, quali ciottoli embricati, laminazioni oblique a basso angolo, laminazione incrociata. I clasti rispecchiano i litotipi affioranti nel bacino a monte.
- Depositi lacustri e di torbiera: sono presenti in piccoli bacini lacustri localizzati in alta quota, talora in fase avanzata di interrimento, e nei bacini artificiali. Nei piccoli bacini montani sono presenti limi ricchi in materia organica, con rari elementi più grossolani (sabbie e ciottoli) se vi sono apporti dovuti a ruscellamento o a torrenti. Sulle sponde e nei bacini in fase di interrimento si osservano depositi torbosi, caratterizzati da



morfologie a cuscini erbosi tipiche delle zone umide d'alta quota. Depositi lacustri di una certa estensione si trovano anche nel fondo valle, in corrispondenza di bacini lacustri attuali o di recente interrimento: sono di questo tipo i depositi costituenti la piana a monte del Lago di Endine, estesi verso Est sino oltre il Lago di Gaiano, nonché i depositi presenti nella piana di località Lama, in comune di Clusone.

- Depositi glaciali: depositi glaciali olocenici sono presenti alle quote più alte esclusivamente nel settore nord-orientale. Si presentano come diamicton a supporto di matrice con ciottoli e blocchi costituiti da litotipi del basamento cristallino e della successione permiana affioranti nei circhi a monte.

MORFOLOGIA

I depositi di versante più consistenti sono localizzati alla base di pareti rocciose o dei versanti più scoscesi, ma sono diffusi anche in spessori molto modesti su ogni pendio. Sono il prodotto dell'accumulo dei materiali provenienti o direttamente dall'alterazione del substrato roccioso o dal rimaneggiamento di depositi preesistenti. Le morfologie più frequenti sono le falde di detrito e i coni di deiezione. Coni di deiezione in senso stretto sono sempre presenti allo sbocco di canali sulla falda detritica; queste forme tipiche sono comunque diffuse solamente nelle aree caratterizzate da pareti in rapida erosione.

Altre forme ben individuabili sono quelle dei depositi di frana, di cui si riconoscono sempre anche le nicchie di distacco, come a Fuiplano Valle Imagna o alla colonia Stella Alpina sopra Bàresi, o a Novazza. Sulla maggior parte dei versanti i depositi sono privi di caratterizzazione morfologica, e sono sempre intensamente colonizzati dalla vegetazione ove l'alimentazione non sia costantemente attiva. Le morfologie di conoide sono inconfondibili; tuttavia frequentemente le conoidi sono fossili, costituite da depositi antichi cementati, ed i depositi olocenici costituiscono solo un velo che ammantava la superficie; in altre situazioni sono modellate dall'erosione direttamente nei litotipi del substrato. Le morfologie caratteristiche dei depositi alluvionali sono i terrazzi alluvionali; talvolta, in corrispondenza di litotipi facilmente erodibili, i depositi alluvionali suturano terrazzi erosionali in roccia. I depositi glaciali, presenti in genere entro ed allo sbocco di alcuni dei circhi più alti, mostrano morfologie molto fresche e



ben conservate, con evidenti piccole morene terminali, in genere sospese; ricordiamo a questo proposito il circo del versante occidentale del Pizzo Redorta, i due circhi sul versante orientale del Pizzo di Coca, occupati tuttora da piccoli ghiacciai, la conca sul versante occidentale fra il Pizzo Strinato e Cima Trobe; spettacolari sono inoltre le morene laterali e le morfologie a dossi sviluppate su depositi glaciali di fondo, alla fronte del ghiacciaio del Gleno, costruite da tale apparato negli ultimi secoli.

SETTORE DI PIANURA

In pianura l'Unità Postglaciale è costituita da:

- Depositi alluvionali - I depositi fluviali dell'Unità Postglaciale vengono ulteriormente distinti in funzione delle aree di influenza dei principali fiumi, in modo da coglierne le caratteristiche distintive ed in funzione di particolari situazioni deposizionali che possono essere ricondotte alla sedimentazione fluviale olocenica.

Area dei Fiumi Adda, Brembo ed Oglio - I sedimenti fluviali dei Fiumi Adda, Brembo ed Oglio risultano sempre incastrati all'interno delle incisioni fluviali scavate dai torrenti glaciali durante l'ultima espansione glaciale: orli di terrazzo molto netti, con dislivelli spesso superiori ai 10 m, li separano dalle alluvioni fluvioglaciali. Essi risultano a loro volta organizzati in una articolata serie di terrazzi a differente quota, la cui distinzione è stata eseguita su base pedologica e morfologica. La litologia di superficie è in genere molto variabile, con alternanze di zone ghiaiose e zone con ghiaia molto scarsa o assente. Caratteri più uniformi si osservano:

- 1) nei terrazzi superiori dell'area Oglio, con litologia di superficie quasi esclusivamente a ghiaie, i cui diametri risultano mediamente inferiori a quelli delle ghiaie del Pleistocene superiore;
- 2) nella piana fluviale a Sud della confluenza dei Fiumi Adda e Brembo, che presenta sequenze sommitali prevalentemente limoso argillose.

La composizione petrografica dei depositi situati lungo i corsi d'acqua principali, prima delle confluenze, è identica a quella delle unità omologhe di età precedente (Unità di Cantu' per l'Adda, Unità di Treviglio del Complesso del Brembo per il Brembo ed Unità di Palosco per l'Oglio). A valle della confluenza tra i Fiumi Adda e



Brembo si registra invece un dominio petrografico, e quindi deposizionale, brembano. Una spiegazione può essere ricercata negli effetti di regimazione fluviale che il Lago di Como esercita nei confronti dell'Adda.

La differenziazione pedologica ha permesso in molti casi di separare terrazzi la cui superficie limite superiore è caratterizzata da prevalenti Alfisuoli poco espressi, solitamente posti immediatamente al di sotto dei terrazzi delle unità del Pleistocene superiore, da quelli caratterizzati da prevalenti Inceptisuoli e da Entisuoli, che si trovano ad una quota leggermente più elevata di quella degli alvei attuali.

Area del Fiume Serio - I sedimenti fluviali del F. Serio presentano variabilità sia per quanto riguarda i caratteri tessiturali (ghiaie, sabbie, limi sabbiosi e limi organici) sia relativamente ai suoli evoluti sulla superficie limite superiore. La quasi completa mancanza di orli morfologici, la scarsità di dati e la notevole variabilità delle situazioni non hanno consentito una ulteriore suddivisione come fatto per i Fiumi Adda, Brembo e Oglio. L'area è quindi stata cartografata genericamente come Unità Postglaciale, differenziando solo le aree immediatamente a lato dell'alveo attuale separate dal resto dell'unità da orli di terrazzo e ben caratterizzate pedologicamente (Entisuoli); sono state inoltre delimitate le aree la cui litologia superficiale è prevalentemente limoso - argillosa. Il rilevamento di campagna mostra, nelle aree settentrionali e centrali della pianura, la discontinua presenza, al di sopra delle alluvioni ghiaiose del F. Serio, di una coltre costituita da limi sabbiosi, limi, limi argillosi con uno spessore variabile da 60 cm ad oltre un metro. A Sud di Caravaggio questa copertura assume un carattere continuo e raggiunge comunemente spessori superiori ai due metri. Come già accennato essa è presumibilmente legata ad eventi di piena del F. Serio, che facilmente interessavano ampie aree data la mancanza di significativi orli morfologici tra il Serio e la pianura circostante (fatta eccezione per quello delimitante l'alveo attuale).

Da un punto di vista petrografico è da sottolineare la situazione in sponda sinistra a S di Antegnate. Confrontando la composizione petrografica media delle ghiaie del Serio del Pleistocene superiore (Unità di Comun Nuovo e Unità di Cologno del Complesso del Serio), dell'Unità Postglaciale a N di Antegnate e a S di Antegnate con la composizione petrografica media delle ghiaie dell'Unità di Palosco e dell'Unità



di Spinone (Complesso dell'Oglio) si può notare come la composizione delle ghiaie dell'Unità Postglaciale a S di Antegnate (precisamente a Barbata e Fontanella), area in cui le alluvioni dell'Unità Postglaciale ricoprono il terrazzo del Pleistocene superiore del bacino dell'Oglio, differisca sostanzialmente dalle altre del Serio (fra loro abbastanza simili) per avvicinarsi a quella delle ghiaie dell'Oglio. Molto probabilmente in questa zona il Serio rimaneggiava le ghiaie dell'Oglio, arricchendosi in litotipi intrusivi di chiara origine camuna (es. granodioriti e dioriti).

Paleoalvei - I depositi fluviali postglaciali, oltre a formare corpi terrazzati incastrati entro i depositi pleistocenici, si rinvengono, in area brembana ed abduana, anche come paleoalvei sulla superficie delle unità più antiche. Si distinguono su base morfologica, manifestandosi come forme depresse a vario grado di sinuosità, con orli più o meno netti. In corrispondenza di esse si riscontrano generalmente sedimenti limosi e sabbiosi con profili poco evoluti (Inceptisuoli ed Entisuoli). Sistemi di paleoalvei particolarmente continui sono concentrati nella piana allo sbocco della valle di Pontida, dove incidono i depositi fluvioglaciali dell'Unità di Carvico. Forme analoghe, ma più discontinue ed articolate e con un più elevato rapporto larghezza/lunghezza, sono diffuse anche su alcuni terrazzi fluviali postglaciali, in particolar modo su quello a Sud della confluenza dei Fiumi Adda e Brembo; si ritiene che rappresentino le tracce di corsi d'acqua a canali intrecciati, geneticamente connesse all'edificazione della piana su cui si rinvengono.

Aree a limi tra le conoidi - Una situazione verificata in tutta l'area di pianura è la presenza di fasce a litologia di superficie limosa, decorrenti in senso Nord-Sud e costituenti un elemento di separazione tra unità appartenenti a bacini differenti. Per dimensioni e continuità si distingue in particolar modo quella che si estende tra Arcene e Caravaggio (lunghezza 9 km circa, larghezza media 2 km). Le sezioni osservate in vicinanza del suo limite orientale hanno evidenziato situazioni non univoche; tale fascia sottende infatti limi di esondazione dell'Unità di Comun Nuovo (N di Caravaggio), limi con profili pedologici evoluti, di interpretazione ed attribuzione problematica e, probabilmente, lembi isolati dell'Unità di Brembate (Brignano). Dal punto di vista sedimentologico e stratigrafico tuttavia la situazione più significativa e



di maggior diffusione areale è quella osservata presso Castel Rozzone, esattamente in corrispondenza del limite con l'Unità di Treviglio (Complesso del Brembo).

Depositi lacustri - La presenza ai margini dell'alta pianura di rilievi molto articolati ha creato le condizioni favorevoli alla formazione di bacini lacustri per sbarramento fluviale di valli laterali. Oltre al già noto bacino di Petosino, durante il rilevamento sono stati individuati nuovi depositi lacustri in corrispondenza di Longuelo (Bergamo).

Il Bacino lacustre di Petosino: è un bacino situato nella valle decorrente tra Villa d'Almè e Bergamo, delimitato a Nord, Est e Sud da rilievi cretacici e ad Ovest dai depositi fluvioglaciali dell'Unità di Brembate. I sedimenti sono costituiti da alternanze di argille limose e ghiaie esclusivamente a clasti locali (calcari, arenarie cretaciche e selci giurassiche), con spessori da decimetrici a metrici. La sedimentologia indica un bacino caratterizzato da periodi di deposizione fluviale trattiva alternati ad altri di sedimentazione per decantazione; la petrografia delle ghiaie (CAFFI, 1938) evidenzia inoltre un progressivo approfondimento del livello d'erosione nell'area d'alimentazione, con presenza di calcari marnosi cretacici alla base e di selci giurassiche negli orizzonti sommitali. Dati di un sondaggio eseguito negli anni '30 per lo sfruttamento delle argille, indicano che il bacino nella sua porzione centrale raggiunge una profondità di quasi 22 m. Da alcuni scavi, effettuati sempre a scopi estrattivi, sono inoltre emersi resti di mammoth (*Elephas primigenius*) (Caffi, 1930), e manufatti attribuiti all'età del Bronzo, rispettivamente a 7 m e a 3 m dal piano campagna. Si tratta quindi di un bacino con un'evoluzione prolungata, iniziata nel Pleistocene medio (età dei depositi che hanno originato lo sbarramento) e proseguita fino all'Olocene.

Il Bacino lacustre di Longuelo: le propaggini meridionali della collina di Bergamo sono articolate in una serie di valloni a fondo piano, delimitati da strette dorsali; in corrispondenza del fondovalle più occidentale (frazione Longuelo di Bergamo) alcuni scavi occasionali hanno permesso di riconoscere la presenza di un bacino lacustre. Esso è delimitato a monte e lateralmente da depositi colluviali dell'Unità di Palazzago e dal substrato, mentre a valle si osserva un raccordo morfologico con i sedimenti fluvioglaciali dell'Unità di Brembate, che sembrano quindi costituire lo sbarramento verso la pianura. Dal punto di vista litologico si osservano argille, argille limose e



subordinate sabbie che ricoprono, ad una profondità di circa 3 m, ghiaie a petrografia brembana, arricchite in componenti terrigene del substrato circostante; i sedimenti argillosi e limosi sono interessati da intensa idromorfia (colore oltre 5Y). A 2,5 m di profondità compare un orizzonte ricco di tronchi e resti vegetali in ottimo stato di conservazione. Datazioni radiometriche (^{14}C) effettuate su frammenti lignei hanno fornito un'età di 4.560 ± 95 anni BP, stabilendo una età olocenica per questi depositi. Allo stato attuale delle conoscenze, la presenza di litologie brembane (Verrucano, vulcaniti, rocce endogene - metamorfiche) nelle ghiaie basali può essere spiegata solo come un rimaneggiamento delle ghiaie dello sbarramento fluviale.

RAPPORTI STRATIGRAFICI

Il limite inferiore è costituito dalla superficie di contatto con il substrato o con le unità più antiche. Il limite superiore è costituito dalla superficie topografica.

ETA'

I depositi dell'Unità Postglaciale hanno iniziato a depositarsi non appena i ghiacciai hanno iniziato a ritirarsi e sono tuttora in corso di sedimentazione. L'unità è quindi marcatamente diacrona e in certi settori difficilmente distinguibile dai depositi contemporanei ai ghiacciai. L'età è quindi Pleistocene superiore - Olocene. In assenza di possibili relazioni dirette con i ghiacciai o con i depositi ad essi correlati si è fatto ricorso ad osservazioni sullo stato di alterazione dei sedimenti o sui rapporti con i depositi attuali.

5.3.1.2 Complesso di Palzago – 117 (*Pleistocene Medio – Superiore*)

DEFINIZIONE

Diamicton massivi e stratificati a ciottoli e blocchi da spigolosi a subspigolosi, matrice sabbiosa o limoso argillosa, supporto di matrice o clastico localmente di tipo "open work", locale cementazione: depositi di versante. Diamicton a blocchi fino a metrici: depositi di frana. Diamicton a clasti da subarrotondati a subspigolosi con matrice sabbiosa o limoso argillosa; limi e argille con orizzonti a clasti residuali: depositi di



conoide e colluviali. Ghiaie a supporto clastico o di matrice, a ciottoli da spigolosi a subarrotondati, matrice argillosa limosa, sabbie, in corpi lenticolari: depositi alluvionali. Argille limose grige massive: depositi lacustri. Clasti carbonatici e terrigeni delle formazioni locali, matrice derivante dal rimaneggiamento di suoli preesistenti. I clasti presentano alterazione estremamente variabile. Pedogenesi variabile, colore tra 7.5YR e 2.5Y. Morfologie in erosione.

SINONIMI

Nei lavori precedenti i depositi cartografati come Complesso di Palazzago venivano raccordati alle unità glaciali - fluvioglaciali o cartografati come unità morfologiche (glacis, conoidi, cono e falde detritiche).

LITOLOGIA

Il Complesso di Palazzago è costituito da depositi colluviali, di conoide a dominio di trasporto in massa, fluviali, di versante e lacustri, legati a situazioni deposizionali locali, in particolare:

- Depositi di versante: diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, matrice sabbiosa o limosa, supporto di matrice o clastico, in depositi massivi o grossolanamente clinostratificati; talora sono costituiti semplicemente da suoli rimaneggiati. Localmente sono rimaneggiati dalle acque meteoriche. I clasti sono essenzialmente carbonatici o terrigeni, a seconda dei versanti di alimentazione.
- Depositi di frana: diamicton a ciottoli e blocchi fino a metrici, con matrice fine scarsa. I fenomeni di alterazione e pedogenesi di questi depositi sono moderati, e la matrice presente è derivata essenzialmente dal rimaneggiamento di suoli sviluppatasi prima della messa in posto.
- Depositi alluvionali: ghiaie a ciottoli e blocchi eterometrici da spigolosi ad arrotondati, matrice sabbiosa, supporto in prevalenza clastico; è presente una grossolana stratificazione, talvolta obliqua, con gradazione normale, rari cluster. Sabbie in corpi lenticolari a laminazione obliqua a basso angolo ed incrociata, affioranti presso Palazzago, con rari ciottoli centimetrici.



La composizione petrografica dei depositi è strettamente condizionata dalla litologia del substrato lapideo locale, costituito nella maggior parte dei casi dalle formazioni terrigene cretache e dalla successione calcareo - selcifera giurassica; in misura assai minore si rinvencono elementi "esotici" derivanti dal rimaneggiamento dei depositi fluvioglaciali e fluviali appartenenti alle unità dei bacini principali.

- suolo (non osservabile direttamente): è presente un fronte di rubefazione con profondità variabili da pochi dm a 2/3 m; il colore stimato della matrice ricade nella pagina 5YR; il suolo è evoluto sulla falda di detrito;

- falda detritica prevalentemente di tipo open-work, localmente partially open-work, molto ben cementata; localmente è presente una stratificazione, con strati a gradazione diretta immergenti verso l'asse della valle; cemento calcareo. Clasti spigolosi medi, in subordinate grossolani, derivanti dal substrato locale (Maiolica). La falda appoggia direttamente sul substrato nella zona a ridosso del versante mentre lungo l'asse vallivo ricopre depositi glaciali dell'Unità di Viadanica.

Interpretazione: falda detritica stratificata recante alla sommità un suolo ben rubefatto; la messa in posto della falda è successiva alla transfluenza del ghiacciaio camuno che alimentava l'Unità di Viadanica (Complesso di Villongo; Bacino dell'Oglio).

AREA DI AFFIORAMENTO

Il Complesso di Palazzago affiora in corrispondenza del raccordo prealpi - pianura e delle valli minori che lo incidono.

MORFOLOGIA

Solitamente i depositi dell'Unità di Palazzago si presentano come falde di detrito (glacis) che si raccordano ai versanti senza discontinuità morfologiche, indicando una certa continuità di alimentazione dal versante nelle parti alte anche nell'Olocene, senza poter individuare un limite. Tuttavia le falde di detrito sono reincise dai corsi d'acqua attuali anche per uno spessore di diversi metri. Anche i depositi di frana dal punto di vista morfologico non sono estremamente evidenti: si riconoscono tuttavia contropendenze caratteristiche e nicchie di distacco. Le facies alluvionali danno



luogo a pianure di estensione molto limitata localizzate in vallecicole secondarie, e reincise dai corsi d'acqua olocenici.

RAPPORTI STRATIGRAFICI

Il Complesso di Palazzago risulta costituito da corpi di età differente appartenenti a più cicli sedimentari, caratterizzati petrograficamente dalla presenza di clasti derivanti quasi esclusivamente dal substrato locale. I depositi del Complesso di Palazzago sono stati depositi in periodi di resistasia, durante i periodi freddi corrispondenti ad espansioni glaciali, quando i versanti erano privi di vegetazione anche a grande distanza dai ghiacciai. Nel bacino dell'Adda, e in altre zone del varesotto, depositi di questo tipo sono stati cartografati come depositi di versante dell'Unità di Cantù (vedi) (Bini, 1987). I depositi del Complesso di Palazzago invece interessano più cicli sedimentari relativi a più espansioni glaciali e, per mancanza di relazioni geometriche osservabili sul terreno, non è possibile correlarli esplicitamente con le unità ed i complessi istituiti nei differenti bacini. Dall'esame di tutta l'area studiata si può rilevare che esso copre in discordanza tutte le unità più antiche del Pleistocene superiore e viene a sua volta terrazzato o ricoperto da depositi di età posteriore al Pleistocene medio.

ETA'

Sulla base di quanto detto risultano possibili età comprese tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene superiore. I dati pedologici sembrano tuttavia escludere età anteriori al Pleistocene medio in quanto i profili osservati non presentano caratteri confrontabili con quelli di suoli sviluppati sulle unità ritenute di età pleistocenica inferiore. Pertanto si ritiene che i corpi sedimentari che costituiscono il complesso cadano prevalentemente nell'intervallo cronologico Pleistocene superiore - Pleistocene medio.



5.3.2 - BACINO DEL SERIO

Il Fiume Serio presenta un ampio bacino idrografico, comprendente numerose valli laterali. Caratteristica è la presenza di un restringimento nella parte mediana della valle principale, in corrispondenza di Ponte del Costone, legato alla presenza di litotipi molto resistenti all'erosione (Dolomia Principale). Tale forra ha condizionato sia la deposizione di sedimenti continentali, sia la loro conservazione; in corrispondenza di essa infatti si osserva attualmente un aumento della velocità della corrente, con prevalenza dei fenomeni di erosione su quelli di deposizione: tale situazione fa sì che in questo tratto scarsissimi siano i depositi conservati, ed in genere in lembi estremamente discontinui e di difficile correlazione. Sussistono quindi notevoli problemi a correlare le unità stratigrafiche individuabili a Nord di Ponte del Costone con quelle descritte a Sud. Analoghi problemi di correlazione sussistono per i depositi delle valli laterali, là dove il fondovalle risulti sospeso rispetto alla valle principale, dando luogo allo sbocco a strette forre. L'esempio più caratteristico è dato dalla Val Canale, percorsa dal Torrente Acqualina, affluente di destra del Serio; non esistendo continuità laterale fra i depositi presenti in tale valle e quelli dell'asse vallivo principale, e mancando qualsiasi elemento di datazione biostratigrafico o geocronometrico, sono state distinte unità stratigrafiche locali, la cui correlazione alle unità seriane, e quindi la loro attribuzione ai complessi definiti, permane dubitativa. Non sono stati compresi entro il bacino seriano i depositi affioranti entro l'area di Clusone, attualmente tributaria del Fiume Serio. Come già spiegato, infatti, l'ampia depressione che si apre ad Est di Ponte della Selva presenta una situazione complessa e di difficile interpretazione, data la frammentaria conservazione dei corpi sedimentari. Parte dei depositi quivi presenti infatti potrebbero avere i loro corrispettivi nell'asse vallivo seriano; mancano tuttavia elementi per qualsiasi correlazione.



5.3.2.1 Complesso del Serio – 94b (*Pleistocene Superiore*)

DEFINIZIONE

Diamicton massivo a supporto di matrice limoso sabbiosa: depositi glaciali. Ghiaie a supporto clastico o di matrice con ciottoli arrotondati, stratificate; sabbie laminate; limi di esondazione: depositi fluvioglaciali. Abbondanti clasti provenienti dall'alta Valle Seriana, clasti di provenienza esclusivamente locale per gli apparati locali. Superficie limite superiore caratterizzata da: morfologie ben conservate, [suoli](#) di spessore massimo 1,1 m, colore tra 7.5YR e 10YR, copertura loessica assente.

Comprensivo di: Unità della Selva di Clusone, Unità di Spiazzi, Unità di Valzurio, Unità di Valcanale, Unità di Gazzaniga, Unità di Cologno.

Nel suo corso medio - alto, a N della forra di Ponte del Costone, confluiscono nella valle principale valli laterali che sono state occupate da ghiacciai indipendenti, le cui relazioni con il ghiacciaio principale non sono ben chiare, a causa dell'erosione che ha parzialmente asportato i depositi e smantellato le morfologie. Analogamente non possono essere dimostrate le possibili correlazioni fra depositi glaciali seriani e depositi alluvionali presenti a S di Ponte Costone sino allo sbocco in pianura, poichè entro la forra sono prevalsi fenomeni erosivi.

Unità di Cologno

DEFINIZIONE

Ghiaie poligeniche a supporto clastico; da arrotondate a subarrotondate e discoidali; matrice sabbiosa calcarea: depositi fluvioglaciali. Cementazione diffusa, scarsa. Localmente è presente una copertura di limi di esondazione. La superficie limite superiore è caratterizzata da Alfisuoli da mediamente a poco espressi, con matrice decarbonatata fino a 1,1 m. Colori: da 7.5YR a 10YR, localmente colori di 5YR.



LITOLOGIA

L'Unità di Cologno è composta da depositi fluvioglaciali: ghiaie a supporto clastico (Gm) con matrice sabbiosa, prevalentemente da medio - grossolane a grossolane, in subordinate molto grossolane con locale presenza di massi. Da mediamente selezionate a ben selezionate nelle aree più a S; da arrotondate a subarrotondate e discoidali. Stratificazione suborizzontale grossolana; in subordinate stratificazione incrociata concava (Gt); presente gradazione diretta ed embricatura a basso angolo. Presenti strati sabbiosi e lenti a laminazione orizzontale (Sh) ed incrociata a basso angolo (Sl); locali lenti di limi (Fl). Localmente la sommità mostra una copertura di limi argillosi (depositi di esondazione?). Cementazione diffusa, scarsa.

CARATTERI PEDOLOGICI

I profili pedologici maggiormente diffusi sull'unità mostrano: colore dell'orizzonte argillico variabile dal bruno scuro al bruno giallastro scuro (da 7.5YR a 10YR tra 4/3 e 4/4), raramente bruno rossastro (5YR4/4); i limi argillosi presenti localmente alla sommità delle ghiaie presentano un colore bruno scuro (da 7.5YR a 10YR, da 4/3 a 4/4) e sono caratterizzati da Inceptisuoli o Alfisuoli poco espressi. L'orizzonte argillico sviluppato sulle ghiaie presenta spessori variabili da 20 a 60 cm; il fronte di decarbonatazione (riferito alla matrice) raggiunge una profondità massima osservata di 110 cm, ma localmente è presente matrice calcarea già a 50 - 60 cm. Nell'orizzonte C si trovano comunemente concrezioni calcaree.

In netto subordinate sono stati rinvenuti anche suoli con minore grado di evoluzione (Inceptisuoli) probabilmente condizionati da fattori erosivi locali; nelle aree meridionali della provincia si riscontrano abbastanza comunemente suoli con caratteri idromorfi (pseudogley e screziature).

La granulometria è scheletrico - franca; la pietrosità di superficie è elevata, moderata nelle aree a limi sommitali; localmente sono state riscontrate aree allungate e sinuose caratterizzate da pietrosità eccessiva, con ciottoli molto grossolani e in qualche caso anche massi. I suoli dominanti sviluppati su questa unità rientrano genericamente nell'ordine degli Alfisuoli (grande gruppo degli Haplici).



AREA DI AFFIORAMENTO

L'unità affiora diffusamente sia in sponda destra che in sponda sinistra del F. Serio, costituendo buona parte del livello topografico principale della pianura; in particolare in sponda destra affiora da Ranica - Alzano Lombardo fino a Pagazzano, con quote variabili da 285 a 120 m; in sponda sinistra affiora da Villa di Serio fino ad Antegnate, da quota 285 a 112 m. A S di Mornico al Serio fino al limite di provincia l'unità costituisce una fascia che si riduce progressivamente di ampiezza fino a chiudersi ad Antegnate; i limiti (non morfologici) di questa fascia sono costituiti a W dalle alluvioni postglaciali del Serio e ad E da una sottile fascia di limi pedogenizzati che seguono l'andamento della Roggia Zerra, per poi collegarsi (ad Antegnate) alle alluvioni postglaciali del Serio, questi limi determinano il limite con le alluvioni tardo pleistoceniche del F. Oglio (Unità di Palosco; Complesso dell'Oglio).

MORFOLOGIA

L'unità rappresenta una fase di deposizione fluvioglaciale legata ad un regime di tipo *braided river*, cronologicamente intermedia fra l'Unità di Comun Nuovo e le alluvioni postglaciali. Gli orli di terrazzo che la delimitano dall'Unità Postglaciale si riducono sempre più fino a scomparire (zona di Capanelle in sponda destra, zona di Malpaga in sponda sinistra) provocando il progressivo ricoprimento dell'Unità di Cologno ad opera delle alluvioni dell'Unità Postglaciale del Serio. Come già accennato, l'unità è spesso caratterizzata in superficie da aree a pietrosità eccessiva (in particolare la zona a E di Zanica ed Urgnano), localmente associate a morfologie blandamente convesse accompagnate da aree con morfologie blandamente concave (dislivelli massimi di 2-3 m, più comunemente non superiori ad 1 m): quest'ultima situazione è particolarmente evidente tra Ghisalpa e Mornico al Serio dove sono visibili due di queste aree convesse (cartografate come dossi fluviali a debole convessità) con sviluppo longitudinale di circa 2 km e larghezza di qualche centinaio di metri, accompagnate da modeste depressioni marcate da scarsa pietrosità di superficie. In assenza di ulteriori dati (in modo particolare di sezioni che permettano considerazioni sedimentologiche) risulta difficoltosa l'interpretazione di queste strutture che, comunque, sembrano essere geneticamente collegate alla fase deposizionale che ha



sedimentato l'unità; come ipotesi di lavoro questi dossi potrebbero rappresentare tracce di un antico alveo del Serio.

RAPPORTI STRATIGRAFICI

Il limite superiore dell'unità è caratterizzato da: morfologie terrazzate ben conservate, con orli di terrazzo evidenti, ma che, spostandosi verso S, tendono a ridursi progressivamente fino a scomparire; i suoli presentano un orizzonte argillico poco spesso e fronte di decarbonatazione con profondità massima osservata di 1,1 m. Localmente si riscontra una copertura di limi che troncano la sequenza pedologica originaria.

Il limite inferiore dell'unità, visto in scavi, è marcato dal passaggio ad un suolo sepolto e localmente ai Conglomerati di Seriate. Copre, in sponda destra, l'Unità di Comun Nuovo; copre in discontinuità l'Unità di Torre Boldone (Complesso di Ponte della Selva) (in sponda sinistra, zona da Villa di Serio ad Albano S. Alessandro) ed i Conglomerati di Seriate (da Villa di Serio a Seriate). L'unità è ricoperta dalle alluvioni dell'Unità Postglaciale del Serio. Al suo margine orientale, tra Costa di Mezzate e Mornico al Serio, l'unità è coperta dalle alluvioni dell'Unità Postglaciale del T. Zerra, probabilmente impostatosi lungo il tracciato di un antico alveo fluviale presente al limite di conoidi dei fiumi Serio e Cherio. I rapporti con le unità del Pleistocene superiore dei bacini del Brembo, del Cherio e, nella parte medio bassa in sponda sinistra, dell'Oglio (Complesso dell'Oglio) non sono visibili a causa della interposizione dei depositi dell'Unità Postglaciale; i rapporti con le rimanenti unità del Complesso del Serio non sono visibili in affioramento.

ETA' DEL COMPLESSO DEL SERIO

Le unità descritte vengono riunite in un unico complesso sulla base dei loro rapporti geometrici con le rimanenti unità del bacino seriano. L'Unità della Selva di Clusone infatti rappresenta un importante episodio di avanzata glaciale, posteriore a quella testimoniata dall'Unità di Prati Mini (Complesso di Ponte della Selva); essa è inoltre la più recente di cui si abbiano testimonianze certe entro l'asse vallivo principale. L'Unità di Spiazzi, come già accennato, è anch'essa posteriore all'Unità di Prati Mini



ed anteriore all'Unità Postglaciale. L'Unità di Gazzaniga costituisce il terrazzo più basso e meno alterato al di sopra dei terrazzi alluvionali olocenici, ed è incassata entro i depositi del Complesso di Ponte della Selva. L'Unità di Valcanale riunisce i depositi glaciali più recenti anteriori all'Olocene, conservati entro la Valle dell'Acqualina.

Solo l'Unità di Valzurio non presenta alcuna relazione diretta con altre unità del bacino seriano; data la freschezza delle forme e l'alterazione pressochè nulla, è da ritenersi legata all'ultima glaciazione. Per quanto detto, il Complesso del Serio riunisce corpi sedimentari formati in un intervallo di tempo compreso tra la deposizione del Complesso di Ponte della Selva e l'Olocene, quindi entro il Pleistocene superiore e più probabilmente nella sua parte terminale. Esso comprende l'ultima grande avanzata glaciale, non essendo però possibile dimostrare l'isocronia delle unità descritte non si può escludere che almeno una parte dei depositi considerati siano da riferirsi a fasi precedenti. Tale discorso vale soprattutto laddove non è stato possibile osservare forme ben conservate o profili di alterazione completi.

5.3.2.2 Complesso di Ponte della Selva – 92b (*Pleistocene Medio*)

DEFINIZIONE

Diamicton massivo a supporto di matrice limosa; morfologie discretamente conservate: till di ablazione. Ghiaie stratificate a supporto clastico o di matrice sabbiosa con ciottoli arrotondati, con intercalate sabbie laminate; depositi terrazzati: depositi fluvioglaciali. Abbondanti clasti del basamento e della serie permotriassica seriana. Superficie limite superiore caratterizzata da suoli di spessore 3,5 m, colore tra 7.5YR e 10YR, copertura loessica sempre presente.

Comprensivo di: Unità di Prati Mini, Unità di Albino, Unità di Torre Boldone.

Il Complesso di Ponte della Selva riunisce i depositi glaciali presenti immediatamente all'esterno del Complesso del Serio, siti nella valle del Serio fra



Ardesio e Ponte Nossa, e i depositi alluvionali terrazzati e con profili di alterazione spessi pochi metri, presenti a Sud della forra di Ponte Costone sino alla Pianura.

Unità di Torre Boldone

DEFINIZIONE

Ghiaie poligeniche, a supporto di matrice argillosa, arrotondate: depositi fluvioglaciali. Limi argillosi con spessore variabile da 1 a 2 m, localmente rimobilizzati: depositi eolici. La superficie limite superiore è caratterizzata da Alfisuoli, orizzonti a fragipan presenti solo localmente; spessore complessivo dei suoli > 3 m con colori: da 7.5YR a 10YR.

LITOLOGIA

L'Unità di Torre Boldone è costituita da:

- Depositi fluvioglaciali: ghiaie a supporto di matrice pedogenizzate (Gms/P); matrice limoso argillosa; da grossolane a molto grossolane, moderatamente selezionate, da arrotondate a discoidali; stratificazione non definibile. I ciottoli sono per la maggior parte elementi siliceo-quarzosi terrigeni e non, cristallini: metamorfiti in generale (prevalenti ed alterate), Verrucano, Collio (parzialmente alterato), quarziti, selci. Mancano totalmente gli elementi calcarei: si rinvengono solamente masserelle inconsistenti di calcari e calcari marnosi argillificati e arenarie ormai totalmente decarbonatate.
- Depositi eolici: costituiscono una copertura argilloso-limosa pedogenizzata (Fm/P) continua, avente spessore variabile da 1 a 2 m (localmente anche 2.5-3 m) che copre le ghiaie sopra descritte. In aree a ridosso del substrato nella copertura eolica si rinvengono livelli clastici da medi a grossolani, di natura locale (alterati) e siliceo-quarzosa, sia spigolosi che subarrotondati.

CARATTERI PEDOLOGICI

I profili pedologici osservati mostrano suoli evoluti, con decarbonatazione superiore ai 3-3,5 m (matrice e scheletro), orizzonti argillici ben espressi sviluppati su ghiaie e



su limi eolici, comune presenza di noduli e patine Fe-Mn; localmente nella copertura eolica è stato riscontrato lo sviluppo di orizzonti a fragipan. Comune presenza di pseudogley interessanti sia la copertura eolica sia le ghiaie. I colori dei suoli sviluppati sui limi eolici vanno da 7.5YR a 10YR (sostanzialmente Alfisuoli e localmente Inceptisuoli), con tessiture variabili dalla franco-limoso alla argilloso-limoso; l'aggregazione è da moderatamente a fortemente sviluppata. Gli orizzonti argillici sviluppati sulle ghiaie presentano solitamente un colore compreso tra 7.5YR4/4 e 4/6 e spessori fino a 2 m. Le figure pedologiche da idromorfia presentano colori variabili da 10YR a 5 GY. La granulometria per i depositi eolici è argilloso-fine, per le ghiaie è da scheletrico-franca a scheletrico-argillosa; la pietrosità di superficie è nulla. I suoli sviluppati su questa unità possono essere genericamente classificati come Alfisuoli; rientrano nella categoria dei Vetusuoli (sensu Cremaschi, 1987).

AREA DI AFFIORAMENTO

In sponda destra del Serio l'unità affiora dalla zona a NE di Bergamo, Ranica - Chignola bassa - Bergamo, dove costituisce una superficie abbastanza ampia cui non è possibile porre dei limiti precisi vista la forte antropizzazione, fino a Levate, con quote variabili da 290 a 185 m. In sponda sinistra l'area di affioramento è più ristretta e comprende un sottile lembo, allungato N-S intorno a Villa di Serio, che poi si apre in un ampio terrazzo fluvioglaciale esteso dagli abitati di Scanzorosciate fino a Negrone - Torre dei Roveri; un sottile lembo ampio poco più di 500 m discende fino ad Albano S. Alessandro; le quote variano da 289 a 245 m.

MORFOLOGIA

L'unità è caratterizzata da morfologie poco conservate, orli di terrazzo discontinui e di lieve entità, ricoprimento spesso senza interruzioni morfologiche ad opera delle unità del Pleistocene superiore, dalle quali si distingue oltre che per la presenza di loess anche per una morfologia meno monotona e piatta. L'unità rappresenta probabilmente l'espressione fluvioglaciale di uno o più eventi glaciali collocabili nel Pleistocene medio: blandi orli di terrazzo presenti all'interno della unità delimitano una superficie leggermente più rilevata che, nelle poche sezioni viste (tra cui il Profilo



n° 26), è caratterizzata da una pedogenesi più evoluta rispetto a quella mostrata dalle sezioni localizzate sulla superficie morfologicamente inferiore.

RAPPORTI STRATIGRAFICI

Il limite superiore della unità è caratterizzato da: morfologie terrazzate poco conservate, copertura loessica sempre presente. I suoli hanno uno sviluppo complessivo superiore a 3-3,5 m. La superficie dell'unità sembra essere articolata secondo almeno due ordini di terrazzi delimitati da orli molto blandi, spesso sfumati o cancellati dalla forte attività antropica. Il limite inferiore dell'unità non è noto. Copre l'Unità di Valtesse senza brusche variazioni morfologiche; localmente copre in discontinuità: il substrato Cretacico pedogenizzato (sponda sinistra, zona di Torre dei Roveri), i Conglomerati di Seriate (sponda sinistra, zona di Scanzorosciate). E' coperta in continuità morfologica dalla Unità di Comun Nuovo e dalla Unità di Cologno (Complesso del Serio). Allo sbocco della Valle Scapla (Villa di Serio) e lungo le valli tributarie minori del T. Zerra è ricoperta dai depositi locali appartenenti al Complesso di Palazzago. Tra Negrone ed Albano S. Alessandro il lato orientale dell'unità è inciso e ricoperto dalle alluvioni dell'Unità Postglaciale del T. Zerra. In sponda destra, verso W, l'unità passa lateralmente (con probabile eteropia) alla Unità di Brembate (Bacino del Brembo), rispetto alla quale mostra notevoli similitudini: i rapporti stratigrafici non sono visibili in affioramento causa la interposizione di una sottile fascia di depositi dell'Unità Postglaciale. I rapporti stratigrafici con le rimanenti unità del Complesso di Ponte della Selva non sono visibili in affioramento.

ETA' DEL COMPLESSO DI PONTE DELLA SELVA

L'Unità di Prati Mini è immediatamente esterna rispetto ai depositi glaciali dell'Unità della Selva di Clusone ed è quindi anteriore a questa. Essa affiora all'interno e a quote minori rispetto ai depositi glaciali più alterati riuniti nel Complesso del Monte Trevasco ed è quindi posteriore a questi. Le sue geometrie sono inoltre influenzate da una fisiografia della valle confrontabile con quella attuale. L'Unità di Albino è anteriore ai depositi del Complesso del Serio, che costituiscono terrazzi altimetricamente più bassi e incassati in essa; risulta altresì successiva alle Unità del



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

Complesso di Piario e di Casnigo, in quanto riempie gli alvei incisi dal Serio e dai suoi affluenti entro i depositi riferibili a queste. L'Unità di Torre Boldone affiora in pianura; la presenza di una coltre continua di loess, le caratteristiche pedologiche (una decarbonatazione superiore ai 3,5 metri, argillificazione e locale sviluppo di fragipan) sono indicativi della antichità dei profili. Per quanto detto, il Complesso di Ponte della Selva testimonia una fase di avanzata glaciale anteriore a quella rappresentata dal Complesso del Serio, ma successiva alla deposizione delle unità riunite nel Complesso di Piario. Il Complesso di Ponte della Selva è perciò attribuibile al Pleistocene medio.



5.3.2.3 Unità di Valtesse – 85 (*Pleistocene Inferiore?*)

DEFINIZIONE

Ghiaie poligeniche a supporto di matrice argillosa, clasti arrotondati: depositi alluvionali. Limi argillosi ed argille limose con clasti sparsi: depositi colluviali. Superficie limite superiore caratterizzata da più suoli troncati e sovrapposti con orizzonti a fragipan e plintite, alterazione che interessa l'intero spessore dell'unità con colore tra 2.5YR e 10YR.

LITOLOGIA

La descrizione delle litologie e delle facies è solo parziale in quanto le ghiaie sono state ritrovate solo in corrispondenza di uno scavo profondo oltre 7 m, mostrandone un orizzonte argillico troncato superiormente. Altre sezioni descritte interessavano solamente eventi colluviali pedogenizzati o le porzioni sommitali dei suoli. L'Unità di Valtesse comprende:

- Depositi colluviali: limi argillosi massivi, pedogenizzati e colluviati (F(r)/P); la matrice (argillosa e argilloso-limosa) è ampiamente dominante sullo scheletro che è raro e residuale: si rinvengono solo rarissimi ciottoli centimetrici (quarziti e selci in prevalenza) oltre che elementi totalmente alterati derivanti dalle serie locali (Sass de la Luna e Arenaria di Sarnico) e silicoclasti da spigolosi a subspigolosi. In subordinate diamicton massivi a supporto di matrice pedogenizzata (Dmm/P), da limoso argillosa ad argillosa, con scheletro residuale medio, arrotondato.
- Depositi alluvionali: ghiaie a supporto di matrice pedogenizzata (Gms/P); matrice argillosa; le ghiaie sono moderatamente selezionate, da medio-grossolane a grossolane; arrotondate e subarrotondate. La stratificazione non è definibile. I ciottoli sono per la maggior parte residuali: elementi terrigeni silicei (Verrucano e arenarie non calcaree in generale); cristallini (metamorfite alterate, quarziti). Gli elementi carbonatici sono quasi assenti: si rinvengono masserelle argillificate e rari ciottoli totalmente decarbonatati, ma con ancora una consistenza propria.

Caratteri Pedologici - I profili di alterazione descritti mostrano una pedogenesi fortemente sviluppata: decarbonatazione osservata superiore a 7 m (matrice e



scheletro), orizzonti argillici con spessori metrici, forte rubefazione, abbondanti patine e noduli di Fe-Mn spesso localizzati secondo orizzonti preferenziali, presenza di orizzonti a fragipan e plintite. Sono inoltre sempre presenti pseudogley ben espressi e comuni glosse sbiancate centimetriche, con andamento da verticale a suborizzontale. I colori della matrice variano da 2.5YR a 10YR per le coperture limoso-argillose; l'orizzonte argillico su ghiaie presenta colori di 7.5YR. La granulometria per i depositi colluviali è argilloso fine, per le ghiaie è scheletrico-argilloso; la pietrosità di superficie è nulla. Suoli con queste caratteristiche potrebbero venire genericamente classificati come Ultisuoli, ma il semplice dato descrittivo di terreno, non accompagnato da analisi di laboratorio, non permette di potere affermare con certezza l'appartenenza a tale ordine.

AREA DI AFFIORAMENTO

Globalmente l'unità costituisce una stretta fascia solitamente posta a ridosso del substrato alterato. L'area di affioramento dell'unità in sponda destra del Serio comprende la zona N/NE di Bergamo da Ranica - Chignola a Marzanica - Valtesse, con quote variabili da 296 a 266 m; molto probabilmente affiora anche in altre aree, ma la forte antropizzazione non permette di ricostruire l'esatta diffusione areale dell'unità. In sponda sinistra affiora da Scanzorosciate a Negrone e a Torre dei Roveri - Valle di Albano; le quote variano da 289 a 255 m. Nella zona di Negrone un piccolo lembo isolato emerge, con morfologia blandamente convessa, a livello della Unità di Torre Boldone.

MORFOLOGIA

Questa unità rappresenta il sistema di terrazzi fluviali topograficamente più elevati di tutta la zona; verosimilmente rappresenta uno dei primi eventi deposizionali non locali dell'area dopo lo sviluppo delle alteriti, che affiorano a ridosso del substrato. Come già accennato nei precedenti capoversi, le morfologie dell'unità sono spesso mal conservate, con orli di terrazzo discontinui e con dislivelli limitati spesso mascherati dalla antropizzazione. In sponda sinistra (zona di Negrone) l'unità affiora a livello della pianura, circondata dai più recenti sedimenti del Pleistocene medio -



superiore. Questa situazione (che si ripete anche per le unità successive fino all'Unità Postglaciale) fa pensare ad un continuo e progressivo "annegamento" delle unità più antiche ad opera delle più recenti e costituisce una peculiare connotazione del Serio rispetto ai circostanti fiumi, per i quali invece le fasi erosive prevalgono su quelle deposizionali, originando le classiche serie a terrazzi incastrati.

RAPPORTI STRATIGRAFICI

La superficie limite superiore dell'unità è caratterizzata da: morfologie terrazzate mal conservate, coperture di loess rimaneggiate e spesso sostituite da più eventi colluviali; sono presenti più suoli troncati, con uno sviluppo complessivo superiore a 7 m. Il suo limite inferiore non è noto. Copre, in probabile discontinuità, le alteriti (Complesso Alteritico) che in quest'area affiorano diffusamente. L'unità è ricoperta dai depositi fluvioglaciali dell'Unità di Torre Boldone. In Bergamo, nella zona di Valtesse - Raboni - Pontesecco, è ricoperta dalle sequenze locali di conoide/colluvio del Complesso di Palazzago e da alluvioni postglaciali (zona di Val Verde). I rapporti stratigrafici con le coeve unità presenti nell'alta Valle Seriana non sono visibili in affioramento.

ETA'

Le caratteristiche stratigrafiche, pedologiche (quali argillificazione molto spinta, decarbonatazione superiore ai 7 m, sviluppo di particolari orizzonti diagnostici) e l'articolata sequenza di eventi cronologicamente successivi, denotano nel complesso una notevole antichità; si propone una attribuzione cronologica al Pleistocene inferiore.



5.3.3 - Unità del Substrato

5.3.3.1 Arenaria di Sarnico – 53 (*Coniaciano*)

L'unità è tipicamente costituita da un' alternanza di peliti ed arenarie di colore grigio, in strati da sottili a spessi, di origine torbiditica. Si tratta di una unità descritta e studiata fin dal secolo scorso; è inoltre molto conosciuta nella fascia prealpina in quanto diffusamente utilizzata come pietra da costruzione. Affiora sia nella collina di Bergamo, in particolare sul versante nord, che a Monte Canto dove forma la costiera spartiacque. Limitati affioramenti di Arenaria di Sarnico si rinvengono a Paladina, presso l'alveo del Brembo e a Gromlongo, nei pressi della piana di Pontida. Il contatto con il sottostante Flysch di Pontida è sempre graduale e si produce con la progressiva comparsa degli strati più spessi e grossolani dell' Arenaria di Sarnico all'interno di quelli più fini dell'unità precedente. Lo spessore dell'unità è relativamente costante in tutta l'area in oggetto e può essere valutato attorno ai 400 metri.

L' Arenaria di Sarnico si presenta essenzialmente con tre associazioni di facies, di seguito descritte in ordine di importanza.

A) Alternanza tra peliti grigie ed arenarie fini e medie, massive, senza evidenti strutture interne, in strati da medi a spessi; base netta e contatto superiore arenaria/pelite netto; strati tabulari e superfici di stratificazione piano-parallele; rapporto arenaria/pelite = 1.

B) Alternanze di peliti ed arenarie fini, in strati sottili, a volte medi, massivi o con strutture di Bouma, con lamine parallele, oblique o convolute; frequenti strutture da sfuggita d'acqua.

C) Orizzonti di arenarie medie e fini, amalgamate, in strati e banchi spessi fino a 7/8 metri di spessore; gradazione assente o poco sviluppata, con isolati granuli alla base dei singoli episodi amalgamati; base e tetto dei banchi netti, con superfici di stratificazione parallele o leggermente convergenti alla scala dell'affioramento; frequenti strutture da sfuggita d'acqua.



Le tre associazioni di facies sono ugualmente distribuite nell'area in esame, sia a Bergamo che a Monte Canto.

L'età dell' Arenaria di Sarnico è attribuita al Coniaciano da Venzo (1954); tale età è stata recentemente confermata mediante l'analisi biostratigrafica del nannoplancton calcareo.

L'Arenaria di Sarnico appartiene ad un sistema torbidityco che si imposta nel Bacino Lombardo nel Cretacico superiore e che risulta costantemente alimentato dai quadranti orientali. Dal punto di vista ambientale si possono riconoscere depositi di lobo (facies C), intercalati con i rispettivi depositi fini marginali (facies B) e a depositi di piana di bacino (facies A). La presenza di questo sistema torbidityco è da attribuirsi allo sviluppo di un bacino di avampaese nella zona di retroarco della nascente catena alpina durante il Coniaciano.

5.3.3.2 Flysch di Pontida – 52 (Turoniano Medio – Superiore)

Il Flysch di Pontida è una successione torbidityca costituita da alternanze marnoso-arenacee a stratificazione variabile da sottile a spessa, a granulometria normalmente arenitica fine, cui si alternano strati e banchi calcareo-marnosi potenti fino ad alcuni metri, talora gradati e con base conglomeratica. Lo spessore della Formazione raggiunge i 600 metri circa nell'area-tipo (Pontida - M. Brocchione), assottigliandosi lateralmente fino alla completa chiusura nel settore orientale della Provincia di Bergamo (Valle Adrara), dove l'Arenaria di Sarnico appoggia direttamente sui Banchi Caotici del Cenomaniano superiore.

L'età della Formazione è Turoniano medio - superiore , sulla base della biostratigrafia a Foraminiferi planctonici e a nannofossili calcarei.

Il Flysch di Pontida affiora estesamente in tutto il bordo meridionale pedemontano della Provincia di Bergamo, tra l'Adda ed il Serio. L'unità è assente, o solo limitatamente riconoscibile, ad est del Fiume Serio, in quanto passa eteropicamente al Flysch di Colle Cedrina o è assente per lacuna.. Nell'area di affioramento costituisce i rilievi a pieghe e sovrascorrimenti sviluppati a sud dell'Albenza (Pontida - M. Canto) e nei dintorni di Bergamo (Soriso, Almè).



Il limite inferiore della Formazione è graduale nei settori in cui la successione si presenta più completa e potente, e mostra una transizione alle sottostanti Peliti Rosse.

La successione del Flysch di Pontida presenta un'associazione di facies relativamente monotona, costituita per la maggior parte da strati torbiditici incompleti alla base (Tb-e) a geometria piano-parallela. Il rapporto arenaria/pelite cresce nella parte alta della Formazione, in prossimità del passaggio graduale alla sovrastante Arenaria di Sarnico. La distribuzione dei corpi calcareo-marnosi è irregolare e non mostra alcuna ciclicità. La frequenza e lo spessore degli stessi decresce verso l'alto dell'unità. Le paleocorrenti delle torbiditi marnoso-arenacee mostrano una dispersione da E verso W.

Dal punto di vista composizionale le areniti tipiche del Flysch di Pontida sono litareniti relativamente povere in feldspati, e ricche in quarzo policristallino e frammenti litici. La composizione è confrontabile con quella dell'Arenaria di Sarnico, ma differisce significativamente sia da quella delle Peliti Rosse e del Flysch di Bergamo (arcose litiche) che da quella del Flysch di Colle Cedrina (areniti ibride intrabacinali) (Bersezio & Fornaciari, 1987).

5.3.3.3 Sass de la Luna – 46 (*Albiano Superiore*)

Il Sass de la Luna è una successione di torbiditi marnoso-calcaree a stratificazione variabile da sottile a molto spessa, di colore grigio o bruno, con intercalazioni marnoso - argillose. L'unità ha ricevuto l'attuale denominazione da Venzo (1954), ma non è mai stata formalizzata. Lo spessore, nell'area della Provincia di Bergamo, varia tra 30 e 350 metri circa, con i massimi nella zona di Bergamo ed i minimi sul fianco meridionale dell'anticlinale dell'Albenza (Carenno). Il corpo sedimentario mostra un generale assottigliamento verso N.

L'età della Formazione è Albiano sommitale in tutta l'area di affioramento, come definito in base alla biostratigrafia a Foraminiferi planctonici.

Il Sass de la Luna affiora nella bassa valle dell'Adda (Corni di Bisone) e sul fianco meridionale dell'anticlinale dell'Albenza, ove è scomposto in tre scaglie tettoniche tra



loro sovrapposte con vergenza settentrionale. Ad E del F. Brembo la fascia di affioramenti si amplia, comprendendo la zona delle anticlinali di Bergamo - Zandobbio - Foresto Sparso e le sinclinali fagliate che le affiancano verso N e verso S.

Il limite inferiore della Formazione è transizionale, e viene normalmente collocato in corrispondenza della scomparsa degli orizzonti marnoso-argillosi colorati (rosso, verde, nero) più tipici della sottostante Marna di Bruntino.

Nelle aree in cui si registrano i massimi spessori il Sass de la Luna può venire suddiviso in due litozone,) rispettivamente inferiore marnosa e superiore torbiditica. L'inferiore è caratterizzata dalla maggiore abbondanza e spessore delle intercalazioni marnoso-argillose tra gli strati marnoso-calcarei. Questi hanno geometria piano-parallela, sono normalmente gradati alla base e laminati a tetto, costituendo perciò sequenze torbiditiche caratterizzate da una composizione esclusivamente pelagica (Foraminiferi planctonici, Radiolari, intraclasti). La litozona superiore è caratterizzata dalla progressiva scomparsa delle intercalazioni marnoso-argillose e dalla frequenza crescente dei banchi torbiditici, il cui spessore supera in alcuni casi i 10 metri. Nei settori di minor spessore complessivo della formazione la suddivisione tra le due litozone viene meno, e l'intera successione è caratterizzata da alternanze calcareo-marnose di spessore medio. Nel complesso quindi il Sass de la Luna costituisce una sequenza thickening upwards nelle zone di maggior accumulo dei sedimenti, cui si contrappongono sequenze meno complesse nelle aree sottoalimentate.



6 - ASPETTI GEOMORFOLOGICI

L'assetto geomorfologico attuale dell'area studiata deriva direttamente dalle caratteristiche delle rocce e dei terreni di copertura che ne costituiscono il territorio; infatti, le diverse litologie riscontrate, avendo proprietà fisico / meccaniche diverse, presentano differenti comportamenti nei confronti dei processi erosivi esercitati dagli agenti atmosferici ed antropici.

Per l'individuazione delle forme e dei processi ci si è riferiti sia ai lavori precedenti quali "Indagine geologica a supporto della Pianificazione comunale (DGR 18/05/93 e N. 5/36147) " redatta da Dr. Geol. Ezio Granata e Dr. Geol. Alberto Manella in data Gennaio 1995, che all'osservazione del territorio in sito.

All'interno del territorio comunale si possono distinguere i seguenti aspetti geomorfici:

6.1 - *Forme e processi di degradazione dei versanti*

Nell'ambito della fascia collinare del territorio comunale sono stati individuati processi morfogenetici gravitativi lenti dovuti a soliflusso solo sul versante settentrionale della Valle di Albano e a Monte Ranzuchello. Sul versante meridionale della Valle di Albano sono presenti evidenti solchi di ruscellamento concentrato, disposti per lo più parallelamente e legati a più estese manifestazioni di ruscellamento diffuso a sua volta rilevabili anche nella fascia inferiore della collina ricomprendente il Monte Tomenone.

6.2 - *Forme e processi fluviali*

Tali forme rappresentano tutte le forme di erosione, trasporto ed accumulo collegate con la dinamica fluviale.

Trascurando l'azione esercitata dal Torrente Zerra lungo le sponde non arginate, in genere di modesta entità, le uniche forme di avvallamento inciso sono state rinvenute



sui versanti destro e sinistro della Valle di Albano e a Monte Ranzucchello inferiore; nel primo caso si tratta di un'azione attiva delle acque incanalate (ad eccezione della valletta sopra Prato Loda), nel secondo caso l'avvallamento costituisce una forma relitta dell'attività morfogenetica ormai esaurita o comunque fortemente ridotta di intensità e continuità.

6.3 - *Forme strutturali*

La struttura geologica del territorio costituisce, assieme agli agenti morfologici e alle condizioni climatiche, una delle cause del modellamento della superficie terrestre. La presenza di faglie, fratture ed altre forme di debolezza strutturale costituisce un elemento guida preferenziale per lo sviluppo del drenaggio superficiale che pertanto assume un orientamento vincolato.

Il caso descritto è rappresentato dalle due incisioni quasi parallele e disposte NE-SW e N-S sviluppate sul versante Sud del Monte San Giorgio, impostate su faglie.

6.4 - *Forme antropiche*

Le forme antropiche rappresentano elementi tendenti a equilibrare in senso positivo la dinamica naturale, sia nel caso costituiscano elementi di degrado.

Fra le prime sono compresi i ripiani e terrazzamenti artificiali diffusi sui versanti esposti a sud, generalmente creati a supporto della pratica agricola, nel caso specifico rappresentata soprattutto dalla viticoltura.

Nell'ambito del secondo gruppo di forme è compresa la ex cava di argilla della Soc. Gres, nella Valle di Albano, che è stata anche oggetto di contenzioso per i problemi di instabilità innescatisi a monte della stessa, che hanno coinvolto una costruzione civile. Attualmente la ex cava risulta abbandonata, non ancora interessata da opere di recupero ambientale, ma soprattutto di ripristino morfologico.



6.5 - Elementi litologici

Gli elementi litologici che si possono distinguere sono:

- Depositi alluvionali: sono i più estesi, occupando tutta la zona pianeggiante e di fondovalle. Si tratta di sedimenti ghiaioso-sabbiosi con una frazione subordinata di limo, in alcuni casi più abbondante, riconducibili a manifestazioni alluvionali susseguitesesi nei periodi interglaciale e postglaciale.
- Depositi colluviali: sono accumuli di materiale di alterazione che ha subito in certi casi un limitato trasporto da parte dell'acqua che percola dai versanti, disposti ai piedi dei versanti collinari quali fasce di raccordo morfologico a debole pendenza fra la pianura ed i pendii rocciosi. Litologicamente è prevalente la componente limoso-argillosa, con frammenti di roccia frantumati e sfasciati.
- Le unità litoidi (rocce) raggruppabili come "substrato roccioso" e descritte già in modo dettagliato nel Capitolo 5.



7 - ASPETTI PEDOLOGICI

Dal punto di vista prettamente pedologico, secondo quanto indicato dalla carta dei "I Suoli dell'Hinterland Bergamasco" redatta dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (E.R.S.A.L. – anno 1992) nell'ambito del Progetto "Carta Pedologica" nell'area del Comune di Albano Sant'Alessandro presenta e in riferimento alla figura sottostante affiorano le seguenti unità pedologiche

7	SGV1	Typic Eutrochrepts fine , montmorillonitic, mesic
10	RCO1	Vertic Eutrochrepts fine , montmorillonitic, mesic
12	GVN1	Typic Dystrichrepts fine - loamy , mixed, mesic
15	VAN1	Fluvaquentic Eutrochrepts fine, mixed, mesic
19	SPA1	Ochreptic Fragiudalfs fine, illitic, mesic
24	RUM1	Typic Hapludalfs fine, mixed, mesic
32	NEG1	Dystric Eutrochrepts fine-silty, mixed, mesic
54	V	Aree urbane e industriali

In particolare per le unità riconosciute :

- **UNITA' SGV1**

Suoli moderatamente profondi, con scheletro assente o scarso, tessitura media in superficie e fine in profondità, reazione subacida in superficie e neutra in profondità, saturazione alta, talora moderatamente calcarei in profondità, drenaggio buono. *Class. U.S.D.A.: Typic Eutrochrepts fine , montmorillonitic, mesic.*

- **UNITA' RCO1**

Suoli da moderatamente profondi a profondi, con scheletro comune, tessitura fine, reazione subalcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, drenaggio mediocre. *Class. U.S.D.A.: Vertic Eutrochrepts fine , montmorillonitic, mesic.*

- **UNITA' GVN1**

Suoli moderatamente profondi, con scheletro comune, tessitura media, reazione acida, saturazione molto bassa, non calcarei, drenaggio buono. *Class. U.S.D.A.: Typic Dystrichrepts fine - loamy , mixed, mesic*



- **UNITA' VAN1**

Suoli moderatamente profondi, privi di scheletro, tessitura moderatamente fine, reazione da neutra ad alcalina, saturazione alta, non calcarei, drenaggio lento.

Class. U.S.D.A.: Fluvaquentic Eutrochrepts fine, mixed, mesic

- **UNITA' SPA1**

Suoli da moderatamente profondi a sottili, generalmente privi di scheletro, tessitura da media a moderatamente fine, reazione da subacida a neutra, saturazione alta, non calcarei, drenaggio da mediocre a lento.

Class. U.S.D.A.: Ochreptic Fragiudalfs fine, illitic, mesic.

- **UNITA' RUM1**

Suoli profondi, con scheletro comune o frequente, tessitura moderatamente fine (talora fine in profondità), reazione subacida in superficie e da neutra a sub alcalina in profondità, saturazione alta, calcarei in profondità, drenaggio da buono a mediocre.

Class. U.S.D.A.: Typic Hapludalfs fine, mixed, mesic.

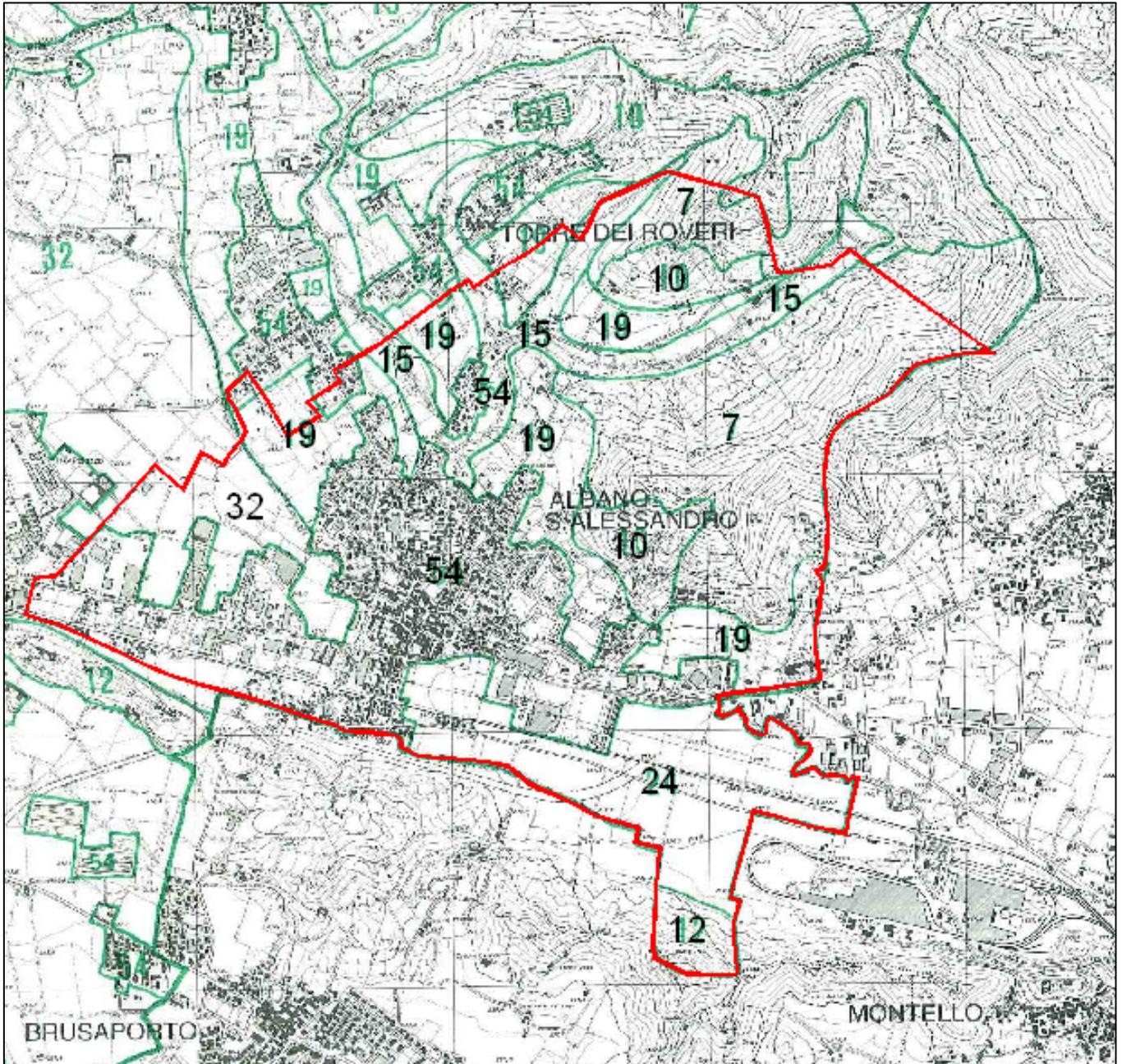
- **UNITA' NEG1**

Suoli profondi, generalmente privi di scheletro, tessitura media, reazione da subacida a neutra, saturazione media, non calcarei, drenaggio mediocre.

Class. U.S.D.A.: Dystric Eutrochrepts fine-silty, mixed, mesic.

- **UNITA' V**

Aree urbane ed industriali



Inquadramento pedologico tratto da “Progetto Carta Pedologica “ – I suoli dell’Hinterland Bergamasco – ERSAL (anno 1992) – scala 1:25.000



8 - CARTA IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA

(Allegati 03 e 04)

8.1 - IDROGRAFIA

La rete idrografica naturale all'interno dell'area considerata, vede la presenza di alcuni corsi d'acqua che hanno avuto o hanno una certa importanza per la definizione dei caratteri ambientali e antropici complessivi del territorio di riferimento.

