

COMUNE DI ALBINO
PROVINCIA DI BERGAMO

STUDIO GEOLOGICO
PER LA VARIANTE GENERALE N.3
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(L.r. 11 marzo 2005, n°12 – D.g.r. 22 dicembre 2005, n° 8/1566 -
D.g.r. n.8/7374 del 28 maggio 2008 - D.g.r. 30 novembre 2011 n.IX/2616)

REVISIONE E INTEGRAZIONE
DELLA DOCUMENTAZIONE GEOLOGICA ESISTENTE



GeoTer

INDICE

1. PREMESSA	pag.	1
2. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	“	3
3. PRESENTAZIONE DEL TERRITORIO	“	4
4. DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE	“	5
4.1. Carta litostrutturale	“	5
4.2. Carta geomorfologica e dei processi geomorfici in atto	“	17
4.3. Carta idrogeologica	“	46
4.3.1. Risorse idriche di Albino	“	48
4.3.2. Corsi d’acqua	“	52
4.3.3. Osservazioni climatologiche	“	54
4.7. Carta dei vincoli	“	76
4.8. Carta di sintesi e/o della pericolosità geologica	“	77
4.9. Carta degli scenari di pericolosità sismica	“	85
4.10. Indagine sismica di secondo livello	“	91
4.11. Carta della Fattibilità Geologica di Piano	“	101
5. CONCLUSIONI E RICHIAMI NORMATIVI	“	107
6. BIBLIOGRAFIA	“	115
ALLEGATI:		
A.1. - Rilevamenti sismici	pagg.	I - XXI
A.2. - Indagine geologica di supporto alla II Variante del P.R.G	“	1 - 41
A.3. - Prescrizioni geologiche per il Piano delle Regole	“	I - VII

1. PREMESSA

Lo studio descritto nelle pagine seguenti è svolto a supporto della Variante Generale n.3 del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) del Comune di Albino (Provincia di Bergamo), secondo le disposizioni della L.r. 11 marzo 2005, n.12.

Il Comune di Albino è già dotato di uno studio geologico in appoggio alla sua pianificazione urbanistica, redatto ai sensi della D.g.r. 18 maggio 1993 n 5/36147 (*“Indagine geologica di supporto alla II^a Variante del P.R.G.”* - GEA, 1994); tale documento è stato in più occasioni integrato con altri lavori, onde adeguarlo alle disposizioni legislative che via via sono intervenute negli anni successivi:

- *“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I) - OSSERVAZIONI”* - GEA,1999;
- *“Adeguamento dello Studio Geologico ai sensi della L.R. 41/97 al D.G.R. 29 ottobre 2001 n.7/6645* - GEA, 2003”;
- *“Integrazioni dello studio geologico del territorio comunale di Albino e studio sulla conoide del torrente Brandena”* - GEA, 2003;
- *“Approfondimento di studio geologico sulla conoide del torrente Cornello”* - GEOTER, 2003;
- *“Comunità Montana Valle Seriana - Comune di Albino - Reticolo Idrico Minore”* - GEA, 2004;
- *“Piano di Governo del Territorio - Componente geologica, idrogeologica e sismica - relazione tecnica”* - TECNOGEO, 2007;
- *“Comunità Montana Valle Seriana - Comune di Albino - Reticolo Idrico Minore”*, ultimo aggiornamento - GEA, 2010;
- *“Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino”* - GRANATA E., 2011;
- *“Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino - Nota Integrativa”*- GRANATA E., 2012.

In occasione della stesura della nuova Variante del P.G.T., lo stesso Comune ha incaricato lo scrivente GEOTER S.a. di raccogliere ed uniformare la voluminosa e numerosa consistenza di indagini geologiche effettuate da più Professionisti nel corso degli ultimi diciotto anni, a riguardo della prevenzione del rischio geologico mediante la pianificazione territoriale, ed effettuare una revisione e un aggiornamento secondo i *Criteri* regionali più recenti (D.g.r. 28 maggio 2008. n.8/7374; e D.g.r. 30 novembre 2011, n.IX/2616). In particolare, il Comune ritiene necessario effettuare una verifica dettagliata delle analisi geologiche (litologia, geomorfologia e idrogeologia) sulle fasce di territorio attorno alle aree urbanizzate, riportando unitariamente tutti questi elementi sulla propria cartografia aerofotogrammetrica in scala 1:2000 (del 2004) in formato digitale, al fine di aggiornare, ove necessario, anche la Carta dei Vincoli e la Carta di Fattibilità Geologica di Piano, strumenti nei quali si riassume per uso



pratico ed immediato la Normativa e la consistenza geologica del territorio, necessarie alla redazione del nuovo Piano di Governo.

I diversi elementi esaminati comprendono anche la “*Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.*” che, onde avvicinare il tempo d’istruttoria ed emissione del parere di Regione Lombardia, è già stata sottoposta separatamente all’iter di approvazione.

Con il presente lavoro sono adeguati e integrati i rilevamenti e le analisi geologiche compiute, così come gli elaborati degli studi precedenti, in conformità ai “*Criteri e 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*”, emanati con D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 e integrati dalla D.g.r. 30 novembre 2011 n.IX/2616.

Mediante questi ultimi strumenti normativi, Regione Lombardia detta gli indirizzi generali di lavoro, indica i metodi di ricerca e stabilisce la cartografia da redigere e i contenuti della relazione geologica, con lo scopo di evitare inopportune e dannose modificazioni degli equilibri geoambientali, dovute a processi di trasformazione d’uso del territorio non compatibili e di attendere a un miglior utilizzo e alla salvaguardia delle risorse naturali, in rapporto con l’urbanizzazione.

Ai *Criteri* che accompagnano la L.r. n.12/2005 si fa riferimento nello svolgere questo studio, operando anche scelte autonome, specialmente nella determinazione delle scale di rilevamento e di rappresentazione dei tematismi, per ottenere un documento sufficientemente dettagliato, completo e chiaro, tanto da rendere sicure le scelte di Piano ed essere comprensibile ai Cittadini.

Per i rilevamenti geologici sono state utilizzate la cartografia aerofotogrammetrica della Comunità Montana Valle Seriana in scala 1:5.000 e il rilievo aerofotogrammetrico del Comune di Albino (edizione 2004) in scala 1:2.000; per la rappresentazione grafica dei tematismi sono utilizzate la stessa carta comunale (adeguata di scala e grafismi, secondo le necessità) e la Carta Tecnica Regionale (C.T.R., levata 1978, edizione 1981) in scala 1:10.000.

Le analisi e le conseguenti valutazioni espresse nel presente documento saranno recepite e trasferite in scelte esecutive dal Progettista del P.G.T., che verificherà la congruità delle sue unità areali di lavoro con le relative delimitazioni e limitazioni geologiche, stante il fatto che “*ai sensi dell’art.8, comma 1, lettera c) della L.r. 12/05 nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l’assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio ai sensi dell’art.57, comma 1, lettera a)*”.

-----0000000000000-----

2. ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

All'inizio del lavoro è stata raccolta ed esaminata la cartografia geologica comunale esistente, quasi tutta in formato cartaceo (digitali solo la "Carta geomorfologica con legenda uniformata P.A.I." del 2003, l'adeguamento sismico del 2007 e la definizione del R.I.M. del 2004-2010).

La **carta litologica** (geologica) è stata aggiornata e corretta, dove possibile, dal confronto con la cartografia regionale (CARG) e mediante alcuni rilevamenti mirati, ma nel complesso è stata confermata; è stata ridisegnata in CAD sulla base topografica in scala 1:10.000 (C.T.R.). Le **sezioni geologiche** (non comprese nella cartografia precedente) ora inserite nella carta litologica per illustrare l'assetto strutturale del territorio, e nella carta idrogeologica, sono riprese da alcune pubblicazioni scientifiche e confortano le analisi effettuate.

Gli esiti del rilevamento geomorfologico condotto sui settori di territorio comprendenti le aree urbanizzate (in pratica tutti i fondovalle e le fasce di medio versante) hanno reso opportuno un completo rifacimento della **carta geomorfologica**, anche in considerazione delle importanti implicazioni che tale tematismo ha con la sicurezza dei centri abitati e con la conseguente classificazione delle aree di pericolosità geologica del P.A.I. Per ottenere la necessaria chiarezza di lettura, questa carta è redatta in scala 1:5.000 (anziché 1:10.000).

Anche la **carta idrogeologica** è completamente rivista, in funzione della nuova definizione litologica, aggiungendovi inoltre la rappresentazione delle principali strutture idrogeologiche del territorio, importante al fine della protezione delle risorse idriche locali. Le posizioni dei pozzi e delle sorgenti captate dai diversi acquedotti per uso potabile è stata verificata e aggiustata.

È completamente nuova la **carta di sintesi della pericolosità geologica**, che non era tra i documenti precedenti e/o copriva solo piccole porzioni del territorio comunale e la quale, ovviamente, dipende molto dalle più stringenti definizioni della carta geomorfologica.

È stata integrata la precedente **indagine sismica** di II livello, mediante l'effettuazione di sei misurazioni di rumore sismico con metodo HVSR a stazione singola (tromografie) mirate a qualificare secondo le norme vigenti la risposta (amplificazione) dei diversi tipi di terreno che compongono il quadro stratigrafico del territorio comunale, anche alla luce dei nuovi "valori di soglia" imposti dalla D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008. Di conseguenza sono rieditate sia la **carta di Pericolosità Sismica Locale** (1° livello) sia la **carta degli scenari della pericolosità sismica** (2° livello).

È interamente rifatta la **carta di fattibilità geologica di Piano** in scala 1:10.000, mentre è introdotta ex novo lo stesso tematismo **in scala 1:2.000** con sovrapposizione delle zonazioni di pericolosità sismica, in modo da soddisfare l'esigenza che l'indicazione geologica sia sovrapponibile (alla stessa scala) a quella delle scelte urbanistiche.

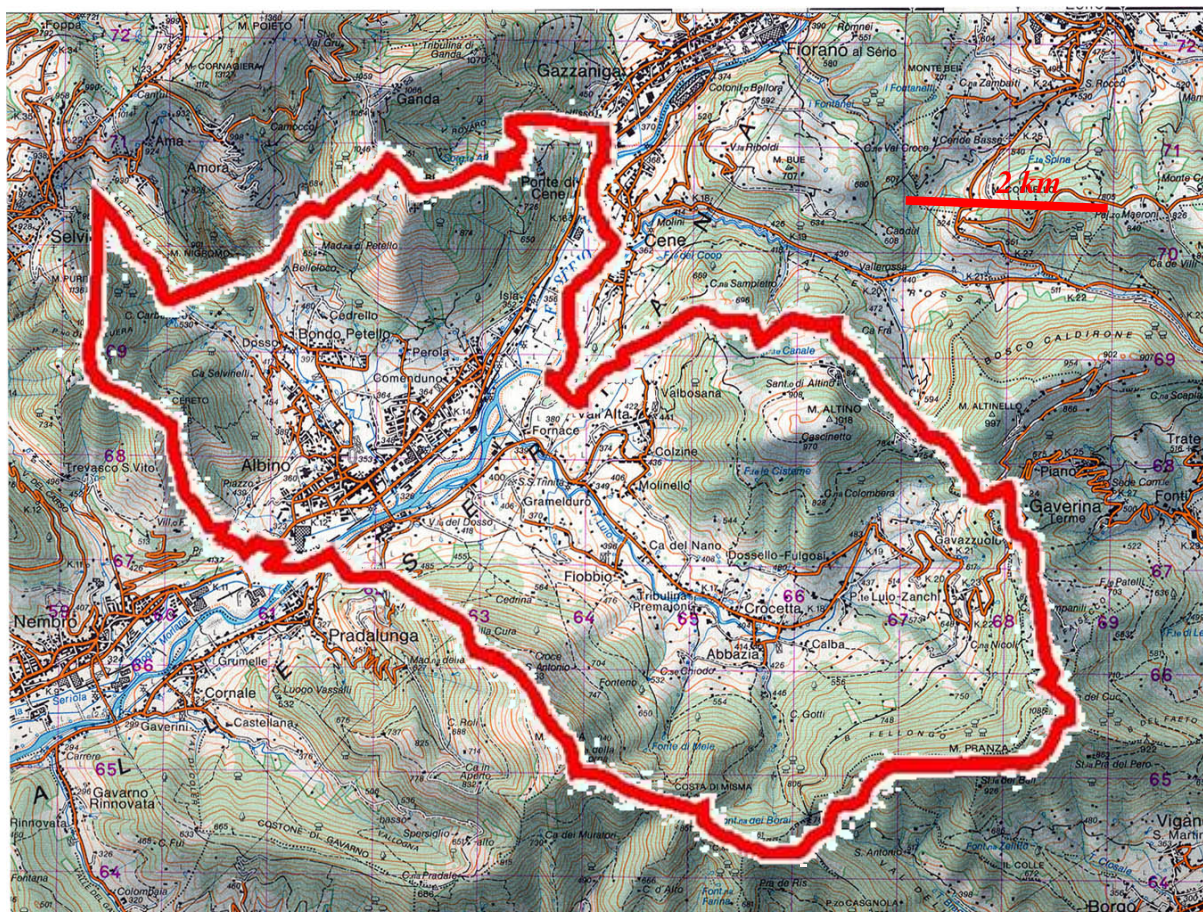
Dunque tutta la cartografia geologica comunale è stata ridisegnata ed è disponibile ora in **formato digitale**.



La presente **nota illustrativa** integra l'originale relazione dell'indagine geologica a supporto della 2° Variante del P.R.G. (1994) alla quale occorre fare riferimento per molte parti e che per questo motivo qui viene ripresentata in allegato (vedi all.2). Le proposte riguardanti le **prescrizioni di fattibilità geologica e di prevenzione del rischio sismico**, da recepire nel Piano delle Regole, sono interamente riviste.

3. PRESENTAZIONE DEL TERRITORIO

Si veda la relazione illustrativa originaria (GEA, 1994) a pagina 3. "Inquadramento geografico - territoriale" e a pagina 4 "Gli aspetti geologici del territorio"



Corografia tratta da IGM 1:50.000 adattata 1:75.000 - la linea **rossa** marca il confine comunale di Albino



4. DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE

I tematismi svolti nello studio geologico a supporto del P.R.G. (GEA, 1994; vedi elenco a pag.1) e nei suoi successivi aggiornamenti sono in buona parte rivisti e corretti o aggiunti e integrati nel corpo del presente lavoro. Nella pagine che seguono si illustrano le scelte e i contenuti di questi ultimi elaborati, fondamentali per la proposizione della nuova Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano e, quindi, per appoggiare la progettazione della Variante Generale n.3 del P.G.T. di Albino.

Gli elaborati grafici di questo studio sono costituiti da:

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Carta litostrutturale con sezioni geologiche | scala 1:10.000 |
| 2. Carta geomorfologica e dei processi geomorfici in atto | scala 1:5.000 (2 fogli) |
| 3. Carta idrogeologica con sezione idrogeologica | scala 1:10.000 |
| 4. Carta geomorfologica con legenda uniformata P.A.I. | scala 1:10.000 |
| 5. Carta dei vincoli | scala 1:10.000 |
| 6. Carta di sintesi della pericolosità geologica | scala 1:5.000 (2 fogli) |
| 7. Carta di pericolosità sismica locale (1° livello) | scala 1:10.000 |
| 8. Carta degli scenari di pericolosità sismica (2° livello) | scala 1:10.000 |
| 9. Carta della Fattibilità Geologica di Piano | scala 1:10.000 |
| 9a-h. Carta di Fattibilità Geologica di Piano per le aree urbanizzate | scala 1:2.000 (8 fogli) |

4.1. Carta litostrutturale

(tavola 1)

La carta litologica illustra la distribuzione in superficie delle diverse formazioni rocciose e dei terreni di copertura sul territorio dei Albino. Le rocce ed i terreni sono distinti in base alle unità formazionali e alla loro natura chimico-fisica; sono indicate le giaciture dei giunti di strato e delle principali discontinuità strutturali nelle rocce, elementi necessari per la corretta comprensione dei lineamenti geomorfologici e idrogeologici dell'area e per formulare valutazioni tecniche sulle sue attitudini all'utilizzo urbanistico.

Gli affioramenti rocciosi sono stati distinti e cartografati in base a criteri litostratigrafici scientifici correnti e confrontati alla cartografia predisposta da Regione Lombardia nell'ambito del Progetto "CARG". I sedimenti di versante, quelli alluvionali e fluvio-glaciali, che costituiscono i terreni maggiormente interessati dalle trasformazioni antropiche (edilizia), sono suddivisi in base ai processi che li hanno formati: in questo caso non viene utilizzata la classificazione allostratigrafica delle carte regionali, poiché essa è piuttosto pesante per questo uso e ancora in corso di revisione.

Per le descrizioni si rimanda allo studio geologico originale (GEA, 1994), mentre qui di seguito sono illustrate le modifiche e le integrazioni riportate.

TERRENI DI COPERTURA

Tra i terreni di copertura si possono operare tre grandi distinzioni in base ai fenomeni che hanno concorso alla loro formazione: si hanno i DEPOSITI DI VERSANTE, i DEPOSITI DELLE ACQUE SUPERFICIALI e i DEPOSITI FLUVIOGLACIALI. A questi si aggiungono i DEPOSITI ANTROPICI, costituiti da riporti e discariche, cioè da materiali litici e terrosi rimaneggiati dall'azione dell'uomo.

Nella carta litologica di questo studio sono distinti i terreni eluviali (**el**), cioè quelli che derivano dall'alterazione fisico-chimica in posto del substrato roccioso, ma senza distinguerli rispetto alla formazione rocciosa, riprendendo e precisando alcuni limiti della cartografia originaria. In genere gli *eluvium* delle formazioni calcaree, calcareo-selcifere, calcareo marnose e dolomitiche che formano i rilievi montuosi di questo territorio (Dolomia Principale, Dolomie Zonate, Calcarea di Zorzino, Formazione dell'Albenza o Dolomia a Conchodon, Calcarea di Sedrina, Calcarea di Domaro, Maiolica) sono sottili e discontinui, costituiti soprattutto da frammenti delle stesse rocce, delle dimensioni della ghiaia e/o della sabbia grossolana, e da una frazione limosa, che localmente può divenire preponderante; diversamente, per le formazioni argillitiche (Carcarea di Zu inferiore, Argilliti di Riva di Solto, Marna di Bruntino), estese in particolare nella valle del Luio, e per quelle fluvio-glaciali (terrazzi del Serio) i terreni di alterazione possono raggiungere spessori notevoli. In questi ultimi prevale la frazione fine limo-argillosa. L'*eluvium* delle Radiolariti è caratterizzato da diffusi frammenti scheggiosi di selce.

DEPOSITI DI VERSANTE

La formazione dei sedimenti (o depositi) di versante è soprattutto legata all'azione della forza di gravità e alla disgregazione fisico-chimica operata sulle masse rocciose dagli agenti atmosferici e climatici.

La distribuzione dei terreni a prevalente frazione fine, caratterizzati da lento trasporto gravitativo e delle acque ruscellanti a seguito di piogge con accumulo al piede del versante, è ripresi dalla precedente carta litologica, controllandone i limiti e distinguendo i depositi eluvio-colluviali (**ec**) dai depositi colluviali (**co**). Per la descrizione si veda la relazione illustrativa originaria (GEA, 1994; pagina 13): Tali terreni sono significativi poiché presentano modeste forme di dissesto gravitativo (smottamenti, *soil slip*, piccole frane) e sono diffusi soprattutto sulla sponda destra della valle del Luio, nella fascia compresa tra S. Rocco e Vallalta, dove sono frequenti i terreni di alterazione delle argilliti di Riva di Solto, del Calcarea di Zu e di antichi sedimenti fluvio-glaciali.

A valle delle zone rupestri e più acclivi (Monte Rena, versante occidentale del monte Altino e settentrionale del Misma) vi sono invece sedimenti generati soprattutto dal crioclastismo e dal lento agire della forza di gravità sulle pareti rocciose soprastanti, più o meno disgregate; la loro frazione granulometrica prevalente è ghiaioso-sabbiosa, con clasti più o meno grossolani, a spigoli vivi e blocchi. Si tratta dei detriti di falda, come riportati nella cartografia originaria, suddivisi in funzione della quantità di suolo o di vegetazione che li ricopre e del grado di cementazione: detrito di falda non colonizzato (**df1**), detrito di falda parzialmente colonizzato (**df2**), detrito di falda colonizzato



(df3) e detrito cementato **(dc)**. Anche in questo caso per la loro descrizione si veda la relazione illustrativa originaria (GEA, 1994; pagina 13). Le superfici interessate da questi terreni possono essere soggette a fenomeni di caduta massi o a veri e propri crolli di roccia.

DEPOSITI FLUVIALI E DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Questi sedimenti devono la loro origine all'azione delle acque incanalate. Nel territorio di Albino i terreni alluvionali sono quasi sempre legati al fiume Serio e solo marginalmente alle aste torrentizie sue affluenti principali (Albina e Luio). La distinzione di tali terreni è mutuata dalla carta esistente, ma ne sono ridefiniti i limiti, in funzione anche della miglior precisione della carta topografica. A seconda della loro età e della granulometria sono distinti: depositi alluvionali attuali **(al1)** lungo l'alveo attuale del fiume Serio, depositi alluvionali recenti **(al2)** in corrispondenza della piana adiacente l'attuale letto del fiume e lungo l'asta dei torrenti Luio e Albina e depositi alluvionali terrazzati **(al3)**, ai margini dei precedenti lungo l'asta del Serio, soprattutto sulla sponda destra, e completamente coperti dal centro abitato. Le loro caratteristiche sedimentologiche e tessiture sono descritte nella relazione illustrativa originaria (GEA, 1994; pp. 13-14).

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI

I sedimenti fluvio-glaciali sono tipici delle aree alluvionali che si sono sviluppate a valle delle lingue glaciali quaternarie, per effetto dell'ingente trasporto solido degli "scaricatori glaciali" (corsi d'acqua alimentati dallo scioglimento dei ghiacci. Questi terreni (depositi fluvio-glaciali – **fg**) sono ben definiti nella carta litologica del 1994; essi si trovano nelle fasce più elevate del centro abitato di Albino, a valle delle frazioni Perola e Bondo, nel settore di via Milano, in quello delle sorgenti del rio Re e dell'antico nucleo abitato adiacente alla roggia dello stesso torrente, che per secoli ha rappresentato forza motrice per le attività della cittadina.

Si tratta di banchi di conglomerato con ciottoli embricati e di sabbie limose e ciottolosi, con avanzata pedogenesi che li interessa per alcuni metri di spessore. Al loro interno sono frequenti i ciottoli di rocce paleozoiche o metamorfiche che provengono fin dalla parte alta del bacino seriano. Essi sono stati erroneamente attribuiti a conoidi relitte o quiescenti nella precedente "Carta Geomorfologica con Legenda uniformata P.A.I." (GEA, 2003) mutuando l'errore dalle cartografie regionali ("Carta Inventario delle Frane e dei Dissesti" e cartografia GeoIFFI), le quali a loro volta sono state compilate sulla base di fotointerpretazione e di insufficienti sopralluoghi (eseguiti solamente su una parte dell'alta valle Seriana).

In seguito numerosi studi geologici svolti a livello comunale hanno mostrato l'inadeguatezza di tali carte regionali tanto che nell'ultima stesura dei *Criteri* (D.g.r. 30 novembre 2011 n.IX/2616) si dice esplicitamente che «i dati contenuti nel Geoportale regionale, applicativo GeoIFFI – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici – costituiscono la base di partenza per i successivi approfondimenti per i territori collinari e di montagna e non possono essere considerati sostitutivi acriticamente (in termini areali e di attività) dell'analisi geomorfologica diretta».



Anche la più recente e dettagliata cartografia geologica regionale “CARG” mostra che tali terreni non hanno nulla a che vedere con le conoidi, ma sono tipici di sedimentazione alluvionale e/o fluvio-glaciale (vedi figura nelle pagine seguenti).

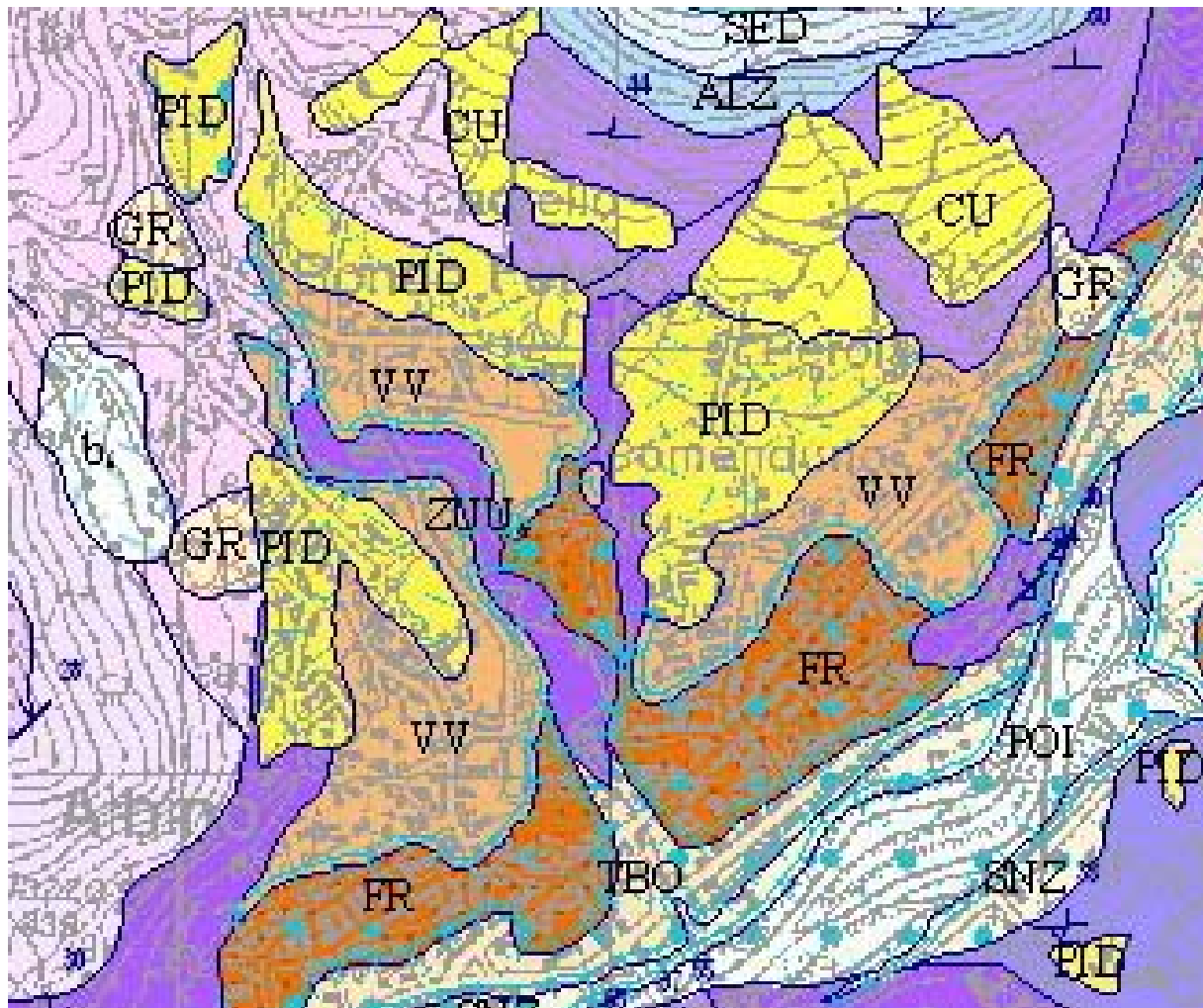
Nella stessa categoria dei depositi fluvio-glaciali sono inseriti anche i terreni di conoide che si trovano ai piedi del monte Rena e sui quali sorgono in parte le frazioni di Bondo e Perola. A tali conoidi (**cd**) si può attribuire un’origine gravitativa, piuttosto che da trasporto alluvionale in massa e/o fluvio-glaciale; quindi si avvicinano meglio a “coni di deiezione”, come indica anche la forte pendenza del terreno. Per la maggior parte sono costituiti da pietrisco con sabbia e grossi blocchi spigolosi, derivati da rocce locali e talora cementati. Queste conoidi sono relitte (inattive) e conseguentemente incise da solchi torrentizi che si approfondiscono in tali sedimenti e possono essere sede di deflussi idrici violenti, con forte erosione e trasporto solido.





Scarpate in conglomerato lungo via Sottocorna e il torrente Albina erroneamente attribuite a conoidi.




scavo presso via Perola nei terreni fluvio-glaciali fortemente pedogenizzati: nel dettaglio si notano, sotto il suolo agrario grigio scuro e/o bruno, numerosi blocchi, anche granitici, tondeggianti fortemente alterati.



- 

FR SUPERSINTEMA DI FIORANO
Conglomerati in corpi stratoidi, a supporto clastico o di matrice e ciottoli ben arrotondati, cementazione da buona ad ottima (depositi alluvionali). Profilo di alterazione troncato, spessore osservato superiore ai 3 m.
PLEISTOCENE MEDIO
- 

VV GRUPPO DI VERTOVA
Conglomerati a supporto clastico o di matrice arenacea con clasti silicei e carbonatici arrotondati, da appiattiti a disco, ben selezionati; intercalazioni decimetriche di arenarie; cementazione ottima; spesso carsificati e con scavernamenti (depositi alluvionali). Diamicton massivi a supporto di matrice pedogenizzata argilloso-limosa con clasti residuali silicei da arenizzati ad argillificati, patine di Fe-Mn, spessore superiore a 10 m (alterite su depositi alluvionali).
PLEISTOCENE MEDIO
- 

PID SINTEMA DI Piodera
Diamicton massivi a supporto di matrice, derivati dalla pedogenizzazione di ghiaie per spessori superiori ai dieci metri; matrice argillosa di colore 5YR, clasti residuali da appiattiti a disco, carbonati assenti, vulcaniti acide da arenizzate ad argillificate, Verrucano arenizzato; patine e croste di ossidi di Fe-Mn (alterite su depositi alluvionali).
PLEISTOCENE INFERIORE

Estratto del foglio n. 98 "Bergamo" della Carta Regionale progetto CARG.



DEPOSITI ANTROPICI

Sono terreni rimaneggiati e/o depositi di materiali inerti o discariche, connessi all'attività umana. Nel territorio di Albino questo tipo di materiali è molto frequente nei settori edificati (residenziali e produttivi) che si trovano lungo le sponde del Serio e del Luio. Spesso i terreni di riporto coprono e obliterano le morfologie naturali delle piane e dei terrazzi alluvionali e si spingono talora anche negli alvei (area urbana) modificandone in parte tracciato e sezione. Nella piana alluvionale i riporti artificiali di terreno hanno in genere lo scopo di rimediare alla bassa soggiacenza della falda acquifera e/o di salvaguardare le strutture dalle esondazioni del Serio.

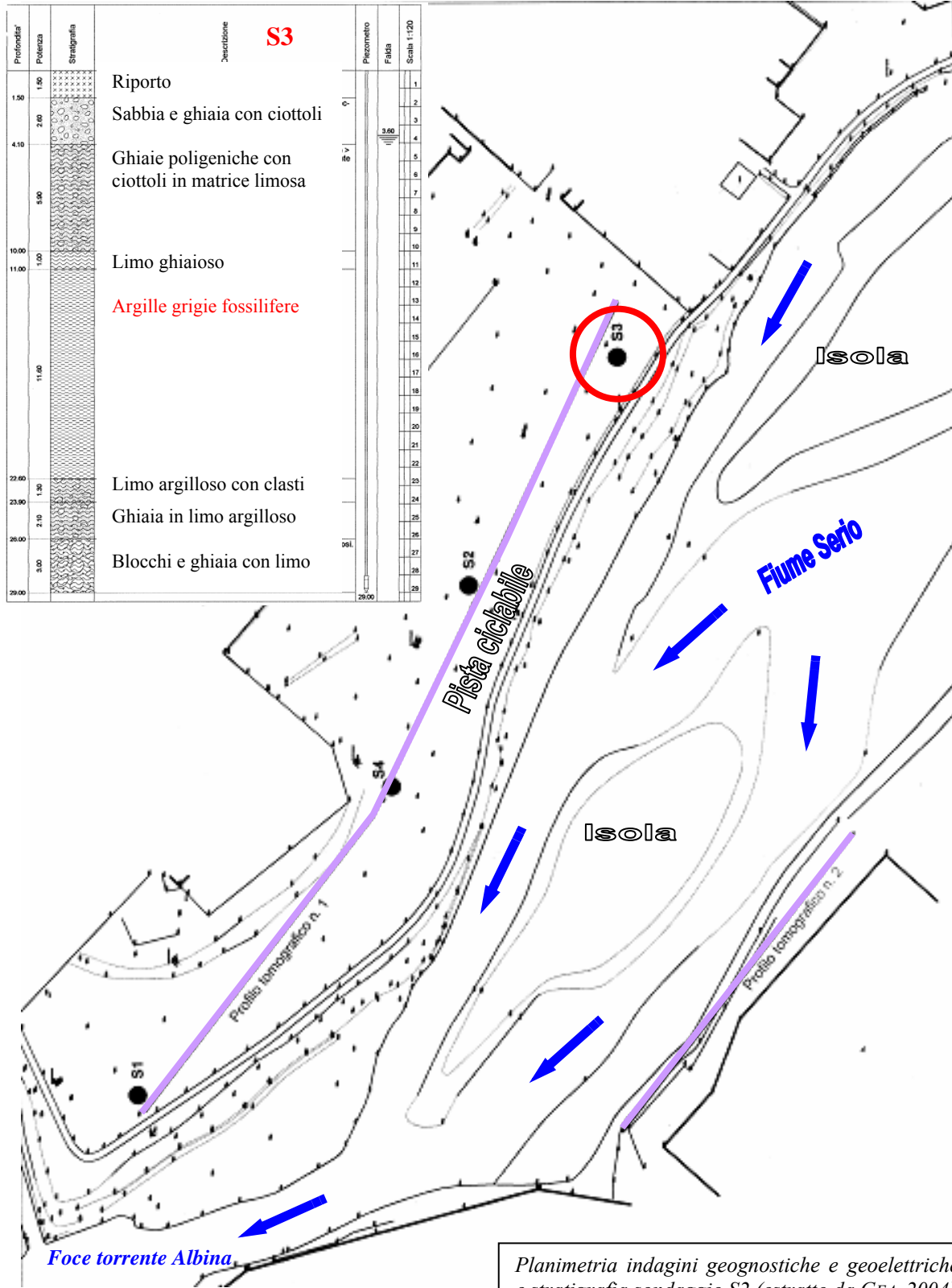
I riporti (terrapieni, livellamenti) e le discariche, (inerti e rifiuti solidi urbani) sono distinti solamente nella carta geomorfologica, privilegiando nella carta litostrutturale l'indicazione dei terreni naturali, fatta eccezione per i riporti (**r**) connessi alle discariche di pietre coti (*roéere*) che si trovano alla testata del Fosso del Vallone o valle Lochera. Queste ultime sono costituite da pietrisco sabbioso disperso su un'area di oltre un migliaio di metri quadri, su più livelli terrazzati,; le scarpate presentano locali forme di dissesto e sotto la discarica, intubate da secoli, corrono due aste del Reticolo Idrico Minore.

-----000000000000-----

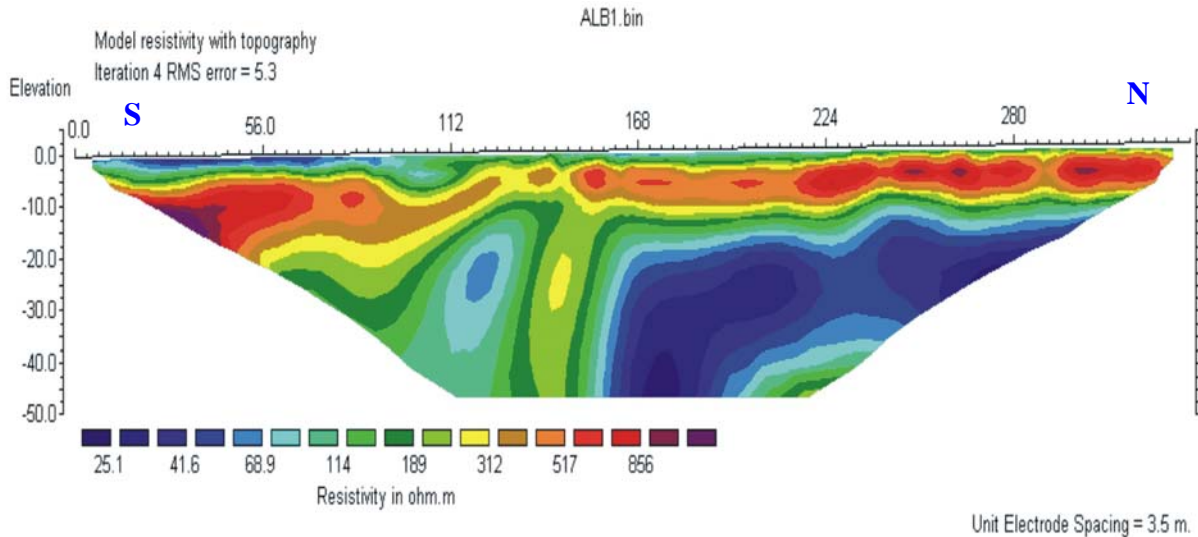
Sul territorio di Albino vi sono anche dei particolari terreni superficiali che non sono stati considerati nel precedente documento geologico del PRG prima e successivamente del PGT; essi sono stati evidenziati da vecchi studi eseguiti sui carotaggi di alcuni pozzi perforati sull'antica a piana alluvionale, nella zona della Honegger (MARTINIS B., 1948 e 1951): si tratta di argilla contenente fossili di origine marina. Tale sedimento è stato riscontrato anche durante lo svolgimento di recenti indagini geofisiche e geotecniche per la progettazione di vasche di accumulo d'acqua interrate sulla sponda destra del Serio (Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca – *Indicazioni geotecniche preliminari di supporto al progetto di realizzazione di vasche interrate lungo il Fiume Serio* – GEA, 2004) appena a monte della foce dell'Albina e della stazione della nuova metrotranvia.

L'interesse suscitato dalla scoperta di un tale sedimento (di età pliocenica) nell'area di Albino sta nel fatto che da un lato esso testimonia l'ingressione marina sulla terra emersa, con la presenza di bracci di mare che si incuneavano all'interno di una costa rocciosa molto frastaglia (morfologia “*a rias*”) e raggiungevano la zona di Vertova, dall'altro consente di escludere l'ipotesi che i ghiacciai quaternari abbiano raggiunto e modellato il territorio albinese (“*ria*” = termine spagnolo che indica la costa frastagliata della Galizia).

Le stratigrafie dei pozzi e alcune tomografie elettriche permettono di conoscere la distribuzione di tale terreno che, grazie al suo elevato grado di consolidazione, rappresenta anche un *bedrock sismico* : il banco si trova tra quindici e trenta metri di profondità, in un'area del fondovalle seriano compresa tra la foce dell'Albina e quella del Luio, ma si ritrova anche più a valle nella zona del cotonificio Honegger.

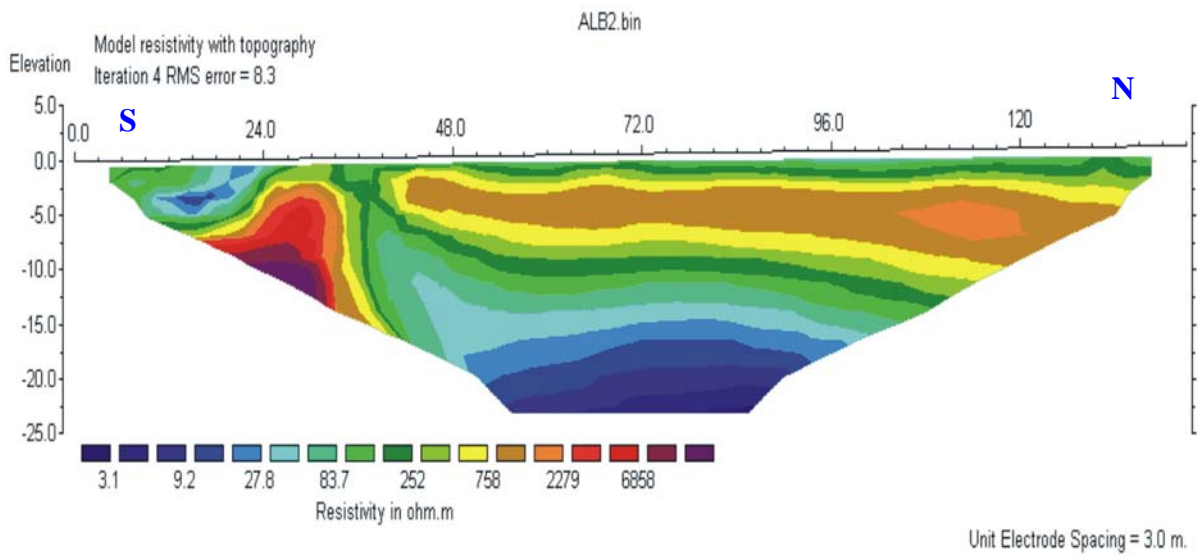


Planimetria indagini geognostiche e geolettriche e stratigrafia sondaggio S2 (estratto da GEA, 2004)



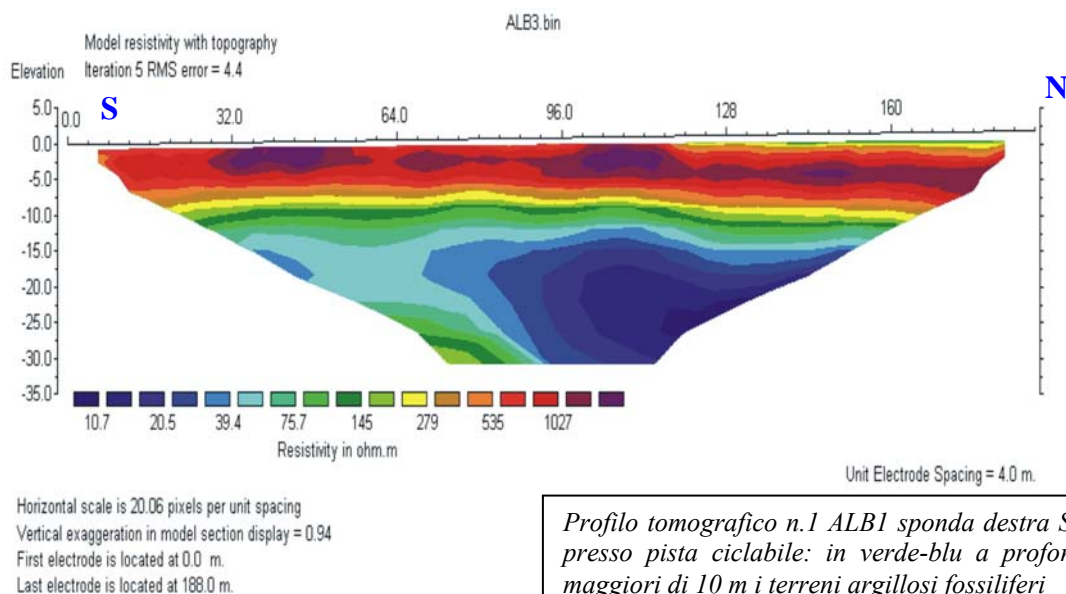
Horizontal scale is 9.93 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.04
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 332.5 m.

Profilo tomografico n.1 ALB1 sponda destra Serio presso pista ciclabile: in verde-blu a profondità maggiori di 10 m i terreni argillosi fossiliferi



Horizontal scale is 20.06 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.94
First electrode is located at 0.0 m.
Last electrode is located at 141.0 m.

Profilo tomografico n.2 ALB2 sponda sinistra Serio presso stabilimenti di via Pradella: in verde-blu a profondità maggiori di 10 m i terreni argillosi fossiliferi



FORMAZIONI ROCCIOSE

Le rocce dell'area studiata appartengono a formazioni sedimentarie del Triassico superiore e del Cretacico; sono rocce carbonatiche e terrigene che costituiscono la cosiddetta “copertura mesozoica delle Alpi Meridionali”. Le formazioni sono elencate e descritte nello studio geologico originale già richiamato e qui allegato (GEA, 1994, pagina 4); una loro più ampia descrizione può anche essere ricercata nelle “*Note Illustrative del foglio n. 98 Bergamo*”. Occorre precisare che i nomi formazionali, ripresi dalla nomenclatura del foglio “Bergamo” sono talvolta diversi da quelli utilizzati in precedenza; la tabella nella pagina seguente riporta l’elenco delle formazioni secondo le due differenti denominazioni.

Riguardo alle modifiche introdotte, vi è da dire in particolare che nella nuova carta geologica sono segnalati gli affioramenti rocciosi diffusi lungo l’alveo del Serio, soprattutto nel tratto settentrionale del territorio e presso lo sbarramento a valle del ponte romano; sono anche distinte un maggior numero di formazioni, sulla base dei rilevamenti CARG.

La formazione del “Calcere di Zu”, ampiamente presente su tutto il territorio albinese, è distinta nei due membri più rappresentativi: quello superiore, formato da strati calcarei o calcareo- marnosi, e quello inferiore, in cui vi sono alternanze cicliche di marne argillose, calcari marnosi e calcari micritici. Questa suddivisione tiene conto dell’affinità (similitudine, passaggio graduale) tra la base del “Calcere di Zu” e la sottostante “Argillite di Riva di Solto” e dei caratteri qualitativi più scadenti degli ammassi rocciosi che appartengono a queste due unità.

In questo lavoro di revisione è distinta anche la formazione delle “Dolomie Zonate”, i cui strati sono eteropici sia con la “Dolomia Principale” sia con il “Calcere di Zorzino”. Distinzione importante, visto che proprio alla facies di passaggio tra l’una e l’altra di queste formazioni rocciose (a monte di Vallalta – Colzine) è collegato uno dei dissesti franosi più importati dell’area, quello di Provati.



Legenda rocce CARG	Età	Legenda rocce PRG 1994
PORFIRITI ALPINE		PORFIRITI ALPINE
CONGLOMERATO DELLA VALLE DEL MISMA E DELLA VALLE DELL'ACQUA	Cenomaniano - Turoniano	UNITÀ DEL M. MISMA
FORMAZIONE DI SORISOLE	Cenomaniano medio e sup.	MARNE E CALCARENITI ROSSE
SASS DE LA LUNA	Albiano sup.	SASS DE LA LUNA
MARNA DI BRUNTINO	Aptiano inf. - Albiano sup.	MARNA DI BRUNTINO
MAIOLICA	Titoniano medio - Aptiano inf.	MAIOLICA
ROSSO AD APTICI	Kimmeridgiano - Titoniano	ROSSO AD APTICI
RADIOLARITI DEL SELCIFERO LOMBARDO	Bajociano inf. - Kimmeridgiano	RADIOLARITI
FORMAZIONE DEI CALCARI MEDOLOIDI	Aaleniano - Bathoniano inf.	FORMAZIONE DI CONCESIO
FORMAZIONE DI VILLA CARCINA	Toarciano - Aaleniano	
CALCARE DI DOMARO	Carixiano - Domeriano	CALCARE DI DOMARO
CALCARE DI MOLTRASIO	Sinemuriano	CALCARE DI MOLTRASIO
CALCARE DI SEDRINA	Hettangiano medio e sup.	CALCARE DI SEDRINA
FORMAZIONE DELL'ALBENZA	Hettangiano	DOLOMIA A CONCHODON
CALCARE DI ZU SUP.	Retico - Hettangiano	CALCARE DI ZU
CALCARE DI ZU INF.	Norico sup. - Retico	
ARGILLITE DI RIVA DI SOLTO	Norico medio e sup.	ARGILLITE DI RIVA DI SOLTO
CALCARE DI ZORZINO	Norico medio	CALCARE DI ZORZINO
DOLOMIE ZONATE	Norico inf. e medio	DOLOMIA PRINCIPALE
DOLOMIA PRINCIPALE	Norico inf. e medio	

-----0000000000000-----

L'assetto tettonico del territorio di Albino è molto caratterizzato da pieghe, pieghe/faglie e sovrascorrimenti, come illustrano le sezioni geologiche della tavola n.1. Tra le strutture più importanti occorre menzionare:

- il "sovrascorrimento di Albino" che pone la "Dolomia Principale" e le "Dolomie Zonate" sopra il "Calcere di Zu" e la "Argillite di Riva di Solto", formando in tal modo la principale struttura acquifera del territorio, dalla quale si alimentano le sorgenti del rio Re e quelle che sgorgano nella valle dell' Albina e che sono captate per uso potabile da circa un secolo;

- le faglie NNE-SSO del monte Rena, che individuano un *graben* (depressione tettonica) a monte della strada provinciale tra Isla e la valle Rovaro, messo in risalto dalla contropendenza del versante nella zona di Merà;

- la prosecuzione del "sovrascorrimento di Albino" sulla sinistra del Serio, dove la sovrapposizione del "Calcere di Zu" e delle "Dolomie Zonate" sulla "Argillite di Riva di Solto" è segnata da un netto gradino morfologico sul versante settentrionale della valle del Luio, dove sorgono i nuclei abitati attorno a Vallalta e Dossello;

- la "Flessura Pedemontana", parte della quale è la .piega/faglia del monte Pranza e del Misma, parzialmente coricata, che causa il rovesciamento della successione stratigrafica giurassico-cretacea.

SEGNI CONVENZIONALI

Nella carta litostrutturale, oltre alle campiture colorate e alle sigle che distinguono le diverse formazioni rocciose e i diversi terreni, appositi simboli indicano gli elementi strutturali, come la giacitura degli strati, gli assi delle pieghe (sinclinali e anticlinali) e le principali linee tettoniche (faglie, fratture e sovrascorrimenti).

SEZIONI GEOLOGICHE

Le sezioni geologiche sono degli "spaccati" del territorio, ottenuti partendo dal rilevamento di superficie, dunque dalla carta litostrutturale. Tali rappresentazioni grafiche interpretative, richieste dai "Criteri e 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", assieme alla carta litologica, permette una visione tridimensionale delle strutture geologiche.

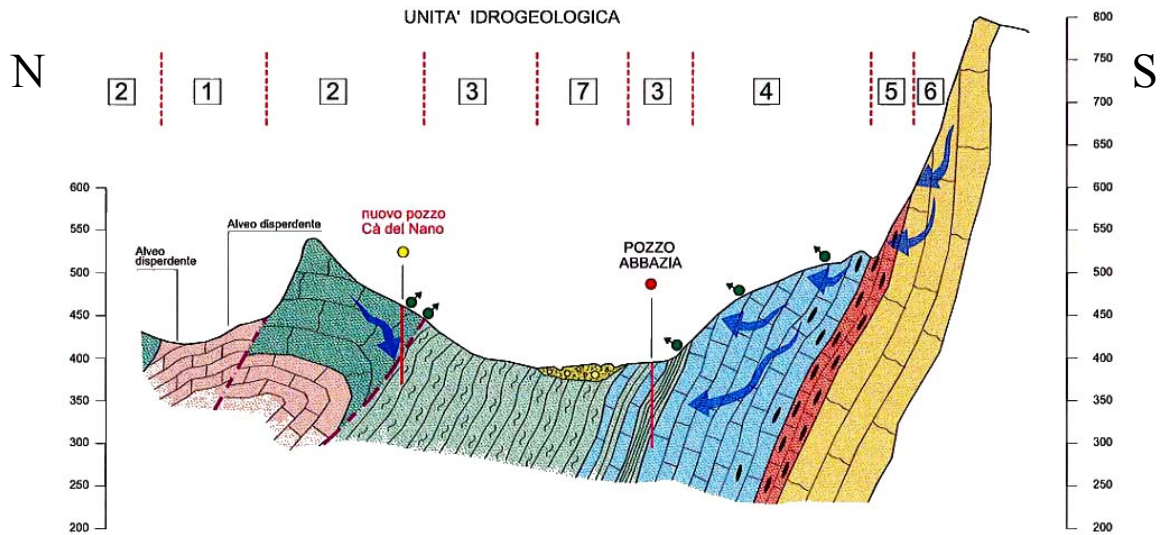
Le due sezioni geologiche presentate in questo lavoro, estratte da pubblicazioni scientifiche e modificate solo in parte, onde conformare le sigle identificative delle varie unità alla legenda della carta, sono scelte in modo da illustrare l'assetto strutturale delle formazioni rocciose e i principali lineamenti geomorfologici del territorio di Albino.

La **sezione A-A'** diretta O-E mostra la struttura a *graben* del monte Rena che interessa la successione giurassica (calcari selciferi e calcari marnosi) e che si estende verso Ovest, in territorio di Aviatico, fino al monte Cornagera (estratta da ZANCHI A. et. al, 1990 - "Analisi strutturale lungo il fronte della Dolomia Principale in bassa Val Seriana - Bergamo).

La **sezione B-B'** diretta SSO-NNE attraversa il settore occidentale di Albino, fino al confine con Nembro a Sud e con Gazzaniga e Vertova a Nord; in essa si distingue bene il sovrascorrimento della "Dolomia Principale" e delle "Dolomie Zonate" sulla successione retico-giurassica rovesciata cui si è accennato in precedenza (estratta da BERSEZIO R. et. al., 1997 - "Geological map of the Norian-Jurassic succession of the Southern Alps north of Bergamo. ").

Nella pagina seguente un'altra sezione (a carattere idrogeologico) che taglia in senso Nord-Sud la valle del Luido (estratta da STUDIO IDROGEOTECNICO, 2009 - *Istanza di concessione per derivazione ad uso potabile di mod. medi 0,12 (12 l/s) di acque pubbliche sotterranee tramite un pozzo in comune di Albino - Loc. Ca' del Nano*) e uno schema dei rapporti stratigrafici (AA.VV., 2010 - *Carta geologica d'Italia, scala 1:50.000, Foglio n.098 "Bergamo", progetto CARG - note illustrative*) servono a chiarire ulteriormente l'assetto tettonico e la successione dei terreni sedimentari più recenti (Quaternario) dove, tra l'altro, si nota chiaramente l'origine fluviale e fluvio-glaciale dei sedimenti che colmano anche la conca di Albino.

-----000000O000000-----



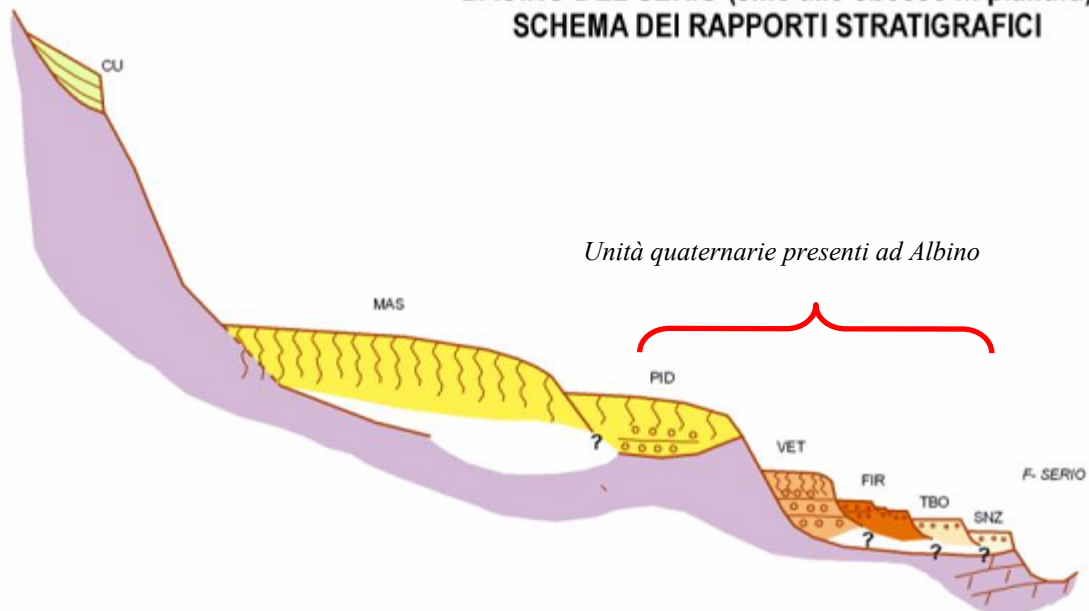
UNITA' GEOLOGICHE

DOLOMIE ZONATE	CALCARE DI ZORZINO	ARGILLITI DI RIVA DI SOLTO	DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI	A R S	CALCARE DI ZU	D C	C M	S L	MAIOLICA
----------------	--------------------	----------------------------	------------------------------	-------------	---------------	--------	--------	--------	----------

- A R S = Argilliti di Riva di Solto
- D C = Dolomia a Conchodon
- C M = Calcare di Moltrasio - Calcare di Domaro
- S L = Selcifero Lombardo

Sezione litostrutturale e idrogeologica della valle del Luio (estratta dallo studio idrogeologico per la captazione del nuovo pozzo Cà del Nano)

**BACINO DEL SERIO (sino allo sbocco in pianura)
SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI**



Sezione rappresentativa dei terreni alluvionali e fluvioglaciali presenti lungo la media valle Seriana (estratto dalle Note illustrative del foglio geologico n.98 "Bergamo"): SNZ = Sintema di Scanzorosciate; TBO = Sintema di Torre Boldone; FIR = Supersintema di Fiorano, VET = Gruppo di Vertova; PID = Sintema di Piodera; MAS = Formazione di Masserini; CU = Gruppo del Culmine.



4.2. Carta geomorfologica e dei processi geomorfici in atto

(tavola 2a e 2b)

Questa carta vuol mettere in evidenza i processi geologici ai quali sono dovute le forme attuali del territorio e i fattori dinamici, fisici e fisico-chimici che tuttora vi agiscono, determinandone l'evoluzione. La morfologia del territorio di Albino è il risultato della combinazione di diversi fattori geologici endogeni (litologia, tettonica), di agenti del modellamento superficiale (acque libere e incanalate, forza di gravità) e di fattori climatici (precipitazioni, temperature, cicli di gelo e disgelo, umidità, ecc.) e comprendono, talvolta in modo preponderante, anche l'azione antropica.

Rispetto alla redazione della carta geomorfologica contenuta nel precedente studio a supporto del P.R.G. (GEA, 1994), nel presente elaborato i fenomeni geomorfici sono segnalati con maggiore dettaglio, anche in funzione della scala di rappresentazione utilizzata (1:5.000). Vi è inoltre un generale aggiornamento, che riguarda forme evidenziate di recente sebbene in parte note da tempo (es.: frana di Provati, cadute di massi nella zona del Cornello e sopra la strada provinciale tra la valle Isla e la valle Rovaro, le discariche e alvei sepolti, cedimenti causati dallo scavo di gallerie, etc.). Avendo eseguito un rilevamento puntuale nelle fasce di territorio che comprendono i nuclei abitati, la carta presenta una simbologia più fitta per definire in dettaglio le forme e i fenomeni che governano l'evoluzione del territorio (si passa da 17 simboli a oltre 70); di conseguenza anche la scarna descrizione dello studio precedente (pagg.16 e 17) è qui ampiamente rivista.