A questo proposito sono meritevoli di segnalazione i seguenti corsi d'acqua:

- Torrente Zerra (BG132 - Reticolo Idrografico Principale)
- Roggia Borgogna (430 - Consorzio di Bonifica)
- Roggia Passi Albana o Cavo Passi (461 - Consorzio di Bonifica)
- Roggia Roncaglia (453 - Consorzio di Bonifica)

Esistono poi una serie di corsi d'acqua appartenenti al Reticolo idrico Minore come da REL. RG/8302/10 redatto da ECOGEO S.R.L. per il territorio comunale di Albano Sant'Alessandro e in particolare si sono identificati:

- ASA01: Valle Zerra
- ASA02: Valle Albano
- ASA03: Valle Bolla
- ASA04: Fosso Ranzuchello

Corsi d'acqua caratterizzati da scorrimento temporaneo sono presenti, in numero limitato sui versanti collinari; gli stessi scorrono su roccia nelle parti alte, mentre la coltre eluvio-colluviale alle quote inferiori. I torrenti suddetti sono alimentati da sorgenti di modesta portata, altre temporanee, distribuite a quote comprese all'incirca tra 300 e 350 m s.l.m..



8.1.1 - Torrente Zerra

Il torrente Zerra nasce dalle pendici del Colle dei Pasta, in località Serradesca, nei pressi di Tribulina, frazione di Scanzorosciate ad un'altezza di circa 400 m s.l.m. Con andamento estremamente sinuoso attraversa i centri abitati di Torre de' Roveri ed Albano Sant'Alessandro, raccogliendo le acque di numerosi piccoli corsi d'acqua e della roggia Borgogna. Presenta un andamento meandriforme avvicinandosi dalle alture a nord di Albano S. Alessandro per poi aggirare le colline della zona Montello - Brusaporto arrivando alla confluenza con il Rio Seniga presentante direzione nord - sud con anse molto meno accentuate.

Dopo aver lambito il territorio di San Paolo d'Argon giunge prima a Montello, dove ingloba l'affluente Rio Seniga, e poi a Costa di Mezzate, caratterizzando non poco il territorio dei due borghi.

Lasciato alle spalle il borgo storico di Costa di Mezzate, il corso d'acqua comincia a perdere le sue connotazioni di torrente per diventare con il passare dei chilometri un canale vero e proprio utilizzato per fini agricoli ed irrigui. Da esso inoltre si distacca il secondo tratto della roggia Borgogna, che lo priva di una buona parte della portata.

Si dirige quindi verso Calcinate, dove riceve le acque del torrente Patera, e Mornico al Serio.

Da questo tratto si mantiene all'esterno dei centri abitati, attraversando le campagne tra Martinengo, Palosco e Civate al Piano, nelle quali è fatto oggetto di massicci prelievi d'acqua destinati all'irrigazione delle colture della pianura occidentale bergamasca.

Da questo punto la portata idrica si riduce notevolmente, tanto che il corso risulta sempre meno evidente anche a causa di divisioni in canali minori. Questo rende difficile la distinzione tra il corso principale e quelli secondari, fino alle campagne tra Cortenova e Martinengo, nelle quali si disperde tra canali irrigui ed un fondo con terreno permeabile.



8.1.2 - Roggia Borgogna

All'interno del territorio comunale decorre con andamento da NW per diventare W-E e dirigersi a NE sfociando nel Torrente Zerra.

8.1.3 - Roggia Passi Albana o Cavo Passi

Lambisce il confine meridionale del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro con decorso W-E.

8.1.4 - Roggia Roncaglia

Attraversa il territorio comunale di Albano Sant'Alessandro con decorso da NW a Est e sbocca nel Torrente Zerra.

8.1.5 - Corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore

Il corso denominato Valle Zerra (ASA01) scorre a Nord del territorio comunale con decorso N-SW e sfocia nel Torrente Zerra.

Il corso denominato Valle Albano (ASA02) scorre lungo la valle di Albano con decorso NE-SW e confluisce nel corso d'acqua ASA01.

Il corso d'acqua denominato Valle Bolla (ASA03) scorre da NE a SW nella porzione settentrionale del territorio comunale e sbocca nel corso della Valle Zerra.

Da ultimo il corso d'acqua denominato Fosso Ranzucchetto scorre nella porzione orientale del territorio comunale con decorso NW-SE.



8.1.6 - Fonti di approvvigionamento

L'approvvigionamento idrico ad uso idropotabile del Comune di Albano Sant'Alessandro è fornito da un unico pozzo ubicato lungo la Strada Statale n.42 Tonale della Mendola e gestito dalla UNIACQUE S.p.A.

La UNIACQUE S.p.A. è una società totalmente pubblica costituita il 20.03.2006 per la gestione in house del servizio idrico integrato sulla base dell'affidamento effettuato dall'Autorità d'ambito della provincia di Bergamo per una durata di 30 anni a decorrere dal 1° gennaio 2007.

Il servizio idrico integrato (S.I.I.) riguarda, in particolare, l'insieme dei servizi di prelievo, trasporto ed erogazione dell'acqua all'utente, la gestione dei sistemi fognari e la depurazione delle acque reflue.

Acquedotto: servizio costituito dalle fasi di captazione, adduzione e distribuzione per

- *Usi domestici*
- *Usi non domestici*, intesi come utenze pubbliche (scuole, ospedali, caserme, edifici pubblici, centri sportivi, mercati, stazioni ferroviarie, aeroporti...), utenze commerciali (uffici, negozi, supermercati, alberghi, ristoranti, lavanderie, autolavaggi...) e utenze agricole e industriali, purché, in questo ultimo caso, l'acqua venga erogata tramite l'acquedotto e non attraverso impianti dedicati.

Fognatura: servizio di raccolta e convogliamento delle acque reflue domestiche e industriali scaricate in pubblica fognatura.

Depurazione: servizio di trattamento presso gli impianti di depurazione di tutte le acque reflue domestiche e industriali scaricate in pubblica fognatura.



8.1.7 - Collettamento e depurazione

Per la gestione della rete fognaria e della depurazione, Albano Sant'Alessandro fa parte del comprensorio della UNIACQUE SpA.

8.1.8 - Opere idrauliche esistenti

L'opera idraulica più significativa è quella che ha interessato la rettificazione di parte dell'alveo del Torrente Zerra.

Originariamente l'alveo del Torrente Zerra era meandri forme, attualmente soprattutto lungo Via Tonale all'altezza dell'area della ditta A.C.S. Dobfar risulta rettificato e interessato da opere di regimazione fluviale che hanno interessato entrambe le sponde ma in particolar modo l'argine sinistro sia a monte che a valle dell'ingresso dell'insediamento della ditta.

Il Torrente Zerra per natura tende a ristabilirsi nel proprio alveo naturale operando un'opera di erosione spondale che provoca danni ai manufatti antropici di contenimento che necessitano di regolare manutenzione.



8.2 - IDROGEOLOGIA

Sulla base della cartografia geologica, geomorfologica ed in base a quanto precedentemente descritto, si è proceduto all'esame degli aspetti idrogeologici.

L'indagine idrogeologica è stata articolata nelle seguenti operazioni:

- censimento e caratterizzazione delle acque sotterranee, sia di pozzi che di fontanili presenti;
- ricostruzione della struttura idrogeologica della porzione di pianura tramite tracce di sezioni idrogeologiche basate su elaborazione dei dati esistenti e compilazione di carte idrogeologiche;
- elaborazione mediante grafici e tabelle delle variazioni stagionali della superficie isopiezometrica;

Per poter realizzare questo studio, sono stati raccolti dati disponibili presso il Genio Civile di Bergamo, ASL, Provincia di Bergamo e Consorzio di Bonifica Media Pianura



8.2.1 - Censimento pozzi in territorio di Albano Sant'Alessandro

Il censimento di pozzi e derivazioni è stato effettuato da dati estratti dall'archivio dello Studio ECOGEO S.R.L. e da dati presenti nella Banca Dati del data base disponibile sul sito della Provincia di Bergamo.

N°	PROPRIETARIO	PUBBLICO	PRIVATO	ATTIVO	DISMESSO	STRATIGRAFIA	Prof. pozzo (m da p.c.)	USO
P1	Pozzo Comunale Ranzuchello	*		*		SI	80.5	Potabile
P2	Pozzo Comunale Tonale 1 – adiacente FFSS	*		*		SI	53.0	Potabile
P3	Pozzo Comunale Tonale 2 – adiacente SS.42	*		*		SI	40.0	Potabile
P4	Ex Salumificio Longhi Alessandro		*			SI	40.0	Ind.
P5	ACS DOBFAR S.P.A. ex IRCA - Pozzo 1		*	*		SI	72.0	Ind.
P6	ACS DOBFAR S.P.A. - Pozzo 2		*	*		SI	60.0	Ind.
P7	Ex Cà Longa	--	--	--	--	--	--	--
P8	GLORIA MANGIMI S.P.A.		*	*		SI	57.0	Ind.
P9	LACTIS S.P.A. – attualmente pozzo perdente		*	*		SI	70.0	Ind.
P10	PARMALAT S.P.A. – LACTIS – Pozzo 1		*	*		SI	59.0	Ind.
P11	PARMALAT S.P.A. – LACTIS – Pozzo 2		*	*		SI	36.0	Ind.
P12	PARMALAT S.P.A. – LACTIS – Pozzo 3		*	*		SI	31.0	Ind.
P13	CITTERIO Pozzo 1 – cancello ingresso		*			SI	52.7	Ind?
P14	CITTERIO Pozzo 2 – prato		*			SI	42.0	Ind?
P15	FRANZONI FILATI ex Testa e Bentoglio – Pozzo Chiuso		*			SI	40.0	---
P16	FRANZONI FILATI – ora EFFEGI PALLETS – Pozzo Deniminato n.1		*	*		SI	55.0	Ind.
P17	FRANZONI FILATI – ora EFFEGI PALLETS – Pozzo Deniminato n.2		*	*		SI	30.0	Ind.
P18	BONNEY FORGE EUROPE S.P.A. – Pozzo 1		*	*		SI	15.0	Ind.
P19	BONNEY FORGE EUROPE S.P.A. – Pozzo 2		*	*		SI	27.0	Ind.
P20	F.LLI CUGINI	--	--	--	--	--	--	--
P21	Famiglia ZANETTI (ex Casello Ferroviario)	--	--	--	--	--	--	--
P22	CASCINA PALAZZO	--	--	--	--	--	--	--



P23	OL POSS – Pozzo chiuso	--	--	--	--	--	--	--
P24	Ex C.NA CHIODO – Eredi DARE'OTTORINO	--	--	--	--	--	--	--
P25	BONATI SABINA – Pozzo 1		*			SI	60.0	Dom.
P26	BONATI SABINA – Pozzo 2		*			SI	71.0	Dom.?
P27	AZIENDA AGRICOLA MANGILI FAUSTO		*	*		SI	60.0	Irriguo
P28	AZIENDA SONZOGNI INSALATA		*			SI	70.0	Irriguo

8.2.2 - Censimento sorgenti in territorio di Albano Sant'Alessandro

N°	PROPRIETARIO	PUBBLICO	PRIVATO	ATTIVO	DISMESSO	STRATIGRAFIA	Quota (m s.l.m.)	USO
D1	Fontanino del Prevosto – Fontani del Pret	--	--	--	--	--	385.0	--
D2	Fontanino di Prato Carnaio	--	--	--	--	--	--	--
D3	Fontanino di Comonte	--	--	--	--	--	--	--
D4	Sorgente Tomenone	--	--	--	--	--	318.0	--
D5	Ranzucchello Inferiore	--	--	--	--	--	250.0	--
D6	Cascina Orzeti	--	--	--	--	--	265.0	--
D7	Valle di Albano	--	--	--	--	--	285.0	--
D8	Cavo Passi	--	--	--	--	--	--	--
D9	Derivazione Zerra	--	--	--	--	--	--	--



8.2.3 - *Censimento sondaggi in territorio di Albano Sant'Alessandro*

N°	PROPRIETARIO	STRATIGRAFIA	Quota boccaforo (m s.l.m.)	Prof. (m da p.c.)
1	LACTIS Carotaggio A/1	SI	246.0	30.0
2	LACTIS Carotaggio B/2	SI	246.0	31.5
3	LACTIS Carotaggio C/3	SI	246.0	32.0
4	INTERPORTO - Sondaggio 4	SI	235.0	20.0
5	INTERPORTO - Sondaggio 5	SI	234.0	20.0
6	INTERPORTO - Sondaggio 6	SI	233.0	20.0
7	MILESI LODOVICO - Sondaggio	SI	275.0	15.0
8	PARMALAT LACTIS – Sondaggio S1	SI	246.0	10.0

8.2.4 - *Carta idrogeologica*

La piana di Albano S. Alessandro costituisce una propaggine della pianura Padana anche dal punto di vista idrogeologico.

I depositi alluvionali e fluvioglaciali presenti in quest'area costituiscono, infatti, un acquifero di tipo monostrato che va articolandosi in multistrato a Nord di Seriate.

È tuttavia doveroso mettere in luce alcuni limiti della succitata carta; infatti in tale elaborato le formazioni sono state classificate in funzione della loro permeabilità, che è, però, stata definita in modo qualitativo non disponendo, infatti di alcun valore di permeabilità determinato in sito od in laboratorio.

Pur tuttavia tale elaborato fornisce una visione chiara e sintetica delle possibili aree di ricarica, dell'estensione di queste e delle possibili zone di emergenza più importanti.



I depositi alluvionali e fluvioglaciali rientrano nella prima classe di permeabilità (molto buona).

La carta delle isopiezometriche mostra un flusso diretto da NW verso SE con quote piezometriche comprese tra i 240 m s.l.m a NW ed i 220 m s.l.m. ad Est dell'abitato di Albano.

La soggiacenza media della falda all'interno dell'area comunale oscilla tra -13.0 m da p.c. a NW e i -10.0 m da p.c. a SE.

I dati di soggiacenza della falda rilevati all'interno dello stabilimento della PARMALAT S.p.a. sono di 6 - 10 m da p.c., i valori rilevati all'interno dell'insediamento della Ditta A.C.S. DOBFAR S.P.A. indicano un assestamento della falda idrica a quota di ca 225.0 m s.l.m con una soggiacenza di 10.00 – 12.00 m da p.c..

In corrispondenza di quest'area avviene l'alimentazione degli acquiferi che vengono sfruttati più a Sud, nel settore centro orientale della pianura bergamasca.

La sezione idrogeologica (*Allegato 04*) è stata ottenuta correlando le stratigrafie di un pozzo pubblico con quelle dei pozzi privati.

La sezione permette di individuare due litozone principali.

La prima, più superficiale, è costituita da ghiaie eterogenee frammiste a sabbie limose con locali lenti argillose, ha uno spessore variabile che tende ad aumentare verso Est. Localmente ha uno spessore di 15-30 metri.

La seconda litozona è costituita da depositi conglomeratici, la cui fratturazione consente la circolazione idrica.

Il livello conglomeratico perde di continuità spostandosi verso Est, contemporaneamente all'avvicinarsi del substrato roccioso alla superficie.

Alla base della successione fluvioglaciale è presente un livello argilloso che impedisce l'alimentazione per fratturazione del substrato roccioso.

L'innalzamento del substrato roccioso determina il sollevamento della falda verso Est.



Partendo dalla porzione più profonda si può notare il substrato roccioso che appare con continuità lungo tutta la sezione.

Nonostante ci si trovi ad attraversare una zona tendenzialmente pianeggiante, con variazioni di circa una dozzina di metri in quasi quattro Km, risulta abbastanza evidente la presenza di una dorsale sommersa, rappresentante lo spartiacque, che condiziona il flusso sotterraneo delle acque. Questo carattere morfologico ha una sua corrispondenza diretta osservando l'andamento delle isopieze determinando un certo sollevamento della falda in corrispondenza dello spartiacque stesso.

A contatto con il substrato roccioso sono presenti argille cineree o verdognole con spessore variabile. Queste sono il frutto delle fasi terminali della deposizione susseguente alla regressione marina dell'antico mare che si trovava al di sopra dell'attuale Pianura Padana.

Sulle argille si sovrappone un eterogeneo spessore di depositi alluvionali costituito da ghiaie sciolte o cementate (conglomerato) intercalate da locali lenti sabbiose o limose, a tetto dei quali si possono riscontrare taluni livelli di argille di un certo spessore, di origine glacio - palustre. Questa ultima situazione è riscontrabile principalmente entro il territorio di Albano S. Alessandro e si tratta di argille per lo più grigio chiare, ritenute plastiche e che si possono evidenziare anche nella stratigrafia dei pozzi limitrofi.

La falda idrica si attesta ad una profondità poco maggiore a -10.0 metri dal piano di campagna.

I conglomerati presentano, al loro interno, intercalazioni di ghiaie sabbioso - limose e livelli di argilla. I conglomerati sono rappresentati in quasi tutta la sezione sotto forma di lenti più o meno spesse.

La sezione permette di individuare la presenza di un acquifero monostrato tale da ritenere che l'unica litozona sfruttabile sia quella più superficiale alluvionale sovrastante le argille cineree.

Questa conclusione deriva anche dall'idea che il grosso banco di argilla impedisca l'alimentazione del sottostante substrato roccioso attraverso eventuali fratturazioni, fatto altresì confermato dalle stratigrafie dei pozzi che mostrano che solo due pozzi si



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

spingono all'interno del substrato roccioso ma entro quest'ultimo non sono stati posizionati filtri.



9 - ASPETTI CLIMATICI

Per quanto riguarda la climatologia, sono stati presi in considerazione gli aspetti generali, relativi alla scala provinciale da cui si è stralciato il settore di studio, pertinenti alle precipitazioni, alla temperatura e alla direzione dei venti.

9.1 - *Pluviometria*

Per lo studio delle precipitazioni in Provincia di Bergamo, base indispensabile è stata l'elaborazione dei dati delle 46 stazioni pluviometriche che hanno operato nell'ambito del territorio provinciale per gli anni compresi tra il 1955 e il 1984: tra queste, la stazione di Bergamo in particolare possiede una serie di misure relative al periodo 1880-1988.

L'elaborazione dei dati messi a disposizione dalle stazioni pluviometriche ha permesso il disegno di una carta delle isoiete medie annue della Provincia di Bergamo, che rappresenta le linee di uguale valore delle precipitazioni medie annuali, espresse in mm: da essa si rileva che il valore della precipitazione media annua nel settore di Albano Sant'Alessandro può essere considerato dell'ordine di 1250-1300 mm annui di pioggia. Le stazioni pluviometriche più vicine sono quelle di Bergamo (1217,4 mm) e di Cenate Sopra (1217,9 mm). Negli ultimi anni l'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura ha attivato altre stazioni di misura e di controllo: una di esse è situata a Stezzano.

L'elaborazione dei dati relativi alle stazioni pluviometriche ha permesso inoltre di registrare i valori massimi e minimi annui delle precipitazioni nell'area di riferimento. Le precipitazioni minime registrano valori compresi grosso modo tra i 650 e i 750 mm, mentre le massime annue sono comprese tra circa 1800 mm e circa 2100 mm di pioggia.

Di seguito si riporta la tabella delle precipitazioni medie mensili e annue misurate alla Stazione di Stezzano nel periodo 1958-1987 (da Bertolini M., Elitropi C., 1987, Amm. Prov. di Bergamo).



G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
69	69	89	87	119	119	102	133	93	118	115	70	1184

9.2 - Precipitazioni massime nell'ambito giornaliero Calcolo delle precipitazioni intense

A titolo orientativo si riporta la rappresentazione grafica della distribuzione di frequenza delle suddette precipitazioni relative alla stazione di Bergamo; i dati relativi ad un $Tr=50$ anni sono rispettivamente mm 67 (1h), 87 (3h), 105 (6h), 115 (12h), 143 (24h).

Con i dati forniti dalle stazioni pluviografiche operanti sul territorio della Provincia di Bergamo e nelle provincie limitrofe, dopo aver effettuato la regolarizzazione mediante il modello di Gumbel, si sono potute comunque calcolare le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno.

Il procedimento adottato è stato quello usualmente proposto, ovverosia, quello basato sulla regolarizzazione dei dati disposti in un diagramma bilogaritmico mediante regressione lineare.

L'espressione della curva segnalatrice in funzione del tempo di ritorno è del tipo:

$$h = at^n$$

dove:

h = precipitazione in mm, per un determinato tempo di ritorno;

t = durata della precipitazione in ore;

a ed **n** coefficienti delle curve segnalatrici per assegnato tempo di ritorno.

In base alle predette determinazioni, si sono individuate le espressioni delle curve segnalatrici di possibilità climatica ovverosia i parametri di "a" ed "n". Assegnata la durata della pioggia (t), è così possibile ricavare l'altezza di pioggia critica (h) corrispondente ad un prefissato tempo di ritorno (Tr) in anni.



L'Abitato di Albano Sant'Alessandro è situato nel bacino dell'Oglio.

Nella "Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpini lombardo"², è possibile, dai dati di 372 stazioni meteo analizzate tra gli anni dal 14913 al 1983, individuare stazioni, e i relativi dati elaborati, ubicati nelle vicinanze di Albano Sant'Alessandro.

Nel nostro caso possiamo prendere in considerazione precisamente quattro comuni, quali:

- Bergamo
- Cenate Sopra
- Gandosso
- Martinengo

Nella tabella seguente sono riassunti i dati relativi a questi comuni:

n.	Bacino Idrografico	Località	Quota	Strumento	Inizio	Fine	Anni	Media	Min	Max
11	Adda Inferiore	Bergamo	366	Pr	1876	1981	98	1217.4	753.0	2117.0
277	Oglio	Cenate Sopra	330	P	1921	1975	55	1217.9	538.0	2128.0
301	Oglio	Gandosso	487	P	1924	1983	50	1256.3	601.0	2037.0
54	Adda Inferiore	Martinengo	153	P	1887	1997	88	1060.7	677.8	1629.5

P = pluviometro

Pr = Pluviografo

Pn = Pluvionivometro

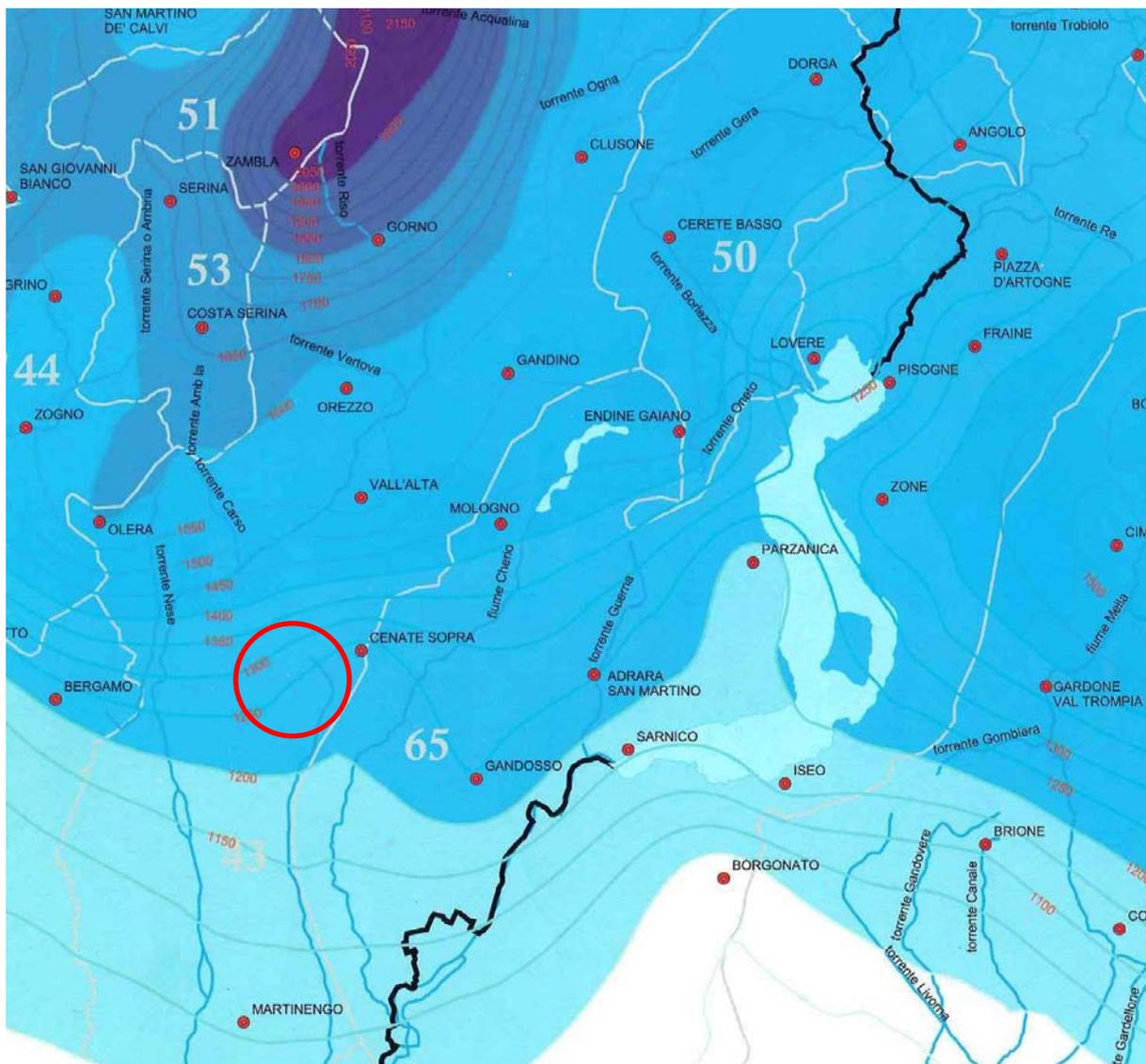
Dalle carte delle precipitazioni allegate, estrapolabili dalla stessa bibliografia, si evidenzia che nell'area su cui insiste il comune di Albano Sant'Alessandro, la variazione è compresa tra un minimo di circa 538 mm/anno ad un massimo di 2128 mm/anno con una media annua di circa 1188 mm.

²Regione Lombardia – Direzione Generale Territorio ed edilizia residenziale – Servizio e Riassetto del territorio, Ufficio Rischi Geologici, Ufficio Interventi Straordinari per la Valtellina "Carta delle precipitazioni medie, minime e massime annue del territorio alpini lombardo" (registrate nel periodo 1891-1990) a cura di Ceriani Massimo e Carelli Massimo



CARTA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE DEL TERRITORIO ALPINO LOMBARDO REGISTRATE NEL PERIODO 1881-1990

(Tratto da Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Edilizia Residenziale, Servizio Geologico e Riassetto del Territorio, Ufficio Rischi Geologici, Ufficio Interventi Straordinari per la Valtellina – Dicembre 1999)



Area territorio comunale di Albano Sant'Alessandro



9.3 - Temperatura

Negli anni tra il 1955 e il 1984 sono state attive in Provincia di Bergamo 22 stazioni abilitate a registrare i dati sulle temperature massima e minima giornaliera. Le stazioni più vicine all'areale considerato sono, anche in questo caso, Bergamo e Martinengo (di cui in seguito si danno i valori misurati della temperatura), oltre alla stazione di Stezzano dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura.

	Bergamo	Martinengo
Tmax	43.0	32.0
mediaTmax	18.6	15.3
Tmedia	13.6	12.4
mediaTmin	8.7	9.5
Tminima	-11.0	-8.0

Dai dati a disposizione si ricava che la temperatura media a Stezzano è pari a 12,3°C, con un'escursione termica media annua di 20,9°C.

Di seguito si riporta la tabella con la media mensile delle minime e delle massime e la temperatura media annua della Stazione di Stezzano, misurate per il periodo 1958-1987 (da Bertolini M., Elitropi C., 1989, Amm.Prov. di Bergamo).

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Max	-2.1	0.1	3.1	6.5	10.7	14.5	16.9	16.4	13.7	8.9	3.8	-0.7	
Min	5.4	7.9	12.1	16.7	21.3	25.6	28.2	27.2	23.9	17.9	11.0	6.5	
Med	1.7	4.0	7.6	11.6	16.0	20.1	22.6	21.8	18.8	13.4	7.4	2.9	12.3



9.4 - Umidità dell'aria

A proposito dell'umidità relativa dell'aria, Bertolini M., Elitropi C. ed Elitropi M. dichiarano che il regime giornaliero della stessa presenta una dinamica inversa alla curva della temperatura dell'aria e il regime annuo presenta una dinamica simile a quella del regime giornaliero.

Per maggiore informazione si riprendono le tabelle del lavoro dell'Istituto per la Cerealicoltura, relative alla stazione di Bergamo.

Umidità relativa alle ore 8, valori medi, decennio 1978-1987 (%)											
G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
80	83	80	77	76	76	76	79	84	84	85	85
Umidità relativa alle ore 14, valori medi, decennio 1978-1987 (%)											
G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
67	68	63	58	58	52	52	54	56	65	70	74
Umidità relativa alle ore 19, valori medi, decennio 1978-1987 (%)											
G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
78	77	67	59	59	52	50	54	59	81	86	86

9.5 - Evaporazione ed evapotraspirazione

Per i dati relativi all'evaporazione ed evapotraspirazione è giocoforza riferirsi al contributo di Bertolini M., Elitropi C., Elitropi M., denominato "Trentadue anni di osservazioni meteorologiche a Bergamo", dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura edito dalla Provincia di Bergamo ed aggiornato al 1989.

Per quanto riguarda l'evaporazione, riferendosi alla stazione di Bergamo, il citato lavoro sottolinea che:

- piovosità ed evaporazione sono strettamente correlate tra loro;
- l'evaporazione è direttamente correlata con la temperatura dell'aria, con quella del suolo e con l'eliofanìa assoluta;
- è inversamente correlata con l'umidità relativa dell'aria;



- il rapporto tra evaporazione e precipitazioni in mm è variato dal 25-30% nelle annate più piovose, al 60-70% in quelle meno piovose.

Mediamente, nei trentadue anni considerati per le elaborazioni dell'Istituto per la Cerealicoltura, risulta che l'acqua evaporata ammonta al 49% di quella ceduta.

Evaporazione media mensile (mm) alla stazione di Bergamo													
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
media58/89	18	23	45	53	64	74	81	65	49	34	19	16	540

La perdita d'acqua dal terreno avviene non solo attraverso l'evaporazione, ma anche attraverso la traspirazione dei vegetali, dando origine al fenomeno della evapotraspirazione che, complessivamente, è anch'essa direttamente correlata con la temperatura dell'aria e del suolo, e inversamente con l'umidità relativa dell'aria.

Lo studio dell'evapotraspirazione da parte degli studiosi dell'Istituto Sperimentale della Cerealicoltura ha portato, per la stazione di Bergamo, alla costruzione di un climogramma che rappresenta l'evapotraspirazione reale e il bilancio idrico medio del trentennio 1958-1987. Tale climogramma mostra una condizione di utilizzo della riserva idrica del terreno in corrispondenza dei mesi di giugno e luglio, con un deficit idrico tra luglio e agosto; tale deficit non si prolunga dopo ottobre grazie alla diminuzione dell'evaporazione e della traspirazione.

9.6 - *Nebbia*

Per la stazione di Bergamo è stato valutato da Bertolini M. et al. (citati) anche il fenomeno nebbia: essa infatti è presente con una certa frequenza nei mesi da Novembre a Gennaio, mentre può ricorrere anche ad Aprile e Settembre nella parte più bassa della pianura bergamasca.

Da valutazioni statistiche risulta che a partire dalla metà degli anni '70 la nebbia ha ridotto la sua presenza anche nel trimestre invernale; comunque si confermano i dati dell'esperienza, secondo cui il trimestre più nebbioso è quello dicembre – gennaio - febbraio, seguito da settembre – ottobre - novembre.



Numero dei giorni con nebbia alla stazione di Bergamo:

	G	F	M	O	N	D	Anno
media58/89	11	5	1	2	7	9	36

9.7 - Vento

A proposito del vento, le sole stazioni per le quali si possiedono dati riferiti a periodi abbastanza lunghi, poco lontane dall'area di studio, sono quelle di Bergamo (1962-1981) e di Orio al Serio.

Occorre tuttavia tener conto che il vento è un parametro molto variabile non solo nel tempo, ma anche fra località vicine; varia la sua intensità ma soprattutto la direzione in quanto condizionate dalla morfologia del territorio e dalle condizioni climatiche.

Le osservazioni relative alla stazione di Bergamo hanno a loro volta evidenziato che le frequenze più alte della direzione di NE riguardano i mesi freddi, mentre in primavera - estate prevale la provenienza SE.

Nella stazione di Orio al Serio (nel quinquennio 1951-1956) si è determinato che la direzione preferenziale di provenienza dei venti sia quella da Nord/Nord-Est e da Sud/Sud - Ovest con una distinzione marcata tra la mattina (vento proveniente da N/NE) e la sera (vento proveniente da S/SO); molto significativa anche la percentuale di giorni di calma (poco più del 30%). La netta differenza di regime fra mattina e pomeriggio conferma la sua natura termica e quindi la stretta correlazione al fenomeno delle brezze.

Dati più recenti, relativi ad un maggior numero di stazioni, sono stati elaborati dal P.M.I.P. U.O. Fisica E.T.A (Sez. Fisica dell'atmosfera dell'USSL, Ambito territoriale n. 12) fino a tutto il 1994³.

Nel lavoro del Presidio Multizonale a cui qui si fa riferimento, è detto esplicitamente: "In conclusione si può affermare che nella provincia di Bergamo i laghi influenzano la distribuzione della direzione del vento nelle zone più limitrofe ad essi, mentre

³Azienda U.S.S.L.-Ambito territoriale n.12, P.M.I.P. U.O. Fisica e T.A., Sez. Fisica dell'Atmosfera, Variazione del campo anemologico nella Provincia di Bergamo nell'anno 1994, a cura di Ing. A.Musitelli e P.I. M.Foresti



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

l'orografia delle valli principali (Val Brembana e Val Seriana) determina una circolazione del vento all'interno di tali valli secondo il tracciato delle stesse. Esiste poi un settore della provincia di Bergamo che abbraccia tutta la parte pianeggiante del territorio, in cui i risultati della variazione del campo di vento nelle varie centraline di misura sono quasi tutti concordi con la centralina di riferimento (Magistrali)".

La stazione di riferimento, collocata presso l'Istituto Magistrale "P.Secco Suardo" di Bergamo, mostra la maggiore frequenza percentuale, per quanto riguarda la direzione dei venti, da Nord a Sud: tale direzione risulta confermata anche per la stazione di Orio al Serio.



10 - CARTA DEGLI ASPETTI GEOTECNICI

Per le considerazioni degli aspetti geotecnici sono stati presi in esame i risultati ottenuti da indagini geognostiche eseguite dallo Studio ECOGEO S.R.L. del Dr. Diego Marsetti e indagini eseguite da altri professionisti in del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro.

I siti studiati da ECOGEO S.R.L. sono i seguenti:

- Zona Insegiamento PARMALAT S.P.A. - Via Tonale 21a
- Zona A.C.S. DOBFAR S.P.A. – Via Tonale 87

Siti studiati da altri professionisti:

- Zona Campo Sportivo Comunale
- Zona Polo Scolastico Via Dante Alighieri
- Zona P.I.I. ex “Quien Sabe”
- Zona B.F.E. S.p.A. – Bonney Forge
- Zona Nuovo edificio Comunale
- Zona Complesso Residenziale di Via Marconi

- **Sondaggi geognostici**

I sondaggi geognostici sono stati effettuati con una perforatrice idraulica cingolata Casagrande C6 con coppia 1100 Kgm e spinta 8000 Kg.

Il metodo utilizzato è stato quello del carotaggio continuo con circolazione d'acqua con diametro 101 mm.

Oltre a dare indicazioni dirette che consentono di identificare la stratigrafia dei terreni interessati, con questo metodo si sono potuti ottenere campioni indisturbati e nei fori si sono potute effettuare prove in sito, quali le prove S.P.T.

Per ogni sondaggio sono stati usati carotieri semplici con \varnothing 101 mm e rivestimenti del diametro di 127 mm.



Le carote estruse sono state posizionate in apposite cassette catalogatrici in PVC riportanti il numero progressivo del sondaggio nonché i riferimenti sulla profondità di prelievo delle carote stesse..

- **Prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test)**

Si tratta di prove penetrometriche dinamiche che sono state effettuate nel foro del sondaggio, durante l'esecuzione dello stesso, a profondità diverse.

Esse consentono di addivenire ad una caratterizzazione della natura litologica dei terreni e delle loro caratteristiche geotecniche.

Le modalità di esecuzione sono state quelle standard con maglio da 63.5 kg lasciato cadere da 760 mm su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria d'aste, all'estremità delle quali era montata una punta conica di \varnothing 51.0 mm.

Si misura il numero N di colpi, che rappresenta la resistenza alla penetrazione ad una determinata profondità, necessario per l'affondamento della punta per tre intervalli di 15 cm ciascuno.

In relazione ai valori ottenuti (N) si può determinare la resistenza alla penetrazione (N_{SPT}) che è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. Il valore di N_{SPT} è la somma dei valori misurati nel secondo e terzo intervallo di prova ed è stato riportato nella sottostante tabella (R=rimbalzo cioè $N_{spt} > 50$).

In particolare è possibile correlare il valore di N_{SPT} con lo stato di addensamento dei terreni (Indice di consistenza I_c per terreni coesivi e densità relativa D_r per terreni incoerenti) e con la resistenza al taglio (Coesione non drenata C_u per i terreni coesivi, angolo di attrito φ' per i terreni incoerenti).



Qui di seguito sono riportate due tabelle⁴ con la valutazione dei parametri di resistenza dai dati dello SPT:

Terreno coerente (argille e limi)

DEFINIZIONE DELLA CONSISTENZA	N _{SPT}	INDICE DI CONSISTENZA (I _c)	COESIONE NON DRENATA C _u (bar)
Molto soffice	< 2	~ 0	< 0.1
Soffice	2 ÷ 4	0 ÷ 0.25	0.1 ÷ 0.25
Plastico	4 ÷ 8	0.25 ÷ 0.50	0.25 ÷ 0.50
Duro	8 ÷ 15	0.50 ÷ 0.75	0.50 ÷ 1.00
Molto duro	15 ÷ 30	0.75 ÷ 1.00	1.00 ÷ 2.00
Durissimo	> 30	> 1	> 2.00

Terreno incoerente (ghiaie e sabbie)

DEFINIZIONE DELLA CONSISTENZA	N _{SPT}	DENSITA' RELATIVA (D _r)	ANGOLO DI ATTRITO φ'
Molto sciolto	< 4	< 0.2	< 30°
Sciolto	4 ÷ 10	0.2 ÷ 0.4	30° ÷ 35°
Medio	10 ÷ 30	0.4 ÷ 0.6	35° ÷ 40°
Denso	30 ÷ 50	0.6 ÷ 0.8	40° ÷ 45°
Molto denso	> 50	> 0.8	> 45°

⁴La tabella è tratta da: C. Cestelli Guidi - Geotecnica e tecnica delle fondazioni - Hoepli



- **Prove penetrometriche S.C.P.T.**

La prova consiste nell' infissione a battitura di aste di \varnothing 30 mm.

Per le prove eseguite sui siti in esame, sono stati utilizzati penetrometri di tipo diverso esistendo varie tipologie che differiscono per peso del maglio, altezza di caduta, intervallo di infissione.

Con tale strumentazione è possibile tramite tabelle di correzione e grafici sperimentali correlare il numero di colpi necessari all'avanzamento dell'utensile (N_c) ai principali parametri geotecnici caratteristici dei terreni investigati, quali lo stato di addensamento dei depositi, l'angolo di attrito interno e il peso di volume; questi ultimi sono elementi necessari per la valutazione infine del carico ammissibile e dei cedimenti calcolati secondo la teoria dell'elasticità.



10.1 - Zona Insediamento PARMALAT S.P.A.

Per l'area dell'insediamento PARMALAT S.P.A., sulla base delle stratigrafie allegate in Appendice 2 si è fatto riferimento alle stratigrafie ottenute durante le indagini geognostiche eseguite nel 1991 "indagine idrogeologica mediante interpretazioni geologiche, sondaggi geofisici e meccanici e caratterizzazione del chimismo delle acque sotterranee sul territorio di Albano S.Alessandro (BG) (10 ottobre 1991)" e nel 2004 Rel. PG/4609/04 "Indagine geologica, geotecnica e idraulica ai fini della determinazione della permeabilità del terreno presso lo stabilimento della LACTIS S.P.A. in Comune di Albano Sant'Alessandro" a cura di ECOGEO S.R.L..

L'indagine dell'anno 2004 ha evidenziato che, poiché su tutta l'area di indagine i terreni sono omogenei e le litologie attraversate dalle indagini geotecniche sono le stesse, è possibile effettuare la seguente ricostruzione litostratigrafia mediata, a partire dalla quota media del piano campagna (246.0 m s.l.m.), sulla base dell'interpretazione dei dati desunti dalle prove penetrometriche e dei sondaggi geognostici:

- orizzonte superficiale da scarsamente a poco addensato, fino ad una profondità di 1.80-2.00 m circa dal piano campagna, costituito da ghiaia sabbiosa e ghiaia a supporto clastico, talora di matrice limosa, con ciottoli subarrotondati;
- segue un orizzonte da moderatamente addensato, fino ad una profondità di 5.50 metri circa dal piano campagna, costituito da Sabbia limosa e limo sabbioso con intercalazioni di ghiaia in abbondante matrice limosa. Rari ciottoli;
- segue un orizzonte da mediamente addensato, fino ad una profondità di 7.50 metri circa dal piano campagna, costituito da ghiaia in abbondante matrice limosa debolmente argillosa;



- segue un orizzonte, fino alla profondità di almeno 10.0 metri da p.c. e oltre costituito da limo sabbioso e sabbia con limo.

L'”Indagine idrogeologica mediante interpretazioni geologiche, sondaggi geofisici e meccanici e caratterizzazione del chimismo delle acque sotterranee sul territorio di Albano S.Alessandro (BG) (10 ottobre 1991)” ha evidenziato che "il sottosuolo dell'area indagata è caratterizzato dalla presenza di una sequenza di ghiaia in abbondante matrice fine limoso sabbiosa debolmente argillosa di colore marrone estesa sino a profondità di circa 15.00 metri dalla quota campagna. Oltre i 15.00 metri, sino a profondità comprese fra i 26.00 ed i 29.70 metri, sono state rilevate alternanze di livelli conglomeratici con spessore da qualche decimetro ad un metro massimo a sabbie limose più o meno ghiaiose di colore grigio".

In particolare, per quanto riguarda i primi metri del sottosuolo, si metteva in luce la presenza, presso il sondaggio A di un orizzonte superficiale costituito da ghiaia e ciottoli sabbiosi fino alla profondità di 4.50 m . La presenza di tale livello è inoltre confermata da stratigrafie di pozzi limitrofi ed è quindi presumibile che tale orizzonte superficiale con granulometria più grossolana e maggiore capacità disperdente caratterizzi tutta l'area dello stabilimento posizionata verso l'entrata di via Tonale.



10.2 - Zona Insediamento A.C.S. DOBFAR S.P.A.

Il presente capitolo è stato estratto dalla relazione ECOGEO S.R.L. REL.TA/8126/09 “Opere di regimazione fluviale della sponda sinistra del Torrente Zerra presso insediamento produttivo della Ditta A.C.S. DOBFAR S.P.A. in Comune di Albano Sant’Alessandro (BG)”, in particolare per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nell’area sono stati considerati i lavori eseguiti dallo Studio ECOSPHERA relativi alla sistemazione del tratto di sponda a monte e delle indagini per la bonifica di zone interne all’insediamento ACS DOBFAR S.P.A..

- “Autorizzazione ai soli fini idraulici per la realizzazione di opere di regimazione fluviale ed in particolare per l’aumento della sezione d’alveo e relativo consolidamento di 120 m di sponda sx del Torrente Zerra” redatta dallo Studio ECOSPHERA di Palazzolo s/O (Novembre 2003).
- “Indagine Ambientale conoscitiva per Area Parcheggio Dipendenti e Nuovo Capannone”, redatta dallo Studio ECOSPHERA di Palazzolo s/O (Marzo 2003).
- “Indagine Ambientale conoscitiva per Area Serbatoi”, redatta dallo Studio ECOSPHERA di Palazzolo s/O (Marzo 2003).

Sono stati eseguiti n.3 sondaggi verticali (S1, S2 e S3) e n.2 sondaggi inclinati (S4 e S5) eseguiti nell’anno 2003 che hanno permesso la ricostruzione della stratigrafia dell’area in esame. La massima profondità indagata è stata di 10 m da p.c. in direzione inclinata rispetto all’orizzontale che corrisponde a una profondità verticale pari a 5.0 m da p.c..

Si riportano di seguito le stratigrafie ricostruite dai sondaggi eseguiti.

Sondaggio S1

STRATIGRAFIA

PROFONDITA' (m da p.c.).	DESCRIZIONE LITOLOGICA
Da 0 a -0,40	Asfalto, ciottoli, ghiaia e sabbia formanti la pavimentazione del piazzale
Da -0,40 a -2,10	Argilla limosa marrone / grigia compatta
Da -2,10 a -5,00	Limo sabbioso grigio/ marrone compatto



Sondaggio S2

STRATIGRAFIA

PROFONDITA' (m da p.c.).	DESCRIZIONE LITOLOGICA
Da 0 a -0,60	Terreno vegetale
Da -0,60 a -2,50	Terreno di riporto sabbioso argilloso di colore marrone
Da -2,5 a -7,00	Limo sabbioso marrone compatto con resti vegetali

Sondaggio S3

STRATIGRAFIA

PROFONDITA' (m da p.c.).	DESCRIZIONE LITOLOGICA
Da 0 a -0,40	Terreno vegetale
Da -0,40 a -2,70	Sabbia limoso- argillosa marrone con ciottoli, ghiaia, laterizi e fustoli vegetali
Da -2,70 a -4,50	Argilla limoso grigia compatta con fustoli vegetali.
Da -4,50 a -5,00	Limo sabbioso marrone

Sondaggio S4

STRATIGRAFIA

PROF INCL.	PROF. VERTICALE	DESCRIZIONE LITOLOGICA
Da 0 a -0,30	Da 0 a -0,15	Soletta in cls
Da -0,30 a -1,00	Da -0,15 a 0,50	Ghiaia e sabbia della massicciata
Da -1,00 a -1,40	Da -0,50 a -0,70	Cemento
Da -1,40 a -2,50	Da -0,70 a -1,25	Ghiaia e sabbia della massicciata
Da -2,50 a -4,20	Da -1,25 a -2,10	Limo argilloso grigio, con sabbia ciottoli e resti vegetali
Da -4,20 a -6,00	Da -2,10 a -3,00	Argilla limosa marrone/ grigia con ghiaia e sabbia compatta
Da -6,00 a -8,40	Da -3,00 a -4,20	Limo argilloso con abbondanti resti vegetali.
Da -8,40 a -8,80	Da -4,20 a -4,40	Limo sabbioso grigio con ciottoli
Da -8,80 a -10,00	Da -4,20 a -5,00	Limo sabbioso compatto marrone

Note: inclinazione del sondaggio 30° sull'orizzontale

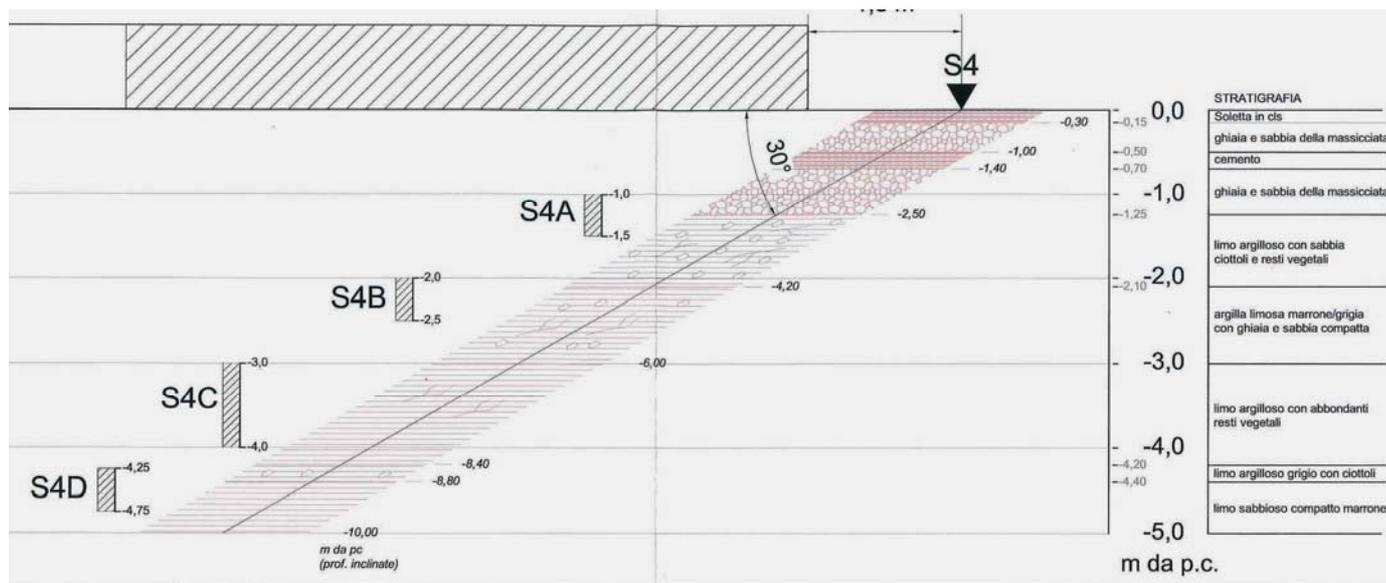
Sondaggio S5

STRATIGRAFIA

PROF INCL.	PROF. VERTICALE	DESCRIZIONE LITOLOGICA
Da 0 a -0,40	Da 0 a -0,20	Soletta in cls
Da -0,40 a -1,10	Da -0,20 a 0,55	Ghiaia e sabbia della massicciata
Da -1,10 a -8,00	Da -0,55 a -4,00	Limo sabbioso argilloso marrone, con ghiaia alterata, ed intercalazioni di colore grigio verso l'alto. Nella parte sommitale, al contatto con la massicciata, ciottoli e laterizi.
Da -8,00 a -10,00	Da -4,00 a -5,00	Limo argilloso con ciottoli integri ed alterati



In sintesi la stratigrafia rappresentativa del sottosuolo in esame può essere rappresentata nel modo seguente:



Per la caratterizzazione geotecnica si assumono i dati ricavati da indagini penetrometriche SPT eseguite nei fori di sondaggio e aventi i seguenti valori:

Profondità (m da p.c.)	Valori ricavati in sito	Nspt
Fra 2.0 e 2.45 m da p.c.	2 – 3 - 5	8
Fra 4.0 e 4.45 m da p.c.	3 – 5 - 5	10
Fra 6.0 e 6.45 m da p.c.	7 – 7 - 9	16



Sulla base dei dati riportati si ipotizza la seguente stratigrafia del terreno dove sono avvenuti gli sprofondamenti rilevati e si attribuisco i valori cautelativi di coesione e angolo d'attrito indicati e dedotti dalla letteratura:

Profondità (m da p.c.)	Litologia	Nspt	Dr (%)	f' (°)	E' (kg/cm ²)	gsat (t/m ³)	gd (t/m ³)	c' (kg/cm ²)
Da 0.00 a 0.40 m	Terreno Vegetale	Non caratterizzabile geotecnicamente						
Da 0.40 a 3.00 m	Sabbia limoso argillosa marrone	8	28%	26°	64	1.91	1.46	0
Da 3.00 a 5.00 m	Argilla limosa grigia compatta con frustoli vegetali e presenza di ghiaia	10	32%	28°	72	1.92	1.48	0
Da 5.00 a 7.00 m	Limo sabbioso marrone	16	44%	31.5°	196	1.97	1.55	0



10.3 - Zona Campo Sportivo Comunale

In riferimento alla relazione "Formazione di due Campi da tennis coperti e annessi spogliatoi presso il campo sportivo comunale" redatta da Dr. Geol. Corrado Reguzzi in data Luglio 2004, si evince che l'indagine è stata condotta tramite l'esecuzione di n.6 prove penetrometriche dinamiche SCPT che hanno fornito la seguente stratigrafia estratta dalla relazione citata:

Strato 1

Profondità = da 0 a 0,6÷1,0 m
Granulometria prevalente = riporto
N. colpi = 8÷15
Consistenza = discreta

Strato 2

Profondità = da 0,6÷1,0 a 1,4÷2,4 m
Granulometria prevalente = ghiaia in matrice limoso sabbiosa
N. colpi = 2÷5
Consistenza = scarsa

Strato 3

Profondità = da 1,4÷2,4 m
Granulometria prevalente = ghiaia sabbiosa e ghiaietto
N. colpi > 13
Consistenza = buona



Strato 1

Angolo di attrito drenato	$\phi' = 29^\circ$
Densità relativa	$D_r = 30\%$
Modulo elastico	$E_s = 8.400 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità	$m_v = 0.00018 \text{ m}^2/\text{kN}$
Peso di volume naturale:	$\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$

Strato 2

Angolo di attrito drenato	$\phi' = 27^\circ$
Densità relativa	$D_r = 25\%$
Modulo elastico	$E_s = 6.600 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità	$m_v = 0.00015 \text{ m}^2/\text{kN}$
Peso di volume naturale:	$\gamma = 16,5 \text{ kN/m}^3$

Strato 3

Angolo di attrito drenato	$\phi' = 33^\circ$
Densità relativa	$D_r = 40\%$
Modulo elastico	$E_s = 14.600 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità	$m_v = 0.000037 \text{ m}^2/\text{kN}$
Peso di volume naturale:	$\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$



10.4 - Zona Polo Scolastico Via Dante Alighieri

In riferimento alla relazione " Nuovo edificio Servizi Polo Scolastico in Via Dante Alighieri" redatta da Dr. Geol. Corrado Reguzzi in data Agosto 2006 , si evince che l'indagine è stata condotta tramite l'esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -12.0 m da p.c., n.4 prove penetrometriche SPT in foro di sondaggio e n. 5 prove penetrometriche dinamiche SCPT. Per il sondaggio si può fare riferimento alla stratigrafia n°9 in Appendice 2.

La stratigrafia estratta dalla relazione citata e ricostruibile per l'area è la seguente:

Strato 1

Profondità	=	da 0,0 a 3,5+4,0 m
Granulometria prevalente	=	limo argilloso
N. colpi penetrometro	=	0+3
Consistenza	=	scarsa/nulla

Strato 2

Profondità	=	da 3,5+4,0 m a 4,2+6,4 m
Granulometria prevalente	=	limo argilloso con ghiaietto
N. colpi penetrometro	=	7+9
Consistenza	=	media

Strato 3

Profondità	=	da 4,2+6,4 m a 9,2+10,6 m
Granulometria prevalente	=	ghiaia, ghiaietto in matrice fine
N. colpi penetrometro	=	10+15
Consistenza	=	buona

Strato 4

Profondità	=	da 9,2+10,6 m
Granulometria prevalente	=	sabbia fine limosa inglobante ghiaietto
Consistenza	=	media



Strato 1

Peso di volume naturale:	$\gamma = 16,5 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 20\%+30\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 24^\circ+26^\circ$
Modulo elastico	$E_s = 4.800\div 5.440 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità:	$m_v = 2,08E-04\div 1,84E-04 \text{ m}^2/\text{kN}$

Strato 2

Peso di volume naturale:	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 20\%+30\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 28^\circ$
Modulo elastico	$E_s = 6.720\div 7.680 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità:	$m_v = 1,49E-04\div 1,30E-04 \text{ m}^2/\text{kN}$

Strato 3

Peso di volume naturale:	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 35\%+45\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 30^\circ+33^\circ$
Modulo elastico	$E_s = 21.600\div 25.200 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità:	$m_v = 4,6E-05\div 4,0E-05 \text{ m}^2/\text{kN}$

Strato 4

Peso di volume naturale:	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
Densità relativa	$D_r = 45\%+50\%$
Angolo di attrito drenato	$\phi' = 32^\circ$
Modulo elastico	$E_s = 16.500\div 18.750 \text{ kPa}$
Modulo di compressibilità:	$m_v = 6,1E-05\div 5,3E-05 \text{ m}^2/\text{kN}$



10.5 - Zona insediamento P.I.I. ex “Quien Sabe”

In riferimento alla relazione “Progetto di realizzazione di nuovi fabbricati ad uso direzionale, commerciale e produttivo nell’ambito del P.I.I. ex «Quien Sabe»” redatta da Dr. Geol. Fabio Plebani in data Agosto 2006 , si evince che l’indagine ha avuto la finalità di evidenziare eventuali limitazioni di tipo geologico o geomorfologico nell’ambito territoriale di riferimento demandando ad altra sede l’approfondimento con indagini geotecniche specifiche di approfondimento.

La relazione prende in esame la fattibilità geologica della zona di intervento (in parte ricadente in classe di fattibilità IV dell’allora PRG vigente), il contesto ambientale, geologico, geomorfologico e idrogeologico legato anche alla vicinanza del Torrente Zerra. Le conclusioni hanno rilevato la presenza di un’area inserita in classe di fattibilità che non esclude l’edificazione ma presenta limitazioni di vocazione del territorio legate alla presenza del Torrente Zerra; le prescrizioni suggerite riguardano il monitoraggio del torrente, la realizzazione di opere di regimazione per ridurre rischi di esondazione, erosione spondale e rinaturalizzazione delle sponde e della fascia di rispetto.

10.6 - Zona insediamento B.F.E. S.p.A. – Bonney Forge

In riferimento alla relazione “Relazione Geomorfologica, Geologica, Idrogeologica e Geotecnica – Piano di Recupero B.F.E. S.p.A. – Bonney Forge – Via Tonale 70/A (ai sensi L. n. 6/74 – D.M. LL.PP. 11.03.1988 n. 47 – Circ. Appl. LL.PP. 24.09.1988, n. 30483)” redatta da Dr. Geol. Roberto Rech in data Dicembre 2002 , si evince che l’indagine si è articolata in n. 4 prove penetrometriche dinamiche SCPT, n.1 prova penetrometrica statica e n.5 misure del livello della falda freatica.

Di seguito si riportano gli estratti della relazione citata relativi alla parametrizzazione geotecnica dell’area.



N.	Prova Tipo	Data	Prof. raggiunta: dal p.c. (m)	Falda freatica	Osservazioni
1	PPD1	06.11.02	10.00	- 5.80	Dal piano campagna
2	PPD2	06.11.02	10.20	- 5.80	"
3	PPD3	06.11.02	10.20	- 6.50	"
4	PPD4	06.11.02	10.20	- 3.50	"
5	PPS1	06.11.02	5.80	- 5.00	"

N. 5 piazzamenti penetrometrici + 40.6 m di infissione penetrometrica dinamica + 5.80 m di infissione penetrometrica statica.

Prova	Strato	Prof. (m)	N _p	R _p (R _{pd}) (kg/cm ²)	N _{spt}	φ' (°)	Cu (t/m ²)	γ (t/m ³)	E' (kg/cm ²)	Note
PPD1	A	0.20	0.5	5	1	0	1	1.80	--	Cotica limosa e argillosa
	B	2.40	4	41	7	29	5	1.80	--	Sabbia limosa e argillosa
	C	2.80	2	18	3	--	6	1.90	--	Argilla limosa compatta
	D	3.80	7	50	10	31	2	1.90	268	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	E	6.40	12	85	18	33	1	1.90	340	Ghiaia e sabbia in matrice limosa
	F	6.80	5	32	8	29	5	1.90	--	Sabbia limosa e argillosa
	G	8.40	8	50	12	31	2	1.90	268	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	H	10.00	33	190	50	38	--	2.00	577	Ghiaia e trovanti in sabbia limosa
PPD2	A	0.60	0.5	7	1	0	1	1.80	--	Cotica limosa e argillosa
	B	1.20	4	36	6	29	5	1.80	--	Sabbia limosa e argillosa
	C	1.80	2	18	3	--	6	1.90	--	Argilla limosa compatta
	D	5.40	8	60	12	31	2	1.90	275	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	E	5.80	12	85	18	33	1	1.90	330	Ghiaia e sabbia in matrice limosa
	F	6.80	5	37	8	29	5	1.90	--	Sabbia limosa e argillosa
	G	8.00	13	81	19	33	--	1.90	340	Ghiaia e sabbia limosa
	H	10.20	10	60	15	31	2	1.90	268	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
PPD3	A	0.20	0.5	5	1	0	1	1.80	--	Cotica limosa e argillosa
	B	1.60	3	31	5	28	4	1.80	--	Sabbia limosa e argillosa
	C	2.40	2	18	3	--	6	1.90	--	Argilla limosa compatta
	D	4.20	5	38	7	30	2	1.85	240	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	E	5.60	9	68	14	32	1	1.90	340	Sabbia e ghiaia in matrice limosa
	F	6.20	5	34	7	28	5	1.90	--	Argilla limosa e sabbiosa compatta
	G	8.40	4	44	10	31	2	1.90	250	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	H	10.20	14	79	21	34	--	1.90	350	Ghiaia e sabbia in matrice limosa



Tab. n° 2 - continuazione										
Prova	Strato	Prof. (m)	N _p	R _p (R _{pd}) (kg/cm ²)	N _{spt}	φ' (°)	Cu (t/m ²)	γ (t/m ³)	E' (kg/cm ²)	Note
PPD4	A	0.40	1	8	1	0	2	1.80	--	Cotica limosa e argillosa
	B	1.00	5	41	7	29	5	1.80	--	Sabbia limosa e argillosa
	C	2.80	4	33	6	--	8	1.90	--	Argilla limosa e sabbiosa compatta
	D	4.40	8	60	11	30	2	1.85	250	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	E	5.20	10	70	15	32	1	1.85	300	Ghiaia e sabbia in matrice limosa
	F	5.40	5	34	8	29	5	1.90	--	Argilla limosa e sabbiosa compatta
	G	6.80	10	72	15	33	1	1.90	320	Ghiaia e sabbia in matrice limosa
	H	8.40	9	54	13	30	2	1.85	250	Sabbia limosa e argillosa con elementi ghiaiosi
	I	10.20	11	64	17	32	1	1.90	310	Ghiaia e sabbia in matrice limosa
PPS1	A	0.20	--	--	--	--	1	1.80	--	Cotica limosa
	B	0.60	--	40	--	31	--	1.85	--	Sabbia limosa e argillosa
	C	2.20	--	22	--	29	8	1.90	--	Argilla limosa e sabbiosa compatta
	D	5.00	--	100	--	34	--	1.85	--	Sabbia e ghiaia in matrice limosa
	E	5.60	--	40	--	29	10	1.90	--	Limo argilloso e sabbioso
	F	5.80	--	280	--	38	--	1.90	--	Ghiaia e sabbia in matrice limosa

10.7 - Zona insediamento Nuovo Edificio Comunale

Con riferimento alla relazione “Realizzazione nuovo edificio comunale e riquilificazione aree adiacenti – Relazione Geologico Tecnica” redatta da Dr. Geol. Andrea Gritti in data Maggio 2008, si evince che l'indagine si è articolata in n. 4 prove penetrometriche dinamiche SCPT, n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -12.0 m da p.c, esecuzione di n.4 prove S.P.T. in foro di sondaggio. Dal punto di vista sismico, la categoria di sottosuolo individuata per l'area in esame è stata la Classe B.

La stratigrafia del sondaggio è consultabile in [Appendice 2](#).

E' stato inoltre effettuata una Ricerca Archeologica con Indagine Tomografica elettrica ed elettromagnetica.



I risultati sintetici della caratterizzazione geotecnica dei terreni sono stati estratti dalla relazione citata.

S1-SPT	SPT	Nspt	Dr ¹	ϕ^2
3 mt	6 : 8 : 12	20	0,5 - 0,7	32°
5 m	8 : 8 : 14	22	0,5 - 0,7	33°
7 m	7 : 8 : 13	21	0,5 - 0,7	32°
9 m	1 : 1 : 2	3	0,1 - 0,3	21°

1 Dr (Kg/cm²) Schulze Menzenbach

2 Correlazione diretta da SPT " Road Bridge Specification"

orizzonte	A	B	C	D	E	F
denominazione	Materiali di riporto-argille (S1)	Argille con ghiaie in matrice (S1)	Sabbia-argille sabbiose (S1)	Ghiaie in matrice argillosa (S1)	Argille sciolte con ghiaia (S1)	Limo grigio con ciottoli
spessore	0-5-1m (S1)	1-7m (S1)	7,8-8,30m (S1)	8,30m-12m	12m-14,90m (S1)*	14,90-15 m
coerenza	Incoerente-sub-coerente	coesivo	coesivo	coesivo	coesivo	coesivo
Consistenza	media	media	scarsa	media	media-scarsa	media
³ Cu (Kg/cm ²) Dm7-Sanglerat	1,3	1,5	0,2	1,6	1,4	1,5
⁴ Angolo di resistenza al taglio ϕ drenato	31°	33°	20°-23°	30°	30°-33°	35°
⁵ Dr %	30-40	50-50	20	40	40-50	50
γ (KN/m ³)	16	17	15	18	15	15

Tabella 1. Parametri geotecnici

3 Dm7=Design manual for soil mechanics (argille a bassa plasticità) Japanese National Railway

4 Angolo d'attrito drenato correlazioni da Nspt Thombun Meyerhof

5 Metodo di Schulze e Menzenbach



<i>orizzonte</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
denominazione	Materiali di riporto-argille (S1)	Argille con ghiaie in matrice (S1)	Sabbia-argille sabbiose (S1)	Ghiaie in matrice argillosa (S1)	Argille sciolte con ghiaia (S1)	Limo grigio con ciottoli
spessore	0-5-1m (S1)	1-7m (S1)	7,8-8,30m (S1)	8,30m-12m	12m-14,90m (S1)*	14,90-15 m
coerenza	Incoerente-sub-coerente	coesivo	coesivo	coesivo	coesivo	coesivo
⁶ Es	7800-8000 Kpa	15000-16800 KPa	2700-5000 KPa	2459 MPa	2314 MPa	1100-1330 MPa

10.8 - Zona Complesso Residenziale di Via Marconi

Con riferimento alla relazione “Relazione geologico – tecnica inerente un complesso residenziale” redatta da Dr. Geol. Sandro Franchi in data Settembre 2007 , si evince che l’indagine si è articolata in n. 5 prove penetrometriche dinamiche SCPT eseguite con penetrometro leggero e una campagna geofisica.

Per l’area in esame sono state rilevate le seguenti velocità sismiche

<i>Strato</i>	<i>V_p</i>	<i>Litotipo interessato</i>
<i>1</i>	<i>400 m/sec</i>	<i>Copertura areata</i>
<i>2</i>	<i>900 m/sec</i>	<i>Argille con sabbia</i>
<i>3</i>	<i>1500 m/sec</i>	<i>Argilla</i>
<i>3</i>	<i>4800 m/sec</i>	<i>Substrato resistente</i>

Mentre per la parametrizzazione geotecnica si riporta una tabella estratta dalla relazione citata.



Strato 1: Copertura areata (max mt. -0.50)

N° SPT	5
Coesione Cu	0.40 kg/cmq
Angolo di attrito interno ϕ'	28°
Peso di volume γ	1.8 t/mc

Strato 2: Livello limo argilloso (max mt. -1.00)

N° SPT	20
Coesione Cu	0.38 kg/cmq
Angolo di attrito interno ϕ'	33°
Peso di volume γ	1.89 t/mc

Strato 3: Sabbie argillose compatte (max mt. -1.30)

N° SPT	46
Coesione Cu	0.00 kg/cmq
Angolo di attrito interno ϕ'	40°
Peso di volume γ	2.14 t/mc

Strato 4: Argille limose (max mt. -2.90)

N° SPT	17
Coesione Cu	0.00 kg/cmq
Angolo di attrito interno ϕ'	32°
Peso di volume γ	1.9 t/mc

Strato 5: Argille compatte (max mt. -3.50)

N° SPT	68
Coesione Cu	0.00 kg/cmq
Angolo di attrito interno ϕ'	43°
Peso di volume γ	2.18 t/mc



11 - PERMEABILITA' E CAPACITA' DISPERDENTE DEI TERRENI (Allegato 05)

11.1 - Permeabilità dei litotipi

Con riferimento all'*Allegato 05* "Carta della Permeabilità", per quanto riguarda la classificazione dei litotipi in base alla permeabilità nell'area del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro, si è provveduto ad una prima suddivisione tra quaternario (depositi continentali e neogenici) e pre - quaternario (unità del substrato) ed entro queste due classi si sono individuate altre due sottoclassi:

- *Depositi continentali quaternari e neogenici:*

permeabilità alta (a);

permeabilità medio – ridotta (mr) .

- *Unità del substrato:*

permeabilità medio – ridotta (MR);

permeabilità ridotta (R);

Si ha, quindi, una prevalenza, specialmente per gli strati più superficiali, di litotipi più permeabili a discapito di quelli più impermeabili; questa situazione favorisce la ricarica naturale della superficie freatica che può, quindi, avvenire anche in buona parte mediante l'apporto meteorico in collaborazione con le infiltrazioni delle acque derivanti dagli alvei fluviali.



11.2 - Permeabilità degli strati superficiali

In riferimento alla tabella sottostante tratta dalla letteratura geotecnica si riportano per le aree indagate dal punto di vista geotecnico le caratteristiche di capacità drenante e gli ordini di grandezza dei coefficienti di permeabilità

K (cm/sec)	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
DRENAGGIO	BUONO					POVERO			TERRENI PRATICAMENTE IMPERMEABILI			
	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			Sabbia fina, limi organici ed inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici				
				Terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo								

Campo di variabilità della permeabilità dei terreni (da “Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni” Carlo Cestelli Guidi, Hoepli, 1987)

11.3 - Zona insediamento PARMALAT S.P.A.

Nell’ambito dell’indagine geognostica effettuata nell’anno 2004 Rel. PG/4609/04 “Indagine geologica, geotecnica e idraulica ai fini della determinazione della permeabilità del terreno presso lo stabilimento della LACTIS S.P.A. in Comune di Albano Sant’Alessandro” a cura di ECOGEO S.R.L., erano state effettuate n. 2 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile in foro di sondaggio.



11.3.1 - Prove di permeabilità Lefranc a carico variabile

All'interno del sondaggio sono state effettuate prove di permeabilità a carico variabile; la prova è stata eseguita durante l'esecuzione del carotaggio, sollevando di circa 50÷60 cm la colonna di rivestimento dal fondo foro e immettendo acqua nel foro fino a raggiungere il colmo dello stesso; interrotta quindi l'erogazione d'acqua si procede alla misura a distanza di intervalli di tempo fissi, dell'abbassamento della stessa nel foro di sondaggio.

Le letture vengono proseguite fino a che l'altezza dell'acqua nel foro, al di sopra del livello della acqua è minore rispetto ad un quinto dell'innalzamento iniziale

Si misura quindi la velocità di riequilibrio del livello dell'acqua nel foro (abbassamento) dopo averlo alterato mediante immissione.

La permeabilità del terreno si ottiene quindi dalla formula :

$$K = \frac{A}{F \times t} \times \ln(h/h_0)$$

in cui:

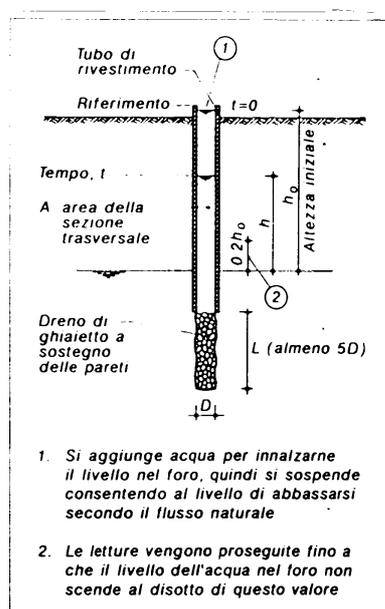
A = area della sezione trasversale della cavità filtrante;

h = altezza d'acqua al tempo t dall'inizio della prova;

h₀ = altezza d'acqua iniziale;

t = tempo dall'inizio della prova;

F = coefficiente di forma che nel caso in esame è = all'altezza della sezione filtrante





E' da rilevare che questo tipo di prove il valore di K ottenuti fanno riferimento a una zona di terreno localizzata intorno alla base del foro, e pertanto possono essere poco significative in situazioni stratigraficamente complesse.

Nei casi più semplici il risultato ottenuto va considerato come un'indicazione dell'ordine di grandezza della permeabilità della zona di terreno investigata.

Sono state eseguite le seguenti prove di permeabilità Lefranc a carico variabile:

Prova S1/K1 (07.09.04)	Nel sondaggio S1	Intervallo di prova= 4.45 - 5.20 m da p.c.
Prova S1/K2 (07.09.04)	Nel sondaggio S1	Intervallo di prova= 8.95 – 9.95 m da p.c.

Le prove di permeabilità a carico variabile hanno fornito i seguenti risultati:

Prova Lefranc	Posizione	Intervallo di prova	Permeabilità
S1K1	S1	4.45 – 5.20	K = 8.30*10⁻⁷ cm/s (8.30*10⁻⁹ m/s)
S1K2	S1	8.95 – 9.95	K = 2.73*10⁻⁷ cm/s (2.73*10⁻⁹ m/s)

Considerando i valori ottenuti dalle prove di permeabilità sopra esposte, in accordo con quanto indicato nella letteratura geotecnica e con riferimento alla tabella riportata nel paragrafo 11.1, è possibile assegnare ai terreni presenti nell'area indagata una capacità drenante molto scarsa.

I valori di permeabilità molto scarsa che sono stati misurati presso il sondaggio denominato 8 in [Appendice 2](#) sono caratteristici di livelli a granulometria piuttosto fine costituiti da sabbie con limo e ghiaia immerse in abbondante matrice limosa.

Questo orizzonte superficiale poco drenante non è presente nella parte di stabilimento più a sud, quello vicino a via Tonale dove si rinviene un orizzonte costituito da ghiaia e ciottoli debolmente limosi caratterizzati da una maggiore permeabilità, stimabile in valori pari a **K = 10⁻² cm/s (10⁻⁴ m/s)**.



12 - CARTA DI SINTESI DEI DATI E CONFRONTO CON TAVOLA E1 DEL PTCP PROVINCIALE

12.1 - *Carta di sintesi* (Allegato 06)

Facendo seguito dell'analisi dei diversi fattori di rischio, è stata elaborata la Carta di Sintesi, che è il risultato delle correlazioni e della valutazione critica di tutti i dati raccolti nelle varie fasi dell'indagine. Tale elaborato cartografico evidenzia gli elementi geologici caratterizzanti e/o maggiormente significativi dell'area indagata, consentendo una lettura sintetica ma esauriente dello stato del territorio comunale dal punto di vista geologico ed ambientale.

Sono state individuate aree omogenee sulla base di diverse caratteristiche quali stabilità generale e locale, identificate e distinte mediante analisi della cartografia esistente e rilievo puntuale sul terreno.

Note descrittive

Nella carta di sintesi sono rappresentate indicazioni peculiari con riferimento a:

- 1) Aree con problematiche limitate
 - *aree cimiteriali* (sottoclasse di fattibilità 3f).

- 2) Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti
 - *accumuli di frana*: depositi di materiale detritico a granulometria eterogenea provenienti da nicchie di distacco ed accumulatisi ai piedi della zona di scorrimento; sono generalmente depositi recenti e suscettibili di riattivazione;
 - *aree a franosità superficiale attiva diffusa*: costituite da materiale detritico eluvio/colluviale (classe di fattibilità 4: Fa, Fq);
 - *aree interessate da conoidi* (classe di fattibilità 4: Ca);
 - *aree con problematiche di tipo geomorfologico* (sottoclasse di fattibilità 3 a).

- 3) Aree pericolose dal punto di vista idrogeologico:



- *aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile* (classe di fattibilità 4);
- *aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile;*
- *aree caratterizzate da una bassa soggiacenza della falda freatica* (sottoclasse di fattibilità 2 a).

4) Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico ed idrogeologico:

- *aree potenzialmente alluvionabili:* si tratta di aree pianeggianti poste in prossimità di corsi d'acqua che vengono allagate durante fenomeni di piena, aree in adiacenza al reticolo idrico principale e minore (sottoclassi di fattibilità 3b, 3e, 4 a).

5) Aree vulnerabili per concomitanza di varie problematiche :

- *aree con problematiche concomitanti legate alla geomorfologia, all'idrogeologia, all'amplificazione sismica media e alle scadenti caratteristiche geotecniche* (sottoclassi di fattibilità 3 a, 3b, 3c, 3d).

12.2 - Confronto con carta E1 del PTCP provinciale

In questo paragrafo si prende in considerazione il confronto tra la carta "Elementi di pericolosità e criticità: compatibilità degli interventi di trasformazione del territorio – Tav. E1" estratta dal P.T.C.P. redatto dalla Provincia di Bergamo e adottato con delibera n.40 del 22/04/2004, e i risultati dello studio geologico comunale.

Dal confronto si evince che sul territorio comunale di Albano Sant'Alessandro sono presenti le seguenti aree:

- 1. Perimetrazioni individuate nell'Allegato 4.1 dell'"Atlante dei rischi idraulici ed idrologici" Modifiche e integrazioni al P.A.I., approvate con deliberazione del Comitato Istituzionale n.18 del 26 Aprile 2001 (Aree Verdi)**



A tale categoria sono stati attribuiti dal PTCP il tratto del Torrente Zerra che scorre all'interno del centro abitato di Albano e prosegue nel fondovalle.

Lo studio geologico comunale ha inserito tali aree fra quelle vulnerabili dal punto di vista geologico e idraulico e di potenziale esondazione del Torrente Zerra, aree di fattibilità con consistenti limitazioni (sottoclasse 3b, 3e) e aree di fattibilità con gravi limitazioni (sottoclasse 4 a).

**2. Aree che non consentono trasformazioni territoriali a causa di gravi situazioni dovute alla presenza di ambiti a forte rischio idrogeologico —
Disposizioni specifiche PTCP : art.43 comma 1 , punto 1**

«Aree che non consentono trasformazioni territoriali a causa di gravi situazioni dovute alla presenza di ambiti a forte rischio idrogeologico (frane/esondazioni) o ad elevato rischio valanghivo.

In tali aree sono escluse previsioni di nuovi insediamenti sia di espansione sia di completamento. Fatte salve le esclusioni precedentemente individuate, i Comuni, in sede di adeguamento dello strumento urbanistico alle prescrizioni di cui al successivo comma 2, indicano gli interventi ammissibili nel rispetto dei criteri attuativi della L.R. 41/97. Per l'individuazione e l'autorizzazione di tali interventi, i Comuni dovranno fare riferimento alle prescrizioni delle Norme di Attuazione del PAI – art. 9.»

A tale categoria sono stati attribuiti dal PTCP il tratto del corso d'acqua che incide la Valle di Albano denominato ASA02 nello studio del Reticolo Idrico Minore. L'area perimetrata decorre dal confine comunale a Est fino alla confluenza con il Torrente Zerra in centro abitato ad Ovest.

Ricade inoltre in quest'area il corso d'acqua Valle Bolla denominato ASA03 nel Reticolo Idrico Minore.

Lo studio geologico comunale ha inserito tali aree fra quelle appartenenti a diverse classi di fattibilità: la sottoclasse 2 a per aree con problematiche di tipo idrogeologico; le sottoclassi 3b, 3d, 3e per le problematiche di tipo idrogeologico, geotecnico e di



potenziale esondazione del Torrente Zerra e una fattibilità con gravi limitazioni per problematiche di tipo geologico e idraulico (sottoclasse di fattibilità 4 a).

3. Aree di possibile fragilità nelle quali gli interventi sono ammessi solo previa verifiche di tipo geotecnico: art. 43 comma 1 , punto 4

«Per queste aree dovranno essere individuate, nei Regolamenti Edilizi, specifiche modalità per gli interventi di urbanizzazione e di edificazione al fine della eliminazione di eventuali fattori di rischio.

Relativamente agli ambiti di cui ai punti 3 e 4, eventuali modifiche dei perimetri o delle superfici sono effettuate a seguito di studi dettagliati condotti a livello comunale successivamente validati dalla Provincia, senza necessità di variante al PTCP».

A tale categoria sono stati attribuiti dal PTCP il versante sinistro della Valle di Albano. Lo studio geologico comunale ha incluso tali aree fra quelle vulnerabili dal punto di vista geomorfologico con una fattibilità con consistenti limitazioni (sottoclasse 3 a) e vulnerabili dal punto di vista idraulico e geologico dove ha previsto una fattibilità con gravi limitazioni (classe di fattibilità 4 e sottoclasse 4 a).

4. Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono essere assoggettati a puntuale verifica di compatibilità geologica e idraulica : art.44, comma 2 , punto 1.

«Si tratta di ambiti sui quali si rileva la presenza di valori bassi di profondità della falda rispetto al al piano campagna e la mancanza, o il limitato spessore, dello strato di impermeabilità superficiale. In tali aree ogni intervento che possa potenzialmente alterare le condizioni chimico-fisiche delle acque presenti nel sottosuolo (es: insediamenti agricoli, insediamenti industriali giudicati pericolosi, trivellazioni di nuovi pozzi) dovrà essere sottoposto ad un approfondito studio di compatibilità idrogeologica ed idraulica che ne attesti l'idoneità».



A tale categoria sono stati attribuiti dal PTCP per il Comune di Albano Sant'Alessandro l'area a Sud del territorio comunale coincidente all'incirca con il fondovalle e con il versante settentrionale del Monte Tomenone.

Lo studio geologico comunale ha incluso tali aree fra quelle vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, geotecnico, potenzialmente allagabili a seguito di esondazioni da parte del Torrente Zerra, ricadenti in ambiti cimiteriali, con problematiche di tipo geologico e idraulico. Si sono previste classi di fattibilità di grado diverso e in particolare aree di fattibilità con modeste limitazioni (sottoclasse 2 a), aree di fattibilità con consistenti limitazioni (sottoclassi 3b, 3d, 3e, 3f) e aree di fattibilità con gravi limitazioni (classe di fattibilità 4 e sottoclasse 4 a).

5. Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono mantenere come soglia minimale le condizioni geologiche ed idrauliche esistenti : art.44, comma 2 , punto 2.

«Si tratta di ambiti con presenza della coltre superficiale di contenuta potenzialità ma con falda profonda rispetto al piano campagna e caratterizzati da una elevata densità di pozzi che vengono a costituire zone di connessione per le acque contenute in strati acquiferi, determinando il miscelamento e quindi la variazione dell'originaria composizione idrochimica della falda determinando una elevata vulnerabilità idrologica.

In tali aree dovranno comunque essere effettuati, per ambiti, analisi e studi che diano indicazioni atte a garantire interventi che non riducano le condizioni di assetto idrogeologico vigenti.

Qualora si volessero realizzare pozzi per uso agricolo, industriale o potabile, si dovrà documentare in modo approfondito l'effettiva necessità dell'intervento in particolare nelle aree ad elevata vulnerabilità idrogeologica.

Qualora questa fosse avvallata da riscontri oggettivi, si dovrà imporre la realizzazione dell'opera di captazione a regola d'arte, in modo da preservare la qualità dell'acqua delle falde più profonde e protette, impedendo il loro miscelamento con quelle più superficiali e contaminate».



A tale categoria è stata attribuita da parte del PTCP l'area del territorio comunale che raccorda il fondovalle ai rilievi collinari.

Lo studio geologico comunale ha incluso tali aree fra quelle vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, potenzialmente soggette ad allagamenti da parte di esondazione del Torrente Zerra, con problematiche geologiche e idrauliche. Per le aree in oggetto si sono previste classi di fattibilità di grado diverso e in particolare aree di fattibilità con modeste limitazioni (sottoclasse 2 a), aree di fattibilità con consistenti limitazioni (sottoclassi 3b, 3e) e aree di fattibilità con gravi limitazioni (sottoclasse 4 a).

6. Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono garantire il mantenimento delle condizioni geologiche ed idrauliche esistenti : art.44, comma 2 , punto 3.

«Si tratta di ambiti caratterizzati dalla presenza di una sufficiente o spessa coltre superficiale impermeabile e di buona profondità della falda rispetto al piano campagna nonché da aree interessate da fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee di particolare rilevanza e discariche e da siti contaminati per degrado del territorio (discariche, attività estrattive, laghetti di cava, ecc.).

In tali aree per ogni intervento dovrà essere valutata la presenza delle caratteristiche sopra descritte.

Per quanto riguarda le aree interessate da fenomeni d'inquinamento delle acque sotterranee, dovranno essere impedito tutte le attività che possano potenzialmente aggravare la situazione in atto, mentre dovranno essere promosse le azioni necessarie al recupero delle aree compromesse».

A questa categoria il PTCP ha attribuito le zone del territorio comunale relativamente ai versanti del Monte San Giorgio e alle aree a Nord del comune fino al confine con l'abitato di Torre Dei Roveri.

Lo studio geologico comunale ha incluso tali aree fra quelle vulnerabili dal punto di vista geomorfologico, idrogeologico, di amplificazione sismica media, con



problematiche geotecniche, con problematiche geologiche e idrauliche. Per le aree in oggetto si sono previste classi di fattibilità di grado diverso e in particolare aree di fattibilità con consistenti limitazioni (sottoclassi 3 a, 3b, 3c, 3d) e aree di fattibilità con gravi limitazioni (classe 4 e sottoclasse 4 a).

7. Aree ad elevata vulnerabilità per le risorse idriche sotterranee : art.37.

«Ai fini della tutela qualitativa delle acque si applicano le seguenti direttive:

1. Promuovere ed effettuare il completamento degli interventi di costruzione e riabilitazione delle reti fognarie e degli impianti di depurazione previsti dal PRRA - Piano Regionale di Risanamento Acque - e integrati con quanto necessario per il completo soddisfacimento del Piano Regionale di Tutela delle Acque in corso di approntamento ai sensi del D.Lgs.152/06 e s.m.i..

2. Promuovere e realizzare la elaborazione di un rigoroso catasto degli scarichi diretti nei corpi idrici superficiali dalle unità produttive industriali e zootecniche, allo scopo di poter controllare l'effettivo rispetto dei limiti ammissibili nelle concentrazioni dei diversi parametri d'inquinamento, secondo il D.Lgs.152/06 e s.m.i..

3. Promuovere l'adozione di regolamenti specifici che impongano ai concessionari delle derivazioni (nuove ed esistenti) le opere idrauliche necessarie a garantire il Deflusso Minimo Vitale a valle delle derivazioni stesse.

4. Promuovere gli interventi atti al contenimento dell'uso in agricoltura di sostanze dannose per l'ambiente, con riferimento ai PUA – Piani di Utilizzazione Agronomica.

5. Potenziare l'organizzazione del monitoraggio biochimico delle acque superficiali e sotterranee, allo scopo di tenere sotto controllo lo sviluppo dei fenomeni in coordinamento con ARPA. La relazione del PTCP dà indicazione dei corsi d'acqua sui quali è opportuno attuare tale potenziamento.

6. Sugli ambiti individuati quali "aree ad elevata vulnerabilità per le risorse idriche sotterranee" nella Tav. E1, oltre alle direttive dei punti precedenti, si applicano le seguenti prescrizioni:

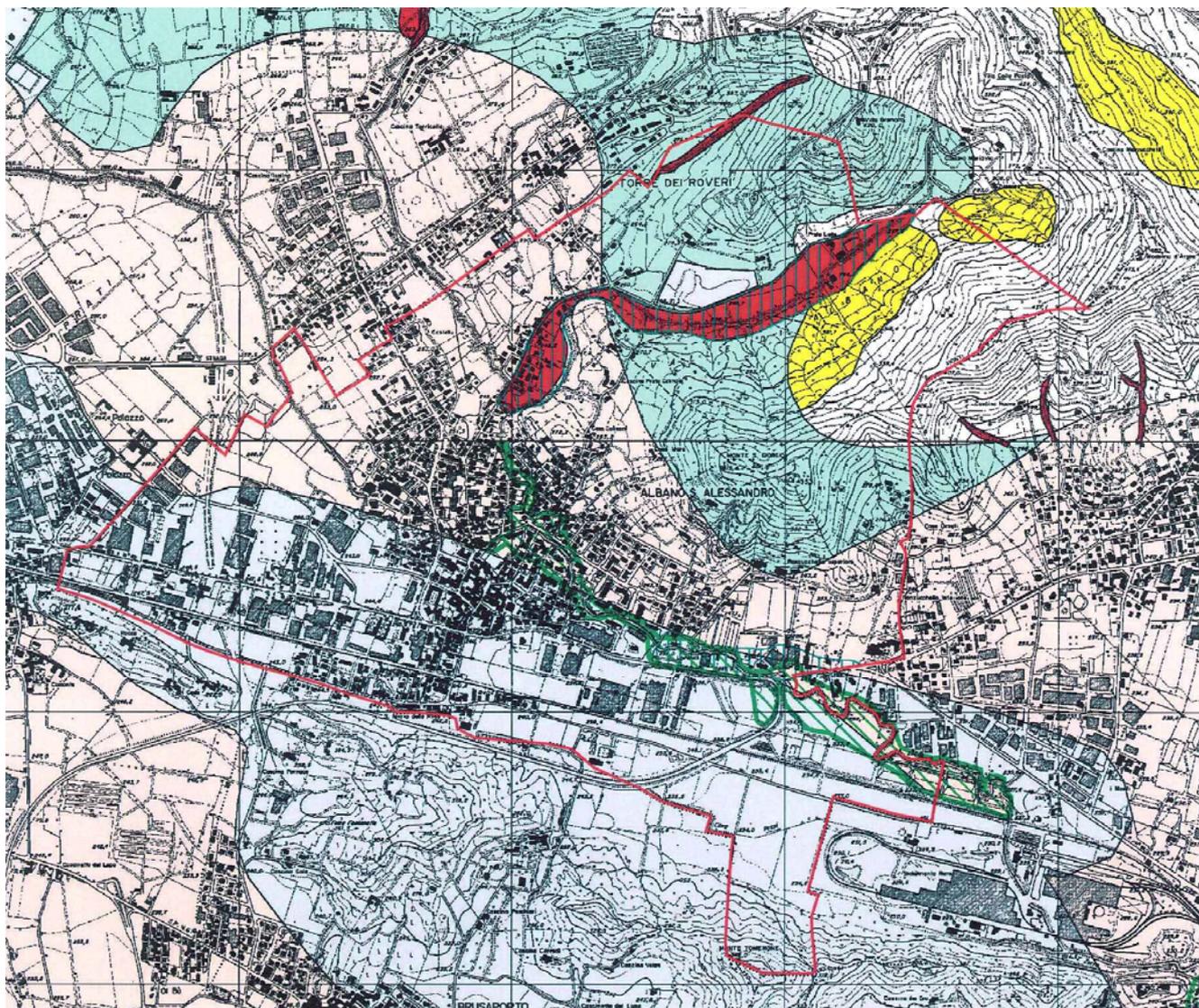


a. Tutti i manufatti realizzati nel sottosuolo che possono in alcun modo potenzialmente presentare il rischio di consentire infiltrazione di sostanze “inquinanti” nel sottosuolo, devono essere progettati e realizzati garantendo la perfetta tenuta idraulica (in particolare per le reti fognarie);

b. Non è consentito lo scarico e la dispersione di reflui industriali sul suolo e di fanghi provenienti da depurazione, dagli scarichi domestici e zootecnici. Le direttive, di cui al presente articolo, non costituiscono oggetto della valutazione di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali prevista dall’art. 27 delle NTA del PTCP».

A questa categoria il PTCP ha attribuito le zone del territorio comunale di Albano Sant’Alessandro relative al tratto del corso d’acqua che incide la Valle di Albano, denominato ASA02 nello studio del Reticolo Idrico Minore, e una porzione del corso d’acqua del Torrente Zerra in località Casa Carminati con estensione circa Est-Ovest.

Lo studio geologico comunale ha incluso tali aree fra quelle vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, geomorfologico, di potenziale allagamento da parte di esondazioni del Torrente Zerra , con problematiche geologiche e idrauliche. Per le aree in oggetto si sono previste classi di fattibilità di grado diverso e in particolare di aree di fattibilità con modeste limitazioni (sottoclasse 2 a), aree di aree di fattibilità con consistenti limitazioni (sottoclassi 3 a, 3e) e aree di fattibilità con gravi limitazioni (sottoclasse 4 a).



LEGENDA

-  Perimetrazioni individuate nell'Allegato 4.1 dell' "Atlante dei rischi idraulici ed idrologici" - Modifiche e integrazioni al P.A.I., approvate con deliberazione del Comitato Istituzionale n.18 del 26 aprile 2001 (aree verdi)
-  Aree che non consentono trasformazioni territoriali a causa di gravi situazioni dovute alla presenza di ambiti a forte rischio idrogeologico (frane/erosioni) (art. 43)
-  Aree di possibile fragilita' nelle quali gli interventi sono ammessi solo previa verifiche di tipo geotecnico (art. 43)
-  Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono essere assoggettati a puntuale verifica di compatibilita' geologica ed idraulica (art. 44)
-  Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono mantenere come soglia minimale le condizioni geologiche ed idrauliche esistenti (art. 44)
-  Ambiti di pianura nei quali gli interventi di trasformazione territoriale devono garantire il mantenimento delle condizioni geologiche ed idrauliche esistenti (art. 44)
-  Limite superiore delle aree interessate da fontanili per i quali si dovra' verificare e garantire l'equilibrio idraulico e naturalistico (art. 44)
-  Aree ad elevata vulnerabilita' per le risorse idriche sotterranee (art. 37)

Per tutte le aree montane non interessate da perimetrazioni, all'interno di questa carta, occorre comunque fare riferimento agli art. 41 e 42 delle N.d.A. del Piano

Carta estratta da "P.T.C.P. della Provincia di Bergamo – Elementi di pericolosità e criticità: compatibilità degli interventi di trasformazione del territorio – Tav. E1" (anno 2004) – scala 1:25.000



13 - ZONAZIONE SISMICA NAZIONALE ED INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO DI ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG) (Allegato 12)

L'individuazione delle *zone sismiche* in Italia è iniziata dai primi anni del '900 attraverso lo strumento del Regio Decreto, emanato a seguito di terremoti distruttivi (Messina, Reggio Calabria 1908). Dal 1927 le località colpite sono state distinte in due categorie, in relazione al "loro grado di sismicità e alla loro costituzione geologica". La mappa sismica d'Italia non era altro che la mappa dei territori colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908 a meno di improvvise successive decisioni di declassificazione che hanno purtroppo riguardato una serie di territori colpiti da forti terremoti. Tutti i territori colpiti dai terremoti distruttivi avvenuti prima del 1908 (la maggior parte delle zone sismiche d'Italia) non erano classificati come sismici e, pertanto, non vi era alcun obbligo di costruire nel rispetto della normativa antisismica; in questo modo si è accumulato un enorme deficit di protezione antisismica.

La Legge 2/2/1974 n. 64 ha stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale oltre che alla redazione di normative tecniche.

Nel 1980 il Progetto finalizzato "Geodinamica" del CNR elaborò, sulla base delle conoscenze scientifiche e delle metodologie allora disponibili, una proposta di *classificazione sismica* del territorio nazionale che fu adottata tra il 1981 ed il 1984 con vari decreti del Ministro per i lavori pubblici. Tale proposta si basava per la prima volta su parametri quantitativi definiti in modo omogeneo per tutto il territorio nazionale (*scuotibilità* e *massima intensità risentita*), con l'integrazione di alcuni elementi sismotettonici.

Fino al 1988 la competenza per l'individuazione delle zone sismiche restò al Ministro dei lavori pubblici. Con il D.Lgs. n. 112/1998 questa competenza è stata trasferita alle Regioni, mentre spetta allo Stato definire i relativi criteri generali.

Così come le norme tecniche per la costruzione in zona sismica sono praticamente ferme al 1986, la mappa delle *zone sismiche* non è stata più aggiornata dal 1984.



Nell'Aprile 1997, su delibera della Commissione per la previsione e prevenzione dei Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile, venne insediato un gruppo di lavoro incaricato di formulare una proposta di aggiornamento della *classificazione sismica* d'Italia.

Il gruppo di lavoro produsse uno studio, basato sull'utilizzo congiunto di tre parametri. Due di questi sono di tipo probabilistico: i) l'accelerazione massima del terreno a_{max} (PGA) con il 10% di probabilità di superamento in 50 anni, la cui distribuzione è rappresentata da PS4 ii) l'integrale dello spettro di risposta di pseudovelocità, detto "intensità di Housner". Entrambi sono determinati con metodologie simili a partire dallo stesso materiale di base. Il terzo, di tipo deterministico, è rappresentato dal valore della *intensità massima sperimentata* nell'ultimo millennio.

Questo studio, denominato "Proposta 98", venne approvato dalla Commissione grandi rischi, trasmesso al Ministro dei lavori pubblici e successivamente pubblicato (Gruppo di lavoro 1999).

Il prosieguo dei lavori che ne scaturì fece emergere le problematiche relative alla 3° *categoria sismica* che nella proposta venne estesa a ben 1698 Comuni rispetto ai soli 99 della classificazione allora vigente.

Successivamente il Servizio sismico nazionale elaborò la "Proposta 01" che però non ebbe nella sostanza particolari divergenze e contributi rispetto alla precedente.

Con l'attuale normativa, la Zonazione sismica risponde ai seguenti criteri:

- 1) Le "Norme Tecniche" indicano 4 valori di accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare; pertanto il numero delle zone è fissato in 4;
- 2) Ciascuna zona sarà individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente.



Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a _g /g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3 ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG)	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Tabella 1. - Zonazione sismica del territorio nazionale e riferimento per il comune di Albano Sant'Alessandro.

Questi termini potranno essere modificati in relazione all'esigenza e alla capacità di tenere conto di sorgenti sismogenetiche con periodo di rilascio dell'energia particolarmente lungo, e/o in relazione a modifiche nell'orientamento scientifico internazionale. Ulteriori indicatori di pericolosità correlabili ai danni subiti dalle strutture durante un terremoto potranno essere presi in considerazione con lo scopo di irrobustire la distribuzione dei valori di a_g.

In prima applicazione, sino alle deliberazioni delle regioni, le zone sismiche erano individuate sulla base del documento "Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale" elaborato dal Gruppo di lavoro costituito sulla base della risoluzione della Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei grandi rischi elaborata nella seduta del 27 aprile 1997.

Ai sensi della presente normativa, tutto il territorio comunale di ALBANO SANT'ALESSANDRO rientra nella Zona 3 con rischio sismico Medio-Basso.

Non si ricordano episodi sismici, secondo memoria storica, che hanno avuto epicentro nel territorio comunale di ALBANO SANT'ALESSANDRO. Eventi sismici disastrosi non sono avvenuti negli anni secondo memoria storica.

Tra le finalità del presente lavoro vi è la descrizione dell'intero territorio comunale dal punto di vista della valutazione del *rischio sismico* attraverso l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito.



La base di supporto per l'analisi del territorio è stata costituita dallo studio geologico, computi geometrici planoaltimetrici condotti cartograficamente, valutazioni morfologiche e geolitologiche. A questa analisi sono state affiancate indagini dirette geofisiche specifiche realizzate direttamente in sito (NON obbligatorie per i Comuni in Zona sismica 3) in modo tale da costituire un valido supporto alla pianificazione urbanistica. Occorre precisare che questo lavoro ha lo scopo di affrontare i problemi geologico – tecnici nell'ottica antisismica alla scala comunale. Non esime pertanto l'Amministrazione ed i Cittadini dall'assolvere gli obblighi derivanti dalle specifiche normative di legge concernenti il settore edilizio e geotecnico previste in sede esecutiva e dettate dalle specificità geologiche di ciascuna area che sarà considerata al fine di nuove costruzioni.

La presente valutazione nell'ottica antisismica è consistita nell'inquadramento del territorio con i livelli di approfondimento previsti dalla normativa regionale LIVELLO 1 e LIVELLO 2 (i LIVELLI 1, 2, 3 sono metodologie di analisi dettate dalla normativa).

Queste procedure adottate dalla Regione Lombardia sono derivate dagli studi del CNR, dal Dipartimento della Protezione Civile - Servizio Sismico Nazionale.

Il LIVELLO 2 per questo studio specifico è stato applicato con tecniche di analisi geofisica proprie del LIVELLO 3 con esemplificazioni nelle aree del fondovalle, in particolare attraverso misure di microtremore sismico ambientale [ReMi].

Il risultato finale è che per il Comune di ALBANO SANT'ALESSANDRO l'accelerazione sismica massima prevedibile prevista dalla ZONA 3 è in linea generale convalidata, non essendo stati rilevati effetti di sito specifici di amplificazione del moto sismico locale in alcune zone del territorio comunale oggetto di implementazione di approfondimento con tecnica geofisica realizzata in sito.

Tale risultato è pertanto suffragato nelle località d'indagine in modo esemplificativo. Infatti, la Regione riconosce che questo approccio impiegato è di *alto grado* di attendibilità e che non occorrono studi supplementari. Il privato che intende costruire è supportato da questo tipo di analisi che potrà analogamente applicare nelle zone previste di nuova edificazione. In linea generale la norma che gli impone il Comune ha valido fondamento. L'urbanizzato esistente è garantito dal fatto che non sono stati



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

rilevati effetti di amplificazione sismica e correlabili a quelli potenzialmente generabili da un eventuale evento sismico.

Questo studio, illustra indicazioni, principi e tecniche per la migliore progettazione e fornisce pertanto per confronto dei risultati applicati a casi specifici del territorio.



14 - VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO PER IL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Le procedure che sono state applicate al territorio di ALBANO SANT'ALESSANDRO sono dettate dalla normativa regionale, dall'Allegato 5 "*Criteria 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" - *ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO IN LOMBARDIA FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELL'ASPETTO SISMICO NEI PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO* e successive integrazioni.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza, come meglio specificato nel testo della direttiva) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse. Il livello 3° è obbligatorio nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, individuati dal D.D.U.O. della Regione Lombardia n. 19904 del 21 novembre 2003 non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003.

Tra i tre livelli di approfondimento solo il 2° livello verrà implementato tramite la realizzazione di nuove schede litologiche che ampliaranno il campo di applicazione delle procedure.

La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.



Rientra tra le normative considerate in questo lavoro e finalizzata alle nuove costruzioni la recente Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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”* nella quale sono state innovate profondamente le normative tecniche in materia di progettazione antisismica.

La nuova normativa è conforme ed in vista di prossimo adeguamento con quella in corso di adozione dall’Unione Europea, denominata EC8, che è in armonia con quella dei Paesi a più alta attività sismica, quali USA, America del Sud, Cina, Giappone ed Asia del Sud-Est.

Per quanto riguarda le scale e le modalità di restituzione degli elaborati, si sono considerate le indicazioni fornite dall’allegato 5 dei *“Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 12/2005”* con relative successivi integrazioni (Integrazioni all’Allegato 5, Convenzione tra Regione Lombardia e Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Febbraio 2006).

E’ stata scelta la restituzione sull’intero territorio comunale in scala 1: 5000.



15 - COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO - 1° LIVELLO

Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone in cui i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Lo studio attuato è consistito nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento di base (carta geologica, carta geomorfologica, stratigrafie, dati geotecnici riguardanti i primi strati di profondità del sottosuolo ecc.) e nella redazione della cartografia rappresentata dalla TAVOLA della CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo che sono state riscontrate per il territorio considerato di ALBANO SANT'ALESSANDRO (Tabella 2) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
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	
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	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 2 - Scenari di pericolosità sismica locale individuati per il territorio di ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG).



La carta della pericolosità sismica locale rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento:

- il 2° livello permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone Z3 e Z4), di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici;
- il 3° livello permetterà sia la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi per le sole aree in cui la normativa nazionale risulta inadeguata, sia la quantificazione degli effetti di instabilità dei versanti (zone Z1).

Non risultano presenti nel territorio comunale faglie definite *capaci*. A tal proposito è stato infatti consultato l'elenco del Catalogo delle *faglie capaci*, Progetto ITHACA. Con la denominazione *faglia capace*, si intende, tra le faglie attive, quelle “con un significativo potenziale di dislocazione in superficie o nella sua prossimità” secondo la definizione di *capable fault*, IAEA, 1991, Safety Series No. 50-SG-51-Rev. 1.

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (Tabella 3):

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Classe di PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
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)	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2 – livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2– livello di approfondimento 3°

Tabella 3 – Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale del Comune di Albano Sant’Alessandro (BG).



16 - COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO - 2° LIVELLO

16.1 - EFFETTI LITOLOGICI

Sulla base dei dati disponibili la ricostruzione geologica rappresentativa dello scenario inerente l'area in esame, viene descritta attraverso i dati reperiti da osservazioni e indagini dirette, quali perforazioni per lo scavo di pozzi e sondaggi geognostici. Nella allegata sezione geologica ed idrogeologica sono illustrati graficamente i profili stratigrafici caratteristici del territorio comunale.

In ragione della generale omogeneità laterale dei depositi di superficie, l'individuazione specifica e puntuale derivata da osservazioni dirette risulta estrapolabile in modo significativo per l'intero territorio comunale.

Per la descrizione di dettaglio delle Unità stratigrafiche, della geolitologia e dei relativi parametri geotecnici, per l'inquadramento geologico strutturale del territorio si rimanda ai capitoli precedenti dedicati ad essi nello specifico.

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di V_s^5 , utilizzati nella procedura di 2° livello per il Comune di Albano Sant'Alessandro, si ritiene corrispondano ad una valutazione di grado medio-alto di attendibilità. Di seguito, come prescritto dalla normativa di settore, si rappresenta schematicamente ciascun parametro utilizzato per l'analisi a cui è stato assegnato un grado di giudizio di attendibilità.

Dati	Attendibilità	Tipologia
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (V_s)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Tabella 4– Livelli di attendibilità (in grassetto = Comune di Albano Sant'Alessandro) valutati per la stima del rischio sismico e delle amplificazioni di sito per il territorio.

⁵ V_s : velocità delle onde di taglio orizzontali che si propagano in superficie al terreno e sono responsabili degli effetti distruttivi di un sisma.



17 - INDAGINE DI SISMICA PASSIVA [REMI] AI FINI DELLA MICROZONAZIONE SISMICA COMUNALE

17.1 - **OGGETTO DELLA MISURA DELLE INDAGINI DI SISMICA PASSIVA: IL MICROTREMORE SISMICO AMBIENTALE**

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel *campo vicino* (10^{-15} $[m/s^2]^2$ in termini di accelerazione).

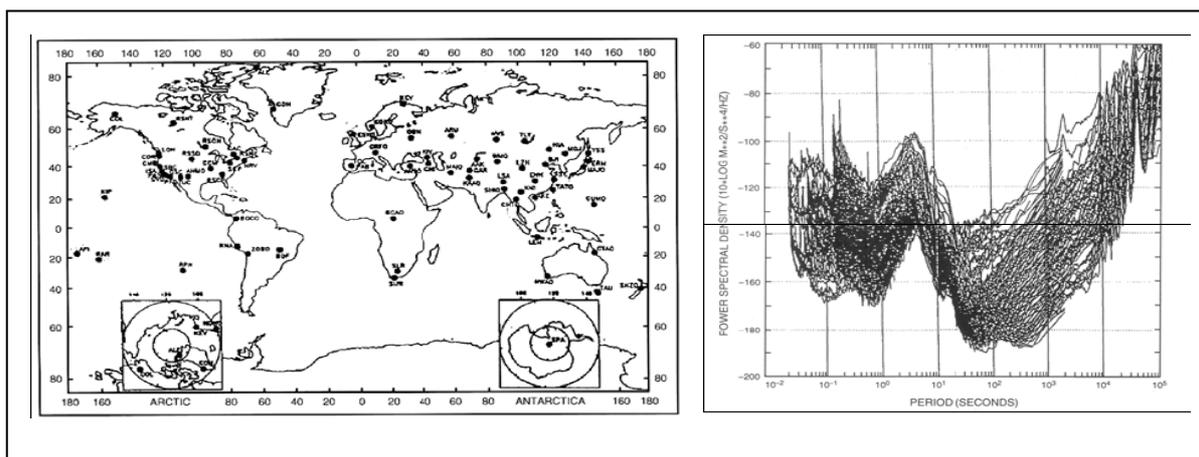


Figura 1 - Potenze spettrali di accelerazione della componente verticale dei microtremori (a destra) registrate in 75 osservatori sismici distribuiti su tutto il globo terrestre (Peterson, 1993).

I metodi che si basano sull'acquisizione naturale di questo tipo di vibrazioni, si inquadrano tra i metodi d'indagine della sismica *passiva*, in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio avviene con esplosioni per la sismica *attiva*.

Nelle zone del globo terrestre in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale ed in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, presenta l'andamento illustrato in Figura 2. La linea blu rappresenta il rumore di fondo "minimo" di riferimento, secondo il servizio geologico statunitense (USGS), mentre la linea verde rappresenta il "massimo" dello stesso



rumore. I picchi a 0.14 [Hz] e 0.07 [Hz] sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche. Queste componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo avere percorso migliaia di chilometri, per effetto della propagazione in *guida d'onda*. A questo fenomeno generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali, che però si attenuano fortemente a frequenze superiori ai 20 [Hz] a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

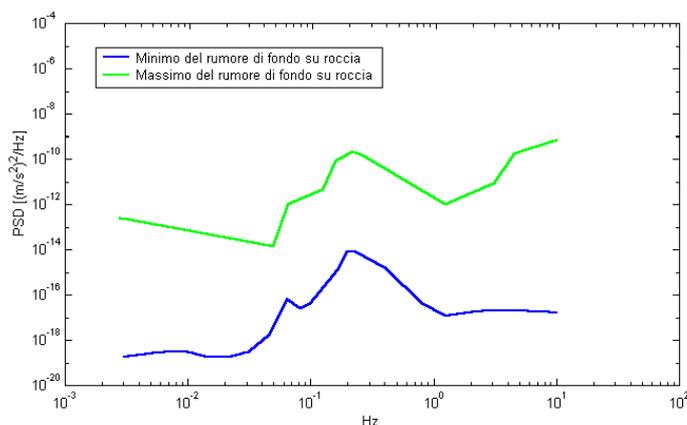


Figura 2 - Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di *contrasto di impedenza*. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per la presenza di un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e la densità del mezzo stesso.



17.2 - **STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Tutte le misure di microtremore ambientale sono state effettuate con un sismografo digitale impostato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento è dotato di sensori elettrodinamici (velocimetri). I dati di rumore sono preamplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti.

L'analisi strumentale è stata realizzata predisponendo il dispositivo di misura direttamente in corrispondenza dell'area in oggetto. Per la misura dei microtremori è stato predisposto un *array* (profilo in microtremore sismico) che è stato acquisito in modalità digitale a 24 canali, collegato a geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 [Hz]. Le acquisizioni sono state condotte per parecchi minuti, a frequenza di campionamento di 500 [Hz].

Le misure sono state realizzate in data 22/01/2010 in condizioni ambientali idonee.

17.3 - **DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DELLE ONDE RAYLEIGH – STRATIGRAFIA SISMICA**

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva consentono di valutare si basa sul concetto di contrasto di *impedenza* esistente nella successione delle unità "fisiche" stratigrafiche costituite dai depositi naturali del sottosuolo. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta, da quelle sopra e sottostanti, da un contrasto di *impedenza*; ossia la distinzione avviene per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

La curva di dispersione delle *onde di Rayleigh* è strettamente correlata al profilo di velocità delle onde di taglio S orizzontali. Poiché inoltre $0.87 < V_R / V_S < 0.96$ (Aki e Richards, 1980), al fine di ottenere l'andamento delle V_S con la profondità, la curva di dispersione sperimentale viene analizzata con una procedura di inversione. La frequenza minima cui la curva di dispersione risulta riconoscibile vincola la profondità d'indagine.



La procedura richiede che il microtremore sismico sia relativamente omogeneo intorno al sito di misura; che il modello di sottosuolo sia assimilabile al caso di strati piani e paralleli e che alla base del modello sia posto un semispazio a spessore infinito.

Se i requisiti geometrici non sono soddisfatti, i risultati forniti dall'*array* vanno interpretati come valori medi nell'intorno investigato.

Si fa notare che in relazione a questo modello le V_P e la densità ρ dei mezzi sono quasi ininfluenti. Pertanto i valori di V_P e ρ che compaiono nelle tabelle alle pagine seguenti vanno considerati come indicativi.

Allo scopo di ottenere la curva di dispersione delle *onde di Rayleigh* (relazione tra la velocità di propagazione e le frequenze), le componenti verticali del moto del suolo registrate vengono elaborate attraverso:

analisi tipo REMi (*REFRACTION MICROTREMOR*, Louie, 2001). Le tracce vengono segmentate in finestre temporali nel dominio frequenza-velocità di fase (*trasformata $w-V$* , o *slant-stack*, *trasformata di Fourier*) al fine di discriminare l'energia associata alle *onde di Rayleigh*, secondo il metodo *Refraction Microtremor*. Viene analizzato l'esito dell'elaborazione in ciascuna finestra e vengono quindi selezionate quelle informative. Il risultato è ottenuto dalla media delle analisi delle finestre selezionate;

Il risultato dell'analisi tipo ReMi è rappresentato mediante grafici ad isolinee ed illustrato graficamente nel paragrafo successivo. E' rappresentato il contenuto energetico delle onde di Rayleigh presente nel rumore sismico ambientale, in funzione della frequenza e della velocità di fase di propagazione dell'onda di superficie. Si stima generalmente una tolleranza nella valutazione della velocità delle V_s pari a circa il 5% nei primi strati del sottosuolo; fino a circa il 15% per gli strati più profondi.



17.4 - **UBICAZIONE DELLE INDAGINI**

La scelta dell'ubicazione dei punti di misura geofisica è stata stabilita in modo da indagare il territorio in alcune località significative e rappresentative, quali aree prevedibili di sviluppo urbanistico o aree già edificate. Ovviamente non è possibile valutare tutte le condizioni geologico stratigrafiche comunali a cui si rimanda la ricerca nella fase progettuale esecutiva di ogni singolo intervento.

Sono state realizzate tre località di misura del profilo delle onde di taglio orizzontale, denominate Remi 1, 2, 3.

18 - **PROFILO STRATIGRAFICO DELLE ONDE ORIZZONTALI V_s 30 – REMI 1**

Le Figure seguenti illustrano il profilo di velocità delle onde S associato alla curva sperimentale di dispersione energetica nell'area di misura Remi 1 (v. Tavola allegata).

Nelle Tabelle sono riportati i valori del miglior modello di *adattamento* interpretato dall'inversione dei dati. Il computo del parametro V_{s30} , secondo le *Norme Tecniche per le Costruzioni* (D.M.14/01/2008), è calcolato utilizzando la formula:

$$V_{s30} = 30 / \sum \frac{h_i}{V_{si}}$$

in cui h_i e V_{si} sono spessori e velocità dei singoli strati.

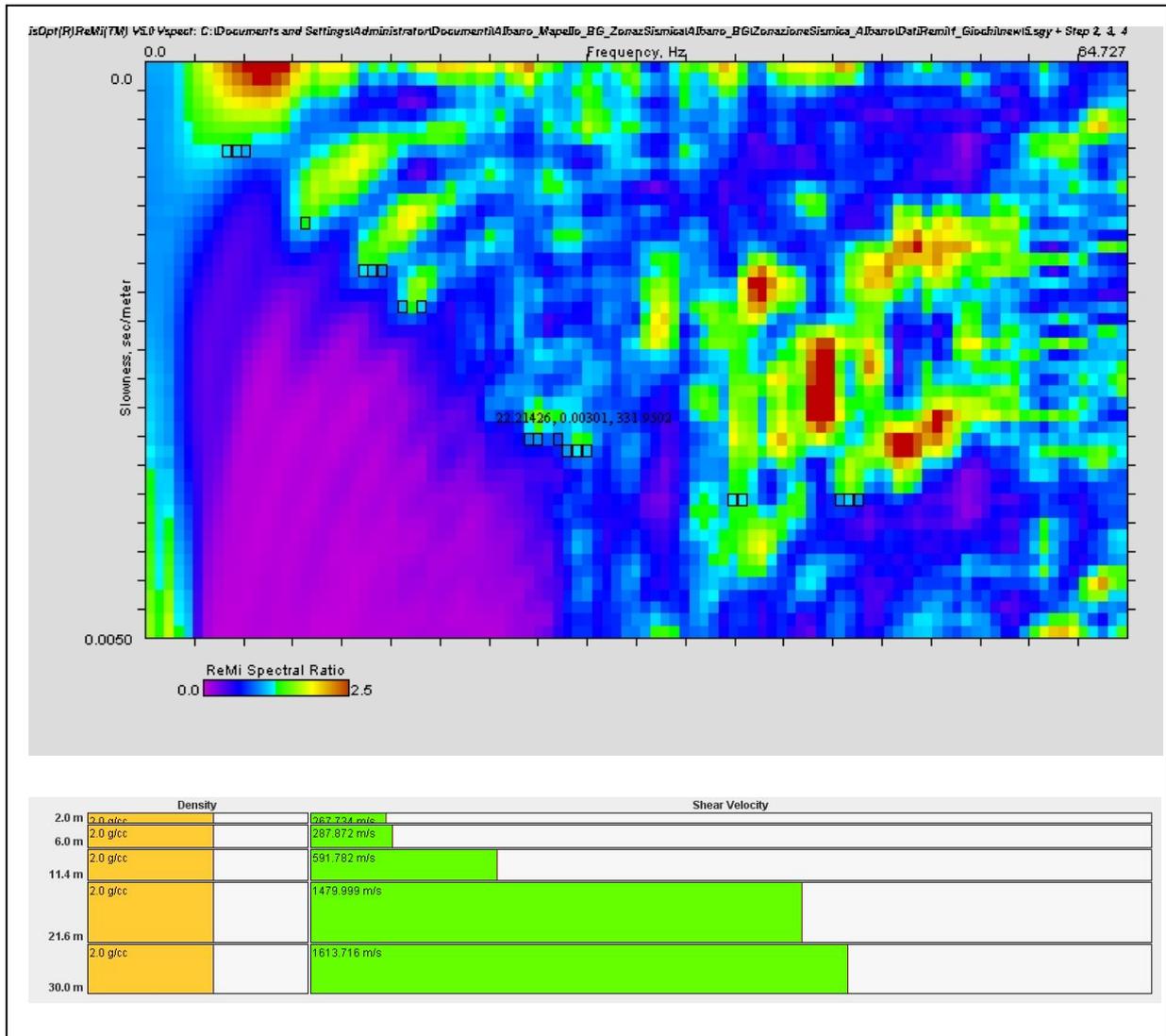
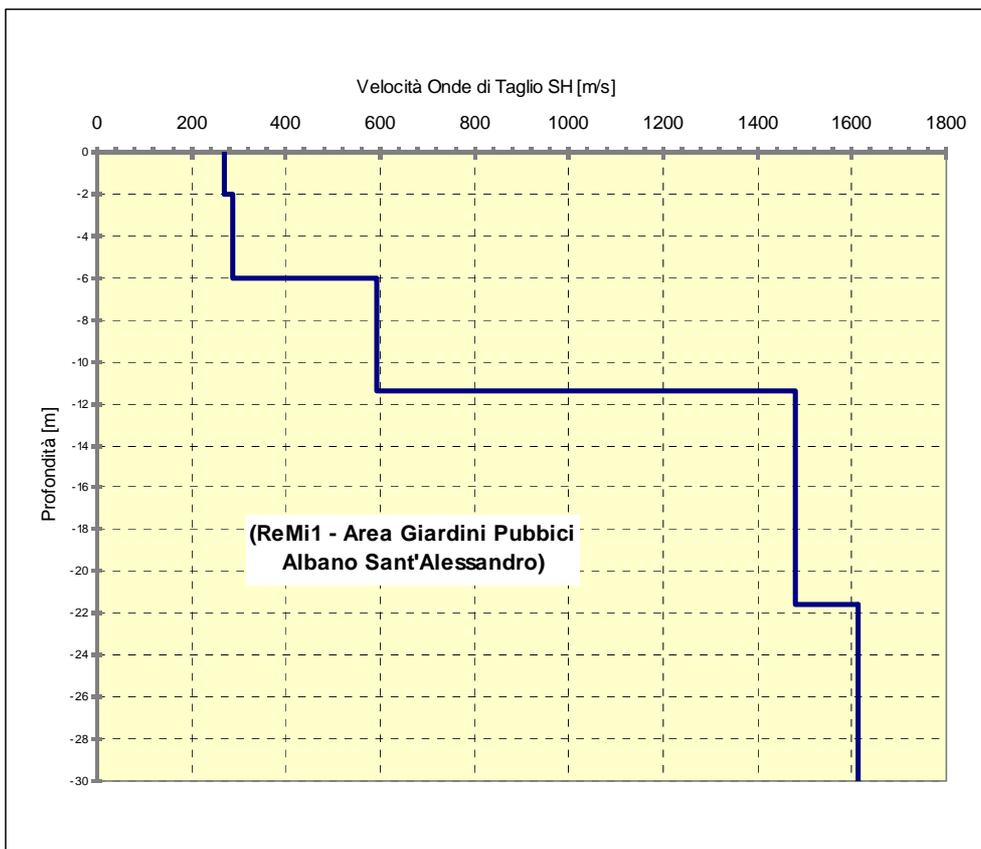


Figura 3 – REMI 1 - Dispersione della Velocità di fase delle onde di Rayleigh per il sito *ReMi* - RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Vs [m/s]	Profondità [m]
267.7	-2.0
287.9	-6.0
591.8	-11.4
1480.0	-21.6
1613.7	-30.0

Vs(0.0-30.0 m) = 704 m/s

Dalle indagini dirette di tipo geofisico effettuate, risulta che l'area di indagine, presenta una litologia compatibile con la Categoria di suolo (D.M.14/01/2008 - O.P.C.M. N. 3274/2003) descritta nella seguente TABELLA.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille (Nspt >50 o cu >250 kPa):

V_{s30} 360-800 m/s

Tabella 5 - Inquadramento della CATEGORIA DI SUOLO DEL SITO, AI SENSI D.M.14/01/2008

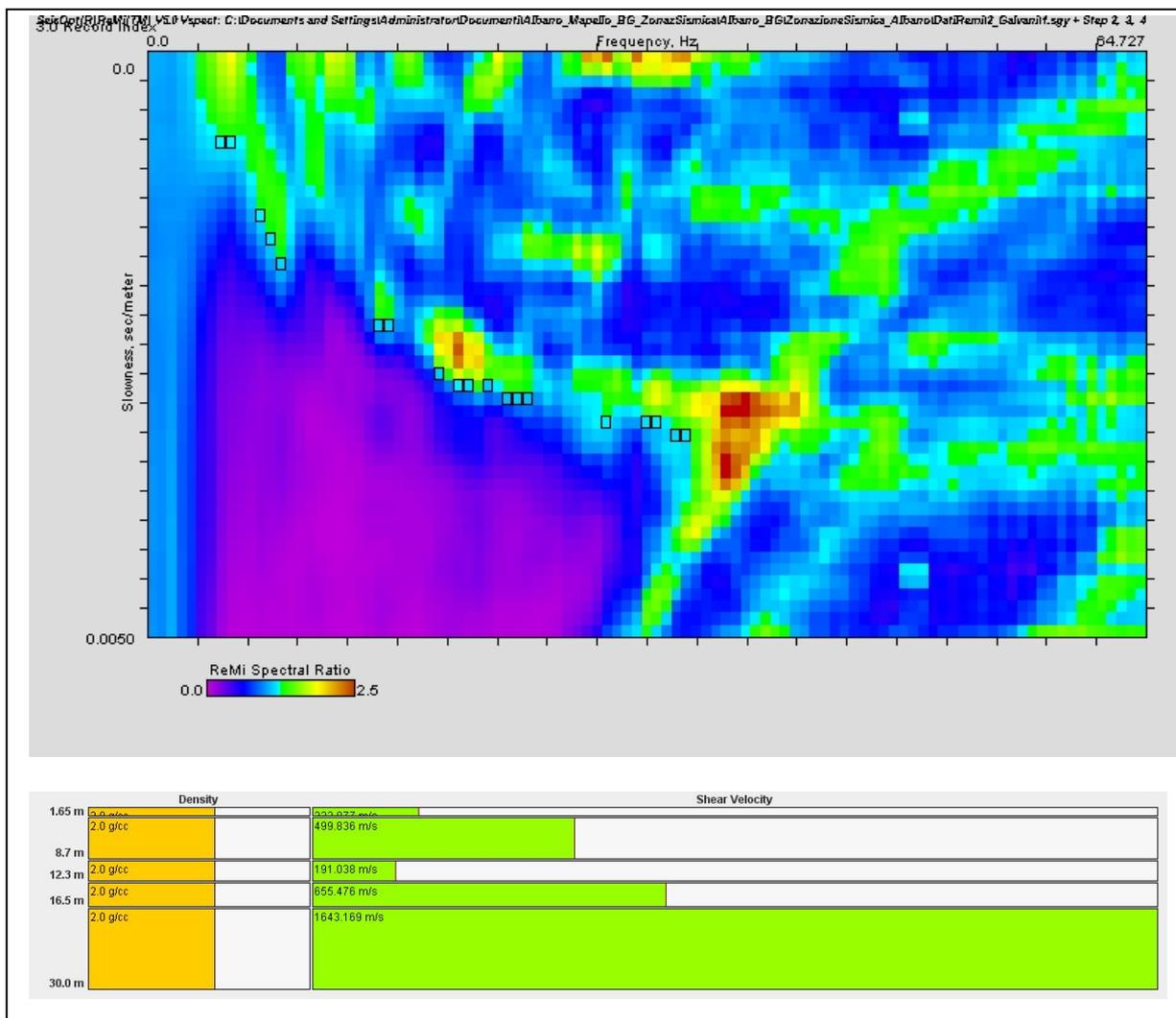
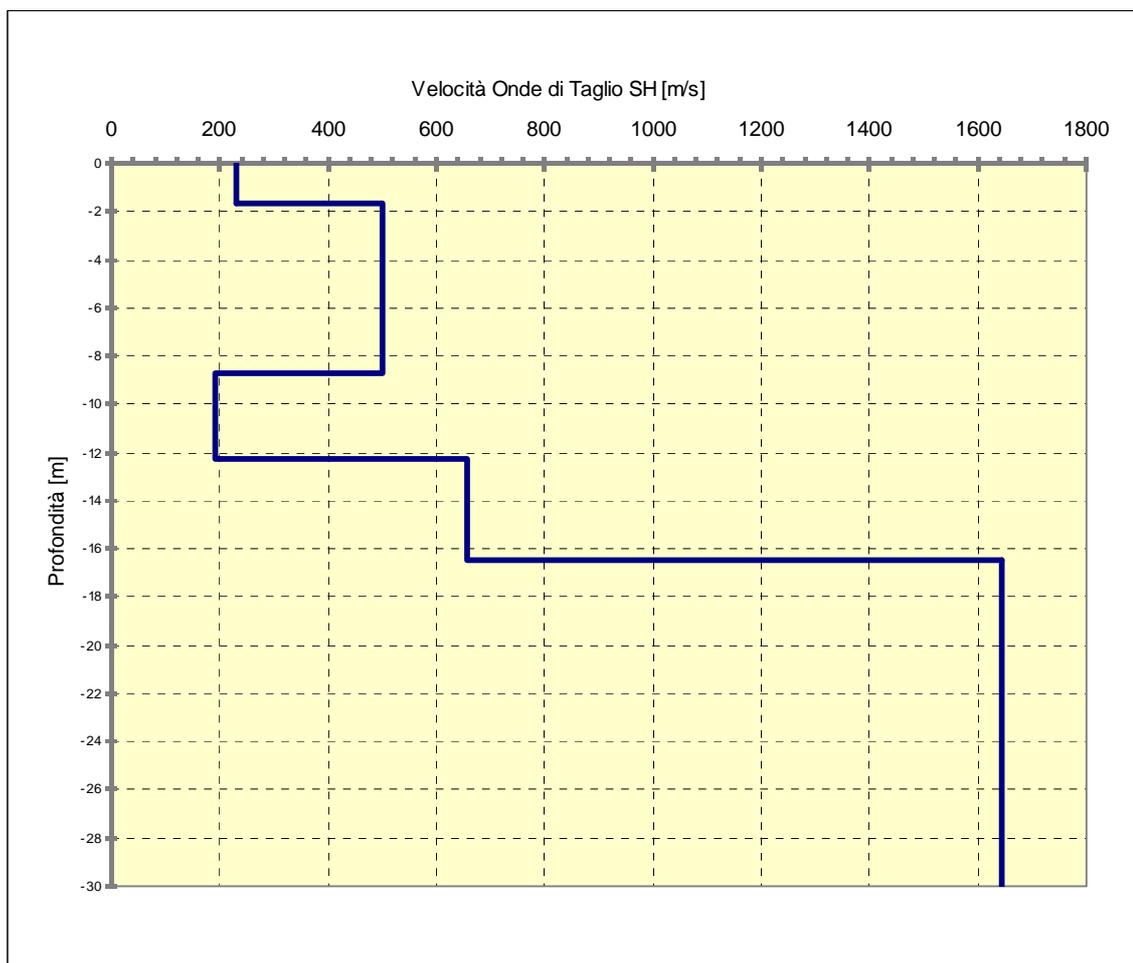


Figura 4 – REMI 2 - Dispersione della Velocità di fase delle onde di Rayleigh per il sito *ReMi* - RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Vs [m/s]	Profondità [m]
232.1	-1.7
499.8	-8.7
191.0	-12.3
655.5	-16.5
1643.2	-30.0

Vs(0.0-30.0 m) = 549 m/s

Dalle indagini dirette di tipo geofisico effettuate, risulta che l'area di indagine, presenta una litologia compatibile con la Categoria di suolo (D.M.14/01/2008 - O.P.C.M. N. 3274/2003) descritta nella seguente TABELLA.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille (Nspt >50 o cu >250 kPa):

V_{s30} 360-800 m/s

Tabella 6 - Inquadramento della CATEGORIA DI SUOLO DEL SITO, AI SENSI D.M.14/01/2008

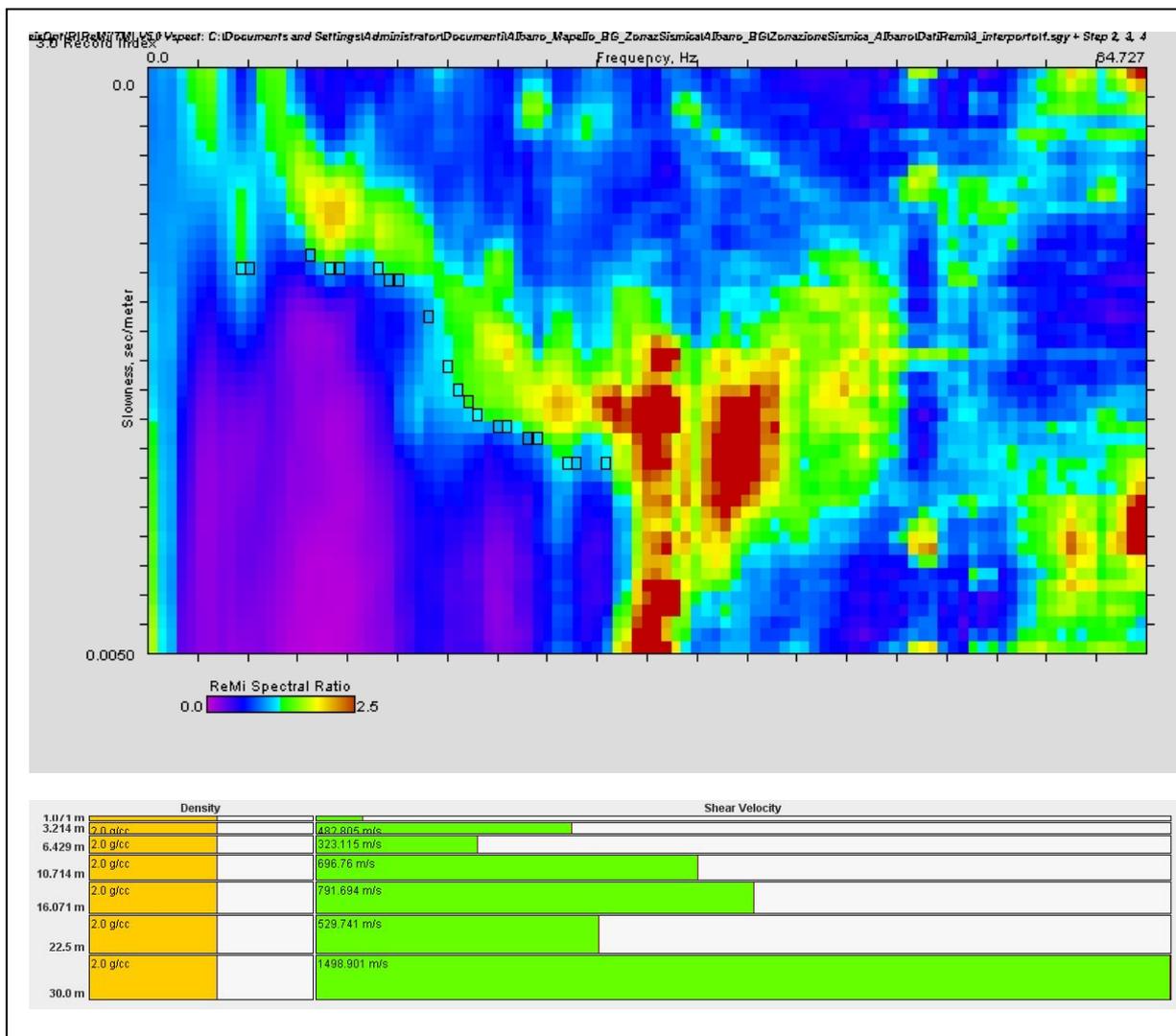
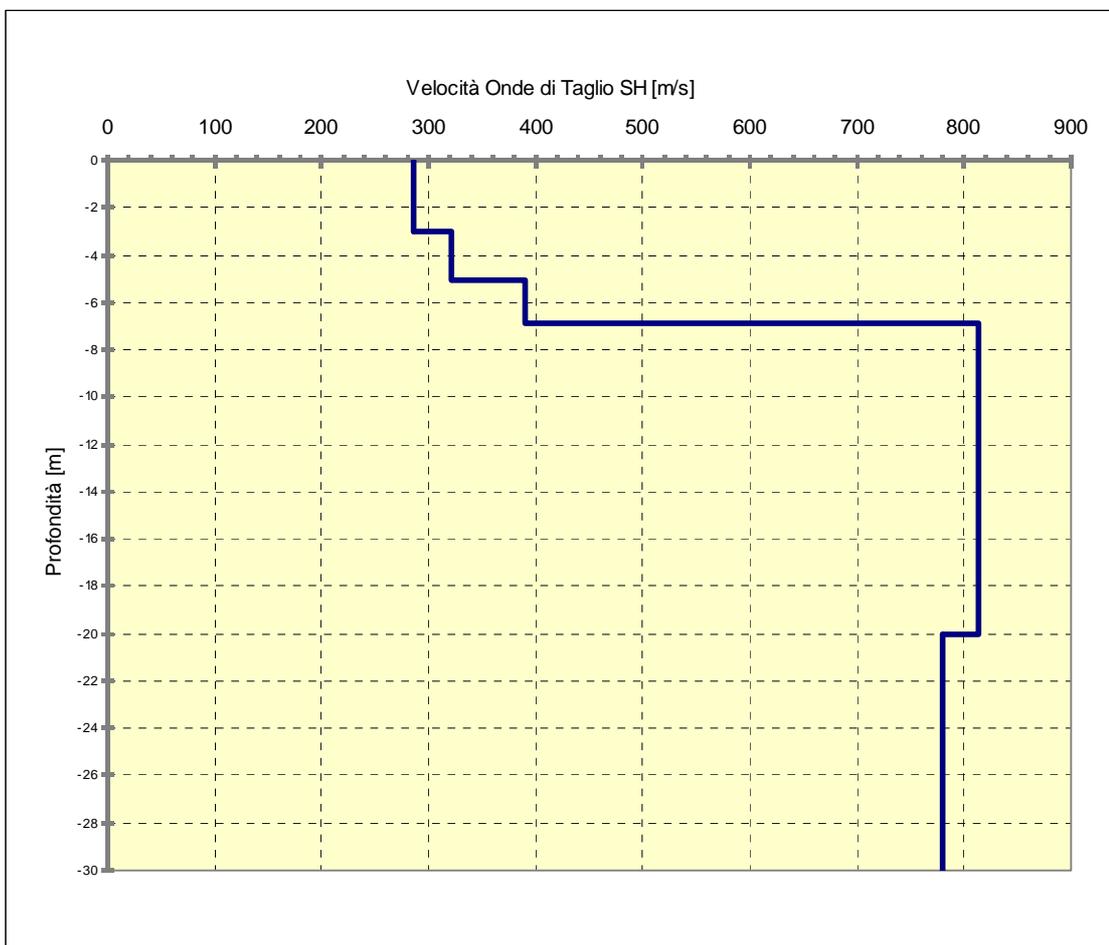


Figura 5 – REMI 3 - Dispersione della Velocità di fase delle onde di Rayleigh per il sito *ReMi* - RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Vs [m/s]	Profondità [m]
285.6	-3.0
320.4	-5.1
390.1	-6.9
812.9	-20.0
779.2	-30.0

Vs(0.0-30.0 m) = 593 m/s

Dalle indagini dirette di tipo geofisico effettuate, risulta che l'area di indagine, presenta una litologia compatibile con la Categoria di suolo (D.M.14/01/2008 - O.P.C.M. N. 3274/2003) descritta nella seguente TABELLA.