PROCESSI MORFODINAMICI		ELEMENTI MORFO-STRUTTURALI	
Attivo	Inattivo	Attivo	Inattivo

Legenda della Carta geomorfologica precedente (GEA, (1994)

L'aggiornamento del quadro geomorfologico si appoggia anche sul confronto di analoghe cartografie tematiche redatte a varie scale e su studi di dettaglio prodotti anche da Enti sovracomunali, come:

- il database dei dissesti contenuto nell'*Inventario delle Frane e dei Dissesti Idrogeologici della Regione Lombardia* – note illustrative (2002); ripreso successivamente dal *Catalogo Geo_IFFI* delle frane e dei dissesti pubblicato sul sito di Regione Lombardia (2008);
- la “Carta geomorfologica con legenda uniformata P.A.I.” di Albino (GEA, 2003), anche nella versione pubblicata da Regione Lombardia (Geoportale Regione Lombardia, 2012)
- la cartografia relativa alle perimetrazioni di alcune conoidi (torrente Brandena - GEA, 2003; torrente Cornello – GEOTER, 2003; torrente Guarnasco, GRANATA E., 2011-2012);
- il volume “*Centri Abitati Instabili della provincia di Bergamo*” (CNR, Regione Lombardia, UNIMI - 2006).
- la cartografia del monitoraggio satellitare PSinSAR di Regione Lombardia (2008)

Alcuni di questi documenti si basano su dati di rilevamento antecedenti, anche di molto, la loro pubblicazione. Ad esempio, le carte del “*Catalogo Geo_IFFI*” sono aggiornate solamente all’anno 2000. Altri documenti, come la “*Carta geomorfologica con legenda uniformata P.A.I.*” di Albino non riportano l’effettiva distribuzione delle forme di dissesto presenti sul territorio. A causa di tali incongruenze e di alcuni eventi che hanno significativamente modificato il quadro del dissesto, verificatisi nell’ultimo decennio, si è resa necessaria la revisione sostanziale di questa cartografia, dalla quale discendono stringenti implicazioni vincolistiche (cfr. capitolo successivo). L’importanza dei cambiamenti ha suggerito di sottoporre preventivamente ad un parere di Regione Lombardia il nuovo elaborato.

Tutte le cartografie consultate e confrontate durante il presente studio sono verificate mediante rilevamenti diretti sul terreno, in considerazione del fatto che alcune di esse sono state compilate in gran parte da fotointerpretazione (Geo_IFFI); inoltre i sopralluoghi sono serviti anche per aggiornare, ove necessario, lo stato di attività dei dissesti. Su luoghi visitati sono state raccolte e vagliate diverse segnalazioni di persone residenti, le cartografie relative ad eventi recenti (ultimi vent’anni) e quelle riguardanti sistemazioni di versanti o idrauliche e bonifiche idrogeologiche.

Nella carta geomorfologica sono distinti mediante campiture gli elementi che compongono il paesaggio fisico e che sono maggiormente significativi nel definire la fruibilità insediativa del territorio albinese; a tale proposito un’apposita campitura estratta dalla base topografica permette di rappresentare le *aree urbanizzate* ed evidenziarne eventuali incongruenze con il quadro geomorfologico. Il territorio albinese è caratterizzato in prevalenza da morfologie di versante montuoso o collinare, dalle quali risalta l’assetto strutturale delle masse rocciose o la preminenza dei fenomeni gravitativi e da varie forme collegate all’azione delle acque superficiali (terrazzi fluvio-glaciali, conoidi, piane fluviali e corsi d’acqua minori).

Per le aree di versante è presentata una *classificazione clivometrica*, mentre tra quelle soggette al modellamento delle acque sono evidenziate le *aree di pertinenza delle acque superficiali* (fluviali e




torrentizie) e quelle della *piana alluvionale del Serio*. Altre campiture distinguono morfologie gravitative e di conoide e sono riprese nella “Carta con Legenda Uniformata P.A.I.”,

I numerosi simboli che indicano i processi geomorfici sono raggruppati in base alla tipologia generativa di questi ultimi; nel caso dei dissesti gravitativi o di quelli legati a trasporto solido su conoide, sono distinti anche i diversi stadi di attività dei fenomeni (in atto, quiescenti o potenziali).

Versanti e Classi di acclività

La classificazione riguarda sia i versanti montuosi e collinari del territorio albinese che si affacciano lungo l’asse vallivo seriano sia quelli che contornano le valli del Luio e dell’Albina; si distinguono inoltre le principali scarpate fluviali e/o fluvioglaciali che hanno altezza significativa ($h > m\ 20$). La suddivisione delle classi di acclività è fatta secondo gli angoli indicati dalla normativa regionale (25° , 35° e 45°) ai quali in linea generale si collegano diversi possibili fenomeni gravitativi. Nella carta sono distinte i seguenti ambiti:

CLASSI DI ACCLIVITÀ

	INCLINAZIONE DEL PENDIO MAGGIORE DI 45° (PENDENZA $> 100\%$)
	INCLINAZIONE DEL PENDIO COMPRESA TRA 35° E 45° (PENDENZA $70 \div 100\%$)
	INCLINAZIONE DEL PENDIO COMPRESA TRA 25° E 35° (PENDENZA $47 \div 70\%$)

La classe di acclività maggiore ($\beta > 45^\circ$) individua le pendici rocciose più scoscese, cioè gli ambiti nei quali si manifestano più frequentemente la caduta di massi isolati o frane di roccia; per citare le più significative, si veda la scarpata sopra Piazza, le rupi in valle Preda Canale, quelle a monte di Petello, quelle della Madonna del Narciso o del Cornello, la fascia a monte della strada provinciale tra la valle Isla e la valle Rovaro, le pareti sopra Casale e quelle presso la vetta del Misma.

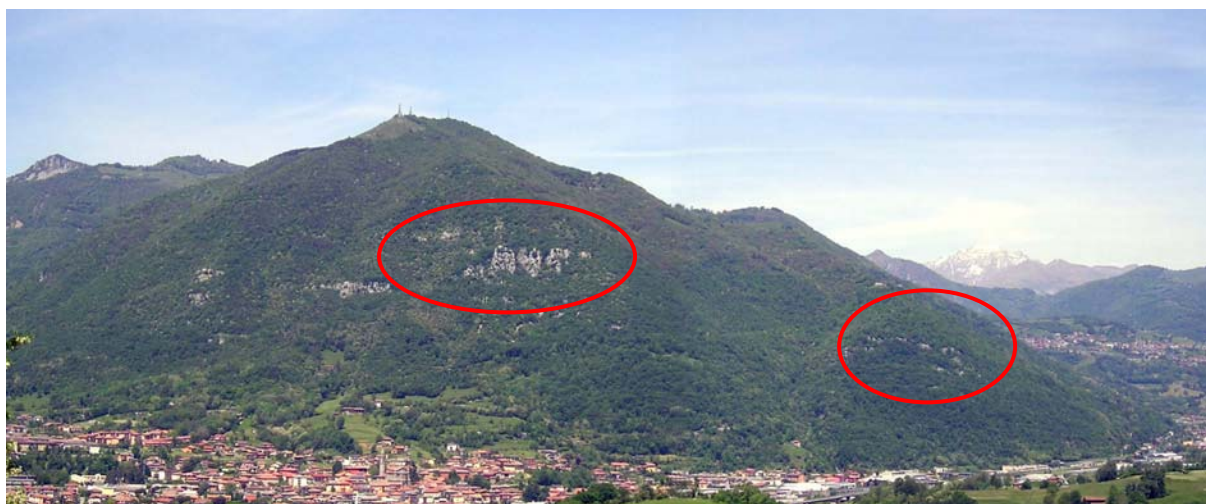
Anche la classe di acclività media ($35^\circ < \beta < 45^\circ$) comprende scarpate rocciose, che generalmente caratterizzano le fasce di medio versante e dalle quali localmente si possono manifestare stacchi di blocchi (valle Isla - valle Rovaro). Sopra Colzine, nell’area della frana di Provati, all’acclività si somma il fatto che gli strati rocciosi sono inclinati a franapoggio con la stessa inclinazione del pendio ($30^\circ \div 45^\circ$). Tra gli ambiti di acclività medio-alta si distingue anche quello franoso a NE della SS.Trinità, dove alla roccia di qualità scadente e molto alterata (formazione dell’Argillite di Riva di Solto) si sovrappongono terreni fluvioglaciali fortemente pedogenizzati e materiali di risulta (discarica) degli scavi delle gallerie della strada provinciale.



La classe di acclività più blanda ($25^\circ < \beta < 35^\circ$) riguarda le rimanenti parti dei versanti, soprattutto quelle ad Ovest del fiume Serio. Alle quote altimetriche più elevate i sottili terreni eluviali che le caratterizzano sono stati talora soggetti a piccoli smottamenti; come del resto numerosi dissesti minori (soil slip, smottamenti, piccole colate) hanno già interessato i terreni fini nella fascia al passaggio tra le rocce e i pianori terrazzati fluvio-glaciali e alluvionali e quelli all'apice delle conoidi che si aprono a Sud del monte Rena (alluvione del luglio 1972): numerose superfici prative un tempo adibite ad attività zootecnica nel tempo sono state abbandonate e rimboscate proprio per evitare l'insorgere di tali fenomeni.

Anche i fianchi della valle del Luio, costituiti da rocce più fragili e plastiche (Calcere di Zorzino, Calcere di Zu e Argillite di Riva di Solto) rientrano in gran parte nella classe di pendenza minore, ad esclusione della zona attorno al monte Misma. I dissesti gravitativi sono qui meno frequenti e riguardano soprattutto l'alta valle, dove gli strati sedimentari sono disturbati dall'intrusione delle porfiriti alpine e per questo soggetti ad una più profonda alterazione superficiale.

Le parti del territorio più pianeggianti ($\beta < 25^\circ$) hanno scarsa propensione al dissesto gravitativo, dato che l'angolo di natural declivio delle sabbie limose tipiche dei terreni di cui sono costituite è maggiore di 25° . Fa un po' eccezione la fascia di terreni che ricopre i sottili strati di argilliti nere sulla sponda del Luio dove la presenza di acqua può localmente determinare condizioni di instabilità (alcuni impluvi a valle di Dossello).



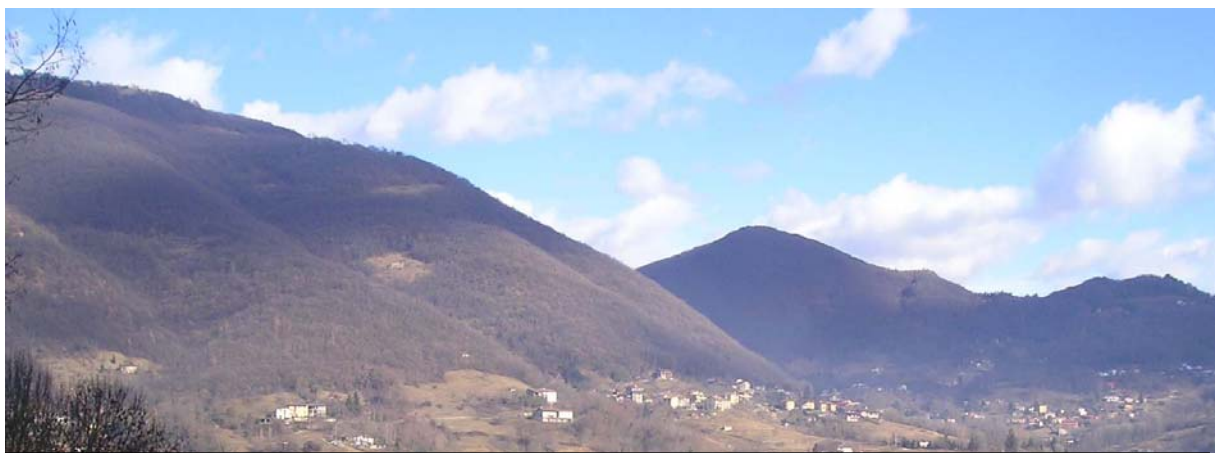
Scarpate rocciose acclivi ($\beta > 45^\circ$): Madonna del Narciso e zona a monte della strada provinciale



Zona franosa a valle di SS Trinità presso l'imbocco della galleria con acclività media ($35^\circ < \beta < 45^\circ$)



Scarpate rocciose acclivi ($\beta > 45^\circ$) a monte di Casazza che digradano su blandi declivi



Profilo da Monte Altino a Dossello con acclività massima $\beta \leq 35^\circ$ nella fascia mediana del versante



Aree di pertinenza delle acque superficiali (AS)

Sono distinti nella carta geomorfologica gli ambiti di pertinenza dei corsi d'acqua superficiali (fiume Serio, suoi affluenti e impluvi minori), nei quali possono essere attive o potenzialmente attivabili forme erosive (cedimenti spondali, con formazione di scarpate d'erosione e smottamenti, erosioni lineari accelerate) e anche dinamiche di trasporto e sedimentazione.

Rispetto alla rappresentazione in scala 1:10.000 allegata al precedente studio geologico (GEA, 1994) dove si distinguevano solamente valli con "fondo a V" e valli a "fondo piatto" mediante simboli lineari, la nuova carta evidenzia e delinea più precisamente gli areali interessati dai deflussi idrici lungo le aste del reticolo idrico superficiale del territorio albinese e permette di riconoscere:

- le sponde con orli in erosione (diffusi su tutte le aste torrentizie) o i punti in cui l'erosione spondale è attiva (come lungo il Serio, presso via Pradella);
- le sistemazioni idrauliche (ad esempio il tratto terminale dell'Albina e del Luio o le diffuse massicciate a scogliera lungo il fiume Serio);
- le zone di forte acclività soggette ad erosioni lineari (le aste secondarie dell'Albina e del Luio);
- i sovralluvionamenti (accentuata sedimentazione in alveo);
- i tratti coperti (intubati) di numerosi corsi d'acqua (es.: il Brandena sotto Comenduno e quelli che attraversano Vallalta e Dossello)
- le confluenze nelle rogge di corsi d'acqua anche importanti, come sulla sponda destra del Serio (valle Isla e valle Guarnasco).

Il principale elemento idrografico del territorio albinese, ovviamente, è il fiume Serio, nel quale confluiscono l'Albina e il Luio; altri tributari diretti del Serio sono il torrente Rovaro, presso il confine con Gazzaniga, e il torrente Brandena, che attraversa Comenduno.

Il drenaggio superficiale dell'area è molto ramificato, parzialmente controllato da faglie (tipo subdendritico), e presenta numerosi solchi minori, ma egualmente importanti, dato che tagliano aree insediate e che, anche in un recente passato, hanno creato problemi alla viabilità e alle abitazioni. Tra questi, nel 1972 il torrente Brandena fu soggetto di un evento alluvione dalle tragiche conseguenze; altri danni si ebbero anche sul torrente Rena, presso Ca Nöa, su via Aldo Moro, lungo il torrente Valgua, sul torrente che scende lungo via Monte Cura e da altri corsi minori che attraversano via Lunga sulla destra del Luio, presso la frazione Ponte Luio e sopra Vallalta.

Anche il fiume Serio e i suoi due affluenti principali sono stati soggetti ad esondazione, in particolare il Luio presso Molinello e alla confluenza con il Fosso del Vallone; mentre l'Albina è uscito presso la ex stazione ferroviaria, soprattutto a causa del restringimento dell'alveo in corrispondenza della strada provinciale. Il Serio è esondato dalla sponda destra nella zona di Prato Alto, poco sotto la presa della Roggia Comenduna, e presso l'Isola Zio Bruno, dove in seguito sono stati alzati degli argini in terra; dalla sponda sinistra il fiume è straripato inondando alcune strutture produttive presso la confluenza del Luio (via Pradella) e poco sopra il ponte di Cene.

Il Serio, così come i principali torrenti di Albino (Albina, Luio, Guarnasco, Fosso Vallone, Vallotella, rio della Putta.) presentano deflussi idrici lungo tutto l'arco dell'anno, anche se le portate sono molto variabili, essi sono infatti alimentati da sorgenti oltre che dalle piogge. Le vallecole minori (Brandena, Monte Rena, Colzine, etc.) hanno deflussi effimeri legati solamente alle piogge.

Quale sia l'importanza dell'evoluzione subita dall'alveo del Serio nel corso degli ultimi secoli ben si coglie nell'immagine della tavola 2a, ripresa da "*Storia delle Terre di Albino*" (1996); vi si osserva il progressivo restringimento delle sponde avvenuto nel corso di quasi duecento anni, soprattutto a causa delle arginature e dei livellamenti/riporti effettuati sulle sponde; si nota molto bene il progressivo spostamento dell'alveo, la formazione di isolotti fluviali e l'abbandono di alcuni tratti d'alveo, tutti elementi che denotano una significativa mobilità di questo fiume.

Piana alluvionale del fiume Serio (PA)

La delimitazione rappresenta le superfici pianeggianti, appena inclinate verso Sud secondo la direzione del deflusso fluviale, contigue ai due cigli di sponda del fiume; a Est e a Ovest sono racchiuse dalle scarpate dei terrazzi fluviali o fluvioglaciali o dalle rocce affioranti. Occorre molta attenzione nel considerare queste aree poiché esse sono soggette a possibili invasioni delle acque in occasione delle piene del Serio (aree di espansione fluviale) e dei suoi tributari principali; queste superfici inoltre, per quasi tutta la loro ampiezza sono caratterizzate da bassa soggiacenza della falda acquifera (collegata con il livello idrometrico del fiume).

In alcuni settori la presenza di infrastrutture lineari, come la metro-tramvia o le rogge, può favorire il ristagno d'acqua poiché è ostacolato il regolare deflusso verso il fiume delle acque di sgrondo e al tempo stesso la vasta impermeabilizzazione del terreno impedisce l'infiltrazione nel sottosuolo: ciò avviene talora nel comparto artigianale che si trova sulla sponda destra del Serio, tra via Volta e il cotonificio Honneger. La presenza di canalizzazioni idrauliche (in qualche caso anche pensili) grava inoltre questi ambiti del rischio di allagamento per incidente o collasso di tali strutture: l'ipotesi non è peregrina, poiché un evento di questo tipo ha già interessato la Roggia Honneger nella piana di Prato Alto.

Aree urbanizzate

Nella carta geomorfologica le aree occupate dall'edificazione sono rappresentate con la campitura che risulta dall'intreccio della stessa rappresentazione topografica degli edifici e delle strade, dei piazzali e dei cortili. Si tratta di ambiti totalmente trasformati, nei quali i caratteri naturali sono obliterati da scavi, livellamenti, riporti, pavimentazioni e costruzioni in genere, che possono aver portato consistenti modifiche anche alla morfologia originaria del terreno e, soprattutto, ne hanno impermeabilizzato la superficie.



SIMBOLI CONVENZIONALI GEOMORFOLOGICI

Processi Gravitativi

		Attivo	Quiescente	
	linea di crinale principale			orlo di erosione in terreno
	orlo di scarpata morfologica			soliflusso, reptazione
	orlo di erosione in roccia con potenziale stacco di blocchi			smottamento, soil slip
	stacco di blocchi			ricchia di frana
	blocco isolato e accumulo di blocchi			corpo di frana non fedelmente cartografato
	scivolamento di strati rocciosi			corpo di frana
	scavernamento			aree con diffusi soil slip verificatisi durante l'evento temporalesco del 10 luglio 1972, successivamente interessate da rimboschimenti
	spfondamento			
	fessura			
	cavità			

Sono rappresentati in carta gli elementi di evoluzione geomorfologica contraddistinti dall'azione prevalente della forza di gravità, che interessa sia gli ammassi rocciosi sia i terreni sciolti.

Fenomeni gravitativi connessi a instabilità degli ammassi rocciosi possono essere collegati all'assetto strutturale delle stesse rocce (*orlo di erosione in roccia con potenziale stacco di blocchi, stacco di blocchi, blocco isolato e accumulo di blocchi, scivolamento di strati rocciosi*). Queste forme sono diffuse soprattutto in corrispondenza delle rupi più acclivi del monte Rena, del Cereto e dell'Altino; meno frequenti nella zona di S. Rocco, del Misma e sopra Casale; forme di instabilità delle rocce si manifestano anche lungo le sponde di alcuni alvei molto incisi che affluiscono nel torrente Luio e nell'Albina.

L'instabilità degli ammassi rocciosi può collegarsi anche alla presenza di circolazioni di acqua superficiale e sotterranea (*scavernamento, sprofondamento, fessura, cavità*). Vistosi scavernamenti interessano i banchi di conglomerato dei terrazzi quaternari, mentre sprofondamenti e cavità sono localizzati attorno a Dossello associati alla stratificazione sottile e quasi verticale del Calcere di Zorzino; fessure segnano il corpo roccioso della frana di Provati, la principale di queste, localmente detta "Sciopada", è monitorata mediante estensimetri a filo e mostra deformazioni dell'ordine di qualche centimetro all'anno (*"Analisi e caratterizzazione del movimento franoso in località Colzine in Vallalta di Albino"* - PLEBANI F., GRITTI A., 2010).



Altre forme di instabilità gravitativa si riferiscono invece ai terreni granulari (*orlo di erosione in terreno, soliflusso e reptazione, smottamento e soil slip, nicchia di frana, corpo di frana e accumulo di frana*) e molto di frequente interessano le coperture eluvio-colluviali sull'Argillite di Riva di Solto.

La carta geomorfologica riporta anche alcune aree con diffusa instabilità dello strato superficiale del terreno (*soil slip*) conseguente alle forti piogge del luglio 1972 (*"I dissesti prodotti dal nubifragio del 10 luglio 1972 nella Bassa Valle Seriana"* - GOVI M., MORTARA G., 1981); esse sono state in buona parte rimboschite. Queste forme, dovute alla saturazione d'acqua del terreno, sono superficiali (un metro) e circoscritte (qualche decina di metri quadrati), possono quindi essere facilmente contrastate e prevenute con lavori di drenaggio e sistemazioni di ingegneria naturalistica e terrazzamenti, come si è fatto in diversi punti del territorio albinese (Piazzo, sopra Bondo Petello, etc.), o con rimboschimenti (pendici del monte Rena e valle del Luio).

Tra le morfologie che possono dare instabilità gravitativa vi sono anche i *crinali* montuosi (che coincidono con gli spartiacque superficiali) e gli *orli di scarpata morfologica*, cioè bruschi cambi di pendenza che sono ad esempio i cigli dei terrazzi fluviali e fluvio-glaciali, nonché i bordi di solchi torrentizi ormai relitti.



Scavernamento nei conglomerati (valle Cornello)



Pinnacolo roccioso nella zona della Madonna del Narciso e blocco caduto lungo il pendio



Frana di Provati: estensione della frana e zona lungo il torrente attivatasi nel novembre 2002.



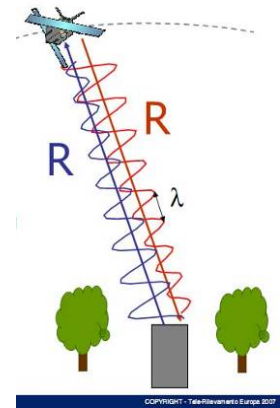
Frana di Provati: la fessura principale di stacco della frana e un estensimetro a filo



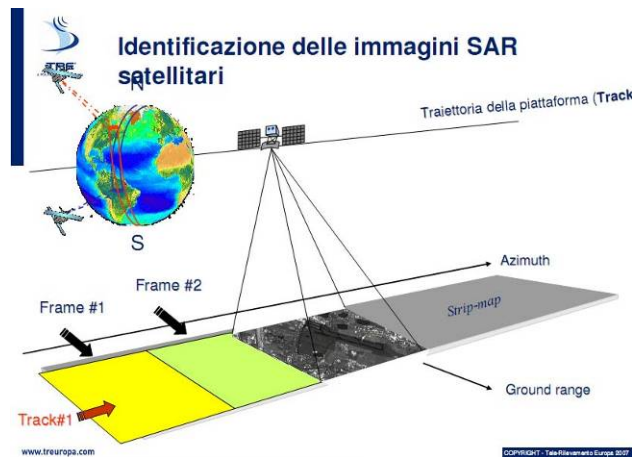
DATI DA RILEVAMENTO SATELLITARE

Per meglio valutare l'attività di alcuni fenomeni franosi, onde definire le categorie della "Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.", si è potuto ricorrere al confronto con dati di telerilevamento da interferometria radar satellitare "PSinSAR", acquisiti di recente e messi a disposizione da Regione Lombardia.

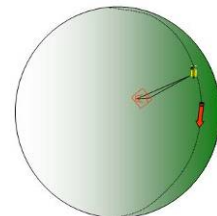
I sistemi radar satellitari coerenti, nello specifico i radar di tipo SAR (Synthetic Aperture Radar), sono in grado di misurare la distanza tra il sensore e il bersaglio, registrando il tempo di volo tra l'onda trasmessa e la sua parte retrodiffusa. Grazie alla loro periodicità di acquisizione (circa mensile) i dati SAR forniscono misure ripetute della distanza sensore-bersaglio consentendo, mediante confronti successivi, di apprezzarne eventuali spostamenti nel tempo.



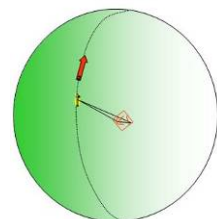
La tecnica PS si basa sull'impiego di una serie temporale di immagini radar satellitari della stessa area (in particolare per questo lavoro i dati dei satelliti ERS-1/2 dell'ESA - *European Space Agency* - per il periodo 1991-2000 e i dati del sensore RADARSAT della CSA - *Canadian Space Agency* - per il periodo 2003-2007) ed ha come obiettivo quella di individuare quei bersagli (*Permanent Scatterers o PS*) che mantengono inalterate nel tempo le proprie caratteristiche elettromagnetiche. Questi bersagli in genere sono rappresentati da edifici, viadotti, condotte, detriti e rocce esposte o elementi metallici (pali, pensiline metalliche, recinzioni). Per ciascuno di questi punti è possibile stimare e rimuovere il disturbo atmosferico e ricostruire con precisione millimetrica la storia dei movimenti nell'intervallo di tempo analizzato. Ciascuna immagine ricopre un'area di territorio di circa 10.000 km² che viene "fotografata" all'incirca ogni trenta giorni, ricoprendo la medesima superficie; essa è identificata da un numero corrispondente all'orbita del satellite (*track* o *traccia*), da un numero corrispondente alla porzione di area all'interno della singola traccia (*frame* o *fotogramma*), analogamente a quanto avviene per la restituzione dei voli di aerofotogrammetria.

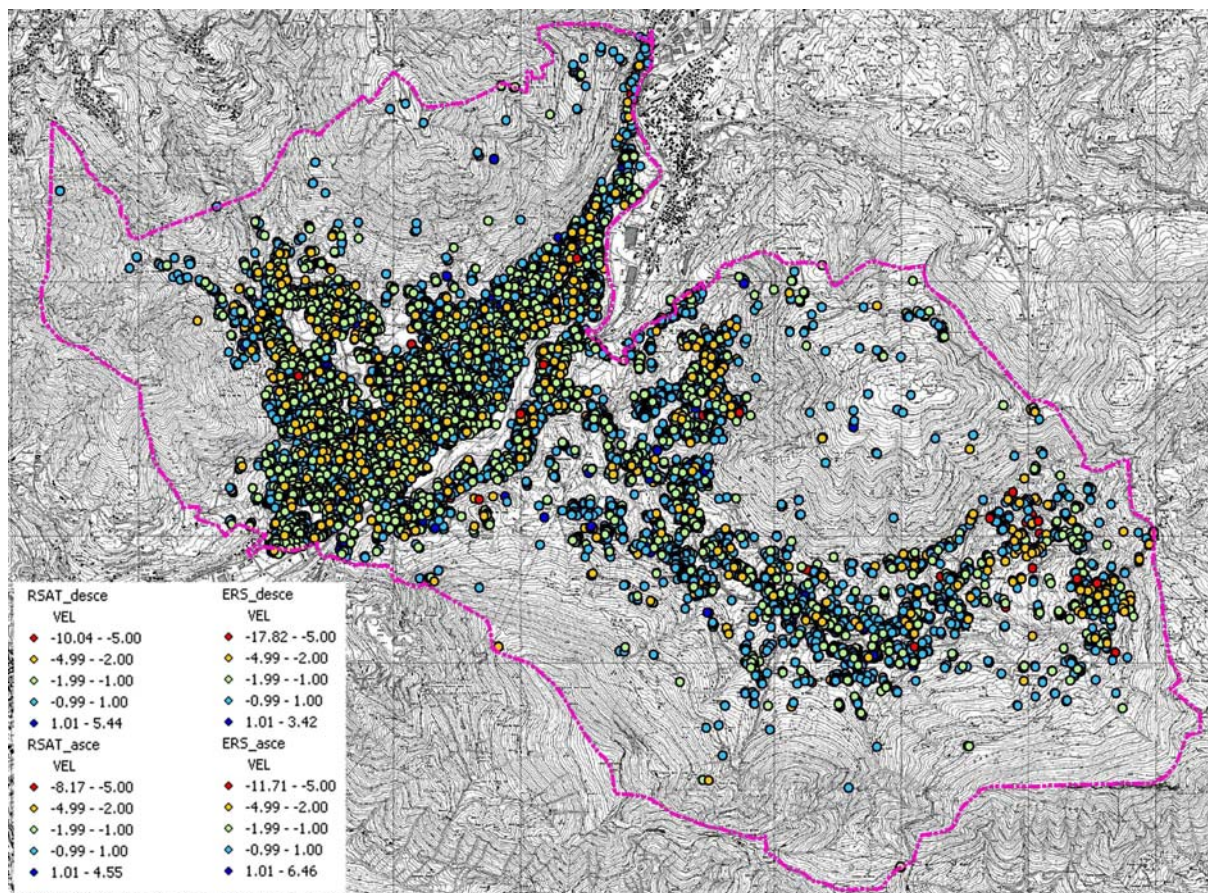


Orbita discendente



Orbita ascendente





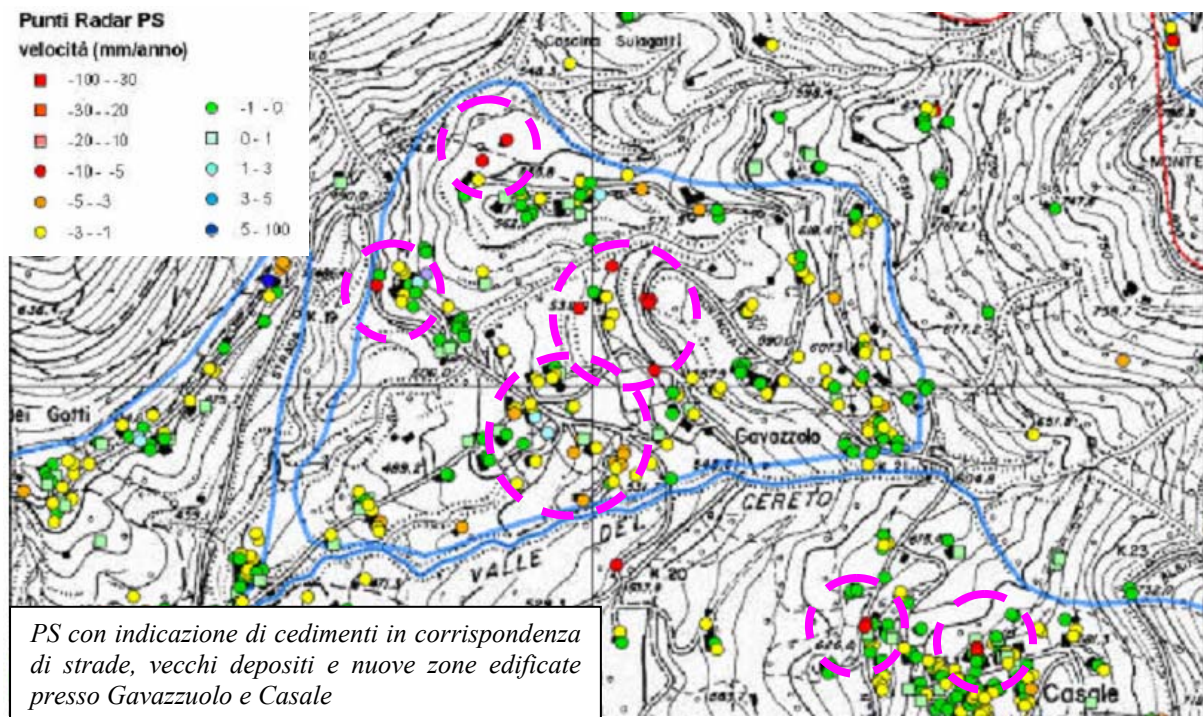
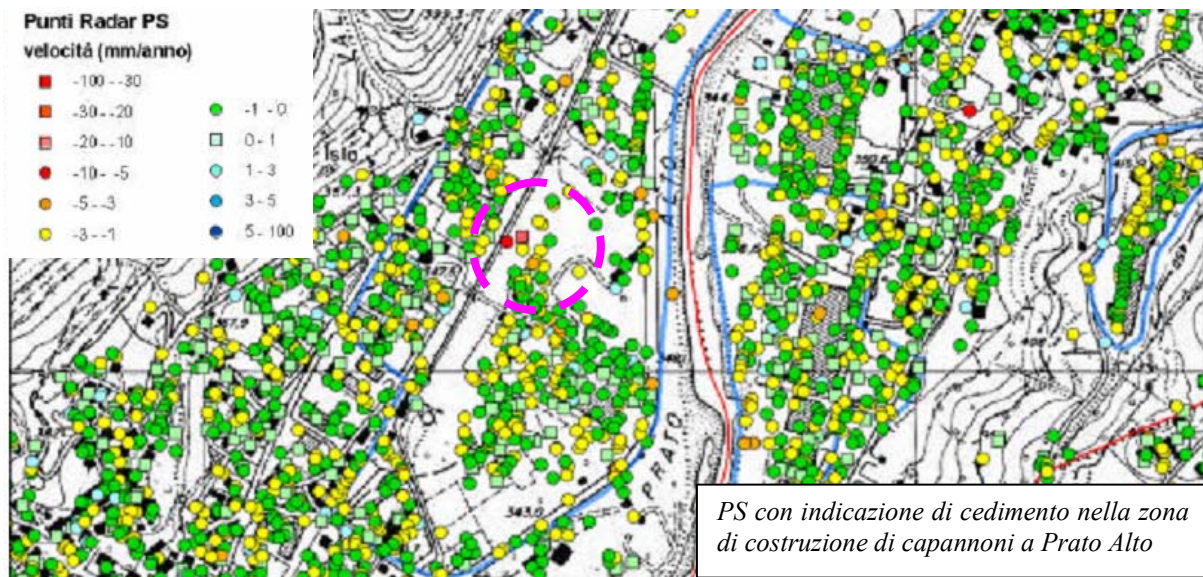
Distribuzione dei punti PS (Permanent Scatterers) sul territorio di Albino; i colori in legenda distinguono velocità espresse in mm/anno

I PS rilevati sono suddivisi in funzione della loro velocità di movimento nel tempo, secondo una scala cromatica, in modo da rendere evidenti aree o punti in cui è possibile individuare abbassamenti o innalzamenti delle strutture, del terreno o delle rocce. Occorre comunque ricordare che tale tecnica non permette di ottenere dati in aree con copertura boschiva da media a densa e su pendii molto acclivi, soprattutto se disposti secondo orientazioni sfavorevoli alla ripresa satellitare.

L'analisi sul territorio di Albino ha dato complessivamente oltre 18.700 Permanent Scatterers che interessano prevalentemente le aree abitate o l'immediato circondario. L'analisi dei dati da parte di Regione Lombardia ha messo in luce alcune parti del territorio ove il terreno subisce significativi abbassamenti (velocità maggiore di 3 mm/anno); essi risultano nel report "Elaborazione e interpretazione geologica ed idrogeologica dei dati radar PS in Regione Lombardia, comune di Albino" - Regione Lombardia - Protezione Civile - 2010). Nella maggior parte dei casi si tratta di nuove costruzioni in cui si registra un cedimento del terreno che sostiene le strutture stesse (area produttiva di Prato Alto o area di Ca' del Nano), mentre a Dossello, Casale e Gavazzuolo i cedimenti riguardano dei manufatti stradali o vecchi depositi in legno e lamiera (cascina Sugalatti).



Un accurato esame dei dati PS sul territorio di Albino, potrebbe essere assai utile per una valutazione delle condizioni di stabilità del patrimonio edilizio e dei livelli di rischio collegato così come per il monitoraggio dei fenomeni geomorfologici di un certo rilievo.

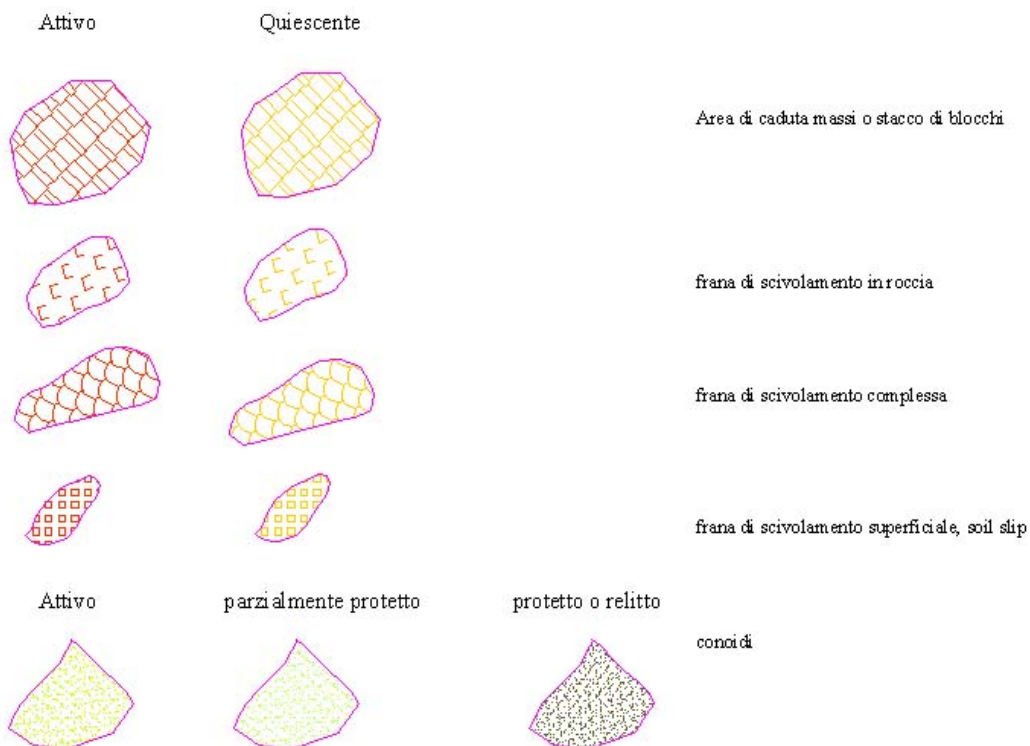




Dissesti rilevanti nel Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Po (P.A.I.)
(individuati dal rilievo diretto sul terreno, dal controllo della Cartografia GeoIffi e dagli studi di dettaglio su conoidi)

I rilevamenti di dettaglio eseguiti sul terreno in occasione del presente lavoro e gli studi di approfondimento relativi ad alcune conoidi hanno permesso di verificare le indicazioni contenute nella cartografia “Geo-Iffi” (Regione Lombardia) e in quella del P.A.I. (Autorità di Bacino del Po) valutandone l’attendibilità sul piano qualitativo, l’effettiva estensione areale e il grado di attività, così come la significatività ai fini del P.A.I. Ciò ha portato alla modifica della “Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.” che è descritta in un capitolo successivo.

Qui sono rappresentati mediante campiture alcune forme di dissesto di natura gravitativa e alcuni elementi geomorfologici connessi al trasporto solido (conoidi) suddivisi in funzione del loro grado di attività. Si tratta sia di ambiti di nuova delimitazione sia di aree già individuate almeno in parte in parte nel precedente studio geologico per il PGT e nel lavoro di adeguamento della cartografia comunale alle categorie del P.A.I. (art.18) e comunque tutti verificati ed eventualmente corretti in funzione degli esiti di vari studi.



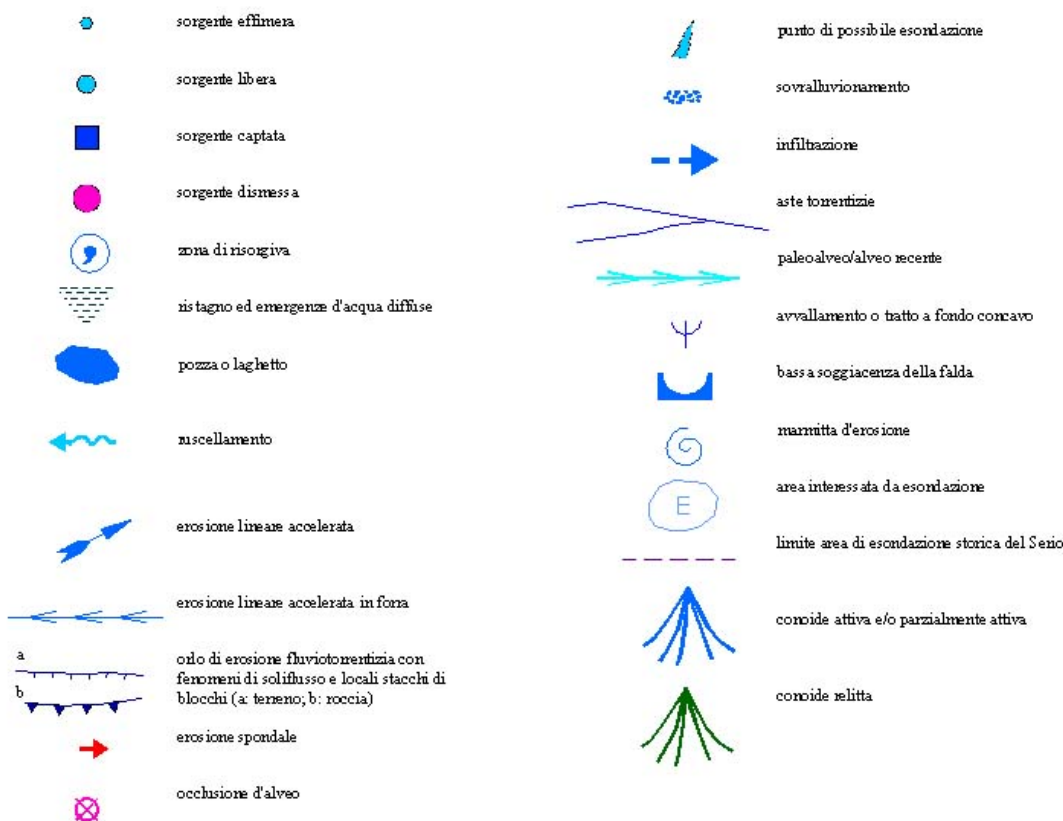


Le forme gravitative qui evidenziate talora raggruppano elementi rappresentati in precedenza come isolati, come le cadute di massi, definendo per questi le “aree di caduta massi o stacco di blocchi“, o come i fenomeni franosi minori (frane di scivolamento, smottamenti, aree a franosità diffusa) definendo per questi altri le “frane di scivolamento superficiale”.

Le frane di scivolamento più complesse sono distinte in “frane di scivolamento in roccia” (es.: frana di Provati) e “frane di scivolamento complesse“ (es.: SS. Trinità).

Le conoidi di Albino, distinte in base al loro grado di attività, sono localizzate sulle pendici meridionali del monte Rena, alla confluenza del Luio nel fiume Serio (*conoidi relitte o protette*) e allo sbocco di alcuni corsi d’acqua minori che raggiungono il fiume; queste ultime sono state oggetto di studi di dettaglio per la definizione della pericolosità: “Integrazioni dello studio geologico del territorio comunale di Albino e studio sulla conoide del torrente Brandena” - GEA, 2003; “Approfondimento di studio geologico sulla conoide del torrente Cornello” - GEOTER, 2003; “Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino” - GRANATA E., 2011; “Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino - Nota Integrativa” - GRANATA E., 2012.

Elementi legati all’azione dell’acqua





Gli elementi geomorfologici associati all'azione delle acque sotterranee comprendono le *sorgenti* e le *aree di risorgiva*; le prime sono distinte tra *sorgenti effimere*, cioè con portate discontinue, *sorgenti libere* o *sorgenti captate* per uso potabile e *sorgenti dismesse*. Questi elementi sono sommariamente descritti nella relazione originaria (GEA, 1994, pp. 31÷32,) e sono richiamati nella carta idrogeologica.

Nel contesto geomorfologico la dispersione disordinata delle acque sorgive può concorrere a determinare le condizioni d'innescio di dissesti franosi, soprattutto in presenza di terreni argillosi, poco permeabili, sui quali l'azione erosiva incide rapidamente solchi di *ruscellamento*. Queste forme si notano particolarmente nel basso versante destro della valle del Luio, sui terreni eluviali che ricoprono le argilliti nere, dove si accompagnano a diffusi *ristagni d'acqua*.

Le *aree di risorgiva* indicano non solo le zone di captazione delle acque potabili (rio Re, Albina, Pozzo Crocette presso Abbazia) ma anche una fascia di terreni al piede del versante montuoso a Est di via Pradella, dove è particolarmente significativa anche la *bassa soggiacenza della falda*, cioè l'acqua quasi in superficie; tale fenomeno costituisce un problema rilevante riguardo alle possibilità di costruire, sia perché richiede interventi di confinamento e/o drenaggio delle acque sia perché causa un cospicuo detrimento della capacità portante del terreno; inoltre queste zone rappresentano punti di elevata vulnerabilità della falda.

La piana alluvionale del Serio e alcune fasce lungo il Luio (via Cistercensi e vicino a Bastoni) presentano in generale una falda acquifera molto superficiale a causa della presenza di terreni alluvionali di poco spessore (inferiore a 3 m). Il fenomeno può essere favorito dalla presenza di vecchie canalizzazioni idrauliche dismesse ma che almeno in parte convogliano ancora acqua (via Pradella lungo il Serio). Il ristagno d'acqua in superficie talvolta è acuito dalla presenza di argini e varie infrastrutture lineari che impediscono il normale grondo delle superfici verso il fiume: si hanno perciò anche vaste aree allagabili come nel settore meridionale del territorio albinese.



Via Pradella: ristagno d'acqua, emersione della falda e venute d'acqua dal muro di sostegno della strada.

Oltre alla rappresentazione delle *aste torrentizie* la carta geomorfologica riporta altri elementi che riguardano la circolazione delle acque superficiali e i loro effetti sul terreno: i deflussi veloci e concentrati attivano forme di *erosione lineare accelerata* o *erosione lineare accelerata in forra*, dunque anche in alvei molto incisi e rocciosi, come in tratti dell'Albina o del rio Valgua, dove si sviluppano forme di erosione particolari e attraenti come le *marmitte d'evorsione* (scodelle e grandi buche levigate in roccia).

Lo scorrimento delle acque genera sovente *orli di erosione fluviotorrentizia in roccia* o *orli di erosione fluviotorrentizia in terreno*; questi segnano il ciglio di sponda di torrenti e fiumi in molti tratti e, soprattutto sul lato esterno delle anse fluviali, si hanno forme di *erosione spondale* con progressivo arretramento della sponda (lungo il Serio presso Prato Alto, via Pradella, nella zona a NE della ex stazione ferroviaria e di fronte alla confluenza dell'Albina). Alcune di queste aree spondali sono state più volte consolidate e protette con massicciate, mantellate, pennelli e svasamenti dell'alveo, ma sembra che periodicamente tali lavori debbano essere riproposti per non compromettere la fruibilità di alcuni terreni vicini al fiume. Alcuni residenti raccontano che negli ultimi cinquant'anni in un tratto di via Pradella (Autosalone Colleoni) la sponda sinistra del Serio ha subito un arretramento di circa quaranta metri.

Laddove la corrente rallenta, come in corrispondenza di anse o di salti di fondo (molto evidenti soprattutto in valle del Luio) si può avere sedimentazione eccessiva in alveo, cioè forme di *sovralluvionamento*, mentre alla confluenza degli affluenti nel corso d'acqua principale si possono formare *conoidi* più o meno ampie a causa del rilascio dei detriti trasportati dalle piene e/o da eventi di debris flow.

In alcuni casi il deflusso delle acque incanalate è parzialmente ostacolato da attraversamenti (ponti, passerelle) o da tombature sottostanti a piazzali, strade, terrapieni, etc.). Questi punti definiti in carta come *occlusioni d'alveo* costituiscono un altro elemento di particolare attenzione poiché spesso, pur essendo dimensionati sufficientemente per il deflusso idrico di piena, non lo sono nei confronti della portata solida e non sono dotati di accorgimenti che contrastino l'accumulo di detriti legnosi provenienti dall'estirpazione di piante dalle sponde non più curate e quant'altro possa ostruire la sezione di deflusso (effetto diga). Queste situazioni cui sono collegati punti di possibili esondazione sono molto diffuse sul territorio di Albino, specialmente lungo tutti i corsi d'acqua minori. Le esondazioni quando avvengono interessano soprattutto la viabilità (come in valle del Luio o a monte del Capoluogo), ma vi sono torrenti, come il Brandena o il Rovaro, le cui alluvioni hanno avuto episodi catastrofici e tragici.

La valle dell'Albina è oggetto di un recente studio idraulico teso a verificare la compatibilità di trasformazioni previste su terreni nel centro abitato che si affacciano sulle sue sponde (*“Verifica della compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali e/o delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultano soggette a possibile esondazione da parte del torrente Albina”* – GEA, 2012). Questo alveo oggi risulta molto ristretto dal ponte della strada provinciale della Valle Seriana; tale restringimento è già

stato causa nel passato di esondazione della piena che ha coinvolto la ex stazione ferroviaria (*area interessata da esondazione*). Lo stesso Albino e alcuni suoi affluenti sono esondati in altri punti, come nella zona di via Di Vittorio.

Episodi di esondazione si possono tuttavia verificare anche senza la presenza di restringimenti od occlusione d'alveo, ma per insufficiente ampiezza della sezione idraulica del corso d'acqua (*aree interessate da esondazione*); ciò è già avvenuto soprattutto lungo il torrente Luio a Molinello e in qualche punto lungo il Serio. Per quanto riguarda il fiume, in particolare, è evidenziato in carta con un'apposita linea il *limite dell'area di esondazione storica del Serio*, ripreso dalla cartografia dello "Studio e perimetrazione delle aree a rischio idraulico del fiume Serio in vari comuni a monte di Nembro" (DIZETA INGEGNERIA, 1999).

Le forme di occlusione d'alveo e le possibili conseguenti esondazioni richiedono particolare attenzione a causa degli effetti che i fenomeni possono avere sulle aree abitate o sui previsti nuovi insediamenti.

Sono indicati come *paleoalvei* (sarebbe meglio dire alvei abbandonati) delle fasce di terreno che un tempo facevano parte dell'alveo del fiume Serio o dei suoi principali affluenti: la naturale evoluzione del corso d'acqua, con o senza la concomitante azione antropica, hanno causato l'abbandono (almeno in condizioni di piena ordinaria) di anse o di tratti anche abbastanza lunghi di alveo a causa di eventi di piena, di erosioni, di frane spondali o della formazione e progressivo ampliamento e consolidamento di isole fluviali (sovralluvionamento). Un chiaro esempio di questa dinamica fluviale, che nel tempo può avere risvolti importanti, è il paleoalveo dell'Isola dello Zio Bruno, una striscia di terra in cui ormai a fatica si riconosce l'impronta fluviale che si trova decine di metri dall'odierno alveo del Serio che oggi scorre verso Est sul confine con Cene, più profondo di qualche metro. Questi ambiti richiedono comunque attenzione, poiché nel momento in cui il fiume venisse a trovarsi in condizioni veramente critiche potrebbero essere nuovamente interessati dal deflusso della corrente.

Il fenomeno dell'*infiltrazione*, quando cioè una significativa portata d'acqua è sottratta al deflusso superficiale in alveo per entrare in sottosuolo e in alcuni tratti il torrente rimane asciutto per ricomparire più a valle, avviene in punti in cui il substrato roccioso si approfondisce e vi sono cospicui spessori di ghiaia alluvionale o terreni carsici: è il caso del torrente Guarnasco, dove scorre sulle rocce calcaree della Dolomia a Conchodon.

È ripreso dallo studio geologico precedente il simbolo di "tratto a fondo concavo o avvallamento": si indicano in tal modo dei compluvi o degli avvallamenti in cui non vi è una linea di deflusso (l'alveo non è definito); spesso vi si notano forme di solifluzione. Sono presenti in valle del Luio, soprattutto su terreni argillosi e substrati argillitici.

La tabella che segue integra l'elenco dei principali dissesti alluvionali del territorio albinese (GEA, 1994, pp. 34) e ripreso da GOVI M. e MORTARA A.: si tratta sia di eventi alluvionali sia di fenomeni franosi registrati dalla stampa locale o dagli Uffici comunali negli ultimi anni).



Data	Località	Evento	FONTE
23/03/1932	torrenti Rovaro e Albina	Periodico straripamento del torrente Rovaro, l'Albina straripa con allagamenti di cantine a piano terreno nella zona della stazione	Eco di Bergamo
23/06/1933	torrente Rovaro, rio Re, fiume Serio, Bondo Petello	Il rio Re allaga alcuni pollai, il Rovaro la strada provinciale; lungo il Serio parziale allagamento della ditta SIAMA e forte erosione in località Pradella con pericolo per la strada per Abbazia; campi allagati in sinistra idrografica; fsmottamento della scarpata di Bondo Petello	Eco di Bergamo
05/07/1939	torrente Albina e Serio, Bondo Petello	allagamenti lungo il torrente Albina e lungo il Serio, frana di una ripa sulla strada per Bondo	Eco di Bergamo
09/06/1941	torrenti Rovaro e Isla	frane a Gazzaniga lungo il torrente Rovaro e a Comenduno (valle Isla) con circa 100 m ³ di materiale sulla strada provinciale	Eco di Bergamo
13/07/1951	valle Isla, Comenduno, Albino e Desenzano	frana lungo la valle Isla con deposito di materiale sulla strada provinciale (circa 400 m ³) e allagamenti di case nelle frazioni Comenduno, Albino e Desenzano per la pioggia	Eco di Bergamo
14/09/1951	Casale	frana sulla strada	Giornale del Popolo
11/06/1954	valle Albina, stazione	il torrente Albina straripa e invade la stazione ferroviaria	Eco di Bergamo
08/06/1957	valle Valgua, Scuola Suore Apostoliche e valle Isla	straripamento Valgua presso il ponte, consueta frana in valle Isla e allagamento per pioggia della Scuola delle Suore Apostoliche	Eco di Bergamo
30/10/1959	torrente Albina e fiume Serio	il torrente Albina straripa e fa franare un muro, il fiume Sero supera con illivello di piena la passerella Honneger	Eco di Bergamo
18/07/1960	Albino, Honneger	a causa del forte temporale allagati ad Albino gli uffici comunali, vie negozi e scantinati; il canale Honneger ha rotto gli argini a Comenduno allagando l'area circostante e in capannone si è allagato presso lo stabilimento Honneger	Eco di Bergamo
10/07/1972	territorio di Albino	frane e straripamenti, colate (vedi pubblicazione)	M.Govi e G. Mortara
26/10/1999	via Tarantelli	frana della scarpata di terra soprastante il polo artigianale per i lavori di realizzazione della nuova strada Seriate-Gazzaniga	Eco di Bergamo
19/03/2000	galleria Dossi	sfnellamento in galleria lungo un condotto carsico che ha interessato in superficie la proprietà Fiammarelli	Eco di Bergamo
16/09/2000	Bondo Petello, Albino, Comenduno	grandinata con danni ad edifici e auto	Provincia
04/08/2001	Albino, Comenduno, Bondo Petello	allagamenti per la pioggia degli scantinati (anche un ristorante a Comenduno e gli uffici comunali) e rottura della fognatura in via Belloloco	Eco di Bergamo
30/01/2002	Monte Rena	Caduta massi su carrareccia (sentiero n. 538)	S.TER.
05/05/2002		Smottamenti su aree private	S.TER.
10/05/2002	Fiume Serio	Erosione in sponda sinistra idraulica Fiume Serio nei pressi della S.P. 39	S.TER.
27/08/2002	Monte Altino	Frana a valle del Santuario di Altino	S.TER.
ott-02	Via Dossello	Frana su terreni privati con potenziale coinvolgimento abitazioni	S.TER.
07/02/2003	Via Provinciale, 107	Pericolo caduta massi su abitazioni e su S.P. 35	S.TER.
11/02/2003	Fiume Serio - Isola dello Zio Bruno	Erosione sponda destra Fiume Serio nei pressi della pista ciclabile	S.TER.
01/06/2003	Bronda	Caduta due massi nei pressi di via Merano (mobilificio al Portico)	S.TER.
10/07/2003	Provati	Frana	S.TER.



Data	Località	Evento	FONTE
15/03/2004	Casale	Caduta massi	S.TER.
22/03/2004	Via Valgua	Caduta massi su strada comunale	S.TER.
01/10/2004	Via Sottocorna	Rischio caduta massi su parcheggio	S.TER.
03/05/2005	Via Provinciale	Rischio caduta massi da Col del Batès	S.TER.
31/01/2006	Via Santuario di Altino	Caduta massi	S.TER.
15/04/2008	Rovaro	Caduta masso su abitazione e palo ENEL all'altezza del civico 107 della Via Provinciale	S.TER., Eco di Bergamo
mag-08	via Bastoni	Frana in area di proprietà privata	COMUNE
mag-08	via Firenze 19	allagamento palazzina	COMUNE
giu-08	via Pradella, via Pradalunga, via Tarantelli, via SS. Trinità	allagamento	COMUNE
mag-09	via Pradella 26	frana proprietà Persico Giovanni	COMUNE
ott-09	via Provinciale 107-109	caduta masso su rete posata da Regione	COMUNE
2009	monte Tre Croci	segnalazione pericolo caduta massi	COMUNE
20/09/2010	Valle Cornello	Caduta massi	S.TER.
26/10/2010	via Provinciale	frana su via Provinciale (strada comunale) nel tratto compreso tra via Isla e via Roncaglia	S.TER. Eco di Bergamo
nov-10	via Colle Sfanino	pericolo di scivolamento proprietà Basi	COMUNE
17/11/2010	galleria dei Dossi	allagamento della sede stradale	Eco di Bergamo
16-giu-11	via Cascina Gromba	spionamento tratto strada privata	COMUNE
17/06/2011	Via Prati Alti	Distacco materiale da parete rocciosa nelle vicinanze di abitazioni	S.TER.
14/07/2011	Strada Provinciale	Caduta masso al civico 107	S.TER.
29/09/2011	Abitato	Erosione sponda destra del Fiume Serio a monte confluenza con T. Albina	S.TER., COMUNE
set-11	via Provinciale 123	segnalazione pericolo caduta massi	COMUNE
21/10/2011	Stazione	Erosione sponda destra fiume Serio a seguito di piena	S.TER.
10/11/2011	S.Rocco	frana, massa consistente di fango e roccia, sulla strada pedonale per San Rocco	Eco di Bergamo



In alto: orlo di erosione fluviotorrentizia e sovralluvionamento lungo il torrente Luio

A lato: erosione spondale del fiume Serio presso lo svincolo Cene Sud della nuova strada Seriate Gazzaniga.