B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille (Nspt >50 o cu >250 kPa):

V_{s30} 360-800 m/s

Tabella 7 - Inquadramento della CATEGORIA DI SUOLO DEL SITO, AI SENSI D.M.14/01/2008



19 - VERIFICA DEGLI EFFETTI DI SITO IN RELAZIONE ALL'AMPLIFICAZIONE SISMICA NEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Sulla base dei parametri misurati sono state individuate le litologie prevalenti, in base ai parametri indicativi presenti nelle schede di valutazione. Per la valutazione dei fattori di amplificazione generati e dipendenti dalla copertura detritica è stata scelta, pertanto, la scheda LITOLOGIA LIMOSO-ARGILLOSA TIPO 1. La scelta è considerata cautelativamente valida per l'intero territorio comunale caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali di spessore variabile pari ad alcuni o parecchi metri, in livelli suborizzontali.

Colonna stratigrafica	Periodo proprio deposito T (s)	Fa _{0,1-0,5}	Fa _{0,5-1,5}
ReMi 1 Scheda Litologia Ghiaiosa, Curva 2	0,106	1,2	1,0
ReMi 2 Scheda Litologia Limoso-Argillosa Tipo 1, Curva 2	0,13	1,3	1,05
ReMi 3 Scheda Litologia Ghiaiosa, Curva 3	0,08	1,1	1,0

Tabella 8 – Valutazione *Periodo di risonanza T* – *Fattore di amplificazione di sito Fa* per il sito di misura geofisica del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro.

Per ogni stratigrafia tipo individuata è stato calcolato il periodo proprio che è in funzione delle velocità e dello spessore di ciascuno strato e verificato il valore di *Fa* negli intervalli 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s. E' stata valutata la curva appropriata in funzione della velocità e dello spessore del primo strato; nella Tabella 7 si riportano i risultati.

Dalla consultazione della banca dati [soglielomb.xls](http://www.territoio.regione.lombardia.it) (www.territoio.regione.lombardia.it), estratta nella tabella seguente per il Comune di Albano Sant'Alessandro, si hanno i seguenti valori soglia, per i suoli prevedibili nel territorio comunale:

per l'intervallo di periodo tra 0,1-0,5 s, (Suolo B) Valore soglia = 1,5;



per l'intervallo di periodo tra 0,5-1,5 s, (Suolo B) Valore soglia = 1,7.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	B	C	D	E
Albano Sant'Alessandro	3	1.5	1.9	2.3	2.0

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	B	C	D	E
Albano Sant'Alessandro	3	1.7	2.4	4.3	3.1

Tabella 9 – Regione Lombardia, banca dati valori soglie_lomb.xls per il Comune di Albano Sant'Alessandro.

Il confronto tra il valore del Fattore di amplificazione [Fa], interpolato nella Curva della scheda di valutazione scelta implementato attraverso la presente ricerca, ed il valore di soglia per il tipo di suolo considerato [B], indica come la norma è generalmente in grado di tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica rilevati nell'area specifica di indagine.

$$Fa_{0.1-0.5\text{ s}} [1,2; 1,3; 1,1] \leq [B = 1,5] \quad \text{Verificato}$$

$$Fa_{0.5-1.5\text{ s}} [1,0; 1,05] \leq [B = 1,7] \quad \text{Verificato}$$

Sulla base dei risultati conseguiti, nell'ottica della valutazione del sottosuolo dell'area in relazione ai parametri di amplificazione sismica locale (RSL Risposta Sismica Locale), così come previsti con specifico regolamento regionale, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri N. 3274 del 20 Marzo 2003, Norme tecniche per le costruzioni DM 14 /01/2008, si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 3.

Questa valutazione emerge dall'analisi *strumentale e stratigrafica e diretta* realizzata per la presente ricerca. Si ritiene la valutazione sia di grado di *attendibilità* MEDIO-ALTA, secondo le indicazioni per la valutazione del grado di giudizio previste dalla normativa regionale L.R. 12/2005 ed in relazione alle metodologie di analisi strumentale attuate.



20 - EFFETTI MORFOLOGICI PREVEDIBILI NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Con riferimento alla normativa regionale, la procedura semplificata considera la valutazione di scenari di pericolosità per amplificazione sismica in corrispondenza di alcune forme geomorfologiche del territorio. Queste forme sono geometricamente definibili attraverso pendenze, altezze e dislivelli, gradi di arrotondamento delle forme morfologiche del paesaggio. Le caratteristiche morfometriche si ritrovano generalmente in corrispondenza di versanti, cigli di scarpata, creste arrotondate o appuntite di rilievi collinari e montuosi.

Dalla valutazione della morfologia e morfometria del territorio comunale, applicando i parametri previsti dalla normativa secondo i caratteri morfologici rispondenti ai criteri geometrici, sono stati valutati il fattore di amplificazione sismica di tutte le "creste" rocciose individuabili nel territorio comunale.

Sulla base dei calcoli svolti descritti analiticamente nelle allegate tabelle, non si prevedono effetti di amplificazione sismica di sito potenzialmente generabili dalle specifiche condizioni morfologiche del Comune di Albano Sant'Alessandro.



21 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA ZONAZIONE SISMICA COMUNALE

Dalle misure effettuate nella zona oggetto di studio è emerso che le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo nel campo di interesse ingegneristico sono legate ai sedimenti ghiaiosi, argillosi e limosi sovrastanti depositi con ghiaie del primo sottosuolo.

E' inoltre emersa una V_s media misurata per le coperture sensibili di circa 250-300 m/s. In funzione dello spessore delle coperture sovrastanti gli strati rigidi⁶ si determinano frequenze di risonanza calcolabili in prima approssimazione sulla base della formula $f = V_s / 4h$, con h pari allo spessore delle coperture. La coincidenza tra determinati spessori di copertura e le frequenze di vibrazione delle strutture determina la fascia di vulnerabilità indicata nella figura seguente per fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura.

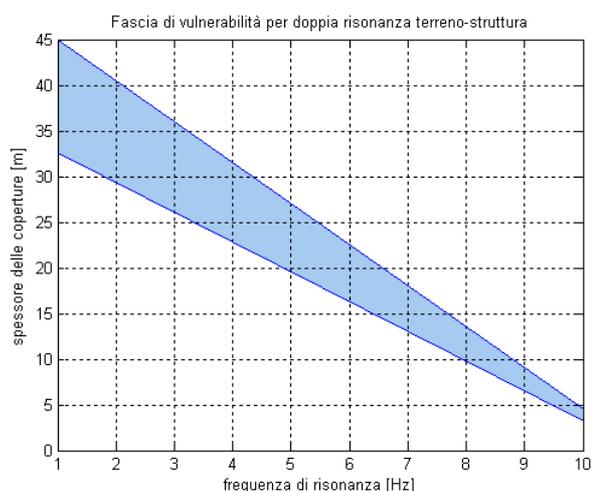


Tabella 10 - Comune di Albano Sant'Alessandro - Fascia di vulnerabilità per doppia risonanza terreno-struttura

La tipologia di suolo di fondazione risultante dalle prove geofisiche realizzate ad esemplificazione applicativa in alcune zone del Comune di Albano Sant'Alessandro è corrispondente alla CATEGORIA DI SUOLO B (Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008).

⁶ Gli strati rigidi superficiali in questa zona non costituiscono un substrato (*bedrock*) in senso stretto, caratterizzato da $V_s > 800$ m/s ma risultano comunque assimilabili a *bedrock (bedrock-like)*, in considerazione delle frequenze di risonanza che possono generare.



B. Sabbie e ghiaie molto addensate, argille (Nspt >50 o cu >250 kPa):

V_{s30} 360-800 m/s

Tabella 11 – Inquadramento della CATEGORIA DI SUOLO PREVALENTE DEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO, AI SENSI O.P.C.M. N. 3274/2003.

Il confronto tra i valori di F_a ottenuti dalla valutazione di 2° livello ed i valori di soglia suggeriti dalla normativa indicano come la norma è generalmente in grado nei periodi valutati utili di tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica rilevati nel territorio.

Eventuali effetti di amplificazione litologica sono comunque da considerarsi trascurabili essendo la probabilità del verificarsi di eventi sismici, con epicentro in questa parte del territorio, del tutto remota.



22 - NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE PER LE COSTRUZIONI DEL TERRITORIO COMUNALE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG) – ZONA SISMICA 3 – CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA E RIFLESSI SULLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

(Allegati 07,08, 09, 10 e 11)

Le Norme Tecniche di Attuazione previste vengono descritte alla luce della nuova normativa di settore.

Tutte le prescrizioni di seguito riportate sono valide, ferma restando la necessità di ottemperare per tutti gli interventi, in fase di progettazione esecutiva, a quanto previsto per le “*Norme tecniche per le costruzioni*” D.M. 14/01/2008, la Cir. LL.PP. 24.09.1988 n°, 30483; il D.P.R. 10 Sett. 1990 n. 285; la L.R. Lombardia 12/2005 e s.m.i.; la L.R. 41/97.

Sono inoltre riportati ai paragrafi successivi i risultati emersi dalla presente ricerca con i criteri di applicazione previsti dalla normativa stessa “*Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio*”, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005 e aggiornamento D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 .

Ciò è ad utilizzo dei tecnici incaricati nella futura progettazione edilizia delle strutture e delle infrastrutture pubbliche e private, per cui dal presente studio potranno trarre le conseguenti valutazioni e suggerimenti che sarà utile considerare per ciascun caso.

La Carta di Fattibilità Geologica è il risultato della valutazione mediata di tutti gli elementi studiati e, in sintesi, del rischio geologico come illustrato nell'apposito documento precedentemente descritto e qui tradotto in classi di fattibilità.

Il territorio del comune è stato suddiviso in quattro classi di fattibilità, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 6 Agosto 1998 - n.6/37918 “*Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale, come disposto dall'art. 3 della*



legge regionale 24 novembre 1997, n° 41” e successiva L.R. 12/2005 e aggiornamento D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 .

La definizione delle aree a differente fattibilità geologica deriva dall’analisi comparata di tutti gli elementi fisiografici primari (geologici, geomorfologici e geologico - tecnici) rapportati con i specifici caratteri di pericolosità o sensibilità ambientale.

In particolare, ai fini della zonazione, si è tenuto conto delle valutazioni della pericolosità dei singoli fenomeni, degli scenari di rischio conseguenti e della componente geologico - ambientale.

L’assegnazione di una data zona ad una specifica classe di fattibilità geologica può essere modificata solo nel caso che i vincoli di carattere geologico - tecnico gravanti, individuati nel presente lavoro, vengono meno per operazioni di bonifica/sistemazione.

La bonifica/sistemazione può essere effettuata sia attraverso interventi pubblici che privati.

Essendo la carta di fattibilità un documento base delle scelte progettuali alla base del P.G.T. e facendo parte integrante del piano, per la modifica delle classi (areale e di consistenza) si deve adottare la medesima procedura tecnico - amministrativa prevista per varianti al P.G.T..

Si pone l’accento inoltre che la suddivisione delle aree non è stata operata in base alle difficoltà tecniche di caratterizzazione geologico - tecnica delle aree, ma in base alle prevedibili difficoltà di realizzazione delle opere o di messa in sicurezza dei lotti derivate dall’analisi qui effettuata.

22.1 - CLASSE 1: FATTIBILITA’ SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all’utilizzo a scopi edificatori e/o modifica della destinazione d’uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritti dalle *Norme Tecniche delle Costruzioni*, di cui *alla normativa nazionale*.



Si tratta di aree per le quali non sono state individuate situazioni di rischio geologico o comunque problemi tali da richiedere approfondimenti di indagine geologica e/o interventi in questo specifico settore, per cui non vi sono preclusioni o attenzioni di carattere geologico, che in qualche maniera influenzino il loro utilizzo per l'urbanizzazione od alla modifica della destinazione d'uso delle particelle. Si tratta tutt'al più di prevedere, come dovrebbe essere opportuno in qualsiasi luogo, quegli accorgimenti che consentano un corretto smaltimento delle acque reflue ed una sistemazione dei terreni movimentati stabile e rispettosa dell'ambiente.

Non sono state rinvenute aree con classe di fattibilità 1.

Comprende pertanto quelle aree caratterizzate da una struttura geologico – ambientale favorevole alla realizzazione ed allo sviluppo del tessuto urbanistico. In esse viene quindi identificata una situazione ottimale al fine di un potenziale sviluppo, anche diversificato, in ambito urbanistico – edificatorio.

22.2 - CLASSE 2: FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico - tecnico od idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica. Queste ultime non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.



Sono comprese pertanto quelle aree caratterizzate da una struttura geologica favorevole alla realizzazione ed allo sviluppo del tessuto urbanistico, con comunque necessità di soluzioni progettuali finalizzate all'identificazione, caso per caso, delle condizioni specifiche di esercizio e della tipologia delle strutture di fondazione o contenimento, conservative ai fini della stabilità a lungo periodo delle opere medesime.

La classe 2 comprende le aree con discrete caratteristiche geologico tecniche al fine di un potenziale sviluppo, anche diversificato, in ambito urbanistico – edificatorio.

Possono essere presenti modesti fenomeni di dissesto superficiali o fenomeni alluvionali di scarso rilievo; possono sussistere inoltre modesti problemi di carattere idrogeologico o geotecnico per le scarse caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione.

Nel territorio comunale di Albano Sant'Alessandro ricadono in Classe 2 gran parte delle aree pianeggianti di fondovalle costituite da terreni alluvionali ed eluvio-residuali, di prevalente composizione limo-argillosa, con bassa soggiacenza della falda idrica sotterranea, captata da numerosi pozzi, generalmente non idropotabili, e conseguentemente condizioni di vulnerabilità elevata.

L'assetto geologico dell'area comunale ha caratteristiche lito-stratigrafiche complesse, con passaggi laterali frequenti da terreni argillosi a terreni ghiaiosi interdigitati fra loro in strutture lenticolari. Tale configurazione determina una idrogeologia sotterranea complessa, in cui il tetto della falda idrica principale, a bassa soggiacenza (8 – 15 m da p.c.) si instaurano localmente falde sospese, connesse anche alla filtrazione laterale degli alvei torrentizi. Durante gli scavi di opere edilizie potrebbero essere intercettate emergenze idriche anche consistenti che potrebbero creare problemi di ristagni e di drenaggio.

Ricade in Sottoclasse 2 a gran parte del territorio comunale: la zona centro-meridionale e una fascia occidentale entrambe limitrofe alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua.



Nell'area contraddistinta come Classe di fattibilità 2 sulle quali è prevista una modificazione della destinazione d'uso o la costruzione di nuovi insediamenti, devono essere prodotte indagini geologiche e/o geotecniche.

Tali indagini dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento i mutui rapporti con la geologia e la geomorfologia, i sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali, tenendo particolarmente conto dei dati di precipitazione breve ed intensa.

Dovranno inoltre essere eseguite indagini geotecniche puntuali, nel senso che devono essere direttamente riferite alla tipologia ed alla consistenza dell'intervento proposto.

Elenco tipologie principali ove è obbligatoria la relazione geologica

(classe fattibilità n° 2)

- opere nel sottosuolo:
 - ◆ scavi per reti tecnologiche private oltre 1 metro di profondità
 - ◆ scavi per reti tecnologiche pubbliche in qualsiasi profondità
 - ◆ cunicoli, gallerie, trincee
 - ◆ vasche
 - ◆ autorimesse
 - ◆ ecc.
- pozzi drenanti per scarichi acque meteoriche, reflue ad uso civile, ecc.
- opere di drenaggio per acque superficiali tenendo particolarmente conto dei dati di precipitazione breve ed intensa.
- consolidamento terreni, consolidamento edifici in muratura
- opere di bonifica e regimazione idraulica
- abitazioni civili di nuova costruzione oltre i 1.000 mc
- nuovi insediamenti produttivi (si richiedono specificatamente indagini geotecniche per realizzazione capannoni)
- opere di fondazione interessate dal fenomeno dell'umidità sia per percolamento dal terreno circostante sia per risalita capillare



- recinzioni in laterizio, in pietra e in calcestruzzo
- strade di viabilità interne: da silvo-pastorale a comunale
- opere di difesa fluviale
- P.L., P.I.P., piani urbanistici particolareggiati o attuativi in genere, strade, insediamenti industriali, opere pubbliche.

Tali indagini dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia, con la geomorfologia e l'idrogeologia del sito oltre al buon governo delle acque di scorrimento superficiale.

Si dovranno valutare pertanto le interferenze prodotte da eventuali scavi e/o riporti nei confronti della stabilità locale e generale del pendio ed in relazione al grado di permeabilità dei terreni, dovranno essere opportunamente valutati e dimensionati i sistemi di drenaggio, di raccolta e di smaltimento delle acque superficiali, facendo attenzione ad evitare lo scarico nel sottosuolo di agenti inquinanti.

Le suddette indagini, sulla base dell'entità dell'intervento e a discrezione del professionista incaricato, potranno essere costituite o da una semplice relazione geologica o richiedere specifici approfondimenti geotecnici attraverso l'effettuazione di prove penetrometriche in sito, sondaggi diretti, indagini geofisiche, analisi geostrutturali degli ammassi rocciosi potenzialmente instabili, ecc.; l'area di studio si dovrà estendere per un intorno significativo rispetto all'intervento edificatorio proposto.

In ogni caso, anche per interventi di piccola entità, l'Amministrazione Comunale potrà chiedere la relazione geologica se riterrà che l'intervento possa interferire significativamente con edifici vicini o con le condizioni geologiche locali.

In particolare si ritiene opportuno, per la realizzazione di qualsiasi nuovo edificio, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno 10 metri dal ciglio di scarpate morfologiche di qualsiasi origine se classificate in classe 3 ed almeno 20 metri dal ciglio di scarpate in classe 4.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di cigli di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che



tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es: realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

In funzione delle caratteristiche del territorio comunale di Albano Sant'Alessandro si è ritenuto necessario specificare due sottoclassi:

- **Sottoclasse 2a:** con problematiche di tipo idrogeologico.

Per l'edificato esistente non vi sono limitazioni per interventi di manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia e restauro.

Per le nuove costruzioni si richiede, invece, un'indagine geologica e idrogeologica supportata da prove geotecniche in situ che accertino le eventuali interferenze dell'intervento con le varie componenti ambientali e con la soggiacenza della falda. Per la falda freatica dovrà essere inoltre valutato l'effettivo grado di vulnerabilità della falda idrica da definire con le metodologie più appropriate anche ai fini della valutazione della suscettività alla liquefazione dei terreni per una corretta progettazione antisismica delle fondazioni degli edifici.

La relazione geologica dovrà evidenziare gli eventuali interventi necessari per ridurre l'impatto dell'intervento sul territorio e contenere le pericolosità naturali esistenti.

Altre indagini specifiche di carattere geotecnico dovranno essere valutate da tecnico abilitato sulla base delle ipotesi progettuali e delle caratteristiche del terreno oggetto di intervento. Tali valutazioni, in forma di perizia, costituiscono parte integrante del progetto.



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

Nel territorio comunale di Albano Sant’Alessandro le zone rientranti nella Sottoclasse 2 a sono le seguenti: le aree centro-meridionali e centro-occidentali del territorio comunale, un’area nord-occidentale esterna alle fasce di rispetto dei corsi d’acqua in particolare Torrente Zerra, Roggia Borgogna, Roggia Roncaglia, Roggia Passi Albana.



22.3 - CLASSE 3: FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

La classe comprende le zone nelle quali si sono riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo per scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, per le condizioni di pericolosità / vulnerabilità individuate, entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nella Classe 3 sono comprese aree acclivi potenzialmente soggette all'influenza di fenomeni di dissesto idrogeologico e fenomeni alluvionali con trasporto in massa, terreni con scarsa qualità geotecnica o potenziale instabilità, forme di degrado antropico.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto necessariamente subordinato alla realizzazione di indagini dettagliate finalizzate all'acquisizione di una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, mediante campagne geognostiche, prove in situ e di laboratorio, nonché mediante studi specifici di varia natura (geologici, geofisici, idrogeologici, idraulici, ambientali, pedologici, ecc.) in relazione alla sottoclasse di fattibilità di appartenenza e alle problematiche individuate.

Ciò dovrà consentire di precisare le idonee destinazioni d'uso, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le necessarie opere di sistemazione e bonifica. Per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato. Potranno essere inoltre predisposti idonei sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto o indotti dall'intervento.

Pur tenendo conto del fatto che sarebbe opportuno limitare nuovi consistenti insediamenti nelle aree appartenenti alla Classe 3, si ribadisce naturalmente che in questo caso le relazioni geologiche e geologico-tecniche andranno eseguite sui



nuovi fabbricati singoli e su tutti quegli interventi che presentano un significativo impatto sul territorio (es. viabilità, reti tecnologiche, ecc.).

Anche in questo caso si ritiene opportuno, nella situazione della realizzazione di qualsiasi edificio, di mantenere una distanza di sicurezza di almeno 20 metri dal ciglio di scarpate in classe 4.

Nel caso di realizzazione di edifici in prossimità di un ciglio di scarpata si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità della scarpata sottostante che tengano in considerazione l'applicazione del sovraccarico che comporta la realizzazione dell'edificio.

Nel caso che la realizzazione dell'edificio comporti la formazione di un fronte di scavo a monte e/o ai lati (es: realizzazione di un edificio su un pendio inclinato, esecuzione di box e di locali interrati in fregio a edifici esistenti e magari di vecchia costruzione), si ritiene necessaria la predisposizione di verifiche di stabilità del pendio in relazione alla realizzazione del fronte di scavo previsto. Questo per predisporre un progetto adeguato in merito alle opere di sostegno necessarie evitando così che l'esecuzione di scavi in prossimità di edifici esistenti possano indurre lesioni nelle strutture adiacenti.

La classe 3 comprende aree di discariche, aree di piattaforma ecologica, aree con rete idrografica artificiale principale, le zone di rispetto dei pozzi potabili, l'area di rispetto cimiteriale.

Rispetto alle precedenti aree, quelle rientranti nella 3 classe di fattibilità, presentano una maggiore diffusione ed estensione delle criticità legate all'assetto geomorfologico dei versanti e comportano, quasi sempre, la necessità di realizzare opere di difesa idrogeologica o idraulica.

Non sempre queste opere dovranno essere collocate nell'area contrassegnata della classe di appartenenza, ma al contrario potranno collocarsi in aree esterne.

All'interno di questa classe si è ritenuto inoltre di segnalare in modo opportuno le aree rientranti nelle "Zone di rispetto" (raggio di 200 m) di derivazioni d'acqua captate



per uso potabile, così come definite dal R.D. 523/1904 e D. Lgs. 152/06 e s.m.i., e più in generale il loro probabile bacino di alimentazione; infatti queste porzioni di territorio devono godere di una particolare attenzione visto il valore, sia in termini ambientali, sia in termini economici, del bene da tutelare.

Per i terreni compresi nella classe 3, quando ammessa, è ipotizzabile una edificazione di basso impatto geologico; per l'edificato esistente dovranno essere fornite indicazioni in merito alle indagini da eseguire per la progettazione e la realizzazione delle opere di difesa, sistemazione idrogeologica e degli eventuali interventi di mitigazione degli effetti negativi indotti dall'edificato.

Le indagini geologiche dovranno essere realizzate e consegnate presso l'Amministrazione Comunale all'atto del rilascio della concessione edilizia e previo parere dell'Ufficio Tecnico Comunale settore ambientale.

Anche per questa classe si è ritenuto pertanto di distinguere alcuni sottoclassi in funzione delle diverse problematiche che caratterizzano il territorio comunale:

- **Sottoclasse 3a:** con problematiche di geomorfologico.

Per l'edificato esistente sono consentiti interventi manutentivi, di risanamento conservativo e restauro.

Interventi di ristrutturazione comportanti la sostituzione di elementi costitutivi dell'edificio, l'edificazione di nuovi insediamenti, progettazioni di ricomposizione urbanistica, dovranno essere accompagnati da relazione geologica e geotecnica. Tale relazione dovrà evidenziare le problematiche geologiche dell'area oggetto di intervento e parametrizzare, da un punto di vista geotecnico, i terreni interessati dalle fondazioni.

Qualsiasi scavo che comporti sbancamento di versante con arretramento dovrà essere documentato da verifica di stabilità del profilo originario e finale.



Se il materiale di risulta sarà collocato in area classificata 3a si dovrà documentare l'idoneità del luogo di conferimento e le modalità esecutive dell'intervento.

I progetti di nuovi insediamenti o le modifiche dell'edificato esistente necessarie per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari in aree sprovviste di collettamento o impossibilitate ad usufruire della rete esistente, dovranno essere accompagnati da relazione idrogeologica che attesti l'idoneità dei luoghi alla dispersione nel primo sottosuolo dei reflui liquidi (D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e R.R. 2, 3 e 4 del 24.03.2006).

Interventi che prevedano rimodellamenti del terreno (anche senza asporto o riporto di materiale) devono essere supportati da una relazione geologica che verifichi la stabilità del nuovo profilo.

Qualsiasi modifica apportata alla rete viabilistica secondaria in essere (strade di accesso ai fondi, piste per la manutenzione dei boschi, etc..) dovrà essere attentamente valutata, progettata ed eseguita in modo da rispettare il regolare deflusso delle acque superficiali evitando occlusioni di canali di drenaggio e conseguenti ristagni d'acqua.

Rientrano in questa sottoclasse le aree collinari e montuose dei versanti settentrionale e meridionale della Valle d'Albano, quelli del Monte San Giorgio e parte del versante settentrionale del Monte Tomenone.

Queste aree presentano una pericolosità potenziale legata alla pendenza (da 20° a 35°) costituite da substrato subaffiorante o regolite misto a eluvio limo-argilloso, in qualche caso interessate da modesti movimenti superficiali (creep); le aree in oggetto sono vulnerabili dal punto di vista geomorfologico per potenziali condizioni di instabilità connesse anche con sfavorevole giacitura degli strati rocciosi o con la presenza di copertura eluviale spesso non protetta da macchia boschiva con buone funzioni regolatrici e di protezione delle acque di ruscellamento.

- **Sottoclasse3b:** con problematiche di tipo idrogeologico.

Le aree del comune di Albano Sant'Alessandro che rientrano in tale classe sono localizzate all'esterno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua della Roggia Borgogna,



della Roggia Roncaglia e della Roggia Passi Albana. Inoltre ricadono in questa classe le aree del versante destro della Valle d'Albano e la fascia di versante estesa circa NS nella porzione centrale del territorio comunale che raccorda gli ambiti collinari a quelli pianeggianti. Sono comprese inoltre in questa classe una piccola porzione a Sud del Comune in zona Santuario Madonna delle Rose e un'area potenzialmente allagabile ubicata a Sud della Roggia Roncaglia e a Ovest dell'insediamento della Polizia Provinciale.

Possibilità di intervento	
Edificazione	<p>POSSIBILE MA LIMITATA</p> <ul style="list-style-type: none">◆ Previa indagine geologica supportata da prove geotecniche in sito, ed eventualmente di laboratorio, per qualsiasi intervento edificativo e verifica di stabilità del pendio nel caso di edifici prossimi a cigli di scarpata, eventuale realizzazione di opere di drenaggio per garantire la stabilità degli edifici e dei manufatti in genere.◆ Previa indagine idrogeologica mirata alla ricostruzione dell'andamento, della soggiacenza e della escursione della falda, alla valutazione della permeabilità dei terreni e interazione eventuali piani interrati con il livello falda, alla valutazione della permeabilità dei terreni, vulnerabilità degli acquiferi.

- **Sottoclasse 3c:** con problematiche di amplificazione sismica media

L'area rientrante in questa classe è a zona del versante nordoccidentale del Monte San Giorgio.

Possibilità di intervento	
Edificazione	<p>POSSIBILE MA LIMITATA</p> <ul style="list-style-type: none">◆ Previa indagine geologica, sismica e idrogeologica supportata da prove geotecniche in sito, ed eventualmente di laboratorio, per qualsiasi intervento edificativo.◆ Previa valutazione dei parametri sismici sito-specifici e relative verifiche alle tensioni ammissibili e/o agli stati limite sia dal punto di vista geotecnico che strutturale ai sensi del D.M. 14.01.2008 "Testo Unico – Norme Tecniche delle Costruzioni"



- **Sottoclasse 3d:** con problematiche di tipo geotecnico

Nell'ambito del territorio comunale, in questa classe ricadono: la fascia di versante estesa circa NS nella porzione centrale del territorio comunale che raccorda gli ambiti collinari a quelli pianeggianti, parte del versante settentrionale del Monte Tomenone e una piccola porzione a Sud del Comune in zona Santuario Madonna delle Rose.

In questa classe rientrano le aree ove sono presenti terreni dotati di caratteristiche geologico-geotecniche da mediocri a scadenti (argilla e limo in superficie), scarsamente permeabili e soggetti ad infiltrazione idriche connesse talora alla presenza di un reticolato drenante minore fitto e gerarchizzato che si attiva in breve tempo in relazione al verificarsi di piogge intense al quale può associarsi la possibilità di innesco di fenomeni erosivi e di modesti dissesti di frana.

La natura dei clasti è eterogenea e pertanto si dovrà tenere conto dei possibili cedimenti differenziali legati all'estrema difformità dei materiali presenti. La realizzazione di edifici nelle immediate vicinanze di queste ultime potrebbe indurre cedimenti nelle strutture.

Il cambio di destinazione per l'uso insediativo dei terreni compresi in questa classe dovrà prevedere tipologie a basso impatto.

Possibilità di intervento	
Edificazione, scavi e sbancamenti	<p>POSSIBILE</p> <ul style="list-style-type: none">◆ Previa indagine geologica supportata da prove geotecniche in sito, ed eventualmente di laboratorio, per qualsiasi intervento edificativo, di scavo e sbancamento, con verifica della stabilità della scarpata in presenza dell'intervento di progetto e eventuale progettazione di opere di mitigazione dei rischi (es. opere di drenaggio) .



- **Sottoclasse 3e:** con problematiche di potenziale esondazione del Torrente Zerra

Le aree del comune rientranti in tale classe sono quelle esterne alle fasce di rispetto del Torrente Zerra e si estendono lungo tutto il decorso dell'alveo del corso d'acqua.

Nel caso di problematiche di tipo idraulico, gli studi saranno necessari non solo in corrispondenza dei principali corsi d'acqua, ma anche dei corsi d'acqua minori che nel passato hanno manifestato significative forme di dissesto.

Il risultato delle indagini condotte dovrà valutare la compatibilità dell'intervento edificatorio e la portata massima che esso può avere riguardo alle caratteristiche del sito.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.

Qualsiasi intervento (aumento di volumetria, nuove edificazioni e infrastrutture) può essere realizzato solo dopo uno studio a carattere idraulico che definisca dettagliatamente le aree di progetto potenzialmente soggette ad esondazione.

Il progetto esecutivo dovrà contenere gli interventi a carattere idraulico finalizzati alla messa in sicurezza dell'area di progetto.

Le prescrizioni da seguire per ridurre il grado di rischio sono le seguenti: le superfici destinate a nuova residenza e/o ad attività industriale dovranno essere realizzate a quote superiori a quelle del livello della piena di riferimento, evitando, se possibile, la realizzazione di piani interrati; gli eventuali piani interrati dovranno essere destinati esclusivamente ad autorimesse o locali accessori; gli ingressi degli interrati dovranno essere disposti in modo che non siano perpendicolari al flusso principale della corrente. Si dovranno dotare di una cunetta e di muri laterali la cui sommità ricada sopra il livello di massima piena previsto in modo da impedire l'ingresso delle acque di esondazione; la viabilità minore e la disposizione dei fabbricati dovranno essere previste in modo da contenere allineamenti nel senso del deflusso delle acque per evitare la creazione di canali di scorrimento a forte velocità.



- **Sottoclasse 3f:** connessa alla fascia di rispetto cimiteriale

Rientra in questa classe la fascia di rispetto dell'area cimiteriale presente a SW del territorio comunale. Le problematiche che presentano le fasce di rispetto cimiteriale sono legate a vulnerabilità elevata e problematiche idrogeologiche legate all'escursione della falda freatica.

Possibilità di intervento	
Edificazione	<p>POSSIBILE MA LIMITATA</p> <ul style="list-style-type: none">◆ Previa indagine geologica e idrogeologica supportata da prove geotecniche in sito, ed eventualmente di laboratorio, per qualsiasi intervento edificativo.◆ Previa indagine idrogeologica mirata alla ricostruzione dell'andamento, della soggiacenza e dell'escursione della falda, alla valutazione della permeabilità dei terreni e interazione eventuali piani interrati con il livello falda e vulnerabilità degli acquiferi.

Le problematiche di tipo idrogeologico, saranno superabili adottando delle tecniche di drenaggio per evitare il ristagno delle acque nelle aree circostanti le fosse di inumazione. A supporto del dimensionamento delle opere di drenaggio potranno essere eseguite prove di permeabilità in sito per valutare il collettamento alla rete fognaria o, in assenza di essa, eventualmente dispersione nel primo sottosuolo. Nel caso di dispersione nel primo sottosuolo, la tubazione drenante dovrà essere posata a profondità tale da non interferire con le fosse d'inumazione. Si consiglia di prevedere un franco di 0.50 – 1.00 m tra il livello idrico massimo rilevato in sito e il fondo delle fosse di inumazione.



22.4 - CLASSE 4: FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

L'alta pericolosità / vulnerabilità e quindi l'alto rischio comportano gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica delle destinazioni d'uso delle particelle.

In queste aree dovrà pertanto essere di norma **esclusa qualsiasi nuova edificazione**, se non per opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica necessarie per messa in sicurezza dei siti. Sono ammessi interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente, limitati a manutenzione ordinaria e straordinaria, restauri conservativi e adeguamenti igienici, senza incremento del numero di abitazioni per i quali saranno consentiti esclusivamente gli interventi così come definiti dall'Art. 31 lettere a), b) e c) della L.457/1978, nonché piccoli ampliamenti funzionali all'edificio e puntualmente verificati. Interventi edificatori non ricadenti nei punti a), b), c) dell'art.31 della legge 457/1978 possono essere realizzati solo se riferiti ad infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.

La realizzazione di eventuali opere pubbliche e di interesse collettivo quali acquedotti, strade, fognature, depuratori ecc., oltre alle operazioni di manutenzione di piccole strutture non residenziali di supporto all'attività agricola che non prevedano la presenza continuativa di persone, potranno essere realizzate previa valutazione puntuale.

A tal fine alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità pubblica, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica e/o idrogeologica/idraulica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico. In questi casi, sulla base dei risultati emersi dall'indagine, dovrà essere elaborato un progetto degli interventi di consolidamento e di bonifica, di trattamento e/o miglioramento dei terreni. Il progetto dovrà tenere conto altresì di un programma di monitoraggio ambientale destinato a verificare gli effetti degli interventi eseguiti in relazione all'entità dell'opera.

Gli interventi di bonifica idraulica o idrogeologica dovranno, ove possibile, essere eseguiti con tecniche di bioingegneria forestale.



Nel territorio di Albano Sant'Alessandro ricadono in Classe 4 tutte le aree per le quali sono state rilevate situazioni di rischio reale o potenziale, ma anche porzioni limitate di territorio per le quali si ritiene importante prevedere opportune forme di difesa o di valorizzazione, nonché ove siano state rilevate potenziali condizioni morfologiche che potrebbero renderle adatte a costituire "mitigazione" del rischio idraulico.

Appartengono a questa classe aree di rispetto dei corsi d'acqua, pari ad almeno 10 metri lineari dal ciglio superiore della sponda o scarpata per tutti i corsi d'acqua del territorio comunale. Aree soggette a processi d'erosione spondale e/o fenomeni alluvionali con ingente trasporto in massa di materiale con tempi di ritorno di 100 anni (il torrente risulta verificato da fenomeni esondativi).

Zone di pericolosità alta, area con alta probabilità di essere interessata da fenomeni di erosione di sponda e di trasporto in massa e/o di trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con danneggiamento di opere e di manufatti. Comprende l'alveo attuale con le sue pertinenze ed eventuali paleoalvei riattivabili in caso di piena ed eccezionalmente porzioni di conoide.

Zone di tutela assoluta delle singole sorgenti o pozzi captati dall'acquedotto comunale per una distanza non inferiore a 10 metri dall'opera di captazione. In base alla normativa specifica esse sono da recintare ed impermeabilizzare, ed in esse devono essere escluse attività di qualsiasi tipo.

Per quanto attiene alle aree soggette a vulnerabilità della falda idrica, il riconoscimento delle stesse nella classe 4 vuole essere in primo luogo un elemento di scoraggiamento per nuovi interventi ed in secondo luogo un segnale per far sì che in quelle aree si operi con estrema attenzione soprattutto nell'applicazione di alcune fondamentali leggi nazionali e regionali (D. Lgs. 152/06 e s.m.i., R.R. 2-3-4 del 24.03.06) che trattano le modalità di smaltimento in acque superficiali e al suolo dei reflui sia urbani che industriali.

In queste situazioni sono eventualmente da prevedere opere di bonifica, consolidamenti e messa in sicurezza dei siti, previa attuazione di appositi studi geologici e progettazioni. E' opportuno l'attivazione di sistemi di monitoraggio geologico.



Nelle zone in classe 4 di fattibilità è altresì ammissibile, a determinate condizioni, la realizzazione di infrastrutture viarie, di reti tecnologiche, di fabbricati tecnici, di opere di bonifica, consolidamento e messa in sicurezza dei siti. In genere sono aree destinate allo sviluppo di attività d'uso del suolo diverse dall'insediamento antropico e dall'urbanizzazione, fruibili a seguito di appositi studi geologici e progettazioni. La cura dei boschi è un aspetto non trascurabile nella prevenzione del degrado del territorio, soprattutto per quanto riguarda la vetustà, dunque la stabilità delle piante, e la prevenzione dagli incendi, ai quali in genere segue una situazione di degrado del suolo e l'innescò di erosioni diffuse.

Eventuali opere che non prevedano la presenza continuativa di persone, dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

All'interno del Comune di Albano Sant'Alessandro le aree che ricadono nella Classe di Fattibilità 4 sono: le zone dei versanti destro e sinistro della Valle d'Albano e di tutti i versanti del Monte San Giorgio, parte del versante settentrionale del Monte Tomenone; gli alvei dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale, al Reticolo gestito dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e al Reticolo Minore Comunale (come da ns. Rel. RG/8302 - rg/10 redatto per il Comune di Albano Sant'Alessandro) e le relative fasce di rispetto; le aree di frana attiva sul versante nordorientale del Monte San Giorgio e di conoide attiva allo sbocco del Fosso di Ranzucchello; la zona di tutela assoluta del pozzo ad uso idropotabile ubicato lungo la Strada Statale n.42 Tonale della Mendola.

In adeguamento al Piano di assetto idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Po, sono inserite in classe 4 anche le aree per cui sussistono limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico ed idrogeologico quali l'area interessata da frane attive (Fa) che coincide con l'area perimetrata del versante Est del Monte San Giorgio; l'area di frana quiescente



segnalata sul versante NW del Monte San Giorgio a quote comprese tra 330 e 360 m s.l.m.; aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e sistemazione a monte (Ca) ubicata allo sbocco del Fosso Ranzucchello al confine con il Comune di San Paolo d'Argon.

Ricade inoltre nella presente classe di fattibilità un'area bonificata ubicata sul versante destro della Valle di Albano.

Per le problematiche emerse si è ritenuto opportuno specificare una sottoclasse:

- **Sottoclasse 4 a:** con problematiche di tipo geologico idraulico

Appartengono a questa classe gli alvei dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Principale, al Reticolo gestito dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e al Reticolo Minore Comunale (come da ns. Rel. RG/8302 - rg/10 redatto per il Comune di Albano Sant'Alessandro) e le relative fasce di rispetto, ricade inoltre in questa sottoclasse un'area in destra idrografica del Torrente Zerra al limite orientale del territorio comunale.

In Comune di Albano Sant'Alessandro è presente la zona di tutela assoluta per pozzi ad uso idropotabile relativa all'acquedotto comunale lungo la Strada Statale n.42 Tonale della Mendola.

Per la Classe 4 e la Sottoclasse 4 a sono previste le seguenti prescrizioni:

Possibilità di intervento	
Edificazione	VIETATA
Consolidamenti, scavi e sbancamenti	POSSIBILI ♦ Interventi possibili solamente per il consolidamento e/o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.



22.5 - CARTOGRAFIA DEL DISSESTO CLASSIFICATO SECONDO LA LEGENDA P.A.I.

(Allegato 13)

Il presente capitolo riassume le attività svolte per la redazione della carta dei dissesti presenti sul territorio di Albano Sant'Alessandro. Il quadro dei dissesti allegato è stato redatto utilizzando le specifiche tecniche fornite dalla D.G.R. 11 dicembre 2001, n. VII/7365, ed è stato rappresentato utilizzando la legenda presente sulle tavole denominate "Allegato 4.2 – Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Perimetrazione delle aree in dissesto – Tavole applicazione salvaguardia in scala 1:10.000" del P.A.I. in particolare Foglio 098 Sez.III – Bergamo; e "Allegato 4.1 – Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato – Tavole in scala 1:25.000" del P.A.I.

La citata delibera definisce che, per la compilazione del quadro dei dissesti presenti a livello comunale, è necessario riferirsi allo studio geologico di dettaglio.

Il comune di Albano Sant'Alessandro è dotato dello studio geologico che è stato redatto e integrato in fasi successive:

- "Indagine geologica a supporto della Pianificazione comunale (DGR 18/05/93 e N. 5/36147)" redatta da Dr. Geol. Ezio Granata e Dr. Geol. Alberto Manella in data Gennaio 1995;
- "La carta della fattibilità geologica delle azioni di piano" – Nota tecnica integrativa a corredo dello studio geologico-tecnico di supporto alla pianificazione urbanistica del territorio comunale – redatta da Dr Geol. Ezio Granata in data Settembre 2001;
- "Relazione Geologica – Tecnica per l'aggiornamento dello studio geologico del territorio comunale in prospettiva sismica (DGR 7.11.2003 – N. 7/14964)." redatta a cura del Dr. Geol. Ezio Granata in data Marzo 2005 e adotta con Delibera di Giunta Comunale n.86 del 28.04.2005.
- "Adeguamento delle aree di esondazione a seguito degli interventi di difesa del suolo e regimazione idraulica eseguiti nel territorio comunale nel decennio 1996-2006" redatto a cura dell'Ing. Berdini Alessandro nel dicembre 2006.



Per il confronto con la carta redatta dal P.A.I. sono stati utilizzati gli elaborati cartografici “Carta geologica”, la “Carta Idrogeologica ed idrologica” e la “Carta di fattibilità per le azioni di piano”.

Struttura e contenuti del P.A.I.

Il P.A.I. contiene norme e vincoli specifici di natura idraulica ed idrogeologica che, con effetto immediato in alcune aree limitano l'uso del suolo a scopo urbanistico. Viceversa, in altre aree la definizione delle limitazioni all'uso del suolo è demandata ai Comuni, in accordo con la Regione di appartenenza, mediante approfondimenti per verificare la compatibilità delle previsioni urbanistiche, contenute nei Piani Regolatori, con le condizioni di dissesto idraulico ed idrogeologico delimitate nella cartografia del P.A.I. stesso.

Il P.A.I. è fondamentalmente costituito da:

Una cartografia con le delimitazioni delle fasce di pertinenza fluviale, che individua le aree soggette a diversi gradi di pericolosità idraulica.

Una cartografia del dissesto che individua le aree soggette ad instabilità dei versanti, fenomeni valanghivi e dissesti delle rete idrografica minore.

L'insieme delle norme che disciplinano l'utilizzo del territorio su tali aree, comprese quelle che forniscono indirizzi alla pianificazione urbanistica.

I criteri generali per la progettazione e la gestione delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti, nonché i criteri per la gestione del reticolo idrografico artificiale in relazione a quello naturale.

Carta del dissesto classificata secondo la legenda P.A.I.

Con la D.G.R. 11 dicembre 2001, n. VII/7365 “Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (P.A.I.) in campo urbanistico. Articolo 17, comma 5, della legge 18 maggio 1989 n. 183” si sono fornite disposizione di



carattere integrativo per l'applicazione del P.A.I. in campo urbanistico nella Regione Lombardia.

In particolare tali disposizioni tendono a rendere compatibili gli esiti dello studio geologico alle necessità della Direttiva sopra richiamata con la legenda e le norme dell'articolo 9 e dell'articolo 49 del P.A.I.

Tale compatibilità viene definita mediante una tabella di correlazione tra classi di Pericolosità, classi di Fattibilità geologica per le azioni di piano (definite secondo la D.G.R. 29 ottobre 2001, n. VII/6645) e voci della legenda P.A.I. (definite nelle N.d.A. del P.A.I.). Si ricorda che la colonna relativa alla pericolosità è indicata solo per i conoidi in quanto, per questi particolari ambienti, gli studi geologici dovranno fare riferimento alle metodologie contenute nell'Allegato 2 della Direttiva approvata con D.G.R. 29 ottobre 2001, n. VII/6645.

CLASSI DI FATTIBILITÀ	PERICOLOSITÀ	VOCI LEGENDA P.A.I.
Classe 1/2 – senza o con modeste limitazioni	H1 su conoide	Cn – conoide protetta
Classe 2/3 – modeste o consistenti limitazioni	H2 su conoide	Cn – conoide protetta
Classe 3 - consistenti limitazioni	H3 su conoide	Cn – conoide protetta
Classe 4 – gravi limitazioni	H4 su conoide	Cp – conoide parz. protetta
Classe 4 – gravi limitazioni	H5 su conoide	Ca – conoide attiva non protetta
Classe 2/3 – modeste o consistenti limitazioni		Fs – frana stabilizzata
Classe 3 - consistenti limitazioni		Fq – frana quiescente
Classe 4 – gravi limitazioni		Fa – frana attiva
Classe 2/3 – modeste o consistenti limitazioni		Em – pericolosità media o moderata
Classe 3/4 gravi limitazioni		Eb – pericolosità elevata di esondazione
Classe 4 – gravi limitazioni		Ee – pericolosità di esondazione molto elevata



Classe 4 – gravi limitazioni		Va – pericolosità molto elevata per valanga
Classe 4/3 – gravi o consistenti limitazioni		Vm – pericolosità media per valanga

In sede di formazione ed adozione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti, tutti i Comuni sono tenuti a conformare le loro previsioni con le condizioni di dissesto reale o potenziale presenti sul proprio territorio, effettuando una verifica secondo le modalità ed i criteri di cui al comma 3 dell'articolo 18 delle N.d.A. del P.A.I.

Per la Regione Lombardia, gli studi per la definizione delle condizioni di dissesto reale o potenziale di cui al comma 3 dell'articolo 18 delle N.d.A. del P.A.I., se effettuati secondo le specifiche della D.G.R. 29 ottobre 2001, n. VII/6645, ottemperano alle verifiche di compatibilità richieste dalla N.d.A. del P.A.I.

Inoltre, la verifica di compatibilità effettuata secondo le direttive della D.G.R. 29 ottobre 2001, n. VII/6645, come previsto dalla D.G.R. 11 dicembre 2001, n. VII/7365, dovrà sempre contenere anche una "*Cartografia del dissesto classificato secondo la legenda P.A.I.*" per l'aggiornamento del P.A.I. medesimo.

TIPOLOGIA DI PROCESSO E STATO DI ATTIVITÀ	LEGENDA P.A.I.	CLASSI DI FATTIBILITÀ
Frane ed in generale processi attivi a pericolosità molto elevata.	Fa, Ca, Va	4
Frane ed in generale processi quiescenti pericolosi	Fq, Cp, Vm	4/3
Frane ed in generale processi quiescenti o mitigati da opere di difesa	Fs, Cn	3/2
Aree a pericolosità di esondazione molto elevata	Ee	4
Aree a pericolosità di esondazione elevata	Eb	4/3
Aree a pericolosità di esondazione media o moderata	Em	3/2



22.5.1 - Carta del dissesto del Comune di Albano Sant'Alessandro

In attuazione della D.G.R. 11 dicembre 2001, n. VII/7365 si è redatta la “*Carta del dissesto classificato secondo la legenda P.A.I.*” relativamente al Comune di Albano Sant'Alessandro.

La realizzazione della carta del dissesto si è basata sull'utilizzo della “Carta geologica”, la “Carta Idrogeologica ed idrologica” e della “Carta di Fattibilità per le azioni di piano” contenute nello studio geologico.

Si è quindi operato un controllo incrociato fra i tematismi proposti dalla D.G.R. 11 dicembre 2001, n. VII/7365 e quelli presenti sulla cartografia precedentemente menzionata. In base alle risultanze di questo controllo, si sono identificati fenomeni relativi alle seguenti problematiche di dissesto:

Frane

- Aree di frana attiva (Fa): con questa simbologia sono state evidenziate alcune aree interessate da evidenti fenomeni di instabilità. Tali tipologie di processo sono localizzate sul versante nordorientale del Monte San Giorgio.
- Aree di frana quiescente (Fq): con questa simbologia è stata evidenziata un'area con possibili fenomeni di instabilità riattivabili in seguito a particolari situazioni idrogeologiche e ambientali. Tale tipologia è stata localizzata sul versante NW del Monte San Giorgio.

Trasporto in massa su conoidi

- Area di conoide attivo non protetta (Ca): questa problematica è stata evidenziata allo sbocco del Fosso di Ranzucchello alle pendici orientali del Monte San Giorgio.



Aree a rischio idrogeologico molto elevato (ZONA I)

- Questa problematica è stata evidenziata lungo il corso d'acqua, lungo gli argini e le aree adiacenti all'alveo del Torrente Zerra.

In accordo con la successiva D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008 di cui all'Art. 3 paragrafo 3.2 "Indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità" – Tabella 1 Classi di ingresso, le aree identificate come Fa, Fq e Ca sono state inserite in Zona di Fattibilità 4.

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono state inserite nelle Zone di Fattibilità 4 a e 3e.

22.5.2 - Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I)

Stralci delle normative tecniche di attuazione – Articoli 6, 9, 18, 49, 50 e 51

Art. 6. Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico

1. Le linee generali di assetto idraulico e idrogeologico del bacino idrografico sono specificate nel Piano per i seguenti ambiti:

a) la rete idrografica principale e i fondovalle, in cui i fenomeni di dissesto che predominano e il relativo stato di rischio per la popolazione e i beni sono collegati alla dinamica fluviale. Il Piano definisce l'assetto di progetto dei corsi d'acqua con finalità prioritarie di protezione di centri abitati, infrastrutture, luoghi, ambienti e manufatti di pregio paesaggistico, culturale e ambientale rispetto a eventi di piena di gravosità elevata, nonché di riqualificazione e tutela delle caratteristiche e delle risorse del territorio. Per questo ambito le presenti Norme, anche attraverso successive apposite direttive:

- disciplinano gli usi del suolo nelle fasce fluviali dei corsi d'acqua oggetto di delimitazione nel presente Piano;



- definiscono valori limite di deflusso in punti singolari della rete idrografica, da rispettare per la progettazione degli interventi di difesa;
 - definiscono indirizzi e prescrizioni tecniche per la progettazione delle infrastrutture interferenti;
 - definiscono criteri e indirizzi per il recupero naturalistico e funzionale delle aree fluviali, golenali e inondabili in genere;
 - individuano criteri e indirizzi per la programmazione e la realizzazione degli interventi di manutenzione da applicare alle opere, sugli alvei;
 - individuano le modalità di attuazione degli interventi strutturali di difesa;
- b) la rete idrografica secondaria di pianura e la rete scolante artificiale, caratterizzate da fenomeni di dissesto diffusi, di interesse generalmente locale. Per questo ambito le presenti Norme:
- definiscono gli indirizzi per la delimitazione delle fasce fluviali;
 - individuano criteri e indirizzi per la programmazione degli interventi di manutenzione e di realizzazione di nuove opere;
 - per la rete scolante artificiale, definiscono indirizzi e criteri per gli interventi di manutenzione e per le relative fasce di rispetto;
- c) i versanti e il reticolo idrografico di montagna, in cui i fenomeni di dissesto che predominano e il relativo stato di rischio per la popolazione e i beni sono collegati alla dinamica torrentizia e dei versanti. Il Piano persegue finalità prioritarie di protezione di abitati, infrastrutture, luoghi e ambienti di pregio paesaggistico, culturale e ambientale interessati da fenomeni di dissesto, nonché di riqualificazione e tutela delle caratteristiche e delle risorse del territorio. Per questo ambito le presenti Norme, anche attraverso successive apposite direttive:
- disciplinano gli usi del suolo nelle aree interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico;
 - definiscono indirizzi alla programmazione a carattere agricolo-forestale per interventi con finalità di protezione idraulica e idrogeologica;



- individuano criteri e indirizzi per la programmazione e la realizzazione degli interventi di manutenzione da applicare sulle opere, sugli alvei, e sui versanti;
- individuano le modalità di attuazione degli interventi strutturali di difesa;

2. Per l'ambito territoriale di riferimento del Piano le presenti Norme dettano indirizzi e prescrizioni per il conseguimento della compatibilità dell'assetto urbanistico e di uso del suolo, attraverso gli strumenti di pianificazione comunale, in relazione alla classificazione del rischio idraulico e idrogeologico di cui al successivo art.7.

Art. 9. Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico

1. Le aree interessate da fenomeni di dissesto per la parte collinare e montana del bacino sono classificate come segue, in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, così come definiti nell'Elaborato 2 del Piano:

- frane:
- **Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),**
- **Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),**
- Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),
- esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:
- Ee, aree potenzialmente coinvolte dai fenomeni con pericolosità molto elevata o elevata,
- Eb, aree potenzialmente coinvolte dai fenomeni con pericolosità moderata o media,
- trasporto di massa sui conoidi:
- **Ca, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità molto elevata),**
- Cp, aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte - (pericolosità elevata),



- Cn, aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette da opere di difesa – (pericolosità media o moderata),
- valanghe:
- Ve, aree di pericolosità elevata o molto elevata,
- Vm, aree di pericolosità media o moderata.

2. Nelle aree Fa sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;

3. Nelle aree Fq, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento - conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;
- l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, purchè compatibili con lo stato di dissesto esistente.



4. Nelle aree Fs compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

5. Nelle aree Ee sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e di restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambi colturali, purchè non interessanti una ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica;
- la realizzazione di nuovi interventi infrastrutturali e nuove opere pubbliche a condizione che sia dimostrata l'assenza di alternative di localizzazione

6. Nelle aree Eb, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto;



- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonchè l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purchè compatibili con lo stato di dissesto esistente;

7. Nelle aree Ca sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e di restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica ;

8. Nelle aree Cp, oltre agli interventi di cui al precedente comma 7, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza sul lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto senza ampliamento di volume;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonchè l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purchè compatibili con lo stato di dissesto esistente.

9. Nelle aree Cn compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i



divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225

10. Nelle aree Ve sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione.

11. Nelle aree Vm sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro, risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e d'interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, nonché l'ampliamento o la ristrutturazione delle esistenti, purché compatibili con lo stato di dissesto esistente;
- le opere di protezione dalle valanghe.

12. Tutti gli interventi consentiti, di cui ai precedenti commi 3-ultima alinea, 5-ultima alinea, 6-ultima alinea, 8-ultima alinea, 11-penultima alinea, sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11 marzo 1988, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale verifica deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.



Art. 18. Indirizzi alla pianificazione urbanistica

1. Le Regioni, nell'ambito di quanto disposto al precedente art. 5, comma 2, emanano le disposizioni concernenti l'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali conseguenti alle condizioni di dissesto delimitate nella cartografia dell'Elaborato 2 del Piano "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo" e alle corrispondenti limitazioni d'uso del suolo di cui all'art. 9 delle presenti Norme, provvedendo ove necessario all'indicazione dei Comuni esonerati in quanto già dotati di strumenti urbanistici compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale, anche sulla base di quanto individuato nel presente Piano.

2. I Comuni, in sede di formazione e adozione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti comprese quelle di adeguamento ai sensi del presente Piano, sono tenuti a conformare le loro previsioni alle delimitazioni e alle relative disposizioni di cui al precedente comma. In tale ambito, anche al fine di migliorare l'efficacia dell'azione di prevenzione, i Comuni possono effettuare una verifica della compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto presenti o potenziali rilevate nella citata cartografia di Piano avvalendosi, tra l'altro, di analisi di maggior dettaglio eventualmente disponibili in sede regionale, provinciale o della Comunità montana di appartenenza.

3. La verifica di compatibilità è effettuata con le seguenti modalità e contenuti:

a) rilevazione e caratterizzazione dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attivi o potenzialmente attivi, che, sulla base delle risultanze dell'Elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo", ovvero sulla base di ulteriori accertamenti tecnici condotti in sede locale, interessano il territorio comunale, con particolare riferimento alle parti urbanizzate o soggette a previsioni di espansione urbanistica;



- b) delimitazione alla scala opportuna delle porzioni di territorio soggette a dissesti idraulici e idrogeologici, prendendo a riferimento quelle contenute nell'Elaborato 2 "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo" di cui all'art.8, comma 3, in funzione delle risultanze degli accertamenti tecnici espressamente condotti di cui al punto precedente;
- c) descrizione, con elaborati adeguati e di maggior dettaglio, riferiti all'ambito territoriale ritenuto significativo, delle interferenze fra lo stato del dissesto presente o potenziale come sopra rilevato al paragrafo a) e le previsioni del piano regolatore generale ancorché assoggettate a strumenti di attuazione;
- d) indicazione delle misure da adottare al fine di rendere compatibili le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con lo stato dei dissesti presenti o potenziali, in relazione al loro grado di pericolosità, ai tempi necessari per gli interventi, agli oneri conseguenti.

4. All'atto di approvazione delle varianti di adeguamento dello strumento urbanistico alle Prescrizioni del Piano le delimitazioni zonali delle aree in dissesto e le relative norme d'uso del suolo, conseguenti alla verifica di compatibilità di cui al precedente comma sostituiscono quelle di cui agli artt. 8 e 9 delle presenti Norme.

5. I Comuni, in sede di adozione di strumenti urbanistici generali o relative varianti, allegano la verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica redatta in conformità delle disposizioni richiamate nel presente articolo.

6. Gli stessi Comuni sono tenuti a trasmettere all'Autorità di bacino le risultanze della verifica di compatibilità di cui ai commi precedenti comprensiva delle eventuali modifiche apportate alle perimetrazioni delle aree in dissesto e alle relative limitazioni d'uso del suolo.

7. I Comuni sono tenuti a informare i soggetti attuatori delle previsioni dello strumento urbanistico sulle limitazioni di cui al precedente art. 9 e sugli interventi prescritti nei territori delimitati come aree in dissesto idraulico o idrogeologico per la



loro messa in sicurezza. Provvedono altresì ad inserire nel certificato di destinazione urbanistica, previsto dalle vigenti disposizioni di legge, la classificazione del territorio in funzione del dissesto operata dal presente Piano. Il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto liberatorio che escluda ogni responsabilità dell'amministrazione pubblica in ordine a eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dal dissesto segnalato.

8. Nei Programmi triennali di intervento previsti dal successivo art.24 delle presenti Norme, sono indicate misure di finanziamento ai Comuni per lo svolgimento delle sopradette operazioni di istruttoria tecnica.

9. Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni e gli atti amministrativi ai sensi delle leggi 9 luglio 1908, n. 445 e 2 febbraio 1974, n. 64, nonché quelli di cui alle leggi 1 giugno 1989, n.1089, 29 giugno 1939, n.1497 e dell'art.82 del D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 e successive modificazioni.

10. Nel territorio della Provincia Autonoma di Trento agli adempimenti di cui al presente articolo provvedono gli enti competenti in materia ai sensi delle vigenti disposizioni provinciali, nel rispetto di quanto stabilito in materia dallo Statuto speciale di autonomia della Regione Trentino-Alto Adige e dalle relative norme di attuazione.



Art. 49. Aree a rischio idrogeologico molto elevato

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono individuate sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Esse tengono conto sia delle condizioni di rischio attuale sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono perimetrate secondo i seguenti criteri di zonizzazione:

ZONA 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;

ZONA2: area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni d'instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti.

Per i fenomeni di inondazione che interessano i territori di pianura le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono identificate per il reticolo idrografico principale e secondario rispettivamente dalle seguenti zone:

ZONA B-Pr in corrispondenza della fascia B di progetto dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali nel Piano stralcio delle Fasce Fluviali e nel PAI: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni;

ZONA I: aree potenzialmente interessate da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni.

Nelle aree di cui ai commi precedenti deve essere predisposto un sistema di monitoraggio finalizzato ad una puntuale definizione e valutazione della pericolosità dei fenomeni di dissesto, all'individuazione dei precursori di evento e dei livelli di allerta al fine della predisposizione dei piani di emergenza, di cui all'art.1, comma 4, della L. 267/1998, alla verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle opere eventualmente realizzate.



Le limitazioni d'uso del suolo attualmente operanti ai sensi della L. 9 luglio 1908, n. 445 e della L. 30 marzo 1998, n. 61, relative alle aree a rischio idrogeologico molto elevato, rimangono in vigore e non sono soggette alle misure di salvaguardia di cui al presente Piano.

Art. 50. Aree a rischio molto elevato in ambiente collinare e montano

Nella porzione contrassegnata come ZONA 1 delle aree di cui all'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 di Piano, sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art.31 della L. 5 agosto 1978, n.457, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- le azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche ed integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico ed idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente valido dall'Autorità competente.



Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Per gli edifici ricadenti nella ZONA 1 già gravemente compromessi nella stabilità strutturale per effetto dei fenomeni di dissesto in atto sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli temporanei volti alla tutela della pubblica incolumità.

....omissis....

Art. 51. Aree a rischio molto elevato nel reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura

....omissis....

Nelle aree perimetrate come ZONA I nell'Allegato 4.1 all'Elaborato 2 di Piano, esterne ai centri edificati, sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purchè non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti



- relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
 - gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

Per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del presente Piano siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia.

Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

Nelle aree della ZONA B-Pr e **ZONA I interne ai centri edificati** si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti, fatto salvo il fatto che l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.



22.6 - PROTEZIONE DELLE RISORSE IDRICHE

Il territorio comunale di Albano Sant'Alessandro si estende su un'area collinare che degrada verso la pianura. Sul territorio comunale è presente un pozzo pubblico ad uso idropotabile.

22.6.1 - Zona di Rispetto Sorgenti e Pozzi per acqua, adibiti al consumo umano

Come previsto dal D.P.R. 24 maggio 1988, n° 236 relativo alla *“Attuazione della direttiva CEE n.80/778 riguardante la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell’Art.15 della legge 16 aprile 1987, n.183”* e delle indicazioni contenute nella Circolare della Regione Lombardia 38/SAN/83 e della D.G.R. n.VI/15137 del 27 giugno 1996 riguardante le *“Direttive per l’individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano”*, si sono individuate le zone di salvaguardia per i pozzi e sorgenti destinati al consumo umano presenti sul territorio comunale

Di seguito si riporta quanto previsto dalla legge per le aree di salvaguardia per i pozzi e sorgenti le cui acque siano destinate al consumo umano.

Zona di tutela assoluta

La zona di tutela assoluta circonda la captazione con un'estensione di raggio non inferiore a 10 metri. Tale zona deve essere recintata e devono essere raccolte ed allontanate le acque superficiali e devono essere previsti interventi di difesa da eventuali fenomeni di esondazione dei corpi idrici superficiali.

La zona di tutela assoluta è adibita esclusivamente alle opere di presa ed a costruzioni di servizio (eventuale impianto di trattamento delle acque). La zona di tutela assoluta è stata applicata anche nell'intorno dei bacini di accumulo con raggio pari a 40 metri.



Zona di rispetto

La legge definisce due diversi modi per delimitare la zona di rispetto: il criterio idrogeologico e quello geometrico.

La zona di rispetto definita con il criterio idrogeologico è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 metri, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata lateralmente dai limiti del bacino di alimentazione.

Ad Albano Sant'Alessandro, per l'individuazione delle zone di rispetto, è stato impiegato il criterio geometrico, definito come una porzione di cerchio con raggio non inferiore ai 200 metri, con centro nel punto di captazione ed è stato applicato anche ai pozzi esterni al territorio comunale e che prevedono una distanza minore di 200 m da questo in quanto non esistono captazioni all'interno dello stesso.

Nella zona di rispetto sono vietate le seguenti attività o destinazioni (Art.94 D.Lgs. 152/06 e s.m.i.):

- dispersione, ovvero immissione in fossi non impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se depurati;
- accumulo di concimi organici;
- dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali o strade;
- aree cimiteriali;
- spandimento di pesticidi e fertilizzanti;
- apertura di cave e pozzi;
- discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate;
- stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione degli autoveicoli;
- pascolo e stazzo di bestiame.

Nelle zone di rispetto è vietato l'insediamento di fognature e pozzi perdenti; per quelli esistenti si adottano, ove possibile, le misure necessarie per il loro allontanamento.



Fascia di rispetto di inedificabilità assoluta per i corsi d'acqua

Per quanto riguarda le acque pubbliche, come stabilito dal R.D. 523/1904 art. 96, lettera f, stabilisce che per quelle aree ove manca una disciplina locale relativamente a "fabbriche e scavi", sia osservata una fascia di rispetto di 10 metri di larghezza in corrispondenza di ciascuna sponda del corso d'acqua. Questa informazione è stata riportata esclusivamente nell'elaborato 15 per motivi di visibilità connessi alla scala di lavoro.

Sulla base dell' Art. 94 del D.lgs. n°152 del 03.04.2006 e s.m.i. 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 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, in particolare dovranno avere una distanza non inferiore a 5 m dalla superficie freatica, qualora l'acquifero freatico sia oggetto di captazione.

Inoltre, in tali zone non è 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 (stoccaggio di sostanze chimiche pericolose ai sensi dell'art.94, comma 4, lettera i) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.
- L'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;
- L'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini, a meno di non utilizzare sostanze antiparassitarie che presentino una ridotta mobilità nei suoli.



22.7 - SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

22.7.1 - Reti Fognarie Interne

Per i nuovi insediamenti dovrà essere fatto obbligo la realizzazione di reti fognarie interne separate rispettivamente per il convogliamento di:

- acque domestiche (da servizi igienici, cucine, ecc.);
- acque di processo;
- acque meteoriche e/o raffreddamento senza contatto.

Per gli insediamenti esistenti che non abbiano rete fognarie separate, si dispone:

- è facoltà dell'autorità competente al rilascio o al rinnovo dell'autorizzazione allo scarico, fissare tempi di adeguamento per la realizzazione delle suddette reti, su indicazioni vincolanti da parte dell'Ente gestore Impianto di depurazione.
- in mancanza di reti interne separate il flusso delle acque reflue misto è da considerarsi a tutti gli effetti scarico di acque di processo e soggetti a tutte le prescrizioni conseguenti.

L'immissione in fognatura di acque reflue raccolte separatamente può avvenire in un solo punto purché questo sia preceduto da idoneo pozzetto in cui confluiscono distintamente le acque da ogni rete così da consentire l'idonea caratterizzazione.

22.7.2 - Obbligo di Immissione in Pubblica Fognatura

Gli scarichi degli insediamenti civili, qualificati domestici o assimilabili a quelli domestici, ubicati in zone servite da pubblica fognatura, devono obbligatoriamente immettere le proprie acque reflue nella pubblica fognatura, purché rispettino il Regolamento fognario Comune e/o consortile nonché le normative di legge in vigore.



Per gli scarichi degli insediamenti produttivi, l'autorizzazione all'allacciamento e l'autorizzazione allo scarico, è subordinata alla verifica, da parte dell'Ente Gestore del servizio di fognatura e depurazione, della compatibilità degli scarichi con la potenzialità dei sistemi di convogliamento e depurazione disponibili.

Le costruzioni, nuove o esistenti, ubicate in zone non servite da fognatura pubblica, dovranno attenersi, per lo scarico delle proprie acque di rifiuto, alle disposizioni stabilite dal Decreto Legislativo 152/06 e s.m.i. e R.R. 24 Marzo 2006 n.2,3 e 4, loro modifiche ed integrazioni. In tal senso i comuni consorziati dovranno comunicare all'Ente Gestore dell'impianto di depurazione i futuri piani regolatori al fine di valutare congiuntamente la qualità e quantità dei reflui afferenti e le zone servite dalla pubblica fognatura.

Per gli insediamenti produttivi, sono obbligati, in zone servite da pubblica fognatura, a scaricare i propri reflui domestici, in pubblica fognatura, se non vengono trattati da un impianto di depurazione.

Le tombinature ed i lavandini in dotazione ad autorimesse e corselli, devono obbligatoriamente immettersi nella rete acque nere, è vietata la loro immissione direttamente in pozzi perdenti.

22.7.3 - Smaltimento delle Acque di Prima Pioggia e di Lavaggio

Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm, uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio.

Ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti. I coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate o impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo,



escludendo dal computo le superfici coltivate, di cui al R.R. 24/03/2006 n.4 e D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Per la separazione delle acque di prima pioggia non dovranno essere utilizzati i pozzetti prefabbricati in quanto gli stessi non separano solo le acque di prima pioggia, ma per tutto l'evento meteorico fanno confluire il refluo anche in pubblica fognatura. Dovranno pertanto essere create delle vasche dimensionate in modo esatto per contenere solo le acque di prima pioggia. Una volta riempita la vasca, tramite l'utilizzo di una sonda di livello (galleggiante) una paratoia dovrà chiudere l'entrata, il rimanente refluo e cioè l'acqua di seconda pioggia, dovrà trovare diverso recapito dalla fognatura. Al termine dell'evento meteorico, tramite una pompa, la vasca dovrà svuotarsi per la successiva pioggia in un arco di tempo di 24 ore.

22.7.4 - Scarico sul Suolo e negli Strati Superficiali del Sottosuolo

È proibito immettere sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo scarichi provenienti da stabilimenti industriali e civili fatta eccezione per l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità a fronte dei benefici ambientali conseguibili, purché gli stessi siano conformi ai criteri ed ai valori-limite di emissione fissati dalla Tabella 4 dell'allegato 5 del Decreto Legislativo 03/04/2006, n.152 e s.m.i., ovvero, se più restrittivi, ai limiti fissati dalle normative regionali vigenti.

I titolari degli insediamenti produttivi o civili, aventi scarichi sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, devono provvedere a loro cura e spese alla bonifica dei terreni e delle superfici drenanti delle opere utilizzate per la dispersione.

L'Ente Gestore del servizio di fognatura valuterà caso per caso, se le acque raccolte dai pluviali, possono essere recapitate direttamente sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo attraverso pozzetti e canali a tenuta, tutto ciò in modo tale che non



permetta l'infiltrazione di altri scarichi e che si raggiunga una profondità congrua a toccare gli strati permeabili del sottosuolo.

Le acque provenienti dalle aree di pertinenza degli insediamenti produttivi, quali depositi scoperti, parcheggi, cortili di transito e/o carico e scarico di veicoli, non devono mai essere direttamente assorbite, ma devono essere convogliate separatamente, in modo da immettere quelle di prima pioggia in pubblica fognatura, e disperdere le restanti sul suolo ovvero negli strati superficiali del sottosuolo.

L'autorizzazione sarà rilasciata dall'autorità competente per i casi previsti dalla normativa vigente R.R. 24 marzo 2006 n.2,3 e 4, loro modifiche ed integrazioni e . tenendo conto anche dei criteri geologici previsti come supporto al PGT.

Al fine di un corretto calcolo del dimensionamento dei pozzi perdenti si dovranno prendere in considerazione al fine di valutare il potere assorbente del terreno sia le caratteristiche geologiche sia i caratteri idrologici per la determinazione del calcolo idraulico.

La relazione geologica dovrà contenere:

- inquadramento geografico e geologico con indicazione delle coordinate geografiche e chilometriche per la localizzazione del pozzo perdente;
- inquadramento idrografico ed idrogeologico con particolare attenzione alla soggiacenza della falda acquifera;
- inquadramento climatologico con particolare attenzione alle precipitazioni massime nell'ambito giornaliero (calcolo delle precipitazioni intense);
- determinazione del coefficiente di permeabilità e la capacità disperdente della coltre superficiale – considerazioni sulla granulometria dei terreni secondo la tabella di seguito riportata;
- calcolo volumetrico delle acque da smaltire;
- dimensionamento dei pozzi perdenti.



Tabella A – Campo di variabilità della permeabilità dei terreni (da “Geotecnica e
Tecnica delle Fondazioni” Carlo Cestelli Guidi, Hoepli, 1987)

K (cm/sec)	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
DRENAGGIO	BUONO				POVERO			TERRENI PRATICAMENTE IMPERMEABILI				
	Ghiaia pulita	Sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita		Sabbia fina, limi organici ed inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			Terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici					
				Terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo								



22.7.5 - Scarichi in Acque Superficiali

Gli scarichi di acque reflue in acque superficiali, devono essere conformi ai limiti di emissione indicati nella Tabella 3 dell'allegato 5 del Decreto Legislativo 03/04/2006, n.152, R.R. 3 del 24.03.2006 e loro s.m.i., le acque reflue urbane sono altresì soggette al rispetto dei limiti di cui alle tabella 1 e 2 del D.lgs 152/06 e s.m.i..

Lo scarico deve essere regolarmente autorizzato dall'autorità competente.

22.7.6 - Scarico Acque di Raffreddamento

È vietato lo scarico di acque di raffreddamento nei collettori fognari comunali.

Per tali acque occorre dare corso a operazioni di ricircolo, cioè trovare un recapito alternativo, secondo le prescrizioni dell'Ente Gestore dell'impianto per la depurazione.

Per gli scarichi delle acque di raffreddamento relativi agli insediamenti già esistenti, l'Ente Gestore dell'impianto di depurazione, valuterà caso per caso tenendo conto anche della portata di ciascuno scarico la possibilità di immissione in pubblica fognatura.



22.8 - **NORME TECNICHE DI PREVENZIONE ANTISISMICA PER LE NUOVE COSTRUZIONI DEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO**

Sulla base dei risultati emersi per la valutazione degli effetti di sito di amplificazione sismica, per le condizioni geologiche e geomorfologiche considerate per il Comune di ALBANO SANT'ALESSANDRO, e valutando i valori soglia del Fattore di Amplificazione (banca dati soglie_lomb.xls, www.territorio.regionelombardia.it), non sono emerse condizioni geologiche litologiche che comportano un incremento parziale del rischio sismico nei periodi di oscillazione valutati utili per i fabbricati e le infrastrutture (0,1-0,5 s; 0,5-1,5 s).

Questa valutazione emerge dall'analisi realizzata con misure dirette geofisiche svolte per la presente ricerca. Si ritiene che questa valutazione sia di grado di *attendibilità* MEDIO-ALTA, secondo le indicazioni per la valutazione del grado di giudizio previste dalla normativa regionale stessa ed in relazione alle metodologie di analisi attuate nelle località significative sottoposte a studio nel territorio comunale.

Su tutto il territorio comunale, come previsto dalla Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008 (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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"), si dovrà prevedere l'applicazione delle norme tecniche specifiche previste per la ZONA 3.

ZONA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI [A _e /G]	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) [A _e /G]
3 ALBANO SANT'ALESSANDRO (BG)	0,05-0,15	0,15

In particolare ciò vale per:

- le opere di fondazione e di sostegno dei terreni;
- la progettazione di nuovi edifici; le costruzioni anche esistenti devono essere dotate di un livello di protezione antisismica differenziato in funzione della loro importanza e



del loro uso, e quindi delle conseguenze più o meno gravi di un loro danneggiamento per effetto di un evento sismico;

- il progetto di ponti a pile e travate, questi ultimi del tipo continuo su più pile o semplicemente appoggiate ad ogni campata. Le pile si intendono a fusto unico, con sezione trasversale di forma generica, piena o cava, mono o multicellulare. Anche pile in forma di portali sono trattabili con i criteri e le regole contenute nelle Norme. Pile a geometria più complessa, ad esempio a telaio spaziale, richiedono in generale criteri di progetto e metodi di analisi e verifica specifici.

Ai fini della corretta progettazione delle opere lo studio geologico-geotecnico previsto per ciascuna opera dovrà essere corredato di un'adeguata ricerca geologico-strutturale per il riconoscimento dei profili stratigrafici di riferimento previsti dalla normativa oltreché dall'individuazione di eventuali discontinuità presenti nell'ottica del rischio sismico locale (disomogeneità delle variazioni laterali dei litotipi di fondazione, caratterizzazione geomeccanica, caratterizzazione granulometrica dei depositi incoerenti).

I litotipi individuati dalla normativa generale comprendono:

A. FORMAZIONI LITOIDI CON STRATI DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE DI SPESSORE MAX 5 M: $V_{s30} > 800$ M/S
B. SABBIE E GHIAIE MOLTO ADDENSATE, ARGILLE (NSPT >50 O CU >250 KPA): V_{s30} 360-800 M/S
C. SABBIE E GHIAIE MEDIAMENTE ADDENSATE, ARGILLE (NSPT 15-50; CU 70-250 KPA): V_{s30} 180-360 M/S
D. TERRENI GRANULARI (NSPT <15 ; CU <70 KPA): $V_{s30} <180$ M/S
E. DEPOSITI ALLUVIONALI SUPERFICIALI DEL TIPO C, D E SPESSORE COMPRESO TRA 5 E 20 M, GIACENTI SU SUBSTRATO RIGIDO CON $V_{s30} >800$ M/S

CATEGORIE CHE RICHIEDONO STUDI SPECIALI DELL'AZIONE SISMICA:

S1. DEPOSITI COSTITUITI DA, O CHE INCLUDONO, UNO STRATO SPESSO ALMENO 10 M DI ARGILLE/LIMI DI BASSA CONSISTENZA, CON ELEVATO INDICE DI PLASTICITÀ (PI >40) E CONTENUTO IN ACQUA, CARATTERIZZATI DA $V_{s30} <100$ M/S (CU 10-20 KPA)
S2. DEPOSITI DI TERRENI SOGGETTI A LIQUEFAZIONE, DI ARGILLE SENSITIVE, O QUALSIASI ALTRA CATEGORIA DI TERRENO NON CLASSIFICABILE NEI TIPI PRECEDENTI



NELLE PRECEDENTI DEFINIZIONI V_{s30} È LA VELOCITÀ MEDIA DI PROPAGAZIONE ENTRO 30 M DI PROFONDITÀ DAL PIANO CAMPAGNA DELLE ONDE DI TAGLIO.

Per la definizione dei profili stratigrafici si dovranno utilizzare tecniche di indagine diretta e/o geofisiche, da eseguirsi in sito, per la determinazione della velocità V_{s30} media di propagazione, almeno entro 30 m di profondità dal piano campagna, delle onde di taglio.

Il sito sarà quindi classificato ai fini della progettazione sulla base del valore di V_{s30} , se disponibile e ottenuto al meglio tra le metodologie ritenute scientificamente più valide; altrimenti sulla base del valore del Numero di colpi di infissione nelle prove penetrometriche (N_{SPT} *Standard Penetration Test*) che saranno svolte.

Nei settori in cui si ha una pericolosità sismica locale H2 a cui è associata una classe di Fattibilità 3 (o inferiore) dovrà essere valutata la necessità di applicazione del 3° livello della procedura.

Nelle aree di Fattibilità geologica 4 non sono prevedibili approfondimenti degli studi sismici in quanto queste zone sono per definizione non edificabili. Studi antisismici per la valutazione degli effetti di sito in queste aree dovranno effettuarsi soltanto nel caso si prevedano interventi costruttivi rilevanti così come già descritti e compresi nel successivo paragrafo.



22.9 - 3° LIVELLO

Il livello 3° (“Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio”, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 12/2005) si applicherà nei seguenti casi:

- a) In fase di progettazione in cui, sulla base di valutazioni tecniche di dettaglio che saranno acquisite in fase di progettazione di ciascuna area specifica, per cui le indagini conoscitive dell’area evidenzieranno superamenti del Fattore di amplificazione attraverso il livello 2° ed eventualmente nel caso venga superato il valore soglia del Fattore di amplificazione si potrà: (1) applicare il 3° livello della procedura in fase di progetto (descritto al paragrafo successivo). (2) Oppure, si valuterà la scelta di rispondenza dei requisiti minimi progettuali di risposta elastica delle nuove strutture corrispondenti alla Zona 2 più gravosa (NTC 2008).
- b) In tutti i casi in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l’ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali (individuati dal D.D.U.O. della Regione Lombardia n. 19904 del 21 novembre 2003 non rientranti nelle tipologie di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003).

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l’opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

Come prescritto dalla normativa, occorrerà valutare:

Effetti di instabilità

L’analisi prevede, a seguito della caratterizzazione ed identificazione dei movimenti franosi, la quantificazione della loro instabilità intesa come la valutazione degli indici di stabilità in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche e prevede un approccio di tipo puntuale, finalizzato cioè alla quantificazione della instabilità di singoli movimenti franosi.



Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni sono distinte per tipologia di movimenti franosi, in particolare per i movimenti franosi tipo scivolamenti (rotazionali e traslazionali) possono essere così schematizzate:

- individuazione delle sezioni geologiche e geomorfologiche che caratterizzano il corpo franoso, le sue geometrie, gli andamenti delle superfici di scivolamento, dei livelli di falda, finalizzati alla ricostruzione di un modello geologico interpretativo del movimento franoso;
- individuazione dei parametri geotecnici necessari all'analisi: il peso di volume (γ), l'angolo di attrito (Φ) nei suoi valori di picco e residuo e la coesione (c) nei suoi valori di picco e residuo (nel caso si adotti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb);
- individuazione degli accelerogrammi di input nel caso di analisi dinamiche;

analisi numeriche: diversi sono i modelli numerici che possono essere utilizzati per il calcolo della stabilità; tali codici, più o meno semplificati (es. metodo dei conci, metodo ad elementi finiti, ecc.), forniscono la risposta in termini di valori del fattore di sicurezza (F_s) in condizioni statiche, in termini di valori del coefficiente di accelerazione orizzontale critica (K_c) in condizioni pseudostatiche ed in termini di spostamento atteso in condizioni dinamiche.

L'applicazione dei diversi modelli dipenderà chiaramente dalle condizioni geologiche del sito in analisi e dal tipo di analisi che si intende effettuare.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno i livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame: in particolare i valori del fattore di sicurezza forniscono indicazioni sulla stabilità dell'area considerando un ben preciso stato del sito di analisi non tenendo in conto la contemporanea variazione di alcuni parametri quali contenuto d'acqua e carichi agenti (pioggia, terremoto, azioni antropiche, ecc); il coefficiente di accelerazione orizzontale critica fornisce invece la soglia di accelerazione al suolo superata la quale l'area stabile diviene instabile in occasione di un terremoto; infine lo spostamento atteso fornisce indicazioni e sull'area di influenza del movimento franoso e una



misura di quanto l'accadimento di un evento sismico può modificare la situazione esistente.

Per quanto riguarda i movimenti tipo crolli e ribaltamenti le analisi che possono essere effettuate sono di tipo statico e pseudostatico. Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni possono essere così schematizzate:

- inquadramento geologico di un intorno significativo in scala 1:10.000 e esecuzione di sezioni geologiche e topografiche in scala 1:10.000;
- individuazione dei parametri dell'input sismico (quali valore del picco di accelerazione, valore del picco di velocità);
- rilievi geomeccanici per la classificazione degli ammassi rocciosi sorgenti dei distacchi (determinazione delle principali famiglie di discontinuità, prove in sito sugli affioramenti quali martello di Smidth tipo L, pettine di Barton, spessimetro per apertura giunti ecc., prelievo di campioni per esecuzione di Point Load Test e di prove di scivolamento Tilt Test);
- identificazione dei principali cinematismi di rottura degli ammassi rocciosi su sezioni tipo e, per situazioni particolarmente significative, analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudostatiche di singoli blocchi;
- descrizione e rilievo della pista di discesa e della zona di arrivo, rilievo geologico e, ove possibile, statistica dei massi al piede (dimensioni e distribuzione);
- costruzione del modello numerico della/e pista/e di discesa e verifiche di caduta massi con vari metodi e statistiche arrivi.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame, in particolare, vengono individuate le possibili piste di discesa, le relative aree di influenza e la statistica degli arrivi.

Effetti di cedimenti e/o liquefazioni

L'analisi prevede la valutazione quantitativa delle aree soggette a fenomeni di cedimenti e liquefazioni.



Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

In linea generale si esclude per il territorio di comunale la presenza di depositi suscettibili a effetti di liquefazione, considerate le tipologie litologiche del territorio e la zonazione sismica di appartenenza (Zona 4) per cui non risultano prevedibili eventi sismici di magnitudo considerevole.

Effetti di amplificazione morfologica e litologica

L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in situ con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri). Le caratteristiche strumentali, il tipo di acquisizione e la disposizione logistica variano in funzione della complessità geologica dell'area di studio, del metodo di elaborazione scelto e del tipo di risultato a cui si vuole pervenire. Le registrazioni eseguite in un'area di studio possono riguardare rumore di fondo (microtremore di origine naturale o artificiale) o eventi sismici di magnitudo variabile; i dati acquisiti devono essere opportunamente selezionati (ripuliti da tutti i disturbi presenti) e qualificati tramite informazioni sismologiche dell'area in esame. Permettono di definire la direzionalità del segnale sismico e la geometria della zona sismogenetica-sorgente. Le tracce dei segnali di registrazione devono essere in seguito processate tenendo conto delle diverse condizioni di installazione degli strumenti e delle diverse condizioni di acquisizione dei dati. Inoltre, nel caso siano



utilizzate stazioni equipaggiate con strumentazioni con frequenza propria diversa (caso più frequente) occorre rendere omogenei tra loro i vari segnali attraverso una deconvoluzione per le rispettive risposte spettrali. L'analisi sperimentale può presentare diversi gradi di approfondimento ed affidabilità, in funzione del tipo di strumentazione impiegata, del tipo di elaborazione del dato di registrazione e, soprattutto, in funzione dell'intervallo di tempo dedicato alle misurazioni in sito. I metodi di analisi strumentale più diffusi ed utilizzati sono il metodo di Nakamura (1989)⁷ e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981)⁸.

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D), basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale. I concetti fondamentali su cui si basano i codici di calcolo numerico riguardano la teoria della propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo e la teoria del comportamento non lineare e dissipativo dei terreni in condizioni dinamiche. La valutazione della risposta sismica deve tener conto non solo delle variazioni di ampiezza massima del moto sismico di riferimento, ma anche dell'effetto di filtraggio esercitato su di esso dal terreno, cioè delle modifiche nel contenuto in frequenza.

L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate il meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi. Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1° e 2° livello). E'

⁷ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Tech. Res. Inst., 30, 1

⁸ Kanai, K., Tanaka, T., 1961. On Microtremors. VIII, Bull. Earthquake res. Inst., University of Tokyo. Vol. 39



inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Le analisi strumentali e numeriche rappresentano due approcci diversi per la valutazione quantitativa dell'amplificazione locale; essi sono tra loro coerenti ma presentano le seguenti differenze:

- l'analisi numerica ha il vantaggio di essere facilmente applicabile con tempi veloci ma ha lo svantaggio di richiedere alti costi di realizzazione, di considerare modelli semplificati della situazione reale (soprattutto per i codici di calcolo 1D e 2D) e di trascurare l'effetto delle onde superficiali, sottostimando gli effetti ad alti periodi;
- l'analisi strumentale ha il vantaggio di considerare l'effetto della sollecitazione sismica nelle tre dimensioni spaziali ma ha lo svantaggio di considerare eventi di bassa magnitudo, valutando il comportamento dei materiali solo per basse deformazioni in campo elastico; di richiedere, oltre alle analisi sismologiche di registrazione strumentale, analisi geotecniche dinamiche integrative atte a rilevare il comportamento del bedrock sotto sollecitazione, di effettuare le registrazioni per periodi di tempo che dipendono dalla sismicità dell'area e che possono variare da un minimo di 1 mese ad un massimo di 2 anni.

Per compensare i limiti di un metodo con i vantaggi dell'altro è da valutare la possibilità di integrazione delle due metodologie: in questo modo è possibile effettuare un'analisi quantitativa completa che considera sia l'effetto della tridimensionalità del sito sia il comportamento non lineare dei materiali soggetti a sollecitazioni sismiche.

Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

lo-acc contenente, per ogni comune, diversi accelerogrammi attesi caratterizzati da due periodi di ritorno (475 e 975 anni);

curve_lomb.xls contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ).



23 - GLOSSARIO

Aliasing. Effetto indesiderato che consiste nella creazione di una frequenza falsa ([alias](#)), non esistente nel segnale reale, dovuta a fenomeni di sottocampionamento.

Amplificazione/deamplificazione sismica. Incremento/decremento nell'ampiezza del segnale sismico rispetto ad un'ipotetica roccia di base ([bedrock](#)) al propagarsi delle onde, in funzione della frequenza e del livello di scuotimento.

Analisi di Fourier. Operazione matematica che permette di passare, nella descrizione di un segnale, dal dominio dei tempi al dominio della frequenza. In altre parole consente di descrivere una serie temporale (ad esempio una registrazione del movimento al suolo nel tempo) attraverso le componenti relative di fase e di ampiezza in funzione della frequenza (spettro di fase o di ampiezza o di potenza).

Bedrock. Roccia in affioramento o alla base di sedimenti sciolti.

Curva di dispersione. E' la curva che rappresenta l'andamento della velocità di fase dell'onda di Rayleigh in funzione della frequenza.

Densità. Indicata con r , è il rapporto tra massa e volume del mezzo.

Discontinuità sismiche. Livelli all'interno del profilo litostratigrafico in corrispondenza dei quali si verificano nette variazioni di velocità delle onde sismiche (e pertanto delle proprietà elastiche dei litotipi).

Doppia risonanza. Vd. *Risonanza doppia*.

Frequenza naturale (o fondamentale). E' la frequenza a cui un sistema, eccitato da un impulso, vibra con maggior ampiezza. E' il reciproco del periodo fondamentale.

Guida d'onda. Si intende per guida d'onda il fenomeno per cui un campo di onde tende a rimanere confinato entro un canale (es. un tubo o una fibra in ottica) a causa delle riflessioni delle onde con l'interfaccia di confinamento. In sismica il fenomeno si verifica nei mezzi stratificati, quando sopra e sotto lo strato i -esimo si hanno brusche variazioni di impedenza. Il fenomeno riguarda ad es. le onde di Love dove il mezzo di confinamento è dato dalla superficie libera in alto e, per es., dal bedrock, verso il basso.

Impedenza sismica. Prodotto Z tra la densità del terreno r e la velocità delle onde sismiche V , che varia fra strati differenti di terreno. Il contrasto di impedenza sismica fra strati di roccia adiacenti influisce sul coefficiente di riflessione. Il contributo maggiore alle variazioni di impedenza sismica è dato dalle variazioni di V , piuttosto che di r .

Microtremori. Rumore sismico ambientale, caratterizzato da oscillazioni di piccola ampiezza, provocate da sorgenti naturali o antropiche (onde del mare, vento, piccoli movimenti terrestri, traffico ecc.). I microtremori sono costituiti da tutti i tipi di onde sismiche, ma generalmente, in maggior misura, da [onde superficiali di Rayleigh](#) e di LOVE.

Microzonazione. Complesso di studi che prevede quale prodotto finale di sintesi una mappa del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico viene amplificato (e come) a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione dissesti del suolo indotti dal sisma (frane, assestamenti, liquefazioni, fagliazioni superficiali).

Onde P. Sono le onde sismiche più veloci e vengono anche chiamate *primae* o di compressione. La vibrazione si sviluppa nella stessa direzione di propagazione delle onde. Sono onde di volume e si propagano con velocità V_P .

Onde di Love (L). Onde sismiche generate dall'intrappolamento delle onde S confinate e riflesse tra due strati con diversa impedenza sismica (fenomeno di guida d'onda, vd.). Si propagano con velocità V_L .

Onde di Rayleigh (R). Onde sismiche generate dall'interazione tra onde di volume P ed S. Hanno velocità (V_R) prossima a quella delle onde S (V_S), in particolare $0.87 < V_R / V_S < 0.96$.

Onde S. Sono le onde sismiche che giungono per seconde. Sono chiamate anche *secundae* o trasversali e la vibrazione avviene perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda sismica. Sono onde di volume e si propagano con velocità V_S . Sono le onde più dannose per le strutture durante i terremoti in quanto, giungendo in superficie con incidenza quasi verticale, producono spinte orizzontali sui terreni e sugli edifici fondati su di essi. Gli edifici, che sopportano bene gli sforzi di compressione, generalmente soffrono invece molto la presenza di sforzi di taglio.



Onde di superficie. Termine generico per indicare le onde di Rayleigh e di Love, onde il cui campo di vibrazione è la superficie della crosta. La loro energia si disperde meno rapidamente delle onde di volume; esse pertanto tendono a dominare il campo lontano dalla sorgente.

Onde di volume. Termine generico per indicare le onde S e P. La loro energia si disperde più rapidamente delle onde di superficie, pertanto tendono a dominare il campo vicino alla sorgente.

Risonanza. E' la tendenza di un sistema ad oscillare con maggior ampiezza quando eccitato da energia ad una specifica frequenza, detta *frequenza naturale* di vibrazione del sistema, autofrequenza o *frequenza di risonanza*.

Nel caso degli edifici la risonanza è controllata dalle geometrie e dai materiali di costruzione mentre la frequenza di risonanza è controllata principalmente dall'altezza. La frequenza naturale di risonanza di un edificio può essere stimata, in prima approssimazione, dividendo 10 Hz per il numero dei piani dell'edificio.

Risonanza doppia. Tutte le strutture hanno una frequenza naturale alla quale la sovrapposizione di energia alla stessa frequenza amplifica il moto. Un analogo di facile comprensione è l'esempio di un bimbo su un'altalena. Se egli verrà spinto ad una frequenza casuale, l'altalena tenderà generalmente a fermarsi. Se invece la spinta sarà applicata all'istante giusto ad ogni oscillazione (cioè alla giusta frequenza), il dondolio dell'altalena aumenterà in modo eclatante. Allo stesso modo, se il moto sismico indotto dal terremoto eccita la base di un edificio a frequenze prossime a quelle di risonanza naturale dell'edificio stesso, l'amplificazione del moto risultante può diventare distruttiva e portare al collasso della struttura.

Scuotimento. E' la vibrazione del terreno indotta da un'onda sismica. Lo scuotimento in un sito può essere incrementato dalla focalizzazione dell'energia sismica causata da particolari condizioni geometriche del sottosuolo o geomorfologiche (forma di un bacino sedimentario, cresta, ecc...).

Slant-stack. Sovrapposizione obliqua. In questo lavoro questa procedura matematica rappresenta il primo passo nella creazione delle curve di dispersione.

Vs30. E' il valore medio della velocità delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo.



24 - RICHIAMI NORMATIVI

Qui di seguito si fa un elenco dei principali riferimenti normativi in materia geologico tecnica e ambientale, a cui occorre fare riferimento nella programmazione e nella gestione del territorio:

Legge 523/1904: nell'art.96 prevede una distanza di 10 m dai corsi d'acqua entro la quale è interdetta l'edificazione.

R.D. 08.05.1904 n°368: regolamento per la esecuzione del T.U. della L. 22 marzo 1900 n°195 e della L. 7 luglio 1902 n° 333 sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi

R.D. 14 agosto 1920 n° 1285: regolamento per le derivazioni ed utilizzazioni di acque pubbliche

D.M. 16 dicembre 1923: norme per la compilazione dei progetti di massima e di esecuzione a corredo di domande per grandi e piccole derivazioni di acqua.

R.D. 11 dicembre 1933 n° 1775 - Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici.

R.R 09.01.1982 n° 2 e n° 3; L.R. 13.12.1983 n° 94; L.R. 14.12.1983 n° 99; L.R. 10.09.1984 n° 54; D.L. 05/02/94 n° 22 (Ronchi), D.P.R. 10.09.82 n° 915, contengono le norme per lo smaltimento e lo stoccaggio dei rifiuti, la realizzazione e gestione delle discariche. Queste norme sono integrate e specificate con la Circolare Regionale n° 973 del 15.01.1986 e con la deliberazione della Giunta Regionale del 02.05.1991 n.5/8462.

Legge Regionale n° 8 del 05.04.1976, legge forestale regionale: in questa legge sono descritti i terreni soggetti a vincolo idrogeologico.

Decreto 8 gennaio 1997 n° 99: reca il regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.

Delibera 4 febbraio 1977: reca i criteri, le metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2 lettere b), d) ed e) della Legge 10.05.76 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

DPR 24 maggio 1977: formula tipo per la determinazione del canone e l'applicazione della tariffa di cui all'art. 16 della legge 10.05.76 n° 319 recante le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, e penalità per omessa, infedele o ritardata denuncia o per l'omesso e ritardo pagamento.

DPR n° 616 del 24.07.1997: attuazione della delega di cui all'art. 1 della L. 22.07.1975 n° 382

Legge Regionale n° 44 del 29.04.1980: disciplina della ricerca, coltivazione e utilizzo delle acque minerali e termali

Circolare n° 38/SAN/83 del 22 luglio 1983 della Regione Lombardia - Settore Sanità e Igiene, Servizio Igiene Pubblica. Direttiva per la vigilanza e i controlli sulle acque destinate al consumo umano.

Nota n° 1838 del 23.01.1984 della Regione Lombardia - Settore Sanità e Igiene, Servizio Igiene Pubblica. Nota integrativa alla Circolare n° 38/SAN/83 sulle acque destinate al consumo umano.

Legge 04 agosto 1984 n° 464: reca le norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.

Legge Regionale 27 maggio 1985 n° 62: disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature - Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento.



Legge 431 del 08.08.1985: individua le zone da sottoporre a vincolo e a salvaguardia ambientale, tra le quali sono comprese le fasce adiacenti ai fiumi per una distanza di 50 metri dalle sponde. Questa legge prevede anche la redazione di Piani Paesistici ai quali gli strumenti di pianificazione locale devono adeguarsi.

DGR n° IV/3859 del 10.12.1985: individua delle aree di particolare interesse ambientale a norma della Legge 8 agosto 1985 n° 431.

DGR n° IV/12028 del 25.07.1986: in questo documento sono iscritti i corsi d'acqua classificati pubblici ai sensi del T.U. n° 1775 del 11.12.33.

Legge Regionale 33 del 21.06.1988: disciplina delle zone del territorio regionale a rischio geologico e sismico. Prevede la stesura da parte delle Provincie di un Piano Funzionale che definisca le zone da assoggettare a vincolo idrogeologico e le zone soggette a rischio geologico, nonché i criteri metodologici per la formazione degli strumenti urbanistici in tali aree. Per la Provincia di Bergamo tali Piani sono attualmente in fase di compilazione.

D.P.R. n° 203 del 24.05.88, attuazione della direttiva CEE n° 880/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto da grandi impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987 n° 183.

D.P.R. n° 236 del 24.05.88, attuazione della direttiva CEE n° 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n° 183: definisce le zone di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, e stabilisce le modalità di intervento antropico consentito nelle stesse.

Decreto 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici: contiene dettagliate norme tecniche per la verifica della stabilità dei terreni, delle scarpate e per la progettazione delle opere di sostegno e di fondazione. Le istruzioni applicative sono state emanate con la Circolare Ministeriale n° 30483 del 24.09.1988.

Legge 18 maggio 1989 n° 183: prevede la suddivisione del territorio nazionale nei bacini idrografici maggiori, in modo da consentire interventi organici in materia di difesa del suolo e dell'assetto idrogeologico del territorio. Lo strumento di programmazione è costituito dai Piani di Bacino.

Legge Regionale 59/90 e 56/89 Istituzione del Parco delle Orobie Bergamasche

Regione Lombardia, Circolare del Settore Ambiente e Energia: "Direttive in materia di scarichi idrici e tutela delle acque sotterranee dallo inquinamento", D.G.R. n° 54023 del 03.06.1994, pubb. B.U.R.L. n° 33 del 10.08.1994, III supplemento straordinario.

Decreto 26 marzo 1991 del Ministero della Sanità: reca le norme tecniche di prima attuazione del DPR 236/88 relativo all'attuazione della direttiva CEE n° 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.04.1987 n° 183.

D.P.C.M. del 01.03.1991: limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

D.L. n° 277 del 15.08.1991: reca le disposizioni in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro.

DGR n° V/22502 del 13.05.1992: reca le direttive ai Servizi Provinciali del Genio Civile per l'esercizio delle deleghe in materia di autorizzazioni alla ricerca e di concessioni delle acque sotterranee.

DGR n° V/28369 del 14.10.1992: con questo documento la Regione Lombardia dà disposizione in ordine alla durata delle concessioni di piccole derivazioni d'acqua ad uso industriale.



Deliberazione della Giunta Regionale 18.05.1993 n.5/36147, pubblic. B.U.R.L. n° 28 del 16.07.1993, Il supplemento straordinario: con questo documento la Regione Lombardia detta i criteri e gli indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione locale.

Decreto Legislativo 12 luglio 1993 n° 275: reca il riordino in materia di concessioni di acque pubbliche.

Legge 5 gennaio 1994 n° 36 (Galli): disposizioni in materia di risorse idriche

Legge 5 gennaio 1994 n° 37: norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche

DGR n° V/50599 del 07.04.1994: modalità concernenti gli adempimenti previsti dall'art. 10 del d.lgs n° 275 del 12.07.93 e approvazione modello di denuncia.

Decreto Legge 17 marzo 1994 n° 177: reca le modifiche alla disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature.

Circolare del settore ambiente e energia approvata con DGR n° 54023 del 03.06.1994: direttive in materia di scarichi idrici e di tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Legge n° 447 del 26.10.1995: legge quadro sull'inquinamento acustico

D.P.C.M. del 14.11.1997: determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.

DGR n° VI/15137 del 27.06.1996: reca le direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art. 9, punto 1, lett. f) del DPR 24 maggio 1988 n° 236.

Legge Regionale 24 novembre 1997 n° 41: prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti.

Legge Regionale 9 giugno 1997 n° 18: riordino delle competenze e semplificazioni delle procedure in materia di tutela dei beni ambientali e di piani paesistici. Subdeleghe agli Enti locali

DGR n° VI/30194 del 25/07/97: deleghe della Regione Lombardia agli Enti locali per la tutela del paesaggio. Criteri per l'esercizio delle funzioni amministrative ai sensi della legge regionale 9 giugno 1997 n° 18

Legge Regionale 8 agosto 1998 n° 14: reca le nuove norme per la disciplina della coltivazione di sostanze minerali di cava.

Legge Regionale 20 Ottobre 1998 n° 21: organizzazione del servizio idrico integrato e individuazione degli ambiti territoriali ottimali in attuazione della legge 5 gennaio 1994 n° 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche"

Legge Regionale n° 142 del 04.11.1998: reca le disposizioni in materia di tasse sulle concessioni regionale ed in particolare l'art. 3 p.to 1, ai sensi dell'art 89 comma 1 lett. i) del D.Lgs del 31.03.1998 n° 112 tutte le acque sotterranee e superficiali raccolte in corsi d'acqua ed invasi insistenti nel territorio lombardo sono considerate pubbliche.

D.G.R. 15 gennaio 1999 - n° 6/40996: approvazione delle "Legende di riferimento per la predisposizione della carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica e dei colori per la redazione delle 4 classi della carta della fattibilità" e dell'ulteriore documentazione da allegare allo studio geologico previsto dalla legge regionale 24 novembre 1997, n° 41.



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

Decreto Legislativo n° 152 del 11.05.1999: disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

Deliberazione 11 maggio 1999: Adozione del progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico (deliberazione n° 1 /99)

Deliberazione Giunta Regionale 2 dicembre 2001 n°7/7365: Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico. Art. 17, comma 5, della legge 18 maggio 1989 n°183

D.C.R. 15 gennaio 2002 n° VII/402: piano regionale di risanamento delle acque settori funzionali pubblici servizi acquedotto, fognatura, collettamento e depurazione (l.r. 32/80 e l.r. 58/84)

Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri 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 (Ordinanza n° 3274)

D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693: Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto (art.21, comma 6 del D.Lgs 152/99 e successive modificazioni)

Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n°152 Norme in materia ambientale

Decreto Ministeriale 14 Settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni"

Legge Regionale 11 Marzo 2005, n°12, Art. 57 Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio

Delibera Giunta Regionale 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 della l.r. 11 marzo 2005, n°12

Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n.2 Disciplina all'uso delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'art.52, comma 1, lettera c) della L.R. 12.12.2003, n.26

Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n.3 Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie in attuazione dell'art.52, comma 1, lettera a) della L.R. 12.12.2003, n.26

Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n.4 Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e lavaggio delle aree esterne in attuazione dell'art.52, comma 1, lettera a) della L.R. 12.12.2003, n.26

D.M. 14 Gennaio 2008 Testo Unico - Nuove Norme Tecniche delle Costruzioni (G.U. n.29 del 04.02.2008 – Supplemento Ordinario n.30)

Decreto Legislativo 16 Gennaio 2008 n. 04 Ulteriori modifiche al D. Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale



25 - BIBLIOGRAFIA

- Aki K. e Richards P.G., 1980. *Quantitative Seismology*, Freeman and Co., New York.
- Anderson J. G., Lee Y., Zeng Y. e Day S., 1996. Control of Strong Motion by the Upper 30 Meters, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **86**, 1749-1759.
- Arai H. e Tokimatsu K., 2004. S-Wave Velocity Profiling by Inversion of Microtremor H/V Spectrum, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **94**, p. 53-63.
- Bard P.-Y., 1998. Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? Second International Symposium on the Effects of the Surface Geology on Seismic Motion-ESG98, Japan.
- Baumbach M., Bindi D., Grosser H., Milkereit C., Parolai S., Karakisa S., Zünbül S., 2002. M_L scale in northwestern Turkey from 1999 Izmit aftershocks. XXVIII General Assembly of the European Seismological Commission (ESC), Genova, Italy.
- Bindi D., Parolai S., Spallarossa D., Cattaneo M., 2000. Site effects by H/V ratio: comparison of two different procedures, *J. Earthq. Eng.*, **4**, 97-113.
- Borcherdt R. D., 1992. Simplified site classes and empirical amplification factors for site-dependent code provisions, in *Proc. NCEER, SEAOC, BSSC Workshop on Site Response during Earthquakes and Seismic Code Provisions*, November 18-20, University of Southern California, Los Angeles, California.
- Castellaro S., Mulargia F. e Bianconi L., 2005. Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata, rapida ed economica, *Geologia Tecnica e Ambientale*, vol. 3.
- Chavez-Garcia F. J., Rodriguez M. e Stephenson R., 2006. Subsoil structure using SPAC measurements along a line, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **96** (2), 729-736.
- Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A. e Molina, S., 2000. Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations, *Pure Appl. Geophys.*, **157**, 1445-1462.
- Di Giacomo D., Gallipoli M.R., Mucciarelli M., Parolai S. e Richwalski S.M., 2005. Analysis and modeling of HVSR in the presence of a velocity inversion: the case of Venosa, Italy, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95**, 2364-2372.
- Fah D., Kind F. e Giardini D., 2001. A theoretical investigation of average H/V ratios, *Geophys. J. Int.*, **145**, 535-549.
- Field E.H., Jacob, K., 1993. The theoretical response of sedimentary layers to ambient seismic noise. *Geophys. Res. Lett.*, **20-24**, 2925-2928.
- Gallipoli R., La penna V., Lorenzo P. et al., 2000. Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, **4**, 117-128.
- Guillier B., Chatelain J.L., Hellel M., Machane D., Mezouer N., Ben Salem R. e Oubaiche E.H., 2005. Smooth bumps in H/V curves over a broad area from single-station ambient noise recordings are meaningful and reveal the importance of Q in array processing: The Boumerdes (Algeria) case, *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L24306, doi:10.1029/2005GL023726.
- Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999. Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, **89**, 250-259.
- Kanai K., 1957. The requisite conditions for predominant vibration of round, *Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ.*, **31**, 457.
- Lachet C. e Bard P.Y., 1994. Numerical and theoretical investigations on the possibilities and limitation of Nakamura's technique, *J. Phys. Earth*, **42**, 377-397.
- Lermo J., Chavez-Garcia F.J., 1993. Site effect evaluation using spectral ratios with only one station, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **83**, 1574 - 1594.
- Lermo J., Chavez-Garcia F.J., 1994. Are microtremors useful in site response evaluation?, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **84**, 1350 - 1364.
- Louie J., 2001. Faster, Better: Shear-Wave Velocity to 100 Meters Depth from Refraction Microtremor Arrays, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **91**, 347-364.
- Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001. A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique, *Bollettino di Geofisica Teoria ed Applicata*, **42**, 255-266.
- Mucciarelli M., Masi A., Gallipoli M.R. et al., 2004. Analysis of RC building dynamic response and soil-building resonance based on data recorded during a damaging earthquake (Molise, Italy, 2002), *Bull. Seism. Soc. Am.*, **94**, 1943-1953.



- Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006. Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, Conf. Earthq. Eng. And Seismol., Geneva, 3-8 Sept. 2006, no. 270.
- Mulargia F. e Castellaro S., 2006. H/V + H + V tremor spectral analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.*, sottomesso.
- Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, **30**, 25-33.
- Nogoshi M. e Igarashi T., 1970. On the propagation characteristics of microtremors, *J. Seism. Soc. Japan*, **23**, 264-280.
- Ohuri M., Nobata A. e Wakamatsu K., 2002. A comparison of ESAC and FK methods of estimating phase velocity using arbitrarily shaped microtremor arrays, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **92** (6), 2323-2332.
- Park D. e Hashash Y.M.A., 2004. Probabilistic seismic hazard analysis with non linear site effects in the Mississippi embayment, *Proc. 13th World Conf. Earthq. Eng.*, Vancouver, CD-Rom Edition, paper n. 1549.
- Parolai S., Richwalski S., Milkereit C. E Bormann P., 2004. Assessment of the stability of H/V spectral ratios from ambient noise and comparison with earthquake data in the Cologne area (Germany), *Tectonophysics*, **390**, 57– 73.
- Parolai S., Bormann P., Milkereit C., 2002. New relationships between Vs, thickness of the sediments and resonance frequency calculated by means of H/V ratio of seismic noise for the Cologne area (Germany), *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **92** (6), 2521– 2527.
- Pratt, <http://faculty.washington.edu/tpratt/frequencies.htm>
- SESAME, 2005. <http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/index.htm>
- Stewart J. P., Liu A. H. e Choi Y., 2003. Amplification Factors for Spectral Acceleration in Tectonically Active Regions, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **93**, 332–352.
- Wald L. A. e Mori J., 2000. Evaluation of Methods for Estimating Linear Site-Response Amplifications in the Los Angeles Region, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **90**, S32–S42.



COMUNE DI
ALBANO S.A.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

P.G.T.

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

Appendice 1– Stratigrafie pozzi e sorgenti

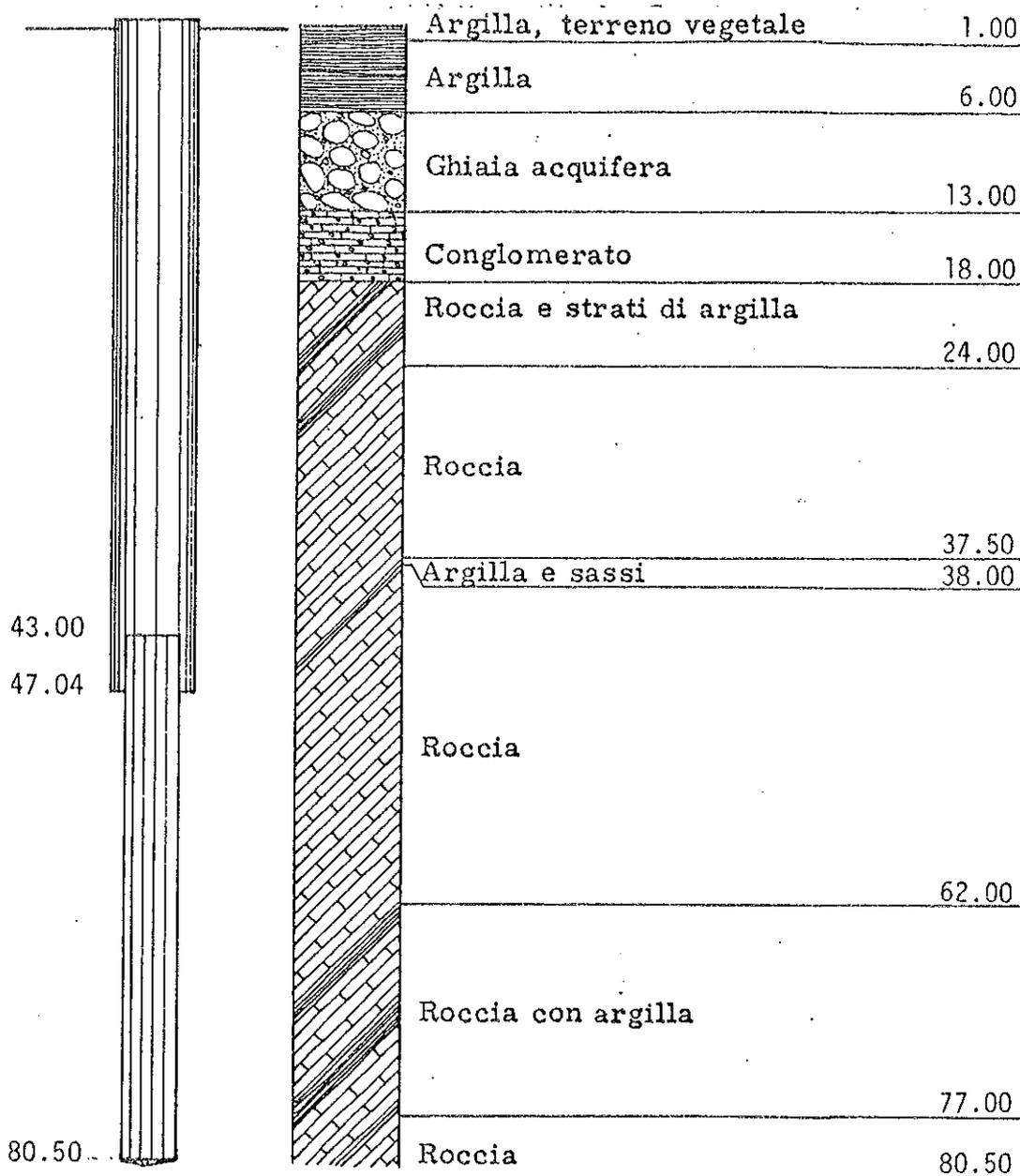


BG

ALBANO
S.ALESSANDRO

Acquedotto Sponda Sinistra Serio
Ranzuchello

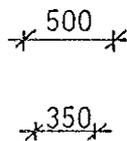
1



F.
Tav.
Qt. 238

43.00
47.04

80.50



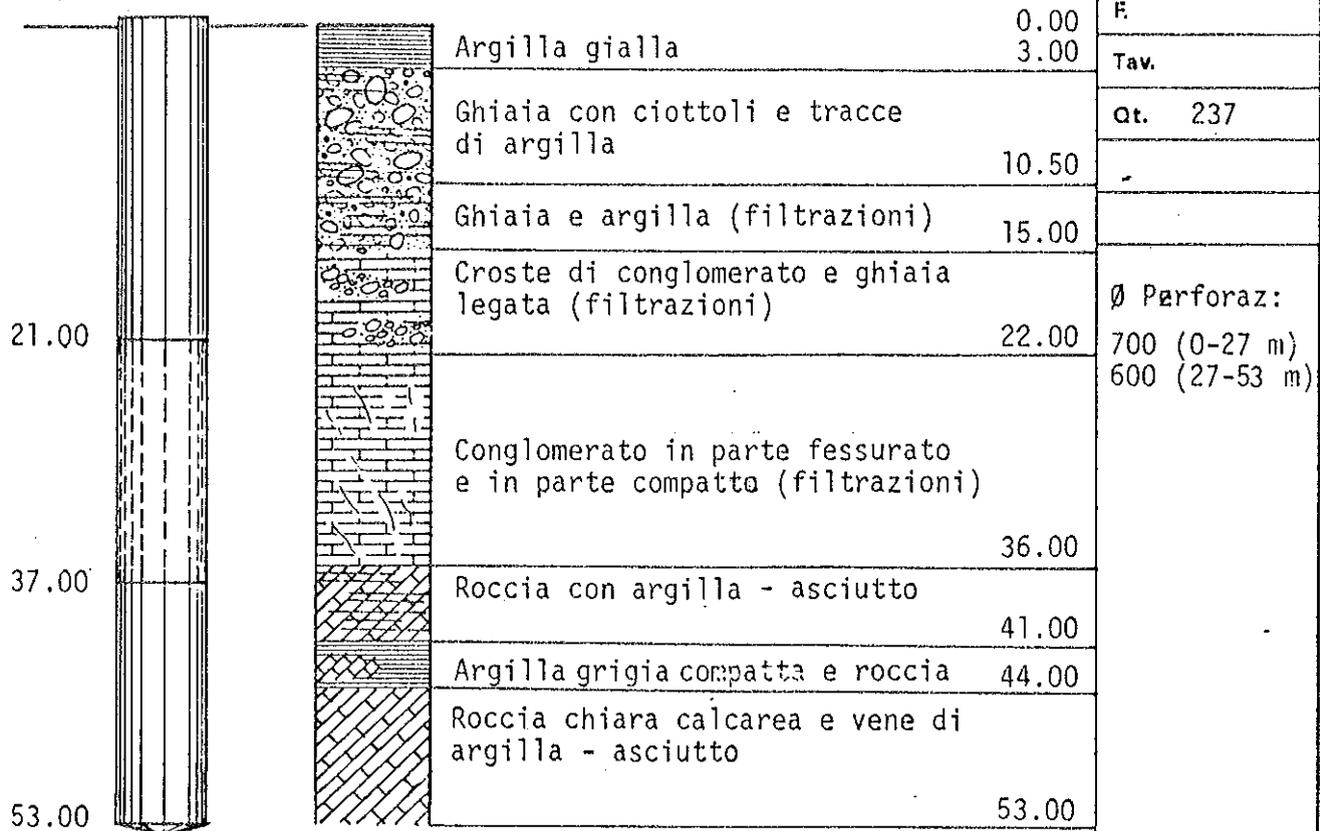
DITTA PERFORATRICE	
Della Torre	
DATA	
23/6/67	
L.S.	13.0
L.D.	13.0
Q(1/200)	10



BG

ALBANO
S.ALESSANDROAcquedotto Sponda Sinistra Serio
Via Tonale - 1°

2



DITTA PERFORATRICE

I.T.A.

DATA

12/07/71

L.S.

5.9

L.D.

Q (l/sec)

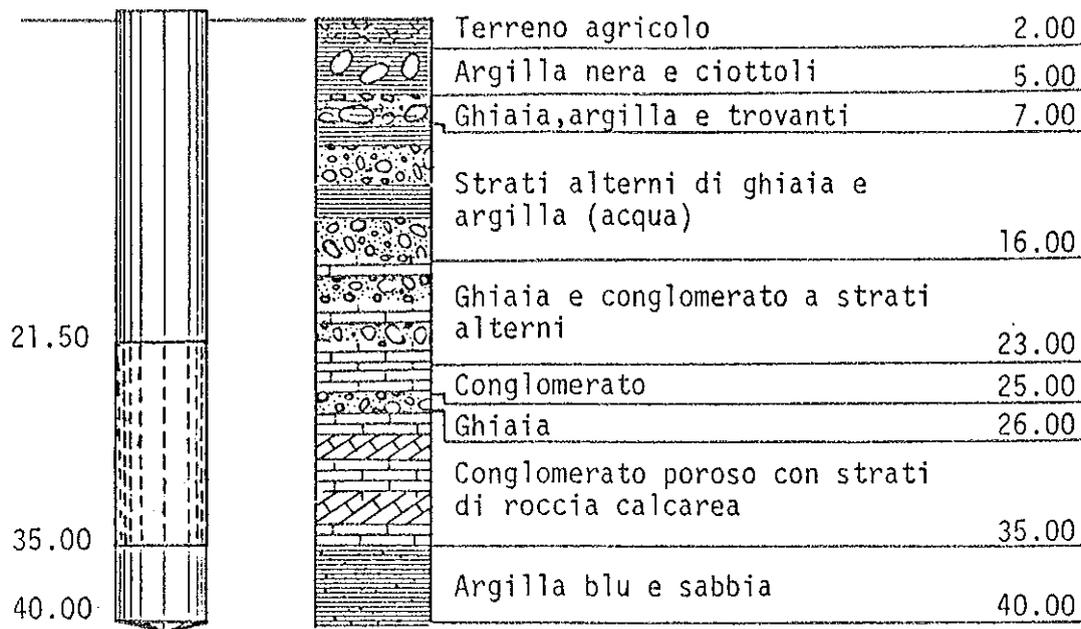
14



BG

ALBANO
S.ALESSANDROAcquedotto Sponda Sinistra Serio
Via Tonale - 2°

3



F.
Tav.
Qt.
Ø Perforaz:
700
Cementazione
da 0 a 16 m.

DITTA PERFORATRICE

Testa

DATA

26/5/79

L.S.

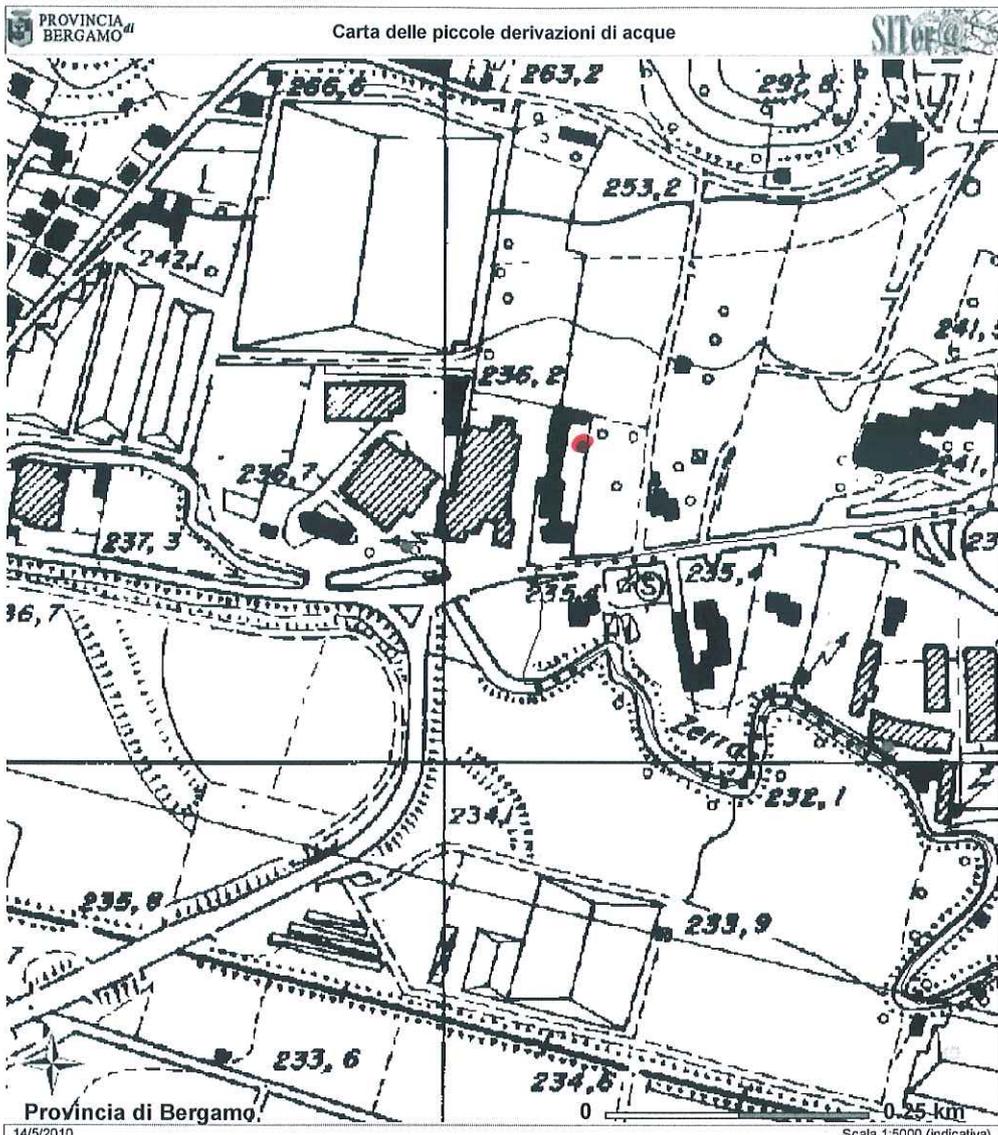
9.0

L.D.

10.0

Q (l/sec)

10



Provincia di Bergamo. 14/5/2010 Scala 1:5000 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG03123971981 Codice faldone 1683 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio Mappale 718/B
 Tipo pratica Nuova Stato pratica Chiusa
 Data domanda 9/10/1981 Inizio concessione // Fine concessione //

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
2	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
SALUMIFICIO LONGHI ALESSANDRO	VIA TONALE 93	ALBANO SANT'ALESSANDRO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	40	40	1	17,5	31

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		200	Terreno agricolo
2	200	1300	Ghiaia legata con argilla
3	1500	200	Ghiaia e conglomerato
4	1700	700	Conglomerato
5	2400	700	Ghiaia e conglomerato
6	3100	900	Argilla con strati rocciosi

Note prelievo L.S.=-10 m; L.D.=-17 m (1980)

id pratica BG0118682000 Codice faldone 1711 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio 9 Mappale 720
 Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Attiva
 Data domanda 7/4/2000 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

5

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0	0	Antincendio
10	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
ACS DOBFAR	VIA TONALE 87	ALBANO SANT'ALESSANDRO	BG

Informazioni colonna

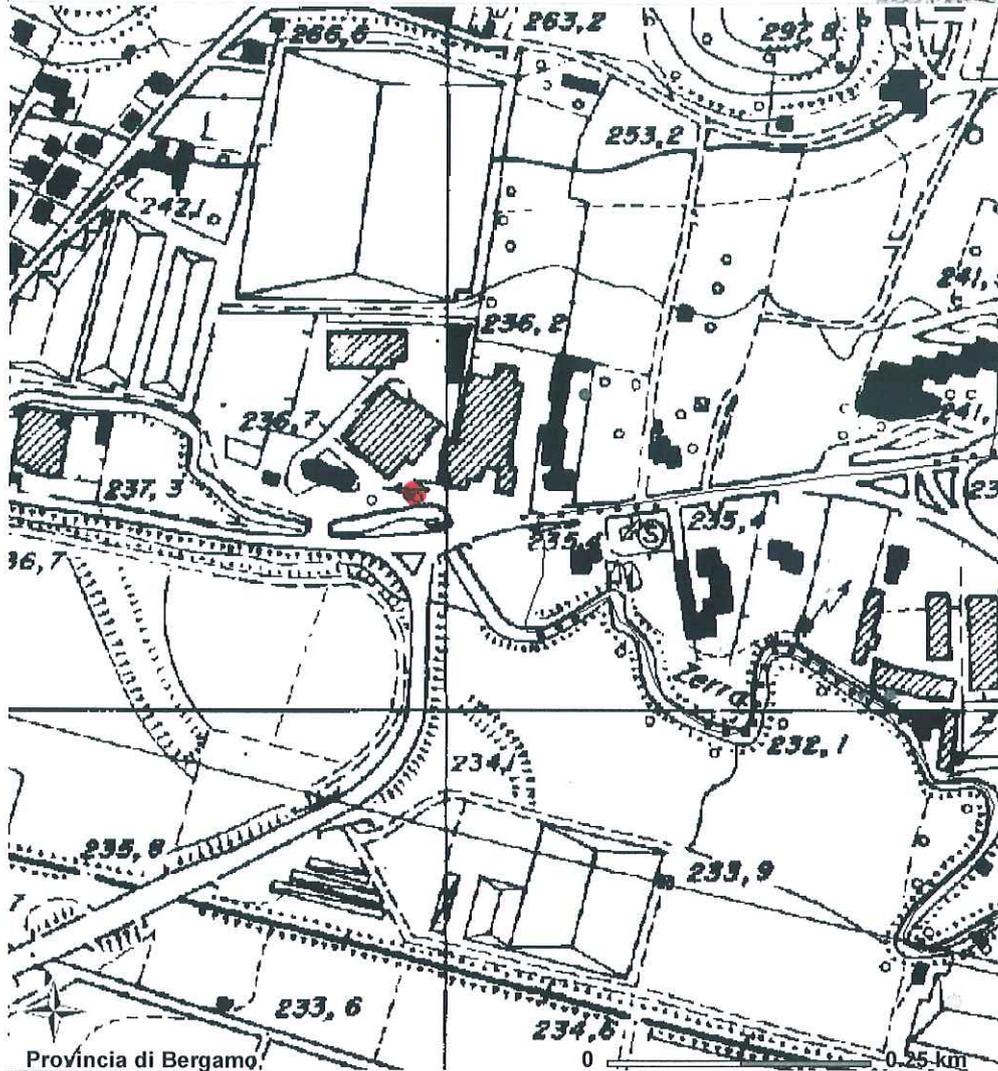
n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	72	40	4	10,93	69,5

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		600	Argilla con sassi
2	600	600	Ghiaia mista con argilla
3	1200	150	Ghiaia
4	1350	200	Conglomerato
5	1550	250	Ghiaia sporca e conglomerato
6	1800	100	Conglomerato
7	1900	300	Ghiaia mista e conglomerato
8	2200	100	Conglomerato compatto
9	2300	200	Ghiaia pulita
10	2500	400	Conglomerato compatto
11	2900	50	Ghiaia pulita
12	2950	150	Conglomerato compatto
13	3100	50	Argilla e roccia consumata
14	3150	225	Conglomerato compatto
15	3375	25	Ghiaia pulita
16	3400	600	Conglomerato compatto
17	4000	200	Roccia sabbiosa
18	4200	1050	Argilla compatta
19	5250	150	Roccia compatta verde
20	5400	150	Mastice con sassi e strati di roccia
21	5550	1000	Roccia compatta con venature rosse ferrose
22	6550	650	Roccia compatta senza venature

Note prelievo

Chiudi questa finestra



Provincia di Bergamo

14/5/2010

Scala 1:5000 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.