Esempi di occlusione di alveo per tombinature e ponti: in alto due vallecole minori tributarie del torrente Lurio una presso la chiesa di S. Antonio e l'altra presso via Camarelli, al centro la tombinatura della valle Isla e quella della piccola vallecola che scende da Merà attraversando la frazione Rovaro e in basso l'attraversamento della strada statale sul torrente Rovaro con la colata di detrito e tronchi del 10 luglio 1972.



Elementi geomorfologici legati al carsismo



Si tratta di fenomeni connessi alla dissoluzione di rocce calcaree da parte dell'acqua d'infiltrazione sotterranea; nella carta geomorfologica originaria (GEA, 1994) non sono rappresentati né sono stati descritti; essi invece non solo hanno valenza naturalistica, ma anche e soprattutto rappresentano un indice di pericolosità a cui porre attenzione nel caso di trasformazione delle aree soprastanti (edificazioni, terrapieni) o di utilizzo del sottosuolo (gallerie).

A piccola scala il carsismo si manifesta con caratteristici solchi, scanalature e piccole cavità nelle rocce (*carsismo superficiale*); sono frequenti nella Dolomia a Conchodon (zona a Sud di Piazzo), nella Dolomia Principale (a Nord di Nigromo), nel Calcarea di Zu (a valle di Merà) e nel Calcarea di Zorzino (Monte Altino).

Di maggiori dimensioni sono le vistose depressioni circolari del terreno (*doline e polje*) che si formano in corrispondenza di particolari condizioni strutturali del substrato calcareo (strati suborizzontali, sono di frattura), come nel Calcarea di Zorzino presso il monte Altino e nel Calcarea di Zu sui versanti settentrionale e occidentale del Misma. Le doline più grandi si trovano nella zona tra la SS. Trinità e S. Rocco e hanno diametri anche di oltre cento metri. La scarsa valutazione di tali forme ha dato seri problemi durante la costruzione della galleria della strada provinciale per collasso di un condotto carsico (via Cave).

Le forme carsiche più interessanti, spettacolari dal punto di vista naturalistico, sono rappresentate da cavità ipogee subverticali (*inghiottitoio, pozzo*) o suborizzontali (*grotte*); sono abbastanza frequenti sul territorio albinese, soprattutto nella zona attorno a Nigromo, al fosso Brocchi (grotte dell'Albina) e sul monte Altino. Queste morfologie sotterranee sono oggetto di studi, rilievi e indagini da parte di gruppi di speleologi e alcune sono state censite e descritte nel "Catalogo delle grotte del settore Bergamasco" (Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "E. Caffi", Bergamo, 1981).

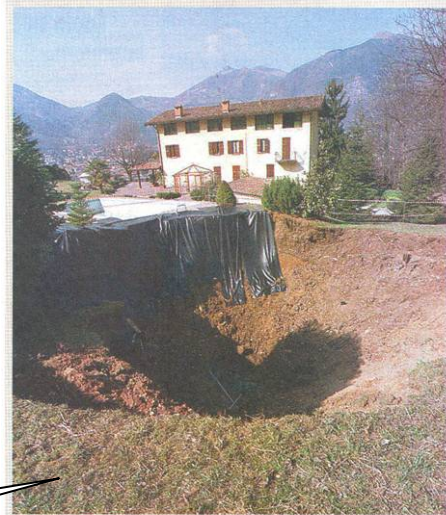


Carsismo superficiale nei pressi di Piazza e sulla strada che sale a Merà.



Grotta lungo il torrente Albina

SFIORATA LA TRAGEDIA AD ALBINO



Cede galleria, voragine in giardino

sfornellamento di una dolina a causa dei lavori della galleria stradale sopra la galleria Dossi



Dolina presso località Dossi



Elementi antropici



Si tratta di forme legate all'attività dell'uomo che portano variazioni significative della morfologia naturale dei luoghi. La produzione di materiali litoidi (industria mineraria) come il Marmo di S. Benedetto, il calcare per calce e la marna da cemento o le pietre coti, etc.) in un arco di tempo di almeno quattro secoli ha lasciato importanti segni sul territorio albinese. Tale attività, molto fiorente nel secolo scorso, è ora praticamente cessata, ma rimangono vestigia di *cave* e di *miniere abbandonate*, soprattutto nella zona di Isla e in quella di S. Rocco (calce), dove è ancora attiva una concessione ed è in via di ultimazione il ripristino ambientale. Nella valle del Luio e soprattutto lungo la Vallotella e il Fosso del Vallone, sulle pendici settentrionali del Misma, sono numerosi gli ambiti estrattivi di pietra ornamentale (marmo di S. Benedetto) e le cavità lasciate dalle antiche miniere di pietre coti, con le loro imponenti discariche (*roére*) lungo il fosso del Vallone.

Nell'ultimo decennio la costruzione della *galleria stradale* dei Dossi, sul tracciato della nuova strada Seriate-Gazzaniga, ha richiesto l'apertura di uno scavo importante, che in fase realizzativa ha creato, come già detto, qualche problema di stabilità dei terreni soprastanti ed anche oggi manifesta conseguenze negative per via della discarica non ancora ben sistemata presso la chiesa della SS. Trinità. Gli ingenti riporti collegati alla costruzione di queste opere hanno inoltre portato all'obliterazione del deflusso idrico superficiale presso l'imbocco Nord della galleria Dossi.

Le *discariche di inerti* di piccole dimensioni sono indicate in carta con simboli puntuali, mentre le più grandi sono rappresentate con campiture apposite areali (*livellamento o riporto cartografabile*). Tali forme si trovano in prevalenza lungo l'asta del fiume Serio, dove nel tempo hanno finito per racchiudere l'alveo entro arginature; ma ve ne sono anche in numerose valli minori, con tratti di alveo tombati e conseguente formazione di piazzali per parcheggi e attrezzature pubbliche (Dossello, Vallalta, Fiobbio, etc.). Queste situazioni necessitano di molta attenzione, poiché occorre verificare l'efficienza idraulica delle condotte sotterranee e garantirne la manutenzione (vasca di raccolta, tubazioni etc.). La canalizzazione sotterranea di tali corsi d'acqua in alcuni casi ha come conseguenza un'accelerata erosione dell'alveo a valle dei manufatti e vi è la necessità di ulteriori opere di regimazione: un caso esemplare è quello del torrente che attraversa la piazza principale di Vallalta.



GeoTer

File: /Albino/Comune/Aggiornamento PGT/relazione

COMUNE DI ALBINO

revisione e aggiornamento studio geologico

Alla categoria delle modificazioni antropiche appartiene anche la *discarica RSU*. Quella che si trova sulla sponda sinistra del Serio presso il confine con Cene, già segnalata nel precedente studio geologico, è stata riportata all'attenzione in occasione dei lavori per la costruzione del nuovo ponte tra via Pertini e via Serio (cfr. “*Realizzazione nuovo ponte tra le vie Serio e Pertini con relativa pista ciclopedonale. Caratterizzazione del sottosuolo e acque sotterranee a seguito del ritrovamento di residui vari durante i lavori di scavo*“ - CONSULENZE AMBIENTALI, 2009; “*Verifica dei caratteri geologici del sito di costruzione del nuovo ponte sul Serio*” - GEOTER, 2009).

I *canali di derivazione* o *rogge*, costruiti soprattutto per scopi idroelettrici, segnano soprattutto la morfologia della piana del Serio, ma in parte anche quella dell'Albina e del Luio. Alcuni sono ormai dismessi e completamente interrati sotto l'area urbanizzata, perché gli opifici che li utilizzavano hanno cessato l'attività (sponda sinistra del Serio tra via Pradella e l'Italcementi, rogge lungo l'Albina, *canale di derivazione abbandonato* presso Molinello in valle del Luio) o perché le acque sorgive che essi convogliavano sono state captate ad uso potabile (rio Re). Alcuni altri di questi canali sono utilizzati come scolmatori di piena delle reti fognarie. Le rogge in attività sono tutte sulla sponda destra del Serio; la loro costruzione ha modificato l'antica piana fluviale con terrapieni o strutture pensili, per ottenere salti terminali adeguati alla produzione di energia elettrica; in molti tratti dove i canali corrono a lato di strade essi sono stati coperti. Anche queste strutture richiedono attenzione, rappresentano un certo rischio e quindi impongono limitazioni d'uso alle aree che attraversano anche perché in alcuni casi raccolgono le acque di alcuni corsi d'acqua (valle Isla e valle Guarnasco).

Tra gli elementi antropici sono indicati anche i *terrazzamenti* agricoli, spesso sostenuti da muri in pietrame a secco, e i *manufatti lesionati o allagati*. Tra questi ultimi, le strade della zona di Gavazzuolo, con i muri che le bordano, si presentano particolarmente fessurate sul ciglio di valle; a causa dell'eccessivo carico cui sono sottoposte e/o della scarsa solidità delle strutture stesse; localmente il dissesto può essere collegato anche con forme naturali di soliflusso o di smottamento del terreno superficiale.

Si segnalano infine i *manufatti e/o materiali pericolosi per la dinamica degli alvei*, cioè le costruzioni precarie, i depositi di legname o di vari altri materiali in prossimità delle sponde di quasi tutti i corsi d'acqua; in caso di deflussi di piena queste fattispecie possono essere coinvolte e trascinate dalle acque, causando occlusioni di alveo, esondazioni e/o danni e distruzioni a strutture idrauliche e ponti. La segnalazione assume particolare rilevanza soprattutto lungo il corso del torrente Luio e, purtroppo, indica anche una scarsa attenzione al territorio e in particolare all'ambito fluviale.



Cava Italcementi



Discariche (Roere) per l'estrazione di pietre coti



Particolare di livello di R..S.U. lungo il Serio



Roggia all'interno di Albino



Manufatti e materiali pericolosi per la dinamica degli alvei lungo l'asta del torrente Luio



Elementi di mitigazione dei processi gravitativi



Si tratta di interventi atti a prevenire stacco di blocchi, frane in terra o cedimenti del terreno, come le *reti addossate* e le *barriere paramassi*. Le prime sono applicate soprattutto in corrispondenza di scarpate rocciose degradate da processi naturali (Sottocorna) o di intagli stradali (Colle Gallo, strada di Merà in valle Cornello); le seconde proteggono la strada provinciale nel tratto tra la valle Isla e le prime case di Rovaro, ma ve ne sono anche a Sottocorna a monte del parco Martinelli e presso Piazza. In quest'ultima località lo stesso simbolo indica anche un tomo paramassi in terra probabilmente realizzato dal Genio Civile nella prima metà del secolo scorso.

Palificate, gabbionate e terre armate costituiscono invece elementi di sostegno delle scarpate franose in terra o in roccia debole (argillite); sono molto impiegate presso gli imbocchi delle nuove gallerie stradali a Dossi e S.Rocco (con geostuoie e grate a camera) e anche in valle del Luio, dove servono a proteggere la tubazione del metano (es.: al Fosso Vallone), e presso alcuni parcheggi (via Bastoni, Cà dei Gotti). Le palificate doppie in legname e pietrame sono spesso usate in valle del Luio per la sistemazione di terreni di abitazioni private.

Con il simbolo di *consolidamento* si indica la sistemazione della voragine apertasi in via Cascina Gromba, che è stata intasata con calcestruzzo.



Barriere paramassi lungo la strada provinciale



Palificate, geostuoie e grate camera in località Dossi



Elementi di regolazione dei processi fluviotorrentizi

ELEMENTI DI REGOLAZIONE DI PROCESSI FLUVIOTORRENTIZI



Sulla carta geomorfologica sono indicate diverse opere di regimazione idraulica, che riguardano sia il fiume Serio sia alcuni suoi affluenti; si tratta di strutture longitudinali di difesa spondale (*scogliere, argini, muri e gabbioni in pietrame*) o di complete *canalizzazioni degli alvei* (torrente Albina nel centro abitato) o di condutture sotterranee; queste ultime riguardano *alvei intubati* (valle Brandena lungo le vie S. Giuseppe, Santa Maria, Patrioti e del Maglio) o la raccolta di acque dal versante (monte Cereto lungo via Milano e via Duca d'Aosta) o la tombatura di alvei sotto discariche di inerti (valle del Luio).

Strutture trasversali di regimazione idraulica - *soglie e briglie* - sono numerose soprattutto lungo la valle Brandena, il rio Rena e la valle Rovaro: la loro costruzione fu conseguente all'alluvione del 1972. Sul Serio vi sono invece *dighe di trattenuta* relative a derivazioni idroelettriche e industriali. Un altro apposito simbolo indica i principali attraversamenti - *ponti* - anche pedonali e i guadi (*cunettoni*).



Difese spondali longitudinali lungo il torrente Valgua e il fiume Serio



Difese spondali e opere trasversali: in alto torrente Albina (A e B), seguono vasca di sedimentazione dei torrente Brandena (C) e Cornello (D); briglie lungo la valle del monte Rena (E), diga di sbarramento sul Serio (F) e difese spondali sul torrente Luio (G e H)

4.3. Carta idrogeologica

(tavola 3)

Nella carta idrogeologica si fornisce una valutazione di massima della permeabilità superficiale delle diverse unità geologiche, distinguendo i terreni, per i quali la permeabilità è di tipo primario (porosità), dalle rocce nelle quali la permeabilità è soprattutto secondaria (fratture e/o giunti di strato). Rispetto alla carta precedente, sono qui distinti con maggior dettaglio - avendo operato prima una revisione della situazione litostrutturale - le classi di permeabilità, secondo quanto descritto qui di seguito:

- Terreni (vp') con permeabilità da elevata a buona: $K > 10^{-2}$ cm/s. A questa classe appartengono i sedimenti alluvionali attuali e recenti del Serio e del Luio (lungo l'Albina la presenza di tali terreni è insignificante) e i detriti di versante (detriti di falda) sciolti o parzialmente colonizzati, che si trovano ai piedi del monte Rena. La stessa classe comprende anche le discariche di pietrame (*roere*). La fascia di terreni molto permeabili lungo il Serio presenta circa duecento metri di larghezza e uno spessore ragguardevole (m 5÷15); in tal modo essa ha un ruolo idrogeologico significativo, rappresentando un *acquifero* superficiale (collegato con il fiume) cui attingono numerosi pozzi industriali. Nel territorio di Albino non vi è presenza di corpi rocciosi cui assegnare questa classe di permeabilità.

- Terreni (p'), rocce fratturate e/o carsificate (P'') con permeabilità da buona a media: $10^{-2} \geq K > 10^{-4}$ cm/s¹. Sono raggruppati in questa classe i sedimenti alluvionali (sabbia e ghiaia) più antichi del Serio e dei suoi affluenti, i detriti di falda cementati e/o colonizzati da vegetazione, i terreni eluviali prevalentemente sabbiosi, quelli ghiaioso-sabbiosi di conoide e i riporti ghiaiosi. Questi materiali sono molto diffusi nel fondovalle seriano e nelle valli del Luio e dell'Albina e sono in gran parte coperti (e impermeabilizzati) dall'urbanizzazione.

Questa classe di permeabilità è assegnata anche alle masse rocciose calcaree, calcareo-dolomitiche e dolomitiche, fessurate e/o con strati verticalizzati e localmente carsificate; esse appartengono soprattutto alle formazioni della Dolomia Principale e del Calcarea di Zorzino, nei settori interessati da faglie e/o sovrascorrimenti. Sono sede di falde acquifere che alimentano le principali sorgenti del territorio.

- Terreni (s'), rocce (S'), rocce fratturate (S'') con permeabilità da media a scarsa: $10^{-4} \geq K > 10^{-6}$ cm/s. La classe comprende i terreni con forte componente limo-sabbiosa e/o argillosa, come quelli fluvioglaciali e quelli di alterazione dell'Argillite, e anche i depositi di versante limo-argillosi con poca ghiaia e sabbia (colluvium), che segnano il passaggio da pendio a fondovalle. Questi terreni si trovano prevalentemente nel Capoluogo e in qualche piccola parte della valle del Luio

Lo stesso grado di permeabilità è assegnata alle rocce calcareo-marnose stratificate, ai calcari selciferi, alle alternanze di arenarie e calcari marnosi e alle radiolariti, poco fessurati e la cui giacitura è mediamente inclinata. Costituiscono la maggior parte dei rilievi montuosi di Albino, comprendendo le formazioni della Dolomia Principale (monte Cereto), del Calcarea di Zorzino (monte Altino) e quelle giurassiche (monte Rena, monte Misma). Nelle strutture tettoniche che coinvolgono tali rocce si insediano gli acquiferi sotterranei cui attingono numerose sorgenti.

- **Terreni (w')** **rocce impermeabili (W)**: $K \leq 10^{-6} \text{ cm s}^{-1}$. In questa categoria rientrano le argilliti e/o le alternanze di argilliti e calcari sottilmente stratificati (formazione dell'Argillite di Riva di Solto, quella delle Marne di Bruntino e la parte inferiore di quella del Calcare di Zu). Questi strati rappresentano la base impermeabile che sostiene le "reti" acquifere (soglie sottoposte) contenute negli ammassi calcarei fessurati e alla quale si deve lo scaturire delle sorgenti.

Fra i terreni impermeabili occorre considerare anche quelli "impermeabilizzati", cioè le superfici delle aree urbanizzate, dove i riporti, le pavimentazioni e le costruzioni in genere impediscono l'infiltrazione sotterranea dell'acqua piovana. Tali aree si riconoscono nella carta tematica dal grafismo degli edifici, che si sovrappone alla campitura che indica la classe di permeabilità dei terreni naturali e/o delle rocce sottostanti.

SIMBOLI IDROGEOLOGICI CONVENZIONALI

Nella carta idrogeologica con appositi simboli si indicano i principali elementi della circolazione delle acque superficiali e sotterranee, le zone di alimentazione e di recapito degli acquiferi, le captazioni e le fasce di rispetto delle sorgenti e dei pozzi. Con tratto blu sono rappresentate le strutture tettoniche (faglie e fratture) che conferiscono permeabilità agli ammassi rocciosi, mentre con tratto nero più grosso sono evidenziate quelle impermeabili che costituiscono i limiti o le soglie di permeabilità. Sono indicate anche le giaciture degli strati, poiché discontinuità rappresentate da tali giunti, diffuse su tutta la massa rocciosa, possono costituire vie preferenziali per l'infiltrazione sotterranea delle acque. Un tratto nero indica la traccia della sezione idrogeologica.

Le sorgenti sono distinte in *libere* e *captate*; per le prime il simbolo più piccolo indica il carattere effimero della scaturigine, mentre per quelle captate il simbolo è più evidente. Con il passaggio della gestione delle acque potabili dal Comune alle società di servizi, alcune di queste sorgenti sono rimaste inutilizzate (*captazione dismessa*, simbolo rosso). Si distinguono i *pozzi ad uso potabile* (simbolo blu) dai *pozzi ad uso industriale* (simbolo rosso). Sono ripresi nella carta idrogeologica anche alcuni elementi geomorfologici che hanno una particolare valenza anche sotto questo aspetto, come la *bassa soggiacenza della falda* o le *doline*.

Le frecce blu indicano le *direzioni presunte dei flussi idrici sotterranei* in roccia e nelle coperture: i primi seguono principalmente la giacitura degli strati e le principali famiglie di fessure nell'ammasso roccioso, i secondi la direzione di flusso del fiume Serio.

La carta riporta anche la posizione della *stazione meteorologica* comunale, installata presso le scuole elementari (pluviografo) e l'*idrometrografo* del Serio al ponte di Cene.

Una retinatura indica le "zone di rispetto" delle sorgenti e dei pozzi ai sensi del D.lgs. 11 maggio 1999, n.152, integrato dal D.lgs. 18 agosto 2000, n.258, all'art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693, All.1, cap.2. Per il pozzo "Ca' del Nano" è indicata la perimetrazione definita con criterio idrogeologico (NORDSERVIZI ACQUA srl. - *Istanza di concessione per derivazione ad uso potabile di mod. medi 0,12 (12 l/s) di acque pubbliche sotterranee tramite un pozzo in comune di Albino - Loc. Ca' del Nano* – STUDIO IDROGEOTECNICO, 2009).

La carta riporta i bacini principali degli acquedotti, mentre la scala del disegno non consente di rappresentare la rete di distribuzione idrica, né quella fognaria; di quest'ultima sono indicati solamente gli scaricatori di troppo pieno, segnalati dal gestore del servizio (UNIACQUE).

Anche il sistema idrografico del territorio è evidenziato sulla carta idrogeologica, distinguendo il Reticolo Idrico Minore da quello Principale, e le rogge.

SEZIONE IDROGEOLOGICA

Per rappresentare la struttura idrogeologica generale del territorio di Albino, in ottemperanza ai *Criteri* attuativi della legge regionale 12/05, è qui rappresentata una sezione idrogeologica, tratta dal lavoro appena citato (STUDIO IDROGEOLOGICO, 2009). La sezione taglia trasversalmente la valle del Luio e le sue strutture geologiche e illustra le emergenze collegate al “sovrascorrimento del monte Altino”, dove è stato realizzato il pozzo “Ca’ del Nano” e le circolazioni idriche sotterranee nel versante settentrionale del Misma, cui sono legate le scaturigini della zona di Abbazia e il pozzo “Crocette”.

Per altro, anche la sezione geologica B-B’, rappresentata nella tavola n.1 (carta geologica), contribuisce a chiarire la struttura che guida le circolazioni idriche sotterranee nel settore della valle Albina: il “sovrascorrimento di Albino” (Dolomia Principale e Dolomie Zonate sulla successione retico-giurassica rovesciata) dalla cui superficie di discontinuità scaturiscono numerose sorgenti molto importanti (zona Rio Re e zona torrente Albina).

4.3.1. Risorse idriche di Albino

Le risorse idriche sono sommariamente descritte nello studio geologico originario (GEA, 1994, pp. 31 e 32), dove si distinguono quelle captate dall’AMAC (Azienda Municipalizzata Acquedotti Civici di Bergamo), che hanno aree di “tutela assoluta” ben delimitate, e quelle utilizzate e gestite dal Comune di Albino. Questa suddivisione è ripresa anche nel successivo aggiornamento dello studio geologico di supporto al P.G.T. (TECNOGEO, 2007) con la sola aggiunta del pozzo “Ca’ del Nano” realizzato nel frattempo.

In questi ultimi anni la gestione dell’acqua potabile è passata a società municipalizzate (dapprima NORDSERVIZI s.r.l., oggi UNIACQUE) il cui obiettivo è la razionalizzazione delle risorse idriche e delle reti acquedottistiche. Di fatto alcune sorgenti che alimentavano l’acquedotto comunale sono state dismesse, soprattutto a causa della loro elevata vulnerabilità (sorgenti sopra Vallalta o in via Morandi) e si è provveduto a realizzare una nuova captazione (pozzo “Ca’ del Nano”).

Per la compilazione della nuova carta vi era dunque la necessità di rivedere l’ubicazione delle captazioni e la definizione delle loro aree di rispetto secondo la Normativa vigente; considerato che le concessioni di derivazione sono gestite dalla Provincia di Bergamo, questi dati sono stati verificati tramite il sito web provinciale e mediante le cartografie fornite da Uniacque.



Da questa indagine emerge che le sorgenti e i pozzi che alimentano attualmente l'acquedotto comunale erogano una portata complessiva media di oltre 200 l/s; di questi, circa la metà alimentano l'acquedotto della città di Bergamo (sorgenti "Rio Re", "Fassi", "Cugini", "Pradelli", "Vertegiana", e "Moretti") con la gestione di BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI S.p.A.

Le sorgenti che danno acqua al comune di Albino in parte derivano dallo stesso acquifero, quello del sovrascorrimento ("Rio Re" e "Gavazzi"), in parte sono associate a faglie N-S del monte Rena ("Rovaro" e "Masclone") e dell'alta valle Albina ("Bagazzino", "Val Mana" e "Val Folies"). Nella valle del Luio oltre ai pozzi "Ca' del Nano" e "Crocette" (Abbazia) sono captate alcune sorgenti che scaturiscono dal sovrascorrimento del monte Altino ("Molinello", "Molino" e "Fontana Mora") o sono collegate ai sistemi di faglia del monte Misma ("Vallotella").

Vi sono anche sorgenti captate ad uso industriale (stabilimento Acerbis a Vallalta) ed altre da privati ma per utilizzi igienici (sorgente Piazza del gruppo Honneger). Sulla piana alluvionale del Serio sono invece numerose i pozzi ad uso industriale con un prelievo complessivo stimabile in oltre 90 l/sec dal momento che non sono disponibili i dati di prelievo di tutti i pozzi.





RAGIONE SOCIALE	TIPO CAPTAZIONE	DENOMINAZIONE	PORTATA MEDIA (l/s)	COORDINATE GAUSS BOAGA	
				E	N
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	BAGAZZINO	2	1559920.03	5069368.61
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	VAL MANA	3	1559991.34	5069106.8
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	VAL FOLIES	1	1560319.4	5068911.1
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	Sorgente	RIO RE	47	1561194.3	5068647
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	Sorgente	FASSI	5	1561263.1	5068538.6
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	Sorgente	CUGINI	13	1561280.3	5068479
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	Sorgente	PRADELLI	7	1561559.4	5068375.8
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	Sorgente	VERTEGIANA	6	1561599.1	5068321.6
BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA	Sorgente	MORETTI	12	1561379.5	5068252.8
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	RIO RE	20	1561388.8	5068197.2
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	GAVAZZI	10	1561396.7	5068139
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	SORGENTE MASCLONE	10	1562839.70	5068195.47
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	ROVARO (comune Aviatico)	20	1563672.40	5070998.09
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	MOLINELLO	7	1564097.7	5067480.1
NORD SERVIZI S.R.L.	Pozzo	CA' DEL NANO	12	1564543.55	5067163.89
NORD SERVIZI S.R.L.	Pozzo	ABBAZIA 2	10	1565337.87	5066264.01
NORD SERVIZI S.R.L.	Pozzo	ABBAZIA 1	10	1565402.03	5066192.57
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	SORGENTE VALLOTTELLA	1	1565798.1	5065124
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	MOLINO	1	1566713.3	5067360.6
NORD SERVIZI S.R.L.	Sorgente	FONTANA MORA	4	1567302	5067191.3
PORTATA SORGENTI E POZZI NORD SERVIZI S.R.L.			111		
PORTATA SORGENTI E POZZI BAS SERVIZI IDRICI INTEGRATI SPA			90		

Sorgenti captate ad uso idropotabile in comune di Albino (dati da provincia di Bergamo)
N.B. la sorgente Rovaro alimenta Albino in parte, ma è ubicata in comune di Aviatico



RAGIONE SOCIALE	TIPO CAPTAZIONE	DENOMINAZIONE	PORTATA MEDIA (l/s)	COORDINATE	
				E	N
ACERBIS ITALIA	Sorgente	VALLE DEL PIANO	0.1	1564284.6	5068519.8
VALLALTA SPA	Derivazione superficiale	SERIO	10000	1563895.70	5070154.89
COTONIFICIO ZAMBAITI	Pozzo		0	1563644	5069371.1
COTONIFICIO ZAMBAITI	Pozzo		0	1563638.7	5069348.6
SITIP	Pozzo		6	1563588.4	5069189.8
SITIP	Pozzo		3	1563609.6	5069143.5
SITIP	Pozzo		0	1563595	5069125
ITALGEN S.P.A.	Derivazione superficiale	SERIO	10000	1563329.51	5068730.07
ZAMBAITI PARATI	Pozzo		7	1563169	5068459.8
ZAMBAITI PARATI	Pozzo		9	1563143.2	5068444.6
ZAMBAITI PARATI	Pozzo		10	1563155.1	5068377.1
ARIZZI FONDERIE SAN GIORGIO	Pozzo		4	1562899.6	5068132.1
STAMPERIA VALSERIANA S.R.L.	Pozzo		10	1563000.1	5067923.1
IMMOBILIARE SCARNI ANGELO & C.	Pozzo		0	1562989.5	5067872.8
IMMOBILIARE SCARNI ANGELO & C.	Pozzo		0	1563039.8	5067838.4
REFTEX	Sorgente	SORGENTE	10	1562788.5	5067552.7
ROVARO	Pozzo		30	1562635	5067539.4
MULDING FORM	Pozzo		2	1562172	5067274.9
LOMA SRL	Pozzo		1	1562452.4	5068150.6
COTONIFICIO ALBINI S.P.A.	Pozzo		0	1562373.1	5067838.4
COTONIFICIO ALBINI S.P.A.	Pozzo		3	1562330.7	5067859.6
PROVINCIA DI LOMBARDIA DEI FRATI	Pozzo		0	1561275	5067632
COTONIFICIO HONEGGER	Sorgente	PIAZZO	0	1560724.70	5067441.53
COTONIFICIO HONEGGER	Pozzo		4.5	1561264.5	5067007.6
AQUALIS S.P.A.	Derivazione superficiale	RE	70	1560915.20	5068224.70
FONDERIE CUSTALL	Derivazione superficiale	ALBINA	1	1561849.18	5067965.41
ATLANTIS SRL	Derivazione superficiale	ALBINA	7.5	1561931.20	5068031.56

Sorgenti , pozzi e derivazioni in alveo captate ad uso idropotabile in comune di Albino (dati da Provincia di Bergamo)

4.3.2. Corsi d'acqua

In linea generale il territorio di Albino presenta un reticolo idrico superficiale con alvei ben delineati e sviluppati, profondamente incisi nei tratti montano e pedemontano, solo qualche metro più bassi della piana alluvionale nel tratto in cui tagliano il fondovalle del Serio. Il reticolo ha una morfologia subdendritica, molto ramificata soprattutto nei due bacini tributari principali del Serio: quelli dell'Albina e del Luio. Ciò determina un elevato grado di gerarchizzazione che giunge ad essere anche del V ordine, secondo la classificazione di Horton.

Le aste del Serio e dei suoi affluenti principali sono ampiamente descritte nello studio geologico precedente (GEA, 1994, pp.26-30), al quale si rimanda; inoltre il torrente Luio e il torrente Albina con alcuni loro affluenti sono ben descritti nella *“Relazione generale del Reticolo Idrico Minore”* (GEA, 2004), documento che rimane valido riferimento anche con la nuova definizione del R.I.M. (GeoTer, 2012). L'idrografia della valle Albina, inoltre, è oggetto di uno studio di dettaglio in ambito P.A.I. (*“Verifica della compatibilità idraulica degli strumenti urbanistici e territoriali e/o delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultano soggette a possibile esondazione da parte del torrente Albina”* - GEA, 2012).

Va anche ricordato che nel territorio di Albino, al ponte di Cene, si trova l'idrometro di riferimento per le portate del Serio, che vanta registrazioni da oltre ottant'anni. Le portate del Serio sono esplicitate anche negli studi che compongono il PTCP della Provincia di Bergamo.

Regione Lombardia, mediante la banca dati “SIBCA”, fornisce i valori di portata liquida di tutti i corsi d'acqua, secondo la formula razionale, mentre le *“magnitudo”* delle colate detritiche sono determinate secondo le formule proposte da vari Autori (BOTTINO, CRIVELLARI, MANDRONE, 1996; D'AGOSTINO ET AL., 1996; BIANCO, 1999; CERIANI, CROSTA, FRATTINI, QUATTRINI, 2000) che, in funzione dei caratteri morfometrici del bacino (area, pendenza dell'asta torrentizia, indice dei litotipi del bacino, indice di trasporto, coefficiente di sistemazione), permettono di stimare i volumi dei *debris flow* che possono generarsi lungo le aste torrentizie.

Nella pagina seguente una tabella raccoglie le principali portate tratte da diversi studi specialistici con l'indicazione dei tempi di ritorno.

Infine va detto che nel PTCP della Provincia di Bergamo è indicata la portata media del Serio misurata all'idrometro del ponte di Cene nel periodo 1940-2000 (con alcuni anni di interruzione):
 $P_{media} = 20,4 \text{ m}^3/\text{s}$



N.°	Corso d'acqua	Sezione	Portata (m ³ /sec)			Area bacino (km ²)	Fonte
			tempo di ritorno				
			100	200	500		
1	SERIO (analisi statistica portate regionalizzazione)	ponte Cene	546	598		455	A
2	SERIO (modello afflussi deflussi)	ponte Cene	611	678		455	A
3	SERIO (analisi statistica distribuzione gamma)	ponte Cene	483	518	563	455	A
4	SERIO (modello afflussi deflussi)	Albino	493	546	613		A
5	SERIO	Alzano	530	570	630		B
6	SERIO	Albino (a monte confluenza Albina)		560			C
7	SERIO	ponte Cene	512	562	628	455	D
8	SERIO	ponte Cene	623	720	865	455	E
9	SERIO	Albino (ponte Romano)		738	886	490	F
10	ALBINA	ponte via A. d'Albino	25.55			2.246	G
11	VALGUA	confluenza con torrente Albina	48.17			5.070	G
12	VALLA MONTE RENA	confluenza con torrente Albina	13.8			1.109	G
13	VALLE PUTTA	confluenza con valle Luio	12.98			1.130	G
14	VALLE COLZINE	confluenza con valle Luio	13.87			1.057	G
15	VALLE BRUSNI'	confluenza con valle Rossa (Cene)	15.09			1.064	G
16	VALLE LUCCHERA O	confluenza con valle Luio	13.62			0.959	G
17	VALLOTELLA	confluenza con valle Luio	21.17			1.716	G
18	VALLE DA CASALE	confluenza con valle Luio	18.89			1.560	G
19	TORRENTE LUIO	ponte Luio	26.77			2.574	G
20	TORRENTE ALBINA	confluenza Serio	37.64			10.34	H
21	TORRENTE LUIO	confluenza Serio	43.89			16.99	H
22	TORRENTE ALBINA	ponte via A. d'Albino	16.44			3.11	H
23	VALLE MONTE RENA	confluenza Albina	5.55			0.55	H
24	VAL CAMOCCO	confluenza Valgua	18.24			2.57	H
25	VALGUA	confluenza Camocco	14.15			1.75	H
26	VAL BRANDENA	confluenza Serio	7.13			0.83	H
27	VALLE PUTTA	confluenza Luio	7.71			1.08	H
28	VALLE NANE	confluenza Luio	5.12			0.48	H
29	VALLE SESKY	confluenza Luio	5.07			0.43	H
30	VALLE LUIO ALTA	ponte Luio	24.41			4.38	H
31	VALLOTELLA	confluenza Luio	11.26			1.71	H
32	FOSSO VALLONE	confluenza Luio	7.82			0.96	H
33	W FOSSO VALLONE	confluenza Luio	6.78			0.63	H
34	TORRENTE ALBINA (Forti-De Marchi)	confluenza Serio	90.87			10.31	I
35	TORRENTE ALBINA (Anselmo)	confluenza Serio	60.01			10.31	I
36	TORRENTE ALBINA (regionalizzazione)	confluenza Serio	63.83			10.31	I
37	TORRENTE ALBINA (razionale A-D)	confluenza Serio	92.62	104.85	122.68	10.31	I
38	TORRENTE ALBINA (Nash - iet. Chicago)	confluenza Serio	89.47	102.23	119.55	10.31	I
39	TORRENTE ALBINA (Invaso - iet. Chicago)	confluenza Serio	82.43	94.43	110.77	10.31	I
40	TORRENTE ALBINA	confluenza Serio	90.00	100	115	10.31	I
41	TORRENTE GUARNASCO	strada provinciale	10.50			0.77	L
42	TORRENTE CORNELLO (Anselmo)	via Pelodà	1.76			0.23	M
43	TORRENTE CORNELLO (Form. Razionale)	via Pelodà	5.60			0.23	M

N.B.: A = Studio di perimetrazione delle aree a rischio idraulico a monte di Nembro (BG) - studio ADZETA, 1999

B = Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - AdBPo, 2001

C = Consorzio Bonifica Media Pianura Bergamasca - Valutazione di compatibilità idraulica preliminare a supporto di realizzazione di vasche interrato lungo il Serio - GEA 2004

D = P.T.C.P Provincia di Bergamo - studio Paoletti, 2004

E = Studio di fattibilità per la sistemazione idraulica del fiume Serio da Parre alla confluenza con l'Adda - AdBPo, 2004

F = Verifica idraulica per l'individuazione del limite di esondazione Tr 200 anni e Tr 500 anni del fiume Serio a monte del Ponte Romanico di Albino (BG) nell'ambito del progetto della nuova tramvia Bg-Valle Seriana - Studio Castelletti, 2005

G = Reticolo Idrografico Minore del Comune di Albino - GEA, 2004

H = SIBCA Regione Lombardia

I = Fonderia Custall e sig. Gassina - Verifica della compatibilità idraulica degli strumenti urbanistici e territoriali e/o delle proposte di uso del suolo ricadenti in aree che risultano soggette a possibile esondazione da parte del torrente Albina - Gea, 2012

L = Comune di Albino - Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino - E. Granata, 2011 e 2013

M = Pezzera Giacomina e altri - Approfondimento di studio sulla conoide della valle Cornello - GeoTer, 2003



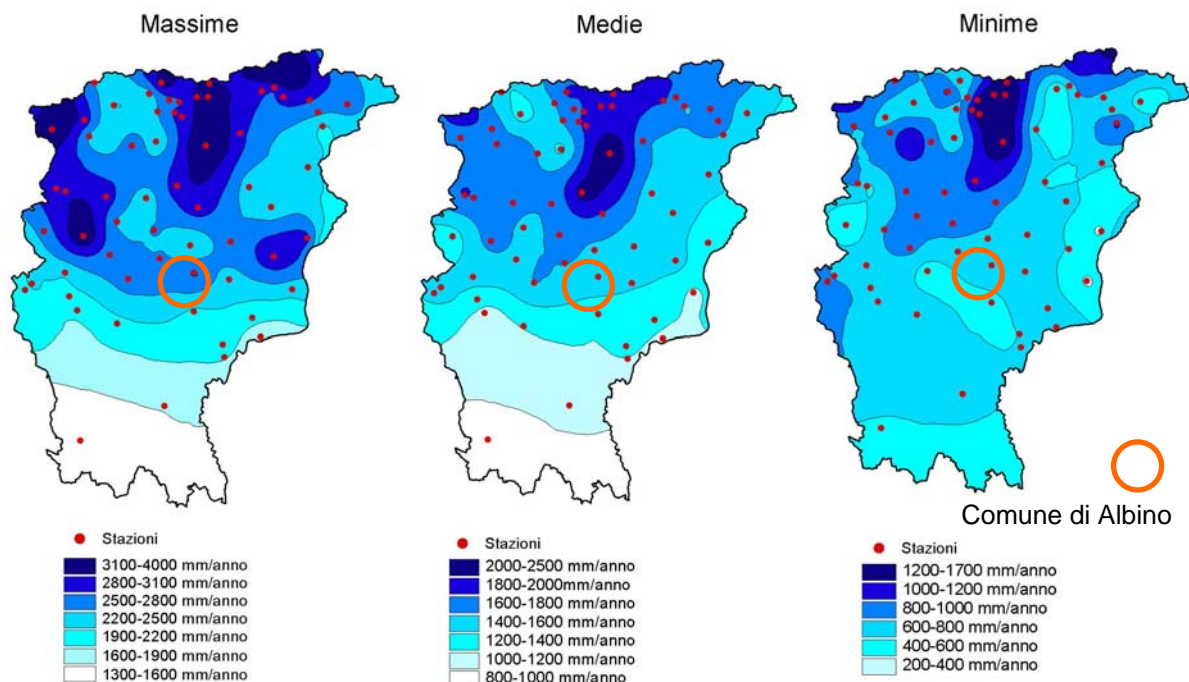
4.4.3. Osservazioni climatologiche

Il precedente studio geologico del PGT di Albino tratta estesamente del clima e del regime pluviometrico di questo territorio (GEA, 1994, pp. 17-26, tav. 11-14) e ad esso si fa riferimento. Qui è sufficiente ricordare per il regime pluviometrico del territorio albinese è caratterizzato da due periodi piovosi, dei quali il maggiore è primaverile (maggio) e il secondario in autunno, e da un minimo invernale. Le cospicue piogge estive (specialmente nel mese di agosto) collocano il territorio fra il regime sublitoraneo padano e quello continentale alpino.

La precipitazione media annua, come risulta anche dalla “*Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia registrate nel periodo 1891-1990*” (CERIANI M. e CARELLI M., 2000) è compresa tra 1400 e 1600 mm; Il valore massimo di precipitazione annua ha raggiunto 2800 mm, mentre il valore minimo 600 mm.

La temperatura media annua è compresa fra 10 ° e 13° C; nel mese più caldo dell'anno (luglio) la media oscilla fra 20° e 23° C ed in quello più freddo (gennaio) fra -2° e 2°C.

Carta delle precipitazioni della provincia di Bergamo



estratto dalla *Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia registrate nel periodo 1891-1990*” (M. Ceriani e M. Carelli, 2000)

4.4. Carta del dissesto con legenda uniformata P.A.I.

(tavola 4)

Tra i diversi documenti rivisti in sede di aggiornamento dello studio geologico di supporto al P.G.T. di Albino vi è anche la “Carta Geomorfológica con Legenda Uniformata P.A.I.”; essa è stata sottoposta ad un complesso iter di approvazione, a causa di modifiche e integrazioni che sono state presentate a più riprese, rispetto alla proposizione originaria (1999) e che comprendono anche alcuni studi di approfondimento sulle conoidi delle valli Brandena, Cornello e Guarnasco.

Il percorso autorizzativo di tale documentazione si può così riassumere:

-1999 - STUDIO GEA - “*Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I) OSSERVAZIONI*”: presenta le prime proposte di modifica riguardanti l’ambito di “*conoide attiva non protetta*” (Ca) che comprende gran parte della superficie urbanizzata del Capoluogo e l’ampia fascia classificata a “*pericolosità di esondazione molto elevata*” (Ee) in fregio al fiume Serio.

- febbraio 2003 - STUDIO GEA - “*Adeguamento dello Studio Geologico ai sensi della L.R. 41/97 al D.G.R. 29 ottobre 2001 n. 7/6645*”: lo studio riguarda l’intero territorio comunale e presenta una conseguente “Carta Geomorfológica con Legenda Uniformata P.A.I.”, oltre a dettagli sulla cosiddetta conoide del Brandena e, in parte, su quella del Guarnasco.

- 9 maggio 2003 - REGIONE LOMBARDIA con prot. z1.2003.0020350 comunica di accogliere parzialmente lo studio di adeguamento P.A.I. presentato e fornisce specifiche prescrizioni riguardo alle aree lungo il Serio e agli studi sulle conoidi del Brandena e del Guarnasco.

- giugno 2003 - STUDIO GEA - “*Adeguamento dello Studio Geologico ai sensi della L.R. 41/97 al D.G.R. 29 ottobre 2001 n. 7/6645*”: è riproposto il precedente studio di perimetrazione delle aree P.A.I. con gli adeguamenti alle prescrizioni di Regione Lombardia.

- 28 agosto 2003 - REGIONE LOMBARDIA con prot. z1.2003.0036425 comunica il parere favorevole sulla cartografia P.A.I. di Albino, richiedendo alcune modifiche rispetto al grado di classificazione di alcune aree franose, alla tipologia del dissesto della conoide del Guarnasco e alla conseguente attribuzione delle classi di fattibilità.

- settembre 2003 - STUDIO GEA – “*Integrazioni dello studio geologico del territorio comunale di Albino e studio sulla conoide del torrente Brandena*”: ripropone l’attribuzione della classe 3 di fattibilità per le aree “Fq”.

- novembre 2003 - GEOTER - “*Approfondimento di studio geologico sulla conoide del torrente Cornello*”: alcuni Privati presentano al Comune di Albino osservazioni sulla perimetrazione P.A.I.

- 23 aprile 2004 - COMUNE DI ALBINO - Deliberazione C.C. n.29 *“Esame osservazioni e approvazione definitiva Variante al P.R.G. per aggiornamento del quadro del dissesto del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (P.A.I.) in conformità ai contenuti della D.G.R. n.7/6645 e n. 7/7365”*: sono accolte le osservazioni dei Privati sulla conoide del Cornello ed è approvata la variante del P.R.G.
- 20 febbraio 2005; REGIONE LOMBARDIA con prot. z1.2005.006871 comunica la conformità al P.A.I. dello studio sulla conoide del Cornello, precisando che *«che nelle aree “Cp” nella carta del dissesto riportata nella fig. 3 della relazione illustrativa, devono essere applicate le norme dell’art.9, comma 8 delle N.d.A. del P.A.I., prevalenti, in quanto più restrittive, sulle norme relative alla classe 3 di fattibilità assegnate a tali aree»*.
- 29 aprile 2005 - COMUNE DI ALBINO - Deliberazione C.C. n.32 *“Approvazione definitiva variante al P.R.G. per Aggiornamento del quadro del dissesto del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (P.A.I.) in conformità ai contenuti della D.G.R. N.7/6645 e n.7/7365”*.
- gennaio 2011 - DOTT. GEOL. EZIO GRANATA - *“Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino”*: propone una modifica delle relative perimetrazioni del P.A.I.
- 14 febbraio 2011 - REGIONE LOMBARDIA con prot. z1.2011.003684) comunica il parere di conformità alla modifica P.A.I. richiesta per il Guarnasco, chiedendo una verifica della sezione di attraversamento dell’alveo per la strada provinciale anche in condizioni di parziale ostruzione.
- febbraio 2011 - DOTT. GEOL. EZIO GRANATA - *“Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino – Nota Integrativa”*.
- 8 febbraio 2012; REGIONE LOMBARDIA con prot. z1.2012.003425 comunica il parere di conformità sulla proposta di modifica al P.A.I. richiesta per il Guarnasco, ma chiede precisazioni sulla possibile area di espansione delle colate detritica e sul deflusso dell’acqua in presenza di una parziale ostruzione del tombotto sotto la strada provinciale.
- maggio 2012; DOTT. GEOL. EZIO GRANATA - *“Valutazione del grado di pericolosità del conoide del torrente Guarnasco in comune di Albino “ - Nota Integrativa.*

-----00000000000000-----



GeoTer

File: /Albino/Comune/Aggiornamento PGT/relazione

COMUNE DI ALBINO

revisione e aggiornamento studio geologico

Durante i numerosi sopralluoghi effettuati tra la fine del 2011 e i primi mesi del corrente anno, per verificare la congruità delle classificazioni e delle perimetrazioni della “*Carta geomorfologica con legenda uniformata P.A.I.*” del Comune di Albino e rilevare i dettagli di alcuni elementi geologici, sono emerse nella suddetta cartografia numerose e significative difformità rispetto alla reale situazione sul terreno. In particolare, numerose forme indicate in carta come “*frane quiescenti*” (*Fq*) nella realtà non hanno alcun riscontro oppure, sebbene presenti sul terreno, non sono ben perimetrare, né come posizione né come forma. In altri casi sono indicate come *conoidi* forme che non corrispondono a tale definizione.

L’erronea attribuzione di categorie geomorfologiche P.A.I. comporta talvolta pesanti conseguenze al territorio dal punto di vista normativo come, in particolare, l’automatica attribuzione della classe 4 di fattibilità geologica, vincolando in tal modo all’inedificabilità ambiti che, mediante semplici interventi di sistemazione, sarebbero facilmente fruibili a fini insediativi, oppure penalizzando aree già da tempo edificate per nulla in contraddizione con il contesto geologico.

I Funzionari di Regione Lombardia, Ente cui compete la valutazione delle classificazioni P.A.I., in un recente incontro (5 aprile 2012), convocato appositamente per esaminare collegialmente questa problematica che riguarda il Comune di Albino, hanno indicato la possibilità di ridefinire le perimetrazioni P.A.I. mediante una nuova complessiva analisi geomorfologica del territorio comunale e delle sue forme di dissesto, anche alla luce del maggior dettaglio della cartografia aerofotogrammetrica in scala 1:2.000 e/o 1:1.000 ora disponibile (Comune di Albino, 2004), senza dover ricorrere a specifici studi di approfondimento puntuale. Ciò è in accordo anche con le disposizioni contenute nella D.G.R. n.IX/2616 del 30.11.2011 - “*Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*”.

In proposito, è opportuno sottolineare come nell’Aggiornamento dei Criteri regionali si specifichi che “*i dati contenuti nel Geoportale regionale, applicativo GeoIFFI – Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici, costituiscono la base di partenza per i successivi approfondimenti per i territori collinari e di montagna e non possono essere considerati sostitutivi acriticamente (in termini areali e di attività) dell’analisi geomorfologica diretta*”.

Si consideri anche che, nel corso della presente revisione dello studio geologico a supporto del P.G.T., alcuni Privati hanno presentato al Comune di Albino uno studio idraulico che riguarda un lungo tratto (circa seicento metri) del torrente Albina, che scorre all’interno del centro abitato (“*Verifica della compatibilità idraulica degli strumenti urbanistici e territoriali e/o delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultano soggette a possibile esondazione da parte del torrente Albina*” - GEA, 2012); ciò con lo scopo di verificare la possibilità di convertire a nuova destinazione urbanistica un’area industriale (Fonderia Custall) ed una di servizi (Proprietà Cassina) dismesse in fregio al corso d’acqua. Anche questo studio giustifica la richiesta di modifica della relativa perimetrazione P.A.I. e, qualora essa sia considerata ammissibile, occorre che tale modifica sia recepita nella specifica cartografia comunale.

La situazione su descritta, assieme alla necessità di chiudere l'iter autorizzativo che concerne le perimetrazioni delle conoidi del Guarnasco e del Cornello, ha reso evidente la necessità di effettuare una completa ridefinizione delle aree in dissesto e di ripresentare agli Enti competenti per il parere di approvazione una nuova "Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I."

Per una migliore comprensione, la suddetta carta è redatta in due versioni: utilizzando come base topografica la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000, ed anche il rilievo aerofotogrammetrico del Comune di Albino, opportunamente semplificato per la stampa alla stessa scala.

-----00000000000000-----

Le difformità rilevate tra la reale situazione dei dissesti sul terreno e quella rappresentata nella cartografia P.A.I. vigente sono di diversi tipi: vi sono errori di rappresentazione cartografica, di riconoscimento dei processi geomorfici e delle conseguenti forme, di ubicazione e/o di definizione delle aree interessate dai fenomeni e/o di attribuzione del grado di attività dei processi stessi. Per ognuno di questi aspetti sono descritti di seguito a titolo esemplificativo, alcuni casi, onde chiarire nel dettaglio le analisi effettuate e le valutazioni finali.

Riguardo al fiume Serio, per definire le sue possibili fasce di rispetto, assieme a criteri geomorfologici, si utilizzano i risultati di numerosi lavori di carattere idraulico, eseguiti per la delimitazione delle zone di esondazione. Tra quelli realizzati per conto di Enti pubblici è opportuno segnalare:

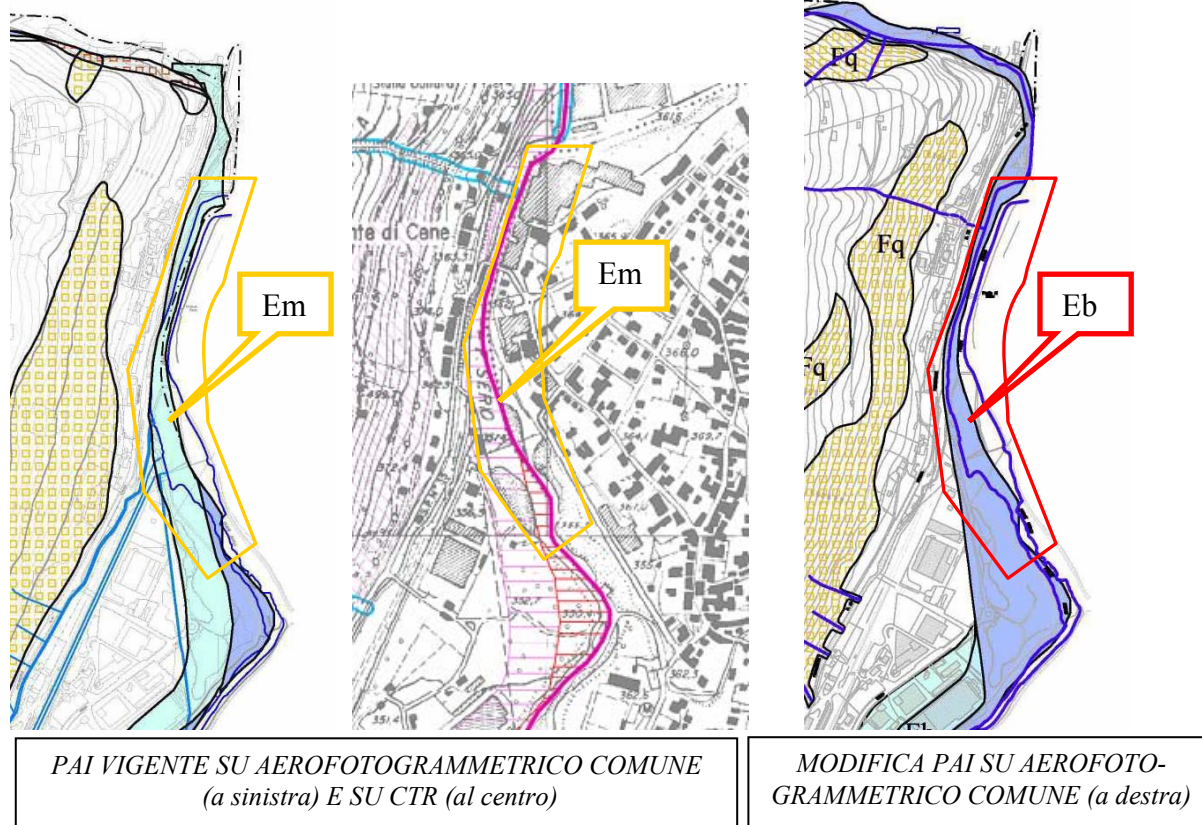
- DIZETA INGEGNERIA, 1999 – *Studio e perimetrazione delle aree a rischio idraulico del Fiume Serio in vari comuni a monte di Nembro* – Regione Lombardia.
- GEA, 2004 – *Valutazione di compatibilità idraulica preliminare di supporto al progetto di realizzazione di vasche interrate lungo il Fiume Serio* – Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca.
- STUDIO CASTELLETTI, 2005 – *Verifica Idraulica per l'individuazione del limite di esondazione Tr 200 anni e Tr 500 anni del Fiume Serio a monte del Ponte Romanico di Albino (BG) nell'ambito del progetto della nuova tranvia Bg-Valle Seriana: Relazione Idraulica e Relazione Fotografica* – Provincia di Bergamo.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL PO, (in corso di redazione) - *Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del Fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del Fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda, del Fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda.*



Errore cartografico di rappresentazione e attribuzione della classe

Un esempio evidente e importante di rappresentazione non conforme alla realtà di un singolo elemento sulla cartografia in scala 1:10000 riguarda l'individuazione del fiume Serio e delle sue fasce di pericolosità per esondazione, a partire dalla confluenza del torrente Rovaro per giungere fino alla derivazione della Roggia Comenduna, nel settore settentrionale del territorio comunale: nel P.A.I. vigente si individua una "area a pericolosità di esondazione media o moderata" "Em", che copre in parte perfino lo stesso alveo fluviale. Il rilevamento e le conseguenti valutazioni indicano che tale ambito deve essere classificato come "area a pericolosità di esondazione molto elevata" "Ee", in conformità anche con gli esiti dei diversi studi idraulici già citati.

Altri casi analoghi, per altro più marginali, interessano comunque il reticolo idrico principale (fiume Serio, torrenti Albina, Luio e Rovaro).