BERGAMO

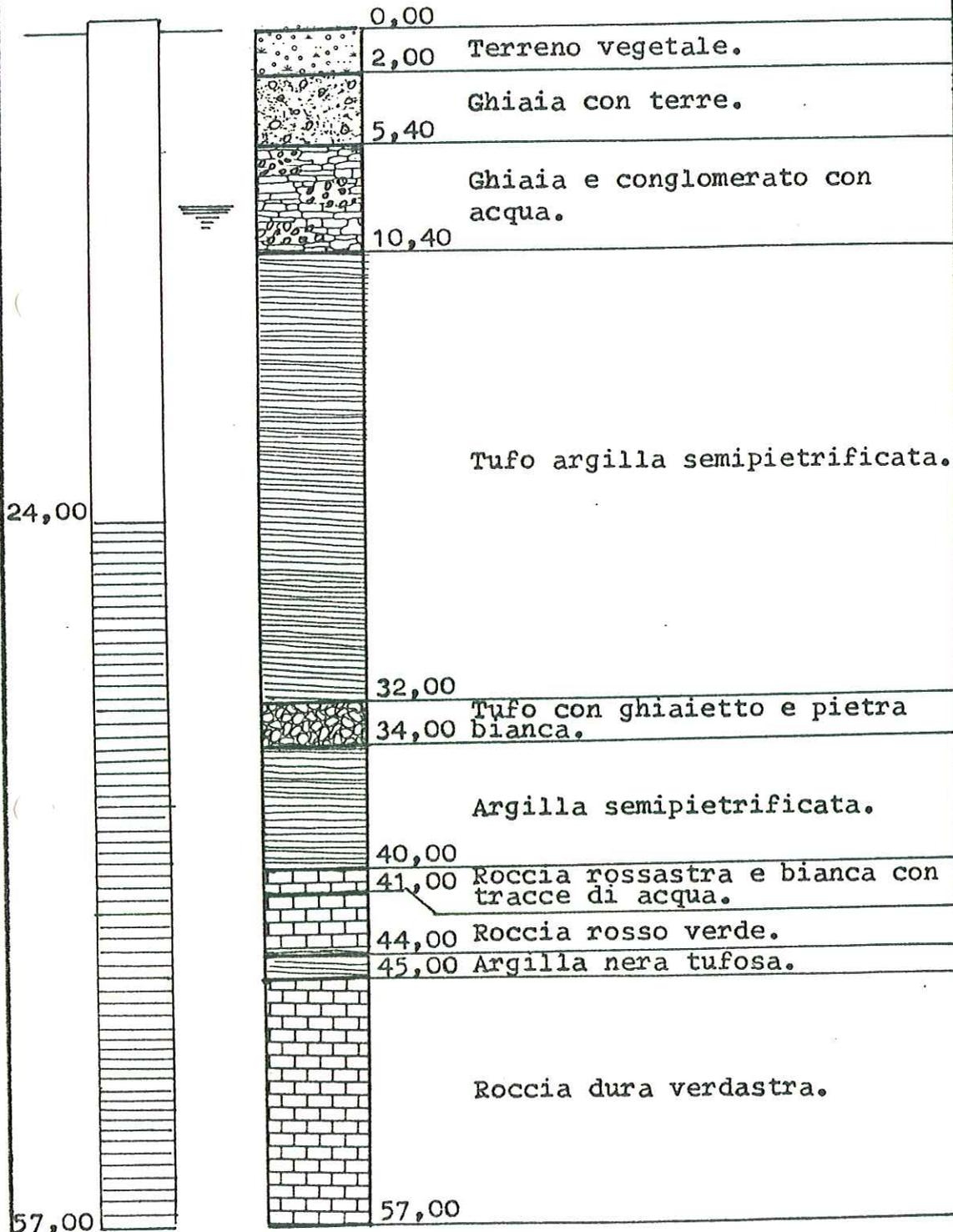
ALBANO S.
ALESSANDRO

GLORIA MANGIMI s.r.l.

N° 1

Data: 1963
LS: m 8
LD: m 16
Portata: 8 l/sec

Diametro esterno
420 mm
Diametro colonna
300 mm



Scala: 1 : 300

D.IND LACTIS S.p.A

MARSETTI R.

Profondità raggiunta mt. 70

Livello statico mt. 13

Livello dinamico mt. 20

Portata litri 3/3"

Colonna ϕ 500 mm

Zona Finestrata

Zona Finestrata

RICERCHE IDROGEOLOGICHE
PROTEZIONE DALLA CORROSIONE
TRATTAMENTO DELLE ACQUE

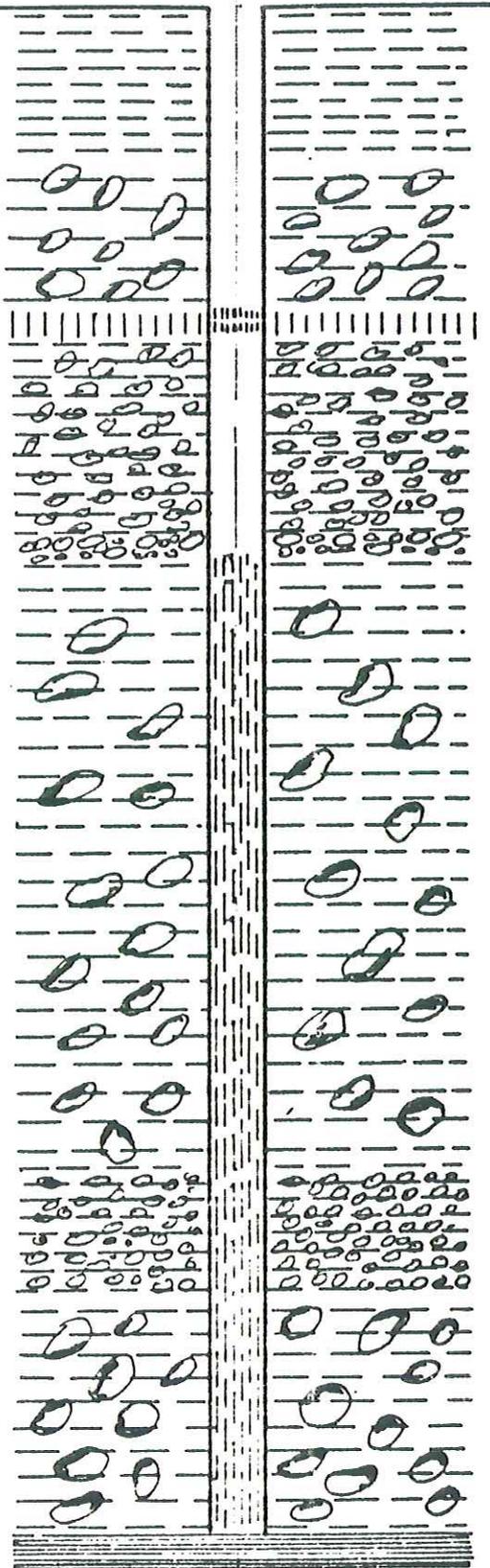
A. PASINETTI

Via F.lli Calvi, 6 - 24100 BERGAMO

Tele Fax 035/271155

Cod. Fis. PSNGNS30PGC455Q

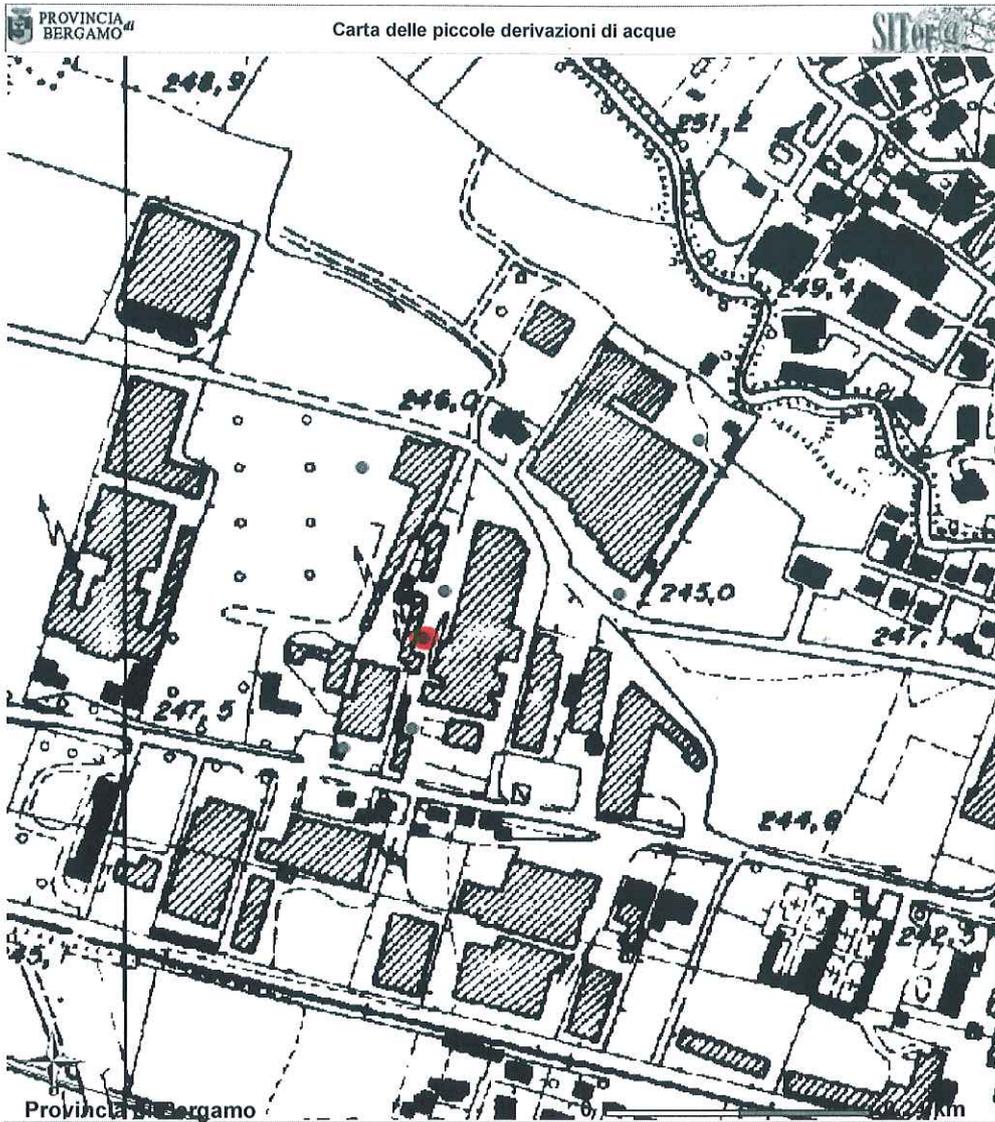
Partita IVA 007540/0167



± 0.00	
8.00	Argilla
8.00	Argilla mista a ciottoli
16.00	
17.00	1.00 Conglomerato
26.00	9.00 Argilla e ghiaia
27.00	1.00 Ghiaia
	Argilla mista a ciottoli
28.00	
55.00	
	Misto ghiaione 5.00 e argilla
60.00	
	Argilla mista a ciottoli
70.00	

Comune "Albano San'Alessandro" prov. di Bergamo
Diagramma della Stratigrafia del pozzo trivellato II²

PERFORAZIONE
Fili BASSI fino 41.5 m
DELLA TORRE da 41.5 a 70 m



14/5/2010

Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.



id pratica BG0117891991 Codice faldone 2345 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio 4 Mappale 284

Tipo pratica In sanatoria Stato pratica Attiva

Data domanda 26/9/1991 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
4	0	Industriale

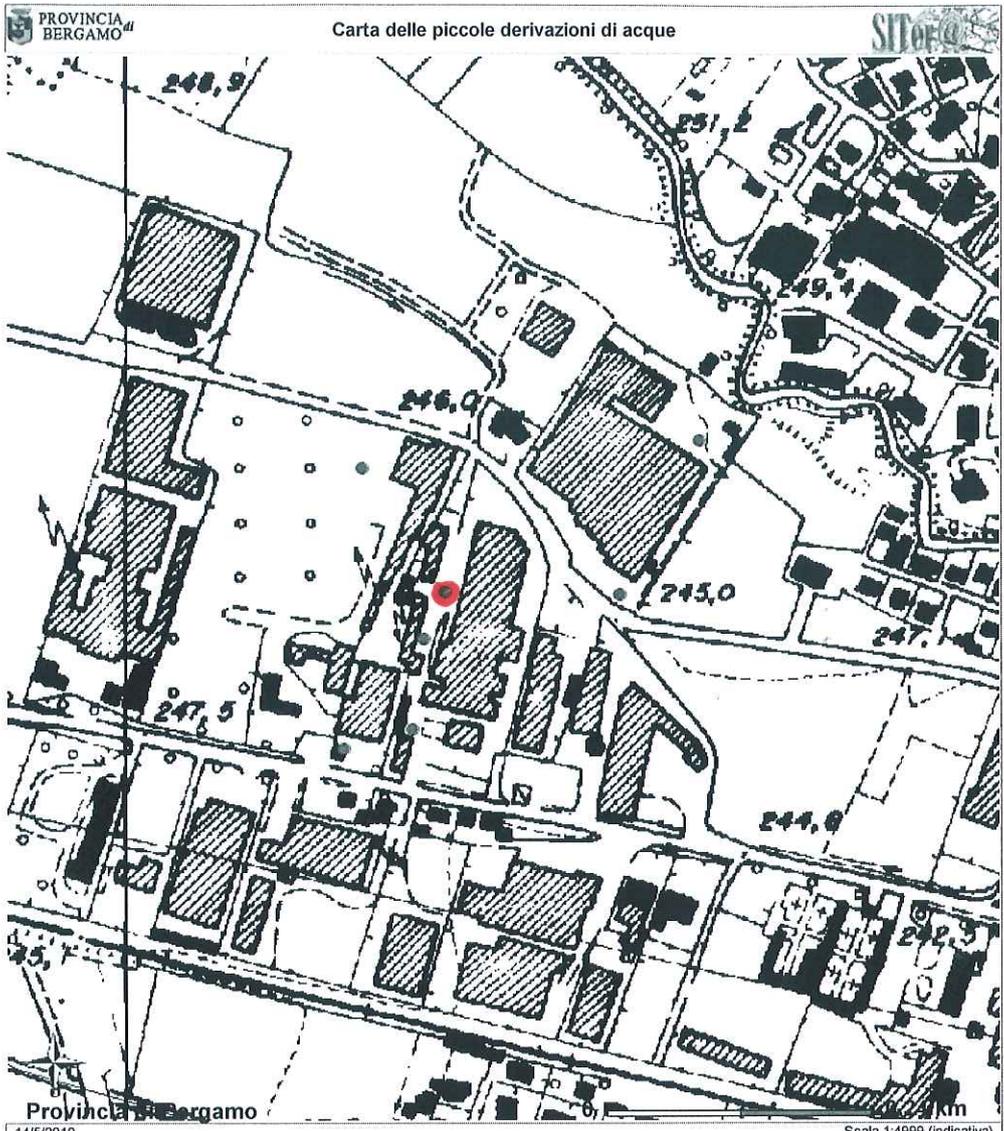
Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
PARMALAT SPA	VIA O. GRASSI N. 26	COLLECCHIO	PR

Note prelievo

Pozzo 2

11



14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0118041994 Codice faldone 2471 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio 4 Mappale 284
 Tipo pratica In sanatoria Stato pratica Attiva
 Data domanda 1/6/1994 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
4	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
PARMALAT SPA	VIA O. GRASSI N. 26	COLLECCHIO	PR

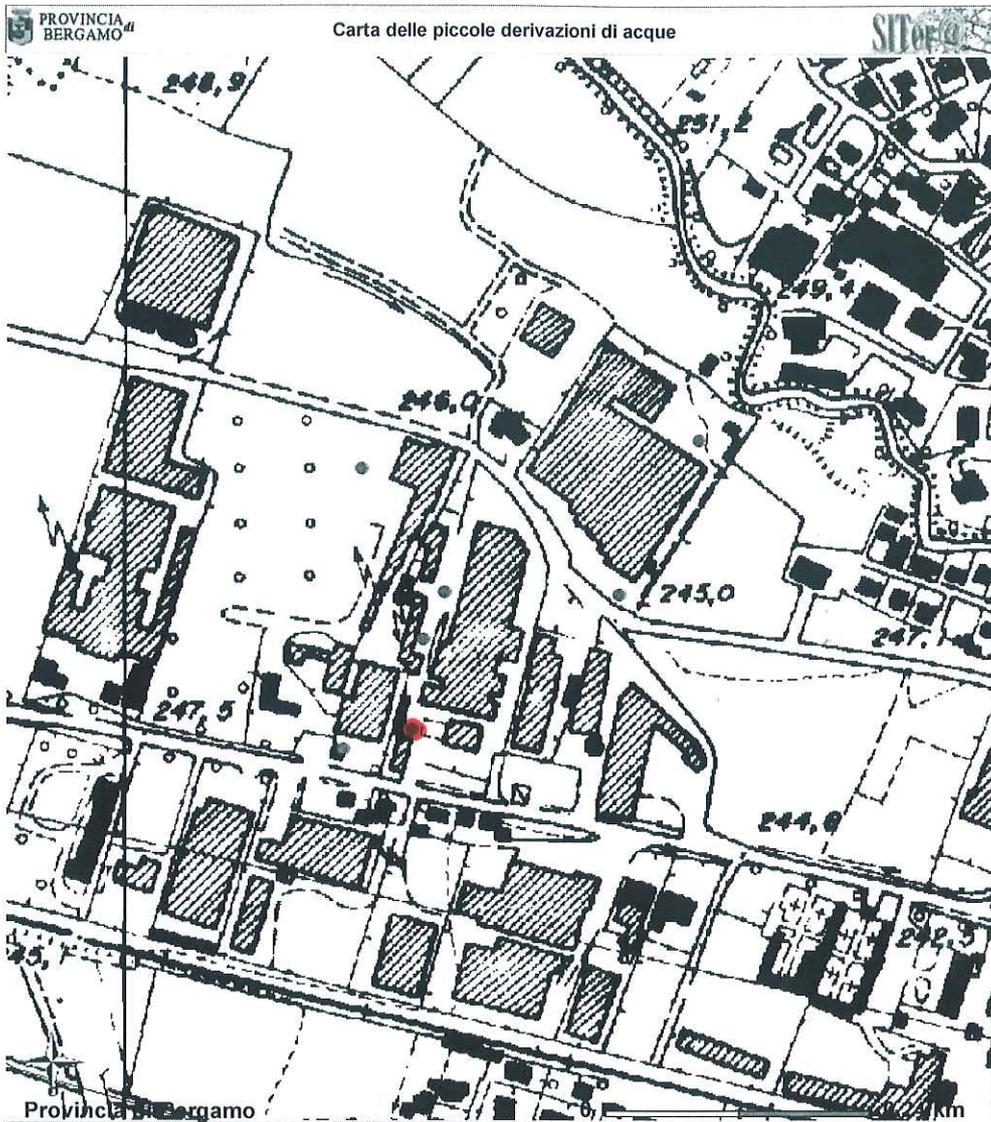
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	40	0	1	20	28

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		50	Terreno di riporto
2	50	1350	Argilla con ghiaia sabbiosa
3	1400	600	Argilla limosa sabbiosa con letti di conglomerato
4	2000	800	Conglomerato compatto
5	2800	800	Argilla cinerea

Note prelievo L.S.--13,00 m; L.D.--25,60 m (1969)



14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0113001994 Codice faldone 2579 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio 4 Mappale 284
 Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva
 Data domanda 25/7/1994 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
5	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
PARMALAT SPA	VIA O. GRASSI N. 26	COLLECCHIO	PR

Informazioni colonna

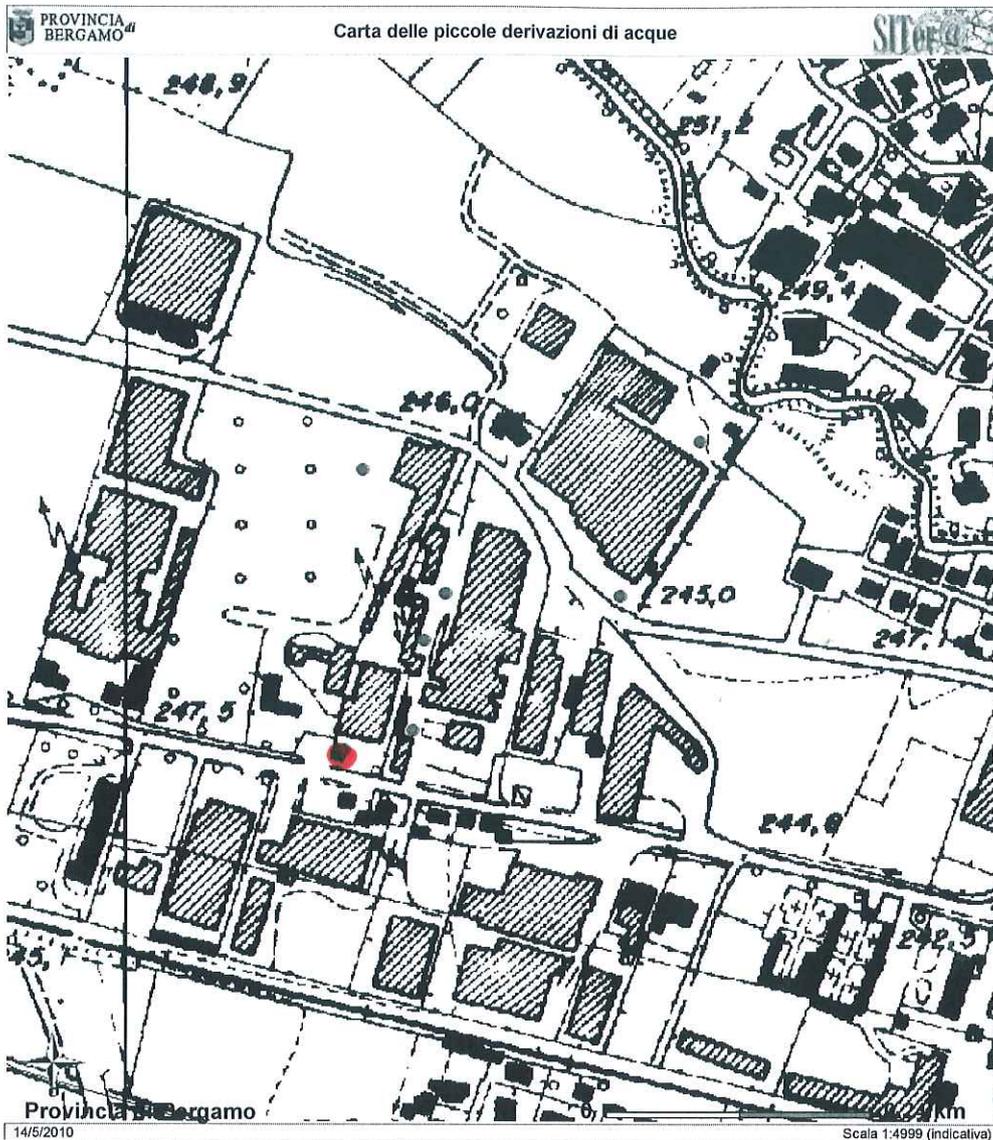
n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	31	40	1	14	26

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		30	Terreno di riporto
2	30	120	Ciottoli e ghiaia con sabbia limosa
3	150	450	Ghiaia e ciottoli sabbiosa non acquifera
4	600	300	Argilla gialla con ghiaia
5	900	400	Ciottoli grossi in matrice limoso-sabbiosa
6	1300	100	Conglom. leggermente fessurato in matrice sabbiosa marrone
7	1400	1200	Conglomerato fessurato con sabbia limosa grigia
8	2600	100	Argilla gialla con ghiaietto in abbondante matrice sabbiosa
9	2700	400	Argilla cinerea

Note prelievo L.S.--19,85 m; L.D.--25,30 m (20.11.1992)

Pozzo 1
13



Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.



id pratica BG0117981993 Codice faldone 1393 n. captazione 1

Descrizione Pozzo Nome pratica

Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località POZZO A Foglio Mappale 274

Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Rinunciata e/o dismessa

Data domanda 29/6/1993 Inizio concessione // Fine concessione //

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0	0	Igienico
0	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
GIUSEPPE CITTERIO SALUMIFICIO SPA	CORSO EUROPA 206	RHO	MI

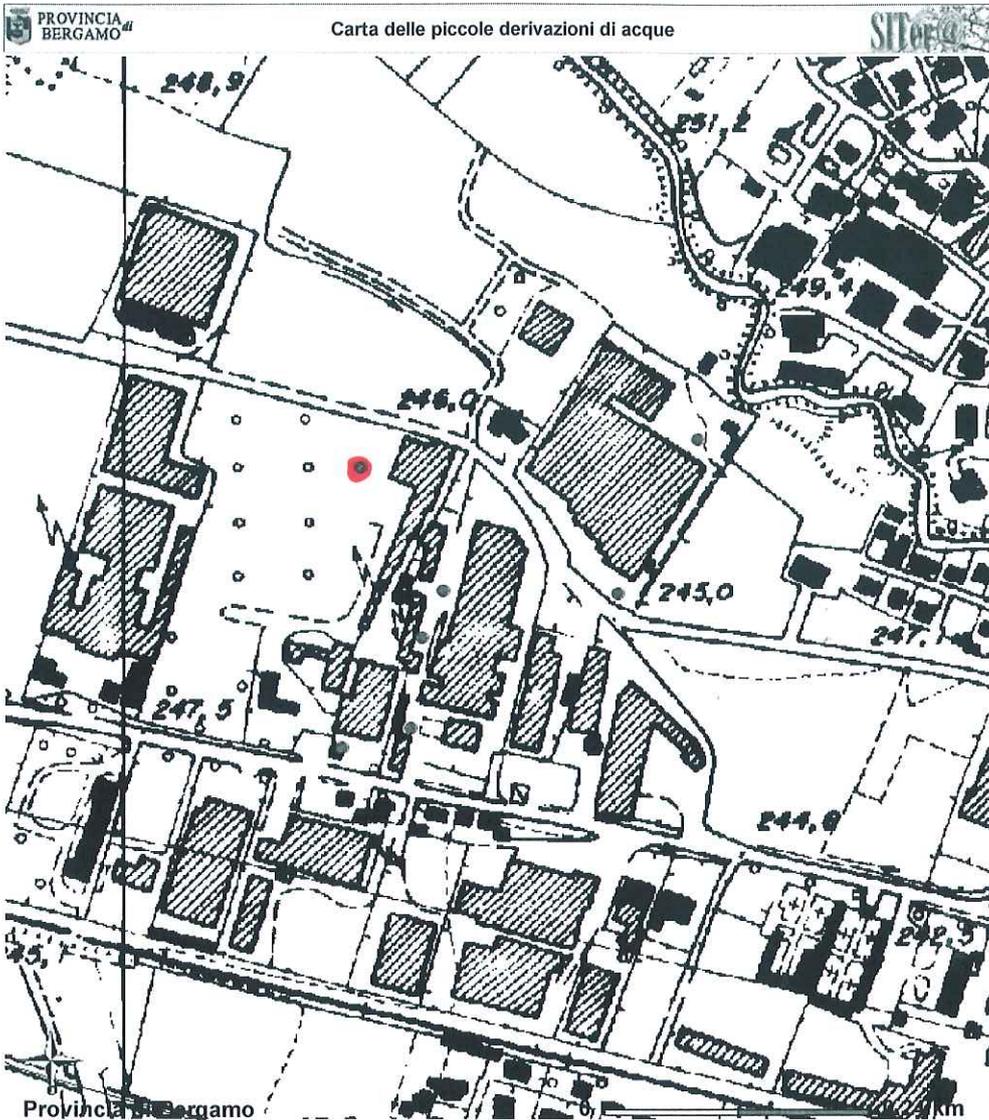
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	52,7	40	2	17	52,7

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		150	Terreno vegetale
2	150	800	Ghiaia asciutta pulita
3	950	400	Argilla compatta
4	1350	350	Ghiaia mista con argilla rossa
5	1700	1100	Alternanza di livelli di conglomerato poco cementati a livelli di ghiaia grossolana
6	2800	2000	Argilla compatta
7	4800	200	Rocchia compatta
8	5000	270	Rocchia fratturata acquifera

Note prelievo



Provincia di Bergamo 14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.



id pratica BG0117981993 Codice faldone 1393 n. captazione 2
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località POZZO B Foglio Mappale 1729
 Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Rinunciata e/o dismessa
 Data domanda 29/6/1993 Inizio concessione // Fine concessione //

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Usi
0	0	Industriale
0	0	Igienico

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
GIUSEPPE CITTERIO SALUMIFICIO SPA	CORSO EUROPA 206	RHO	MI

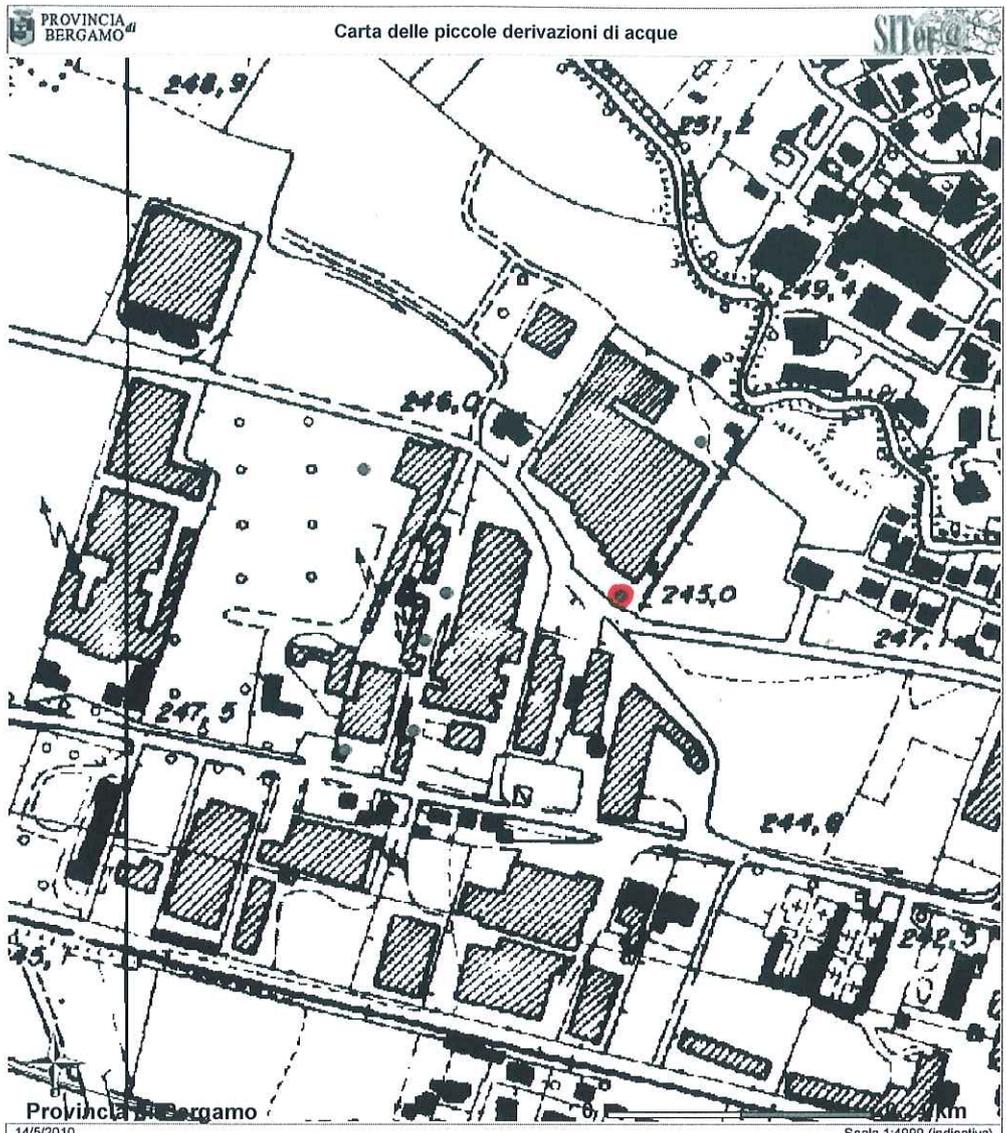
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	42	40	2	14	38

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		50	Terreno vegetale
2	50	600	Ghiaione misto con ciottoli
3	650	800	Argilla rossa compatta durissima
4	1450	850	Conglomerato fessurato
5	2300	300	Argilla
6	2600	1200	Conglomerato fessurato
7	3800	400	Argilla cenere

Note prelievo L.S.=-7,0 m; L.D.=-36,5 m (1974)



14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0117402000 Codice faldone 2711 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio Mappale 288/A
 Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Attiva
 Data domanda 21/7/2000 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0	0	Antincendio
5	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
EFFEGI PALLETS SPA	VIA SAN DOMENICO 60/62	BRUSAPORTO	BG

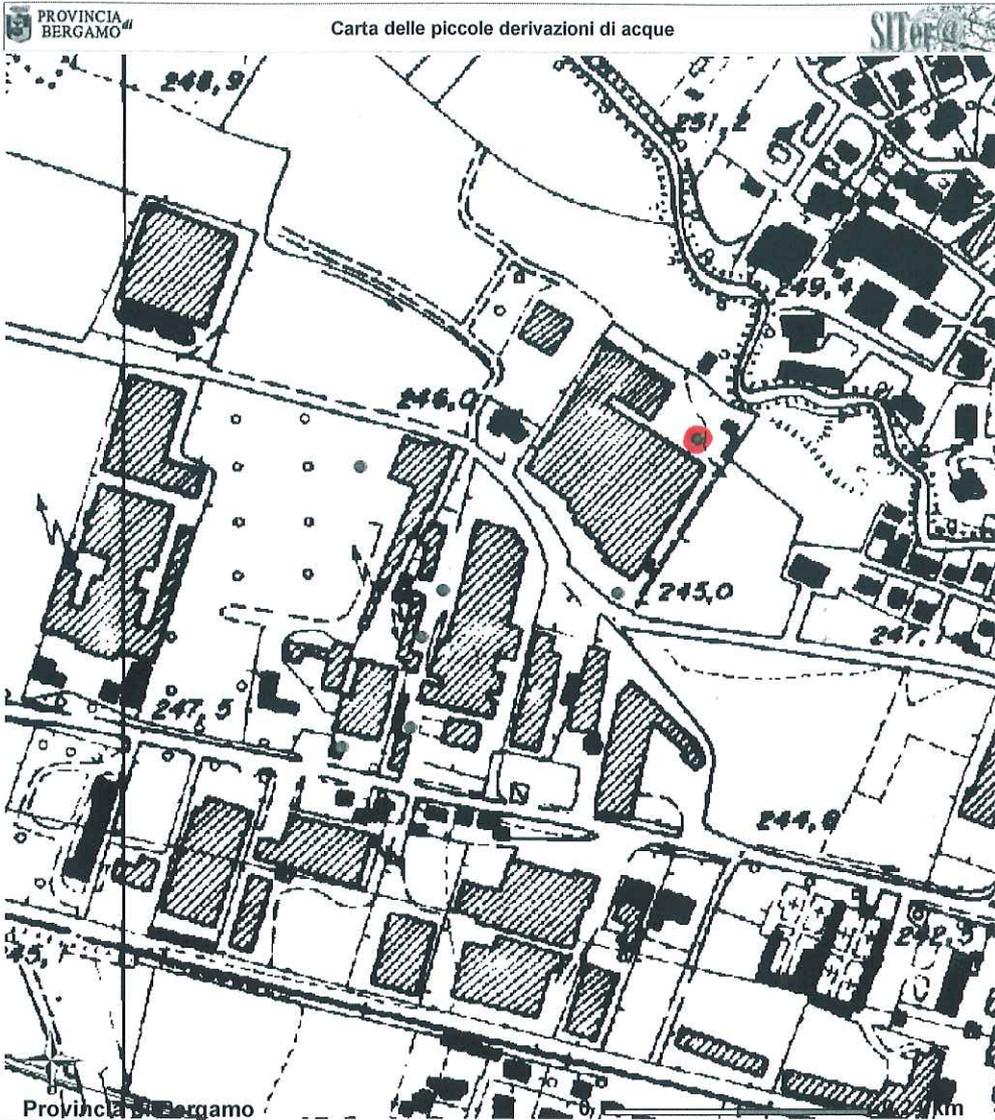
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	55	0	6	18	54

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		400	Argilla gialla
2	400	300	Argilla e ciottoli
3	700	500	Ghiaia e trovanti
4	1200	600	Conglomerato friabile
5	1800	1800	Conglomerato compatto e fessurato
6	3600	500	Roccia e trovanti
7	4100	200	Argilla cenere compatta
8	4300	1200	Roccia calcarea

Note prelievo L.S.=-5,50 m; L.D.=-8,50 m (23.12.1972)



14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0117402000 Codice faldone 2711 n. captazione 2
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio Mappale 290
 Tipo pratica Rinnovo Stato pratica Attiva
 Data domanda 21/7/2000 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
3	0	Industriale

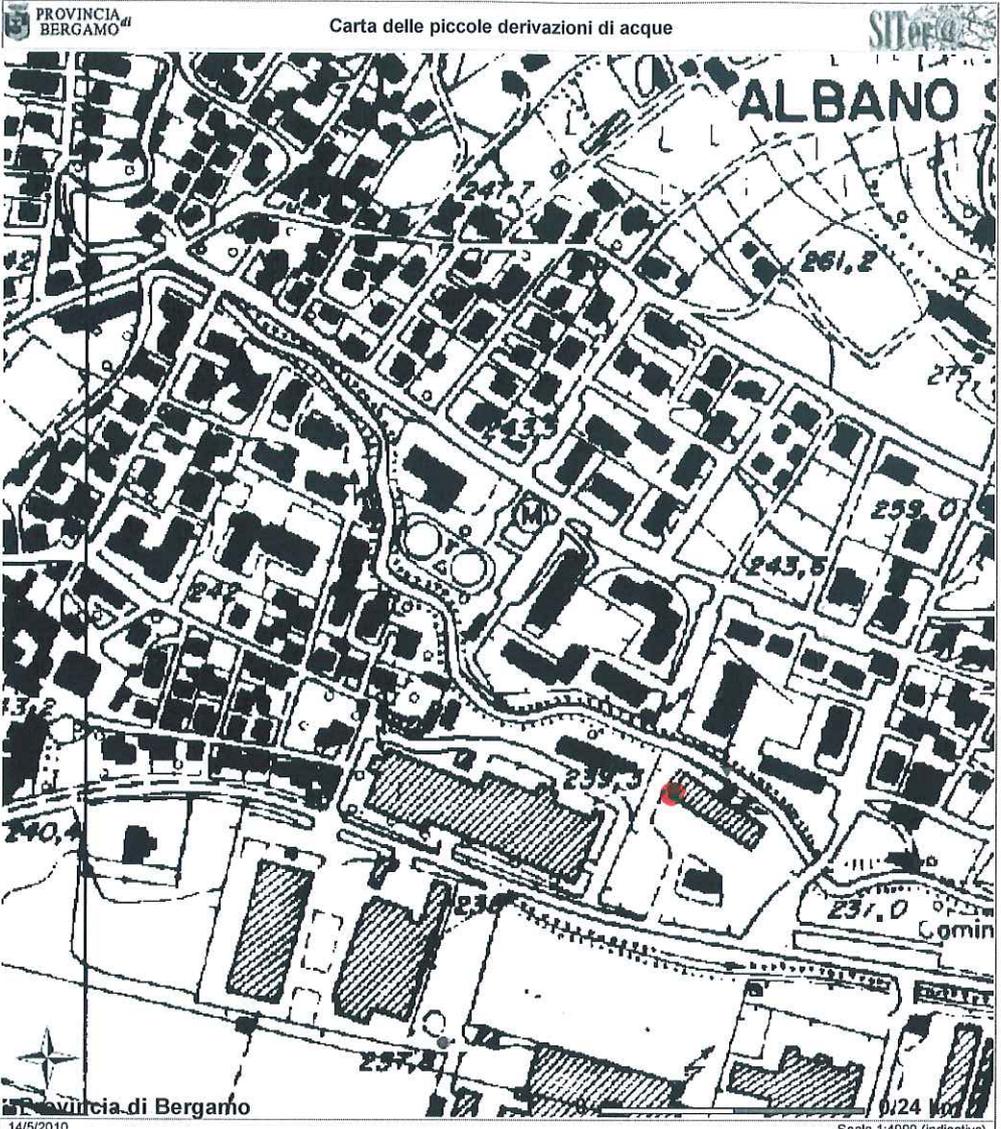
Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
EFFEGI PALLETS SPA	VIA SAN DOMENICO 60/62	BRUSAPORTO	BG

Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	30	0	0	25	68

Note prelievo _____



14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0118881981 Codice faldone 1844 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio Mappale 1200
 Tipo pratica In sanatoria Stato pratica Attiva
 Data domanda 20/11/1981 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

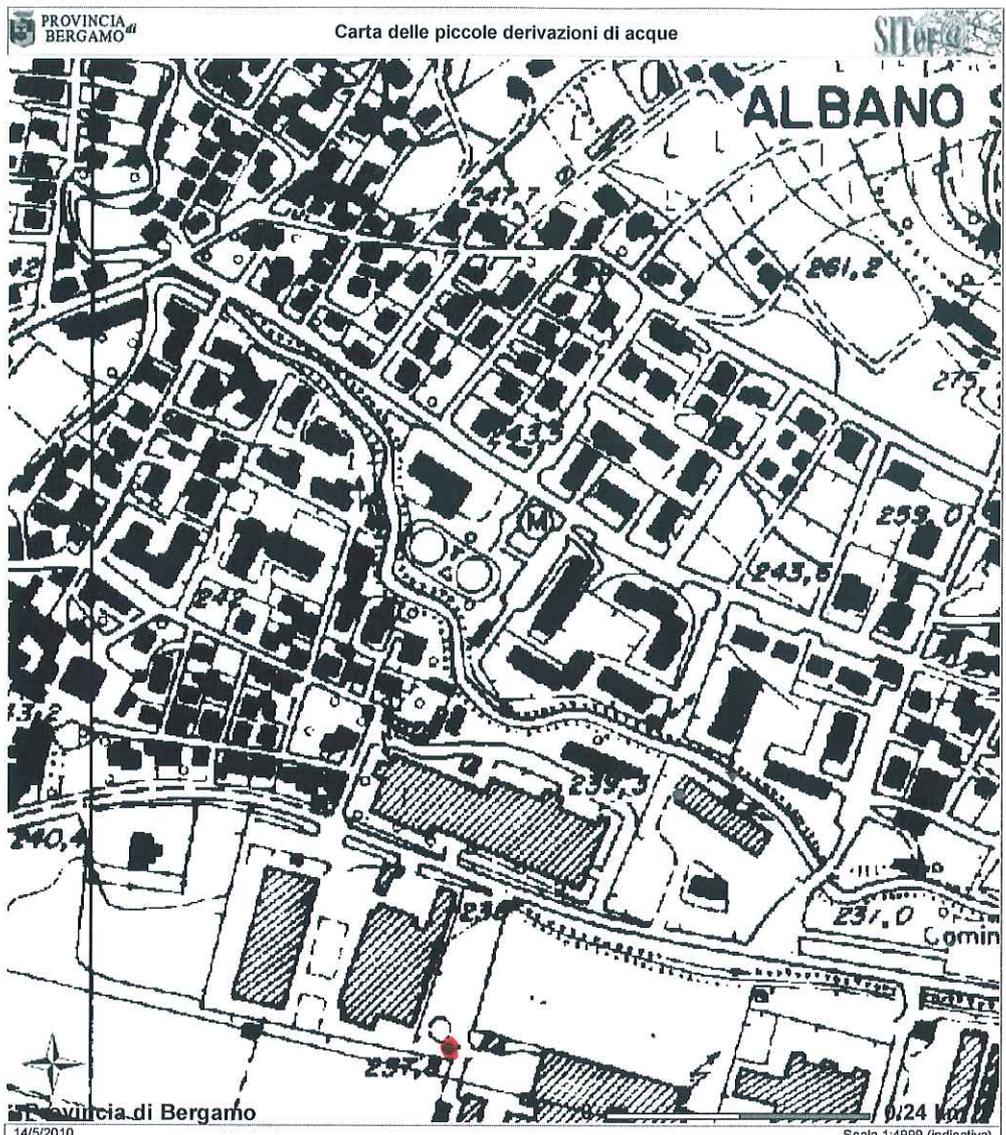
Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
1,5	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
BFE	VIA TONALE 70/A	ALBANO SANT'ALESSANDRO	BG

Note prelievo L.S.= -6 m; L.D.= -7 m



14/6/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0138341994 Codice faldone 2347 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio Mappale 158
 Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva
 Data domanda 8/8/1994 Inizio concessione 10/8/1999 Fine concessione 9/8/2029

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
8	0	Industriale

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
BFE	VIA TONALE 70/A	ALBANO SANT'ALESSANDRO	BG

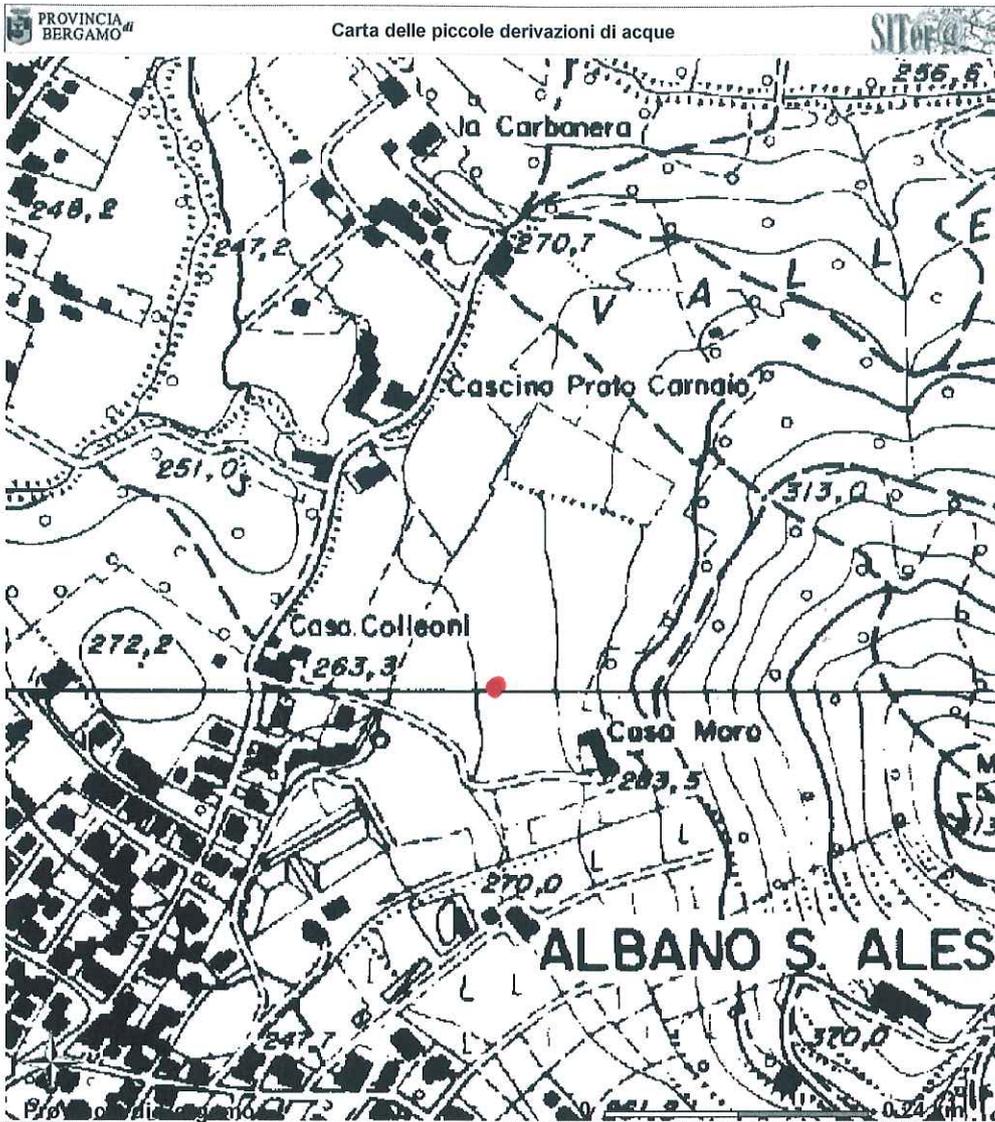
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	57	30	1	24	57

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		200	Terreno vegetale
2	200	200	Ghiaia terrosa
3	400	640	Ghiaia e conglomerato acquiferi
4	1040	2160	Argilla semipietrificata
5	3200	200	Ghiaia e pietra bianca con concrezioni
6	3400	600	Argilla semipietrificata
7	4000	100	Roccia rossastra e bianca con acqua
8	4100	300	Roccia rossastra e verde
9	4400	100	Argilla nera
10	4500	1200	Roccia dura verdastra

Note prelievo L.S.--8 m; L.D.--16 m (1963)



25
Pozzo 1

14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG03134861995 Codice faldone 200 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio 5 Mappale 644
 Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva
 Data domanda 21/11/1995 Inizio concessione // Fine concessione //

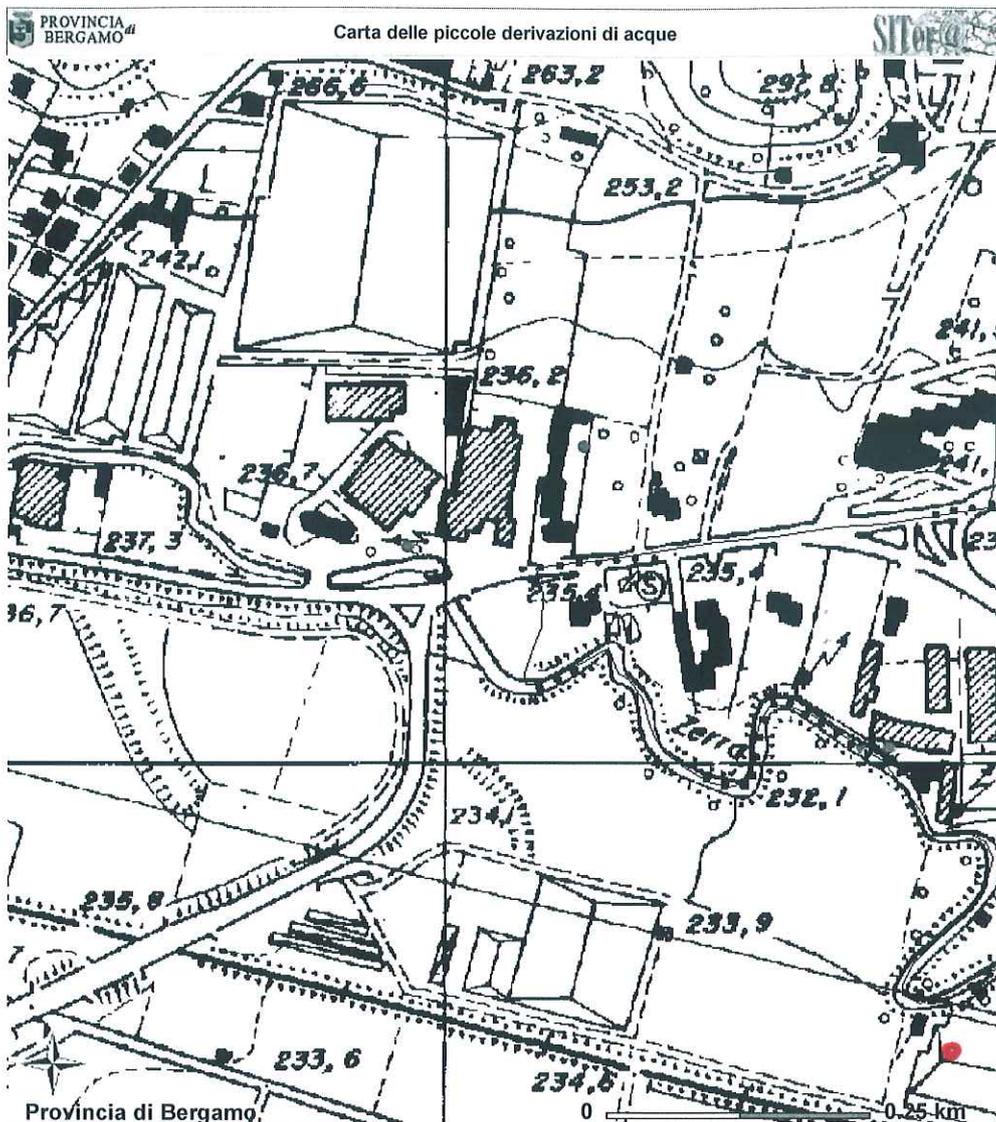
Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0	0	Uso Domestico

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
BONATI SABRINA		ALBANO SANT'ALESSANDRO	BG

Note prelievo 0



14/5/2010 Scala 1:5000 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0138672000 Codice faldone 3487 n. captazione 1
 Descrizione Pozzo Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località GAGGIO Foglio Mappale 593B
 Tipo pratica Nuova Stato pratica Attiva
 Data domanda 27/7/2000 Inizio concessione 3/6/2002 Fine concessione 2/6/2032

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
5	0	Irriguo

Titolari

Concessionario	Domicilio	Comune	Prov.
AZIENDA AGRICOLA MANGILI FAUSTO	VIA DEI BENEDETTINI 26	SAN PAOLO D'ARGON	BG

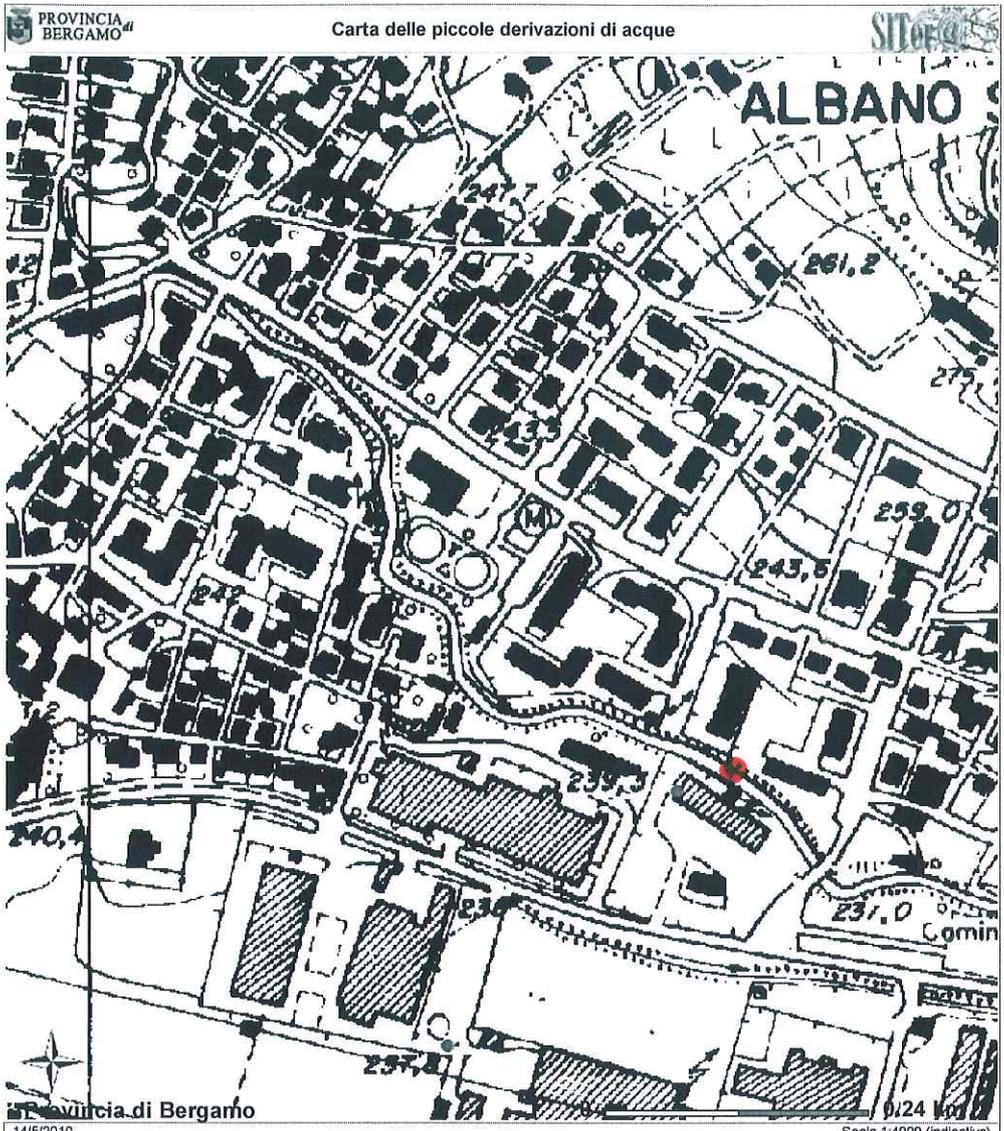
Informazioni colonna

n. colonna	Profondità (m dal p.c.)	Diametro (cm)	n. filtri	Profondità primo filtro (m)	Profondità ultimo filtro (m)
1	70	18	2	40	55

Stratigrafia

N. livello	Inizio livello (cm)	Spessore livello (cm)	Descrizione
1		300	Argilla rossa compatta
2	300	300	Ghiaia sciolta
3	600	200	Livelli di argilla sabbiosa
4	800	1000	Ghiaie grossolane e ciottoli
5	1800	1400	Roccia dura fratturata
6	3200	600	Argilla grigia compatta
7	3800	2200	Arenaria compatta con piccoli livelli di argilla (lievi fratture a mt 45)

Note prelievo L.S.=-7,40 m; L.D.=-11,80 m (06.1998)



14/5/2010 Scala 1:4999 (indicativa)

Il sito, la sua interfaccia grafica e l'organizzazione delle informazioni in esso raccolte sono opere tutelate ai sensi dell'articolo 11 della legge 633/41 e del decreto legislativo 169/99. Salvo quando sia diversamente disposto, le informazioni pubblicate nel sito possono essere riprodotte a condizione che sia rispettata la loro integrità e sia citata la fonte con indicazione espressa dell'indirizzo del sito. Vista la natura puramente informativa del sito e l'impossibilità di controllare l'intero ciclo di produzione delle informazioni che provengono anche da terzi, enti pubblici e privati, la Provincia non può ritenersi in alcun modo responsabile di eventuali errori od omissioni nelle informazioni riportate.

id pratica BG0140191996 Codice faldone 2604 n. captazione 1
 Descrizione Derivazione superficiale Nome pratica
 Comune ALBANO SANT'ALESSANDRO Località Foglio 8 Mappale 107
 Tipo pratica Nuova Stato pratica Chiusa
 Data domanda // Inizio concessione // Fine concessione //

Usi

Portata media (l/s)	Potenza media (kW)	Uso
0,03	0	Industriale

Denominazione derivazione ZERRA

Idrico derivato



COMUNE DI
ALBANO S.A.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

P.G.T.

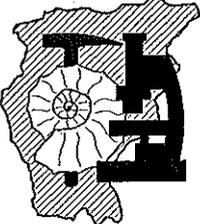
COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

Appendice 2– Principali dati geologici, geotecnici e stratigrafici da indagini dirette

	Pr BG	Comune Albano S. Alessandro	Committente LACTIS S.P.A.		N. A	
	Filtri da m 17.00 a m 23.00		Coordinate Geografiche lat. 45° 40' 06" long. 2° 41' 27"	Quota p.c. 246 m s.l.m.	L.S. 7.50 m	
Metodo di perforazione Carotaggio continuo		Ditta perforatrice Geodrill (Bg)	Foro 101 mm	Rivestimento 127 mm		
Direzione lavori Ditta PASINETTI-MARSETTI			iniziato il 02 Agosto 1991	terminato il 05 Agosto 1991		
FALDA	FILTRI	SCALA	STRATIGRAFIA	QUOTE PARZIALI (m)	PROFONDITÀ DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
				1.50	1.50	Ciottoli e ghiaia sabbiosa limosa marrone
				3.00	3.00	Ghiaia e ciottoli sabbiosi debolmente limosi grigi
				4.50	4.50	
		10m		7.50	7.50	Ghiaia in abbondante matrice limosa sabbiosa debolmente argillosa, marrone
				12.00	12.00	Ciottoli grossi in matrice limoso sabbiosa marrone
				15.00	15.00	
	17.0			3.00	15.00	Alternanze croste di conglomerato e ghiaia sabbioso limosa grigia
		20m		8.00	8.00	
	23.0			3.00	23.00	Ghiaietto in abbondante matrice sabbioso limosa marroncino
				4.00	26.00	Sabbie fini limose grigie
		30m		30.00	30.00	
NOTE					Compilatore Marsetti Diego Controllato da: Data 16 Settembre 1991	
A. PASINETTI - RICERCHE IDROGEOLOGICHE - Via F.lli Calvi 10/E (BG) 24100 Tel e Fax 035/230475						

	Pr BG	Comune Albano S. Alessandro	Committente LACTIS S.P.A.	N. B
	Filtri da m 16.00 a m 22.00 da m 27.00 a m 29.00		Coordinate Geografiche lat. 45° 40' 09" long. 2° 41' 29" Tav. IGM 1:25000 F.33 II S.O.	Quota p.c. 246 m s.l.m. Profondità totale 31.5 m

Metodo di perforazione Carotaggio continuo	Ditta perforatrice Geodrill (Bg)	Foro 101 mm	Rivestimento 127 mm
Direzione lavori Ditta PASINETTI-MARSETTI		iniziato il 05 Agosto 1991	terminato il 07 Agosto 1991

FALDA	FILTRI	SCALA	STRATIGRAFIA	QUOTE PARZIALI (m)	PROFONDITÀ DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
				0.50	0.50	Riporto
				2.50	3.00	Ghiaia inglobata in limo argilloso sabbioso di colorazione marrone
				1.80	4.80	Ghiaia sabbioso limosa debolmente argillosa di colorazione marrone
				2.00	6.80	Ghiaia sabbioso limosa argillosa marrone
				2.20	9.00	Limo argilloso sabbioso marrone
		10m		3.00	12.0	Ghiaia sabbioso limosa argillosa marrone
				3.00	15.0	Sabbia e limo debolmente argillosa ghiaiosa marrone: ghiaione da 13.30 a 15.00
	16.0			1.00	16.0	Limi sabbiosi con croste di congl. grigio
				1.00	17.0	Conglomerato
	22.0	20m		12.7		Alternanze di conglomerato a sabbie limose piu' o meno ghiaiose grigie
	27.0					
	29.0	30m		1.80	29.7	Sabbie fini limose grigie
					31.5	

NOTE	Compilatore Marsetti Diego
	Controllato da:
	Data 16 Settembre 1991

	Pr BG	Comune Albano S. Alessandro	Committente LACTIS S.P.A.		N. C	
	Filtri da m 19.00 a m 28.00		Coordinate Geografiche lat. 45° 40' 11" long. 2° 41' 29"	Quota p.c. 246 m s.l.m.	L.S. 6.80 m	
Metodo di perforazione Carotaggio continuo		Ditta perforatrice Geodrill (Bg)	Foro 101 mm		Rivestimento 127 mm	
Direzione lavori Ditta PASINETTI-MARSETTI			iniziato il 07 Agosto 1991		terminato il 09 Agosto 1991	
FALDA	FILTRI	SCALA	STRATIGRAFIA	QUOTE PARZIALI (m)	PROFONDITÀ DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
				1.00	1.00	Massicciata
				1.00	2.00	Ghiaie con ciottoli sabbiosi deb. limosi grigi
				5.50		Ghiaia in abbondante matrice limosa debolmente argillosa marrone
				1.50	7.50	Limo sabbioso debolmente argilloso marrone
		10m		1.50	9.00	Clasti inglobati in limo sabbiosi debolmente argillosi marrone
				3.50	10.5	Limi sabbiosi ghiaiosi debolmente argillosi marroni
				6.00	14.0	Sabbie fini limose piu' o meno ghiaiose
	19.0	20m		4.00	20.0	Sabbie fini limose piu' o meno ghiaiose; da m 20 croste di conglom. subordinate
				4.00	24.0	Alterazioni con croste di conglomerato con ghiaie sabbiose limose grigi
	28.0	30m		4.00	28.0	Limi sabbiosi argillosi plastici
					32.0	
NOTE					Compilatore Marsetti Diego Controllato da: Data 16 Settembre 1991	
A PASINETTI - RICERCHE IDROGEOLOGICHE - Via F.lli Calvi 10/E (BG) 24100 Tel e Fax 035/230475						



- RICERCHE GEOLOGICHE
- TRATTAMENTO DELLE ACQUE
- TECNOLOGIE D'AMBIENTE
- PROTEZIONE DALLA CORROSIONE
- INFORMATICA APPLICATA

ECOGEO s.r.l.

SEDE E LABORATORIO
Via F.lli Cavà, 2 - 24122 BERGAMO
Tel 035/271155 Fax 035/239882 E-mail ecogeo@ecogeo.net
N. R.E.A. BG 345358 - Part. IVA 03051330169

Sondaggio Geognostico S1	Relazione di riferimento Rel.PG/4609/04	ns. n° Rif. P4418.dwg	Data 15/09/04
Coordinate Geografiche lat. 45°41'13" long. 2°41'28"	Coordinate chilometriche lat. 5 059 630 long. 1 559 268	L.S. -	
Tav. I.G.M. 1:25.000 Alzano Lombardo	C.T.R. Lombardia Sezione n° C5b3 Seriate	Prof. totale (m) 10.00m da p.c.	

Committente
LACTIS S.p.A
Via Tonale n° 21/a
24061 Albano S.Alessandro (BG)

Metodo Avanzamento
Rotazione a carotaggio continuo
Colonna di avanzamento ø 127 mm

Elaborazione Informatica
Dott. Marco Farina
Prov. **BG** Comune **Albano S. Alessandro**
Inizio Sondaggio: 07.09.2004
Fine Sondaggio: 07.09.2004

PROGETTO
INDAGINE GEOTECNICA E GEOLOGICA ED IDRAULICA AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO PRESSO LO STABILIMENTO DELLA LACTIS S.P.A. IN COMUNE DI ALBANO S. ALESSANDRO (BG)

Diametro foro ø101 mm
Quota P.C. mslm 246.0 m
Tavola 8

CAMPIONI	PRELIEVO CAMPIONI	POCKET	VANETEST	Prove S.P.T. n° colpi X 15 cm. prof. n1 n2 n3	FALDA m.	LEFRANC	Scala METRI	PROFILO STRATIGRAFIA	QUOTE PARZIALI (m)	PROFONDITA' DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Piezometro ø 50	Struttura Rivestimenti (mm)	Profondita' Rivestimenti (m)	Data	T. PERF. T. CAROT.
							0.5	Asfalto	0.15	0.15						
							1.0	Ghiala sabbiosa con ciottoli subarrotondati a supporto clastico in matrice sabbiosa	0.85	1.00						
							1.5	Ghiala in abbondante matrice limosa deb. argillosa, con ciottoli max 10 cm, colore marrone	0.80	1.80						
							2.0	Sabbia limosa e rara ghiala a supporto di matrice limosa	0.80	2.60						
							2.5	Ghiala e sabbia in abbondante matrice limosa, talora argillosa, rari ciottoli subarrotondati	2.40	2.60						
							3.0									
							3.5									
							4.0									
							4.5									
							5.0	Limo sabbioso di colore grigio	0.50	5.00						
							5.5									
							6.0	Ghiala in abbondante matrice limosa deb. argillosa, con ciottoli max 10 cm, colore marrone	1.70	5.50						
							6.5									
							7.0									
							7.5	Limo sabbioso debolmente argilloso di colore marrone	0.40	7.20						
							8.0	Ghiala e sabbia in abbondante matrice limosa	0.40	7.60						
							8.5									
							9.0	Limo sabbioso con ghiala a supporto di matrice limosa abbondante	1.00	8.00						
							9.5									
							10.0	Sabbia con limo e ghiala a supporto di matrice sabbiosa-limosa di colore marrone	1.00	9.00						
							10.5									
							11.0									
							11.5									
							12.0									

07.09.2004

TP1

<p>NOTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Campione indisturbato ▲ Campione semi-indisturbato ◼ Campione rimaneggiato ◻ Prova di permeabilità in foro 	<ul style="list-style-type: none"> ▨ Filtri ■ Tampone argilla ○ Ghiala ◉ Ghiaietto siliceo 	<ul style="list-style-type: none"> TF1: CONTINUO TP2: DISTRUZIONE TC1: CAROTIERE SEMPLICE TC2: CAROTIERE DOPPIO TR: TRICONO
---	--	--

Sondaggio n. 1
 Quota bocca foro: 240 m s.l.m.