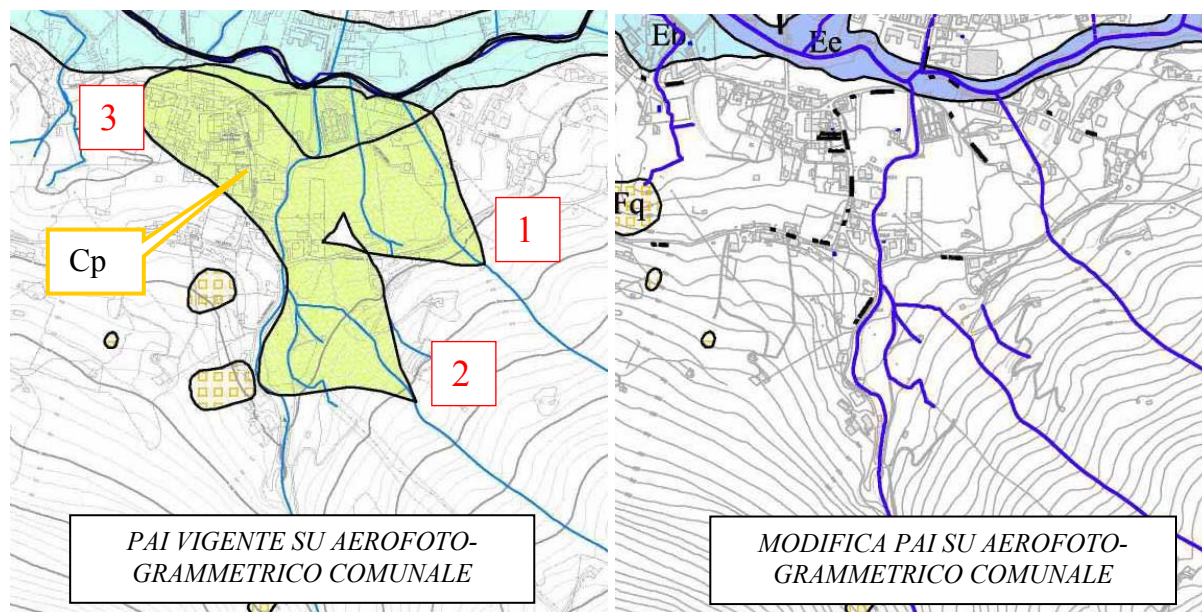




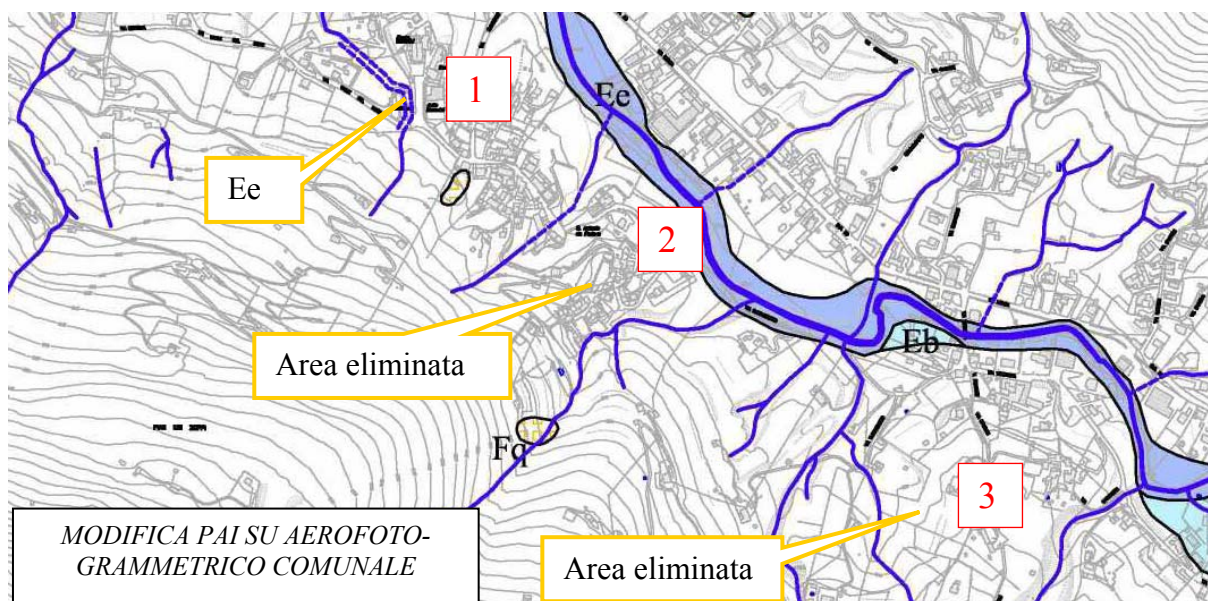
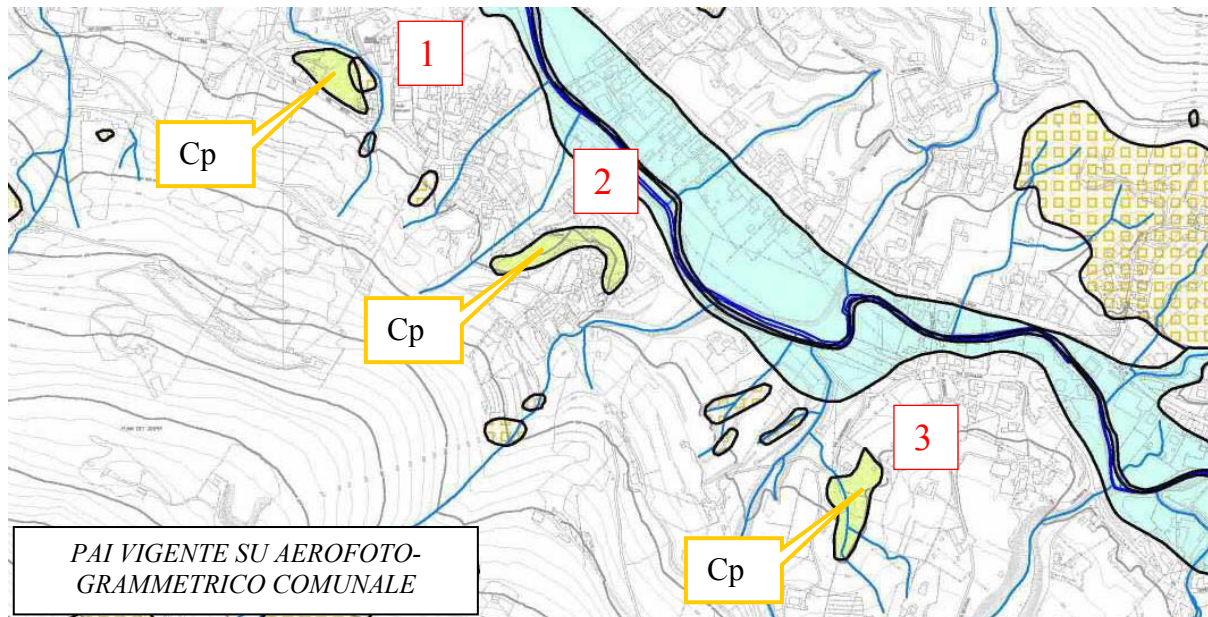
Errore di interpretazione del processo geomorfologico

Questo tipo di incongruenza tra la rappresentazione cartografica e la reale situazione del terreno è molto diffuso, soprattutto per le classi delle conoidi e delle frane.

La carta attuale indica “conoidi parzialmente protette “Cp” coalescenti in valle del Luio, in corrispondenza di due piccoli alvei a lato della Vallotella, presso via Piazza e la zona del monastero Benedettino (località Abbazia): queste forme non esistono sul terreno. Infatti le prime due (soprattutto gli apici) sono rappresentate in corrispondenza di affioramenti rocciosi; la giacitura degli strati immergente verso NE di circa 35÷40° e l’erosione differenziale tra calcare più resistente e strati di marna e argillite più erodibili (formazione del Calcare di Zu) può indurre in errore durante un’analisi da fotografia aerea. La supposta conoide presso il monastero (n.3) è invece una convessità, tipo “alto strutturale”, modellata dall’erosione.



Un altro caso piuttosto chiaro di errore è l’attribuzione alla categoria *conoide parzialmente protetta* “Cp” di tre aree isolate a mezza costa sul versante sinistro della valle del Luio, tra Fiobbio e Abbazia, dove non sussiste alcuna forma di tale genere. La prima di queste aree (n.1 nella successiva figura) è in realtà costituita da un terrapieno, realizzato per costituire un ampio parcheggio; la sua formazione ha comportato l’intubazione e la copertura della piccola vallecola al di sotto dello stesso piazzale. Nella modifica qui proposta è attribuita a tale forma la categoria di “*pericolosità di esondazione molto elevata* “Ee” *non arealmente cartografabile*”, che riguarda l’asta torrentizia e il tratto intubato (situazione assegnata conformemente a casi simili in tutto il reticolo idrografico del territorio comunale).



La seconda area indicata come “conoide” (n.2 nella figura qui sopra), che si trova presso la chiesa di S. Antonio da Padova in Fiobbio, non è nemmeno associata ad un asta torrentizia ed è disposta su un tratto di versante mediamente acclive privo di dissesti; per tale motivo nella presente proposta di modifica quest’area è eliminata. L’area n.3 si trova in una piccola conca a monte di via S.Benedetto, la cui forma è l’antitesi della conoide (forma depressa e concava anziché convessa e a ventaglio); anche in questo caso se ne propone l’eliminazione nella proposta di modifica della carta P.A.I.



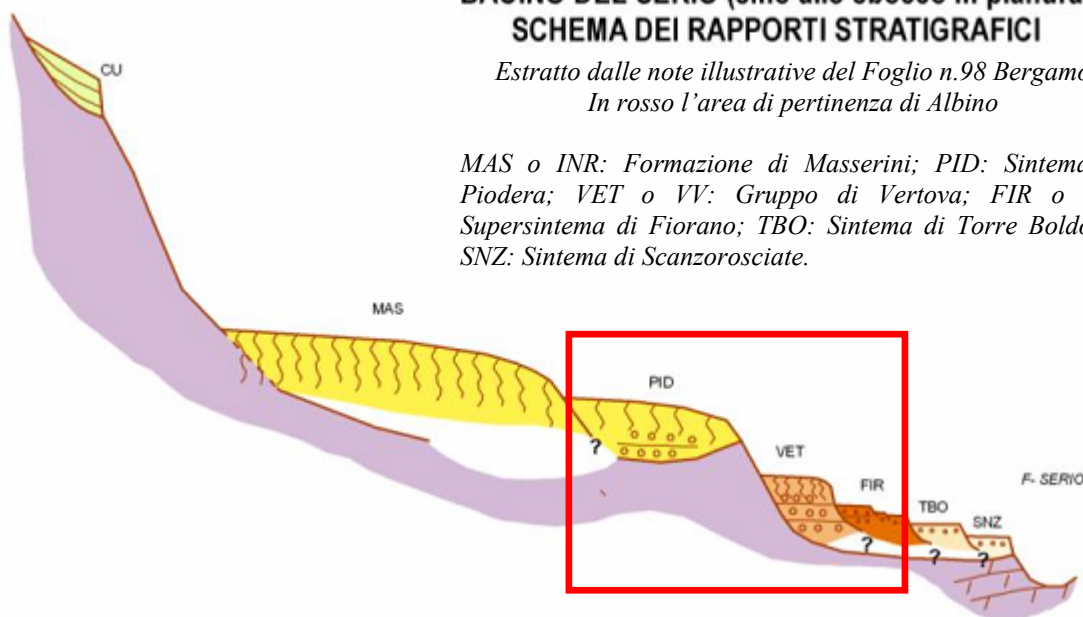
Un evidente errore di attribuzione di categoria geomorfologica, certamente il maggiore per estensione e per il coinvolgimento che ha sul contesto urbano, è quello che della cosiddetta “conoide” sulla quale sorgerebbe il Capoluogo albinese (difformità già segnalata nello studio GEA del 2003), La cartografia comunale ad oggi vigente rappresenta qui un’estesa e coalescente “conoide protetta “Cn”, che tale sarebbe poiché gli alvei torrentizi che l’avrebbero alimentata si sono nel tempo approfonditi, impedendo di fatto la divagazione di colate detritiche. In realtà le evidenze sul terreno e gli studi sulla stratigrafia del Quaternario indicano che le aste torrentizie che convergono su Albino incidono soprattutto sedimenti fluvio-glaciali terrazzati, in parte di pertinenza del Serio, quindi certamente non attribuibili a conoidi, la cui presenza invece, molto ridimensionata, riguarda solo la conca dell’Albina.

All’interno dei sedimenti fluvio-glaciali, come indica anche la cartografia regionale (CARG, Foglio n.98 “Bergamo”, scala 1:50.000) si trovano anche terreni riferibili ad episodi di trasporto in massa e tipici delle conoidi, ma quelli prevalenti sono alluvionali e fluvio-glaciali, costituiti da ciottoli, con struttura gradata e ed embricazione; questi terreni (conglomerati) sono ben esposti in alcuni intagli lungo le sponde dell’Albina, nell’area dove scaturiscono le sorgenti che alimentano gli acquedotti di Bergamo.

BACINO DEL SERIO (sino allo sbocco in pianura) SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI

*Estratto dalle note illustrative del Foglio n.98 Bergamo
In rosso l’area di pertinenza di Albino*

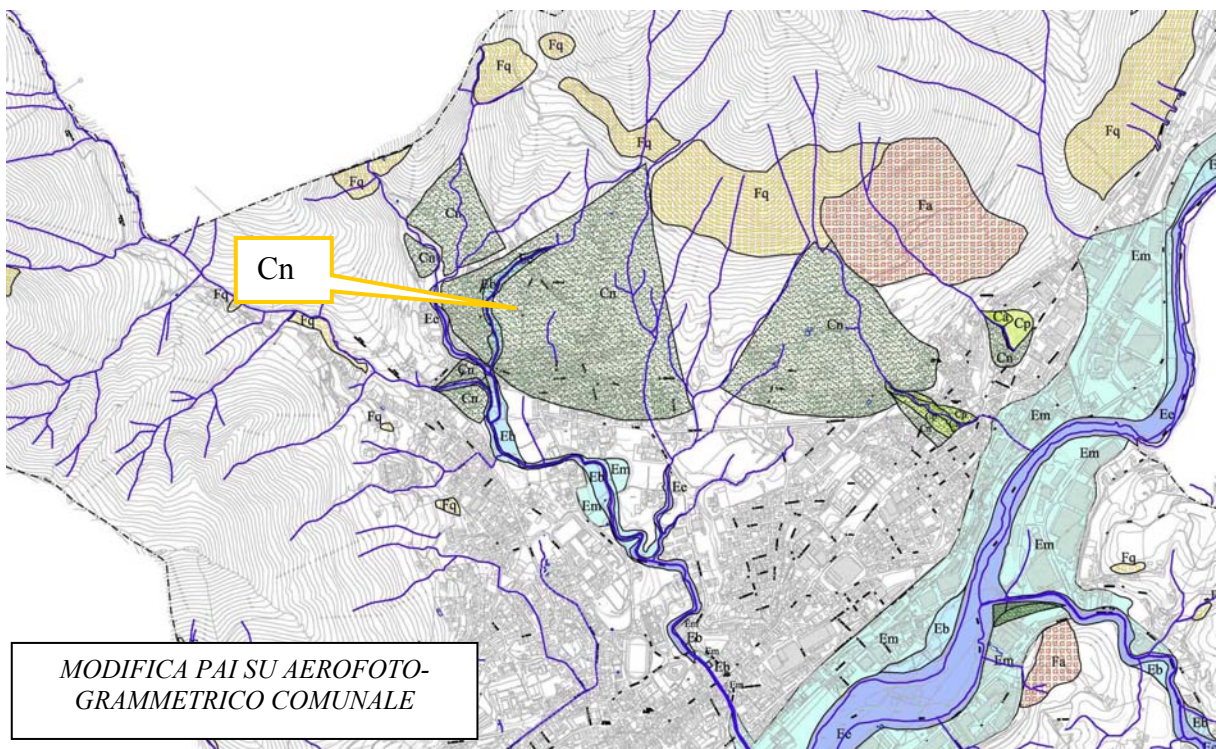
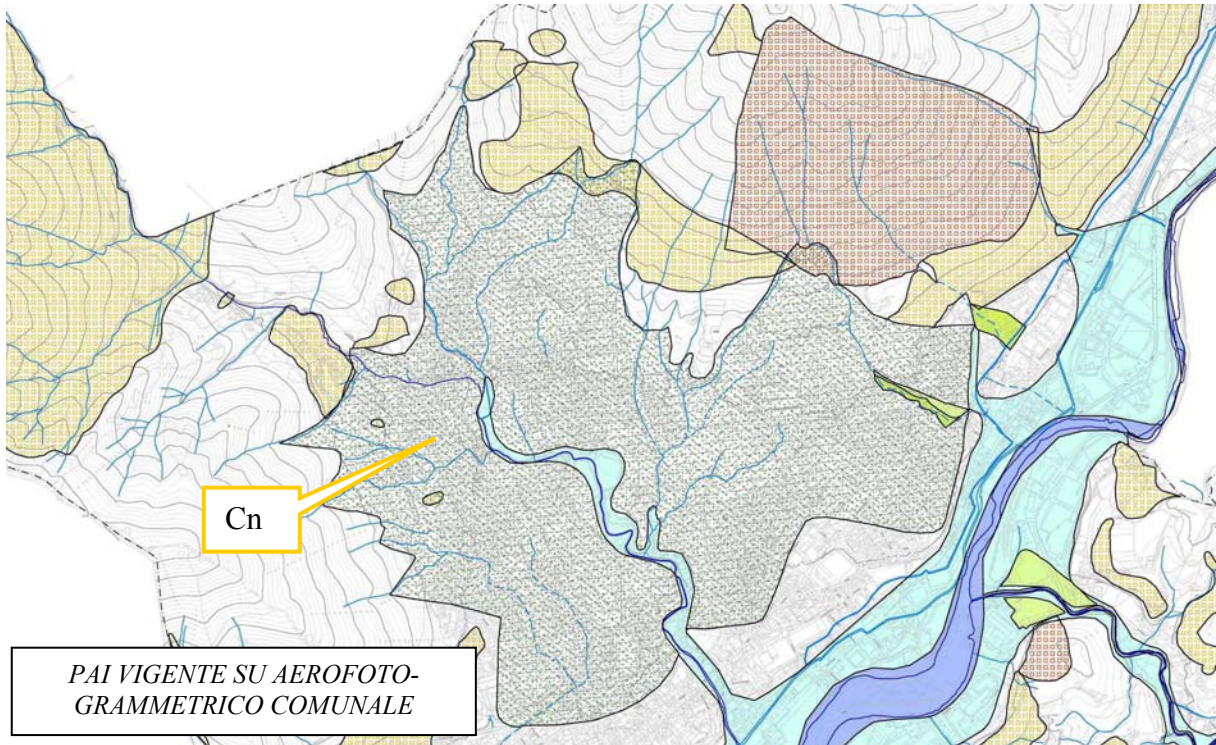
MAS o INR: Formazione di Masserini; PID: Sintema di Piodera; VET o VV: Gruppo di Vertova; FIR o FR: Supersintema di Fiorano; TBO: Sintema di Torre Boldone; SNZ: Sintema di Scanzorosciate.



A conferma della diversa attribuzione geomorfologica che qui si propone, va anche sottolineato che, se i terreni di cui si parla fossero di conoide sarebbero costituiti da clasti di litologie provenienti solamente dal bacino dell’Albina e dei suoi affluenti (dolomie e calcari prevalenti), poco selezionati e poco arrotondati, considerata la brevità delle aste. Invece si notano spesso ciottoli molto arrotondati, granitici e di conglomerato quarzoso, la cui



provenienza non può che essere esterna al bacino dell'Albina, anche considerato che si ritiene oggi che le espansioni glaciali non abbiano raggiunto questo tratto della valle Seriana.



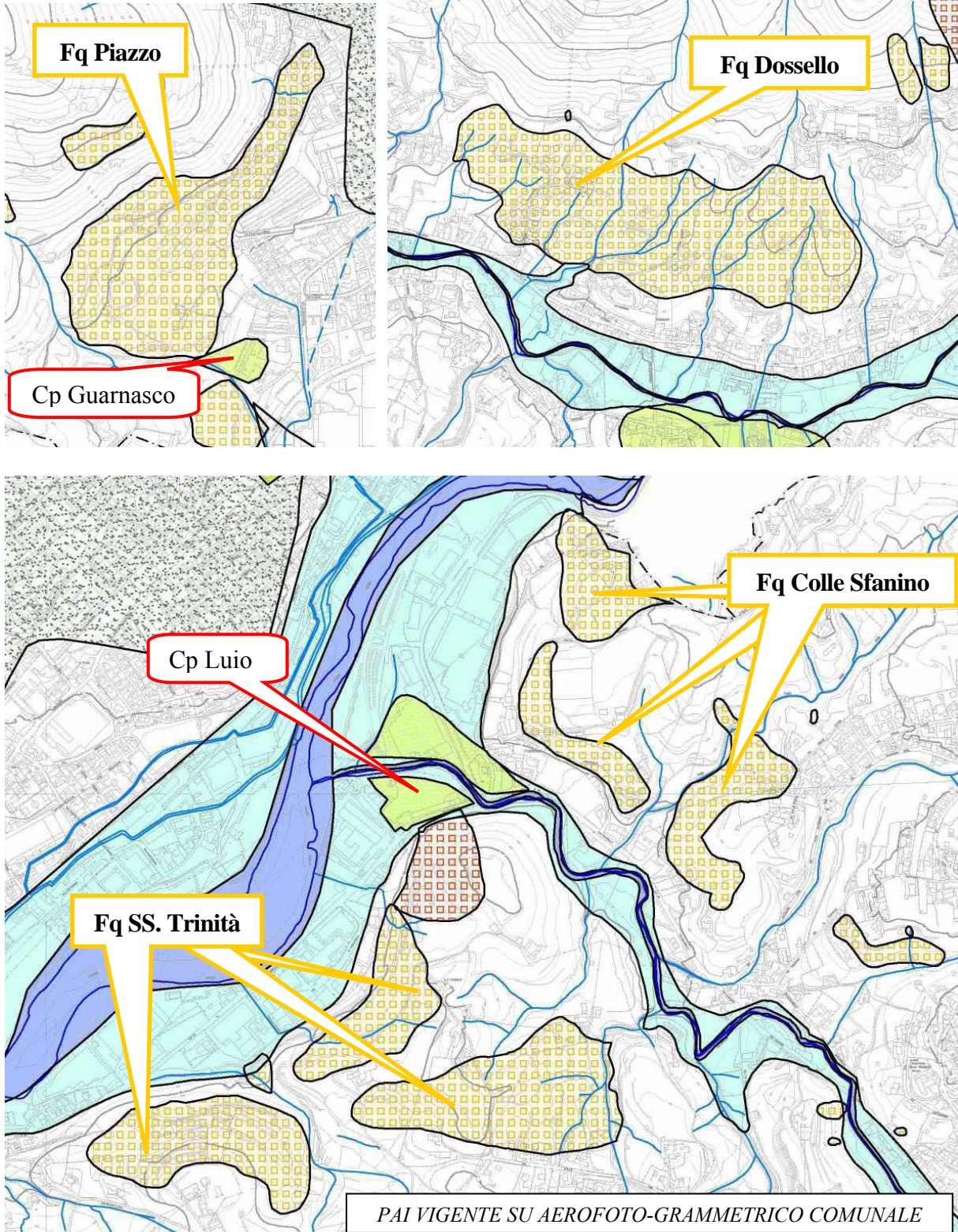
Forme e terreni tipici di conoide (relitta) si riscontrano solamente nel settore sinistro della conca dell'Albina, sulle pendici meridionali del monte Rena e presso la confluenza delle valli Algua e Albina; tuttavia, anche in questi casi, sarebbe più corretto definire tali forma come "coni di detrito" e non conoidi.

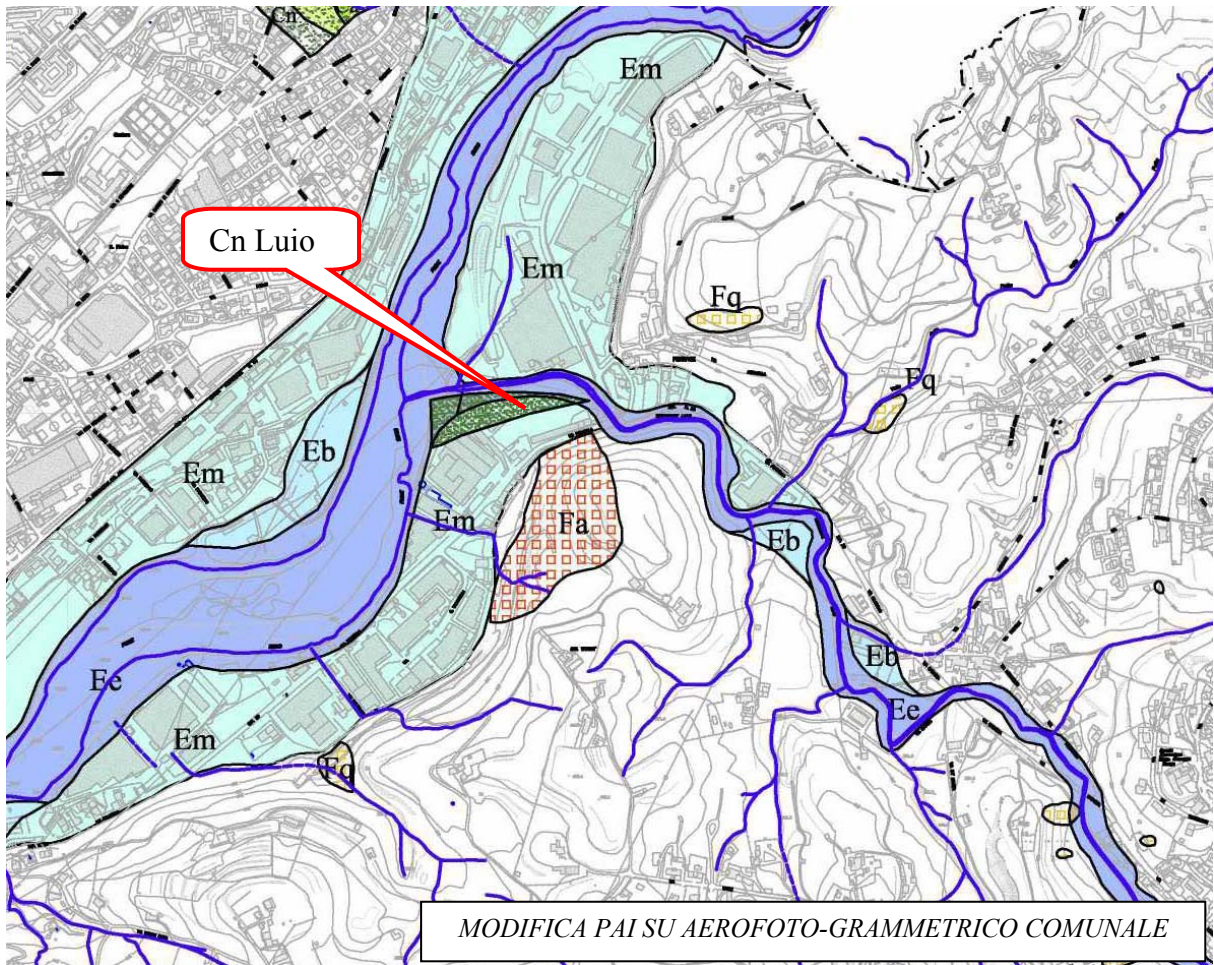
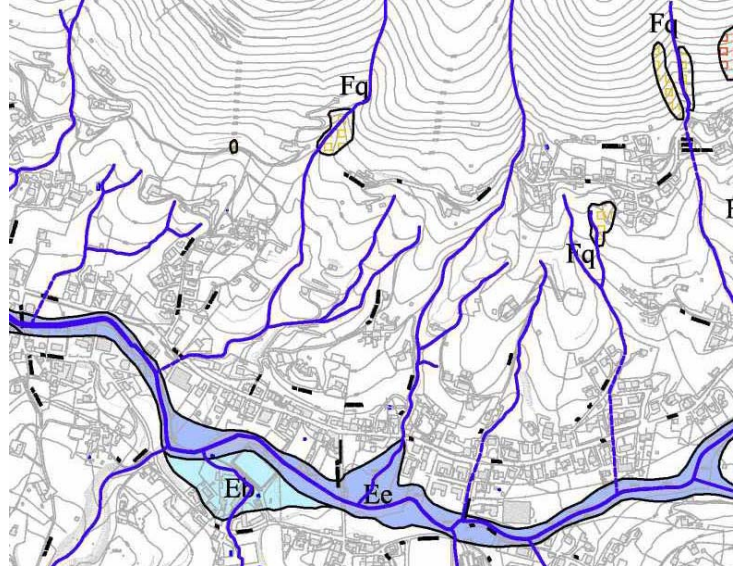
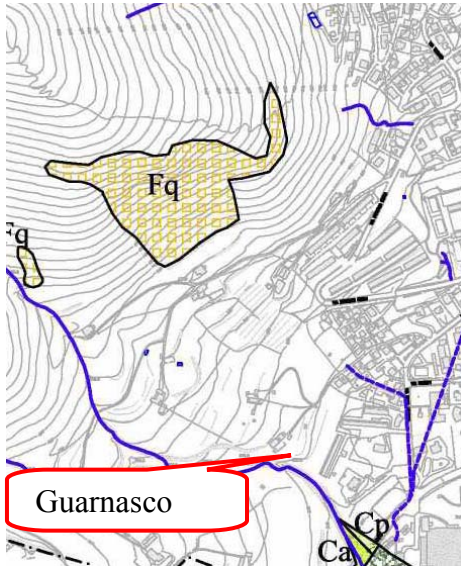
A riguardo delle conoidi, occorre anche segnalare l'inconsistenza della "conoide" che la carta P.A.I. attuale indica sulla valle Guarnasco, presso gli ex alloggi Honegger e a monte di quell'altra omologa forma che si trova presso la strada provinciale e che è stata recentemente riperimetrata. Anche alla confluenza del Luio nel Serio è indicata una conoide (troppo estesa rispetto al reale), ma a seguito delle sistemazioni idrauliche effettuate in occasione della costruzione della nuova strada provinciale (svincolo "Cene Sud"), essa risulta completamente protetta (cfr. le figure nella parte dedicata alle aree di frana).

-----oooooooooooooooo-----

Secondo la carta P.A.I. vigente, è assai diffusa sul territorio di Albino la categoria delle "frane quiescenti "Fq", ma di tale quadro non vi è riscontro sul terreno; inoltre la categoria è usata erroneamente per perimetrare aree a franosità superficiale diffusa, che nello "INVENTARIO DELLE FRANE E DEI DISSESTI IDROGEOLOGICI DELLA REGIONE LOMBARDIA – NOTE ILLUSTRATIVE" (2002) sono descritte come "aree generalmente localizzate su versanti a prato-pascolo e con poca copertura arborea, in cui siano osservabili irregolarità e rugosità fitte di ridotte dimensioni, piccole cicatrici (più o meno rivegetate), e talora piccole concavità longitudinali".

Queste forme minori di dissesto interessano vaste aree nei dintorni di Piazza, presso la SS. Trinità, sul Colle Sfanino e, soprattutto, a valle di Dossello, tra via Ca' Marelli e via Ca' Nuova: si tratta di superfici in parte già edificate al momento della stesura della prima "Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I." (2003), per le quali lo stesso documento non riportava alcuna segnalazione di dissesto (Ca' Marelli, Ca' Nuova, via Fratelli Cervi) o di prati sui quali l'evento alluvionale del 1972 aveva provocato diffusi piccoli smottamenti e *soil slip*, locali intagli del suolo agricolo: segni che nei successivi trent'anni si sono del tutto cicatrizzati naturalmente, con la ricostituzione del cotico erboso e con la crescita di alberi, tanto che, allo stato attuale tale protezione non permette il manifestarsi nemmeno di piccoli dissesti. Per questi motivi si ritiene necessario togliere dalla carta P.A.I. quelle perimetrazioni "Fq" già in origine non corrispondenti alla reale situazione del terreno e oggi ancor meno.

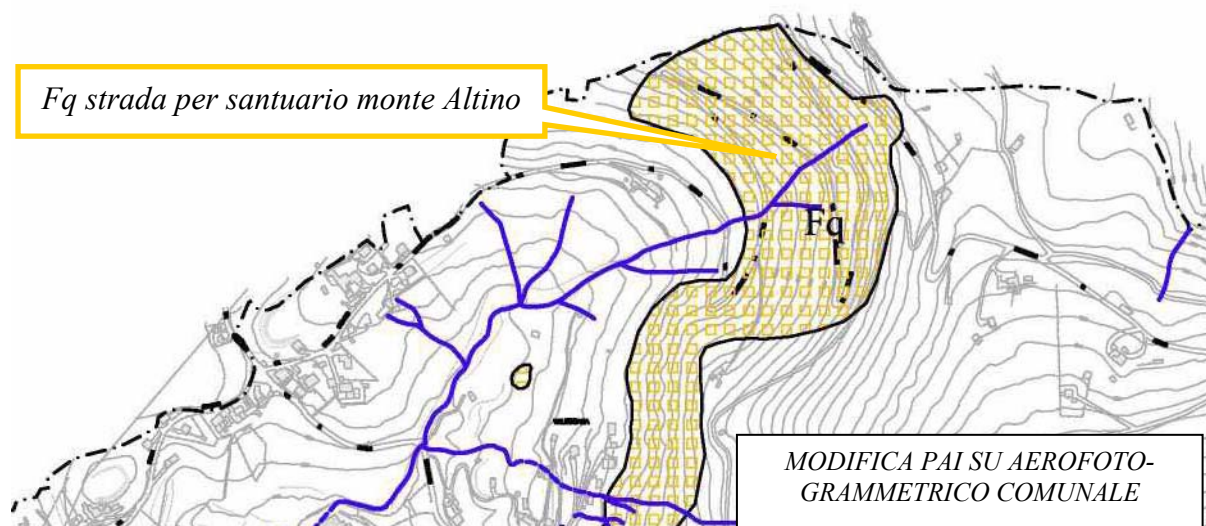
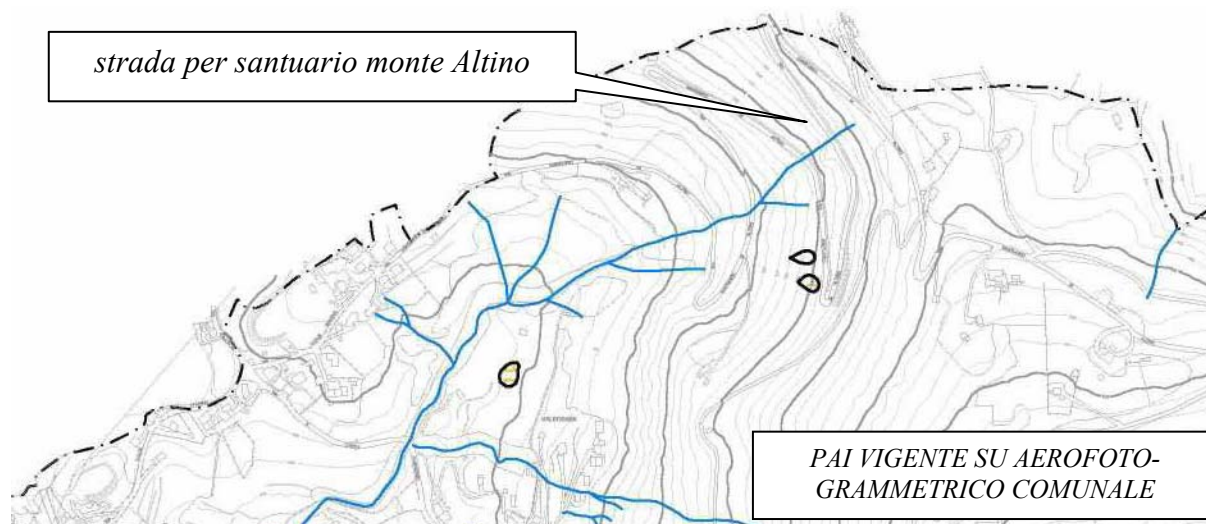




MODIFICA PAI SU AEROFOTO-GRAMMETRICO COMUNALE



Nell'attuale "Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I." da una parte sono indicate forme di dissesto e fenomeni geomorfici che non esistono, dall'altra mancano forme significative di instabilità realmente presenti, che quindi con la presente revisione si propone di inserire.



Errore di attribuzione del grado di attività e delimitazione areale

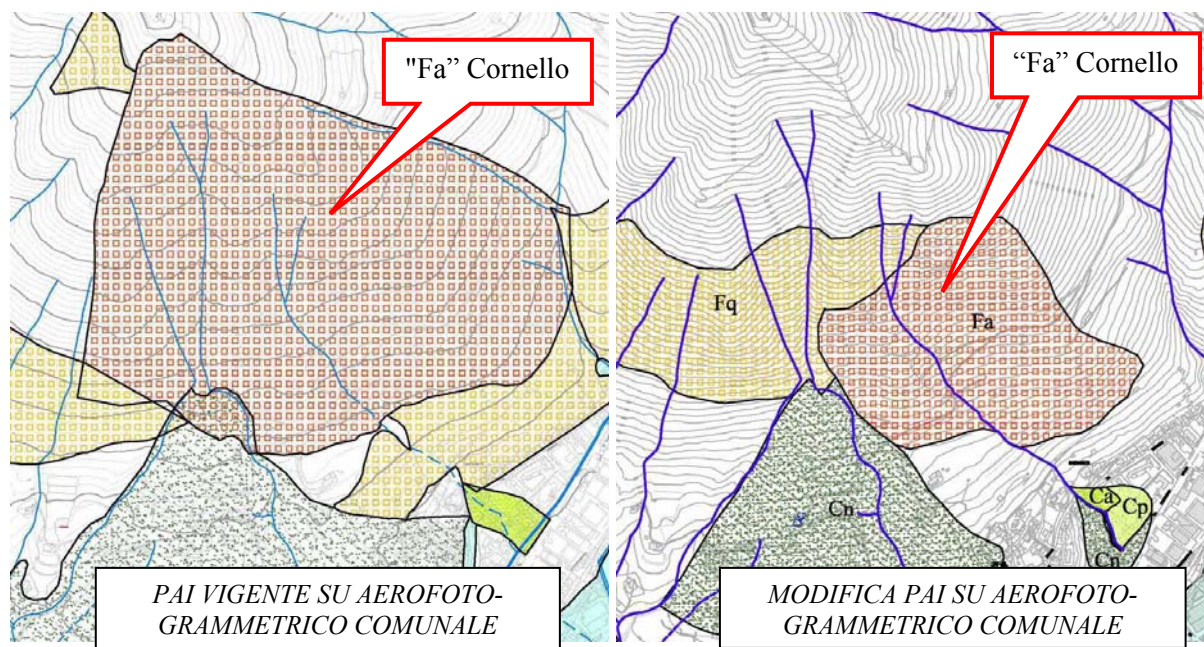
Un caso evidente riguarda il tratto di strada che sale da Vallalta al Santuario del monte Altino: il tracciato a tornanti presenta numerose scarpate rocciose intagliate negli strati della formazione del Calcere di Zorzino; l'ammasso roccioso si mostra diffusamente e talora profondamente carsificato e rilascia blocchi con un continuo stillicidio di sassi. Lo stesso accade anche sull'esteso pendio sotto la strada che dal Colle Gallo porta allo stesso Santuario,

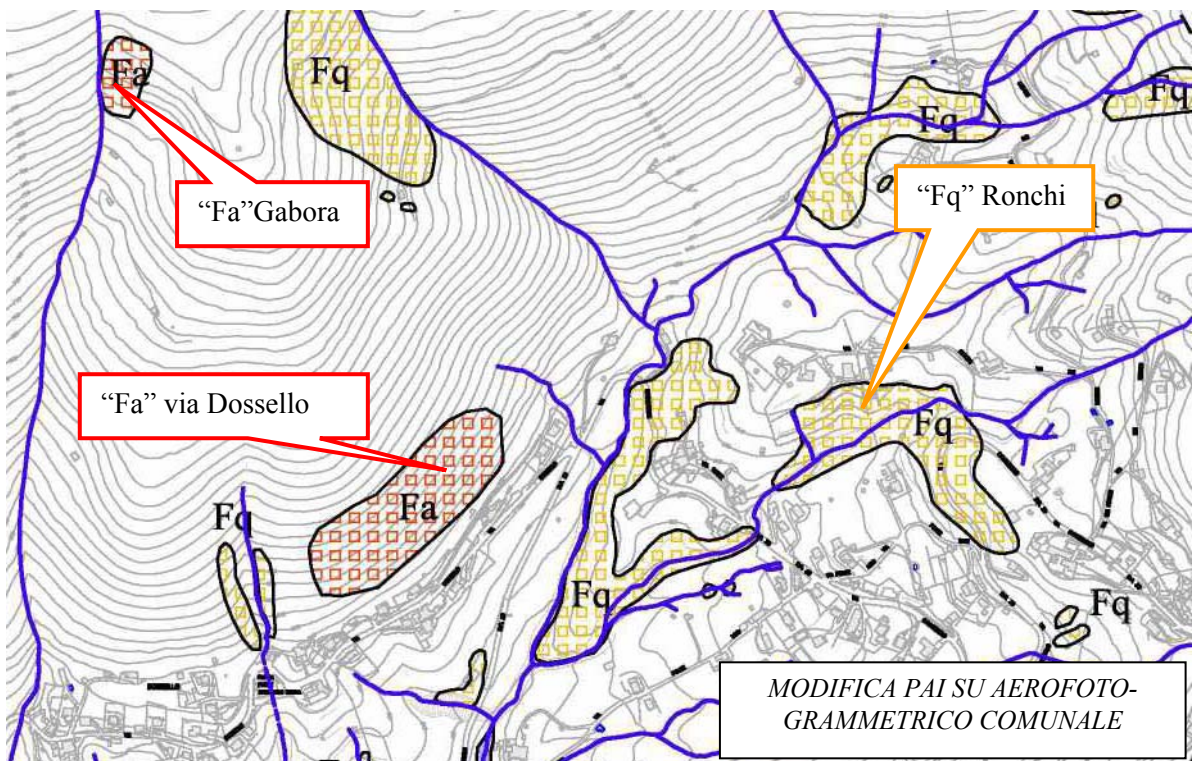
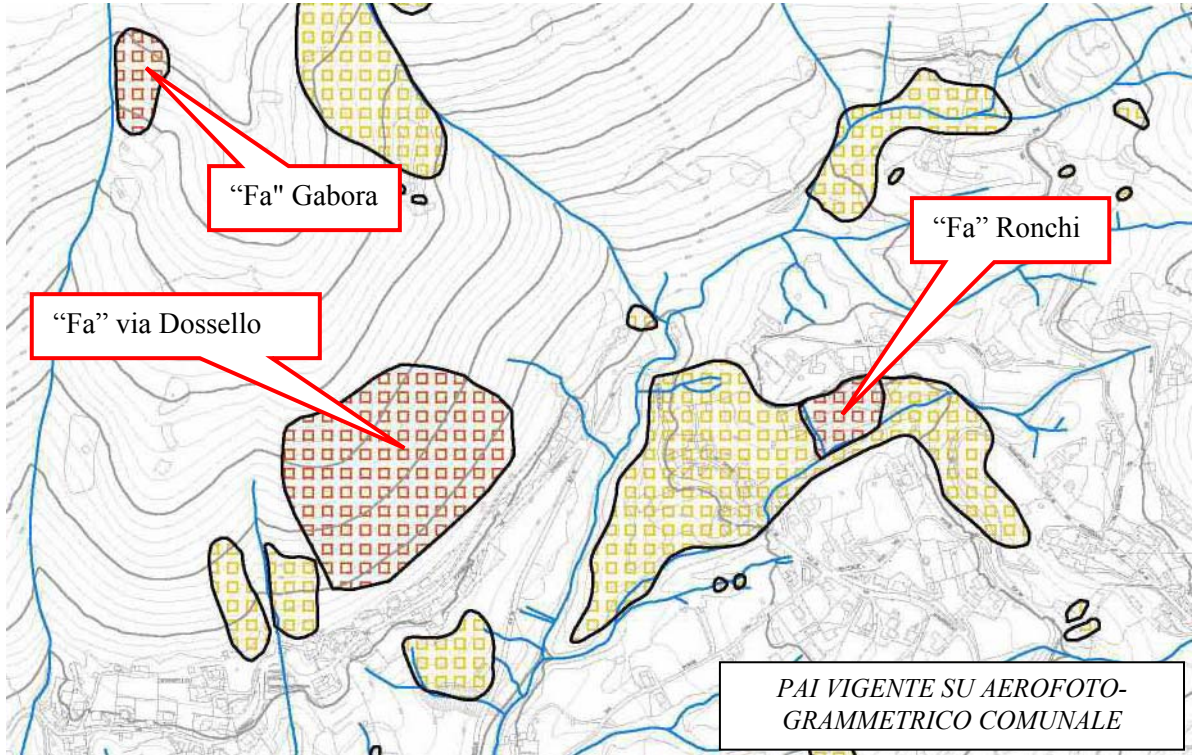


dove si staccano blocchi rocciosi anche per scivolamento lungo strato. Sono questi casi in cui si ritiene appropriata l'attribuzione della categoria *frana quiescente* "Fq".

Il grado di attività delle forme franose (attiva, quiescente, stabilizzata.) nella attuale carta P.A.I. di Albino è spesso attribuito conformemente a quanto indica l'*Inventario delle Frane e dei Dissesti Idrogeologici della Regione Lombardia* " o l'applicativo cartografico "GEOIFFI". In proposito però occorre puntualizzare che la D.G.R. n.IX/2616 del 30 novembre 2011 attesta che tali dati "*non possono essere considerati sostitutivi acriticamente (in termini areali e di attività) dell'analisi geomorfologica diretta*". Di conseguenza, nel corso del presente lavoro sono state valutate direttamente e puntualmente le condizioni di attività di tutte le frane "attive" e "quiescenti", mediante sopralluoghi o tramite l'acquisizione dei dati provenienti da specifiche indagini in corso (es.: monitoraggio della frana di Provati).

Da questa revisione emerge che la maggior parte delle attribuzioni della categoria di "*frane attive* "Fa" contenute nell'attuale carta P.A.I. è rispondente alla situazione reale (caduta massi presso Madonna del Narciso o Cornello, frana della SS. Trinità/via Pradella, frana di Provati, caduta massi lungo via Dossello, frana di Gabora sul monte Altino). Sono ridimensionate la superfici delle zone interessate da stacchi di blocchi rocciosi, poiché spesso sono troppo estese verso l'alto o comprendono settori in cui il fenomeno è sporadico e poco significativo (Madonna del Narciso o Cornello e via Dossello). Solo alla frana di Ronchi, dove sono stati attuati lavori di mitigazione del rischio (terrazzamenti e muri) si ritiene opportuno assegnare la categoria "*frana quiescente* "Fq".

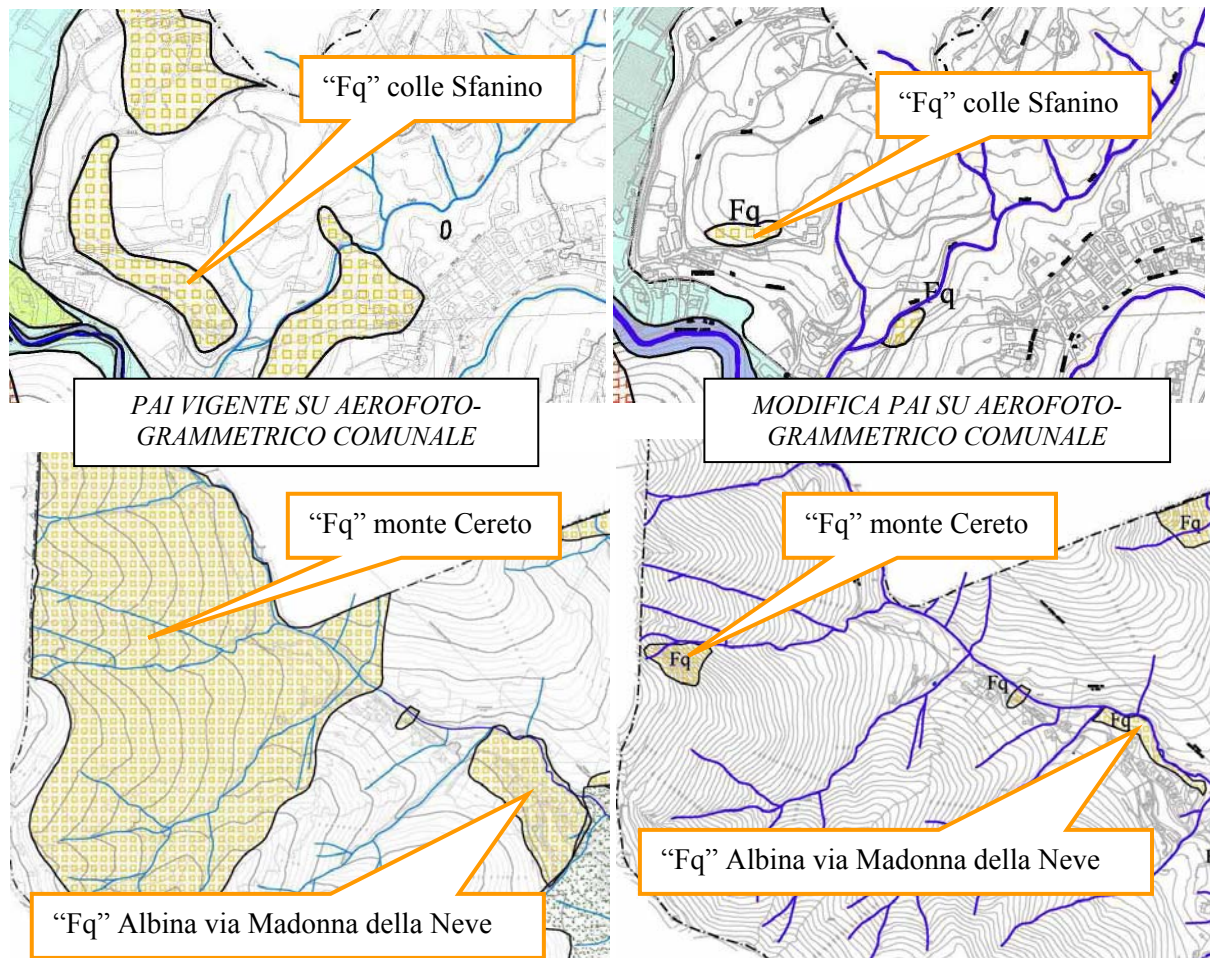






Le attribuzioni di categoria di *“frana quiescente “Fq”* rimangono pressoché invariate anche nella presente revisione; tuttavia una *“Fq”* sul versante meridionale del Misma, della quale la crescita di un fitto bosco ha obliterato la nicchia di stacco e non permangono le cause del dissesto, viene tolta dalla carta P.A.I., così come alcune *frane relitte* mutate da GeoIFFI e indicate erroneamente come *“Fq”*.

Le più vistose difformità areali, tra ciò che indica la carta e ciò che appare sul terreno, riguardano le frane si trovano in località Ronchi-Gavazzuolo (cfr. figura precedente) e sul Colle Sfanino, dove un *“Fq”* che si trova sopra la strada e le case è invece indicata a valle di esse. Altri aggiustamenti di posizione riguardano la frana sopra la strada provinciale in località Rovaro, tutto il settore potenzialmente interessato da caduta massi attorno al monte Rena, le pendici settentrionali del Cereto (dove si trovano numerose sorgenti) e la valle Albina presso via Madonna della Neve.





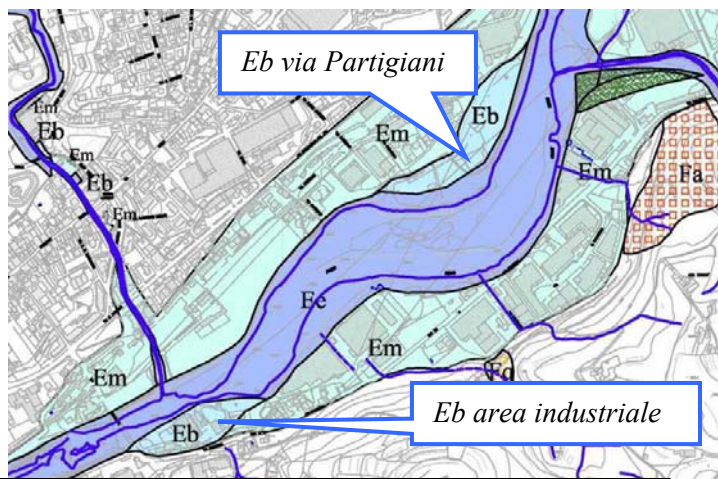
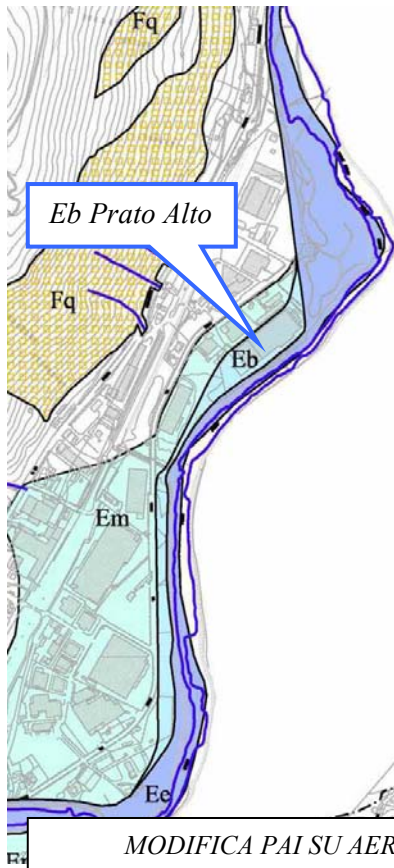
Aree di pertinenza fluviale o del reticolo idrico

Tra le aree (fasce) soggette a pericolosità per esondazione con la presente revisione della carta P.A.I. si ridefiniscono soprattutto quelle del Reticolo Idrico Principale, grazie anche al maggior dettaglio della topografia comunale in scala 1:2.000, particolarmente rispondente negli ambiti urbanizzati.

Lungo l’asta del Serio è ridefinito il limite dell’”area con pericolosità molto elevata di esondazione “Ee”, anche con il supporto di alcuni studi idraulici: rispetto alla carta attuale non vi sono sostanziali variazioni, ma solo rettifiche puntuali, praticamente irrilevabili alla scala 1:10.000.

Sono invece perimetrare tre nuove “aree con pericolosità di esondazione elevata “Eb”: una riguarda la sponda destra del Serio nel settore settentrionale di Prato Alto, dove la morfologia depressa del terreno rispetto alle aree adiacenti (alveo attivo fino al 1902 riportato sulle mappe catastali dell’epoca), la quale è in parte percorsa dal canale scaricatore della roggia Comenduna; un’altra si trova sulla sponda destra di fronte alla confluenza del torrente Luio (presso via Partigiani), poiché area storicamente soggetta ad esondazioni (DIZETA

INGEGNERIA, 1999 – *Studio e perimetrazione delle aree a rischio idraulico del Fiume Serio in vari comuni a monte di Nembro – Regione Lombardia*); la terza è sulla sponda sinistra, alla confluenza dell’ Albina, a monte del ponte di Albino: si tratta di un’area prevalentemente industriale dove tutti gli studi idraulici che comprendono questo settore indicano la possibilità di esondazione del fiume (tempi di ritorno cinquecentennali) per sormonto delle opere di difesa spondale e/o per rottura delle stesse strutture arginali.



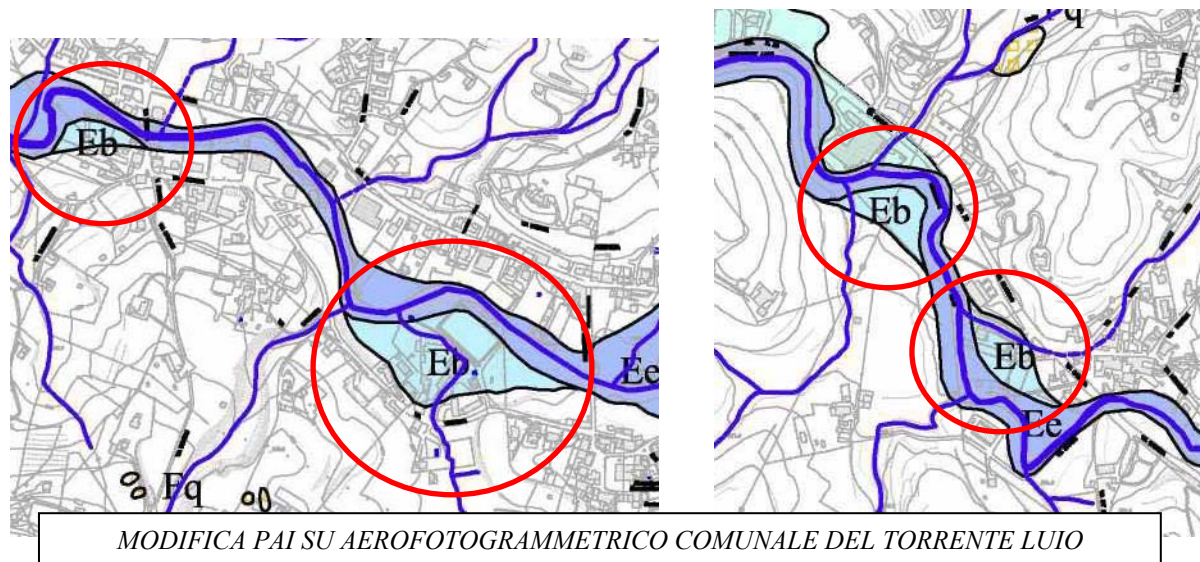
MODIFICA PAI SU AEROFOTOGRAMMETRICO COMUNALE DEL FIUME SERIO



Non si ritiene necessario variare le fasce classificate come “*aree con pericolosità di esondazione media o moderata “Em”*”, che comprendono le pianie alluvionali recenti.

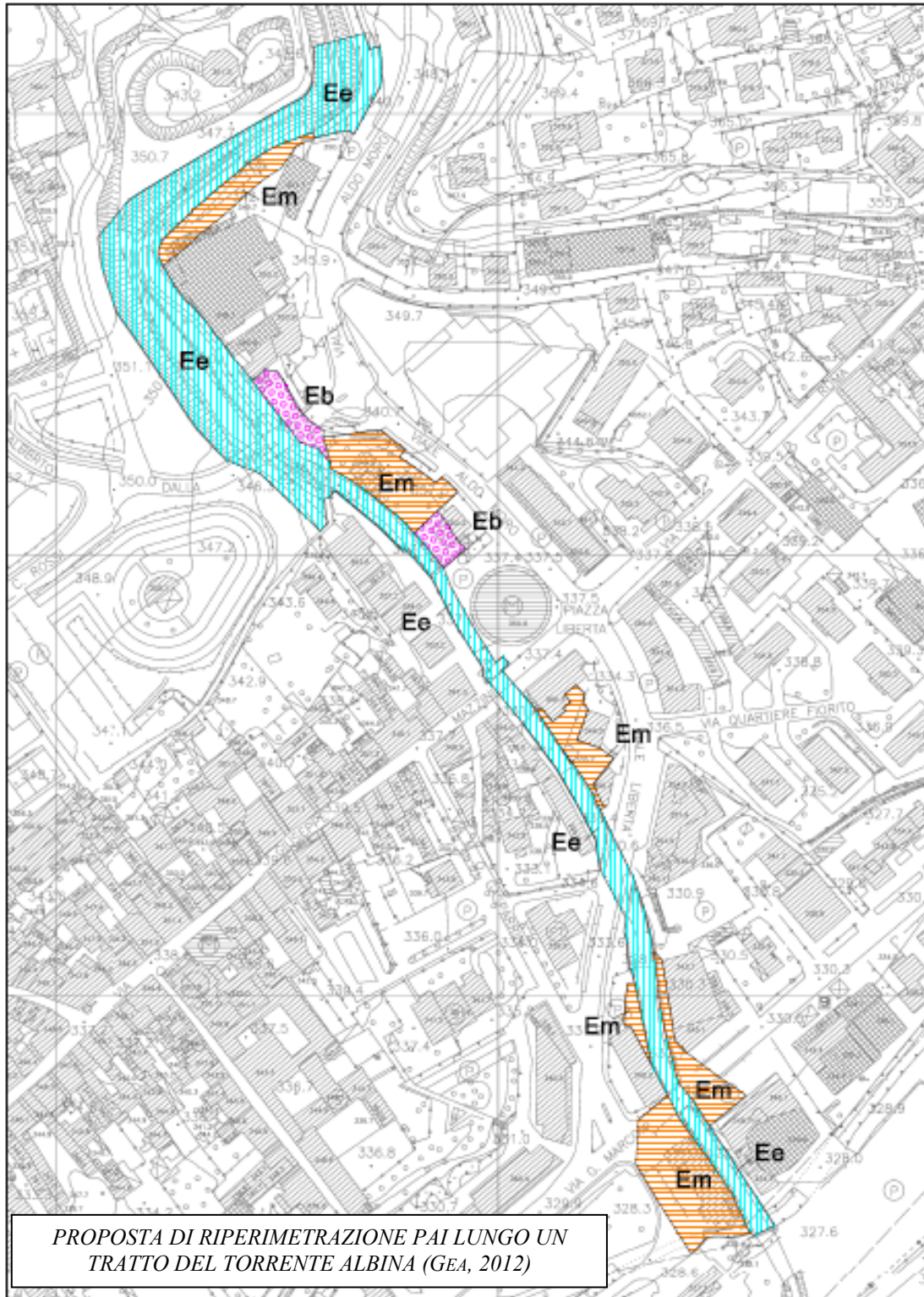
L’asta del torrente Luio è stata verificata per tutto il suo sviluppo, evidenziandone i caratteri geomorfologici e i punti di possibile esondazione: risulta necessario un ampliamento della “*area con pericolosità molto elevata di esondazione “Ee”*” e, per contro, il ridimensionamento della “*area con pericolosità di esondazione media o moderata “Em”*”, che nella cartografia attuale talora raggiunge via Lunga. È impossibile infatti che il Luio possa raggiungere questa quota che è più elevata anche di una decina di metri rispetto al suo alveo di morbida (!).

Come per il Serio, sono qui proposte alcune nuove “*aree con pericolosità di esondazione elevata “Eb”*”, in corrispondenza di terreni spondali particolarmente depressi, come vicino al campo sportivo e al pozzo di Abbazia o al ponte di via Tribulina, o nei pressi di Molinello.



Lo stesso criterio è seguito per l’asta del torrente Albina, che è generalmente molto più incisa di quella del Luio e a tratti addirittura inforata. Si considerano anche gli esiti dello studio idraulico di dettaglio effettuato sul tratto terminale del torrente che scorre nel centro abitato (GEA, 2012); da questo documento si evince che la portata di piena duecentennale dell’Albina è generalmente contenuta nel tratto di alveo canalizzato tra via Aldo Moro e l’attraversamento della strada provinciale.

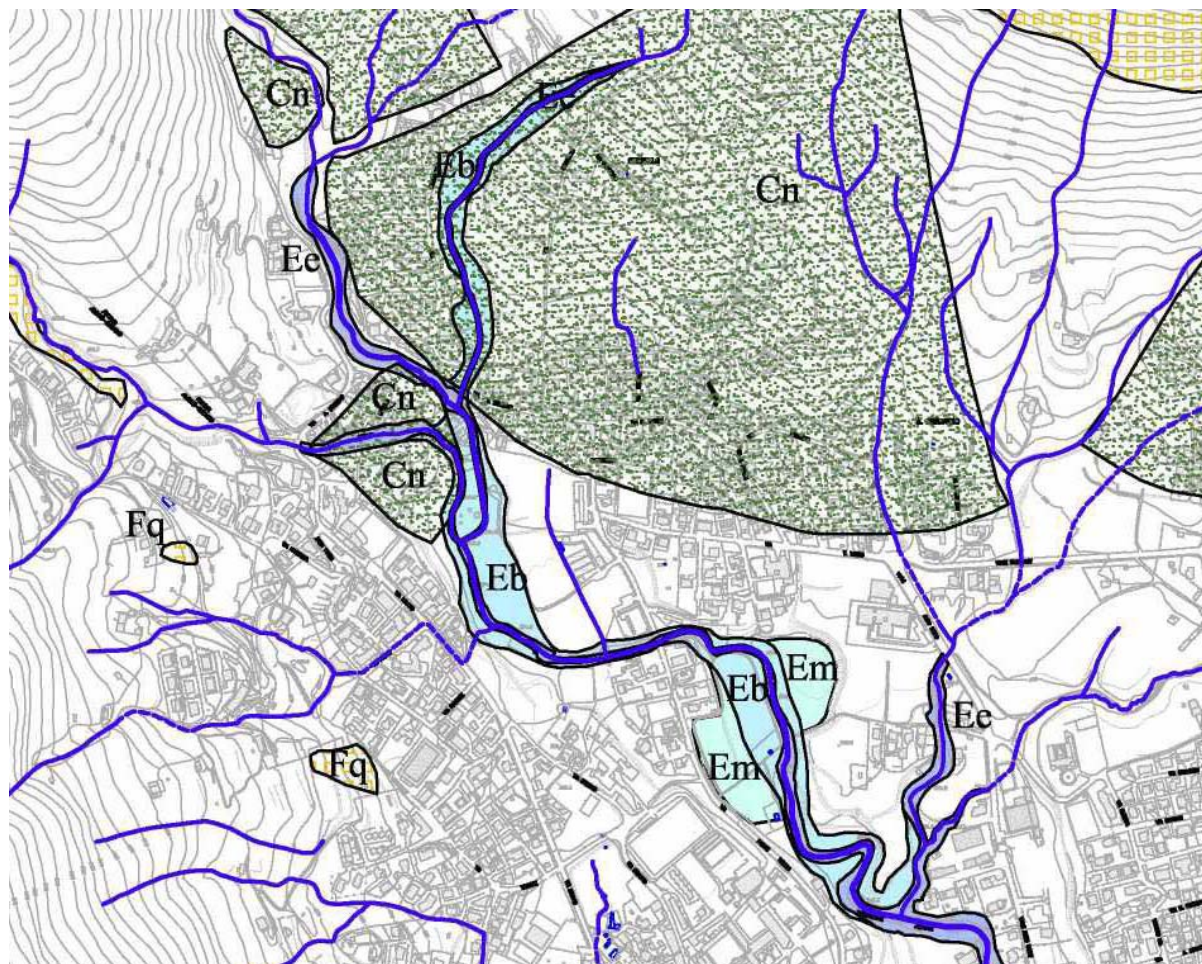
Vi sono invece numerose aree in fregio al torrente, costituite da piazzali di accesso e/o giardini, che possono essere invase dalle piene e alle quali, secondo quanto prescritto dai recenti *Criteria* regionali, sono qui attribuite le relative classi di pericolosità da esondazione. Occorre tuttavia tener presente che lo stesso studio indica la necessità di realizzare briglie selettive sia sull’asta principale sia sulla tributaria, al fine di trattenere il trasporto solido.



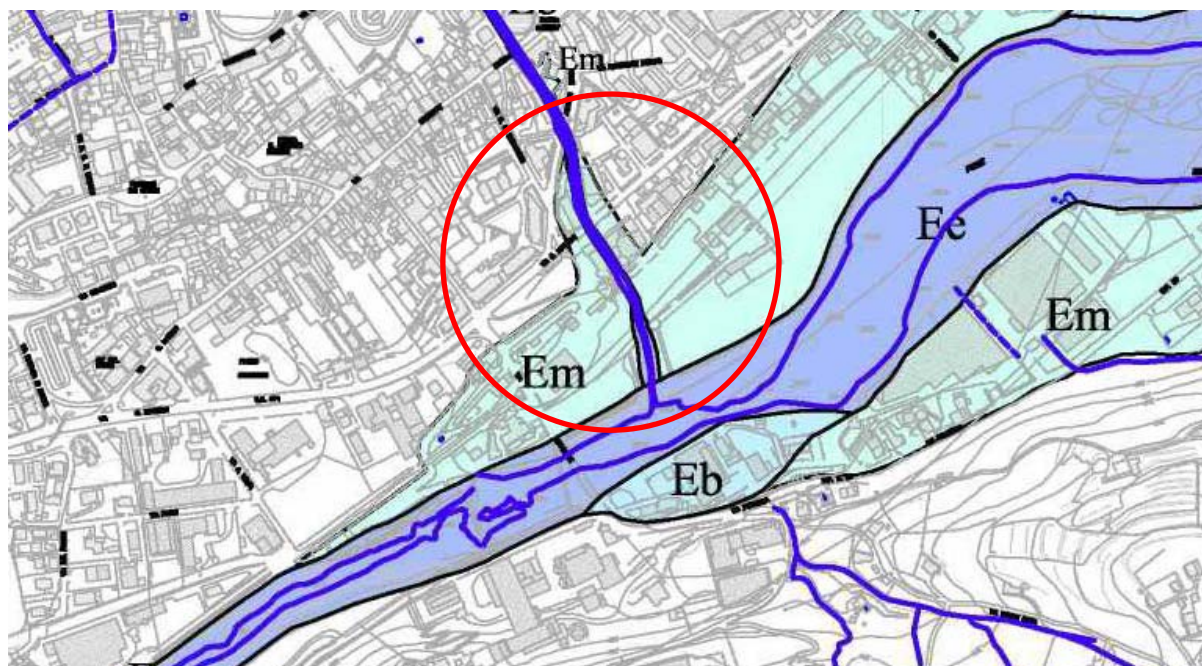


Nel tratto a monte del centro abitato la “area con pericolosità molto elevata di esondazione “Ee” è contenuta all’interno dei cigli di sponda, i quali sono definiti più esattamente rispetto a quanto fatto in precedenza, grazie alla topografia più dettagliata. Lungo i ripiani terrazzati in fregio al torrente, presso le zone sorgentizie e nel terminale della valle di Rena, dove sono state costruite numerose briglie e soglie dopo l’alluvione del 1972, vengono definite alcune fasce come “aree con pericolosità di esondazione elevata “Eb”. Alcune altri ambiti che si trovano a quote lievemente più alte (zona delle sorgenti) sono classificate come “aree con pericolosità di esondazione media o moderata “Em”.

A valle del tratto terminale dell’Albina, nei pressi della stazione ferroviaria, considerato che si hanno riscontri storici di esondazioni del torrente causate dall’occlusione del ponte della strada provinciale, è mantenuta una fascia di raccordo con le fasce di pertinenza del fiume Serio, cui è assegnata “pericolosità di esondazione media o moderata “Em”.



MODIFICA PAI SU AEROFOTOGRAMMETRICO COMUNALE DEL TORRENTE ALBINA A MONTE DEL TRATTO CON STUDIO DI APPROFONDIMENTO



MODIFICA PAI SU AEROFOTOGRAMMETRICO COMUNALE DEL TORRENTE ALBINA A VALLE DEL TRATTO CON STUDIO DI APPROFONDIMENTO SINO ALLA CONFLUENZA CON IL FIUME SERIO

Tutte le aste del Reticolo Idrico Minore e di quello Principale di Albino, o parti di esse, per le quali non è possibile definire in carta delle superfici, a causa della scala di rappresentazione, sono inserite come “elementi lineari” e classificate con “*pericolosità di esondazione molto elevata non arealmente cartografabile* “Ee”.

Nella “Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.”, della quale col presente studio si propone la revisione, sono riportati anche le perimetrazioni risultanti dagli studi di dettaglio effettuati per le conoidi dei torrenti Brandena, Cornello e Guarnasco. Tali studi devono essere richiamati nella delibera di adozione della Variante, soprattutto se non sono stati richiamati durante la redazione del P.G.T. originario o delle successive Varianti, poiché con l’adozione del P.G.T. decadono gli studi realizzati in precedenza qualora non compresi o non citati.

-----000000O000000-----

4.5. Carta dei vincoli

(tavola 5)

Secondo i *Criteri* attuativi della L.r. 12/05, questo elaborato deve riportare i vincoli di natura geologica che riguardano il territorio comunale, contenuti nei Piani e nella Normativa sovraordinata, all'atto della compilazione del presente lavoro, con particolare riferimento:

- al ***Quadro del dissesto con legenda uniformata P.A.I. qui proposto in aggiornamento a quello vigente***, come definito nella relativa Carta allegata alla presente relazione. Entro le perimetrazioni P.A.I. sono in vigore le specifiche norme, di cui all'art.9 delle N.d.A. del P.A.I., approvate in via definitiva con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, n.18/2001 del 26 maggio 2001 e successivi aggiornamenti;
- al ***Reticolo Idrico Principale*** e al ***Reticolo Idrico Minore***; l'uno gestito direttamente da Regione Lombardia attraverso le sue Dipendenze provinciali (S.TER.), l'altro gestito dal Comune (che in questo caso ha delegato la Comunità Montana).

Nel momento in cui si intraprende il lavoro di revisione e aggiornamento dello studio geologico comunale è vigente una definizione del R.I.M. del Comune di Albino (prot. n. 0017732 del 09.08.2010) esito di un precedente studio (GEA, 2004-2009), approvata dallo S.TER di Bergamo (prot. S.TER. n.. AE02.2010.0001982 del 06.08.2010).

I sopralluoghi di rilevamento e verifica geologica tuttavia fanno emergere alcune significative imprecisioni di rappresentazione ed incongruenze tra quanto riportato nella cartografia e quanto si riscontra sul terreno (aste non ben definite, differenze di tracciato di alcuni corsi d'acqua, dovute per lo più a imprecisioni dei supporti topografici utilizzati e, soprattutto, una non corretta delimitazione delle fasce di rispetto in funzione del ciglio di sponda stabile). Per tali motivi si presenta anche una revisione del R.I.M., con un nuovo elenco dei corsi d'acqua, che viene sottoposto al parere all'Ente di controllo preposto. In questa ultima definizione del R.I.M., in accordo con le indicazioni date dagli Uffici regionali, sono indicate le fasce di rispetto di dieci metri dal ciglio superiore della sponda stabile o dal piede esterno dell'argine, così come definiti ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2011 – n. IX/2762, ai sensi del R.D. n.532 del 1904 e successive modifiche. Negli ambiti urbanizzati di Albino, tali delimitazioni risultano molto penalizzanti, sia per l'edificato esistente sia per le possibilità di completamento ed espansione. Questo aggiornamento non inficia il lavoro precedente, del quale sono solo parzialmente modificate la *relazione generale* e le *norme tecniche*.

- alle ***sorgenti captate, ai pozzi e alle loro fasce di rispetto***, ai sensi del D.lgs. 11 maggio 1999, n.152, integrato dal D.lgs. 18 agosto 2000, n.258, all'art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693, All.1, cap.2. Per il pozzo "Ca' del Nano" sono recepite la delimitazione delle fasce di rispetto e di tutela assoluta, così come perimetrata nell'apposto studio; per le zone di tutela assoluta e di rispetto delle altre sorgenti e del pozzo di Abbazia è applicato il "criterio geometrico" (cerchio di raggio dieci metri e duecento metri con eventualmente tagliato verso valle dall'isoipsa che segna la quota della sorgente).

4.6. Carta di sintesi o della pericolosità geologica

(tavola 6a e 6b)

Questa carta è ricavata dal confronto dei diversi tematismi analizzati (fase di analisi del territorio) cui si aggiunge l'analisi clivometrica. Da tale sovrapposizione dei dati e dal loro confronto critico si ottengono numerosi quadri di caratterizzazione geoambientale del territorio, dai quali si individuano le situazioni di pericolosità geologica.

Rispetto alla carta di sintesi dei precedenti studi geologici di supporto al P.R.G., o al P.G.T. (mancante nel 1994; GEA, 2003; TECNOGEO, 2007), questo elaborato è interamente rivisto e aggiornato conformemente ai *Criteri* della L.r. 11 marzo 2005, n. 12; vi sono distinte sette tipologie elementari d'area (classi), ciascuna delle quali è dominata dal prevalere di un fattore di pericolosità geologica; l'ultima - la classe 7 - considera gli interventi di mitigazione della pericolosità eventualmente messi in atto. Ciascuna classe è suddivisa in sottoclassi, che dettagliano maggiormente la situazione trovata sul terreno. La frequente concomitanza di più fattori di pericolosità introduce numerosi altri quadri geoambientali, come risultato della diversa combinazione delle sette classi di pericolosità.

La carta è redatta alla scala 1:5.000 per un opportuno dettaglio e una maggiore chiarezza e copre l'intero territorio di Albino. Le indicazioni in essa contenute hanno un significato sia qualitativo sia quantitativo; infatti gli ambiti definiti costituiscono le classi d'ingresso nella "tabella 1" 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. 11 marzo 2005, n. 12"*: essa consente di ricavare le classi di fattibilità geologica, rappresentate nella tavole n.9 (scala 1:10.000) e n.9a - h (scala 1:2.000).

La su indicata procedura in genere non comporta un semplice automatismo di attribuzione, poiché il valore della classe di fattibilità può essere aumentato o diminuito in funzione di alcune considerazioni tecniche effettuate sul singolo ambito; tuttavia non per tutti gli ambiti si possono modificare le attribuzioni di classe (declassare) che risultano dall'applicazione delle suddette tabelle. È il caso, ad esempio, di quelli che riguardano le aree interessate da *trasporto in massa su conoide*, delimitate secondo le procedure di dettaglio descritte nei Criteri attuativi della L.r. n.12/05; questo sono state applicate sul territorio albinese a tre conoidi (Brandena, Cornello e Guarnasco).

Gli ambiti di pericolosità geologica e le relative classi distinte sono:

- (1) pericolosità per acclività del terreno
- (2) pericolosità per instabilità dei versanti
- (3) pericolosità per vulnerabilità idrogeologica
- (4) pericolosità da dinamica idraulica
- (5) pericolosità per scadenti caratteri geotecnici
- (6) pericolosità da modificazioni antropiche
- (7) fattori di mitigazione della pericolosità.

PERICOLOSITÀ PER ACCLIVITÀ DEL TERRENO (1)

La classe comprende fattori di pericolosità legati a forte acclività del terreno: infatti la pendenza delle superfici oltre certi limiti induce inevitabilmente situazioni di instabilità attive o potenziali, che creano condizioni di pericolo diretto o indiretto per l'eventuale insediamento. Del resto occorre anche dire che in situazioni di forte pendenza gli interventi insediativi possono, a loro volta, innescare facilmente significative forme di instabilità e, in ogni caso, impatti sul terreno molto più pesanti di quanto non facciano sul piano. L'elaborazione delle classi di pendenza è illustrata con la carta geomorfologica (cfr. tavv. 2a e 2b).

A riguardo dell'acclività, la Normativa attuale chiede di evidenziare i pendii inclinati oltre 20° qualora siano costituiti da terreni sciolti e oltre 35° quando formati da roccia. La nostra esperienza sui territori montani ci ha portato fino ad oggi a distinguere due sottoclassi di pericolosità per condizioni di superfici acclivi, graduando in base a queste le conseguenti classificazioni di rischio e di fattibilità e rappresentando le stesse sulle tavole con un apposita campitura, onde evitare un'ulteriore distinzione con lettere e numeri:

- CLASSE 1A → $\beta = 25^\circ \div 35^\circ$ per terreni e rocce deboli; → $\beta = 35^\circ \div 45^\circ$ per le rocce;
- CLASSE 1B → $\beta > 35^\circ$ per terreni e rocce deboli; → $\beta > 45^\circ$ per le rocce.

In questo modo e in linea generale sono ritagliate le situazioni in cui la pendenza rappresenta un elemento influente riguardo ai progetti urbanistici ed edilizi, ma non tali da impedire la trasformazione delle aree con determinati accorgimenti, e quelle dove invece la pendenza del terreno è tale da costituire un reale impedimento alla trasformazione e all'insediamento. Si tratta di una distinzione particolarmente importante per le aree di montagna, dove sono molti i terreni sensibilmente acclivi. È ovvio che questi limiti numerici generali non sarebbero credibili né giusti se, nel definire in dettaglio le classi di fattibilità, essi non fossero calati sui caratteri litologici e geomorfologici delle diverse aree, permettendo di giustificare il giudizio finale sia in senso più restrittivo sia in quello più permissivo.

Comunque oltre i limiti massimi di acclività su definiti, la morfologia aspra, anche in presenza di ammassi rocciosi molto resistenti o di terreni dotati di ottimi parametri geotecnici, esclude la possibilità di trasformazione delle aree per insediamenti di normale edificazione, anche in considerazione degli eccessivi sbancamenti che comporterebbero degli interventi su tali aree.

I limiti applicati per i terreni granulari sono validi anche per le rocce deboli o per i terreni cementati, i cui caratteri geotecnici sono intermedi tra quelli delle terre e quelli delle rocce.



PERICOLOSITÀ PER INSTABILITÀ DEI VERSANTI (2)

Comprende fattori di pericolosità legati a instabilità del pendio di diverso grado e superficie, da quella data da piccoli smottamenti e da leggero soliflusso, fino a quella insita nelle aree di frana. Nel caso di quest'ultima, sono distinte le forme attive, delimitate sulla base delle evidenze di campagna e/o di dati storici, da quelle che indicano aree potenzialmente instabili e da quelle quiescenti o stabilizzate. Per una rappresentazione dettagliata delle forme di instabilità di versante si rimanda alla parte che tratta i caratteri geomorfologici.

- classe 2a: comprende fattori di pericolosità legati a *lieve instabilità* del pendio. Si tratta di aree dove vi sono soliflusso e/o solcature da ruscellamento più o meno diffuse, piccoli decorticamenti del suolo dovuti allo sradicamento di piante, terrazzette da pascolo dovute ad eccessivo carico e stazionamento di bestiame, erosioni diffuse di piccola entità. Nella maggior parte dei casi si tratta di problemi risolvibili con una maggior cura dei terreni superficiali o con piccoli interventi di contenimento (biostuoie, vimate, palizzate, muretti, ecc.) o di riprofilatura del pendio.

Forme di questo tipo sono diffuse soprattutto nelle aree appena a monte del centro abitato di Albino e sul versante destro della valle del Luio. L'indicazione intende sollecitare, anche in aree oggi non segnate da forme attive, particolare attenzione alle condizioni di stabilità del pendio durante lo sviluppo di eventuali lavori di costruzione.

- Classe 2b: in questo ambito rientrano le aree soggette a *caduta di massi* da pareti rocciose, comprendendo sia i punti di stacco (2b1) sia le fasce di terreno raggiunte dalle traiettorie dei blocchi (2b2). Tali situazioni sono dovute alla presenza di strati scompaginati, di rocce molto fratturate, disgregate e con scadenti caratteri geomeccanici, cui si possono aggiungere le condizioni di forte acclività e l'azione meccanica degli apparati radicali. Per prevenire e/o cautelarsi da questo tipo di fenomeni si può ricorrere sia ad interventi di difesa attiva, come posa di tiranti d'ancoraggio, chiodature, bullonature, posa di reti in aderenza, sia ad opere di difesa passiva, quali barriere paramassi elastoplastiche, muri in terre armate, gabbionate, fino a interventi più impegnativi, come valli e tomi o gallerie artificiali.

Questo fattore di pericolosità è piuttosto diffuso nell'area sopra Piazza, sulla costa rocciosa che circonda il monte Rena, soprattutto nel settore sotto le rupi della Madonna del Narciso e a monte della strada provinciale tra la valle Isla e la valle Rovaro. Nella valle del Luio la caduta massi può interessare la strada per Dossello e la zona sopra la stessa contrada. Per affrontare queste situazioni occorrono studi specifici (in parte già effettuati dal Comune o dalla Provincia) per la difesa delle costruzioni già presenti e della viabilità.

- Classe 2c: comprende ambiti di *frana attiva*, del tipo "di scivolamento" o "di colata". In un caso si possono applicare opere di contrasto e consolidamento, di drenaggio e/o di ingegneria naturalistica, onde stabilizzare il pendio e rallentare l'erosione superficiale; nell'altro caso si ricorre ad opere idrauliche (briglie, argini, vasche di accumulo) onde regimare il deflusso delle acque superficiali, e/o ad altre sistemazioni di tipo idraulico-forestale. Nel territorio albinese questi tipi di frane attive coinvolgono l'area sopra Colzine (la frana di Provati, che



oggi è monitorata), il terreno presso la SS. Trinità (dove all'instabilità naturale si somma il dissesto creato dai lavori di costruzione delle gallerie della strada provinciale) e una zona vicina a Ca' Gabora. L'Amministrazione Comunale segue questi fenomeni, in particolare la frana di Provati (studi di dettaglio e monitoraggio); ma è evidente la necessità approfondire ulteriormente la conoscenza delle cause e delle modalità evolutive di queste frane, onde giungere, ove possibile a interventi risolutivi o sistemi di monitoraggio funzionali anche a piani di protezione civile.

- Classe 2d: comprende la pericolosità legata alle **frane quiescenti** (scivolamenti o colate). Queste forme di dissesto, che possono essere riattivate dalle stesse cause che le hanno originate, si affrontano con gli stessi metodi descritti per la classe precedente. Vi sono forme di frana quiescente a valle di Merà, nell'alta valle del Luio presso Gavazzuolo e sopra la località Fornace.

- Classe 2e: riguarda le **frane stabilizzate**; queste non richiedono opere di presidio, tuttavia per trasformare tali ambiti potrebbe essere necessario eseguire approfondimenti e valutazioni di carattere geologico al fine di evitare la riattivazione dei dissesti. Un esempio di queste situazioni è offerto dalla rupe di via Sottocorna (parco Martinelli), dove le scarpate di conglomerato sono state stabilizzate.

- Classe 2f: si riferisce a pericolosità potenziale per **frane di crollo** che possono interessare ripide scarpate sugli ammassi rocciosi fessurati. Questi ambiti si ritrovano solamente in un settore a Nord del monte Misma.

- Classe 2g: ambiti di pericolosità potenziale per **giacitura sfavorevole** degli strati rocciosi (franapoggio): riguardano soprattutto il versante meridionale del monte Altino, dove si trovano anche la frana di Provati e quella di Ca' Gabora; altre situazioni analoghe sono localizzate sulle sponde di alcuni corsi d'acqua secondari della valle del Luio.

classe 2h: indica ambiti di pericolosità legati ad **attività estrattive** dismesse e non ancora messe in sicurezza e/o recuperate per altre destinazioni d'uso. In questa categoria rientra in particolare l'area della cava Italcementi.

PERICOLOSITÀ PER VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA (3)

Questa classe comprende ambiti in cui la rapida infiltrazione delle acque superficiali nel sottosuolo attiva condizioni di elevata vulnerabilità delle falde acquifere sotterranee. In queste aree eventuali scarichi nel suolo di reflui fognari o di altre sostanze possono portare seri danni alle risorse idriche. Qui rientrano le zone di salvaguardia delle sorgenti e dei pozzi ad uso potabile, definite ai sensi del D.lgs. 152/1999, integrato dal D.lgs. 258/2000 e con riferimento alla D.G.R. n. 7/12693 del 10 aprile 2003. D'altra parte la classe riguarda anche situazioni in cui le emergenze idriche diffuse e la bassa soggiacenza della falda possono creare problemi alla stabilità dei terreni e delle strutture che vi si appoggiano. Sono inoltre evidenziate alcune strutture carsiche puntiformi presenti sul territorio (grotte e inghiottitoi). Le sottoclassi individuate per questo ambito sono:



- Classe 3a: **area di tutela assoluta** di captazioni idriche ad uso potabile per i gruppi di sorgenti gestiti da UNIACQUE e BAS in valle Albina, valle del Luio e valle Rovaro.
- Classe 3b: **area di rispetto** di captazioni idriche ad uso potabile: per il pozzo “Ca’ del Nano” è recepita la delimitazione delle fasce di rispetto definita con “criterio idrogeologico” (STUDIO IDROGEOTECNICO, 2009); per altre situazioni, in assenza di uno studio idrogeologico finalizzato, la fascia di rispetto è definita con “criterio geometrico” (settore circolare con raggio duecento metri intercettato dall’ isoipsa alla quota della sorgente).
- Classe 3c: **aree interessate da carsismo** superficiale e ipogeo, con presenza di inghiottitoi e doline, e aree di infiltrazione sotterranea preferenziale delle acque che alimentano sorgenti e pozzi captati. Particolare attenzione merita la zona di infiltrazione lungo le sponde del Serio costituita da strati di ghiaia molto permeabili: almeno in parte essa coincide con una bassa soggiacenza della falda acquifera, che quindi è molto vulnerabile e a rischio per la presenza di numerosi insediamenti industriali.
- Classe 3d: **aree a bassa soggiacenza della falda** o con presenza di falde idriche sospese o percorse da paleoalvei non riattivabili. In questa categoria rientrano tutta la piana alluvionale del Serio e gran parte di quella del Luio.

PERICOLOSITÀ DA DINAMICA IDRAULICA (4)

Questa classe indica la presenza di fattori di pericolosità legati alla dinamica dei corsi d'acqua. Vi rientrano sia gli ambiti di normale pertinenza dei fiumi e dei torrenti, sia le aree che per effetto di condizioni di dissesto o di alterazione degli alvei (sovralluvionamenti, occlusioni, cedimenti spondali) o per condizioni idrauliche particolari (piene eccezionali) possono essere investite e danneggiate da deflussi delle piene. Una specifica sottoclasse tiene conto di eventuali opere di regimazione idraulica e difesa realizzate e del loro grado di manutenzione ed efficacia.

- Classe 4a: ambiti di diretta **normale pertinenza dei corsi d'acqua** superficiali. Sono gli alvei dei principali corsi d'acqua del territorio albinese (Serio, Luio, Albina, Guarnasco, Brandena, Isla, Rovaro) e dei loro affluenti.
- Classe 4b: **aree potenzialmente allagabili** definite con criterio geomorfologico. In questa categoria rientrano le fasce di esondazione del Serio e dei vari affluenti definite in base a dati storici, testimonianze di abitanti e verificate sulla base di rilevamento geomorfologico.
- Classe 4c: comprende le **aree già allagate** dal fiume Serio in occasione di precedenti eventi di piena (senza definizione del tempo di ritorno).
- Classe 4d: ambiti protetti da **interventi di difesa** e regimazione idraulica ben realizzati e in buono stato di manutenzione. Queste caratteristiche si riscontrano in particolare lungo il corso del fiume Serio e del tratto terminale del torrente Albina.

- **Classe 4e**: identifica aree di conoide già interessate da trasporto in massa e **colate di detriti** (*debris flow*). Rientrano in questa classe i tratti terminali dei torrenti Guarnasco, Brandena e Cornello.
- **Classe 4f**: delimita aree di conoide potenzialmente interessate da trasporto in massa e **colate di detriti** (*debris flow*); sono considerate in questa categoria le aree adiacenti a quelle della classe precedente.

PERICOLOSITÀ PER SCADENTI CARATTERI GEOTECNICI (5)

Queste classi individuano ambiti in cui la scadente qualità tecnica dei terreni o degli ammassi rocciosi pone e potrebbe porre significativi problemi alle costruzioni e, se non ne esclude l'utilizzo insediativo, certo richiede l'adozione di accorgimenti costruttivi particolari. Sul territorio di Albino l'indicazione si riferisce soprattutto sia ai terreni particolarmente argillosi della valle del Luio sia ad alcune aree di terreno limo-argilloso sui terrazzi fluvio-glaciali. In questa categoria rientrano anche alcune aree livellate da riporti artificiali mal costipati. Nel caso di utilizzo di queste aree è assolutamente necessario condurre preventive e adeguate indagini geotecniche, mirate alla quantificazione diretta e puntuale dei parametri fisici del terreno (granulometria, peso di volume, angolo di attrito interno, coesione, ecc.) e valutazioni sul possibile drenaggio.

- **Classe 5a**: aree di possibili **ristagni d'acqua** riguardano ad esempio aree lungo via Pradella, zone alla confluenza di alcuni impluvi minori a monte di Albino (zona S. Bernardo) o aree su terreni argillitici in valle del Luio (presso la località SS. Trinità, tra via Camarelli e via Ca' Nuova o presso via S. Benedetto).
- **Classe 5b**: aree con **riporti** di inerti o discariche (anche di RSU), alcuni dei quali in corso di assestamento; ve ne sono lungo le sponde del Serio, nella parte alta della località Belloloco, e in corrispondenza di piazzali ricavati presso alcune frazioni della valle del Luio, le quali occludono gli alvei dei corsi d'acqua minori.
- **Classe 5c**: aree con **terreni limo-argillosi** dotati di scarsa capacità portante: sostanzialmente si riconducono alla precedente classe 5a, ove sia presente acqua, e talvolta ai riporti artificiali lungo il Serio.

PERICOLOSITÀ DA MODIFICAZIONI ANTROPICHE (6)

Queste indicazioni mettono in evidenza ambiti in cui l'intervento umano ha modificato le condizioni di stabilità o la dinamica evolutiva naturale del territorio, introducendo fattori di pericolosità geologica effettiva o potenziale. Questa zonazione riguarda strutture idrauliche, intubazioni o alterazioni della sezione dei corsi d'acqua, che introducono la possibilità di avarie, rotture, occlusioni ed esondazioni, mentre non sono compresi gli eventuali effetti negativi legati alle attività estrattive (considerati nella categoria "2h"):



- **Classe 6a**: questo ambito include le **occlusioni d'alveo** e i restringimenti eventualmente dovuti agli attraversamenti viari (ponti e tombotti). Tali situazioni si individuano lungo quasi tutte le valli minori e inducono una certa attenzione per la possibile influenza negativa sul deflusso delle acque incanalate.

- **Classe 6b**: segnala **alvei coperti o intubati**. Queste situazioni sono altrettanto diffuse quanto le occlusioni di alveo; di particolare rilievo sono i tratti intubati sotto via Milano e via Duca degli Abruzzi lungo il centro di Albino, l'alveo coperto nel tratto terminale della Val Brandena e quelli in corrispondenza dei numerosi riporti che occludono le valli tributarie del Luio. Per questi tratti è opportuna una periodica ispezione e manutenzione che garantisca la completa efficienza dei manufatti, evitando anche la possibilità di occlusione a causa di trasporto di legname durante gli eventi di piena dalle zone a monte mediante un'attenta cura delle pendici montane soprastanti.

- **Classe 6c**: comprende i tratti di **alveo incanalato**; in particolare si segnala il tratto terminale del torrente Albina.

- **Classe 6d**: comprende aree in cui vi sono **manufatti lesionati** a motivo di scarsa attenzione nella costruzione delle opere in contesti geomorfologici delicati, associati alla dinamica degli alvei, o in aree con modesti problemi di franosità superficiale non correttamente valutati. In proposito si indicano aree con muri spondali lesionati o distrutti, come lungo l'Albina, e zone con muri e strade lesionate, come via Madonna della Neve, via Dossello o via Gavazzuolo.

- **Classe 6e**: comprende **manufatti o materiali pericolosi per la dinamica degli alvei**. Si tratta di accatastamenti di legnami, di rifiuti e di materiali di recupero di ogni tipo, di baracche e altri precari posizionati nelle fasce di esondazione dei corsi d'acqua, in fregio agli alvei, che nel momento in cui venissero raggiunti dai deflussi di piena potrebbero facilmente essere trascinati dalla corrente, con rischio di occlusione e danneggiamento di ponti ed altre strutture quando non anche di inquinamento delle acque. Ve ne sono in particolare lungo le sponde del torrente Luio.

- **Classe 6f**: comprende una fascia di terreno soprastante le **gallerie** della strada provinciale: essa è stata interessata da un crollo durante i lavori con conseguente apertura di una vasta voragine, quindi da riporti e rimaneggiamenti del terreno, e vi sono associate anche forme carsiche; occorre una corretta manutenzione delle sistemazioni idrauliche e delle opere di sostegno.

FATTORI DI MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ (7)

Numerosi fattori intervengono nel territorio di Albino a mitigare la pericolosità geologica che grava su alcune aree. Si tratta di lavori di stabilizzazione e messa in sicurezza dei versanti, di opere di regimazione idraulica o di consolidamenti tesi a migliorare i caratteri fisici di taluni terreni. Tali interventi si concentrano soprattutto lungo gli alvei e nei pressi dei centri abitati

o, nel caso specifico della classe 7b, su pendici coltivate. Gli interventi mitigatori sono suddivisi secondo le loro diverse tipologie:

- Classe 7a: opere di difesa da caduta massi. Vi sono strutture di questo tipo a Piazzo (tomo, vallo e barriera paramassi), lungo la strada provinciale tra le valli Isla e Rovaro e alle Chiorde (barriere paramassi). Sulla strada del colle Gallo e sulla rupe di via Sottocorna invece sono state attuate opere di difesa attive (reti addossate), e lavori di bioingegneria (barriere paramassi in legname).
- Classe 7b: terrazzamenti. Sono piccoli ripiani paralleli costruiti nel corso dei secoli per ottenere superfici coltivabili e ben esposte; svolgono un'efficace funzione di stabilizzazione del terreno superficiale se ben mantenuti. Ve ne sono numerosi soprattutto in valle del Luio e a Piazzo, Cedrello e Casaletti.
- Classe 7c: opere di sostegno. Sono segnalati in questa classe i vari interventi realizzati per sistemare piccole frane o per prevenirne l'insorgere: si tratta di muri in terre armate, palificate doppie e gabbionate e altre applicazioni bioingegneristiche (geostuoie, grate a camera, etc.). Questi rimedi si osservano sulle sponde dei principali compluvi della valle del Luio, dove attraversa il metanodotto o sulle scarpate attorno gli imbocchi delle gallerie della strada provinciale. Interventi analoghi sono presso Dossello, altri sostengono aree di parcheggio di piccole contrade del Luio.
- Classe 7d: briglia, soglia. Sono opere idrauliche usate per la sistemazione di alcuni alvei dissestati (valle Rena e valle Brandena), ma sono usate spesso per gli attraversamenti stradali di molti impluvi minori.
- Classe 7e: fosso di guardia, alveo incanalato. Sono segnalate in carta la canaletta che intercetta le acque ruscellanti dal pendio franoso presso la SS.Trinità e la canalizzazione dell'ultimo tratto del torrente Albina.

In generale occorre tener presente che la durata di questi manufatti, in particolar modo di quelli idraulici, è spesso limitata nel tempo ed essi hanno in genere piena efficienza solo quando il presidio umano e la manutenzione geologica sono assidui.

4.7. Carta degli scenari di pericolosità sismica

(tavola 7)

Il P.G.T. di Albino è già corredato da un aggiornamento sismico conforme ai *Criteri* della L.r. 12/2005 (TECNOGEO, 2007). Tale documento comprende una “*Carta degli scenari di pericolosità sismica locale*” (approfondimento di I livello) ricavata dalle informazioni contenute nello studio geologico del precedente P.R.G. (GEA, 1994) e negli ulteriori studi di adeguamento al P.A.I. (GEA, 2004), lavori questi né aggiornati né corretti.

Poiché il territorio di Albino è in “ZONA 3” sismica (D.G.R. 7 novembre 2003, n. 14964/7) il P.G.T. è dotato anche di una “*Carta dei fattori di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche*” (approfondimento di II livello), pure redatta secondo i *Criteri* regionali (Allegato 5 della d.g.r. 8/1566 del 22 dicembre 2005): in essa si considerano i dati di alcuni pozzi, quelli ricavati da indagini geofisiche appositamente effettuate (tre Re.Mi. eseguiti da PROGEA CONSULTING) e quelli tratti da un altro studio comunale. È stata prodotta anche una “*Carta degli scenari in cui si applicano gli approfondimenti di III livello*” e, naturalmente, le prescrizioni in materia di prevenzione sismica del Piano delle Regole tuttora vigente.

Pur considerando la validità generale di quei documenti, si è dovuto prendere atto che sono intervenuti successivamente alla loro compilazione - tra il 2007 e il 2012 - alcuni significativi cambiamenti. In primo luogo sono oggi definite una nuova carta geologica (lito-strutturale) e soprattutto una nuova carta geomorfologica, che induce una conseguente profonda revisione della “*Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.*”, alla quale ultima fa riferimento la “*Carta degli scenari di pericolosità sismica di primo livello*”. Inoltre, con l’entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, Regione Lombardia ha modificato i valori di soglia dell’amplificazione sismica (D.G.R. 28 maggio 2008, n.8/7374, all.5; Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011, n.IX/2616, all.5) cui fa riferimento la “*Carta dei fattori di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche*” (II livello). A proposito di quest’ultimo elaborato, si è preso atto che per la sua precedente redazione si è utilizzato un numero assai ristretto di prove geofisiche, ricorrendo invece ad abbondante estrapolazione di dati troppo lontani dalle stesse indagini dirette.

Quelli su citati sono i motivi che hanno indotto ad introdurre nel contesto della riunificazione, revisione e aggiornamento degli studi geologici comunali di Albino anche la revisione della componente sismica, per renderla conforme ai *Criteri* regionali. L’importanza di quest’azione non è disgiunta anche dalla considerazione di recenti eventi sismici verificatisi ad Albino (11 maggio 2010, ore 4.13.13, sisma di magnitudo $MS=3,3$, a profondità poco più di tre chilometri, seguito il 14 maggio 2010, ore 5.35.29, da un altro di magnitudo 2,8 a profondità di circa cinque chilometri, con epicentro tra Nembro e Selvino) e di memorie storiche di terremoti di un certo rilievo (12 marzo 1661, magnitudo $MS=5,2$, segnalato da CALVI A. nelle “*Effemeridi*” e ripreso nel Catalogo dei terremoti italiani e nel “*Piano di Emergenza Provinciale – Rischio Sismico*” della Provincia di Bergamo, 2005).

Il presente lavoro comprende anche sei misurazioni di tremore sismico, con metodologia HVSR a stazione singola, e l’aggiornamento delle carte e della normativa di riferimento.



Il Bergamo

12-MAG-2010

Direttore: Enzo Cirillo

da pag. 17

Sisma. La terra ha tremato nel cuore della notte, magnitudo 3.3 della scala Richter

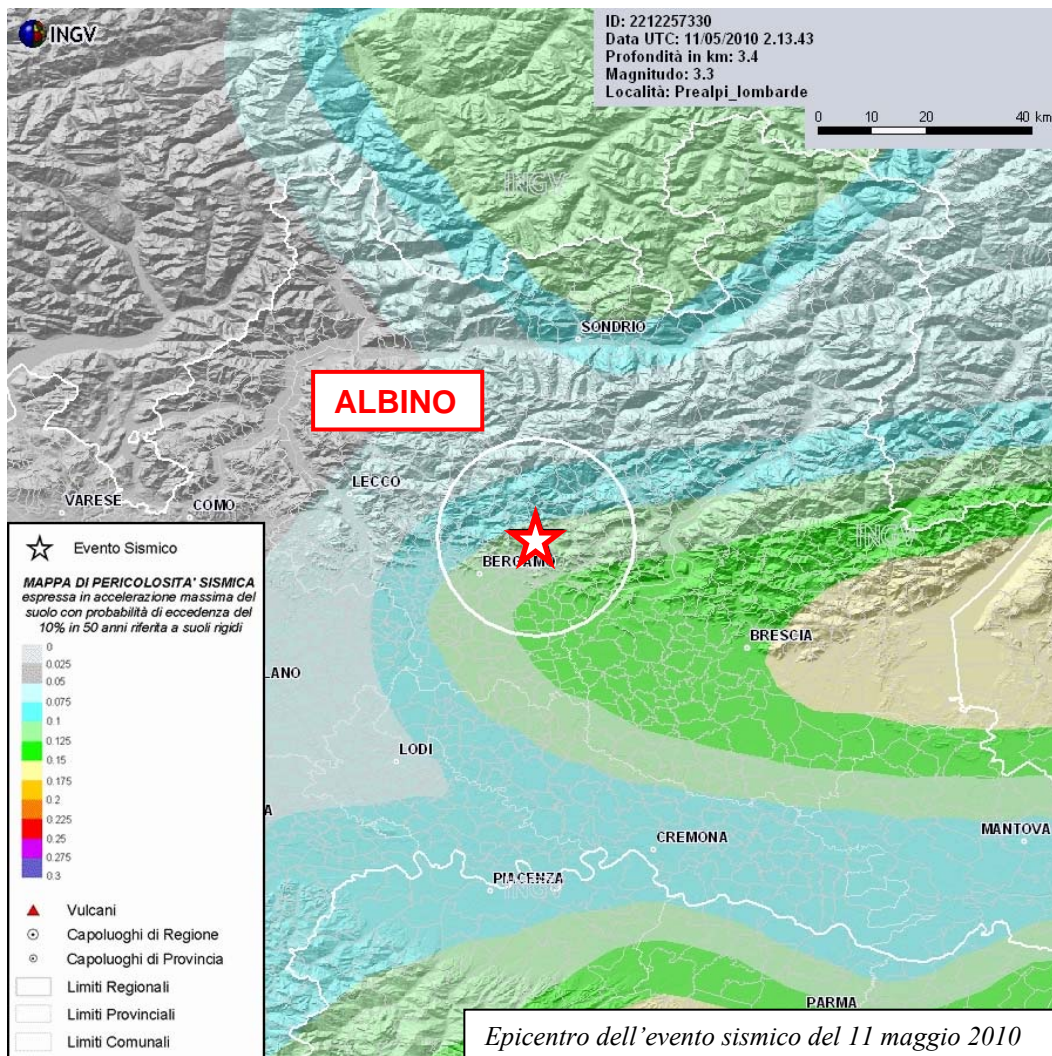
Terremoto in Bergamasca tanta paura, nessun ferito

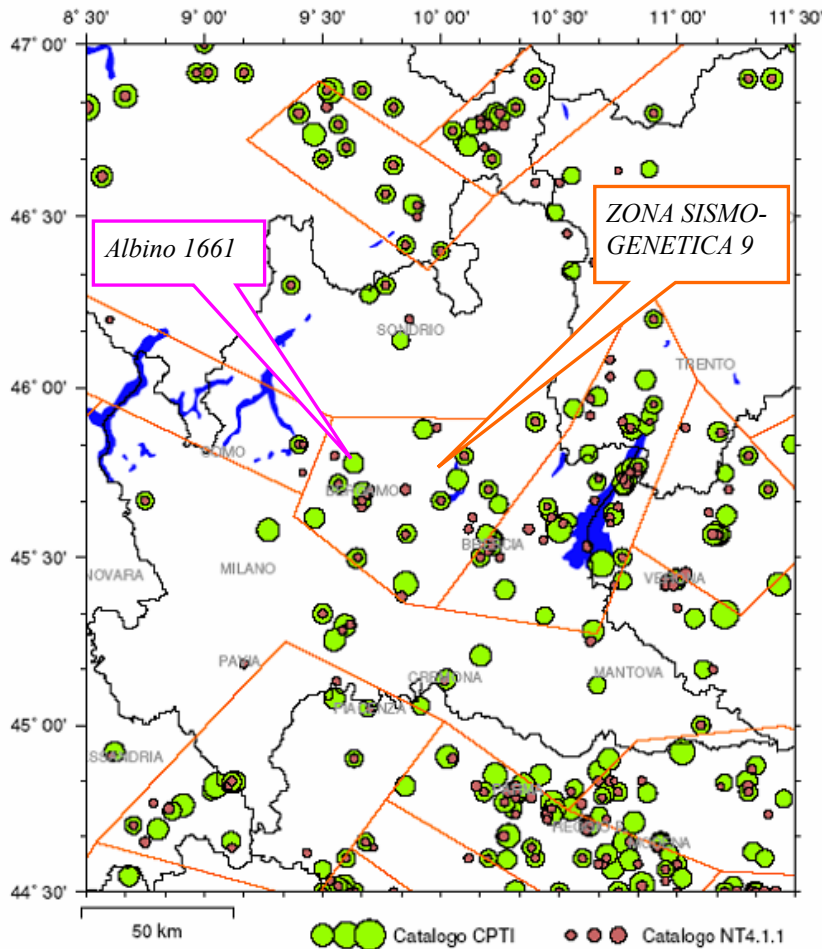
La scossa è stata avvertita in città e in tutta la provincia. L'epicentro tra Albino, Aviatico e Selvino alle 4.13. Dopo il boato numerose telefonate ai vigili del fuoco.

Il terrore dopo gli scossoni: «Temevamo il peggio». P.17

Sisma. La terra ha tremato nel cuore della notte, magnitudo 3.3 della scala Richter

Sveglia da incubo per gli orobici scossa di terremoto alle 4.13





A lato: Sismicità della Regione Lombardia con evidenziato il terremoto storico di Albino

In basso: eventi storici principali estratti da PIANO DI EMERGENZA PROVINCIALE – RISCHIO SISMICO – Provincia di Bergamo, 2005

Qui sotto: “Effemeridi” di Donato Calvi - 11 marzo 1661

11 marzo 1661: Giorno di venerdì sempre memorando in cui la patria nostra fu da fierissimo terremoto crollata, che cagionò nel territorio moltissimi danni, caduta del Refettorio de Padri di Montecchio con morte d’alcuni, conquassamento del Convento de Capuccini di Albino aperture voraginose della terra, staccamento de Monti dal luogo loro con altre rovine. Fu il terremoto sentito non solo hoggi, ma anco in altri giorni antecedenti, e susseguenti, ma l’hodierno riusci più degli altri spaventoso

In Bergamo sono ricordati i terremoti del 1280, che fu di notevole entità, del 1295 che danneggiò seriamente la città e che fu avvertito fino a Milano, così come quelli del 1576, del 1642, che procurò molti e seri danni alla città e causò il crollo del campanile di S. Stefano a Milano, quelli del 1661, del 1781 e del 1884. Anche quello del 26 dicembre 1397 causò il crollo di parecchi edifici. Molto sentiti furono anche quelli verificatisi il 26 settembre 1576, la notte tra l'8 e il 9 marzo 1593, il 22 agosto 1606 e a dicembre del 1857. Il citato terremoto del 1661 fu disastroso nella città di Albino, a pochi km a NE di Bergamo.

Un terremoto abbastanza forte fu avvertito poi il 12 settembre 1884 nella città di Treviglio, così come una scossa molto forte si verificò il 10 settembre 1781 tra i comuni di Treviglio, Caravaggio e Cassano (tutti comuni non classificati in 2° zona).

Altri terremoti, con epicentro decentrato rispetto a Bergamo, ma i cui effetti furono fortemente sentiti anche in questa città, furono quelli verificatisi nel Cremasco nel 1786, nel Bresciano nel 1894, in Emilia nel 1873 e 1898, in Veneto nel 1117, 1873, 1891 e 1892.

Dai dati storici e dalla cartografia emerge dunque che il fenomeno terremoto non presenta valenza omogenea sul territorio provinciale; gli effetti massimi osservati negli ultimi secoli sono risultati più severi nel settore compreso tra Bergamo e Sarnico, nelle vicinanze di Clusone e a sud-est di Treviglio e Calcio.



Lo studio di PRIMO LIVELLO, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento, consiste nell'analisi dei dati contenuti nella cartografia di inquadramento del presente studio geologico (carte geologica, geomorfologica, idrogeologica e Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.) e nella redazione della “Carta degli scenari di pericolosità sismica”. Quest'ultima riporta perciò la perimetrazione areale e gli elementi lineari delle diverse “situazioni-tipo” in grado di determinare effetti sismici locali, come indicato nella sottostante tabella che è stata modificata con i criteri più recenti (Allegato 5 della d.g.r. IX/2616 del 30 novembre 2011):

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	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura 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

Rispetto a queste categorie, come già nella precedente versione di questa carta (TECNOGEO, 2007), il territorio di Albino non contempla gli scenari Z1c (zone potenzialmente franose), gli scenari Z2 (terreni soggetti a cedimenti e liquefazioni) e gli scenari Z4c (terreni di origine glaciale).

ZONA Z1

In questa vasta categoria rientrano tutte le *aree in frana*, attive o quiescenti, individuate secondo i criteri P.A.I.. In tali ambiti un sisma potrebbe generare o riattivare forme di instabilità dei pendii, sia direttamente, imprimendo un'accelerazione alle singole particelle del terreno, sia indirettamente, aumentando la pressione dell'acqua nei pori (pressione neutra).

Rispetto alla carta precedente, diminuisce in modo consistente il numero dei siti franosi (in particolare Z1b), poiché per la “Carta Geomorfologica con legenda Uniformata P.A.I.” le piccole aree soggette a *soil slip*, le forme di decorticamento del suolo e/o di soliflusso non hanno rilevanza, e dunque non l’hanno nemmeno nell’ottica sismica. Sono anche ridefinite le perimetrazioni di alcune zone riconosciute franose o potenzialmente tali.

Aree di frana attiva o quiescente (rispettivamente zona Z1a e Z1b) si trovano sul versante del monte Rena, e sulle pendici del monte Cereto, del monte Altino e del monte Misma; tra le più importanti si evidenziano la frana di Provati e le aree interessate da distacco e caduta di massi delle rupi di Piazza, del Cornello e sopra la strada provinciale tra la valle Isla e la valle Rovaro.

ZONA Z3

I cigli delle scarpate alte più di dieci metri (Z3a) e le creste rocciose (Z3b) sono suscettibili ad **amplificazioni** di tipo “topografico”, cioè legate alla particolare morfologia e alle aspre irregolarità del terreno, che determinano una specie di focalizzazione delle onde sismiche, per fenomeni di riflessione e di interazione fra il campo d’onda incidente e quello diffratto.

In questo caso le modifiche apportate alla cartografia precedente sono limitate: le segnalazioni riguardano solamente i crinali estesi, togliendo quelli brevi e le culminazioni e le convessità irrilevanti. Non sono prese in considerazione le scarpate dei terrazzi fluvio-glaciali, poiché in questi casi il fattore di amplificazione litologico (cfr. Z4) è maggiore di quello topografico e, poiché l’amplificazione topografica dovrebbe essere considerata a riguardo degli ammassi rocciosi (elevata velocità delle onde sismiche). Queste morfologie dunque sono indicate in carta solo se lo spessore del terreno è limitato o la roccia è subaffiorante: alcune scarpate della valle Albina e quella di Sottocorna.

È mantenuta la distinzione tra creste appuntite e creste arrotondate (Z3b), anche ai fini della realizzazione dell’approfondimento di II livello. Le creste compaiono soprattutto nelle zone esterne al Capoluogo ad Ovest del Serio, mentre interessano frequentemente i centri abitati della valle del Luio, sorti proprio attorno a crinali (Colzine, Vallalta, Fiobbio, Gavazzuolo, Ronchi o l’area tra via Camarelli e Dossello).

ZONA Z4

In quest’ampia categoria rientrano quei terreni di varia origine che possono generare effetti di **amplificazione** di tipo “litologico” (legate alle proprietà meccaniche del materiale che costituisce il sedimento stesso) e/o geometrico (legate a forma e geometria del corpo sedimentario - lenti, eteropie, ecc). Si possono avere amplificazioni locali, fenomeni di risonanza tra l’onda sismica incidente e il moto sismico proprio del terreno e fenomeni di

doppia risonanza tra il periodo fondamentale del moto sismico incidente e quello del terreno e le eventuali sovrastrutture presenti.

Per la fattispecie Z4a (fondovalle con terreni granulari alluvionali e/o fluvioglaciali e/o coesivi) vi è una sostanziale analogia con la carta precedente, per le fasce lungo l'asta del Serio e i due principali affluenti - Luio e Albina - e una netta espansione nel centro di Albino.

È molto ridimensionata la classe Z4b (zona pedemontana di falda di detrito), che è assegnata in prevalenza alle pendici meridionali del monte Rena, tra Bondo Petello e Perola, mentre superfici di minore estensione si trovano attorno al monte Altino e a Nord del monte Misma.

È invece inserita la classe Z4d (presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio colluviale) poiché tale tipo di terreno è molto frequente sulle pendici del monte Cereto, e in valle del Luio, anche se nelle parti più elevate dei versanti lo spessore di queste terre diviene irrilevante. Questa classe determina la maggior estensione delle aree soggette a possibile amplificazione litologica soprattutto in valle del Luio.

ZONA Z5

Le zone Z5 sono soggette ad **amplificazioni** locali difficilmente classificabili, legate a differenze sostanziali di proprietà meccaniche dei terreni in un punto. Sulla “*Carta degli scenari di pericolosità sismica*” sono indicati con tratto lineare verde i passaggi (contatti) tra le rocce e i terreni sciolti (alluvionali, fluvioglaciali, di versante, ecc.). Per questi casi non è necessaria una valutazione quantitativa con approfondimento d'indagine a livello superiore (studi di secondo e terzo livello), poiché questo scenario esclude la possibilità costruire, cioè non si può fabbricare un edificio poggiandolo parte su roccia e parte su terre; tuttavia si possono adottare accorgimenti per uniformare il piano di fondazione (fondazioni profonde, riporti, ecc).

Gli elementi lineari e le “zone” perimetrare sulla “*Carta degli scenari di pericolosità sismica*” sono riportate con retinatura trasparente anche sulle carte di fattibilità geologica, come prescritto dai *Criteri* regionali. La zonazione sismica non influisce sull'attribuzione delle classi di fattibilità, ma fornisce indicazioni utili sullo spettro di risposta elastica da utilizzare in fase di progettazione delle strutture, come previsto dal già citato Testo Unificato sulle Costruzioni (D.M. 14.01.2008).

4.8. Indagine sismica di 2° livello

(tavola n.8)

Per le motivazioni già espresse introducendo l'indagine sismica di primo livello, è qui riveduta e integrata anche la precedente indagine sismica di secondo livello, in applicazione dei *Criteri* regionali, che impongono anche nuovi "valori di soglia"; la revisione riguarda sia gli effetti di amplificazione litologica (sone Z4), sia quelli amplificazione topografica morfologica (zone Z3).

4.8.1 Effetti di amplificazione litologica

La metodologia seguita per l'approfondimento sugli effetti di amplificazione litologica è quella descritta nel precedente studio, al quale si rimanda. Entrando nel dettaglio si osserva che l'assunzione dei dati stratigrafici è ricavata da stratigrafie già disponibili di pozzi e sondaggi, mentre i dati geofisici sono stati integrati eseguendo sei misurazioni di microtremore sismico con metodo HVSR (cfr. schede allegate). Le ubicazioni delle stratigrafie e delle indagini sismiche sono indicate con appositi simboli e codice identificativo nella tavola n.8: la presente analisi si avvale di sedici punti di indagine.

La scelta delle stratigrafie (spessori delle diverse unità), dei caratteri geotecnici (granulometria) e di quelli geofisici (andamento di V_S con la profondità e periodo caratteristico del sito T_0), utilizzati per la valutazione sismica di secondo livello del territorio albinese è di **attendibilità medio-alta**, poiché la maggior parte dei dati proviene da prove e indagini dirette, come si ricava dalla "Tabella dei livelli di Attendibilità" della procedura di analisi normativa (D.G.R. n.8/7374 del 28.05.2008, ALLEGATO 5) qui di seguito evidenziata.

Dati	Attendibilità	Tipologia
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)

I nuovi fattori di soglia di amplificazione forniti da Regione Lombardia sono i seguenti:

COMUNE	VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO 0,1-0,5 sec					VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO 0,5-1,5 sec				
ALBINO										
CLASSIFICAZIONE	Categoria di sottosuolo					Categoria di sottosuolo				
zona 3	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
			1.5	1.9	2.3	2.0		1.7	2.4	4.3

La tabella e i grafici che seguono riprendono i caratteri salienti delle stratigrafie utilizzate e l'andamento della velocità Vs con la profondità, in funzione della scheda litologica di riferimento e la categoria di sottosuolo specificata nel D.M. 14 gennaio 2008.

Già da questa prima elaborazione dei dati risaltano le differenze più significative con lo studio sismico precedente. La revisione dei dati stratigrafici e delle prime indagini geofisiche e le più recenti conoscenze acquisite (es.: GEA, 2004 - *“Indicazioni geotecniche preliminari di supporto al progetto di realizzazione di vasche interrato lungo il fiume Serio”* - Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca) hanno permesso di confutare la precedente assegnazione alla categoria di sottosuolo “B” di numerose aree. Va attribuita infatti ad ognuno dei punti di misurazione effettuati la **categoria di sottosuolo “E”**, poiché il *bedrock sismico* si trova a m 5÷12 dal piano di campagna.