Profondità totale: 12 m
 Angolo rispetto alla verticale: 0°

Profondità (m)	Profilo stratigrafico	Stratigrafia Descrizione litologica	Nsp	Pocket test		Documentazione fotografica	Note
				PP	Snear		
1	1.0	Suolo: limo sabbioso di colore nocciola.				CASSA n.1 0,0-5,0 m 	
2	2.4	Limo sabbioso compatto in lamine da marroni a nerastre.	2,50 m				
3	3.5	Limo argilloso plastico, di colore variabile da marrone chiaro a grigio.	0 9 0 3,00 m				
4	4.2	Limo argilloso con ghiaietto minuto, colore marrone scuro-nerastro.	3 4 6	0,4	0,4		
5				0,6	0,5		
6	6.00	Ghiaia e ghiaietto in abbondante matrice limoso sabbiosa marrone; compatto. Diametro medio 2 cm, diametro max 10 cm; ciottoli molto alterati. Livelli con matrice limosa talora prevalente.	4,00 m	0,7	0,6	CASSA n.2 5,0-10,0 m 	
7	7.5		1 3 6	1,0	0,7		
8	8.2	Limo argilloso sabbioso plastico, colore marrone.					
9	9.2	Ghiaia, ghiaietto molto alterato in abbondante matrice limoso-argillosa, talora prevalente, compatta.					
10	10.2	Limo sabbioso plastico inglobante ghiaia, ghiaietto, colore marrone.					
11						CASSA n.3 10,0-12,0 m 	
12		Sabbia fine limosa inglobante ghiaia, ghiaietto, di media consistenza, in livelli, di colore da marrone a grigio.					

Hattusas s.r.l.

Roma 35
 Tagliuno (Castelli Calepio, Bg)
 0354425112
 info@hattusas.it

Committente:

Località: Albano Sant' Alessandro
 Scala 1:75
 Attrezzatura: Sonda
 Lunghezza perforazione (m): 15,0

Data inizio/fine: Maggio 2008

Sigla: S1

Quota dal p.c.(m):

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE	S.P.T.	Pocket (kg/cmq)
0,35	0,35		Suolo		
0,65	1,00		Argille con materiale antropico		
1,80	1,80		Argille mediamente compatte bruno-occracee con liev. tracce organiche		
1,20	3,00		Trovante con livelli di alterazione	3,0	
0,30	3,20		Argille brune	6-8-12	
0,20	3,50		Ciottoli arrotondati con livelli di alterazione		
1,50	5,00		Argille con rari ciottoli in matrice		
0,50	5,50			5,0	1,0
				8-8-14	1,7
1,30	7,00		Argille con ciottoli in matrice arrotondati centimetrici		2
					2,2
0,80	7,80		Argille con abbondante ghiaietto e con matrice sabbiosa in tracce	7,0	0,4
				7-8-13	
0,30	8,00		Sabbia		0,9
0,30	8,30		Argille sabbiose		0,5
0,70	9,00		Argille con ciottoli centimetrici		0,5
					1,3
3,60	12,60		Ghiaie con matrice argillosa sabbiosa molto plastiche	9,0	
				1-1-1	
1,00	13,60		Ghiaie con matrice limo sabbiosa		
1,90	15,50		Argille sciolte con ghiaie in matrice		
0,20	15,70		Limo grigio con ciottoli		



COMUNE DI
ALBANO S.A.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

P.G.T.

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

**Appendice 3 – “Criteri ed indirizzi per la
definizione della componente geologica,
idrogeologica e sismica del Piano di
Governo del Territorio”, in attuazione
dell’art. 57 della L.R. 12/2005 –
ALLEGATO 5**

Vi informiamo che è possibile scaricare dal nostro sito www.geolomb.it il B.U.R.L. n. 3 terzo supplemento straordinario giovedì 19 gennaio 2006 **“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”**

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI
SISMICI DI SITO IN LOMBARDIA FINALIZZATE ALLA DEFINIZIONE DELL'ASPETTO SISMICO NEI
PIANI DI GOVERNO DEL TERRITORIO

PROCEDURE

1. Introduzione

Le presenti procedure sostituiscono la metodologia di analisi riportata in un precedente studio dal titolo “Determinazione del rischio sismico in Lombardia - 1996”, inserito come uno dei testi di riferimento nelle precedenti direttive regionali per la redazione dello studio geologico a supporto dei piani regolatori generali, in attuazione dell'art. 3 della l.r. 41/97, approvate con d.g.r. 29 ottobre 2001, n. 7/6645.

Il campo di applicazione di tali linee guida è limitato ad alcune litologie presenti nel territorio regionale; le procedure riportate sono organizzate con una struttura modulare che si presta ad una continua e graduale implementazione ed aggiornamento.

La metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza, come meglio specificato nel testo della direttiva) in fase di pianificazione, mentre il terzo è obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Il livello 3° è obbligatorio anche nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Tra i tre livelli di approfondimento solo il 2° livello verrà implementato tramite la realizzazione di nuove schede litologiche che amplieranno il campo di applicazione delle procedure.

La procedura messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

2. Procedure

La procedura di valutazione prevede tre livelli di approfondimento organizzati come da Figura 1 che mostra il diagramma di flusso, che illustra i dati necessari e i percorsi da seguire.

I tre diversi livelli di approfondimento prevedono:

2.1. 1° LIVELLO

Consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

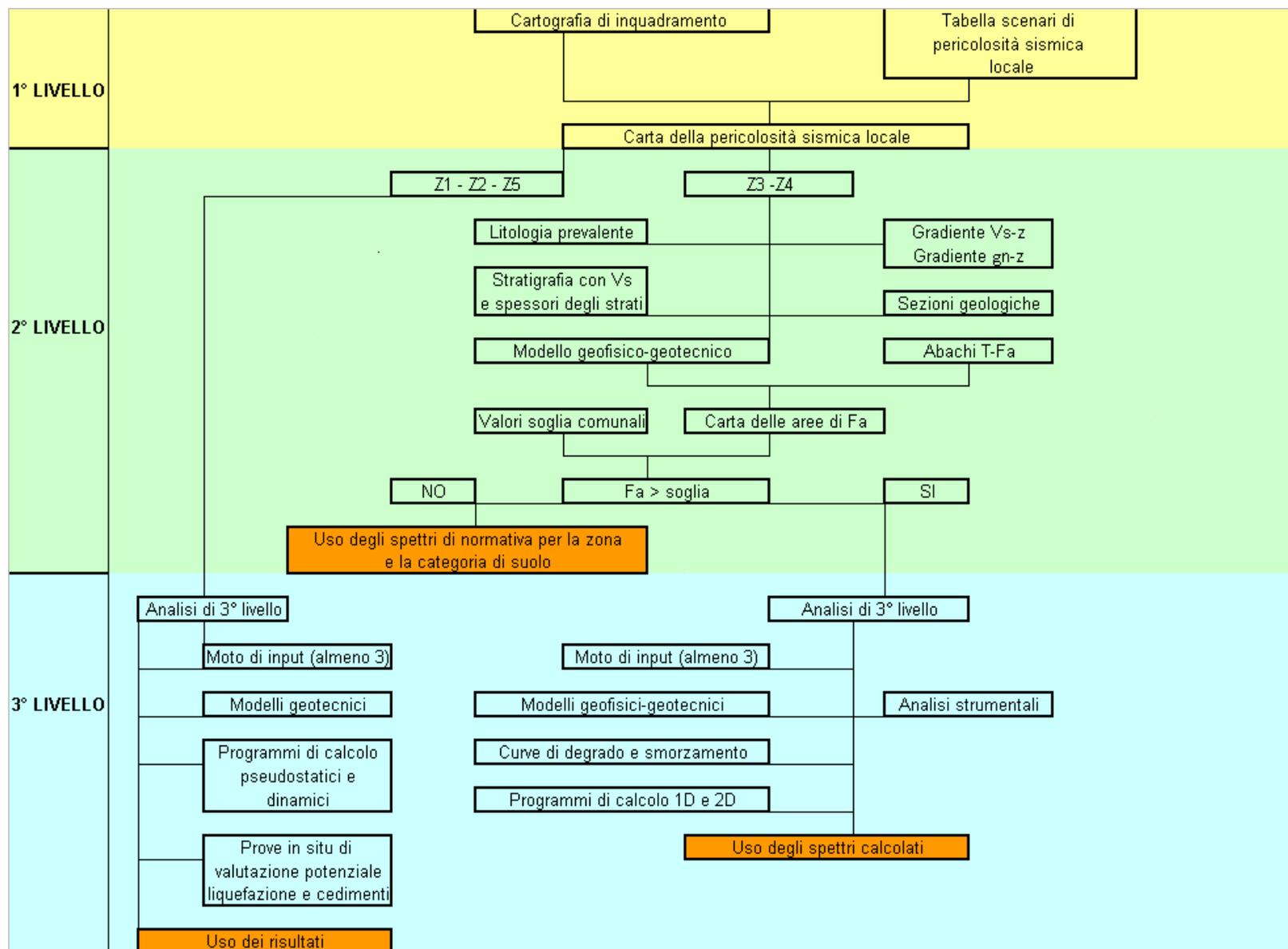


Figura 1 - Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli di indagine

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Perciò, salvo per quei casi in cui non siano disponibili informazioni geotecniche di alcun tipo, nell'ambito degli studi di 1° livello non sono necessarie nuove indagini geotecniche.

Lo studio consiste nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento (carta geologica, carta geomorfologica, ecc.) e nella redazione di un'apposita cartografia (a scala 1:10.000 – 1:2.000) rappresentata dalla **Carta della pericolosità sismica locale**, derivata dalle precedenti carte di base, in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (Tabella 1) in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
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

Tabella 1 – Scenari di pericolosità sismica locale

La carta della pericolosità sismica locale rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento:

- il 2° livello permetterà la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone Z3 e Z4), di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici;
- il 3° livello permetterà sia la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi per le sole aree in cui la normativa nazionale risulta inadeguata, sia la quantificazione degli effetti di instabilità dei versanti (zone Z1) e dei cedimenti e/o liquefazioni (zone Z2).

Non è necessario la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (Tabella 2):

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
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)	H2 – livello di approfondimento 3°
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)	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2 – livello di approfondimento 2°
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	H2– livello di approfondimento 3°

Tabella 2 – Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale

2.2. 2° LIVELLO

Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) e riguarda le costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provoca situazioni di emergenza.

La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (F_a); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di F_a .

Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di F_a per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

2.2.1. Effetti morfologici

La procedura semplificata è valida per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10°; il rilievo è identificato sulla base di cartografie a scala almeno 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H) (scheda di valutazione).

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una V_s maggiore o uguale ad 800 m/s.

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni:

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno 1/3 della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (cresta arrotondata).

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo L ;
- larghezza in cresta del rilievo l ;
- dislivello altimetrico massimo H e dislivello altimetrico minimo h dei versanti;
- coefficiente di forma H/L .

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s, in base al valore del coefficiente di forma H/L .

Il valore di F_a determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta l , mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di F_a così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di F_a ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ($V_s \geq 800$ m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (**soglie_lomb.xls**) e rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

2.2.2. Effetti litologici

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle V_s con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento.

Attualmente sono disponibili:

- una scheda per le litologie prevalentemente ghiaiose;
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-argillose (tipo 1 e tipo 2);
- due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose (tipo 1 e tipo 2).

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di V_s con la profondità; in particolare si dovrà verificare l'andamento delle V_s con la profondità partendo dalla scheda tipo 1, nel caso in cui non fosse verificata la validità per valori di V_s inferiori ai 600 m/s si passerà all'utilizzo della scheda tipo 2.

Nel caso di presenza di alternanze litologiche, che non presentano inversioni di velocità con la profondità, si potranno utilizzare le schede a disposizione solo se l'andamento dei valori di V_s con la profondità, nel caso da esaminare, risulta compatibile con le schede proposte.

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s (curva 1, curva 2 e curva 3 e relative formule) e nell'intervallo 0.5-1.5 s (unica curva e relativa formula), in base al valore del periodo proprio del sito T^1 .

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello.

Il valore di F_a determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale e dovrà essere utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di F_a ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (**soglie_lomb.xls**) e rappresenta il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con le schede di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di V_s , utilizzati nella procedura di 2° livello deve essere opportunamente motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità, secondo la seguente Tabella 3:

<i>Dati</i>	<i>Attendibilità</i>	<i>Tipologia</i>
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (V_s)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Tabella 3 – Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi

¹ Nel caso il valore di V_s dello strato superficiale risulta pari o superiore ad 800 m/s non si applica la procedura semplificata per la valutazione del F_a in quanto l'amplificazione litologica attesa è nulla ($F_a=1.0$).

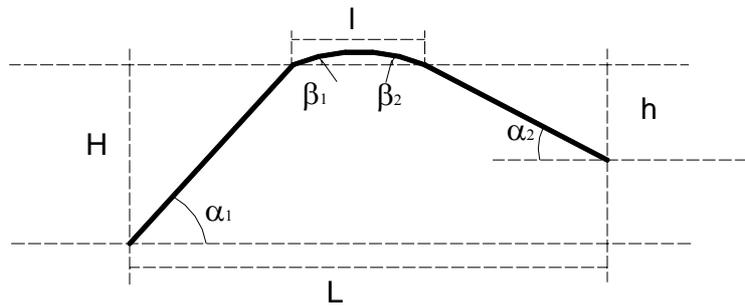
EFFETTI MORFOLOGICI – CRESTE - SCENARIO Z3b

CRITERI DI RICONOSCIMENTO

CRESTA
 $\alpha_1 \geq 10^\circ$ e $\alpha_2 \geq 10^\circ$
 $h \geq 1/3 H$

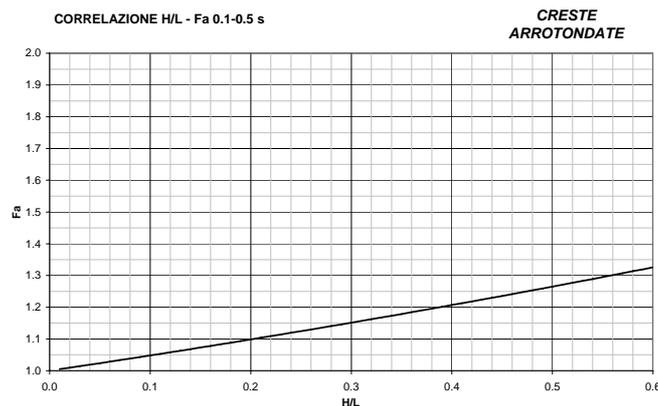
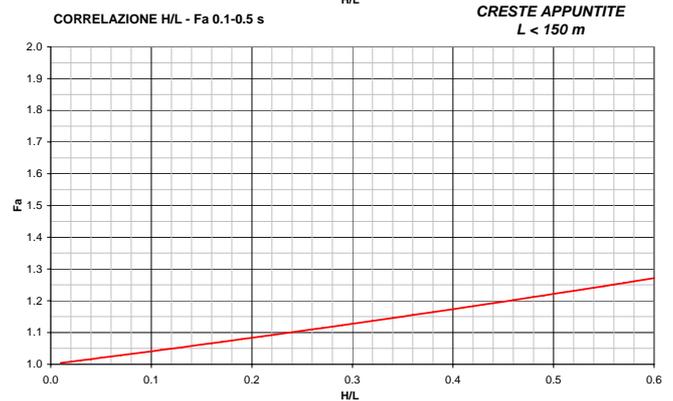
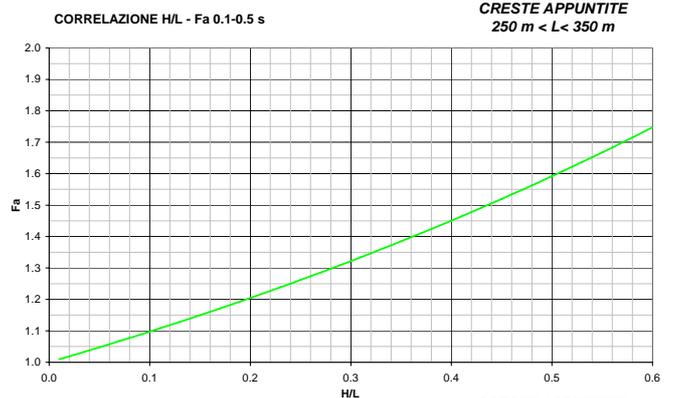
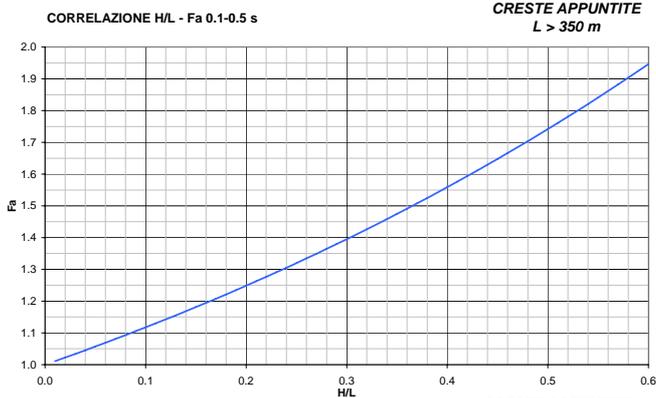
CRESTA ARROTONDATA
 $\beta_1 < 10^\circ$ e $\beta_2 < 10^\circ$
 $l \geq 1/3 L$

CRESTA APPUNTITA
 $l < 1/3 L$



$V_s \geq 800$ m/s

	L > 350	250 < L < 350	150 < L < 250	L < 150
Creste Appuntite	$Fa_{0.1-0.5} = e^{1.11H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.93H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.73H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.40H/L}$
Creste Arrotondate	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			



EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

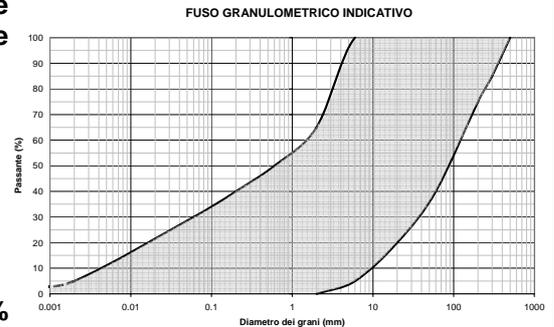
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

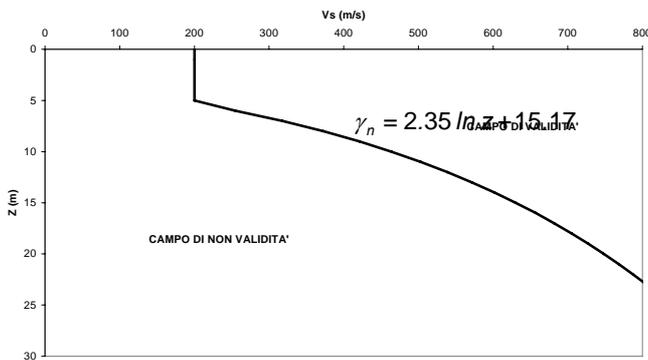
Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

NOTE:

- Comportamento granulare
- Struttura granulo-sostenuta
- Frazione ghiaiosa superiore al 35%
- Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
- Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
- Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
- Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm



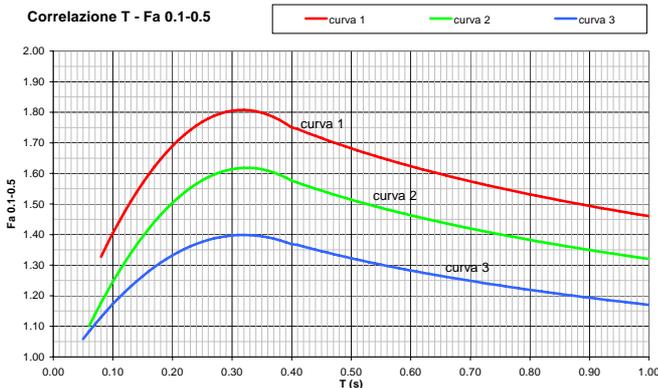
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



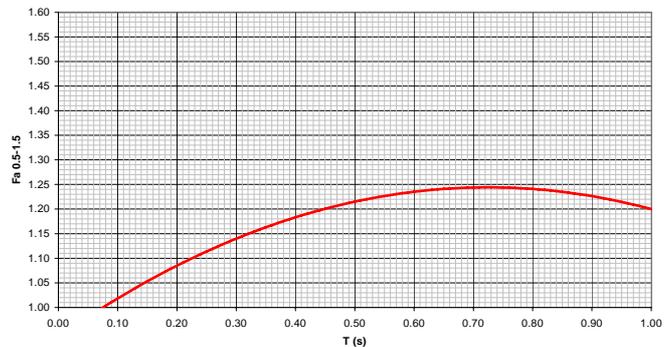
Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	
200				1	1										
250				2	2	2									
300				3	3	3	3								
350				3	3	3	3	3							
400				3	3	3	3	3	3						
450				3	3	3	3	3	3	3					
500				3	3	3	3	3	3	3					
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3			
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Correlazione T - Fa 0.1-0.5



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.58T^2 + 0.84T + 0.94$$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -8.5T^2 + 5.4T + 0.95$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.46 - 0.32LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -7.4T^2 + 4.8T + 0.84$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.32 - 0.28LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$ $Fa_{0.1-0.5} = -4.7T^2 + 3.0T + 0.92$	$0.40 < T \leq 1.00$ $Fa_{0.1-0.5} = 1.17 - 0.22LnT$

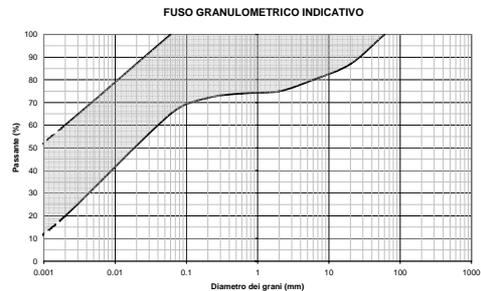
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

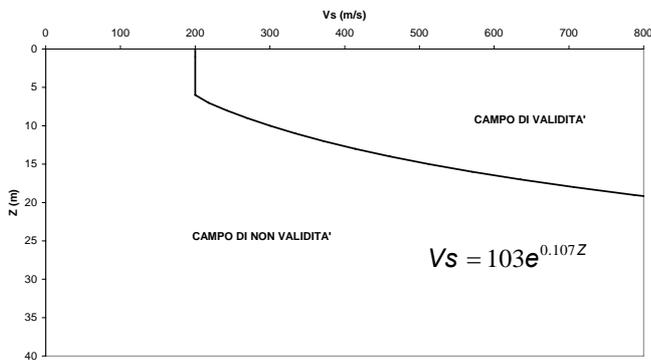
Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

NOTE:

- Comportamento coesivo
- Struttura matrice-sostenuta
- Frazione limosa superiore al 40%
- Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm
- Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%
- Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%
- Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%
- Presenza di eventuali sottili orizzonti ghiaioso fini e sabbioso medio-grossolani



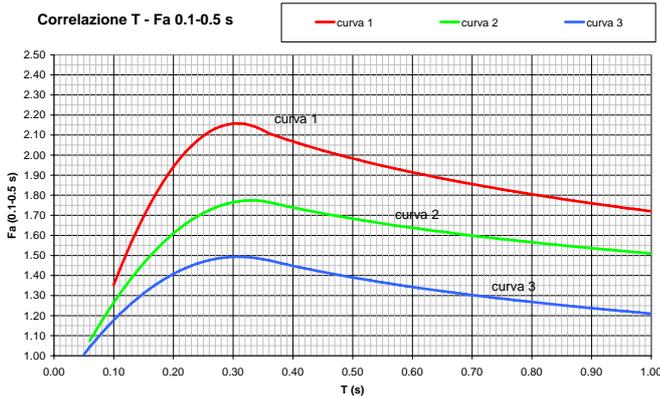
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



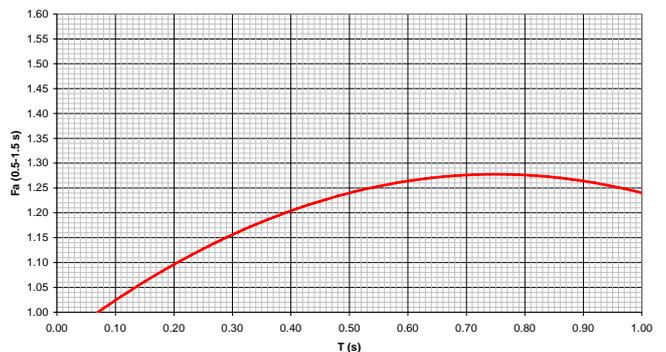
Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
200				1	1	1								
250				2	2	1								
300				2	2	2	2	2	2	2				
350				3	3	3	2	2	2	2	2			
400				3	3	3	3	3	3	3	3			
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3		
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -0.6T^2 + 0.9T + 0.94$$

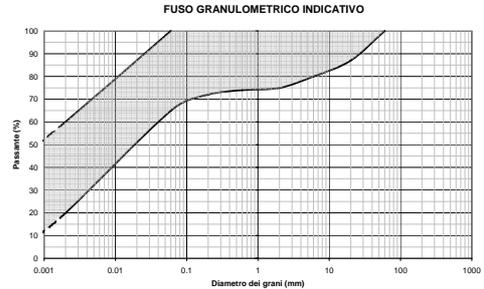
Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -18.7T^2 + 11.5T + 0.39$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.72 - 0.38LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.51 - 0.25LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.21 - 0.26LnT$

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 2

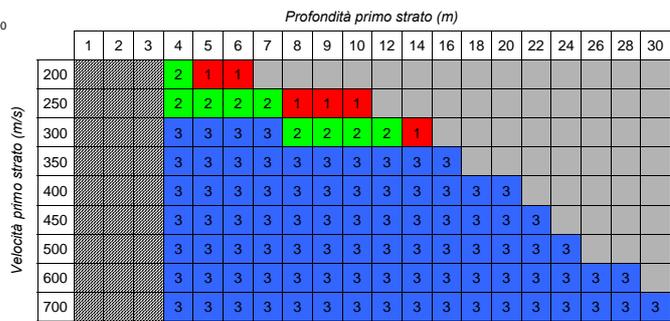
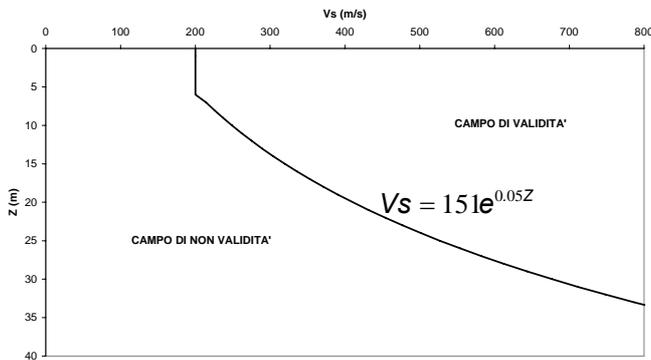
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA e NOTE: come per la litologia limoso - argillosa TIPO 1, a cui in aggiunta è possibile associare i seguenti range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per argille con limi ghiaiosi debolmente sabbiosi:

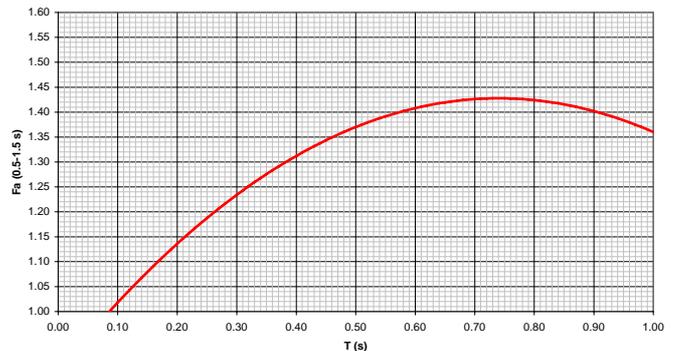
PARAMETRO		INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³]	19.5-20.0
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³]	25.7-26.7
Contenuto d'acqua naturale	w [%]	20-25
Limite di liquidità	w _L [%]	30-50
Limite di plasticità	w _P [%]	15-20
Indice di plasticità	I _P [%]	15-30
Indice dei vuoti	e	0.5-0.7
Grado di saturazione	S _r [%]	90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀	0.5-0.6
Indice di compressione	C _c	0.15-0.30
Indice di rigonfiamento	C _s	0.02-0.06
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _a	0.001-0.005
Grado di consolidazione	OCR	1-3
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt}	15-30



ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'

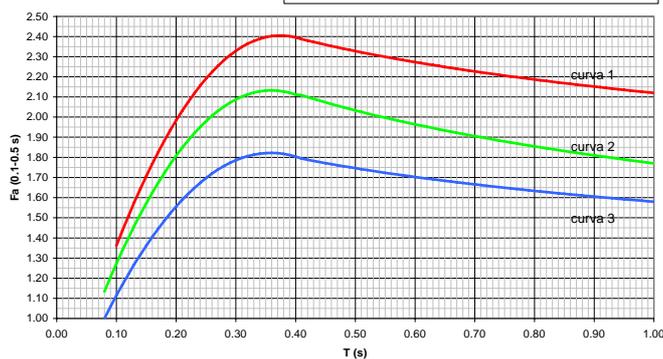


Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -T^2 + 1.48T + 0.88$$

Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 1

GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

NOTE:

Comportamento coesivo

Frazione limosa ad un massimo del 95%

Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm

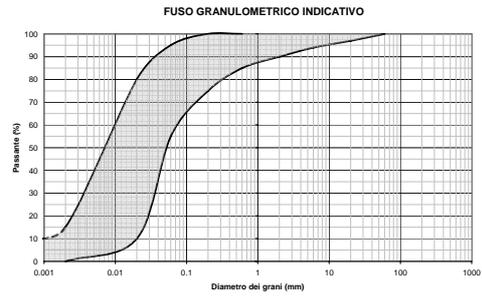
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%

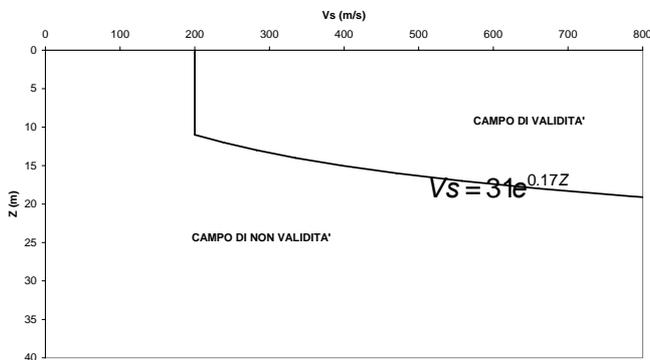
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente arillosi

PARAMETRI INDICATIVI



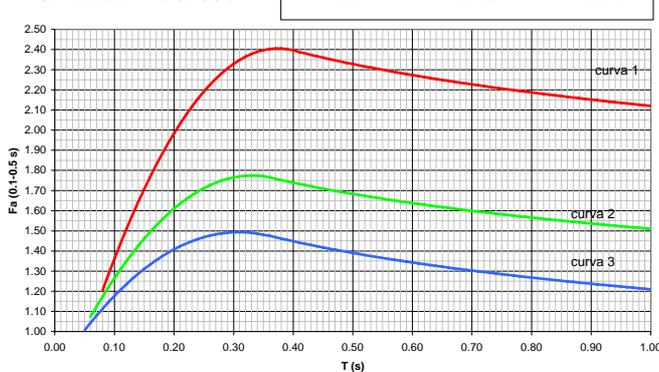
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



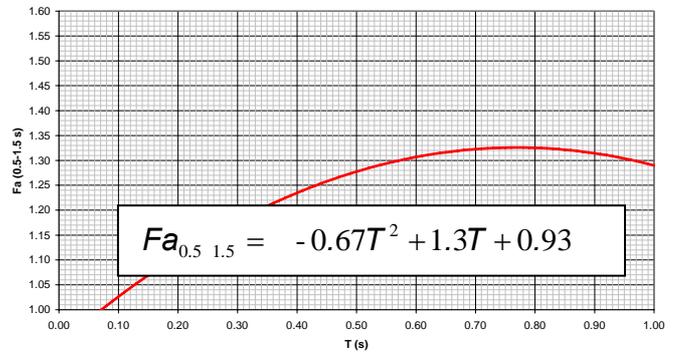
Profondità primo strato (m)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
200				1	1	1	1	1	1	1	1	1						
250				2	2	2	2	2	2	1	1	1						
300				2	2	2	2	2	2	2	2	2						
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	2					
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.06 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.51 - 0.25LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.21 - 0.26LnT$

EFFETTI LITOLGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

NOTE:

Comportamento coesivo

Frazione limosa ad un massimo del 95%

Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm

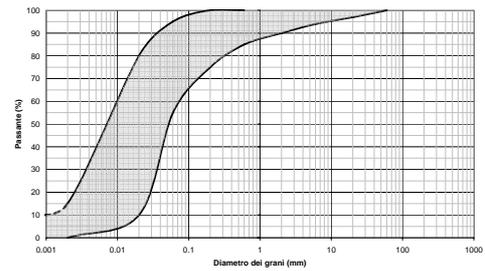
Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%

Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

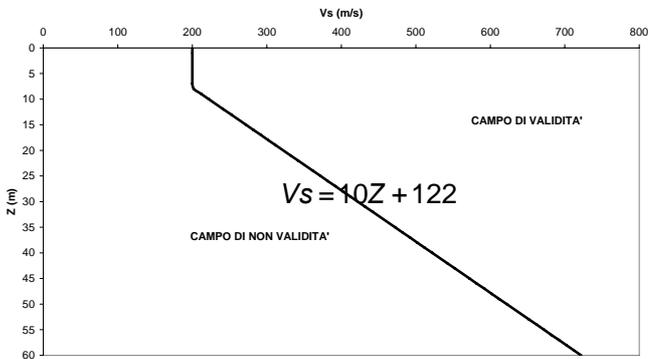
A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



PARAMETRO	INTERVALLO
Peso di volume naturale	γ [kN/m ³] 18.5-19.5
Peso specifico particelle solide	γ_s [kN/m ³] 26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale	w [%] 25-30
Limite di liquidità	w _L [%] 25-35
Limite di plasticità	w _p [%] 15-20
Indice di plasticità	I _p [%] 5-15
Indice dei vuoti	e 0.6-0.9
Grado di saturazione	S _r [%] 90-100
Coefficiente di spinta a riposo	K ₀ 0.4-0.5
Indice di compressione	C _c 0.10-0.30
Indice di rigonfiamento	C _e 0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria	C _α 0.002-0.006
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N _{spt} 0-20

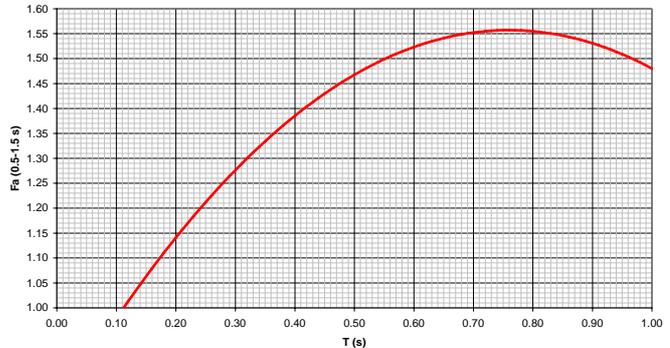
ANDAMENTO DEI VALORI DI Vs CON LA PROFONDITA'



Profondità primo strato (m)

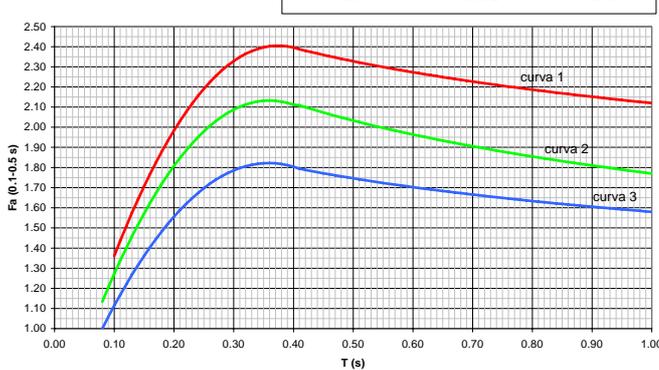
Profondità primo strato (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35	40	50	60	
200				1	1	1	1	1	1	1													
250				2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1								
300				3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2								
350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					
500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s



$$Fa_{0.5-1.5} = -1.33T^2 + 2.02T + 0.79$$

Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.10 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
2	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
3	$0.05 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

2.3. 3° LIVELLO

Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di F_a superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello e per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5).

Il livello 3° si applica anche nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.

2.3.1. Effetti di instabilità

L'analisi prevede, a seguito della caratterizzazione ed identificazione dei movimenti franosi, la quantificazione della loro instabilità intesa come la valutazione degli indici di stabilità in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche e prevede un approccio di tipo puntuale, finalizzato cioè alla quantificazione della instabilità di singoli movimenti franosi.

Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni sono distinte per tipologia di movimenti franosi, in particolare per i movimenti franosi tipo scivolamenti (rotazionali e traslazionali) possono essere così schematizzate:

- individuazione delle sezioni geologiche e geomorfologiche che caratterizzano il corpo franoso, le sue geometrie, gli andamenti delle superfici di scivolamento, dei livelli di falda, finalizzati alla ricostruzione di un modello geologico interpretativo del movimento franoso;
- individuazione dei parametri geotecnici necessari all'analisi: il peso di volume (γ), l'angolo di attrito (Φ) nei suoi valori di picco e residuo e la coesione (c) nei suoi valori di picco e residuo (nel caso si adotti il criterio di rottura di Mohr-Coulomb);
- individuazione degli accelerogrammi di input nel caso di analisi dinamiche;
- analisi numeriche: diversi sono i modelli numerici che possono essere utilizzati per il calcolo della stabilità; tali codici, più o meno semplificati (es. metodo dei conci, metodo ad elementi finiti, ecc.), forniscono la risposta in termini di valori del fattore di sicurezza (F_s) in condizioni statiche, in termini di valori del coefficiente di accelerazione orizzontale critica (K_c) in condizioni pseudostatiche ed in termini di spostamento atteso in condizioni dinamiche. L'applicazione dei diversi modelli dipenderà chiaramente dalle condizioni geologiche del sito in analisi e dal tipo di analisi che si intende effettuare.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno i livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame: in particolare i valori del fattore di sicurezza forniscono indicazioni sulla stabilità dell'area considerando un ben preciso stato del sito di analisi non tenendo in conto la contemporanea variazione di alcuni parametri quali contenuto d'acqua e carichi agenti (pioggia, terremoto, azioni antropiche, ecc); il coefficiente di accelerazione orizzontale critica fornisce invece la soglia di accelerazione al suolo superata la quale l'area stabile diviene instabile in occasione di un terremoto; infine lo spostamento atteso fornisce indicazioni e sull'area di influenza del movimento franoso e una misura di quanto l'accadimento di un evento sismico può modificare la situazione esistente.

Per quanto riguarda i movimenti tipo crolli e ribaltamenti le analisi che possono essere effettuate sono di tipo statico e pseudostatico. Le fasi, i dati e le metodologie necessarie per l'effettuazione di queste analisi e valutazioni possono essere così schematizzate:

- inquadramento geologico di un intorno significativo in scala 1:10.000 e esecuzione di sezioni geologiche e topografiche in scala 1:10.000;
- individuazione dei parametri dell'input sismico (quali valore del picco di accelerazione, valore del picco di velocità);
- rilievi geomeccanici per la classificazione degli ammassi rocciosi sorgenti dei distacchi (determinazione delle principali famiglie di discontinuità, prove in sito sugli affioramenti quali martello di Smidth tipo L, pettine di Barton, spessimetro per apertura giunti ecc., prelievo di campioni per esecuzione di Point Load Test e di prove di scivolamento Tilt Test);

- identificazione dei principali cinematismi di rottura degli ammassi rocciosi su sezioni tipo e, per situazioni particolarmente significative, analisi di stabilità in condizioni statiche e pseudostatiche di singoli blocchi;
- descrizione e rilievo della pista di discesa e della zona di arrivo, rilievo geologico e, ove possibile, statistica dei massi al piede (dimensioni e distribuzione);
- costruzione del modello numerico della/e pista/e di discesa e verifiche di caduta massi con vari metodi e statistiche arrivi.

I risultati, ottenuti per ogni movimento franoso o per ogni area potenzialmente franosa, forniranno livelli di pericolosità a cui è sottoposta l'area in esame, in particolare, vengono individuate le possibili piste di discesa, le relative aree di influenza e la statistica degli arrivi.

2.3.2. Effetti di cedimenti e/o liquefazioni

L'analisi prevede la valutazione quantitativa delle aree soggette a fenomeni di cedimenti e liquefazioni. Con il termine liquefazione si indica la situazione nella quale in un terreno saturo non coesivo si possono avere deformazioni permanenti significative o l'annullamento degli sforzi efficaci a causa dell'aumento della pressione interstiziale.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura^{2,3}.

Anche per il calcolo di possibili cedimenti che possono verificarsi sia in presenza di sabbie sature sia in presenza di sabbie asciutte, si fa riferimento ai risultati di prove in situ, utilizzando procedure note in letteratura.

2.3.3. Effetti di amplificazione morfologica e litologica

L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.

La metodologia strumentale richiede l'acquisizione di dati strumentali attraverso campagne di registrazione eseguite in situ con l'utilizzo di strumentazioni specifiche, variabili a seconda del parametro di acquisizione scelto (velocimetri ed accelerometri). Le caratteristiche strumentali, il tipo di acquisizione e la disposizione logistica variano in funzione della complessità geologica dell'area di studio, del metodo di elaborazione scelto e del tipo di risultato a cui si vuole pervenire. Le registrazioni eseguite in un'area di studio possono riguardare rumore di fondo (microtremore di origine naturale o artificiale) o eventi sismici di magnitudo variabile; i dati acquisiti devono essere opportunamente selezionati (ripuliti da tutti i disturbi presenti) e qualificati tramite informazioni sismologiche dell'area in esame e permettono di definire la direzionalità del segnale sismico e la geometria della zona sismogenetica-sorgente. Le tracce dei segnali di registrazione devono essere in seguito processate tenendo conto delle diverse condizioni di installazione degli strumenti e delle diverse condizioni di acquisizione dei dati. Inoltre, nel caso siano utilizzate stazioni equipaggiate con strumentazioni con frequenza propria diversa (caso più frequente) occorre rendere omogenei tra loro i vari segnali attraverso una deconvoluzione per le rispettive risposte spettrali. L'analisi sperimentale può presentare diversi gradi di approfondimento ed affidabilità, in funzione del tipo di strumentazione impiegata, del tipo di elaborazione del dato di registrazione e, soprattutto, in funzione dell'intervallo di tempo dedicato alle misurazioni in situ. I metodi di analisi strumentale più diffusi ed utilizzati sono il metodo di Nakamura (1989)⁴ e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981)⁵.

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati (modelli monodimensionali 1D, bidimensionali 2D e tridimensionali 3D), basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema, necessarie ma comunque di influenza abbastanza trascurabile sul risultato finale. I concetti fondamentali su cui si basano i codici di calcolo numerico riguardano la teoria della propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo e la teoria del comportamento non lineare e dissipativo dei terreni

² www.programgeo.it/FormuleGeo/Liquefazione.html

³ Crespellani T., 1991. La liquefazione del terreno in condizioni sismiche. Zanichelli, Bologna, pp 185

⁴ Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Tech. Res. Inst., 30, 1

⁵ Kanai, K., Tanaka, T., 1961. On Microtremors. VIII, Bull. Earthquake res. Inst., University of Tokyo. Vol. 39

+in condizioni dinamiche. La valutazione della risposta sismica deve tener conto non solo delle variazioni di ampiezza massima del moto sismico di riferimento, ma anche dell'effetto di filtraggio esercitato su di esso dal terreno, cioè delle modifiche nel contenuto in frequenza.

L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate il meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi. Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1° e 2° livello). E' inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Le analisi strumentali e numeriche rappresentano due approcci diversi per la valutazione quantitativa dell'amplificazione locale; essi sono tra loro coerenti ma presentano le seguenti differenze:

- l'analisi numerica ha il vantaggio di essere facilmente applicabile con tempi veloci ma ha lo svantaggio di richiedere alti costi di realizzazione, di considerare modelli semplificati della situazione reale (soprattutto per i codici di calcolo 1D e 2D) e di trascurare l'effetto delle onde superficiali, sottostimando gli effetti ad alti periodi;
- l'analisi strumentale ha il vantaggio di considerare l'effetto della sollecitazione sismica nelle tre dimensioni spaziali ma ha lo svantaggio di considerare eventi di bassa magnitudo, valutando il comportamento dei materiali solo per basse deformazioni in campo elastico, di richiedere, oltre alle analisi sismologiche di registrazione strumentale, analisi geotecniche dinamiche integrative atte a rilevare il comportamento del bedrock sotto sollecitazione, di effettuare le registrazioni per periodi di tempo che dipendono dalla sismicità dell'area e che possono variare da un minimo di 1 mese ad un massimo di 2 anni.

Per compensare i limiti di un metodo con i vantaggi dell'altro è da valutare la possibilità di integrazione delle due metodologie: in questo modo è possibile effettuare un'analisi quantitativa completa che considera sia l'effetto della tridimensionalità del sito sia il comportamento non lineare dei materiali soggetti a sollecitazioni sismiche.

Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

1. **lo-acc** contenente, per ogni comune, diversi accelerogrammi attesi caratterizzati da due periodi di ritorno (475 e 975 anni);
2. **curve_lomb.xls** contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ).



COMUNE DI
ALBANO S.A.

P.G.T.
RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

**Appendice 4 – Integrazioni all’
ALLEGATO 5 - “Criteri ed indirizzi per la
definizione della componente geologica,
idrogeologica e sismica del Piano di
Governo del Territorio”, in attuazione
dell’art. 57 della L.R. 12/2005**



**Dipartimento di Ingegneria Strutturale
Politecnico di Milano**

Piazza Leonardo Da Vinci, 32 - 20133 Milano

**Convenzione tra Regione Lombardia
e Dipartimento di Ingegneria Strutturale**

**ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI
SISMICI DI SITO IN LOMBARDIA FINALIZZATE ALLA
DEFINIZIONE DELL'ASPETTO SISMICO NEI PIANI DI
GOVERNO DEL TERRITORIO**

**ALLEGATO 5
INTEGRAZIONI**

Floriana Pergalani

Massimo Compagnoni

Vincenzo Petrini

Milano, febbraio 2006

INDICE

1. PREMESSA	3
2. MODELLAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA AL SITO.....	4
2.1. Analisi bidimensionali	4
2.1.1. SCARPATE (SCENARIO Z3a).....	4
3. INDICAZIONI SULL'UTILIZZO DELLA PROCEDURA.....	9
3.1. Analisi di I° livello	9
3.2. Analisi di II° livello	9
3.3. Analisi di III° livello	10

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce l'integrazione all'allegato 5 dei "Criteri ed Indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005".

L'integrazione riguarda in particolare la messa a punto della scheda di valutazione per gli scenari di scarpata (Z3a), da utilizzarsi nell'ambito di analisi di II° livello; inoltre sono riportate alcune indicazioni sull'utilizzo della procedura proposta nel caso vengano analizzati casi non contemplati nelle schede di valutazione.

Tali indicazioni si rendono necessarie sia perché in questa prima fase lo strumento procedurale proposto non è in grado di trattare tutte le possibili casistiche geologiche presenti in Lombardia sia perché è comunque necessario nell'ambito degli studi geologici a supporto dei Piani di Governo del Territorio poter pervenire, dopo l'analisi di II° livello, ad una valutazione finale.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva degli scenari di pericolosità sismica locale:

<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

2. MODELLAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA AL SITO

2.1. Analisi bidimensionali

Le analisi di risposta sismica locale su scenari di scarpata sono state condotte seguendo la stessa metodologia utilizzata per l'analisi degli scenari di cresta rocciosa, adottando gli stessi moti di input rappresentativi della sismicità regionale, lo stesso codice di calcolo bidimensionale (ELCO, 2001) e le stesse condizioni al contorno.

I risultati sono forniti in termini di fattori di amplificazione F_a già definiti nell'ambito del precedente lavoro.

Si ricorda pertanto che le modellazioni sono state eseguite considerando separatamente i 6 accelerogrammi dei Comuni di Sirmione (BS) e Vizzola Ticino (VA) e che tutti i risultati sono da intendersi validi per condizioni di *far-field*, cioè situazioni in cui la sorgente sismica è sufficientemente lontana dal sito di analisi, tale per cui sia possibile escludere effetti di direzionalità e di meccanismo di rottura alla sorgente e tale per cui risulta lecito ipotizzare le onde sismiche come fonti d'onda elastici provenienti dall'infinito ed incidenti verticalmente al sito.

E' infatti dimostrato come, soprattutto nell'ambito di analisi 2D per la valutazione degli effetti di amplificazione sismica di tipo morfologico e geometrico, sia molto influente l'angolo di incidenza delle onde sismiche rispetto all'irregolarità morfologica analizzata e come sia difficilmente prevedibile la direzionalità di un evento sismico, soprattutto quando, come nel caso della Regione Lombardia, non si hanno a disposizione sufficienti conoscenze sismologiche sull'area sismogenetica responsabile della pericolosità sismica.

Sulla base di analisi morfologiche eseguite su casistiche reali presenti nel territorio regionale sono stati individuati i criteri geometrici da utilizzare per l'identificazione dello scenario Z3a.

Dall'osservazione di scarpate presenti sia in area montana lungo i versanti di rilievi principali, sia in area collinare e di pianura nell'ambito di zone di cava e di grandi terrazzamenti fluviali sono stati costruiti modelli teorici da analizzare con il codice di calcolo ELCO, assegnando al materiale un comportamento elastico tipico del substrato roccioso, che presenta le seguenti proprietà meccaniche (γ peso di volume, V_s velocità onde S):

γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
22.0 - 24.0	800 - 1500

Le analisi sono state effettuate utilizzando i 3 accelerogrammi di input dei due comuni campione per cui sono attesi i valori massimo e minimo nell'ambito del territorio regionale: Sirmione (BS) e Vizzola Ticino (VA).

2.1.1. SCARPATE (SCENARIO Z3a)

Lo scenario di zona di scarpata rocciosa (Z3a) è caratterizzato da irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (α) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.

In funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;

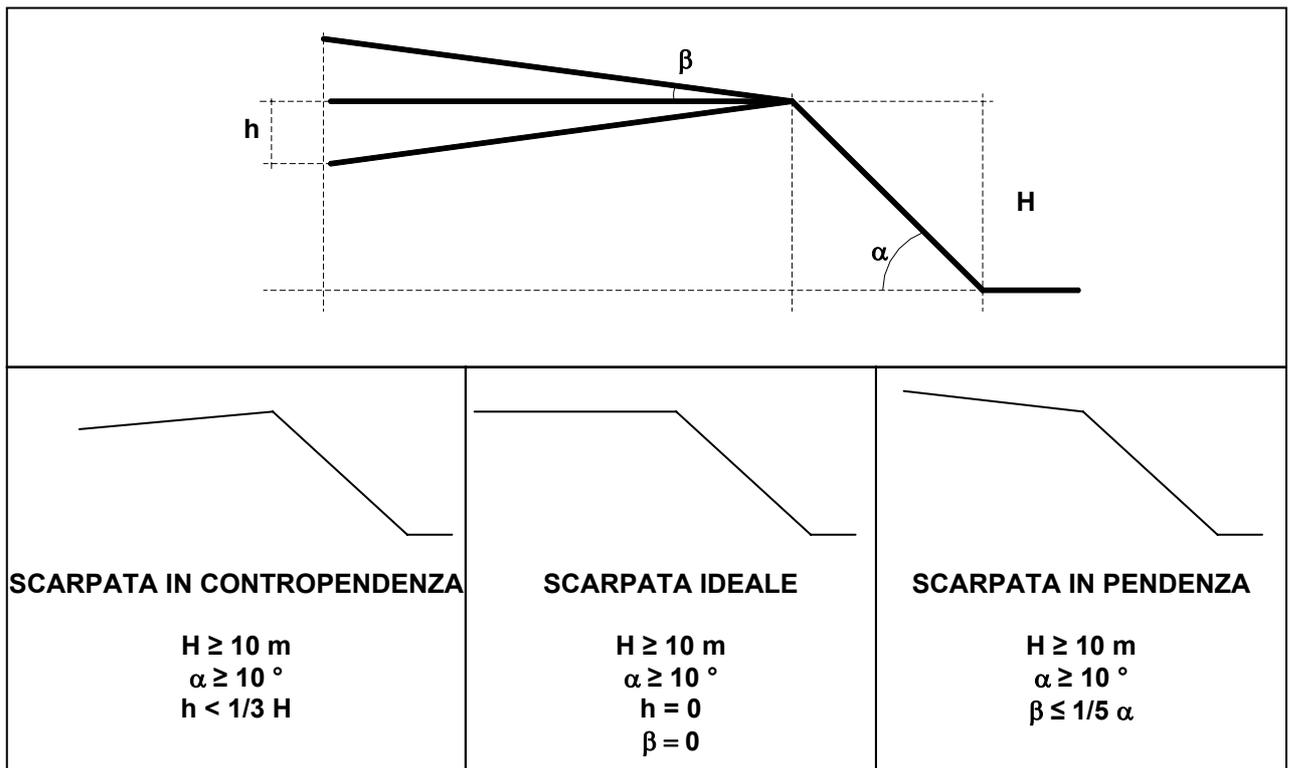
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

La misura dell'altezza H è da intendersi come distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- l'inclinazione (β) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione (α) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (per $\beta > 1/5\alpha$ la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (per $h \geq 1/3H$ la situazione è da considerarsi una cresta appuntita).

Di seguito si riporta lo schema identificativo e le tipologie delle situazioni di scarpata:



Sulla base delle situazioni reali identificate sono stati costruiti modelli caratterizzati da diverse altezze H , diverse inclinazioni α del fronte principale e diversa tipologia del fronte superiore ed è stato calcolato l'andamento del valore del Fattore di amplificazione per l'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s lungo il fronte superiore, identificando anche l'area di influenza (A_i) dei fenomeni di amplificazione sismica.

Il valore di Fa così calcolato è stato messo in relazione al corrispondente valore di α .

Le diverse coppie α/Fa (per ogni intervallo calcolato) sono state riportate su appositi grafici: i risultati sono apparsi poco dispersi per l'intervallo (0.1-0.5 s), mentre per l'intervallo (0.5-1.5 s) sono apparsi influenzati sensibilmente dalla variabilità del moto di input e quindi non sufficientemente adatti a rappresentare in modo univoco la risposta sismica al sito.

Di conseguenza si è scelto di operare utilizzando il solo intervallo di periodo 0.1-0.5 s, analogamente a quanto eseguito per gli scenari di cresta rocciosa (Z3b).

La dispersione evidenziata nei risultati considerando l'intervallo 0.1-0.5 s è stata limitata distinguendo le varie coppie di valori in funzione dell'altezza H del fronte principale.

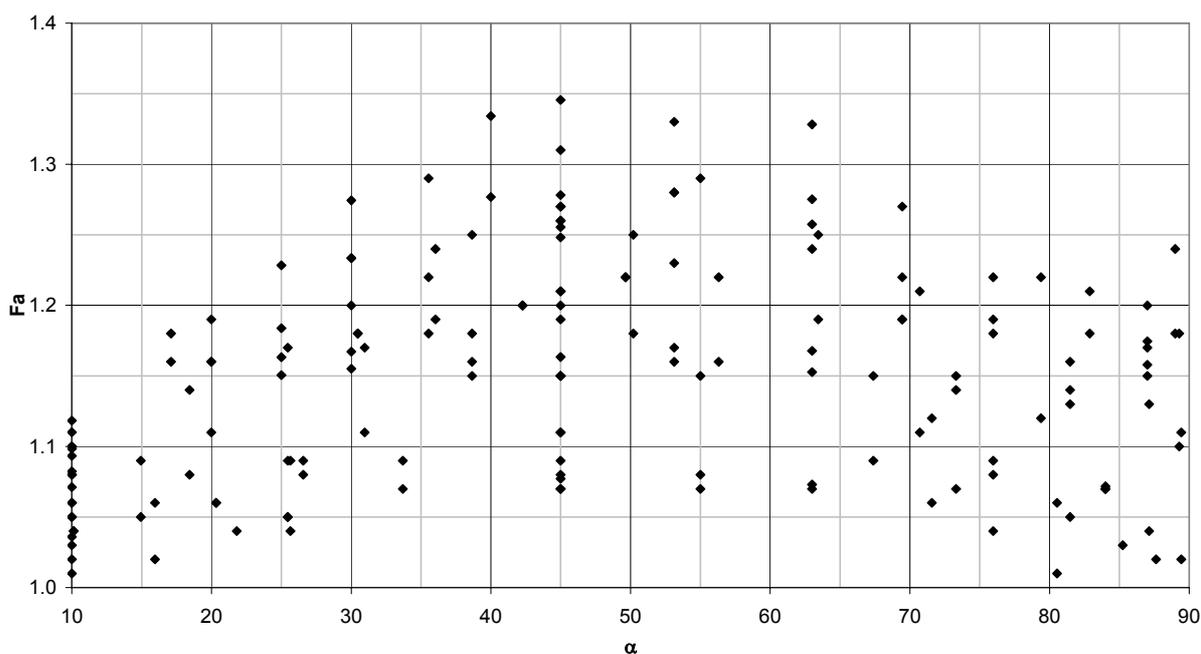
Di seguito si riportano i grafici α/Fa da cui si è scelto, data la particolare distribuzione dei risultati e il limitato intervallo di variazione sul parametro Fa , di non fornire un abaco di correlazione come nel caso delle creste rocciose, ma un valore di Fa caratteristico per ogni tipologia di scarpata individuata con l'estensione della relativa area di influenza (A_i).

Il valore di Fa è assegnato al ciglio del fronte principale mentre all'interno della relativa area di influenza il valore è scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario.

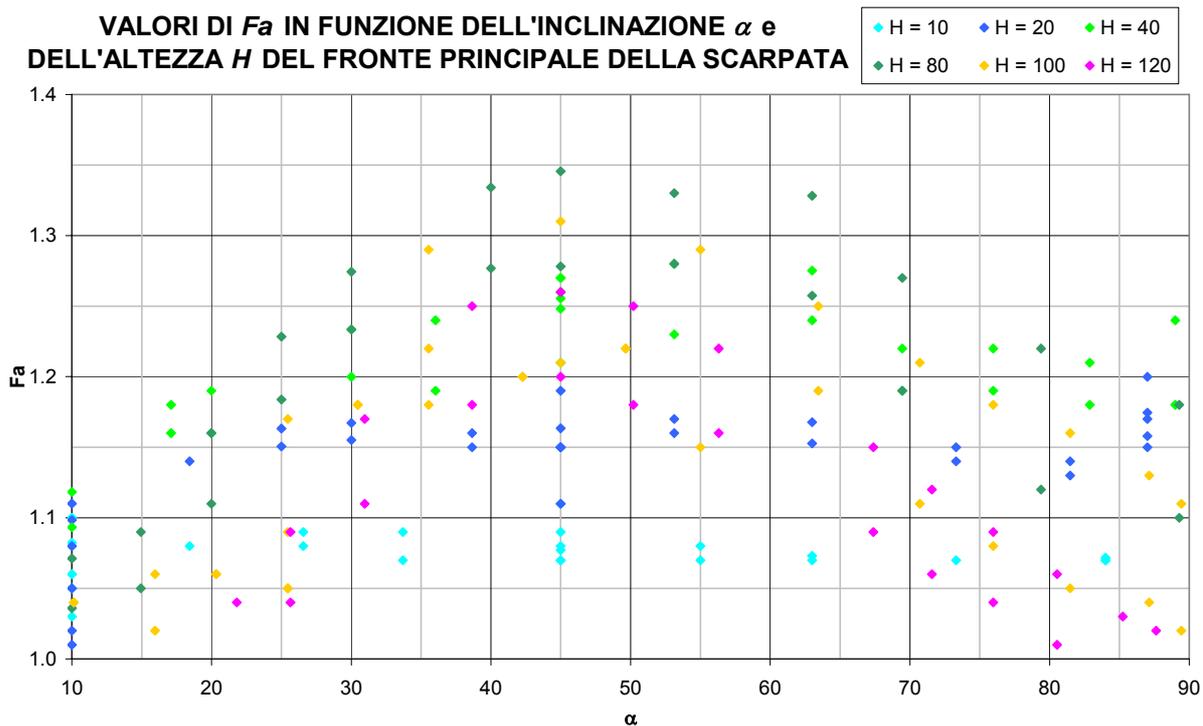
La fase di validazione dei valori di Fa caratteristici e delle aree di influenza degli effetti di amplificazione sismica è stata condotta su casi reali e ha evidenziato una variabilità massima nei valori di Fa inferiore a ± 0.1 .

L'utilizzo dei 3 accelerogrammi definiti per ciascun comune di analisi fornisce una variabilità massima di ± 0.1 nei valori di Fa , a parità di H e di α : questa variabilità tiene in considerazione il diverso contenuto in frequenza del moto di input.