Si noti, ad esempio, che lungo la pista ciclabile, sulla sponda destra del Serio, dove si è riscontrata la presenza di argille fossilifere (marine) e la roccia è ad oltre trenta metri di profondità, il *bedrock sismico* è ubicato a circa dieci metri di profondità, cioè alla sommità del banco argilloso, che è molto addensato e resistente (cfr. prove SPT).

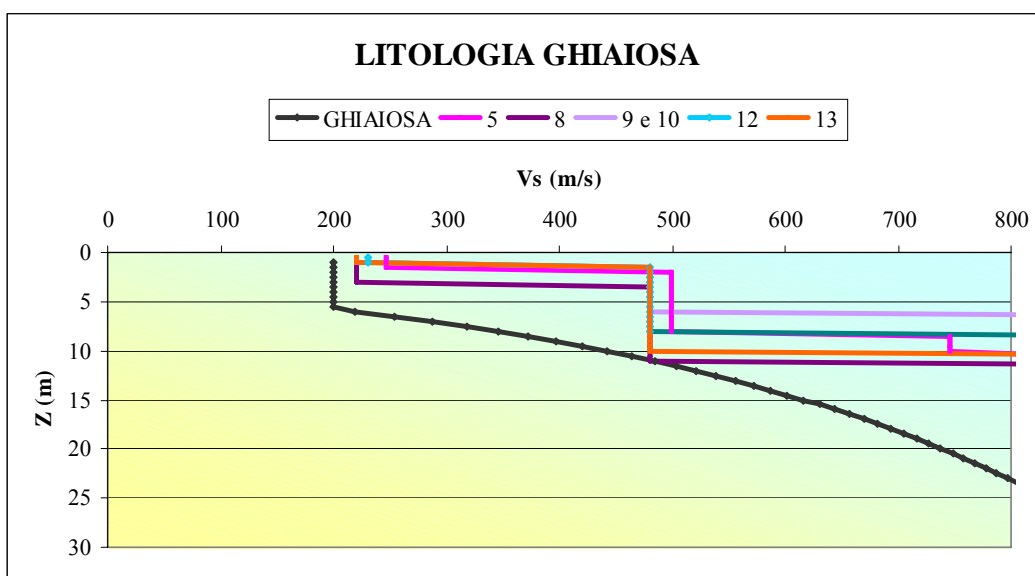
Solo nella zona di Bondo Petello la stratigrafia di una perforazione mostra uno spessore di terre maggiore di trenta metri, alle quali nel precedente studio è stata assegnata una velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) tale che consentirebbe di attribuire al sito in questione la categoria di sottosuolo “B”. La stratigrafia però risulta dubbia, visto che attorno al punto in cui è stata eseguita la perforazione affiora roccia nell'alveo dell'Albina (area verde pubblico in via Padre Dehon) e inoltre le indagini sismiche eseguite a suo tempo (TECNOGEO, 1997) danno roccia o *bedrock sismico* a Bondo Petello a circa dieci metri di profondità. Sembra quindi più corretto anche in questo caso assegnare alla zona la categoria di sottosuolo “E”.

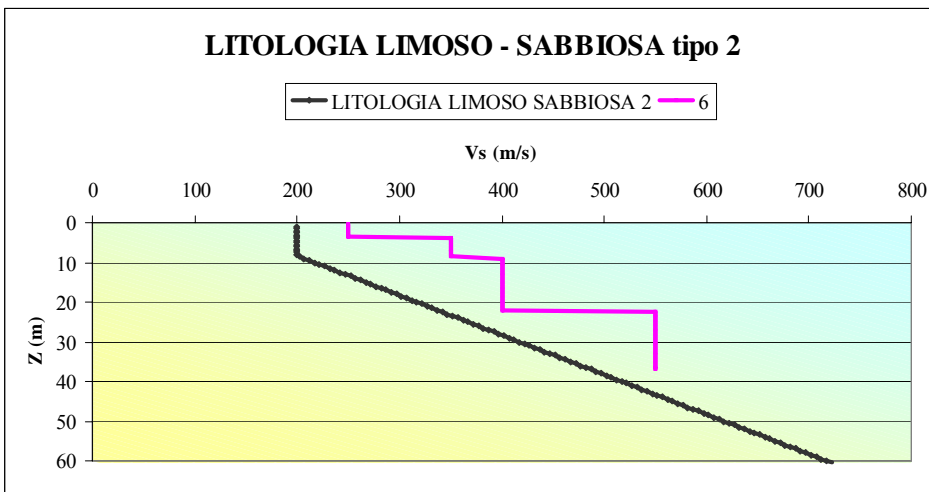
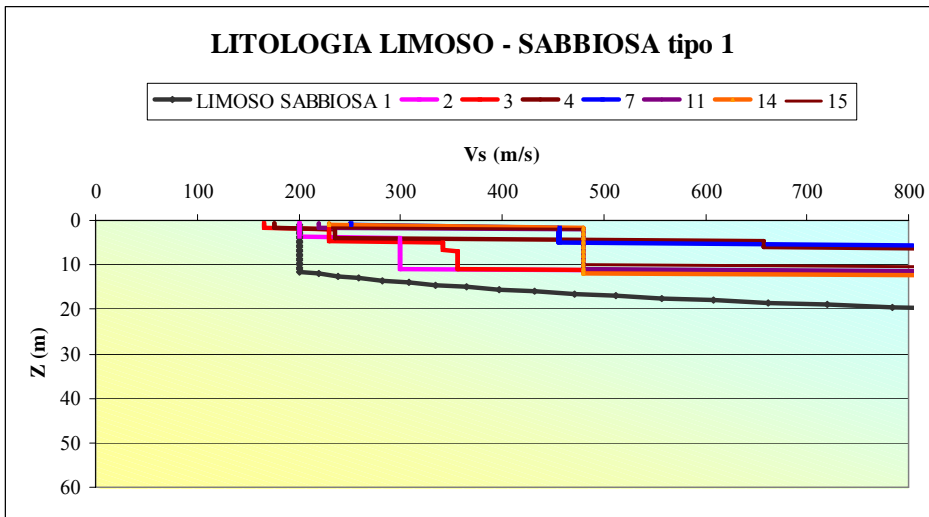
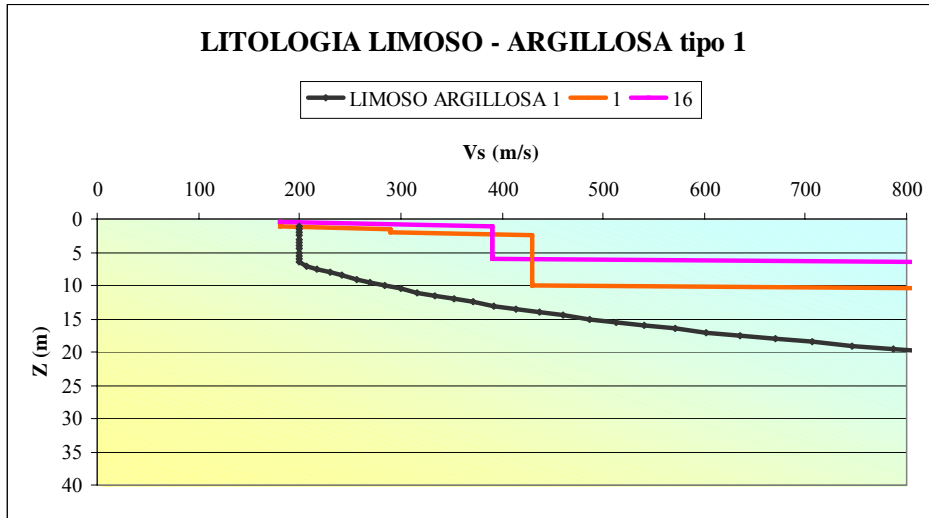
Recentemente sono stati effettuati approfondimenti di indagine nell'area del cotonificio Honegger, in particolare nel settore in territorio di Nembro al confine con Albino: si tratta di sismica tipo MASW che attesta $V_{S30} = 591-615$ m/s. Da tali indagini risulta che in quel luogo si può assegnare la categoria di sottosuolo “B”; è possibile quindi che nella parte meridionale del territorio di Albino, sulla destra del Serio, vi sia una fascia di transizione tra le categorie di sottosuolo “B” ed “E”, proprio in corrispondenza del cotonificio Honegger. In una eventuale fase progettuale che riguardi questa zona occorrerà determinare in dettaglio, mediante specifiche indagini geofisiche, la classe di sottosuolo.



N. SCHEDA	LOCALITA'	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	DATO	SPESSORE TERRENO (m)	SPESSORE BEDROCK SISMICO (m)	SCHEDA LITOLOGICA
1	POZZO CA DEL NANO (TR04)	E	S+G	4.5	12.6	limo arg.1
2	VIA MAZZINI	E	S+G	11	11	limo sabb.1
3	CIMITERO ALBINO	E	S+G	11.1	11.1	limo sabb.1
4	BONDO PETELLO	E	G	6.1	6.1	limo sabb. 1
5	PISTA CICLABILE ALBINO	E	S+G	9.8	9.8	ghiaiosa
6	BONDO PETELLO	B-E	S	37	37	limo sabb. 2
7	ABBAZIA loc. Crocetta (TR05)	E	S+G	7	5	limo sabb. 1
8	ALBINO via Pradella	E	S	11	11	ghiaiosa
9	COMENDUNO ALBINO (TR02) PRATO ALTO	E	S+G	4	6	ghiaiosa
10	ALBINO via STAZIONE (via Pradella)	E	S	6	6	ghiaiosa
11	ALBINO (cotonificio ALBINI)	E	S	13	13	limo sabb. 1
12	ALBINO via Pertini (TR03)	E	S+G	8.2	8.2	ghiaiosa
13	ALBINO (Prato Alto)	E	S+G	10	10	ghiaiosa
14	ALBINO (cotonificio HONNEGER)	E	S	12	12	limo sabb.1
15	COMENDUNO CIMITERO (TR01)	E	G	11	11	limo sabb. 1
16	ABBAZIA Cimitero (TR06)	E	G	6	6.2	limo arg.1

N.B.: le indagini con scritta **nera** sono state ricontrollate e verificate alla luce dei nuovi dati sismici dell'area, quelle in **rosso** sono state ricontrollate in base a dati geofisici specifici del sito e quelle in **blu** sono in corrispondenza di nuove indagini





La tabella esposta nella tavola n.8 riporta le elaborazioni conseguenti ai risultati su esposti e in particolare:

- la scheda litologica utilizzata (ghiaiosa, limo-sabbiosa tipo1, limo-sabbiosa tipo 2 e limo-argillosa tipo 1) e le caratteristiche della curva di riferimento specifica all'interno della stessa scheda (blu, verde o rossa);
- la definizione del periodo di sito T, ottenuto dalla formula proposta dai *Criteri* o dalle indagini sismiche HVSR effettuate;
- il fattore di amplificazione Fa, calcolato sulla base delle due classi di periodo di oscillazione in secondi (Fa_{0,1-0,5} e Fa_{0,5-1,5}), corrispondenti la prima ad edifici sino a circa cinque piani di altezza, la seconda a fabbricati da sei a circa quindici piani;
- il fattore di amplificazione di soglia Fs indicato da Regione Lombardia, relativo alle due classi di periodo (Fas_{0,1-0,5} e Fas_{0,5-1,5}) e alla categoria di sottosuolo;
- l'adeguatezza o meno dei valori di amplificazione calcolati Fa rispetto ai valori di soglia definiti (Fas).

Dall'analisi risulta che per il territorio di Albino, nei terreni delle zone Z4, il fattore di amplificazione calcolato è sempre minore del fattore di amplificazione di soglia (Fa < Fas), attribuendo alle diverse stratigrafie incontrate la **categoria di sottosuolo "E"** e, quindi, che il coefficiente di sottosuolo calcolato nell'azione sismica, secondo la Normativa vigente (D.M. 14 gennaio 2008, tabelle 3.3.II e 3.3.V) è adeguato e sufficiente per la verifica dei sistemi geotecnici, fondazionali e strutturali.

N. SCHEDA	LOCALITA'	VALORE SOGLIA Fas (0,1-0,5) 2008	VALORE SOGLIA Fas (0,5-1,5) 2008	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CALCOLATO Fa (0,1-0,5)		FATTORE DI AMPLIFICAZIONE CALCOLATO Fa (0,5-1,5)		VALIDITA' DELLA NORMATIVA D.M. 14 gennaio 2008	
				da periodo di sito	da HVSR	da periodo di sito	da HVSR	Fa (0,1-0,5)	Fa(0,5-1,5)
1	POZZO CA DEL NANO (TR04)	2.0	3.1	1.55	1.56	1.04	1.05	ADEGUATA	ADEGUATA
2	VIA MAZZINI	2.0	3.1	1.51		1.08		ADEGUATA	ADEGUATA
3	CIMITERO ALBINO	2.0	3.1	1.46		1.07		ADEGUATA	ADEGUATA
4	BONDO PETELLO	2.0	3.1	1.15		1.00		ADEGUATA	ADEGUATA
5	PISTA CICLABILE ALBINO	2.0	3.1	1.12		1.00		ADEGUATA	ADEGUATA
6	BONDO PETELLO	1.5	1.7	1.33		1.06		ADEGUATA	ADEGUATA
7	ABBAZIA loc. Crocetta (TR05)	2.0	3.1	1.00	1.26	0.98	1.05	ADEGUATA	ADEGUATA
8	ALBINO via Pradella	2.0	3.1	1.19		1.02		ADEGUATA	ADEGUATA
9	COMENDUNO ALBINO (TR02) PRATO ALTO	2.0	3.1	1.07	1.06	0.98	0.98	ADEGUATA	ADEGUATA
10	ALBINO via STAZIONE (via Pradella)	2.0	3.1	1.05		1.00		ADEGUATA	ADEGUATA
11	ALBINO (cotonificio ALBINI)	2.0	3.1	1.34		1.04		ADEGUATA	ADEGUATA
12	ALBINO via Pertini (TR03)	2.0	3.1	1.12	1.26	1.00	1.05	ADEGUATA	ADEGUATA
13	ALBINO (Prato Alto)	2.0	3.1	1.05		1.00		ADEGUATA	ADEGUATA
14	ALBINO (cotonificio HONNEGER)	2.0	3.1	1.28		1.03		ADEGUATA	ADEGUATA
15	COMENDUNO CIMITERO (TR01)	2.0	3.1	1.22	1.47	1.02		ADEGUATA	ADEGUATA
16	ABBAZIA Cimitero (TR06)	2.0	3.1	1.07	1.27	1.00	1.05	ADEGUATA	ADEGUATA

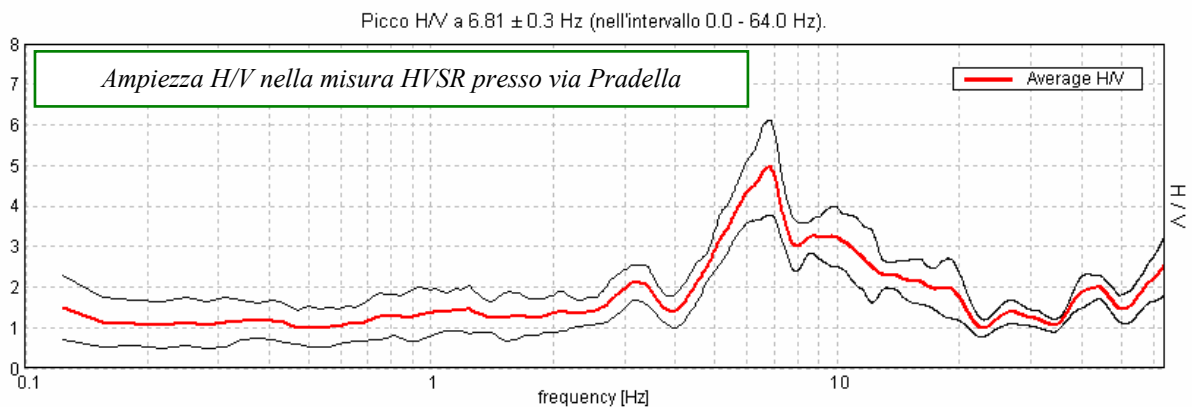
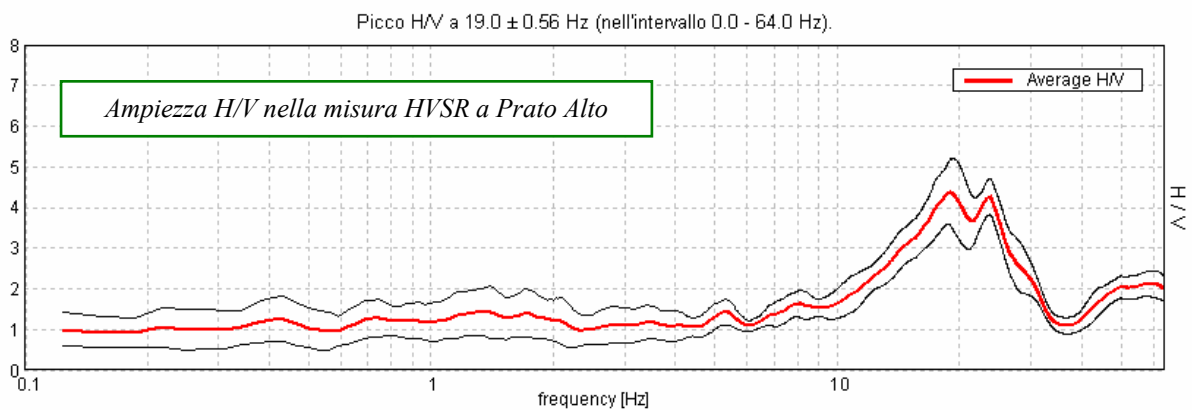
N.B.: le indagini con scritta **nera** sono state ricontrollate e verificate alla luce dei nuovi dati sismici dell'area, quelle in **rosso** sono state ricontrollate in base a dati geofisici specifici del sito e quelle in **blu** sono in corrispondenza di nuove indagini

Con un retino sono evidenziate in carta le aree Z4 per cui è valido l'approfondimento di II livello, non considerando quelle in cui lo spessore del terreno è minore di tre metri, poiché queste ultime rientrano nella "categoria di sottosuolo A", stante il fatto che generalmente negli ammassi rocciosi la velocità delle onde di taglio è Vs ≥ 800 m/sec.



Riguardo gli effetti di amplificazione litologica occorre infine tener presente che per gli edifici costruiti sulla piana recente del Serio e sui terrazzi alluvionali antichi, che si trovano soprattutto sulla destra del fiume, si è osservata una sensibile amplificazione sismica per frequenze tipiche di costruzioni da uno a tre piani, strutture assai frequenti sul territorio albinese: può essere anche questa la causa dei danni subiti dalla città nel 1661. Sarà opportuno dunque considerare nelle relazioni sismiche che accompagneranno i vari progetti edilizi, non solo l'aspetto derivante dalla norma, ma anche la frequenza di risonanza del complesso terreno/fabbricato.

A tale scopo potrebbe rivelarsi utile e opportuno anche eseguire uno specifico studio di microzonazione sismica, utilizzando un numero decisamente maggiore di misurazioni sismiche rispetto a quanto fatto per questo lavoro di revisione, e una definizione più puntuale della stratigrafia del territorio, grazie alle numerose indagini che è ormai possibile reperire presso gli uffici comunali.





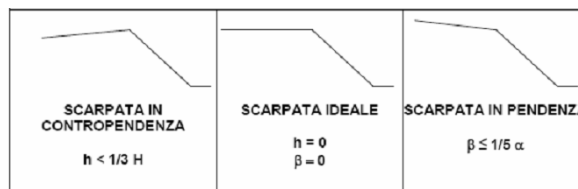
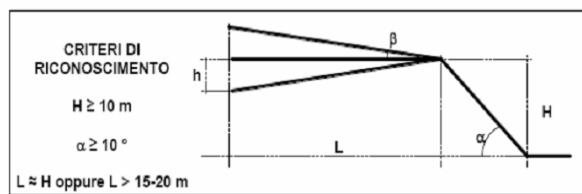
4.8.2 Effetti di amplificazione morfologica o topografica

Anche per questo aspetto, è stato rivisto tutto il procedimento di attribuzione dei fattori di amplificazione per la scarpata morfologica o per il crinale, giungendo alla modifica dei fattori di soglia e a sistemare alcune precedenti imprecisioni. Il metodo seguito è in ogni caso quello indicato dai *Criteri* regionali, che prevede l'utilizzo di sezioni schematiche, rappresentando alcuni parametri, come altezza e inclinazione del pendio e ampiezza del pianoro soprastante nel caso di scarpate (Z3a) ovvero altezza, larghezza e inclinazione nel caso di creste appuntite o arrotondate (Z3b). Questa valutazione semplificata è valida solamente per edifici alti meno di cinque piani (periodo di oscillazione $T = 0,1-0,5$ sec), mentre per costruzioni più alte è necessario effettuare verifiche di terzo livello.

Sulla tavola grafica appositi simboli e codici identificativi indicano le linee di cresta o le scarpate morfologiche e le sezioni effettuate, in ogni caso, considerando solo le creste dove sorgono nuclei abitati o edifici isolati: sono evidenziate tre scarpate morfologiche, dieci creste appuntite e otto creste arrotondate, per un totale di trentacinque sezioni schematiche ricavate dalla cartografia comunale e contraddistinte da una sigla alfanumerica.

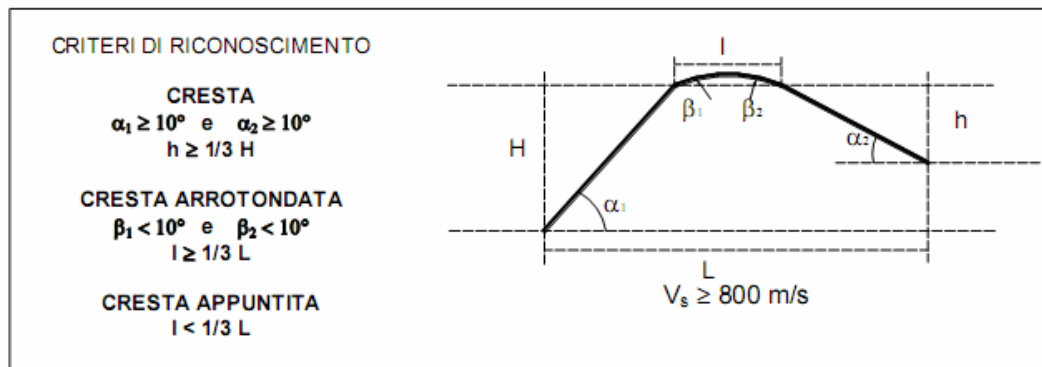
Le seguenti tabelle riassumono i dati geometrici delle morfologie di scarpata e di cresta e delle sezioni relative, che permettono di individuare la scheda di riferimento più appropriata (vedi allegato 5 dei *Criteri* regionali) per valutare il fattore di amplificazione topografico.

CODICE	LOCALITA'	MORFOLOGIA	SIGLA SEZIONE	PARAMETRI SCARPATA					VALIDITA' SCARPATA	AREA INFLUENZA Ai
				H	α	L	h	β		
A	ZONA S.ROCCO	SCARPATA	A.1	40	38.7	200	10	2.9	SI	30
			A.2	50	24.6	160	30	10.6	NO	
B	COMENDUNO RUPE PRESEPE	SCARPATA	B.1	10	50	49	4	4.7	SI	10
			B.2	15	50	38	4	6.0	SI	15
C	ALBINO VIA MILANO-ALBINA	SCARPATA	C.1	15	26.6	100	4	2.3	SI	15
			C.2	23	49.0	100	4	2.3	SI	17.25





CODICE	LOCALITA'	MORFOLOGIA DI CRESTA	SIGLA SEZIONE	PARAMETRI CRESTA						
				H	α	L	h	β	l	H/L
D	SS. TRINITA'	APPUNTITA	D.1	50	19.7	272	30		42	0.1838
E	FIORBIO	APPUNTITA	E.1	40	40.4	201	20	6	35	0.1990
F	ABBAZIA	ARROTONDATA	F.1	10	14.0	165	9	5	76	0.0606
G	GAVAZZUOLO via PONTE LUIO									
	via Ponte Luio q. 480 m s.l.m.	ARROTONDATA	G.1	6	16.7	180	1	2	123	0.0333
	via Gavazuolo	ARROTONDATA	G.2	4	11.3	288	2	2	210	0.0139
	via Ponte Luio (m 556)	ARROTONDATA	G.3	24	43.8	358	12	5	235	0.0670
H	RONCHI 1									
	crinale largo su ultime abitazioni	APPUNTITA	H.1	40	18.4	285	36	5.0	52	0.1404
	crinale stretto presso strada	APPUNTITA	H.2	24	15.8	122	11	4.5	10	0.1967
I	RONCHI 2	APPUNTITA	I.1	15	16.7	127	12	6.5	30	0.1181
J	DOSELLO	ARROTONDATA	J.1	20	26.6	195	16	3.0	62	0.1026
K	VIA REMONTI - VIA RONCO	APPUNTITA	K.1	14	16.7	130	14	5.0	40	0.1077
L	CASCINA GROMBA	APPUNTITA	L.1	20	15.9	127	17	10	35	0.1575
M	VIA BASTONI	APPUNTITA	M.1	12	26.6	124	6	5	30	0.0968
N	COLZINE - VIA FANTONI									
	via Giovanni XXIII	APPUNTITA	N.1	27	14.0	230	16	4	55	0.1174
	via Fantoni	APPUNTITA	N.2	30	14.0	425	13	5	140	0.0706
O	VALLALTA - VIA FOPPE									
	via Borromeo	ARROTONDATA	O.1	19	26.6	252	8	5	140	0.0754
	via delle Foppe m 400 s.l.m.	ARROTONDATA	O.2	20	33.7	278	9	4	180	0.0719
	via delle Foppe m 386 s.l.m.	ARROTONDATA	O.3	16	24.4	253	4	2	200	0.0632
P	COLLE SFANINO									
	via Colle Sfanino SO m 380 s.l.m.	ARROTONDATA	P.1	36	24.2	280	18	2	180	0.1286
	via Colle Sfanino centrale m 410 s.l.m.	APPUNTITA	P.2	55	20.1	370	10	2	40	0.1486
	colle per Vallalta di Cene	APPUNTITA	P.3	35	13.1	320	30	2	50	0.1094
	ultime case sul crinale	APPUNTITA	P.4	40	16.7	310	30	5	55	0.1290
Q	VIA EUROPA (q.375)	ARROTONDATA	Q.1	16	14.9	311	8	4	195	0.0514
R	S.BERNARDO	ARROTONDATA	R.1	16	21.8	170	8	4	100	0.0941
S	VIA BELLOLOCO									
	zona Sud m 415 s.l.m.	ARROTONDATA	S.1	11	26.6	172	9	2	105	0.0640
	zona centrale m 425 s.l.m.	ARROTONDATA	S.2	14	30.3	145	6	4	80	0.0966
	zona Nord m 435 s.l.m.	ARROTONDATA	S.3	19	20.6	141	5	3	78	0.1348
T	NIGROMO	APPUNTITA	T.1	15	14.0	178	15	5	55	0.0843





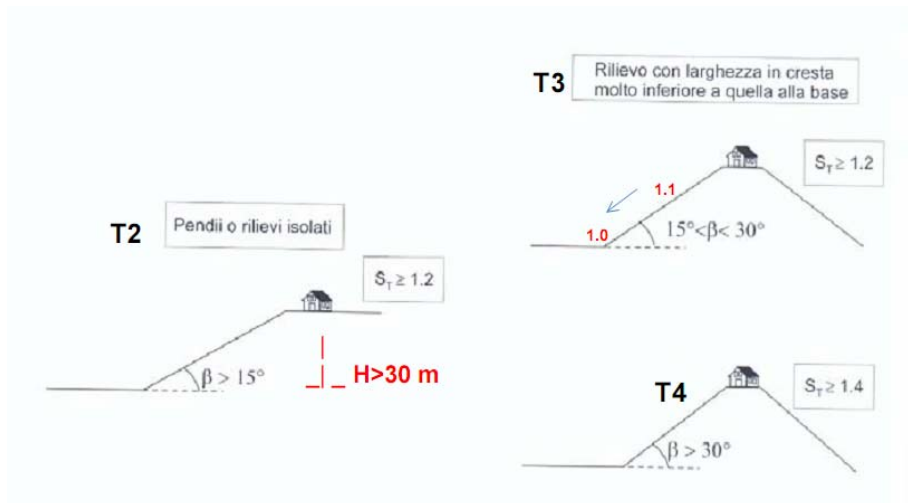
Sulla tavola n.8 è riportata la tabella con le successive elaborazioni, indicando:

- la morfologia dell'elemento considerato (scarpata, cresta arrotondata o appuntita);
- il fattore di soglia Fa calcolato sulla base delle curve di riferimento individuate;
- il fattore di amplificazione di soglia o coefficiente di amplificazione topografica S_T ottenuto sulla base della normativa di riferimento D.M. 14 gennaio 2008, tabella 3.3.IV e 3.2.VI;
- l'adeguatezza o meno dei valori di amplificazione calcolati Fa rispetto ai valori di soglia definiti (S_T).

Si verifica che il fattore di amplificazione topografica calcolato è sempre uguale o minore del coefficiente di amplificazione topografica indicato dalla Normativa e che quindi il coefficiente di amplificazione topografica calcolato nell'azione sismica della norma vigente (D.M. 14 gennaio 2008, tabelle 3.3.IV e 3.3.VI) è adeguato e sufficiente per la verifica dei sistemi geotecnici, fondazionali e strutturali.

CATEGORIA TOPOGRAFICA	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	Coefficiente di amplificazione topografico S_T
T1	Superficie pianeggiante; pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	Qualsiasi	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
Ta	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

N.B.: la variazione spaziale di S_T è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove $S_T = 1$ (tabelle 3.3.IV e 3.3.VI D.M. 14 gennaio 2008)





GeoTer

File: /Albino/Comune/Aggiornamento PGT/relazione

COMUNE DI ALBINO

revisione e aggiornamento studio geologico

CODICE	LOCALITA'	MORFOLOGIA	SIGLA SEZIONE	FATTORE DI SOGLIA CALCOLATO $F_{a_{0.1-0.5}}$	FATTORE TOPOGRAFICO $S_{T(14.01.2008)}$		VALIDITA' NORMATIVA 14.01.2008
					CATEGORIA	S_T	
A	ZONA S.ROCCO	SCARPATA	A.1	1.2	T2	1.2	ADEGUATA
			A.2	----			
B	COMENDUNO RUPE PRESEPE	SCARPATA	B.1	1.1	T2	1.2	ADEGUATA
			B.2	1.1			
C	ALBINO VIA MILANO-ALBINA	SCARPATA	C.1	1.1	T2	1.2	ADEGUATA
			C.2	1.2			

CODICE	LOCALITA'	MORFOLOGIA DI CRESTA	SIGLA SEZIONE	FATTORE DI SOGLIA CALCOLATO $F_{a_{0.1-0.5}}$	FATTORE TOPOGRAFICO $S_{T(14.01.2008)}$		VALIDITA' NORMATIVA 14.01.2008
					CATEGORIA	S_T	
D	SS. TRINITA'	APPUNTITA	D.1	1.19	ST3	1.2	ADEGUATA
E	FIobbio	APPUNTITA	E.1	1.16	ST4	1.4	ADEGUATA
F	ABBAZIA	ARROTONDATA	F.1	1.03	ST3	1.2	ADEGUATA
G	GAVAZZUOLO via PONTE LUIO						
	via Ponte Luio q. 480 m s.l.m.	ARROTONDATA	G.1	1.02	ST3	1.2	ADEGUATA
	via Gavazzuolo	ARROTONDATA	G.2	1.01	ST3	1.2	ADEGUATA
	via Ponte Luio (m 556)	ARROTONDATA	G.3	1.03	ST4	1.4	ADEGUATA
H	RONCHI 1						
	crinale largo su ultime abitazioni	APPUNTITA	H.1	1.14	ST3	1.2	ADEGUATA
	crinale stretto presso strada	APPUNTITA	H.2	1.08	ST3	1.2	ADEGUATA
I	RONCHI 2	APPUNTITA	I.1	1.05	ST3	1.2	ADEGUATA
J	DOSSELLO	ARROTONDATA	J.1	1.05	ST3	1.2	ADEGUATA
K	VIA REMONTI - VIA RONCO	APPUNTITA	K.1	1.04	ST3	1.2	ADEGUATA
L	CASCINA GROMBA	APPUNTITA	L.1	1.07	ST3	1.2	ADEGUATA
M	VIA BASTONI	APPUNTITA	M.1	1.04	ST3	1.2	ADEGUATA
N	COLZINE - VIA FANTONI						
	via Giovanni XXIII	APPUNTITA	N.1	1.09	ST3	1.2	ADEGUATA
	via Fantoni	APPUNTITA	N.2	1.08	ST3	1.2	ADEGUATA
O	VALLALTA - VIA FOPPE						
	via Borromeo	ARROTONDATA	O.1	1.04	ST3	1.2	ADEGUATA
	via delle Foppe m 400 s.l.m.	ARROTONDATA	O.2	1.07	ST4	1.4	ADEGUATA
	via delle Foppe m 386 s.l.m.	ARROTONDATA	O.3	1.03	ST3	1.2	ADEGUATA
P	COLLE SFANINO						
	via Colle Sfanino SO m 380 s.l.m.	ARROTONDATA	P.1	1.06	ST3	1.2	ADEGUATA
	via Colle Sfanino centrale m 410 s.l.m.	APPUNTITA	P.2	1.18	ST3	1.2	ADEGUATA
	colle per Vallalta di Cene	APPUNTITA	P.3	1.11	ST3	1.2	ADEGUATA
	ultime case sul crinale	APPUNTITA	P.4	1.13	ST3	1.2	ADEGUATA
Q	VIA EUROPA (q.375)	ARROTONDATA	Q.1	1.02	ST3	1.2	ADEGUATA
R	S.BERNARDO	ARROTONDATA	R.1	1.05	ST3	1.2	ADEGUATA
S	VIA BELLOLOCO						
	zona Sud m 415 s.l.m.	ARROTONDATA	S.1	1.03	ST3	1.2	ADEGUATA
	zona centrale m 425 s.l.m.	ARROTONDATA	S.2	1.05	ST4	1.4	ADEGUATA
	zona Nord m 435 s.l.m.	ARROTONDATA	S.3	1.07	ST3	1.2	ADEGUATA
T	NIGROMO	APPUNTITA	T.1	1.06	ST3	1.2	ADEGUATA

4.9. Carta della Fattibilità Geologica di Piano

(tavole 9, scala 1:10.000; 9a-h, scala 1:2.000)

La carta conclusiva di tutto il lavoro di indagine geologica, è redatta su tavole in scala 1:2.000 e, in conformità con le ultime disposizioni regionali, anche in scala 1:10.000 per l'intero territorio comunale. La base topografica utilizzata per la redazione di entrambe le scale è il rilievo aerofotogrammetrico comunale del 2004.

La “Carta della fattibilità geologica di Piano” rappresenta il documento finale sul quale si focalizza l'attenzione degli Amministratori e dei Cittadini; deve essere quindi uno strumento chiaro, inequivocabile, di immediata comprensione. Il suo scopo principale è quello di fornire al Pianificatore uno strumento che visualizzi in modo immediato la vocazione del territorio, in particolare ai fini edilizi o per la realizzazione di opere di urbanizzazione, indicando nel contempo le condizioni alle quali questo processo deve avvenire, nel rispetto del contesto geoambientale. La carta è il risultato della valutazione mediata di tutti gli elementi studiati e, in sintesi, della pericolosità geologica, come illustrato nell'apposito documento, in pratica qui tradotto in classi di fattibilità.

La base tematica di partenza per questo elaborato è la carta di sintesi della pericolosità geologica. Nel caso in cui in un'area omogenea per pericolosità/vulnerabilità vi sia la contemporanea presenza di più fattori viene attribuita la classe più restrittiva di fattibilità, secondo le indicazioni dell'apposita tabella dai *Criteri* attuativi della l.r. 12/05.

Sulla campitura delle classi di fattibilità è sovrasegnata mediante una retinatura trasparente la zonazione di amplificazione sismica locale, illustrata nelle pagine precedenti e definita nella “Carta degli scenari di pericolosità sismica”; sono anche evidenziate le aree per le quali è stato effettuato lo studio sismico di secondo livello. La zonazione di amplificazione sismica locale non influisce sull'attribuzione delle classi di fattibilità geologica.

Conformemente alle indicazioni di Regione Lombardia, sono distinte quattro classi di fattibilità, delle quali la prima senza particolari limitazioni, mentre le altre con grado di limitazione crescente dalla seconda alla quarta:

- **aree di fattibilità senza particolari limitazioni (1)**: si tratta di aree per le quali non sono state individuate situazioni di pericolosità geologica. Per tali aree non vi sono preclusioni o attenzioni di carattere geologico che in qualche maniera possano limitare il loro utilizzo ai fini insediativi e edilizi. In tali ambiti, come in ogni altra zona del territorio nazionale, le progettazioni e le relative costruzioni sono normalmente sottoposte alle norme contenute nel D.M. 14 gennaio 2008.

In classe 1 di fattibilità geologica sono riconosciuti alcuni settori già urbanizzati in corrispondenza del centro storico di Albino, a monte della strada provinciale della valle Seriana.



- **aree di fattibilità con modeste limitazioni (2)**: si tratta di ambiti in cui i terreni superficiali contengono una certa frazione limosa e/o argilla (qualità geotecniche medie) o gli ammassi rocciosi sono fessurati o in strati molto sottili (medie qualità geomeccaniche); si tratta anche di aree in cui l'acclività del terreno è significativa, ma rientra in valori accettabili (fino a 25° per le terre e le rocce deboli; fino a 35° per rocce sane o poco fratturate), poiché non sono richieste particolari attenzioni nei confronti della stabilità del pendio. Questi ambiti sono o possono essere interessati da fenomeni gravitativi ed erosivi di modesta entità (piccoli smottamenti, ruscellamenti e ristagni d'acqua) o da forme di instabilità sulle quali si è già intervenuti con efficaci sistemazioni.

Si tratta dunque di ambiti in cui la situazione geologica ha una certa incidenza sulle scelte progettuali e sulle costruzioni, ovvero essa presenta un quadro leggermente problematico, ma l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o l'introduzione di qualche eventuale limitazione d'uso possono consentirne un utilizzo normalmente soddisfacente. Le fasi di progettazione per queste aree richiedono di essere affiancate e appoggiate ad accertamenti geologici di fattibilità e/o geotecnici finalizzati al singolo progetto edilizio.

Nel territorio tale classe di fattibilità è particolarmente estesa ed interessa gran parte del Capoluogo insediato sui pianori fluvio-glaciali terrazzati o nelle parti distali delle conoidi relitte (Perola e Bondo Petello); qui rientrano anche le fasce più basse dei versanti della valle del Luio, che racchiudono le frazioni e le contrade principali, da Vallalta fino a Gavazzuolo e fino alla SS Trinità; sono escluse le aree solcate da alvei e impluvi, quelle in frana e la parte sommitale del monte Altino.

- **aree di fattibilità con consistenti limitazioni (3)**: si tratta di ambiti dove le rocce sono disposte a franapoggio e/o interessate da accentuata erosione, soliflusso e smottamenti e/o di terreni incisi da ruscellamenti diffusi e deflussi disordinati e/o di superfici sottostanti a scarpate rocciose instabili. Questa classe comprende superfici che possono essere investite dall'erosione di corsi d'acqua, anche a causa di inopportune modificazioni antropiche; superfici sensibilmente acclivi ma non tali da essere escludenti (fino a 35° per le terre e le rocce deboli e 45° per le rocce sane). Qui rientrano anche aree con emergenze idriche diffuse, zone affette da forme carsiche, dove vi sono condizioni di elevata vulnerabilità per gli acquiferi, zone di bassa soggiacenza della falda; superfici dove vi sono consistenti riporti di materiali terrosi e inerti con caratteri geotecnici scadenti o aree caratterizzate da interventi antropici con effetti impattanti sul territorio (cave e/o gallerie, accumuli di RSU).

Si tratta in ogni caso di aree utilizzabili, nelle quali i fattori di pericolosità geologica possono essere mitigati e/o superati, fino a ricondurre la situazione alla normalità, tenendo conto però che per la tipologia e soprattutto per la consistenza dei fenomeni, esse possono essere rese edificabili solo con interventi specifici di notevole consistenza. Sono dunque necessari accurati approfondimenti di indagine geologica e/o idraulica a livello di intero comparto (non solo di singolo progetto edilizio), con conseguente realizzazione di opere di difesa, consolidamento, sistemazione e/o di bonifica anche per l'esistente.



Questa classe presenta dunque un preciso segnale di attenzione per l'Amministrazione, che potrebbe venirsi a trovare nella necessità di intervenire dove il singolo Cittadino non ha la possibilità di farlo, ma dove spesso capita che, dopo aver costruito, esso ponga all'Ente pubblico richiesta di intervento.

La classe 3 nella parte urbanizzata di Albino riguarda in particolare la fascia lungo il fiume Serio a causa della bassa soggiacenza della falda e per la possibilità di esondazione e/o di allagamento anche come conseguenza di opere idrauliche presenti (rogge e canali). Già oggi quest'ambito è diffusamente coperto da fabbricati industriali e artigianali e solo in piccola parte da edifici residenziali.

Anche le aree a monte di via Milano (via Friuli, via Trieste, via Trento) e attorno a San Bernardo rientrano nella classe 3, a causa della possibilità di occlusione e conseguente esondazione di piccoli corsi d'acqua intubati sotto il centro abitato; lo stesso vale per ampie fasce di terreno sulla destra del Luio, presso via Lunga

Il pericolo di stacco di blocchi e caduta di massi determina l'attribuzione della classe 3 alla zona di Piazza e ai terreni sottostanti le pendici del monte Rena, come presso Dossello e Casale in valle del Luio, attorno a Vallalta e lungo la strada che sale al santuario di Monte Altino e ad Est dello stesso santuario. La stessa fattibilità riguarda le aree potenzialmente soggette a piccoli dissesti del terreno superficiale che si trovano soprattutto in valle del Luio, presso Colle Sfanino e nella zona di Gavazzuolo.

La classe 3 di fattibilità geologica è assegnata anche ai terreni che hanno subito trasformazioni antropiche particolarmente impattanti, come le cave (ex area Italcementi), dove il problema è rappresentato dalle condizioni di stabilità dei fronti di scavo e del pendio stesso, o come le gallerie (strada provinciale Seriate-Gazzaniga), durante il cui scavo si sono manifestati collassamenti della superficie soprastante, o come alcuni terreni livellati con materiali di incerta natura e/o di granulometria troppo fine, lungo le sponde del Serio.

Ampi tratti dei versanti, del monte Rena, del Cereto del Misma e dell'Altino rientrano in classe 3, soprattutto perché la loro pendenza è ai limiti dell'accettabile e, secondariamente, per la giacitura a franapoggio degli strati rocciosi (versante meridionale del monte Altino). Si tratta di aree lontane dai principali centri abitati e di difficile accessibilità, ovvero di ambiti non immediatamente fruibili ai fini insediativi, tuttavia l'assegnazione di questa classe di fattibilità geologica lascia spazio a tale possibilità, anche in vista del recupero di edifici esistenti e della costruzione di vie d'accesso funzionali a tali sviluppi.

Ricadono in classe 3 di fattibilità anche le superfici in cui l'acquifero sotterraneo è particolarmente vulnerabile, a causa della possibilità di rapida infiltrazione di inquinanti, come quelle del monte Cereto (aree di alimentazione delle sorgenti Bagazzino, Val Mana e Folies). Un attento drenaggio, l'adozione di sistemi di smaltimento dei reflui senza dispersione nel suolo e l'accertamento preventivo della presenza di eventuali cavità sotterranee sono attenzioni necessarie per il loro utilizzo.

L'importanza delle risorse idriche sotterranee nelle valli dell'Albina e del Luio richiede un tempestivo e attento programma di tutela, sostenuto da uno studio idrogeologico, che specifichi la natura e la disponibilità della risorsa, la sua estensione e le direzioni dei flussi sotterranei, la presenza e l'incidenza dei centri di prelievo e quella di possibili centri di pericolo.

- aree di fattibilità con consistenti limitazioni soggette a normativa P.A.I. (3Cp e 3Eb): queste sottoclassi sono attribuite a piccole porzioni di territorio per le quali il quadro della dinamica geomorfologica è stato dettagliatamente approfondito, in relazione all'attività di alcune conoidi ("Cp" dei torrenti Cornello, Brandena e Guarnasco) o alla pericolosità di esondazione elevata del Serio e dei torrenti Luio e Albina,

Tali aree sono soggette alle prescrizioni dell'art.9, comma 8 delle N.d.A. del P.A.I. Senza interventi preventivi che modifichino in modo sostanziale e permanente le condizioni di pericolosità geologica e/o di rischio, questi ambiti devono essere trattati come quelli in classe 4 di fattibilità: è esclusa ogni nuova edificazione residenziale, produttiva, commerciale e di servizio; per gli edifici esistenti sono ammessi interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauri conservativi, adeguamenti igienici, recupero del patrimonio edilizio esistente, anche con demolizione e ricostruzione (cfr. L.r. 12/2005, art. 27, comma 1, lettere a, b, c, d). Sono consentite le innovazioni necessarie all'adeguamento antisismico.

L'eventuale sviluppo di insediamenti in queste aree dipende da preventivi interventi di sistemazione geologica e/o idrogeologica la cui progettazione e realizzazione sia sostenuta da approfondimenti di studio effettuati a livello di comparto (non di singola costruzione), secondo quanto specifica la D.G.R. 30 novembre 2011 n.IX/2616, con conseguente approvazione regionale e relativa variante di P.G.T.

- aree di fattibilità con gravi limitazioni (4): in questa classe sono compresi: i pendii eccessivamente acclivi ($\beta > 35^\circ$ per le terre; $\beta > 45^\circ$ per le rocce), le aree franose e/o di stacco e caduta di massi e le zone soggette a tali dinamiche e non difendibili, le aree caratterizzate da carsismo profondo con doline e grotte, le zone di pertinenza dei corpi idrici superficiali e le loro fasce di esondazione e di rispetto, le zone di tutela assoluta delle sorgenti e dei pozzi (D.P.R. 236/88).

La classe 4 è assegnata anche ad alcune fasce collinari e montane che, pur non soggette a particolare dinamica evolutiva geologica o a dissesti e dunque scevre da significativi ed evidenti fattori di pericolosità geologica, per i loro caratteri morfologici ed ambientali non mostrano comunque convenienza ad essere utilizzate. In questa ottica la carta di fattibilità non deve essere letta solo come "carta della pericolosità" o del rischio geologico o sua diretta derivazione (Criteri attuativi della L.r. 12/05), ma anche come proposta di salvaguardia della naturalità e della risorsa territorio. In altre parole: se per i motivi su indicati una buona parte del territorio ricade in classe 4 di fattibilità geologica, non significa che esso sia tutto



dissestato o pericoloso o a rischio; se ne indica invece la scarsa propensione all'utilizzo insediativo sotto una prospettiva più ampia, comprendente di certo gli aspetti geologici, ma anche (e in certi casi soprattutto) quelli infrastrutturali o dell'erogazione di beni e servizi (reti acquedottistiche, elettriche e quant'altro).

Per tutte le aree comprese in classe 4 di fattibilità geologica è da escludere nuova edificazione, ad eccezione di volumi tecnici di impatto contenuto e di opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica e alla messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente la demolizione senza ricostruzione, ovvero interventi di recupero del patrimonio edilizio, limitati a manutenzioni ordinarie e straordinarie, restauri conservativi e adeguamenti igienici, come definiti dall'articolo 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.r. 12/05, senza incremento di superficie o volume e senza incremento del carico insediativo. Sono consentiti i lavori necessari per l'adeguamento di tali edifici alla normativa antisismica.

Va precisato che nello spirito della norma e più ancora nella consuetudine, fatte salve altre considerazioni, le limitazioni si riferiscono allo sviluppo di strutture di insediamento permanente di persone (residenziale o produttivo) e non alle reti e alle strutture tecniche e/o non altrimenti localizzabili (viabilità, condotte, impianti, depuratori, ecc.). La costruzione di eventuali infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico deve comunque essere puntualmente ed attentamente valutata, in funzione sia della tipologia del fenomeno in atto sia del grado di rischio connesso. Sono consentiti lavori di bonifica, consolidamento e messa in sicurezza dei siti. Più in generale, nelle aree in classe 4 sono compatibili attività d'uso del suolo diverse dall'insediamento antropico, previ appositi studi geologici e relative progettazioni.

Nelle situazioni più gravi di rischio sono da prevedere, in base alla L.r. 12/2005, anche trasferimenti di nuclei abitativi e, comunque, devono essere predisposti idonei piani di Protezione Civile, con l'attivazione di opportuni sistemi di monitoraggio.

In questa classe di fattibilità, fanno eccezione alle limitazioni su esposte le aree di *franosità quiescente* ("Fq"), così classificate nella "*Carta del dissesto con legenda uniformata P.A.I.*": su di esse possono essere autorizzate trasformazioni, totali o parziali, previa verifiche di compatibilità e studi di approfondimento idrogeologico e geotecnico, sulla base dei quali attuare interventi atti a contrastare e/o prevenire sicuramente il dissesto. Tali studi di approfondimento devono essere effettuati a livello di comparto (non di singola costruzione) secondo quanto specifica la D.G.R. 30 novembre 2011, n.IX/2616, con conseguente verifica regionale e variante di P.G.T.

Nel territorio di Albino la classe 4 di fattibilità geologica comprende tutto il reticolo idrico minore e principale e ciò costituisce la differenza più sostanziale ed evidente rispetto alla precedente redazione di questa carta (GEA, 1994 e TECNOGEO, 2007); di conseguenza oltre al fiume Serio e ai principali tributari Luio e Albina, identifica anche le numerosissime vallecole che vi si immettono (valle della Putta, val Lochera, valle di Rena, valle Valgua, etc.) come quelle che affluiscono direttamente nel fiume (valle Brandena) o nelle rogge (valle Isla e valle Guarnasco).



GeoTer

File: /Albino/Comune/Aggiornamento PGT/relazione

COMUNE DI ALBINO

revisione e aggiornamento studio geologico

Ovviamente in classe 4 rientrano i principali dissesti del territorio, come le pendici del monte Rena, Piazzo, Dossello, la strada del monte Altino e le rupi sopra Casale, dove si staccano massi, la frana di Provati, quella di Ca' Gabora o l'area presso gli imbocchi delle nuove gallerie della strada provinciale. In questi siti è opportuno e necessario controllare l'evoluzione dei fenomeni e la gestione di eventuali allarmi, anche mediante sistemi di monitoraggio.

Tra i terreni eccessivamente acclivi e/o direttamente sottostanti a scarpate rocciose interessate da potenziali stacchi di blocchi (classe 4 di fattibilità) vi sono anche alcune aree a Nord del monte Misma e a valle della strada che da Colle Gallo raggiunge il santuario di Altino. La stessa fattibilità designa anche alcuni settori ben delimitati in corrispondenza di depressioni dolinari, poiché luoghi potenzialmente soggetti a crollo o sprofondamento; si ritrovano in particolare sul monte Altino, a monte di S. Rocco e nei pressi di cascina Piazza. Pure in classe 4 sono le aree di conoide potenzialmente interessate debris flow, oggetto di specifici studi di approfondimento (Cornello, Brandena e Guarnasco)..

-----ooooooooo-----

5. Conclusioni e richiami normativi

IL LAVORO EFFETTUATO

Il presente lavoro di sintesi, revisione e aggiornamento degli studi geologici che hanno supportato diverse tappe della pianificazione urbanistica della Città di Albino, fino a questa terza Variante generale del Piano di Governo del Territorio, fa riferimento alla vigente specifica Normativa regionale (L.r. 12/2005 con *Criteri* attuativi in campo geologico: D.G.R. 30 novembre 2011, n.IX/2616) e comprende anche la revisione completa della “Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.” e un significativo aggiustamento della mappatura del R.I.M.

La complessità dei diversi percorsi autorizzativi e la gran mole di dati topografici, geologici, geomorfologici, sismici e idraulici, raccolti in quest’ultimo decennio presso il Comune di Albino, hanno reso necessario un articolato lavoro, richiesto anche dalla necessità dell’Amministrazione di dotarsi di uno strumento appoggiato alla cartografia comunale in formato digitale (2004).

La ridefinizione del Reticolo Idrico Minore, sotto l’aspetto cartografico, non per quello normativo e vincolistico, è stata necessaria soprattutto per disegnare correttamente le fasce di rispetto dei corsi d’acqua, con riferimento ai reali cigli di sponda stabile o alle arginature all’interno dei centri abitati: lavoro reso possibile anche dalla più dettagliata base topografica. Ciò ha determinato un sensibile aumento delle zone assoggettate a regime vincolistico, ben rappresentate ora nella nuova Carta dei Vincoli.

Alcune variazioni introdotte da Regione Lombardia nelle procedure di valutazione della componente sismica del territorio (D.G.R. 22 dicembre 2008, n.8/7374 e D.G.R. 30 novembre 2011, n.IX/2616) e l’aggiornamento dell’analisi geomorfologica del territorio hanno reso necessaria anche una sostanziale revisione delle valutazioni sismiche effettuate nel precedente studio, portando ad una interamente nuova compilazione delle Carte di Pericolosità sismica di primo e di secondo livello.

Infine, attraverso una verifica geologica dettagliata e puntuale di tutta l’area urbanizzata e di un suo significativo intorno, è stata rivista soprattutto la componente geomorfologica, determinando la modifica della “Carta Geomorfologica con Legenda Uniformata P.A.I.”, una nuova stesura della Carta di Sintesi della Pericolosità Geologica di tutto il territorio comunale e l’elaborazione di una nuova Carta della Fattibilità Geologica, che tenesse conto delle diverse problematiche esistenti sul territorio, in funzione della loro effettiva pericolosità.

Per quest’ultima, semplificando, si può dire che la sostanziale differenza rispetto all’elaborato precedente è l’attribuzione alla classe 4 di fattibilità a tutti i corsi d’acqua torrentizi e a un loro significativo intorno, motivata non tanto dagli aspetti vincolistici quanto dai reali caratteri geomorfologici (possibilità di esondazione, forme di erosione e d’instabilità delle sponde). Oltre alla cartografia geologica, è stata rivista e aggiornata tutta la parte normativa, tentando una semplificazione, onde renderla più facilmente fruibile per tutti gli operatori.

SITUAZIONE GENERALE DEL TERRITORIO

Data la sua conformazione e la sua esposizione geografica, il territorio di Albino, sotto il profilo geologico, **presenta ancora aree adatte all'insediamento**: meno nel fondovalle, dove l'espansione edilizia recente ha praticamente saturato gran parte delle aree; un po' di più sui versanti collinari della valle del Lurio, dove già da qualche anno tendono ad insediarsi le nuove costruzioni residenziali, anche per allontanarsi dalle aree artigianali e dalle strade di maggior traffico, ambiti che il rumore e le emissioni gassose rendono qualitativamente scadenti.

Occorre attenzione perché, nonostante la logistica favorevole e la superficie pianeggiante, **il fondovalle del Serio presenta alcune criticità geologiche**, che si individuano nella bassa soggiacenza e nella vulnerabilità della falda acquifera e nella possibilità di esondazione di alcuni corsi d'acqua che l'attraversano. L'intensa urbanizzazione di quest'ambito, che un tempo fu di grande rilevanza ambientale e continua ad essere di grande interesse economico, ha portato a occupare anche molte fasce di naturale espansione dei corsi d'acqua, i quali sono stati in parte rettificati e costretti tra argini artificiali o in canalizzazioni interrato, soprattutto nei loro tratti terminali. Sulla sponda destra del Serio la significativa presenza di rogge irrigue e altre canalizzazioni idrauliche sottende rischi da criticità idrauliche, legate cioè a possibili rotture o avarie dei manufatti. Inoltre, la costruzione forse non troppo attenta di alcune infrastrutture (esempio lungo via Pradella), la vasta impermeabilizzazione del suolo e la bassa soggiacenza della falda acquifera creano difficoltà allo smaltimento delle acque di sgrondo in caso di forti piogge e causano allagamenti di scantinati.

ACQUE SUPERFICIALI

Sui versanti montuosi e collinari che coronano i centri abitati maggiori, nelle fasce alte dei numerosi bacini idrografici in cui si articola il territorio, si è quasi completamente **abbandonata la cura del patrimonio boschivo e delle superfici agricole**, lasciando il campo al progressivo sviluppo della vegetazione spontanea infestante, purtroppo anche negli alvei, le cui sponde sono per altro anche aggredite sempre più dall'erosione, con la conseguente perdita di capacità di deflusso delle portate di piena.

Va sottolineato che recentemente l'azione incisiva del Volontariato locale sta migliorando la situazione, cominciando dalla presa d'atto e dalla mappatura delle situazioni critiche degli alvei per individuare priorità di intervento. In occasione di piogge intense e prolungate, il dissesto del reticolo idrografico minore favorisce un'abnorme mobilitazione di materiali detritici, terrosi e legnosi, spesso con la conseguente occlusione di tombotti e sottopassi stradali e l'allagamento delle aree limitrofe.

Anche **il centro storico e alcuni nodi infrastrutturali non sono immuni dalle dinamiche dei corsi d'acqua** affluenti del Serio: la zona della stazione di Albino, ad esempio, è stata più volte interessata dall'esondazione del torrente Albina; il centro di Comenduno è stato raggiunto da colate di detriti e acqua che, originatesi qualche centinaio di metri a monte, percorrono la val Brandena e defluiscono lungo le vie del paese. Analoghe situazioni interessano la vecchia strada provinciale presso il cotonificio Honegger (torrente Guarnasco),

al confine con Gazzaniga (valle Rovaro) e la valle Cornello (via Pelodà). Anche nella valle del Luio questi fenomeni non sono estranei, anche se i problemi maggiori riguardano storicamente la frazione Molinello. Occorre porre molta attenzione alla gestione e alla manutenzione degli alvei che attraversano le contrade e che spesso sono condotti in sotterraneo per ottenere aree dove formare ripiene (discarica di inerti) e spazi di uso pubblico (campi sportivi, piazze e parcheggi).