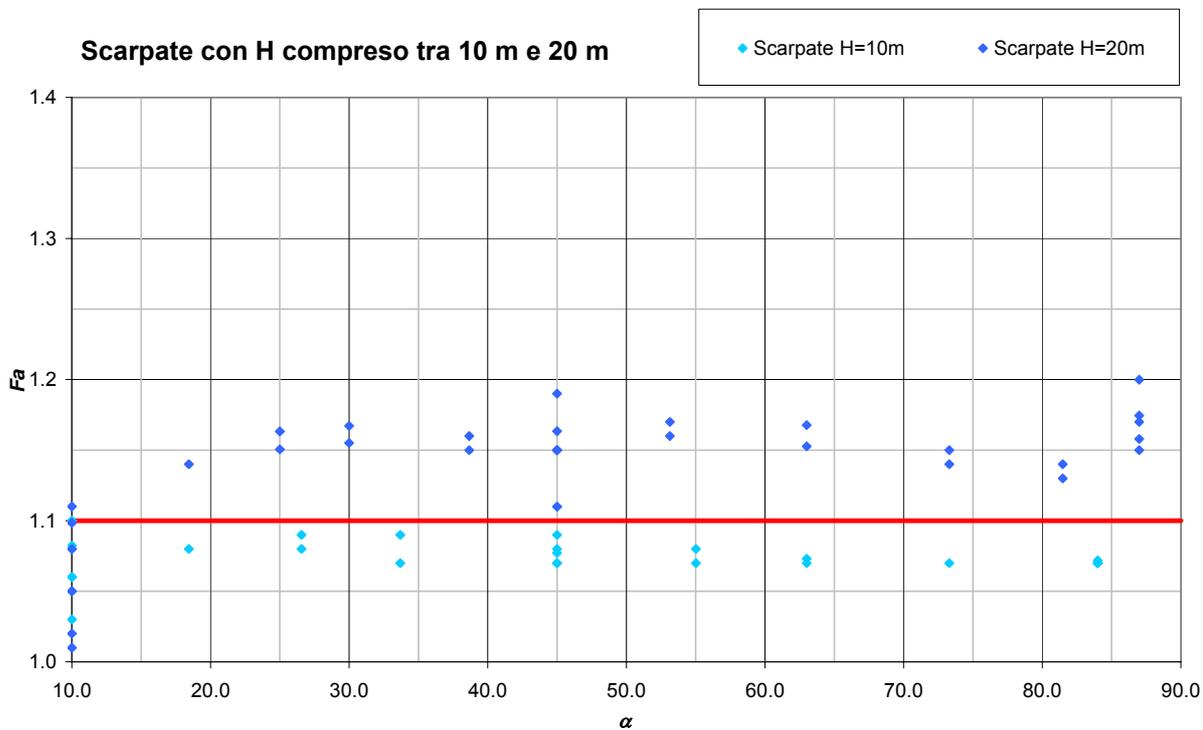
**VALORI DI Fa IN FUNZIONE DELL'INCLINAZIONE α
DEL FRONTE PRINCIPALE DELLA SCARPATA**

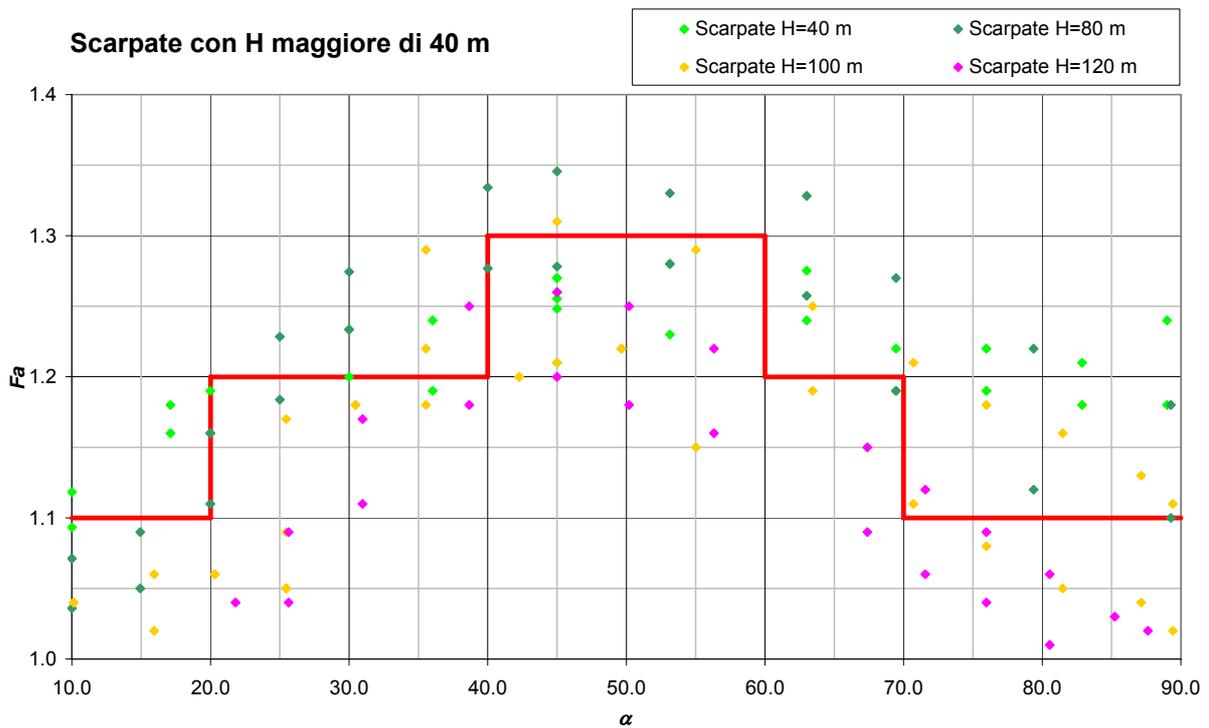
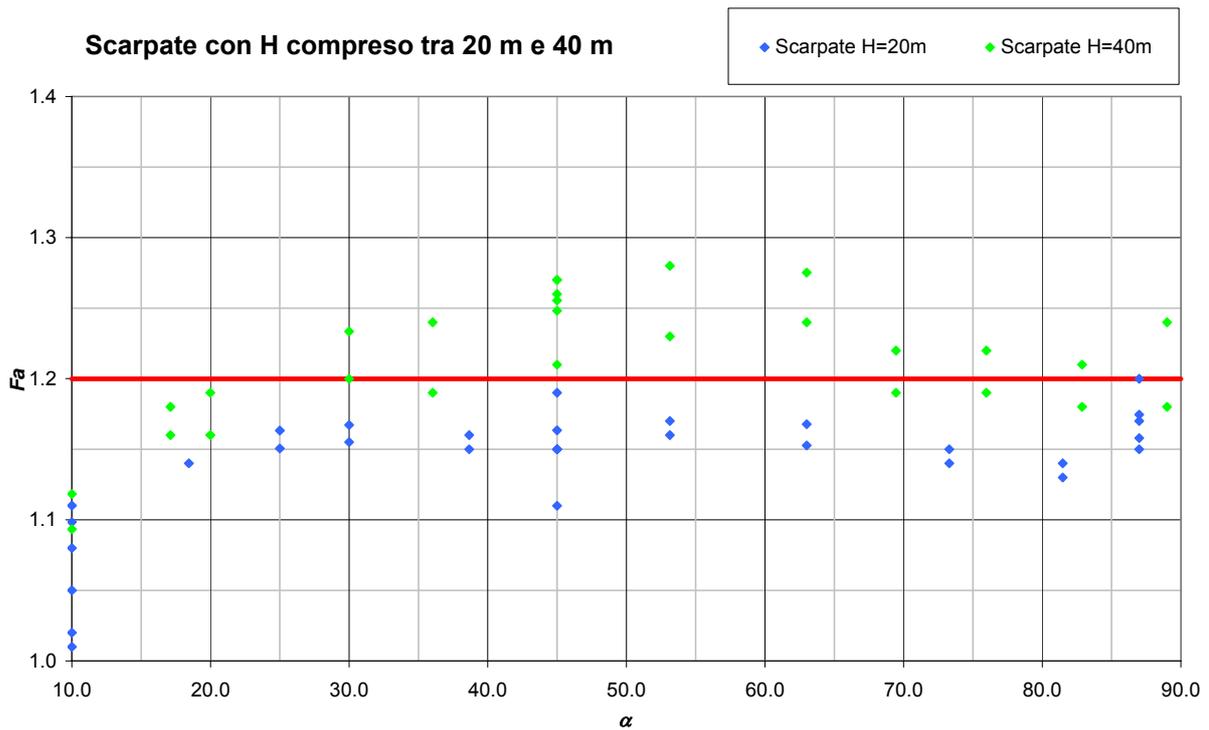


VALORI DI F_a IN FUNZIONE DELL'INCLINAZIONE α e DELL'ALTEZZA H DEL FRONTE PRINCIPALE DELLA SCARPATA



Di seguito si riportano le coppie α/F_a suddivise in classi altimetriche, a cui è possibile associare un unico valore di F_a :





Nella tabella seguente si riporta per ciascuna classe altimetrica e classe di inclinazione il valore caratteristico di Fa e l'estensione della relativa area di influenza A_i :

<i>Classe altimetrica</i>	<i>Classe di inclinazione</i>	<i>Valore di Fa</i>	<i>Area di influenza</i>
$10\text{ m} \leq H \leq 20\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20\text{ m} < H \leq 40\text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
H > 40 m	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

3. INDICAZIONI SULL'UTILIZZO DELLA PROCEDURA

3.1. Analisi di I° livello

Nella fase di redazione della carta della pericolosità sismica locale (PSL) si dovranno rappresentare con:

- elementi lineari gli scenari Z3 e Z5; in particolare per lo scenario Z3a si evidenzierà il ciglio della scarpata, per lo scenario Z3b la linea di cresta sommitale e per lo scenario Z5 il limite di contatto tra i litotipi individuati;
- elementi areali gli scenari Z1, Z2 e Z4.

Gli scenari Z1 e Z2 nell'analisi di I° livello sono evidenziati sulla base del fenomeno prioritario che li caratterizza, quali fenomeni di instabilità e liquefazione e/o cedimenti: si sottolinea che le prescrizioni da assegnare a questi scenari in fase di pianificazione riguardano, oltre al fenomeno prioritario, anche i fenomeni di possibile amplificazione sismica che dovranno essere valutati in fase di progettazione sulla base degli interventi adottati per risolvere le problematiche prioritarie.

Gli scenari PSL individuati con l'analisi di I° livello dovranno essere riportati con appositi retini trasparenti nella carta di fattibilità, assegnando a ciascuno le prescrizioni opportune.

3.2. Analisi di II° livello

L'analisi di II° livello è obbligatoria per gli scenari Z3 e Z4 in zona sismica 2 e 3 per tutte le tipologie di costruzione, in zona 4 per le sole costruzioni, il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

La conoscenza degli spessori e delle V_s può essere ottenuta utilizzando qualsiasi metodo di indagine diretto ed indiretto, in grado di fornire un modello geologico e geofisico del sottosuolo attendibile in relazione alla situazione geologica del sito e il più

dettagliato possibile nella parte più superficiale per una corretta individuazione dello strato superficiale.

La scelta della curva di correlazione T/Fa all'interno della scheda di valutazione avviene tramite individuazione dello spessore e della velocità V_s dello strato superficiale: il valore di V_s riportato nella scheda è da intendersi come limite massimo di ogni intervallo (es: per un valore di V_s dello strato superficiale ottenuto dall'indagine pari a 230 m/s si sceglierà il valore 250 m/s nella matrice della scheda di valutazione).

In presenza di una litologia non contemplata dalle schede di valutazione allegate si potrà, in questa prima fase, utilizzare la scheda di valutazione che presenta l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine.

Nel caso esista la scheda di valutazione per la litologia esaminata ma l'andamento delle V_s con la profondità non ricade nel campo di validità della scheda potrà, in questa prima fase, essere scelta un'altra scheda che presenti l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine.

In presenza di alternanze litologiche con inversioni di velocità con la profondità si potrà, in questa prima fase, utilizzare la scheda di valutazione che presenta l'andamento delle V_s con la profondità più simile a quella riscontrata nell'indagine e si accetteranno anche i casi in cui i valori di V_s escano dal campo di validità **solo** a causa dell'inversione.

In mancanza del raggiungimento del bedrock ($V_s \geq 800$ m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di V_s con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.

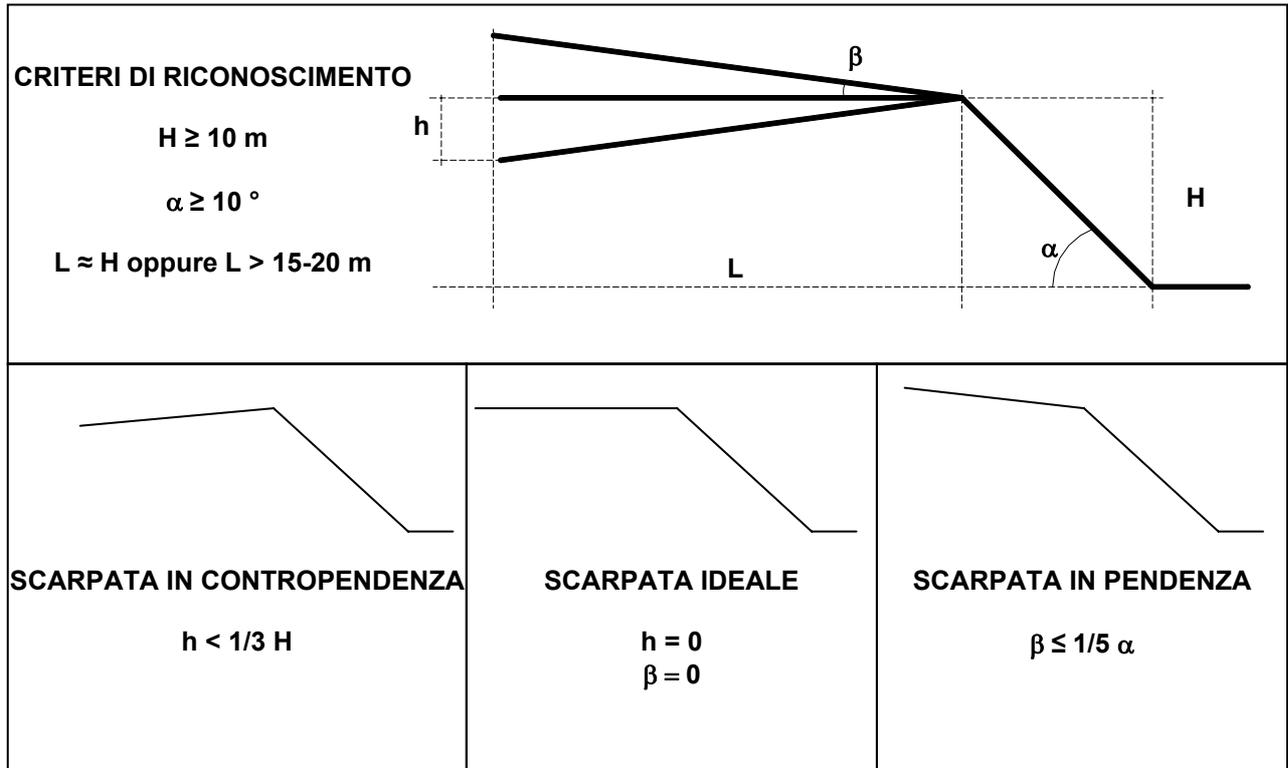
Nel caso di rilievi morfologici asimmetrici che possono essere rappresentati sia dallo scenario Z3a sia dallo scenario Z3b, a seconda dell'orientazione della sezione, si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

Nel caso di presenza contemporanea di effetti litologici (Z4) e morfologici (Z3) si analizzeranno entrambi i casi e si sceglierà quello più sfavorevole.

3.3. Analisi di III° livello

Il III° livello si applica in fase progettuale negli scenari Z3a e Z3b nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani.

EFFETTI MORFOLOGICI – SCARPATA - SCENARIO Z3a



Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di F_a	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	



COMUNE DI
ALBANO S.A.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

P.G.T.

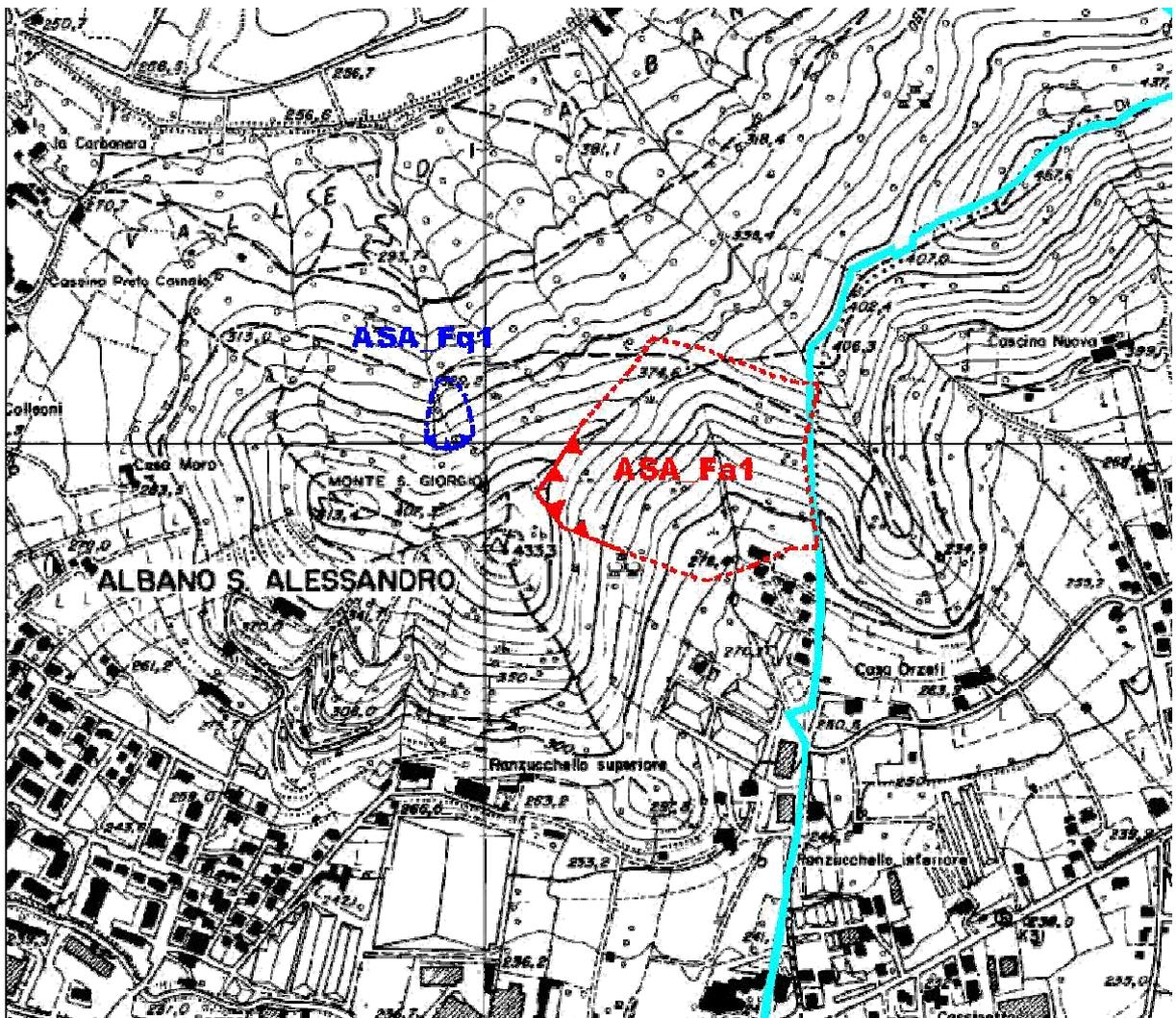
COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

Appendice 5 – Scheda censimento frane

Ubicazione su CTR Regione Lombardia Sez. C5c2 e C5c3



SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento (1)	ASA-Fa1	Data di compilazione	APRILE 2010
Rilevatore	DR. DIEGO MARSETTI	Tipo di rilevamento (2)	SEGNALAZIONE
Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine Longitudine	5059932 1561077	
Nome o località frana	MONTE SAN GIORGIO	Comune	ALBANO S. ALESSANDRO
Comunità Montana		Provincia	BERGAMO
Bacino	TORRENTE ZERRA	Sottobacino	F.SSO DI RANZUCHELLO (ASA 04)
Sigla CTR	C5c2-C5c3	Nome CTR	
Località minacciate direttamente (3)	VALLE DI RANZUCHELLO	Comune	ALBANO S. ALESSANDRO
Località minacciate indirettamente (3)	RANZUCHELLO SUPERIORE	Comune	ALBANO S. ALESSANDRO
Data primo movimento (4)		Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI (5)

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	468,0
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m ²) (6)	
Volume (m ³) (6)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m.)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²) (6)	
Volume (m ³) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²) (6)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante (8)	
Presenza di svincoli laterali (9)	

3 - TIPO DI MATERIALE

Roccia	unità (11)	NICCHIA				ACCUMULO	
	litologia principale	46-SASS DE LA LUNA				46 e 117 (*)	
	altre litologie	CALCARI e CALCARI MARNOSI					
	alterazione (12)	MARNE					
	struttura della roccia (13)						
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)						
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4		
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
grado di cementazione (14)							
Terreno	unità (11)						
	facies (15)						
	classe granulometrica principale (A.G.I.)						
	alterazione (16)						
	grado di cementazione (14)						

4 - TIPO DI MOVIMENTO (17) 1 2

Crollo	in massa		
	di singoli blocchi	puntuale	
		diffuso	
Ribaltamento			
Scivolamento	rotazionale		
	traslativo		
superficie di movimento	planare		
	multiplanare		
	circolare		
	curvilinea		
	non determinabile		
Espansione laterale			
Colata			
Subsidenza			

5 - PRESENZA DI ACQUA

		NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)					
Assenza di venute d'acqua					
Umidità diffusa					
Acque stagnanti					
Stillicidio					
Rete di drenaggio sviluppata					
Ruscigliamento diffuso					
Presenza di falda					
Profondità falda (m)					
Sorgenti (19)	Portata (l/s)	1		1	
		2		2	
		3		3	
		4		4	
Comparsa di nuove sorgenti					
Scomparsa di sorgenti					

(*) 117: COMPLESSO DI PALAZZAGO

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA	<input checked="" type="checkbox"/>	Sintomi di attività				
			rigonfiamenti			
			cedimenti di blocchi			
			superfici di movimento non alterate			
			vegetazione assente o abbattuta			
			variazioni portata acque			
			lesioni a manufatti			
			fratture aperte			
			colate di detrito e/o terra al piede			
RIATTIVATA		per:	Parzialmente		Totalmente	
		arretramento	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE						
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenziali	Accertati	Potenziali
Centro abitato		Acquedotti	
Baite o case sparse		Fognature	
Edifici pubblici		Oleodotti	
Insedimenti produttivi		Argini o opere di regimazione	
Ferrovie		Sbarramento parziale corsi d'acqua	
Autostrade, S.S., S.P.		Sbarramento totale corsi d'acqua	
Strade comunali o consortili		Terreni agricoli	
Linee elettriche		Boschi	
Condotte forzate		Allevamenti	
Gallerie idroelettriche		
Dighe		
Morti e dispersi		Feriti	
		Evacuati	

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

	E	P		E	P		E	P
SISTEMAZIONI FORESTALI			INTERVENTI PASSIVI			DRENAGGIO		
Vimate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento				
.....								
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			INTERVENTI ATTIVI IN PARETE			ALTRO		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
					Demolizione blocchi		
							

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assesimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri				

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLEGATI (21)

Cartografia (CTR 1:10 000)	APPENDICE 5 - REL. RG/8301/10
Foto	
Sezioni	
Altro CARTOGRAFIA 1:5000	ALLEGATO 02 - REL. RG/8301/10

NOTE ESPLICATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

1. Il numero (a libera scelta dell'utente) deve fare riferimento ad una specifica frana rappresentata nella cartografia allegata.
2. Indicare una delle seguenti categorie:
diretto - se effettuato direttamente in sito dal rilevatore
indiretto - se effettuato a distanza o da foto aeree dal rilevatore
segnalazione - se i dati sono stati acquisiti da altre fonti, senza un controllo sul terreno.
3. Località minacciate direttamente - che giacciono sul corpo di frana o che possono essere investite dal materiale in movimento. Località minacciate indirettamente - che possono essere coinvolte negli effetti secondari quali alluvionamento da onda di piena per sbarramento del corso d'acqua dovuti al franamento.
4. Data dell'inizio del movimento franoso, quando nota (anche in modo approssimativo). Le paleofrane vanno indicate in base a dati storici se disponibili, oppure va segnalato approssimativamente il secolo o la collocazione pre - o post - ultima fase di avanzata glaciale.
5. Per la terminologia dei parametri morfometrici si fa riferimento alla classificazione di Cruden & Varnes (1993). Alle voci "media" di larghezza e lunghezza della nicchia e dell'accumulo va fornita una stima dei valori più rappresentativi (moda). Gli spessori medi e massimi dell'accumulo possono venire stimati o calcolati se vi sono a disposizione dati di sondaggio o altri dati quantitativi, in quest'ultimo caso specificare il tipo di dato utilizzato nelle note (campo 12).
6. Si fornisca una stima dei volumi e delle aree; nel caso in cui siano stati utilizzati per il calcolo dati quantitativi (es. da rilievi topografici) indicare nelle note (campo 12) il tipo di dato. Con area totale si intende l'intera area interessata dal dissesto, comprendente nicchia, accumulo ed eventuale zona di scorrimento. Nel caso in cui la scheda si riferisca a più colate di detrito coalescenti si indichi nel campo "dati morfometrici" (2) il volume totale di tutti gli accumuli, mentre nel campo "note" (12) si indichino, se conosciute, le volumetrie media dei singoli eventi e/o dell'evento relativo all'ultima riattivazione.
7. Si intende la distanza massima raggiunta dal materiale in movimento (per i crolli il masso che ha raggiunto la massima distanza dal punto di distacco).
8. Si indichi: 1-concavo, 2-convesso, 3-concavo-convesso, 4-convesso-concavo, 5-planare, 6-terrazzato.
9. Si intende con "svincoli laterali": incisioni torrentizie, fratture persistenti, fasce cataclastiche, che bordano uno o entrambi i lati della frana. Si indichi nella scheda una delle seguenti voci, utilizzando la sigla relativa: d-lato destro; s-lato sinistro; e-entrambi i lati, guardando valle.
10. Nel caso in cui l'accumulo sia stato rimosso indicare la causa di rimozione: naturale (es. asportazione da parte di un corso d'acqua) o artificiale (es. asportazione con mezzi meccanici).
11. Si indichi: gruppo, formazione o membro per il sedimentario; complesso o falda per il basamento cristallino; allogruppo, alloformazione, allomembro per il Quaternario, a cui appartengono le litofacies presenti, come da cartografia ufficiale.
12. Si indichi una delle seguenti voci: inalterata, decolorata, decomposta.
13. Si indichi una delle seguenti voci: massiccia, stratificata, scistosa, a blocchi.
14. Si indichi una delle seguenti voci: assente, parziale, totale.
15. Si indichi una delle seguenti voci: glaciale, alluvionale, deltizio, lacustre-palustre, eolico, travertino, di versante, di accumulo di frana.
16. Si indichi una delle seguenti voci: fresco, debolmente alterato, moderatamente alterato, molto alterato.
17. Nella colonna 1 va indicato il movimento che si verifica per primo in ordine temporale o che si verifica alla quota più elevata in senso spaziale. Nella colonna 2 l'eventuale movimento successivo in ordine temporale o che si verifica a quota più bassa. Un esempio di frana con due tipologie di movimento è una colata di terra e detrito (colonna 2) che viene innescata da uno scivolamento (colonna 1).
18. Indicare se nei giorni precedenti il sopralluogo sulla frana si sono avute importanti precipitazioni.
19. Nella prima riga si indichi il numero delle sorgenti rilevate rispettivamente nella nicchia e nell'accumulo, che dovranno essere ubicate nella cartografia allegata. Nelle righe successive si indichino, quando note, le portate delle singole sorgenti.
20. Per definire lo stato di attività di una frana sono stati introdotti 4 termini, come di seguito definiti:
attiva - che presenti uno o più dei sintomi di attività elencati in tabella
attiva-riattivata - per riattivazione parziale o totale di una frana precedentemente considerata inattiva
inattiva-quiescente - che può essere riattivata dalle sue cause originali
inattiva-stabilizzata - che non può essere riattivata dalle sue cause originali o che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.
21. Tra gli allegati è considerato indispensabile uno stralcio cartografico del CTR alla scala 1:10.000, che delimiti l'area di frana con relativo numero di riferimento alla scheda. Altri allegati quali foto e sezioni possono comunque essere utili alla comprensione del dissesto. Nel campo Allegati si riporti un elenco sintetico.

SCHEDA CROLLI

Da compilare per ogni area omogenea

Lunghezza massima piste di discesa (m)	
--	--

ZONA DI DISTACCO	Pendenza (°)					
	Altezza della parete (m)					
	Forma della parete	Planare				
		Convessa				
		Concava				
		Aggettante				
	Fratture a monte della parete*			si	no	
	Presenza di contatti litologici			si	no	
	Presenza di interstrati argillitici			si	no	
	Presenza di venute d'acqua			si	no	
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m ³)					
	Sintomi di attività	Fratture aperte		si	no	
		Blocchi ruotati		si	no	
		Zone intensamente fratturate		si	no	
		Superfici non alterate		si	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)*						

ZONA DI TRANSITO	Pendenza media versante (°)					
	Natura della superficie	Roccia resistente				
		Roccia debole				
		Detrito grossolano				
		Detrito fine				
		Terreno				
	Tipo di impatti	Impatti singoli*		si	no	
		Impatti multipli*		si	no	
	Rottura di blocchi per impatto			si	no	
	Tipo di vegetazione	Assente				
		Erbacea				
Arbustiva						
Di alto fusto						
Altezza vegetazione abbattuta (m)						

ZONA DI ACCUMULO	Pendenza media (°)			
	Natura della superficie	Roccia resistente		
		Roccia debole		
		Detrito grossolano		
		Detrito fine		
		Terreno		
	Materiale franato	Litologia		
		Selezione		
		Forma		
		Volume minimo dei blocchi (m ³)		
		Volume modale dei blocchi (m ³)		
		Volume massimo dei blocchi (m ³)*		
		Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		
		Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		
		Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)*		
	Tipo di vegetazione	Assente		
		Erbacea		
		Arbustiva		
		Di alto fusto		

*da riportare o posizionare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto

SCHEDA PER LA DESCRIZIONE DI AMMASSI ROCCIOSI IN ROCCE RESISTENTI

(Da Casagli e Crosta 1992, modificato)

STAZIONE N°		Data:	Operatore:		Rullino/Foto:				
LOCALITA':		Comune:							
CTR:		Coordinate:			Campioni n°:				
Esposizione:	Naturale: affioramento nicchia di frana erosione accelerata								
	Artificiale: scavo sup. scavo sotterr. trincea			metodo di scavo:					
LITOLOGIA:									
Formazione:									
Fattori Geologici:		Giunti d'esfoliazione	Discordanze	Contatti litologici					
Strutt. Monoclinale		Faglie (dirette/inverse)	Vene	Terreno residuale					
Pieghe		Rocce di faglia	Filoni	Carsismo					
Cerniere/Fianchi piega		Fratture beanti	Laminazioni parall./incl./ond./conv	Suolo spessore (m)					
INSTABILITA'	Scivolamenti: Planari a Cuneo Rotazionali			Ribaltamenti: di blocchi per flessione					
AMMASSO*	MASSIVO	BLOCCHI	TABULARE	COLONNARE	IRREGOLARE	FRANTUMATO			
STRUTTURA	Massiccia	Stratificata (spessore strati in cm) min moda max							
ALTERAZIONE*	INALTERATA	DECOLORATA	<50% DECOMP.	>50% DECOMP.	COMPL. DECOM.				
	Chimica (Plagioclasti, Miche, etc.)			Fisica (microfratture, grani, etc.)					
RESISTENZA*	Estr. Deb. Sbriciola a mano	Molto Deb. Sbriciola con martello	Debole Difficile da sbriciolare con martello	Med. Res. Frattura con 1 colpo martello	Resistente Frattura con pochi colpi martello	Molto Res. Frattura con molti colpi martello	Estr. Res. Scheggiata dal martello		
	BLOCCHI DIMENSIONE MEDIA:		FORMA: Cubo Romboedro Tetraedro Prisma (equil/barra/piastra)						
Piano affioramento		Giacitura	Altezza (m)		Larghezza (m)				
Linea di scansione		Giacitura (verticale/ orizzontale)			Lunghezza (m)				
SPAZIATURA MODALE (cm) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)									
PERSISTENZA MODALE (m) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)									
NUMERO DI SISTEMI DI DISCONTINUITA'									
PARAMETRI (VALORI MODALI PER CIASCUN SISTEMA)									
SIST.	TIPO¹	GIAC.	SPAZ.²	PERS.³	APERT.⁴	RIEMPIM.⁵	RUGOS.⁶	ALTER.⁷	ACQUA⁸
1									
2									
3									
4									
5									
ZONE DI TAGLIO		Orientazione (imm/incl)							

1: 0-zona di faglia; 1-faglia; 2-giunto; 3-clivaggio; 4-scistosità; 5-taglio; 6-vena; 7-trazione; 8-foliazione; 9-stratificazione; 10-stilolite.

2: in centimetri

3: in metri

4: in millimetri

5: I=incoerente; C=coesivo inattivo; S=coesivo rigonfiante; Cm=cementato; Ca=calcite; Q=quarzo; T=talco; G=gesso

6: planare (rugoso/liscio/striato); ondulato (rugoso/liscio/striato); seghettato (rugoso/liscio/striato)

7: I=inalterata; D=decolorata; A=completamente alterata (decomposta)

8: 0=asciutta; 1-umida; 2-gocce; 3-flusso

	Uniforme matrice % breccia % vena	a più strati matrice % breccia % vena
--	---	---

* ISRM 1978

SCHEDA COLATE

Da compilare per ogni area omogenea

Pendenza media (°)		
Granulometria modale		
Percentuale di limo e argilla nel sedimento		
Presenza di livelli a granulometria fine		
Spessore medio (m)		
Altezza H (da inserire in formula di Govi <i>et al.</i> , 1985) (m)		
Caratteristiche geotecniche del terreno	Angolo di attrito (°)	
	Coesione (kPa)	
Profondità della falda acquifera (m)		
Portata sorgenti principali (l/s)		
Vegetazione	Assente	
	Erbacea	
	Arbustiva	
	Di alto fusto	
Sintomi di attivazione	Fratture aperte nel terreno	
	Rigonfiamenti in terreno o muri	
	Vegetazione d'alto fusto inclinata	
	Erosione accelerata al piede	
	Erosione laterale	

SCHEDA PER IL CENSIMENTO DELLE FRANE

1 - DATI GENERALI

N° di riferimento (1)	ASA-Fq1	Data di compilazione	APRILE 2010
Rilevatore	DR. DIEGO MARSETTI	Tipo di rilevamento (2)	SEGNALAZIONE
Coordinate Gauss-Boaga da CTR (punto più elevato coronamento frana)	Latitudine Longitudine	5059990 1560950	
Nome o località frana	MONTE SAN GIORGIO	Comune	ALBANO S. ALESSANDRO
Comunità Montana		Provincia	BERGAMO
Bacino	TORRENTE ZERRA	Sottobacino	VALLE DI ALBANO (ASA 02)
Sigla CTR	C5C2-C5C3	Nome CTR	
Località minacciate direttamente (3)	VALLE DI ALBANO	Comune	ALBANO S. ALESSANDRO
Località minacciate indirettamente (3)		Comune	
Data primo movimento (4)		Data ultima riattivazione	

2 - DATI MORFOMETRICI (5)

NICCHIA	
Quota coronamento (m s.l.m.)	368,0
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Altezza max. scarpata principale (m)	
Area (m ²) (6)	
Volume (m ³) (6)	

ACCUMULO	
Quota unghia (m s.l.m.)	
Quota testata (m s.l.m.)	
Larghezza media (m)	
Larghezza massima (m)	
Lunghezza media (m)	
Lunghezza massima (m)	
Spessore medio (m)	
Spessore massimo (m)	
Area (m ²) (6)	
Volume (m ³) (6)	
Accumulo in alveo	
Accumulo rimosso (10)	

ALTRI DATI	
Area Totale (m ²) (6)	
Lunghezza max percorso colata o massi (m) (7)	
Giacitura media del versante (imm/incl)	
Forma del versante (8)	
Presenza di svincoli laterali (9)	

3 - TIPO DI MATERIALE

		NICCHIA				ACCUMULO			
Roccia	unità (11)	46-SASS DE LA LUNA				46-SASS DE LA LUNA			
	litologia principale	CALCARE CALCARI MARNOSI							
	altre litologie	MARNE							
	alterazione (12)								
	struttura della roccia (13)								
	giacitura foliazione o stratificazione (imm/incl)								
	giacitura sistemi discontinuità principali (imm/incl)	1	2	3	4				
	classe granulometrica principale (A.G.I.)								
grado di cementazione (14)									
Terreno	unità (11)								
	facies (15)								
	classe granulometrica principale (A.G.I.)								
	alterazione (16)								
grado di cementazione (14)									

4 - TIPO DI MOVIMENTO (17) 1 2

Crollo	in massa		
	di singoli blocchi	puntuale	
		diffuso	
Ribaltamento			
Scivolamento	rotazionale		
	traslativo		
superficie di movimento	planare		
	multiplanare		
	circolare		
	curvilinea		
	non determinabile		
Espansione laterale			
Colata			
Subsidenza			

5 - PRESENZA DI ACQUA

		NICCHIA		ACCUMULO	
Precipitazioni pre-sopralluogo (18)					
Assenza di venute d'acqua					
Umidità diffusa					
Acque stagnanti					
Stillicidio					
Rete di drenaggio sviluppata					
Ruscigliamento diffuso					
Presenza di falda					
Profondità falda (m)					
Sorgenti (19)	Portata (l/s)	1		1	
		2		2	
		3		3	
		4		4	
Comparsa di nuove sorgenti					
Scomparsa di sorgenti					

6 - STATO DI ATTIVITÀ (20)

ATTIVA		Sintomi di attività				
		rigonfiamenti				
		cedimenti di blocchi				
		superfici di movimento non alterate				
		vegetazione assente o abbattuta				
		variazioni portata acque				
		lesioni a manufatti				
		fratture aperte				
		colate di detrito e/o terra al piede				
RIATTIVATA			Parzialmente		Totalmente	
		per:	Nicchia	Accumulo	Nicchia	Accumulo
		arretramento				
		estensione laterale				
		avanzamento				
INATTIVA QUIESCENTE		X				
INATTIVA STABILIZZATA						

7 - PROBABILE EVOLUZIONE

	NICCHIA	ACCUMULO
Arretramento		
Estensione laterale		
Avanzamento		
Rimobilizzazione totale		
Stabilizzazione		

8 - DANNI A ELEMENTI DEL TERRITORIO E A PERSONE

Accertati	Potenziati	Accertati	Potenziati
Centro abitato		Acquedotti	
Baite o case sparse		Fognature	
Edifici pubblici		Oleodotti	
Insedimenti produttivi		Argini o opere di regimazione	
Ferrovie		Sbarramento parziale corsi d'acqua	
Autostrade, S.S., S.P.		Sbarramento totale corsi d'acqua	
Strade comunali o consortili		Terreni agricoli	
Linee elettriche		Boschi	
Condotte forzate		Allevamenti	
Gallerie idroelettriche		
Dighe		

Morti e dispersi		Feriti		Evacuati	
------------------	--	--------	--	----------	--

9 - OPERE DI INTERVENTO ESEGUITE (E) O PROPOSTE (P)

E		P	E		P	E		P
SISTEMAZIONI FORESTALI			INTERVENTI PASSIVI			DRENAGGIO		
Vimate/fascinate			Valli paramassi			Canalette di drenaggio		
Gradonature			Trincee paramassi			Gallerie drenanti		
Disgaggio			Rilevati paramassi			Trincee drenanti		
Gabbionate			Muri e paratie			Dreni		
Palificate			Sottomurazioni			Pozzi drenanti		
Rimboschimento				
SISTEMAZIONI IDRAULICHE			INTERVENTI ATTIVI IN PARETE			ALTRO		
Briglie e traverse			Spritz-beton			Sistemi di allarme		
Argini e difese spondali			Chiodature			Consolidamento edifici		
Svasi / pulizia alveo			Tirantature			Evacuazione		
Vasche di espansione			Imbragature			Demolizione infrastrutture		
.....			Iniezioni			Terre armate		
			Reti			Micropali		
					Demolizione blocchi		
							

10 - STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO ESISTENTE (E) O PROPOSTA (P)

	E	P		E	P
Fessurimetri			Monitoraggio meteorologico		
Assesimetri			Monitoraggio idro-meteorologico		
Distometri			Monitoraggio topografico convenzionale		
Estensimetri			Monitoraggio topografico tramite GPS		
Inclinometri			Rete microsismica		
Piezometri				

11 - STATO DELLE CONOSCENZE

Raccolta di dati storici		Dati geoelettrici	
Rilievi geomeccanici		Dati sismici a rifrazione	
Analisi strutturali		Dati sismici a riflessione	
Indagini idrogeologiche		Relazione geologica	
Dati di perforazioni		Verifiche di stabilità	
Analisi geotecniche di laboratorio		Relazione di sopralluogo tecnico	
Prove penetrometriche		Progetto di sistemazione di massima	
Prove scissometriche		Progetto esecutivo	
Prove pressiometriche			

12 - NOTE**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI****ALLEGATI (21)**

Cartografia (CTR 1:10 000)	APPENDICE 5 - REL. RG/8301/10
Foto	
Sezioni	
Altro CARTOGRAFIA 1:5000	ALLEGATO 02-REL. RG/8301/10

NOTE ESPLICATIVE PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

1. Il numero (a libera scelta dell'utente) deve fare riferimento ad una specifica frana rappresentata nella cartografia allegata.
2. Indicare una delle seguenti categorie:
diretto - se effettuato direttamente in sito dal rilevatore
indiretto - se effettuato a distanza o da foto aeree dal rilevatore
segnalazione - se i dati sono stati acquisiti da altre fonti, senza un controllo sul terreno.
3. Località minacciate direttamente - che giacciono sul corpo di frana o che possono essere investite dal materiale in movimento. Località minacciate indirettamente - che possono essere coinvolte negli effetti secondari quali alluvionamento da onda di piena per sbarramento del corso d'acqua dovuti al franamento.
4. Data dell'inizio del movimento franoso, quando nota (anche in modo approssimativo). Le paleofrane vanno indicate in base a dati storici se disponibili, oppure va segnalato approssimativamente il secolo o la collocazione pre - o post - ultima fase di avanzata glaciale.
5. Per la terminologia dei parametri morfometrici si fa riferimento alla classificazione di Cruden & Varnes (1993). Alle voci "media" di larghezza e lunghezza della nicchia e dell'accumulo va fornita una stima dei valori più rappresentativi (moda). Gli spessori medi e massimi dell'accumulo possono venire stimati o calcolati se vi sono a disposizione dati di sondaggio o altri dati quantitativi, in quest'ultimo caso specificare il tipo di dato utilizzato nelle note (campo 12).
6. Si fornisca una stima dei volumi e delle aree; nel caso in cui siano stati utilizzati per il calcolo dati quantitativi (es. da rilievi topografici) indicare nelle note (campo 12) il tipo di dato. Con area totale si intende l'intera area interessata dal dissesto, comprendente nicchia, accumulo ed eventuale zona di scorrimento. Nel caso in cui la scheda si riferisca a più colate di detrito coalescenti si indichi nel campo "dati morfometrici" (2) il volume totale di tutti gli accumuli, mentre nel campo "note" (12) si indichino, se conosciute, le volumetrie media dei singoli eventi e/o dell'evento relativo all'ultima riattivazione.
7. Si intende la distanza massima raggiunta dal materiale in movimento (per i crolli il masso che ha raggiunto la massima distanza dal punto di distacco).
8. Si indichi: 1-concavo, 2-convesso, 3-concavo-convesso, 4-convesso-concavo, 5-planare, 6-terrazzato.
9. Si intende con "svincoli laterali": incisioni torrentizie, fratture persistenti, fasce cataclastiche, che bordano uno o entrambi i lati della frana. Si indichi nella scheda una delle seguenti voci, utilizzando la sigla relativa: d-lato destro; s-lato sinistro; e-entrambi i lati, guardando valle.
10. Nel caso in cui l'accumulo sia stato rimosso indicare la causa di rimozione: naturale (es. asportazione da parte di un corso d'acqua) o artificiale (es. asportazione con mezzi meccanici).
11. Si indichi: gruppo, formazione o membro per il sedimentario; complesso o falda per il basamento cristallino; allogruppo, alloformazione, allomembro per il Quaternario, a cui appartengono le litofacies presenti, come da cartografia ufficiale.
12. Si indichi una delle seguenti voci: inalterata, decolorata, decomposta.
13. Si indichi una delle seguenti voci: massiccia, stratificata, scistosa, a blocchi.
14. Si indichi una delle seguenti voci: assente, parziale, totale.
15. Si indichi una delle seguenti voci: glaciale, alluvionale, delizioso, lacustre-palustre, eolico, travertino, di versante, di accumulo di frana.
16. Si indichi una delle seguenti voci: fresco, debolmente alterato, moderatamente alterato, molto alterato.
17. Nella colonna 1 va indicato il movimento che si verifica per primo in ordine temporale o che si verifica alla quota più elevata in senso spaziale. Nella colonna 2 l'eventuale movimento successivo in ordine temporale o che si verifica a quota più bassa. Un esempio di frana con due tipologie di movimento è una colata di terra e detrito (colonna 2) che viene innescata da uno scivolamento (colonna 1).
18. Indicare se nei giorni precedenti il sopralluogo sulla frana si sono avute importanti precipitazioni.
19. Nella prima riga si indichi il numero delle sorgenti rilevate rispettivamente nella nicchia e nell'accumulo, che dovranno essere ubicate nella cartografia allegata. Nelle righe successive si indichino, quando note, le portate delle singole sorgenti.
20. Per definire lo stato di attività di una frana sono stati introdotti 4 termini, come di seguito definiti:
attiva - che presenti uno o più dei sintomi di attività elencati in tabella
attiva-riattivata - per riattivazione parziale o totale di una frana precedentemente considerata inattiva
inattiva-quiescente - che può essere riattivata dalle sue cause originali
inattiva-stabilizzata - che non può essere riattivata dalle sue cause originali o che è stata protetta dalle sue cause originali da misure di stabilizzazione.
21. Tra gli allegati è considerato indispensabile uno stralcio cartografico del CTR alla scala 1:10.000, che delimiti l'area di frana con relativo numero di riferimento alla scheda. Altri allegati quali foto e sezioni possono comunque essere utili alla comprensione del dissesto. Nel campo Allegati si riporti un elenco sintetico.

SCHEMA CROLLI

Da compilare per ogni area omogenea

Lunghezza massima piste di discesa (m)	
--	--

ZONA DI DISTACCO	Pendenza (°)				
	Altezza della parete (m)				
	Forma della parete	Planare			
		Convessa			
		Concava			
		Aggettante			
	Fratture a monte della parete*		si	no	
	Presenza di contatti litologici		si	no	
	Presenza di interstrati argillitici		si	no	
	Presenza di venute d'acqua		si	no	
	Volumetrie potenzialmente instabili (totale in m ³)				
	Sintomi di attività	Fratture aperte	si	no	
		Blocchi ruotati	si	no	
		Zone intensamente fratturate	si	no	
		Superfici non alterate	si	no	
Esecuzione di rilievo geomeccanico (n°)*					

ZONA DI TRANSITO	Pendenza media versante (°)				
	Natura della superficie	Roccia resistente			
		Roccia debole			
		Detrito grossolano			
		Detrito fine			
		Terreno			
	Tipo di impatti	Impatti singoli*	si	no	
		Impatti multipli*	si	no	
	Rottura di blocchi per impatto		si	no	
	Tipo di vegetazione	Assente			
		Erbacea			
		Arbustiva			
		Di alto fusto			
Altezza vegetazione abbattuta (m)					

ZONA DI ACCUMULO	Pendenza media (°)			
	Natura della superficie	Roccia resistente		
		Roccia debole		
		Detrito grossolano		
		Detrito fine		
		Terreno		
	Materiale franato	Litologia		
		Selezione		
		Forma		
		Volume minimo dei blocchi (m ³)		
		Volume modale dei blocchi (m ³)		
		Volume massimo dei blocchi (m ³)*		
		Distanza minima raggiunta dai blocchi (m)		
		Distanza modale raggiunta dai blocchi (m)		
		Distanza massima raggiunta dai blocchi (m)*		
	Tipo di vegetazione	Assente		
		Erbacea		
		Arbustiva		
		Di alto fusto		

*da riportare o posizionare anche in carta a scala 1:10.000 o su foto

SCHEDA PER LA DESCRIZIONE DI AMMASSI ROCCIOSI IN ROCCE RESISTENTI

(Da Casagli e Crosta 1992, modificato)

STAZIONE N°		Data:	Operatore:		Rullino/Foto:				
LOCALITA':		Comune:							
CTR:		Coordinate:			Campioni n°:				
Esposizione:	Naturale: affioramento nicchia di frana erosione accelerata								
	Artificiale: scavo sup. scavo sotterr. trincea			metodo di scavo:					
LITOLOGIA:									
Formazione:									
Fattori Geologici:		Giunti d'esfoliazione		Discordanze		Contatti litologici			
Strutt. Monoclinale		Faglie (dirette/inverse)		Vene		Terreno residuale			
Pieghe		Rocce di faglia		Filoni		Carsismo			
Cerniere/Fianchi piega		Fratture beanti		Laminazioni parall./incl./ond./conv		Suolo spessore (m)			
INSTABILITA'	Scivolamenti:			Ribaltamenti:					
	Planari		a Cuneo	Rotazionali		di blocchi	per flessione		
AMMASSO*	MASSIVO	BLOCCHI	TABULARE	COLONNARE	IRREGOLARE	FRANTUMATO			
STRUTTURA	Massiccia	Stratificata (spessore strati in cm) min		moda		max			
ALTERAZIONE*	INALTERATA		DECOLORATA		<50% DECOMP.	>50% DECOMP.	COMPL. DECOM.		
	Chimica (Plagioclasti, Miche, etc.)			Fisica (microfratture, grani, etc.)					
RESISTENZA*	Estr. Deb.	Molto Deb.	Debole	Med. Res.	Resistente	Molto Res.	Estr. Res.		
	Sbriciola a mano	Sbriciola con martello	Difficile da sbriciolare con martello	Frattura con 1 colpo martello	Frattura con pochi colpi martello	Frattura con molti colpi martello	Scheggiata dal martello		
BLOCCHI	DIMENSIONE MEDIA:		FORMA: Cubo Romboedro Tetraedro Prisma (equil/barra/piastra)						
Piano affioramento	Giacitura		Altezza (m)		Larghezza (m)				
Linea di scansione	Giacitura (verticale/ orizzontale)				Lunghezza (m)				
SPAZIATURA MODALE (cm) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)									
PERSISTENZA MODALE (m) (TOTALE DELL'AFFIORAMENTO)									
NUMERO DI SISTEMI DI DISCONTINUITA'									
PARAMETRI (VALORI MODALI PER CIASCUN SISTEMA)									
SIST.	TIPO¹	GIAC.	SPAZ.²	PERS.³	APERT.⁴	RIEMPIM.⁵	RUGOS.⁶	ALTER.⁷	ACQUA⁸
1									
2									
3									
4									
5									
ZONE DI TAGLIO		Orientazione (imm/incl)							

1: 0-zona di faglia; 1-faglia; 2-giunto; 3-clivaggio; 4-scistosità; 5-taglio; 6-vena; 7-trazione; 8-foliazione; 9-stratificazione; 10-stilolite.

2: in centimetri

3: in metri

4: in millimetri

5: I=incoerente; C=coesivo inattivo; S=coesivo rigonfiante; Cm=cementato; Ca=calcite; Q=quarzo; T=talco; G=gesso

6: planare (rugoso/liscio/striato); ondulato (rugoso/liscio/striato); seghettato (rugoso/liscio/striato)

7: I=inalterata; D=decolorata; A=completamente alterata (decomposta)

8: 0=asciutta; 1-umida; 2-gocce; 3-flusso

	Uniforme matrice% breccia % vena	a più strati matrice % breccia % vena
--	--	---

* ISRM 1978

SCHEDA COLATE

Da compilare per ogni area omogenea

Pendenza media (°)		
Granulometria modale		
Percentuale di limo e argilla nel sedimento		
Presenza di livelli a granulometria fine		
Spessore medio (m)		
Altezza H (da inserire in formula di Govi <i>et al.</i> , 1985) (m)		
Caratteristiche geotecniche del terreno	Angolo di attrito (°)	
	Coesione (kPa)	
Profondità della falda acquifera (m)		
Portata sorgenti principali (l/s)		
Vegetazione	Assente	
	Erbacea	
	Arbustiva	
	Di alto fusto	
Sintomi di attivazione	Fratture aperte nel terreno	
	Rigonfiamenti in terreno o muri	
	Vegetazione d'alto fusto inclinata	
	Erosione accelerata al piede	
	Erosione laterale	



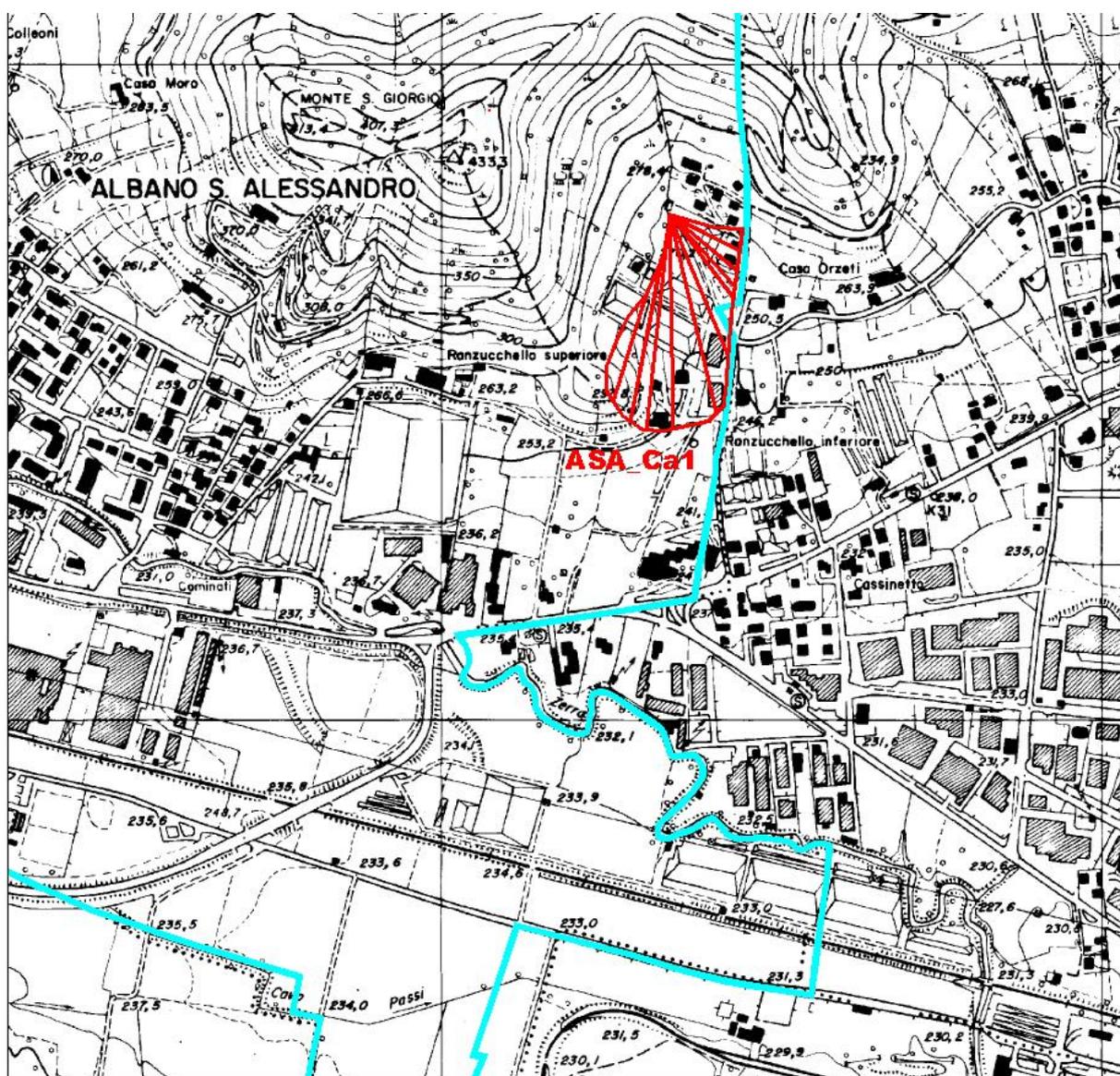
COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12

Appendice 6 – Scheda conoidi

Ubicazione su CTR Regione Lombardia Sez. C5c3



SCHEDA CONOIDI

Id conoide	ASA_Ca1	Data compilazione	APRILE 2010	Rilevatore	DR. D. MARSETTI
Nome località	RANZUCHELLO	Nome torrente	FOSSO DI RANZUCHELLO (ASA 04)		
Comuni	ALBANO S.A.	Provincia	BERGAMO		
C.T.R.	C5c3				

Dati morfometrici della conoide			
Superficie (km ²)	0,05	Larghezza max (m)	187,0
Volume (m ³)		Pendenza media (%)	
Quota massima (m slm)	290,0	Pendenza media alveo (%)	
Quota minima (m slm)	250,0	Lunghezza alveo (m)	
Lunghezza max (m)	329,0	Indice di Melton	0,093

Dati morfometrici del bacino			
Superficie (km ²)		Pendenza media alveo princip.(%)	
Quota minima (m slm)		Lunghezza tot. rete idrografica(km)	
Quota massima (m slm)		Densità di drenaggio (km/km ²)	
Lunghezza alveo principale (km)		Indice di Melton	

<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Dimensione max del materiale (m³)</td> <td>apice</td> <td></td> <td rowspan="3">FOTO</td> </tr> <tr> <td>zona mediana</td> <td></td> </tr> <tr> <td>zona distale</td> <td></td> </tr> </table>		Dimensione max del materiale (m ³)	apice		FOTO	zona mediana		zona distale		<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Presunta migrazione del canale attivo</th> </tr> <tr> <td></td> <td>sin-centro</td> <td>sin-dx</td> <td>dx-sin</td> </tr> <tr> <td></td> <td>dx-centro</td> <td>centro-dx</td> <td>centro-sin</td> </tr> </table>	Presunta migrazione del canale attivo					sin-centro	sin-dx	dx-sin		dx-centro	centro-dx	centro-sin						
Dimensione max del materiale (m ³)	apice			FOTO																								
	zona mediana																											
	zona distale																											
Presunta migrazione del canale attivo																												
	sin-centro	sin-dx	dx-sin																									
	dx-centro	centro-dx	centro-sin																									
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Sviluppo del collettore rispetto all'apice</td> <td>bisettrice</td> <td></td> </tr> <tr> <td>destra</td> <td></td> </tr> <tr> <td>sinistra</td> <td></td> </tr> </table>	Sviluppo del collettore rispetto all'apice	bisettrice		destra		sinistra		<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Dinamica dell'alveo</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Apice</td> <td>Mediana</td> <td>Distale</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>approfondimento</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>equilibrio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>innalzamento</td> </tr> </table>	Dinamica dell'alveo				Apice	Mediana	Distale					approfondimento				equilibrio				innalzamento
Sviluppo del collettore rispetto all'apice		bisettrice																										
		destra																										
	sinistra																											
Dinamica dell'alveo																												
Apice	Mediana	Distale																										
			approfondimento																									
			equilibrio																									
			innalzamento																									
<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Caratteristiche della soglia</td> <td>in roccia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>in materiale incoerente</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>mista</td> <td></td> </tr> </table>	Caratteristiche della soglia	in roccia		in materiale incoerente	<input checked="" type="checkbox"/>	mista		<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Caratteristiche dell'apice</th> </tr> <tr> <td>Pendenza tratto a monte (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pendenza tratto a valle (%)</td> <td></td> </tr> </table>	Caratteristiche dell'apice		Pendenza tratto a monte (%)		Pendenza tratto a valle (%)															
Caratteristiche della soglia		in roccia																										
		in materiale incoerente	<input checked="" type="checkbox"/>																									
	mista																											
Caratteristiche dell'apice																												
Pendenza tratto a monte (%)																												
Pendenza tratto a valle (%)																												
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Presenza di uno o più paleovalvei</td> <td>si</td> <td></td> </tr> <tr> <td>no</td> <td></td> </tr> </table>	Presenza di uno o più paleovalvei	si		no																								
Presenza di uno o più paleovalvei		si																										
	no																											

Caratteristiche del canale attivo sul conoide						
	FOTO	Apice	FOTO	Zona mediana	FOTO	Zona distale
canale poco inciso	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale inciso	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale pensile	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale pensile per intervento antropico	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale regimato con opere di difesa	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
torrente canalizzato e/o impermeabilizzato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
alveo tombinato	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
canale assente	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA CONOIDI

PRINCIPALE

- *Id conoide* – indicare un numero di riferimento progressivo (campo obbligatorio)
- *Nome torrente* – indicare sempre il nome del torrente che da origine alla conoide (campo obbligatorio)
- *Data di compilazione* – indicare la data della compilazione della scheda (campo obbligatorio)
- *Rilevatore* - indicare il nome della persona che ha raccolto i dati
- *Nome località* – indicare la località più vicina alla conoide (presa dalla Carta Tecnica Regionale, CTR, scala 1:10.000) e/o il nome locale del luogo (campo obbligatorio)
- *Comuni* – nome del Comune o Comuni che contengono la conoide
- *Sezioni CTR (cod sezione)* – indicare la sigla della/e sezione della Carta Tecnica Regionale scala 1:10000

CONOIDE

- *Superficie (Km²)* – indicare la superficie totale dell'area della conoide in chilometri quadrati
- *Volume (m³)* – indicare il volume, in metri cubi, del materiale costituente la conoide
- *Lunghezza max (m)* - indicare la lunghezza (distanza longitudinale) massima in pianta della conoide, in metri
- *Larghezza max (m)* – indicare la larghezza (distanza trasversale) massima in pianta della conoide, in metri
- *Quota min (m s.l.m.)* – indicare la quota minima s.l.m. della conoide
- *Quota max (m s.l.m.)* – indicare la quota massima s.l.m. della conoide, coincidente con l'apice
- *Lunghezza alveo (m)* – indicare la lunghezza in pianta dell'alveo nel tratto contenuto all'interno della conoide
- *Pendenza media* – indicare la pendenza media, in percentuale, del conoide, misurata preferibilmente sulla bisettrice
- *Pendenza media alveo* – indicare la pendenza media, in percentuale, del corso d'acqua generatore del conoide
- *Indice Melton* – indicare il valore ottenuto calcolando l'indice di Melton dato dal rapporto tra la differenza tra quota massima e minima (H_{max} , H_{min}), espresse in chilometri, della conoide e la radice quadrata dell'area (A) della conoide, espressa in chilometri quadrati ($(H_{max}-H_{min})/A^{1/2}$)
- *Dimensione materiale apice (mc)* – indicare la dimensione massima, in metri cubi, del materiale presente nella zona apicale della conoide
- *Dimensione materiale sett. mediano (mc)* – indicare la dimensione massima, in metri cubi, del materiale presente nel settore mediano della conoide
- *Dimensione materiale zona distale (mc)* – indicare la dimensione massima, in metri cubi, del materiale presente nella zona distale della conoide
- *Presunta migrazione del canale attivo* – indicare, se è presente, il presunto movimento del canale attivo considerando la posizione di partenza e quella possibile d'arrivo: centro-destra, centro-sinistra, destra-centro, destra-sinistra, sinistra-centro, sinistra-destra
- *Dinamica dell'alveo* – indicare lo stato dinamico dell'alveo del corso d'acqua: approfondimento, equilibrio, innalzamento
- *Presenza di paleoalvei* - indicare la presenza di evidenti alvei relitti sulla conoide
- *Canale apice* – indicare la situazione attuale del canale nella zona apicale della conoide in base alle seguenti indicazioni: canale poco inciso, canale inciso, canale pensile, canale pensile per interventi, canale regimato con opere
- *Canale settore mediano* - indicare la situazione attuale del canale nella zona mediana della conoide in base alle seguenti indicazioni: canale poco inciso, canale inciso, canale pensile, canale pensile per interventi, canale regimato con opere
- *Canale zona distale* - indicare la situazione attuale del canale nella zona distale della conoide in base alle seguenti indicazioni: canale poco inciso, canale inciso, canale pensile, canale pensile per interventi, canale regimato con opere
- *Sviluppo alveo* – indicare la posizione del canale: lungo la bisettrice, verso destra, verso sinistra
- *Pendenza tratto monte apice* – indicare la pendenza media dell'alveo a monte dell'apice espressa in percentuale, misurato su un tratto di 200-500 m, in base alle caratteristiche morfologiche del luogo
- *Pendenza tratto valle apice* – indicare la pendenza dell'alveo a valle dell'apice espressa in percentuale
- *Caratteristiche soglia* – indicare la tipologia del materiale che costituisce la soglia: roccia, mista, materiale incoerente

OPERE CONOIDE

- *Id opera* – indicare il numero progressivo per ogni opera presente sulla conoide
- *Tipo opera* – indicare il tipo di opera presente sulla conoide: briglia, soglia, difesa spondale, scogliera, argine, repellente, vasca ad espansione (m³), tombinatura
- *Quota* - indicare la quota, in metri s.l.m., cui è posizionata l'opera sulla conoide. Per le difese spondali in genere, indicare la quota massima.
- *Efficiente* – indicare se l'opera si presenta in condizioni di efficienza.
- *Lunghezza* - indicare, per le opere rettilinee longitudinali, la lunghezza della parte di opera efficiente e quella inefficiente, in modo tale che la loro somma coincida con la lunghezza totale dell'opera stessa.. Es: argine di lunghezza totale di m 500 di cui 300 m efficienti e 200 m non efficienti. Nella scheda si indica:

Argini	quota (m)		
	lunghezza(m)	300	E
	lunghezza(m)	200	I

BACINO

- *Id bacino* – indica il numero progressivo dei bacini corrispondenti alle conoidi (in genere l'id conoide coincide con l'id bacino)
- *Superficie bacino (Km²)* – indicare la superficie totale dell'area, in chilometri quadrati

- *Quota min (m)* – indicare la quota minima s.l.m. del bacino
- *Quota max (m)* – indicare la quota massima s.l.m. del bacino
- *Quota media (m)* – indicare la quota media, tra quella massima e minima, del bacino
- *Lunghezza alveo principale (Km)* – indicare la lunghezza, in pianta, del corso d'acqua principale del bacino
- *Pendenza media alveo principale (%)* – indicare la pendenza media, in percentuale, del corso d'acqua principale del bacino
- *Lunghezza totale rete idrografica (Km)* – indicare la somma totale del reticolo idrografico
- *Densità di drenaggio (Km/Km²)* – indicare il rapporto tra la lunghezza totale della rete idrografica (Km) e la superficie totale del bacino (Km²)
- *Indice Melton* – indicare il valore ottenuto calcolando l'indice di Melton sul bacino, dato dal rapporto tra la differenza tra quota massima e minima (H_{max} , H_{min}), espresse in chilometri, del bacino e la radice quadrata dell'area (A) del bacino, espressa in chilometri quadrati ($(H_{max}-H_{min})/A^{1/2}$)

OPERE BACINO

- *Id opera bacino* – indicare il numero progressivo delle opere presenti sul bacino
- *Tipo opera* - indicare il tipo di opera presente sul bacino: briglia, soglia, traversa, difesa spondale, scogliera, argine, repellente, vasca ad espansione (m³), tombinatura
- *Quota (m)* - indicare la quota, in metri s.l.m., a cui è posizionata l'opera sul bacino. Per le difese spondali in genere, indicare la quota massima
- *Efficiente* – indicare se l'opera si presenta in condizioni di efficienza
- *Lunghezza (m)* - indicare, soprattutto per le opere rettilinee longitudinali, la lunghezza totale dell'opera stessa in metri

PUNTI CRITICI

- *Id critico* – indicare il numero progressivo dei punti critici (vd. "Tipo Punto") presenti sulla conoide
- *Tipo punto* – indicare la tipologia del punto critico sulla conoide tra le seguenti possibilità: ponti, attraversamenti; briglie, opere idrauliche; sezioni obbligate/ristrette, curve; superamenti di argine; rotture di argine
- *Quota (m)* - indicare la quota, in metri s.l.m., del punto critico sulla conoide

EVENTI STORICI

- *Id punti* – indicare il numero progressivo di ogni punto in cui si è verificato un fenomeno di dissesto idrogeologico. Lo stesso evento alluvionale può interessare più punti; ad esempio: il ponte a quota ..., le case in località ..., la strada al km...Tutti questi "punti" devono essere riportati singolarmente sulla scheda.
- *Localizzazione* – indicare il punto esatto o più prossimo al luogo in cui è avvenuto l'evento
- *Attendibilità* – indicare rispettivamente alta, media o bassa se la localizzazione indica rispettivamente un punto preciso, approssimato (<500m) od indicativo (>500m)
- *Data evento* – inserire la data dell'evento secondo la completezza dell'informazione (giorno, mese, anno – mese, anno – anno)
- *Tipo danni* – inserire il danno subito, relativo ad un luogo ed a un dato evento, compreso nelle seguenti categorie: centro abitato; case sparse; scuole, ospedali; strada statale; strada provinciale; strada comunale; carrozzabile non asfaltata, ferrovia; ponti; linee elettriche, telefoniche; opere di regimazione idrogeologica; impianti industriali; acquedotti, fognature; feriti; vittime; danni generici
- *Tipo fenomeno* – indicare il tipo di fenomeno verificatosi in quell'evento, se si tratta di colate detritiche (debris flow), colate torrentizie (debris torrent) oppure prevalenti portate liquide (bed load).

INTERVENTI

- *Elenco interventi* – indicare gli interventi consigliati sulla conoide e sul bacino: briglie, soglie, difesa spondali, scogliere, argini, repellenti, vasca ad espansione, gabbionate, pulizia alveo, impermeabilizzazione alveo, demolizioni, delocalizzazione infrastrutture, sistemazione frana in atto, briglie selettive, consolidamento briglie esistenti.

IMMAGINI

Inserire le immagini.

NOTE

Indicare ogni informazione suppletiva ed esplicativa ritenuta utile.



COMUNE DI
ALBANO S.A.

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA
A CURA DI DOTT. GEOL. DIEGO MARSETTI REL. RG/8301/10

P.G.T.

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI
GOVERNO DEL TERRITORIO, IN ATTUAZIONE DELLA L.R. 11 MARZO 2005, N.12**

Appendice 7 – Documentazione Fotografica



Fig. 1: Stendimento REMI 1 – Via Colombo



Fig. 2: Stendimento REMI 1 – Via Colombo
angolo Via Lamarmora



Fig. 3: Stendimento REMI 2 – Via Galvani



Fig.4: Stendimento REMI 3 – Proseguimento di
Via Don Canini verso comune di Montello



Fig.5: Preparazione stendimento



Fig.6: Geofono



Fig.7: Cavi di collegamento



Fig.8: Acquisizione dati



Fig. 9: Centralina acquisizione dati



Fig.10: Controllo acquisizione dati ed elaborazione