FRANOSITÀ

Alcune aree abitate e alcune infrastrutture sono soggette a dinamica gravitativa; sono soggette a caduta di massi la zona di Piazzo, via Cornello e le case lungo la strada tra la valle Isla e la valle Rovaro: le pericolosità sono mitigate solo in parte da interventi di difesa (reti e barriere paramassi). Lo stesso problema, anche se di portata minore, interessa la strada di Altino, quella per Dossello e parte della contrada Casale. Alcune di queste situazioni dovrebbero essere oggetto di approfondimenti di studio e di monitoraggio, come è stato per la rupe di Sottocorna o per quella della Madonna del Narciso).

La **frana di Provati** non incombe sul centro abitato, ma la sua evoluzione può nuovamente determinare un'occlusione di alveo (come avvenuto in parte nel 2002) con possibili conseguenze su Colzine: necessita di un'implementazione del sistema di monitoraggio già presente, onde ottenere maggiori dettagli sulla profondità del movimento e attivare un possibile sistema di allarme.

Sulla zona della SS.Trinità grava la presenza delle discariche dei materiali prodotti dallo scavo delle gallerie della nuova strada provinciale: si manifesta una situazione di degrado che dipende dal modo in cui sono stati lasciati tali accumuli di terre e pietrisco, su una situazione di per sé già instabile e delicata, a causa di un substrato di rocce argillitiche molto alterate.

RISORSE IDRICHE

Un aspetto molto importante del territorio di Albino è la sua **ricchezza di acque sotterranee e sorgive**: una risorsa cui abbondantemente attingono per uso potabile non solo lo stesso Comune, ma anche gli acquedotti della città di Bergamo, mentre numerose aziende locali prelevano per uso industriale e il Consorzio della Media Pianura Bergamasca per uso irriguo.

Considerata l'importanza della risorsa idrica sotterranea dei bacini imbriferi del rio Re e dell'Albina (sorgenti) e di quello della valle del Luio (pozzi e sorgenti), sembrerebbe opportuno incrementare le azioni di tutela e prevenzione di queste aree, scegliendo e sostenendo tali iniziative sulla base di uno studio idrogeologico complessivo che definisca esattamente le strutture acquifere (aree di ricarica, rocce serbatoio, direzioni dei flussi, ecc.) e porti ad una concreta stima, che attualmente manca, delle potenziali disponibilità idriche del territorio e indichi la presenza e l'incidenza dei centri di prelievo, la presenza di centri di vulnerabilità e pericolo. Tutto ciò appare ancor più opportuno quando si guarda in particolare alla valle del Luio, dove spesso i periodi siccitosi estivi oggi portano ad una carenza della disponibilità d'acqua potabile, nonostante (o forse proprio per questo!) la razionalizzazione della risorsa che dovrebbe essere stata introdotta con l'ingresso di un Gestore unico.

Altrettanta attenzione necessitano l'uso industriale e irriguo dell'acqua, sia mediante una valutazione degli eventuali elementi di vulnerabilità relativi ai pozzi presenti sulla piana alluvionale del Serio, sia rispetto alla costruzione di opere idrauliche, come le vasche di compenso previste lungo il fiume Serio dal Consorzio della Media Pianura Bergamasca.

Collegata alla cospicua presenza di acque sotterranee e ai caratteri litostrutturali e geomorfologici che esso presenta, va sottolineato che del territorio di Albino ha una ottima **predisposizione allo sfruttamento dell'energia geotermica** a bassa entalpia (pozzi geotermici e "pompe di calore"), di cui il Piano di Governo del Territorio potrebbe farsi promotore e documento di indirizzo.

PREVENZIONE SISMICA

Come prescrivono i *Criteri* regionali, l'approfondimento sismico di secondo livello riguarda le aree urbanizzate o di prevista espansione del territorio. Dagli studi eseguiti emerge che nelle aree in cui vi sono terreni sciolti si ha effetto di amplificazione sismica ("amplificazione litologica"), che invece non si ha sulle parti rocciose. Vi sono anche parti in cui si hanno amplificazioni sismiche legate ad alcuni fattori morfologici (cigli dei terrazzi fluvio-glaciali e alcuni crinali), tuttavia spesso queste non risaltano in quanto vengono comprese dagli stessi effetti dovuti alla litologia; solamente in qualche punto della valle del Luio il fattore morfologico ha maggior peso e significato (Ronchi, Fiobbio o Abbazia).

Il valore dell'amplificazione sismica (litologica e morfologica o topografica), calcolato mediante varie elaborazioni (Fa) nello scenario di pericolosità sismica di II livello è minore del valore di soglia proposto da Regione Lombardia per il territorio di Albino, ai sensi delle norme vigenti (D.M. 14 gennaio 2008). Ne consegue che i relativi coefficienti indicati dalla Normativa nazionale sono adeguati per il calcolo della amplificazione sismica locale di Albino, posto che lo spessore dei terreni sciolti o la profondità del *bedrock sismico* determinano la **categoria di sottosuolo "E"**. Gli approfondimenti sismici di terzo livello, a supporto di eventuali progettazioni, si effettueranno solo in situazioni particolari (zone Z1 di instabilità del versante o zone Z2, qualora venissero individuate aree soggette a cedimenti per la presenza di argille fortemente compressibili).

PECULIARITÀ GEOLOGICHE

Il territorio di Albino, pur notevolmente antropizzato, nella varietà di forme geoambientali da cui è caratterizzato, racchiude in sé alcune peculiarità geologiche e naturalistiche di pregio, meritevoli di attenta considerazione, conservazione e valorizzazione. Il più evidente di tali elementi geologici, quello determinante per la caratterizzazione dell'ambiente naturale albinese è senz'altro **il fiume Serio**. Oggi la pista ciclopedonale che corre lungo le sue sponde permette di meglio apprezzarne la morfologia e il vario supporto geologico, oltre che di godere del contesto naturalistico.

Un interessante percorso geologico e storico-etnografico è sicuramente quello lungo la Vallotella, alla scoperta delle antiche cave e delle miniere che furono attive per numerosi



secoli, fin quasi ai nostri giorni in quella valle. Si tratta delle cave di marmo “grigio venato” e del bianco “San Benedetto”, “S. Giorgio” e “Abbazia”, che fu utilizzato per la costruzione della stessa abbazia benedettina, di alcuni edifici della città di Brescia e per decorare alcune parti del Sentierone di Bergamo e della Stazione Centrale di Milano. Vi sono anche le cave di “verde scuro” utilizzate per produrre piastrelle, quelle di calcare bianco selcifero (formazione della Maiolica), dal quale si sono tratte anche per le colonne dell’abbazia, quella di “scisti neri” che furono impiegati nella catramatura dei tubi Dalmine. (cfr. CUGINI F., 1992 - “*Le cave dell’Abbazia*”). Vi erano sul monte Pizzo (o Pelsino) anche la miniera di “limonite e carbonato di ferro”, sfruttata per un breve periodo fra le due guerre mondiali per alimentare le fonderie Falck di Sesto San Giovanni, e le miniere di pietre coti, famose nel mondo per la loro alta qualità; queste ultime sono state in produzione fino al 1989 e sul terreno ne rimangono importanti testimonianze e le “roére” del Fosso del Vallone, sul versante settentrionale del monte Misma.

La valorizzazione di tali antiche permanenze minerarie potrebbe essere occasione per un utile e opportuno presidio al territorio, finalizzato alla prevenzione dei rischi derivanti dal dissesto delle discariche e soprattutto dei vuoti lasciati dalle coltivazioni sotterranee, alcuni dei quali, molto prossimi alla superficie del terreno, possono dar luogo a crolli e apertura di voragini.

Non meno interessanti sono le attrattive naturalistiche che si possono evidenziare con un itinerario lungo le valli in cui si dirama il torrente Albina: esse incidono le rocce della Dolomia Principale e delle Dolomie Zonate, formando frequenti cascate, marmitte dei giganti, grotte e altre affascinanti forme di erosione dell’acqua, oltre ad essere palestra per particolari attività sportive come il torrentismo.



La fornace della Vallotellà

Qui di seguito si propone un elenco dei principali riferimenti normativi in materia geologico-tecnica e ambientale, cui fare riferimento nella programmazione e nella gestione del territorio:

GOVERNO DEL TERRITORIO

L.r. 11 marzo 2005, n.12 - *“Legge per il Governo del territorio”*.

D.G.R. 30 novembre 2011 n.IX/2616 - *“Aggiornamento dei Criteri e 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, approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n.8/7374”*.

EDILIZIA, INGEGNERIA

Circolare del 2 febbraio 2009 n.617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n.27) – *“Istruzioni per l’applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008”*.

D.M. 14 gennaio 2008 - *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”*

In attuazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086 e della L. 2 febbraio 1974, n.64, così come riunite nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, e dell’art.5 del D.L. 28 maggio 2004 n.136 convertito in legge con modificazioni dall’art.1 della L. 27 luglio 2004, n. 186 e successive modificazioni e integrazioni. Considerando che la normativa pregressa di seguito riportata rimane valida per alcuni aspetti specifici:

D.M. 14 settembre 2005 - *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

D.M. 16 gennaio 1996 - *“Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”*.

D.M. 16 gennaio 1996 - *“Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”*.

D.M. 6 gennaio 1996 - *“Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”*.

D.M. 4 maggio 1990 - *“Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali”*.

D.M. 11 marzo 1988 - *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*.

D.M. 3 dicembre 1987 - *“ Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”*.

D.M. 20 novembre 1987 - *“Norme tecniche per gli edifici in muratura”*.

D.M. 24 marzo 1982 - *“Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento”*.

D.M. 10 agosto 2012 n.161 – *“Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e delle rocce da scavo”*

D.L. 16 aprile 2006 n.152 – *“Testo unico ambientale”* e successive modifiche e integrazioni (D.L. 16 gennaio 2008, n.4 et al.) in cui si normano le terre e rocce da scavo

PREVENZIONE SISMICA

D.d.u.o. 21 novembre 2003, n.19904 - *“Approvazione elenco delle tipologie edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all’art.2, commi 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n.3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 149647 del 7 novembre 2003”.*

D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 - *“Disposizioni preliminari per l’attuazione dell’Ordinanza Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 ‘Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.*

O.P.C.M. 20 marzo 2003, n.3274 - *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.*

ACQUE SUPERFICIALI

D.G.R. 25 ottobre 2012 n.IX/4287 - *“Riordino dei reticoli idrici e revisione dei canoni di polizia idraulica,”.*

L.r. 5 gennaio 2000, n. 1 - *“Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del decreto legislativo n. 112 del 1998”*
(obbligo di definire il Reticolo Idrico Principale; ai Comuni le competenze sul Reticolo Idrico Minore).

D.G.R. 22 dicembre 1999 n°47310 con successivi aggiornamenti, indica i criteri per l’individuazione del Reticolo Idrico Principale.

DIFESA DEL SUOLO

D.G.R. 11 dicembre 2001 n. 7/7365 – *“Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico”.*

D.P.C.M. 24 maggio 2001 - DPCM 24 maggio 2001 - *“Approvazione del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po”.*

NORME DI ATTUAZIONE DEL P.A.I.: all’art. 9, commi 5, 6, 6 bis: delimitazione delle aree di esondazione e di dissesto morfologico di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d’acqua; all’art.12 portate scaricabili in alveo dalle reti di drenaggio artificiale.

DIRETTIVA P.A.I., ai sensi L. 18 maggio 1989 n. 183, art. 17, comma 5, per l’applicazione del Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (P.A.I.) in campo urbanistico.

L. 18 maggio 1989, n. 183 - *“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”*

TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE AD USO POTABILE

D.G.R. 10 aprile 2003, n.7/12693 - *“Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano”*.

D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 - *“Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128”*.

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 - *“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”*.

D.G.R. 27 giugno 1996 n.6/15137 - *“Direttive per l'individuazione aree di salvaguardia captazione acque sotterranee per consumo umano”*.

GeoTer

dott.geol. Daniele Ravagnani
dott.geol. Sergio Santambrogio

Ardesio, 30 giugno 2012.





6. BIBLIOGRAFIA

AA. VV. (1990) - *Guide Geologiche Regionali, Alpi e Prealpi Lombarde, a cura della Società Geologica Italiana* - Dipartimento di Scienze della Terra Università Milano, Ed. BE-MA

AA.VV. (1970) - *Carta geologica d'Italia, scala 1:100.000, Foglio n.33 "Bergamo"* - Serv. Geol. It., Roma.

AA.VV. (2010) - *Carta geologica d'Italia, scala 1:50.000, Foglio n.098 "Bergamo", progetto CARG* - Serv. Geol. It., Roma

BELOTTI A. BRAVI G.O. & SOGLIAN P.M., a cura di (1996) – *Storia delle Terre di Albino dalle origini al 1945, 2 volumi*, Grafo Brescia

BELOTTI E. (1990) – *"Comenduno, vicende storiche e rapporti con la vicina Desenzano"* – Ed. Villadiseriane, Villa di Serio (BG).

BERSEZIO R.& FORNACIARI M. (1988) - *Geometria e caratteri stratigrafici della Sequenza Cenomaniana nel Bacino Lombardo* – Riv. It. Paleont. Strat., 94/3, pp 425-454.

BERSEZIO R.& FORNACIARI M. (1988) - *Tectonic framework of the Lombardy foothills (Southern Alps) between Brianza and Lake Iseo*– Rend. Soc. Geo. It. 11, pp 75-78.

BERSEZIO R. FORNACIARI M. & GELATI R. (1990) - *Geologic map of the Southalpine foothills between Brianza & Iseo Lake* – Mem. Soc. Geol. It., Vol.45

BERSEZIO R., JADOUL F. & CHINAGLIA N. (1997) – *"Geological map of the Norian-Jurassic succession of the Southern Alps north of Bergamo."* - Dipartimento Sc. della Terra Univ. Studi di Milano, CNR Centro Studi per la Geodinamica Alpina e Quaternaria di Milano. Carta geologica, alla scala 1:25.000, allegata al Boll.Soc.Geol.It., 116, 363-378.

CHARDON M. (1975) – *"Les Prealpes Lombardes et leurs bordures"*. Librairie H. Champion, Paris, 2 voll., 655 pp.

CHIESA S. (2001) - *"Sul significato di depositi pliocenici della Bergamasca"*. Geol. Insubrica, 6, 109-112.

BUGINI F. (1992) – *"Le cave dell'Abbazia"* – Memorie delle Terre di Albino vol.4, Albino

DE SITTER L.U., DE SITTER KOOMANS C.M. (1949) - *The Geology of the Bergamasca Alps, Lombardia, Italy* - Leidse Geol. Meded., 14 B, 257 pp.

GAETANI M. & JADOUL F. (1979) - *The structure of the Bergamasca Alps* - Rend. Acc. Naz. Lincei Cl. Sc. Mat. Fis. Nat., vol 88, n.1, pp. 1-10, Milano.

GELATI R., CASCONI A. & PAGGI L. (1982) – *Le unità stratigrafiche Aptiano-Maastrichtiane delle Prealpi Bergamasche*– Riv. It. Paleont. Strat., 88/1, 75,112 pp, Milano



MARIANI E. (1932) – *“L’industria delle Coti Bergamasche”* – La Miniera Italiana. Industria Grafica Nazionale, Roma

MARIO DA SOVERE (1996) – *“La Toponomastica del Comune di Albino”* – Ed. Villadiseriane, Villa di Serio (BG)

MARTINIS B.. (1948) – *Sulla presenza del Pliocene marino nel sottosuolo di Albino (Prealpi Bergamasche)* - Riv. It. Paleont. Strat., 57/2, 1-14 pp, Milano.

MARTINIS B.. (1952) – *Nuovo contributo alla conoscenza del Pliocene marino nel sottosuolo di Albino (Prealpi Bergamasche)* - Riv. It. Paleont. Strat., 54/2, 78-86 pp, Milano.

PAGANONI A. & ZAMBELLI R. (1981) - *Catalogo delle grotte del settore bergamasco* - Riv. Mus. Civ. Nat. di Bergamo, v.3, Bergamo.

PANIZZA M. (1972) - *Schema di Legenda per carte geomorfologiche di dettaglio.* - Boll. Soc. Geol. It., Vol. 91, n. 1, pp. 207 - 237, Roma.

PANIZZA M. (1973) - *Proposta di Legenda per carte della stabilità geomorfologica.* - Boll. Soc. Geol. It., Vol. 92, pp. 303 - 306, Roma.

PROVINCIA DI BERGAMO, SERVIZIO TERRITORIO; DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA DELL’UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI MILANO; CENTRO DI STUDIO PER LA GEODINAMICA ALPINA E QUATERNARIA DEL CNR, (2000) – *Carta Geologica della Provincia di Bergamo* – Provincia di Bergamo, Bergamo.

PROVINCIA DI BERGAMO, SETTORE POLITICHE DEL TERRITORIO, SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PROGRAMMI D’AREA (2004) – *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale* – Provincia di Bergamo, Bergamo.

REGIONE LOMBARDIA, COMUNITA’ MONTANA VALLE SERIANA, (1992) – *Progetto carte geo-ambientali* – Milano.

REGIONE LOMBARDIA, APAT, IREALP, IRER, UNIVERSITA’DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA (2006) – *Inventario dei Fenomeni Franosi in Lombardia* – Milano, 2006.

SALVI F., STERLACCHINI S. & ZANCHI A. (2007) *“Ricostruzione 3-D dai dati di terreno: la struttura del M.Misma, Subalpino Centrale”* Rend Soc. Geol. It., 4, 111 - 115.

SCHONBORN G., (1992) – *Alpine tectonics and kinematics models of the Central Southern Alps* – Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova, vol. XLIV, pp. 229-393, Padova.

SIDDI F., MORA C. & PAGANONI A. (1988) *“Nuove considerazioni sul Pliocene della Valle Seriana Inferiore”* Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. E. Caffi Bergamo, 13, 249-299.

ZANCHI A., CHINAGLIA N., CONTI M., DE TONI S., FERLIGA C., ABEBE T., VALENTI L. & BOTTIN R. (1990b) *“Analisi strutturale lungo il fronte della Dolomia Principale in bassa Val Seriana (Bergamo).”* Mem. Soc. Geol. It., Vol. 45, 83-92 pp, Roma.

ALLEGATI

All.1: RILEVAMENTI SISMICI
HVSr (GeoTer, 2012)
Re.Mi. (Progea Consulting, 2007)

All.2: RELAZIONE GEOLOGICA DEL PRG (Gea,1994)

All.3: PRESCRIZIONI GEOLOGICHE
PER IL PIANO DELLE REGOLE

A.1

ALBINO PGT, CIMITERO DESENZANO TR 1

Strumento: TEN-0042/01-08

Inizio registrazione: 20/01/12 09:31:29 Fine registrazione: 20/01/12 09:51:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

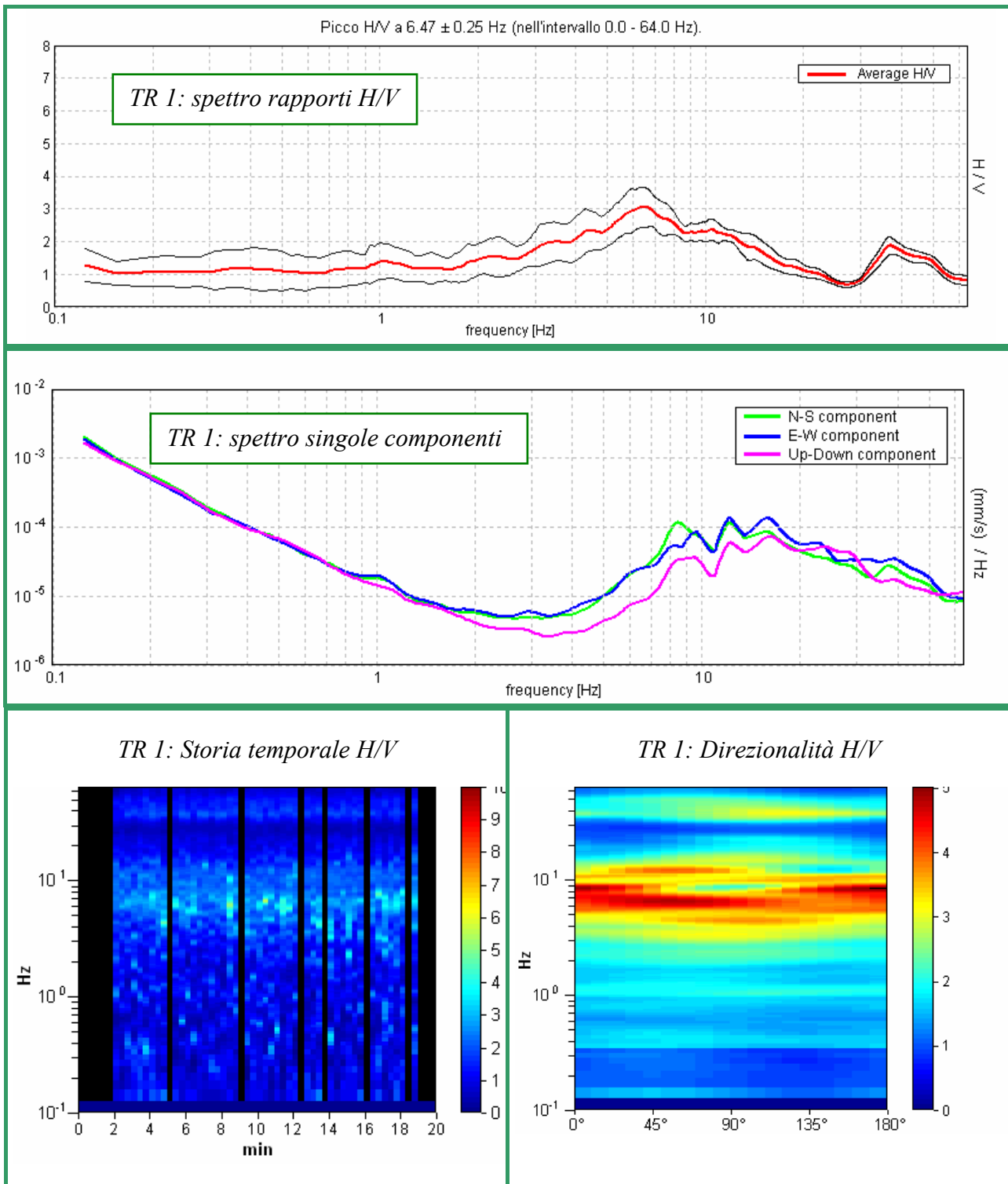
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)

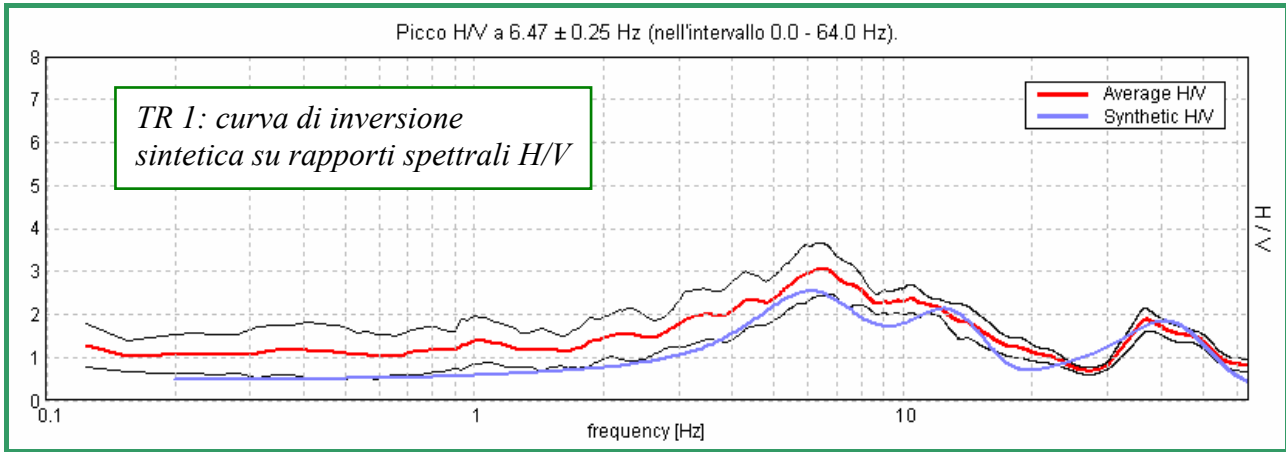
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamo: Triangular window

Lisciamo: 10%

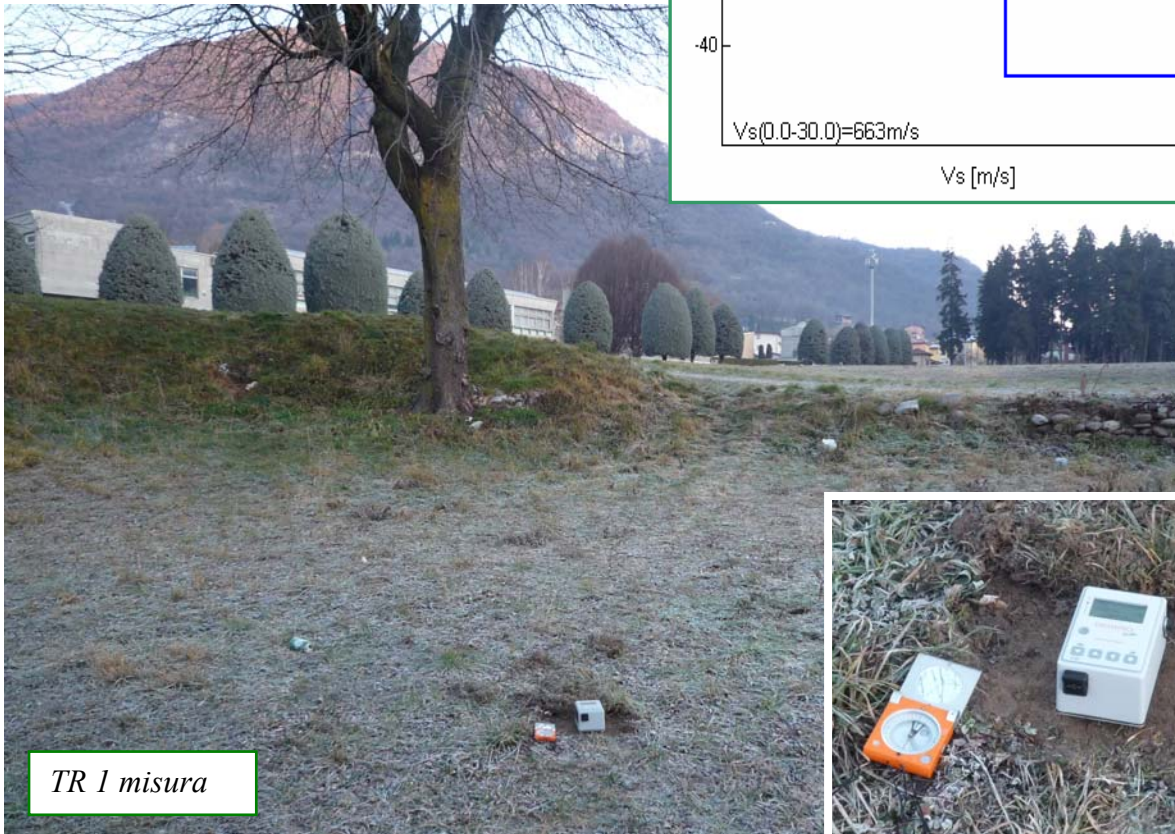
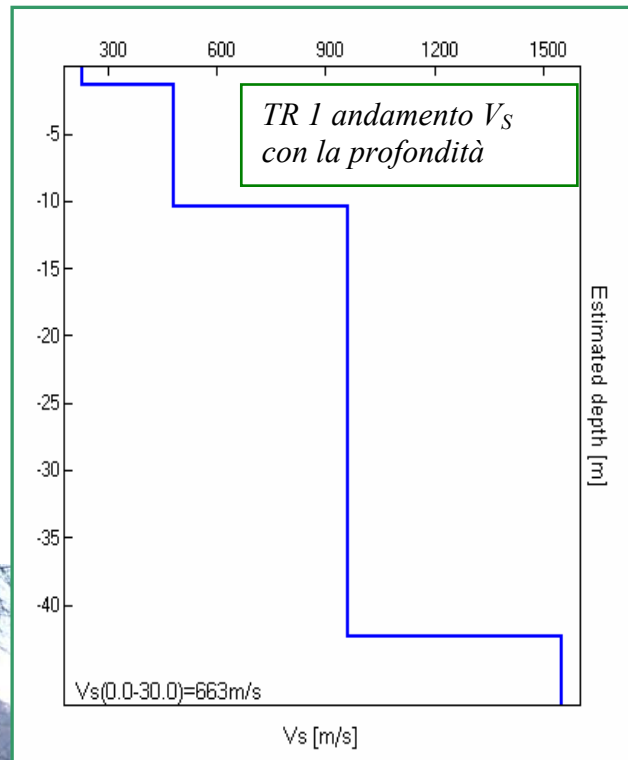




TR 1: tabella valori di V_S per curva di inversione sintetica e V_{S30}

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_S [m/s]	Rapporto di Poisson
1.40	1.40	230	0.35
10.40	9.00	480	0.35
42.40	32.00	960	0.35
inf.	inf.	1550	0.35

$V_S(0.0-30.0)=663\text{m/s}$ ($V_{S \text{ bedrock } 10,4 \text{ m}} = 419 \text{ m/s}$)





TR 1: Criteri di valutazione progetto SESAME, 2005

Picco H/V a 6.47 ± 0.25 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5821.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 312	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.719 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.05 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01899 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.12283 < 0.32344$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3029 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALBINO PGT, PRATO ALTO TR 2

Strumento: TEN-0042/01-08

Inizio registrazione: 20/01/12 11:12:41 Fine registrazione: 20/01/12 11:32:42

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

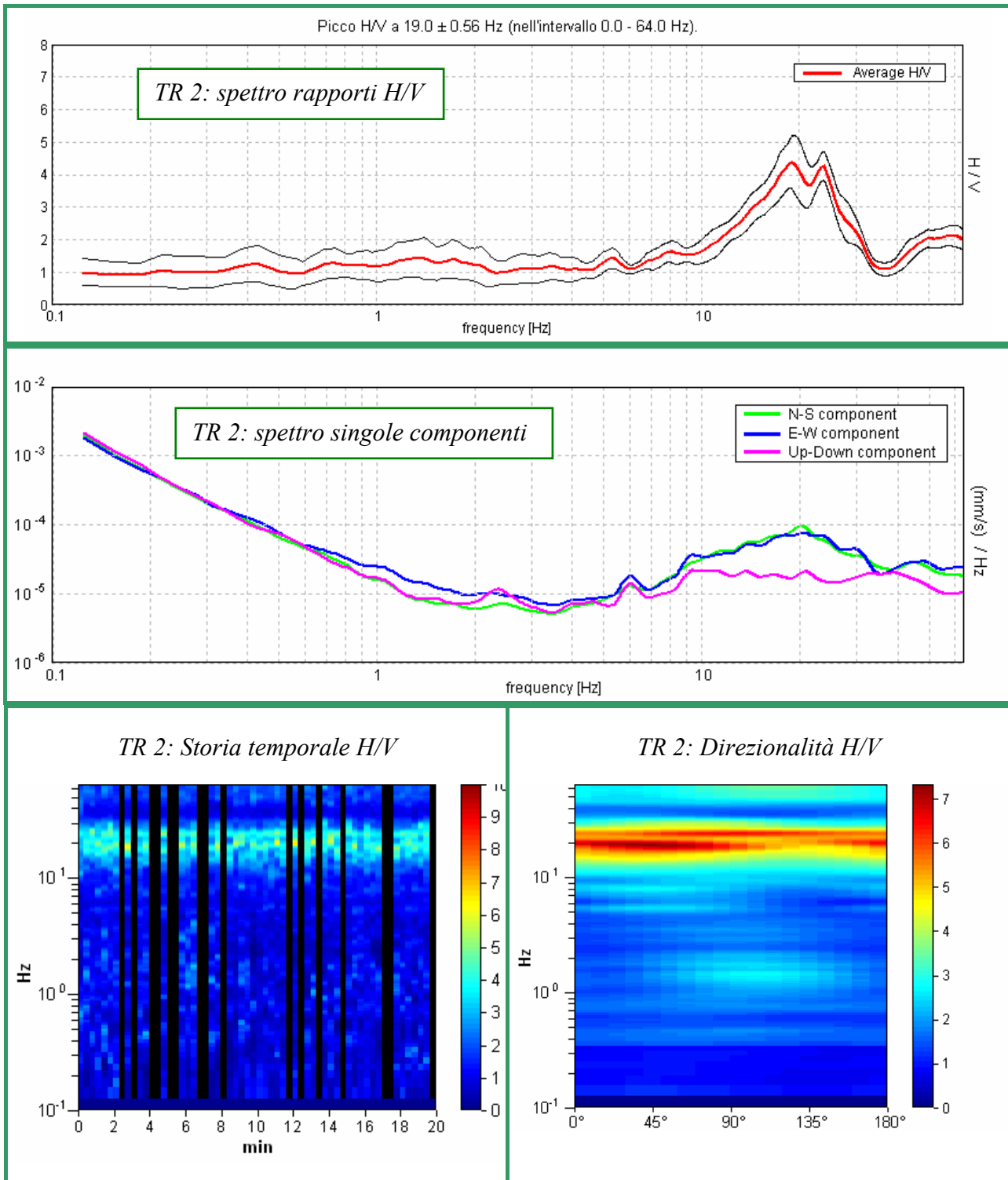
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

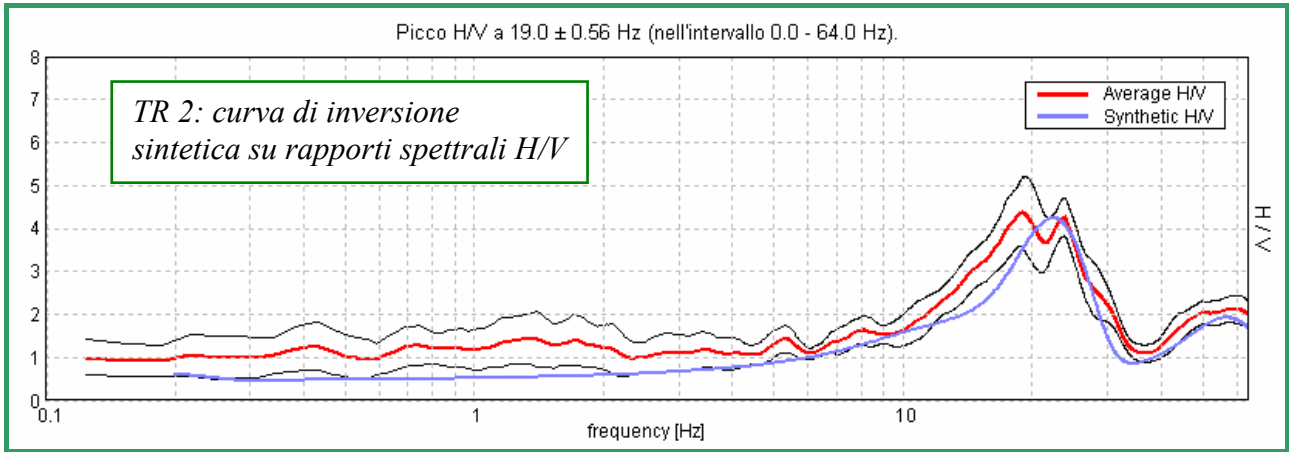
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamo: Triangular window

Lisciamo: 10%

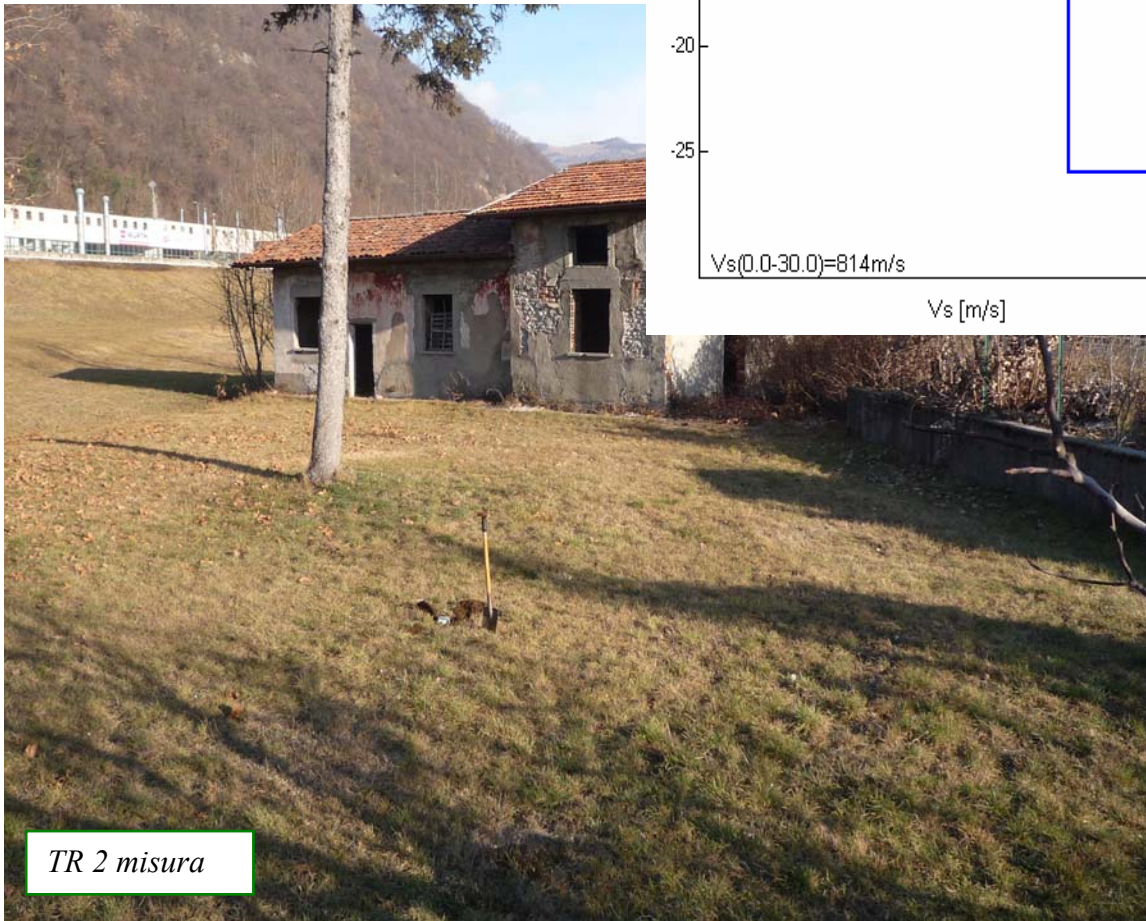
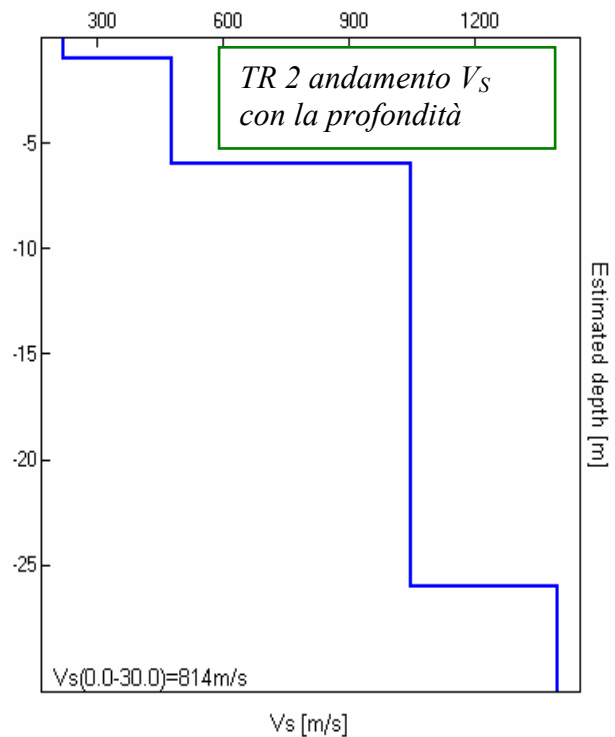




TR 2: tabella valori di V_S per curva di inversione sintetica e V_{S30}

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_S [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	220	0.35
6.00	5.00	480	0.35
26.00	20.00	1050	0.35
inf.	inf.	1400	0.35

$V_S(0.0-30.0)=814\text{m/s}$ (V_S bedrock 6 m = 401 m/s)





TR 2: Criteri di valutazione progetto SESAME, 2005

Picco H/V a 19.0 ± 0.56 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	19.00 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	16720.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 913	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.938 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	30.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.37 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01443 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.27426 < 0.95	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3972 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



ALBINO PGT, VIA PERTINI TR 3

Strumento: TEN-0042/01-08

Inizio registrazione: 20/01/12 12:01:03 Fine registrazione: 20/01/12 12:21:04

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

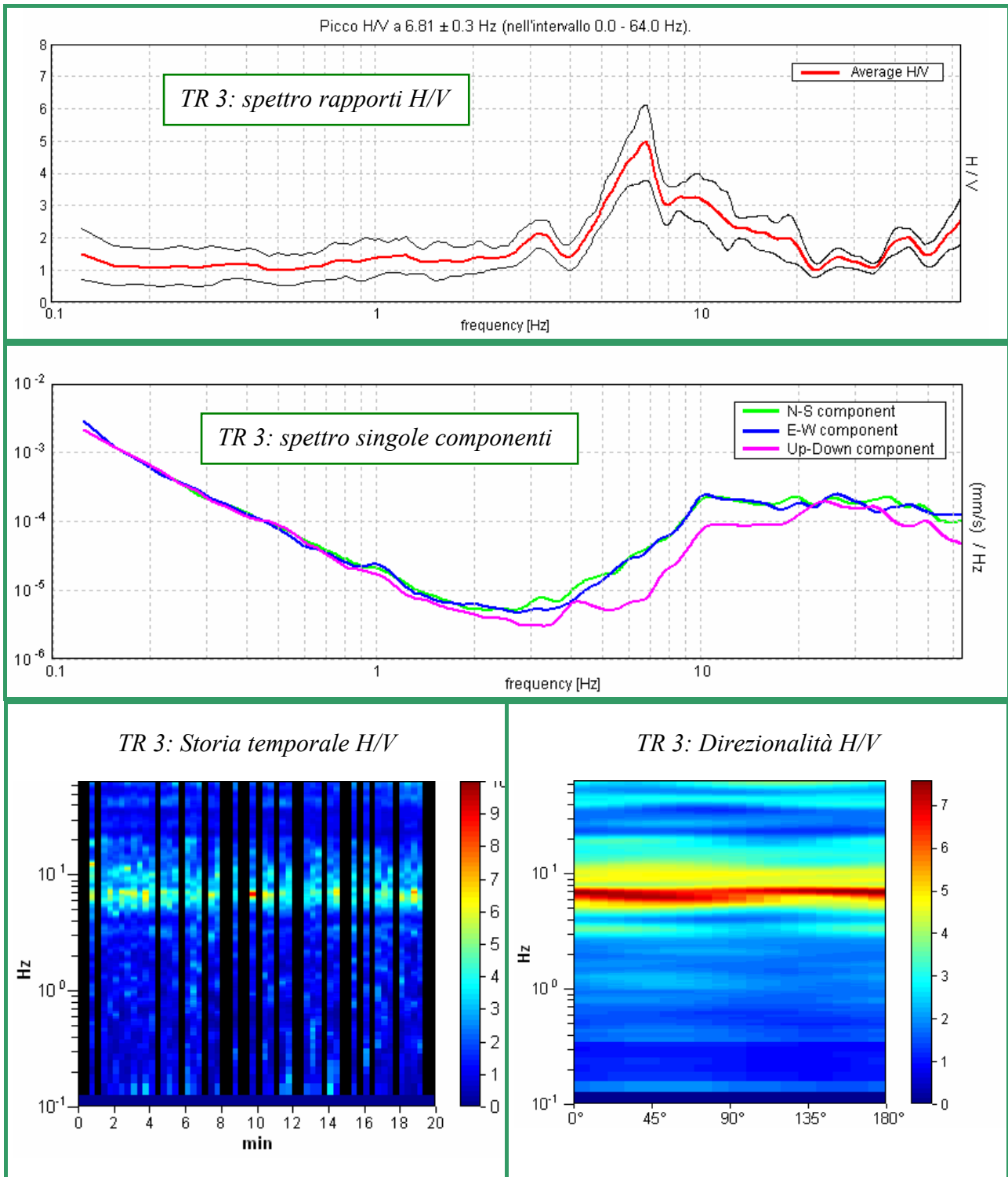
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 63% tracciato (selezione manuale)

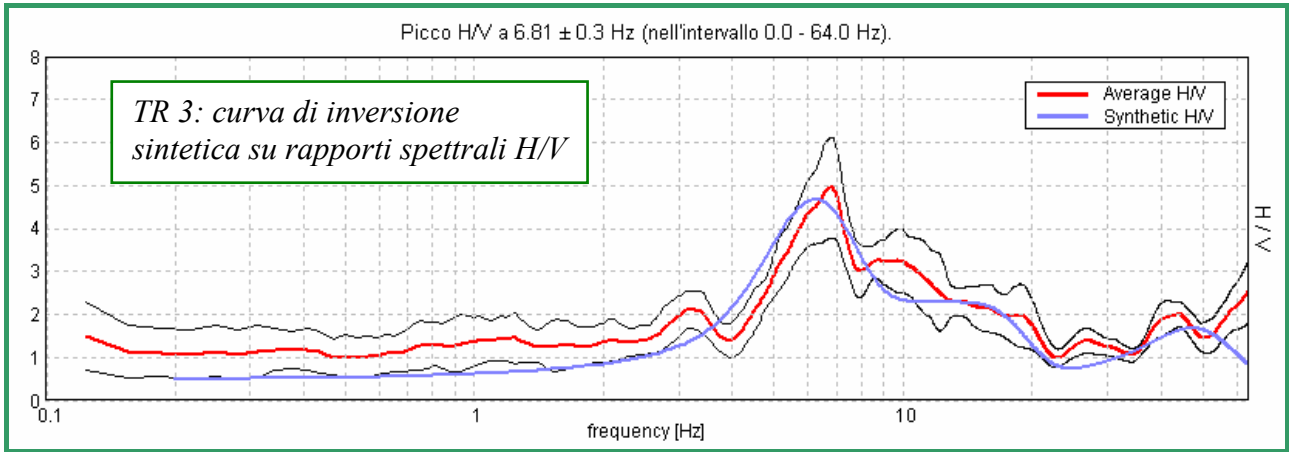
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamo: Triangular window

Lisciamo: 10%

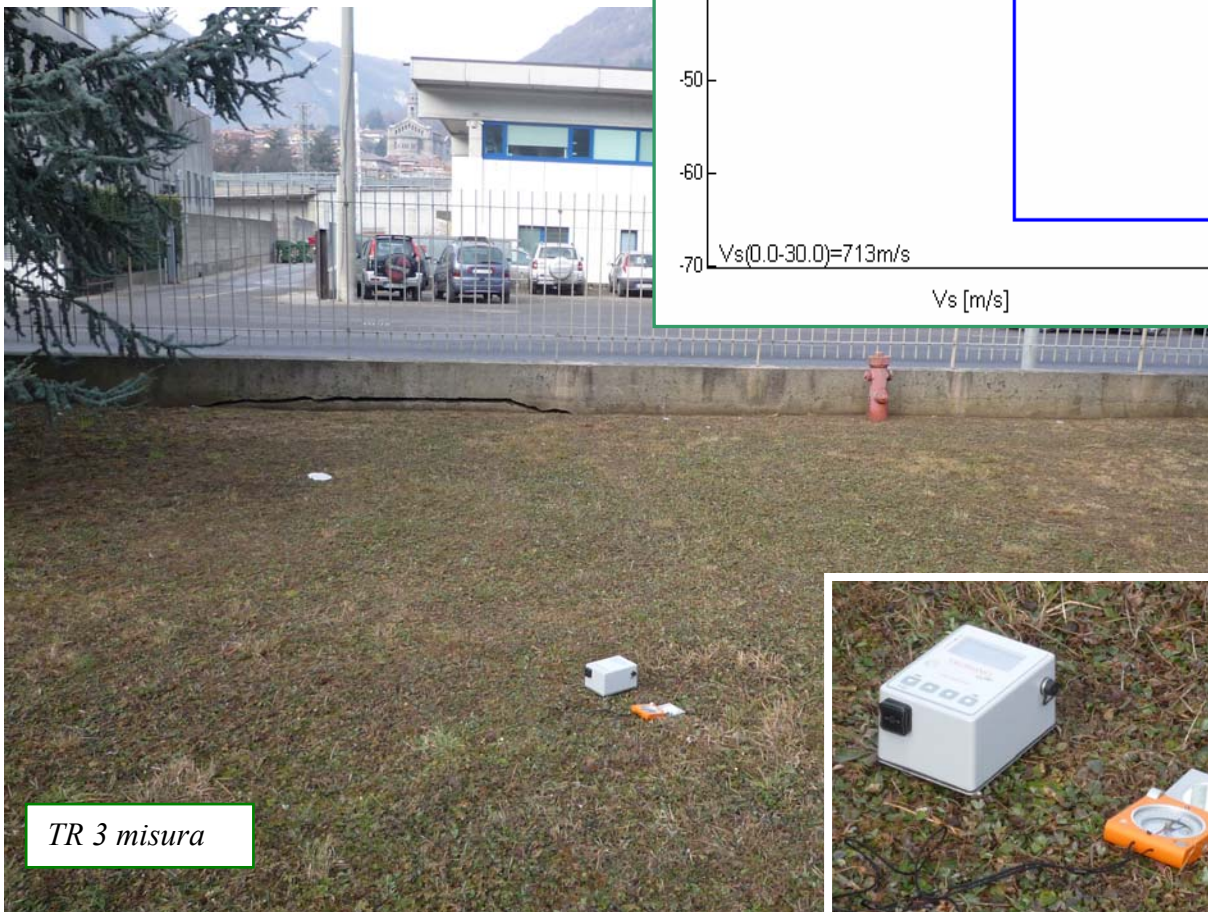
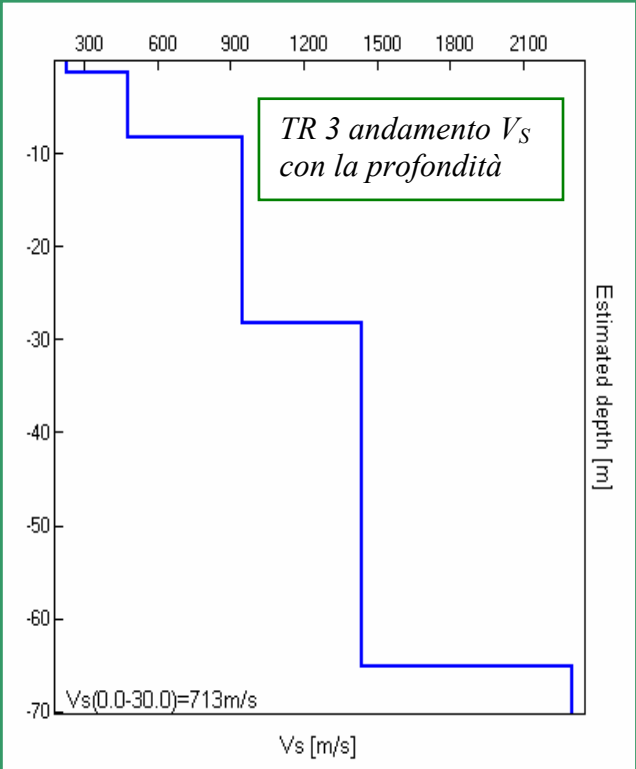




TR 3: tabella valori di V_S per curva di inversione sintetica e V_{S30}

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_S [m/s]	Rapporto di Poisson
1.20	1.20	230	0.35
8.20	7.00	480	0.35
28.20	20.00	950	0.35
65.20	37.00	1440	0.35
inf.	inf.	2300	0.30

$V_S(0.0-30.0)=713\text{m/s}$ (V_S bedrock 8,2 m = 414 m/s)



TR 3 misura





TR 3: Criteri di valutazione progetto SESAME, 2005

Picco H/V a 6.81 ± 0.3 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5177.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 328	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.75 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.95 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02124 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14469 < 0.34063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.572 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALBINO PGT, POZZO CA DEL NANO TR 4

Strumento: TEN-0042/01-08

Inizio registrazione: 20/01/12 12:39:43 Fine registrazione: 20/01/12 12:59:44

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

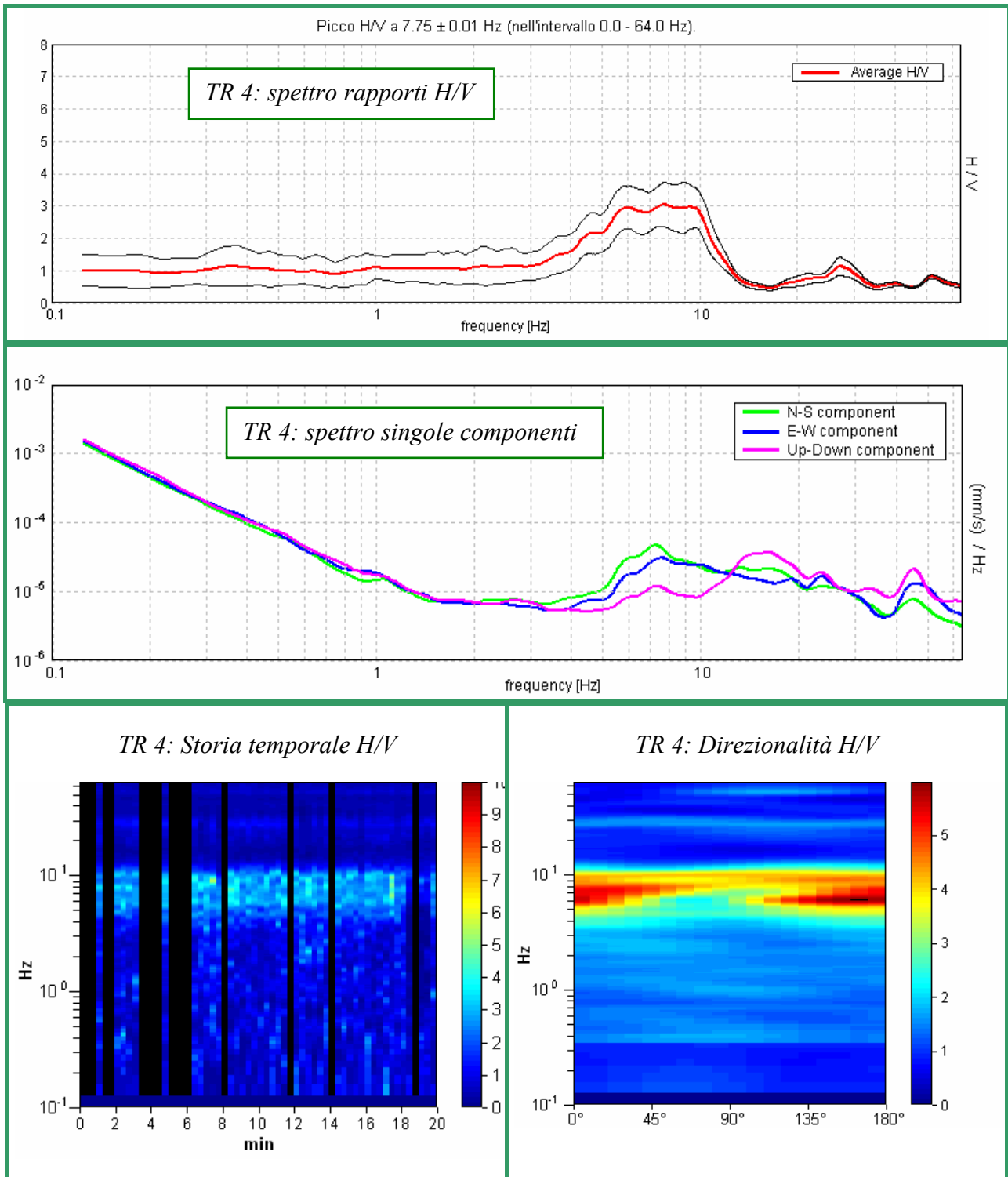
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

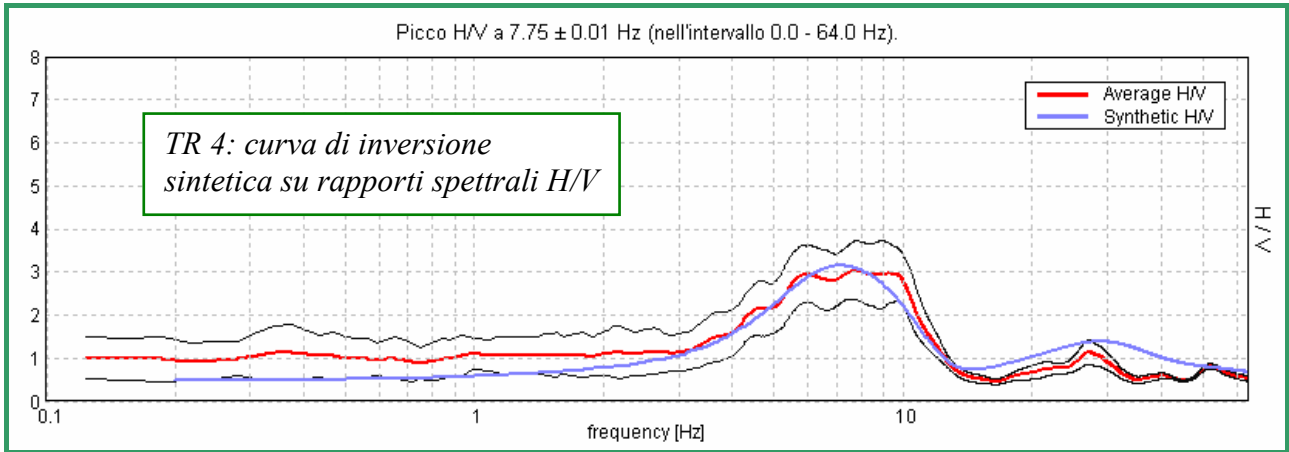
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamo: Triangular window

Lisciamo: 10%

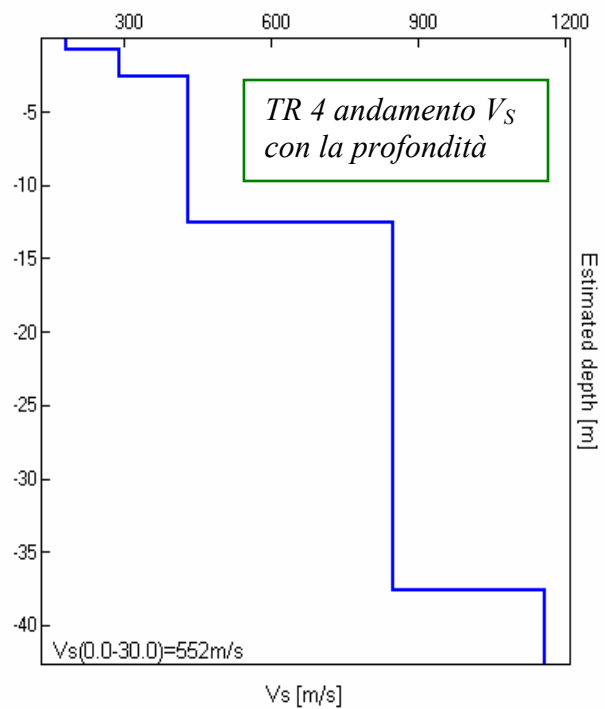




TR 4: tabella valori di V_S per curva di inversione sintetica e V_{S30}

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_S [m/s]	Rapporto di Poisson
0.80	0.80	180	0.35
2.60	1.80	290	0.35
12.60	10.00	430	0.35
37.60	25.00	850	0.35
inf.	inf.	1160	0.35

$V_S(0.0-30.0)=552\text{m/s}$ (V_S bedrock 12,6 m = 372 m/s)





TR 4: Criteri di valutazione progetto SESAME, 2005

Picco H/V a 7.75 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$6665.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 373	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.813 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	11.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.05 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00079 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00612 < 0.3875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.335 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALBINO PGT, POZZO CROCETTA ABBAZIA TR 5

Strumento: TEN-0042/01-08

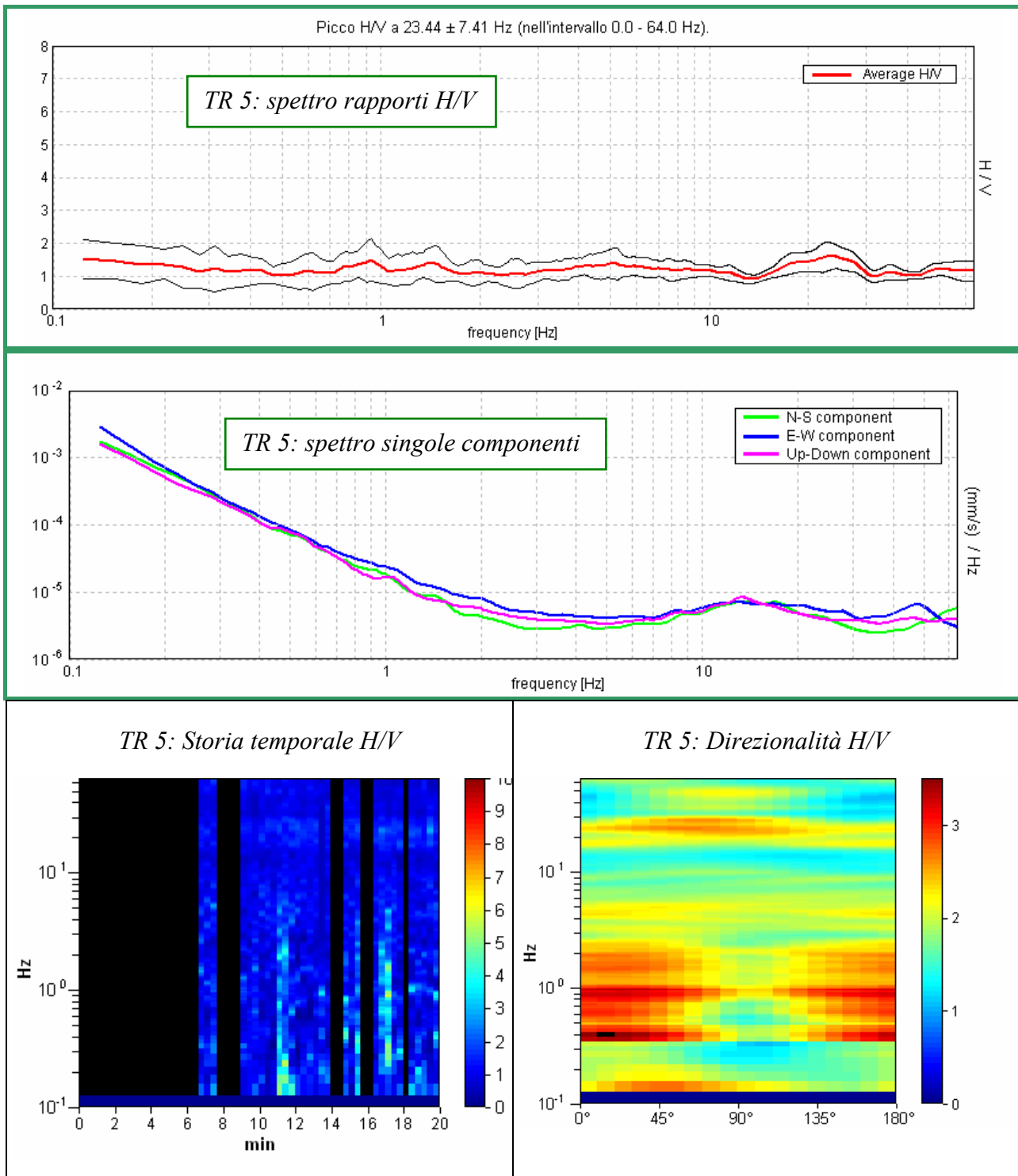
Inizio registrazione: 20/01/12 13:23:59 Fine registrazione: 20/01/12 13:44:00

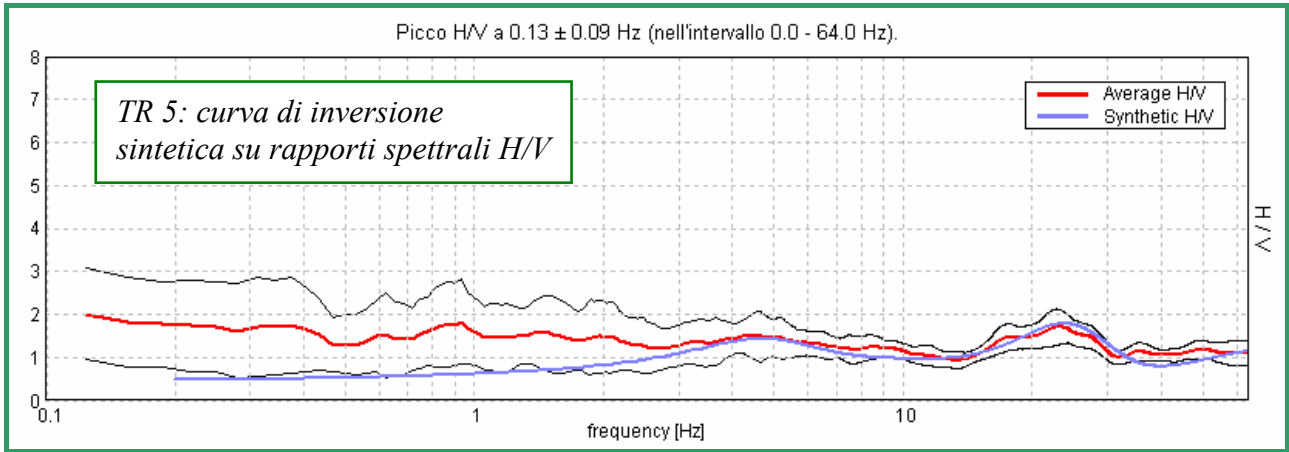
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 33% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamo: Triangular window Lisciamo: 10%

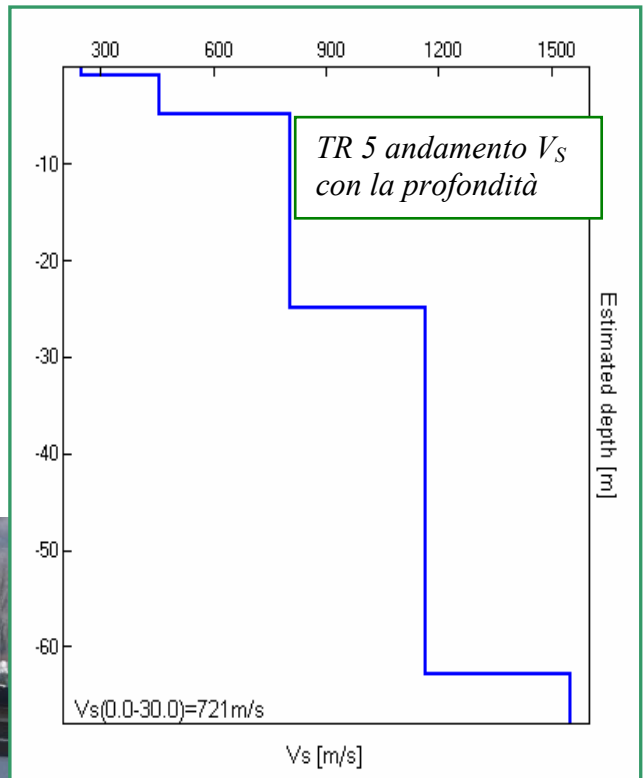




TR 5: tabella valori di V_S per curva di inversione sintetica e V_{S30}

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_S [m/s]	Rapporto di Poisson
0.90	0.90	250	0.35
4.90	4.00	455	0.35
24.90	20.00	805	0.35
62.90	38.00	1165	0.35
inf.	inf.	1550	0.32

$V_S(0.0-30.0)=721\text{m/s}$ ($V_{S \text{ bedrock } 12,6\text{ m}} = 395\text{ m/s}$)





TR 5: Criteri di valutazione progetto SESAME, 2005

Picco H/V a 23.44 ± 7.41 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	23.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9375.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1126	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.60 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.14733 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.45299 < 1.17188		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1917 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALBINO PGT, CIMITERO ABBAZIA TR 6

Strumento: TEN-0042/01-08

Inizio registrazione: 20/01/12 14:00:20 Fine registrazione: 20/01/12 14:20:21

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

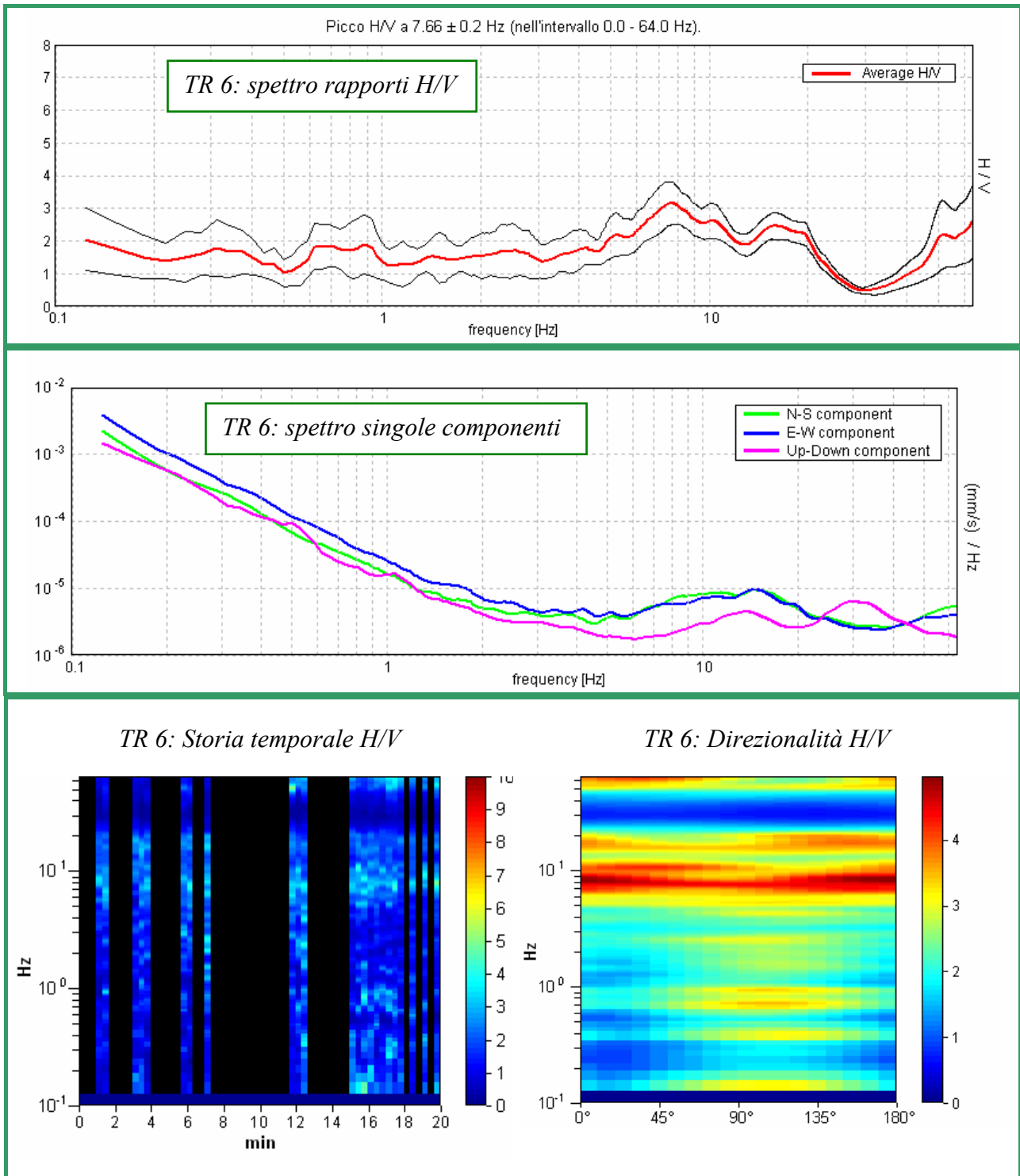
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 38% tracciato (selezione manuale)

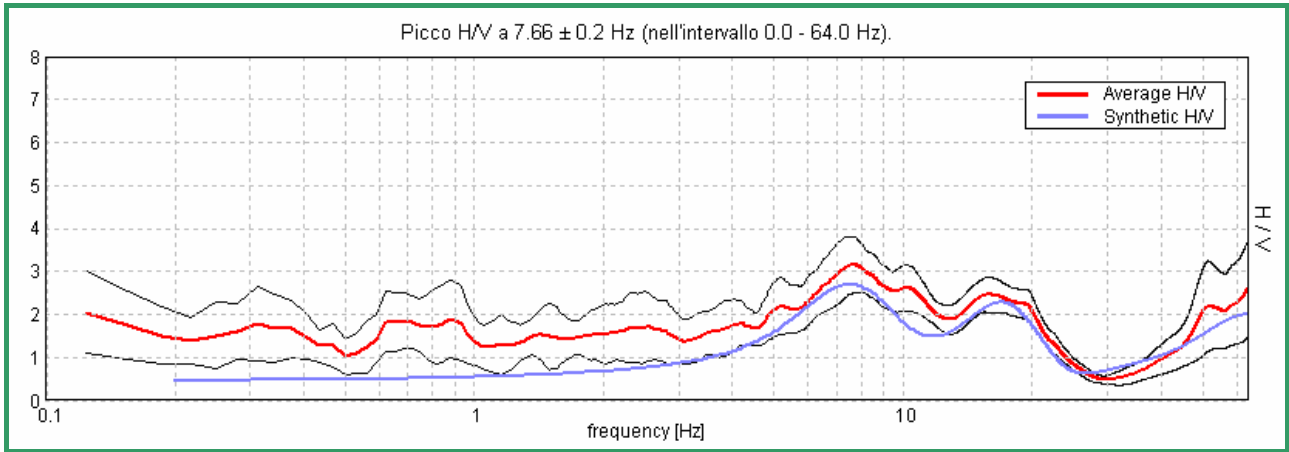
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

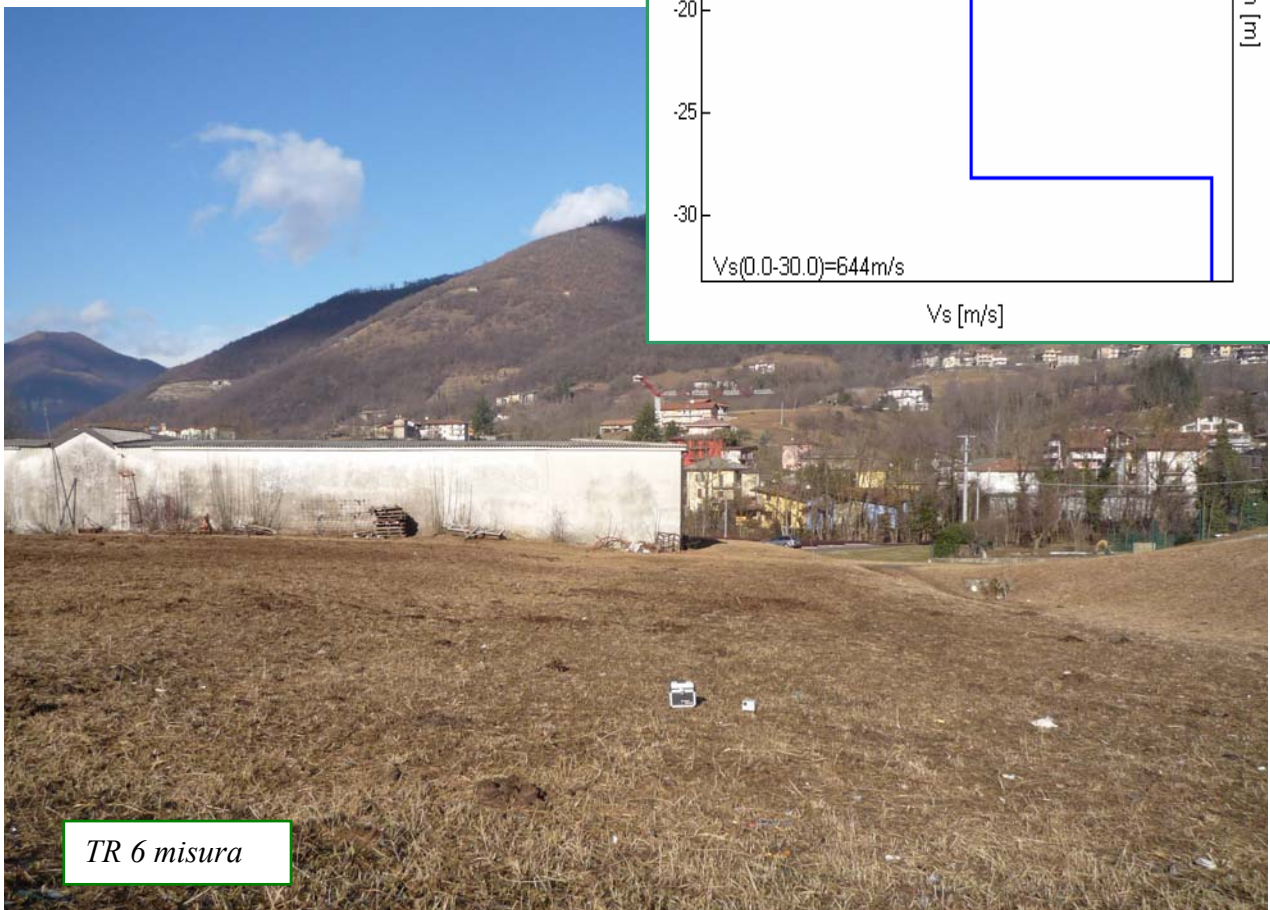
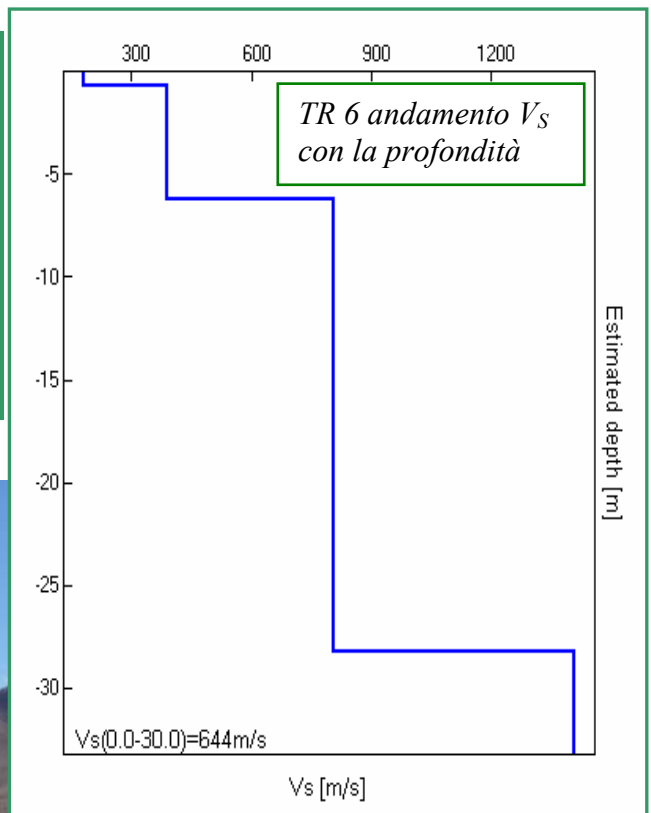




TR 6: tabella valori di V_s per curva di inversione sintetica e V_{S30}

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	V_s [m/s]	Rapporto di Poisson
0.70	0.70	180	0.35
6.20	5.50	390	0.35
28.20	22.00	805	0.35
inf.	inf.	1410	0.35

$V_s(0.0-30.0)=644\text{m/s}$ (V_s bedrock 12,6 m = 345 m/s)





TR 6: Criteri di valutazione progetto SESAME, 2005

Picco H/V a 7.66 ± 0.2 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.66 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3521.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 368	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.5 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	21.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.15 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01215 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.09304 < 0.38281$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3092 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

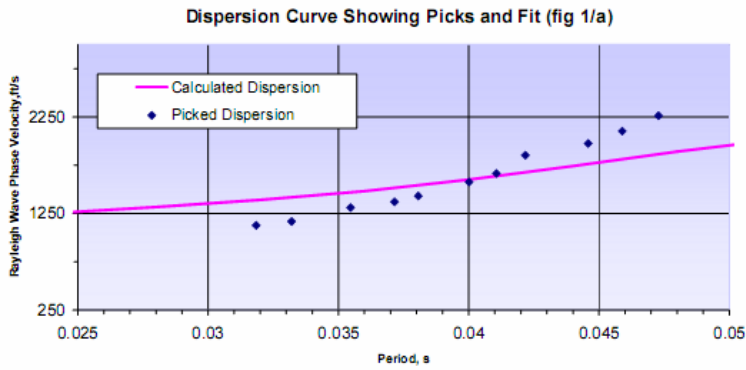
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

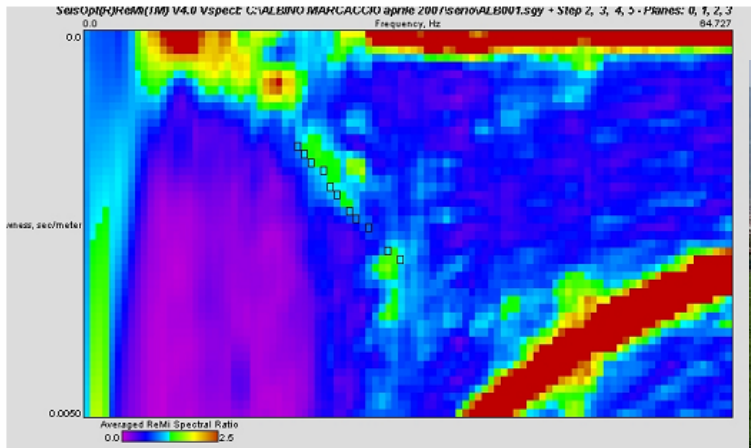


INDAGINE RE.MI. (Progea Consulting, 2007)

SPONDA DESTRA SERIO - STAZIONE



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)



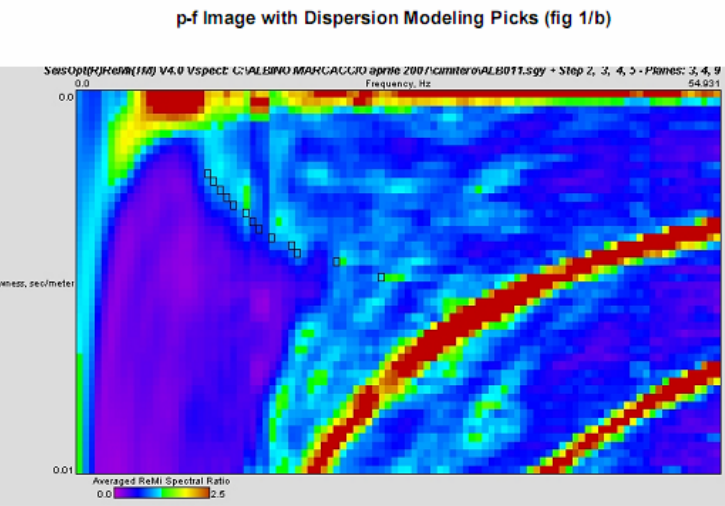
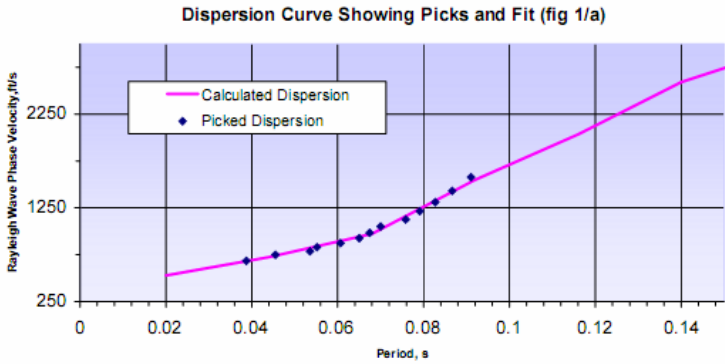
Sponda destra Serio

Depth (m)	Density		Shear/Compression Velocities		
	Value	Unit	V_S (m/s)	V_P (m/s)	ratio
1.575 m	2.0	g/cc	247.315	428.35	ratio: 1.732
	2.0	g/cc	499.441	865.031	ratio: 1.732
7.875 m	2.0	g/cc	746.085	1292.219	ratio: 1.732
	2.0	g/cc	861.186	1491.574	ratio: 1.732
13.425 m	2.0	g/cc	998.21	1728.9	ratio: 1.732
	2.0	g/cc			
30.0 m					

Re.Mi.01 andamento V_S e V_P con la profondità

INDAGINE RE.MI. (Progea Consulting, 2007)

ZONA CIMITERO ALBINO



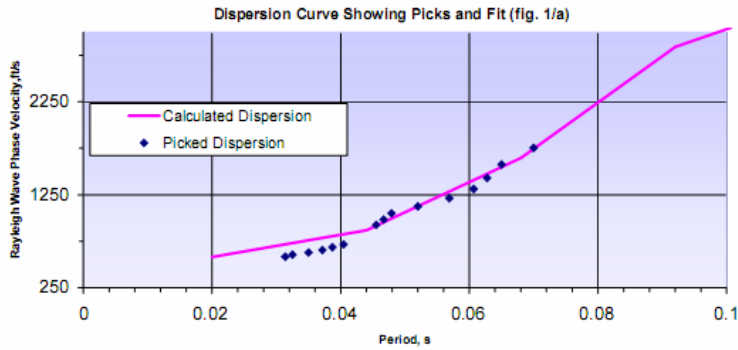
Zona cimitero

Depth (m)	Density	Shear/Compression Velocities		
	(g/cc)	V_S (m/s)	V_P (m/s)	ratio
1.776	2.0	166.049	287.597	1.732
3.99	2.0	230.588	399.379	1.732
6.61	2.0	342.688	593.535	1.732
11.177	2.0	357.393	619.005	1.732
30.0	2.0	1179.466	2042.836	1.732

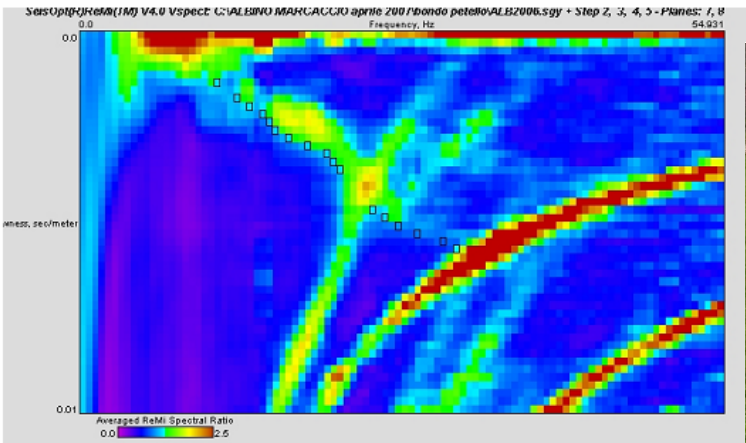
Re.Mi.02 andamento V_S e V_P con la profondità

INDAGINE RE.MI. (Progea Consulting, 2007)

BONDO PETELLO



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig. 1/b)



Località Bondo Petello

Depth (m)	Density		Shear/Compression Velocities	
	Density (g/cc)	V_P (m/s)	V_S (m/s)	ratio
1.575 m	2.0 g/cc	176.063 m/s	304.94 m/s	ratio: 1.732
4.575 m	2.0 g/cc	236.353 m/s	409.364 m/s	ratio: 1.732
6.075 m	2.0 g/cc	658.389 m/s	1140.33 m/s	ratio: 1.732
10.275 m	2.0 g/cc	970.805 m/s	1681.435 m/s	ratio: 1.732
19.575 m	2.0 g/cc	1036.577 m/s	1795.352 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc	1348.993 m/s	2336.456 m/s	ratio: 1.732

Re.Mi.03 andamento V_S e V_P con la profondità

A.2

Indagine geologica
di supporto alla II Variante del P.R.G

GEA, 1994

1.0 - PREMESSA

Il Comune di Albino (Bergamo), intendendo procedere all'aggiornamento e alla variante del Piano Regolatore Generale vigente, mi ha affidato l'incarico per lo studio della situazione geologico-ambientale dell'intero territorio comunale, che si è tradotto nella presente relazione e nella produzione di una serie di Carte tematiche.

La finalità del lavoro svolto è stata dunque la descrizione dell'intero territorio comunale dal punto di vista della geologia, della geomorfologia, dell'idrografia superficiale e dell'idrogeologia, in modo tale che potesse essere di valido supporto anche alla pianificazione urbanistica attualmente in corso.

La Relazione Geologica è stata necessariamente integrata da una serie di cartografie che visualizzano, con opportune simbologie, i caratteri ambientali salienti del territorio comunale e da una esauriente documentazione fotografica.

Nel dettaglio, le cartografie prodotte a corredo della presente Relazione sono le seguenti:

Tav. 1	Carta Geologica	scala 1:15.000
Tav. 2	Carta Litologica	scala 1:10.000
Tav. 3	Carta Geomorfologica	scala 1:10.000
Tav. 4	Carta Idrologica	scala 1:10.000
Tav. 5	Carta del rischio	scala 1:10.000
Tav. 6	Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano e classi di fattibilità	scala 1:5.000
Tav. 7	Carta delle Precipitazioni Medie annue	scala 1:50.000
Tav. 8	Carta delle Precipitazioni Massime annue	scala 1:50.000
Tav. 9	Carta delle Precipitazioni Minime annue	scala 1:50.000
Tav. 10	Carta delle Precipitazioni Massime di 1 g.	scala 1:50.000
Tav. 11	Carta delle curve iso "a" e "n" con T = 5	scala 1: 50.000
Tav. 12	Carta delle curve iso "a" e "n" con T = 10	scala 1: 50.000
Tav. 13	Carta delle curve iso "a" e "n" con T = 50	scala 1: 50.000
Tav. 14	Carta delle curve iso "a" e "n" con T = 100	scala 1: 50.000
Tav. 15	Carta di ubicazione delle fotografie	scala 1:10.000

Per quanto riguarda la metodologia, la presente Relazione è stata redatta prendendo come riferimento il documento della Regione Lombardia indicante i "Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale" (Decreto della Giunta della Regione Lombardia n. 5/36147 del 18.5.1993), il quale è volto a "specificare ed attuare i disposti del decreto ministeriale 11 marzo 1988 che, nel fare riferimento genericamente a 'Piani

Urbanistici', non disciplina esplicitamente la metodologia della ricerca in campo geologico relativa agli strumenti urbanistici generali comunali (PRG)".

Dal documento proposto dalla Regione Lombardia si vogliono qui riportare alcuni passi che bene sottolineano l'importanza della geologia nel campo della pianificazione territoriale: in esso si dice infatti che "ogni particella del territorio deve essere considerata dal pianificatore con la massima attenzione in quanto porzioni anche apparentemente marginali manifestano una importanza ambientale che deve essere presa sempre in dovuta considerazione nei processi pianificatori".

A tal fine, "il contributo della geologia appare un elemento essenziale per effettuare corretti studi analitici di settore e conseguentemente proporre significative indicazioni tecniche da recepire negli strumenti urbanistici". "Si specifica infine che gli studi indicati (...) non devono in alcun modo essere considerati sostitutivi delle indagini geognostiche di maggior dettaglio prescritte dal D.M. 11 marzo 1988 per la pianificazione attuativa e per la progettazione esecutiva".

Per quanto riguarda in particolare il lavoro eseguito sul territorio comunale di Albino, è da sottolineare come esso sia stato realizzato sia facendo riferimento alla documentazione bibliografica e cartografica esistente (citata nei relativi capitoli), sia mediante ripetuti sopralluoghi e rilievi in buona parte originali (soprattutto per gli aspetti relativi ai caratteri litologici e geomorfologici) e da una consistente documentazione fotografica che illustra i principali aspetti del territorio.

L'Amministrazione Comunale, dal canto suo, ha fornito il materiale a sua disposizione, consistente essenzialmente, oltre che nelle previsioni di piano, della cartografia di base a scala dettagliata e in tutte quelle conoscenze legate alla gestione della risorsa idrica che risultano di fondamentale importanza per il corretto svolgimento del lavoro.

La base cartografica adottata per le cartografie di dettaglio è la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000, derivata da riprese aeree condotte all'inizio degli anni '80, la quale è stata ritenuta la più adatta a rappresentare in modo agevole tutto il territorio comunale, tenuto conto anche della relativa uniformità del territorio stesso in merito agli aspetti geologico-tecnici e idrogeologici e delle contenute previsioni di espansione edilizia.

Il territorio di Albino è rappresentato sulle sezioni, in scala 1:10.000, denominate C5c1 - Albino, C5d1 - Casazza, C5d2 - Trescore Balneario, C5c2- Alzano Lombardo C4d5 - Gandino e C4c5 - Selvino.

Per le cartografie di inquadramento sono state invece di volta in volta adottate basi cartografiche in scala 1:100.000 e 1:50.000, sempre prodotte dalla Regione Lombardia.

2.0 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE

Il territorio comunale di Albino, in Provincia di Bergamo, si estende per una superficie di poco più di 30 kmq nella media Valle Seriana. Si tratta di un grosso agglomerato urbano che si inserisce nella più vasta area urbanizzata che costituisce la città lineare della media valle Seriana, che trova più a valle i comuni di Nembro e Alzano Lombardo e più a monte i Comuni di Gazzaniga e Cene.

Lo sviluppo dell'urbanizzazione è avvenuto prioritariamente sui terrazzi fluvioglaciali situati in destra orografica del F. Serio in cui si sono sviluppate prioritariamente, oltre al centro urbano di Albino, le frazioni di Bondo Petello, Desenzano e Comenduno. Successivamente, mentre diventava più importante la strada di collegamento della valle Seriana, lo sviluppo del comune è diventato più lineare seguendo sostanzialmente l'andamento dell'arteria principale.

Il territorio comunale si sviluppa anche in sinistra orografica del F. Serio, all'interno del bacino del Torrente Luio della Valle Abbazia. Mano a mano che l'edificato si è sviluppato, la mancanza di ampi spazi e la necessità di nuovi insediamenti industriali collegati allo sviluppo del sistema terziario che negli ultimi 50 anni ha caratterizzato in modo violento la media Valle Seriana, ha portato alla occupazione di aree marginali e talvolta di pertinenza degli ambiti fluviali creando situazioni anche al limite della accettabilità.

Il Fiume Serio divide in due porzioni il territorio comunale: la parte Sud-Orientale è la più estesa territorialmente, ma sicuramente la meno antropizzata e giunge con il Colle del Gallo al confine con il Comune di Gaverina (Valle Cavallina); la parte Nord -Occidentale è per contro meno estesa ma intensamente urbanizzata. Le due aree sono geograficamente divise dal F. Serio, che qui presenta un alveo molto ampio (e forse per questo esageratamente sfruttato), caratterizzato da diversi ordini di terrazzi fluviali e fluvioglaciali.

Le caratteristiche salienti, per quanto riguarda gli aspetti ambientali, del territorio di Albino, sono appunto la presenza del Fiume Serio che divide fisicamente in due parti il territorio comunale; della Valle Abbazia che definisce un intero bacino idrografico di pertinenza del Comune di Albino; dal torrente Albina affluente di destra orografica del F. Serio che corre in prossimità del centro storico e dei terrazzi fluvioglaciali che si affacciano sulla valle fluviale, caratterizzati da ampi pianori interrotti da ripide scarpate sostenute da conglomerato poligenico (ceppo). Il territorio si presenta dunque prevalentemente montuoso, a connotazione tipicamente prealpina interrotto dai principali sistemi vallivi sopra menzionati. I principali rilievi montuosi sono costituiti dal M. Rena e dal M. Cereto che definiscono con la Valle dell'Albina la porzione Nord-Occidentale del territorio comunale; dal M. Misma e dalla Cima Corna Clima che definiscono il confine Sud con la valle Cavallina e la Valle Gavarnia costituendo la dorsale Sud della valle Abbazia (T. Luio); le pendici Nord della suddetta valle sono invece caratterizzate dal dosso arrotondato del M. Altino.

3.0 - GLI ASPETTI GEOLOGICI DEL TERRITORIO

La Tav. 1 riprende, in modo più schematico, la Cartografia Geologica prodotta dalla Università di Milano per conto della locale Amministrazione Provinciale. Ad essa, dunque, e alle Note Illustrative che la accompagnano, ci si riferisce per la descrizione della Tavola allegata, che può essere così efficacemente sintetizzata.

Nel territorio amministrativo del comune di Albino affiorano buona parte delle formazioni rocciose appartenenti al periodo secondario (Mesozoico) e in particolare all'età Triassica, Giurassica, Cretacica; in zona Colle del Gallo affiorano anche formazioni intrusive del magmatismo alpino sotto forma di porfiriti. La serie quaternaria è poi molto ricca: anche se sono assenti i depositi glaciali, sono invece ben rappresentati i depositi fluviali e fluvioglaciali.

Procederemo ora nella descrizione delle principali unità geologiche affioranti nel territorio comunale di Albino, partendo dalle più antiche fino alla più recenti.

PERIODO TRIASSICO

Il Triassico superiore è caratterizzato dalla nota serie denominata Gruppo dell'*Aralalta*, rappresentato in successione dalla Dolomia Principale, dalle Dolomie Zonate e dal Calcarea di Zorzino a cui segue la Formazione delle Argilliti di Riva di Solto, il Calcarea di Zu e la Dolomia a Conchodon.

Dolomia Principale

In questa zona la Dolomia Principale presenta diverse facies sedimentarie.

Una facies massiccia costituita da dolomie e dolomie calcaree da grigie a nere, in genere fetide alla percussione e stratificazione indistinta in grossi banchi dello spessore di 2-3 metri, questa facies è quella più diffusa e si sviluppa nella zona più a Nord.

L'altra facies, meno diffusa, è costituita da roccia dolomitica e calcarea dolomitica ben stratificata, in strati da 5 a 50 cm, di colore da grigio chiaro a nero, fetida alla percussione. Presenta talora una laminazione parallela con alternanza di bande di colore diverso. La presenza della facies stratificata è quasi sempre rilevabile in prossimità del limite superiore con il calcarea di Zorzino. Il limite inferiore della formazione, che nelle prealpi lombarde centro orientali è rappresentato dal passaggio alla formazione di San Giovanni Bianco, non è presente nella zona studiata. E' invece presente quello superiore con il calcarea di Zorzino.

Altrove, sopra la dolomia stratificata, è presente un'alternanza di calcari, calcari dolomitici e dolomie in strati da 2 a 50 cm. Questa facies, avente uno spessore massimo di 50 cm, rientra già nella formazione del Calcarea di Zorzino ed il limite con la dolomia è stato posto in corrispondenza con il primo strato calcarea.

Nella zona in esame il limite è difficilmente visibile a causa dei disturbi tettonici, che caratterizzano il contatto con le unità superiori. La Dolomia Principale affiora nella parte più a Nord dell'area di studio in prossimità della formazione di Bondo Petello e più precisamente nell'alveo del T. Albina e della Valle Comocco.

Calcarea di Zorzino

Con questo nome viene indicata una potente formazione di calcari nerastri che affiorano a tetto della Dolomia Principale in Val Seriana, in Val Cavallina e sul Lago D'Iseo. Precedentemente questa formazione compresa tra la Dolomia Principale e la Facies sveva del Retico era nota con il nome di "Infraretico" .

La formazione è costituita da calcari grigio scuri e neri, fetidi, con stratificazione regolare. Gli strati hanno spessore variabile da 10cm a mezzo metro; rari, isolati e poco potenti (circa qualche cm) sono gli straterelli marnoso argillosi intercalati a quelli calcarei, il loro colore è rosso ruggine. Le superfici di strato sono alle volte lisce e alle volte irregolari, presentando rugosità dovute a fenomeni di soluzione. Il tipico colore grigio scuro nero è legato alla sostanza organica diffusa, di tipo carbonioso che si trova allo stato di pigmento; resti macroscopici fossili sono invece rari.

Il limite inferiore è quello con la Dolomia Principale, ed è già stato descritto. Bisogna comunque ricordare che il passaggio tra la Dolomia Principale ed il Calcarea di Zorzino è sottolineato da evidenze morfologiche; si passa infatti dalla morfologia aspra e dirupata della Dolomia a quella più dolce e con pendenze più blande tipiche del calcarea di Zorzino. Il limite superiore, al contatto con le Argilliti di Riva di Solto, si presenta sempre brusco e corrisponde alla comparsa, al di sopra dei calcari di una successione di argilliti e marne argillose nerastre.

Argillite di Riva di Solto

Questa formazione è costituita da argilliti e argilliti marnose nerastre, finemente laminate ed irregolarmente alternate a strati sottili di micriti nere ben stratificate . Le intercalazioni calcaree e calcarea marnose sono più frequenti nella parte alta della formazione. L'Argillite di Riva di Solto giace in concordanza sopra il Calcarea di Zorzino e la Dolomia Principale. Superiormente il passaggio al Calcarea di Zu è molto graduale. Per convenzione il limite è posto dove le intercalazioni calcaree diventano prevalenti rispetto alle argilliti e alle marne argillose. Affiora principalmente nella parte bassa dell'area (sotto il cimitero), dove sono anche più evidenti gli effetti geomorfici legati alla potenza dello strato di alterazione regolitico. I suddetti effetti risultano ancora maggiori nella parte alta della Valle Abbazia, in località Dossello e "Cà de Gatti", in cui sono presenti numerosi fenomeni di distacco e scivolamento che conferiscono ad una abbondante porzione di territorio caratteristiche di forte instabilità

Calcarea di Zu

Questa formazione è costituita da calcari e calcari debolmente marnosi grigio scuri, grigio bruni o grigio nerastri, compatti, a stratificazione massiccia, ai quali sono spesso intercalate marne, argilliti marnose ed argilliti nerastre. Queste intercalazioni sono più frequenti alla base dell'unità. Inferiormente, come detto in precedenza, il Calcarea di Zu passa gradualmente all'Argillite di Riva di Solto. Superiormente è a contatto con la Dolomia a Conchodon in cui da calcari grigio scuri, grigio bruni e grigio nerastri si passa a calcari oolitici, calcari e calcari dolomitici di colore più chiaro ed a stratificazione massiccia indistinta. Affiora in prossimità della zona delle sorgenti del Rio Re dove la stratificazione in grossi banchi a franapoggio ha consentito la formazione di una cascatella di notevole valore paesaggistico. Ma la sua maggior espressione, in termini di rappresentatività, è data dal versante sinistro orografico di tutta la valle Abbazia in cui è ampiamente rappresentato anche se ricoperto da una sottile coltre eluviale.

Dolomia a Conchodon

Questa formazione è costituita da calcari e calcari dolomitici, talora saccaroidi, a stratificazione indistinta o in grossi banchi, alternati con calcari oolitici, spesso a laminazione parallela. Il colore è grigio chiaro, grigio bruno o grigio nocciola, quest'ultimo caratteristico dei calcari a maggior contenuto di CaCO_3 che sono stati utilizzati nel passato anche per la produzione di pietra da taglio, in superficie è generalmente presente una patina di alterazione biancastra.

Morfologicamente la Dolomia a Conchodon dà luogo a ciglioni rilevati, rupi a picco e banconi fessurati ed erosi, ai piedi dei quali sono localmente abbondanti i detriti di falda. questi possono costituire dei veri e propri coni come al piede del Monte Cornagera. La Dolomia a Conchodon giace in concordanza sopra il Calcarea di Zu e sotto il Calcarea di Sedrina. Il limite inferiore è piuttosto graduale ed è già stato descritto.

Anche il passaggio al Calcarea di Sedrina è graduale; i calcari grigio bruni, nocciola e grigio scuri, dapprima a stratificazione indistinta si presentano superiormente in banchi di potenza decrescente e passano ai calcari grigio - bruni o grigio neri a stratificazione media sottile, con noduli di selce, del Calcarea di Sedrina. Affiora lungo il versante Nord occidentale del M. Misma dove raggiunge i massimi spessori e sono presenti ancora le tracce di una abbastanza recente attività estrattiva.

GIURASSICO INFERIORE

Calcarea di Sedrina

Il Calcarea di Sedrina è costituito da calcari e calcari selciferi microcristallini compatti, con interstrati marnosi e argillosi, di colore grigio scuro o nerastro, a stratificazione sottile o

media, la frattura è scheggiata e la patina di alterazione è grigio chiaro. Particolarmente abbondanti sono le intercalazioni di selce nera in noduli e in liste. Il limite inferiore è rappresentato dalla Dolomia a Conchodon . Il passaggio è graduale; i calcari grigio bruni o grigio neri a stratificazione media o sottile, ricchi di selce nera, del Calcarea di Sedrina, passano ai calcari grigio - bruni o grigio scuri della Dolomia a Conchodon, che si presentano in banchi di potenza via via crescente, inferiormente invece la stratificazione si fa indistinta.

Superiormente la formazione in esame è a contatto con il Calcarea di Moltrasio . Il limite è più graduale del precedente ; dai calcari grigio bruni o grigio neri a stratificazione media o sottile, si passa ai calcari selciferi grigio scuri o neri a stratificazione media con intercalazioni di colore marrone e noduli di selce nera del Calcarea di Moltrasio. Affiora sia sulle pendici del M. Rena che su quelle del M. Misma.

Calcarea di Moltrasio

Il Calcarea di Moltrasio, noto anche come "Pietra Coti", insieme al Calcarea di Domaro costituisce il cosiddetto Gruppo del Medolo. Il Calcarea di Moltrasio è costituito da una successione di calcari marnosi grigio scuri o grigio nerastri leggermente bituminosi, con grossi noduli di selce nera. Gli strati, di spessore variabile tra i 20 e i 40 cm, sono separati da interstrati marnoso-argillosi di pochi cm di spessore. Il limite inferiore della formazione è rappresentato dal Calcarea di Sedrina Tra le due unità esiste un passaggio litologico graduale, che è già stato descritto in precedenza.

Superiormente il Calcarea di Moltrasio è a contatto con il Calcarea di Domaro. Anche questo limite è graduale; dai calcari grigio scuri o nerastri a stratificazione media, con interstrati marnoso-argillosi e noduli di selce nera del Calcarea di Moltrasio, si passa ai calcari marnosi, selciferi ed arenacei grigio scuri o grigio bruni, talora con noduli di selce nera, a stratificazione media sottile, fittamente intercalati alle marne scagliose del calcarea di Domaro. Risultando in successione stratigrafica anche il Calcarea di Moltrasio così come il seguente Calcarea di Domaro affiora sia sulle pendici alte del M. Rena che del M. Misma.

Calcarea di Domaro

E' costituito da una successione di calcari marnosi, calcari selciferi e calcari arenacei grigio chiari o grigio scuri, a frattura scheggiata e con patina di alterazione grigio chiara, talora rugginosa, fittamente intercalati a marne scagliose. La stratificazione è sottile o media. Localmente, soprattutto nella parte basale, sono presenti noduli di selce nera. Frequenti sono invece delle dendriti ferromagnesifere per lo più limonitizzate. Il limite inferiore è rappresentato dal Calcarea di Moltrasio; il passaggio fra le due formazioni è graduale.

Le due unità si distinguono in genere per il colore che diviene più chiaro verso l'alto, per il minor contenuto di argilla del Calcarea di Domaro, per la sua grana più grossolana, arenacea e per le sue più spesse e fitte intercalazioni marnose. Il limite superiore è invece diverso a

seconda della zona di affioramento; nelle zone più settentrionali dell'area studiata, l'unità in questione è ricoperta dal Selcifero Lombardo, più precisamente dalle radiolariti: il contatto non si riesce però a vedere. Più a Sud il limite, talvolta eteropico, è con la Formazione di Concesio, il contatto non è sempre netto, anzi il più delle volte è graduale.

CRETACICO INFERIORE - GIURASSICO SUPERIORE

Radiolariti

La formazione delle Radiolariti è costituita da selci sottilmente stratificate, gli strati vanno dai 2 ai 15 cm di spessore, di colore rosso bruno. Verso l'alto sono frequenti marne calcaree, calcari marnosi più o meno silicei, talora fogliettati, di colore bruno violetto con macchie intercalate grigio verdi chiare. Le superfici degli strati hanno un'evidente ondulazione. La loro potenza varia da 0 a 50 m. Le Radiolariti ricoprono in discordanza semplice la Formazione di Concesio a Pradalunga o il Rosso Ammonitico nella zona di M. di Nese.

Rosso ad Aptici

La formazione del Rosso ad Aptici è costituita da una successione talora ritmica di marne, marne calcaree, calcari marnosi e calcari arenacei debolmente silicei, in strati di 5 a 20 cm di spessore. I colori predominanti sono i rossi, sui quali si sovrappongono sovente venature verdi, quasi bianche all'alterazione. Le selci tendono a localizzarsi nella parte centrale degli strati, in lenti, noduli e liste. La frattura è solitamente piana, più raramente scheggiata. La stratificazione è sottile. Il Rosso ad Aptici normalmente ricopre le Radiolariti, ma in alcune aree, dove la lacuna del Giurassico medio è più evidente, si può osservare il contatto tra il Rosso ad Aptici ed il Rosso Ammonitico Lombardo. Superiormente si passa gradualmente alla Formazione di Prabione.

Maiolica

La Maiolica è costituita da calcari più o meno marnosi di colore biancastro o grigio rosato, ben stratificati, lo spessore degli strati varia dai 30 ai 50 cm circa, la frattura è concoide, sono inoltre presenti noduli e liste di selce nera. La selce diminuisce generalmente verso l'alto della formazione, dove, tra i banchi di calcare, si intercalano dei livelletti pelitici grigi. Inferiormente la Maiolica è a contatto con il Gruppo del Selcifero Lombardo; il passaggio tra le due unità è graduale, si va da calcari grigio rossastri e biancastri, a frattura concoide, ai calcari marnosi a frattura scheggiata, di colore rosso mattone del Rosso ad Aptici. A tetto il limite è con la Marna di Bruntino, anche qui il passaggio è graduale, per la comparsa di intercalazioni argillose scure.

PALEOGENE - CRETACICO

Marna di Bruntino

Questa formazione è costituita da marne prevalentemente grigio scure, rosso vinate, verdastrì e gialle con il colore disposto a fiamme, alternate a scisti argillosi neri e bituminosi e a straterelli calcarei spessi al massimo 20/30 cm, di colore grigio giallastro. La componente carbonatica ha un progressivo aumento andando da Ovest verso Est. La Marna di Bruntino giace in concordanza sulla Maiolica; il passaggio tra le due formazioni è sottolineato dalla presenza di qualche metro di straterelli calcarei grigio giallastri con intercalazioni di marne e siltiti fogliettate verdognole, grigie e nerastre. Superiormente è ricoperta dal Sass della Luna. Le Marne di Bruntino affiorano limitatamente sulla costa del M. Misma.

Sass. della Luna

Il nome di questa formazione, tratto dall'uso locale, è dovuto al colore bianco giallognolo, effettivamente lunare, della sua patina di alterazione. Questa formazione è costituita da calcari marnosi grigio nocciola o azzurrognoli, talvolta a base calcarenitica e marne grigio chiare, in strati e banchi di spessore vario. Nella parte inferiore degli orizzonti calcareo marnosi sono, alle volte, presenti clasti calcarei di dimensioni fino al centimetro, di colore nerastro o nocciola. Nella parte superiore le marne e i calcari assumono una colorazione rosata fino a giallastra. Spesso le superfici di strato mostrano frustoli carbonizzati o limonitizzati, trasportati al largo dalle terre emerse. La formazione del Sass della Luna poggia in concordanza con le Marne di Bruntino; il limite tra le due formazioni è graduale, infatti si passa da alternanze di sottili strati di calcari marnosi a calcari in banchi sempre più potenti e pacchi di marne. Interessa buona parte della bassa Valle Seriana tra Alzano L. e Villa di Serio, e affiora limitatamente sulla Costa del M. Misma.

Marne e Calcareniti Rosse (Cenomaniano)

Si tratta di marne e calcareniti rosse presenti in due banchi calcarei ad assetto caotico con noduli di selce, costituiti verso Ovest da calcilutiti rosse e grigie; intercalate tra i due banchi, alternanza di Peliti ed arenarie fini di origine torbiditica, in strati sottili.

Unità del M. Misma

E' costituita da un'alternanza di arenarie fini e peliti giallastre di origine torbiditica, in strati da sottili a spessi, con base conglomeratica, lenti conglomeratiche a ciottoli di selci e calcilutiti (Turoniano).

MAGMATISMO ALPINO

Sono presenti nella Zona del Passo del Gallo filoni porfirici di colore verdognolo appartenenti al magmatismo alpino, e che sono stati oggetto in epoca recente di escavazione per l'utilizzo come materiali edili ornamentali.

QUATERNARIO

Complesso di Albino

Si tratta sostanzialmente di una facies di conoide; diamicton a ciottoli e blocchi spigolosi, matrice arenaceo-siltosa, supporto clastico; elementi carbonatici quasi totalmente alterati. Facies alluvionali, ghiaie a ciottoli arrotondati, matrice arenacea, supporto clastico. Alterazione spinta, i livelli superficiali sono decarbonatati. Questi depositi suturano terrazzi e superfici erosionali in roccia, e sono a loro volta terrazzati e reinciati.

Complesso di Comenduno

Facies alluvionali, conglomerati con ciottoli ben arrotondati fino a 30 cm, matrice arenacea, supporto prevalentemente clastico, cementazione buona. Sutura terrazzi erosionali entro il substrato roccioso, ed è terrazzata.

Complesso di Alzano

Facies alluvionali, conglomerati a ciottoli arrotondati fino a 20 cm, matrice arenacea, supporto sia clastico che di matrice, in corpi stratoidi e lenticolari a laminazione obliqua. Cementazione molto buona. I profili di alterazione sono potenti fino a 10 m e oltre; la decarbonatazione è spinta anche nelle facies di versante. L'unità è profondamente erosa e terrazzata.

Complesso di Casnigo

Si tratta di un conglomerato poligenico a grana media o grossa e mostra notevoli apporti dalle Alpi Orobiche e dalle Prealpi Bregamasche. I clasti che lo costituiscono infatti sono rappresentati da metamorfiti dello zoccolo cristallino, generalmente gneiss e micascisti, da vulcaniti permiane, derivanti probabilmente dalla Formazione di Collio, da arenarie e conglomerati del Verrucano Lombardo e da calcari cristallini e dolomie di colore grigio chiaro e grigio scuro delle formazioni triassiche circostanti. I ciottoli sono in genere subarrotondati, in misura maggiore lo sono quelli provenienti dall'alto bacino del Serio. La matrice è arenacea, di colore grigio e il cemento è carbonatico. La stratificazione è generalmente assente.

Complesso del Serio

Facies alluvionali; ghiaie a ciottoli arrotondati, supporto clastico, matrice sabbiosa ; si riconoscono letti a laminazione obliqua. Sono visibili prevalentemente ciottoli cristallini dell'alta Valle Seriana. Depositi terrazzati che suturano una superficie erosionale su substrato e depositi litificati.

Unità Postglaciale

Si tratta dei sedimenti incoerenti in facies di versante, di conoide, alluvionali , lacustri e di torbiera.

Facies di versante

Sono meglio esplicitate nella carta litologica; rientrano in questa categoria i depositi eluvio ed eluvio colluviali i detriti di falda più o meno stabilizzati e le fasce di raccordo dei versanti (depositi colluviali) costituiti da argille e limi.

-Facies di Conoide

Con ghiaie e sabbie a ciottoli in corpi lenticolari clinostatigrafici, sia a supporto di matrice sia a supporto clastico.

-Facies alluvionale

Depositi alluvionali dei greti dei corsi d'acqua. Ghiaie e sabbie di varia natura e dimensioni talvolta in lenti cementate.

-----00000000000000-----

4.0 - GLI ASPETTI LITOLOGICI

4.1 CARTA LITOLOGICA

La distinzione fondamentale che ha ispirato la cartografia litologica è stata quella tra depositi superficiali e substrato roccioso. I primi, che in genere vengono trascurati nella cartografia geologica tradizionale, rivestono fondamentale importanza ambientale in quanto su di essi generalmente avvengono sia le modificazioni antropiche sia quelle legate all'evoluzione naturale del paesaggio. Questi depositi sono stati distinti in primo luogo in base alle loro caratteristiche genetiche che permettono di articularli in:

- depositi di versante
- depositi glaciali
- depositi fluviali.

Nell'ambito dei **depositi di versante** la distinzione fondamentale è stata operata tra **coltri eluviali**, **cumuli di frana** e **detriti di falda**. Le **coltri eluviali** rappresentano i prodotti di alterazione fisica chimica in situ del substrato roccioso e come tali sono strettamente condizionate dalla natura del substrato roccioso.

Pertanto dove possibile ci si è proposti di delimitarli ed inoltre di definirne le caratteristiche granulometriche e gli spessori. Ad esempio esiste una sostanziale differenza di spessore e di natura litologica tra i depositi generati dalle rocce argilloscistose e da quelle calcaree in grossi banchi. Le prime danno luogo a potenti coltri eluviali (anche 5-6 metri) a componente argillosa abbondante, mentre le seconde danno luogo a depositi sottili (10-20 centimetri) a composizione prevalentemente limoso-sabbiosa.

I **cumuli di frana** non sono presenti fortunatamente nel territorio esaminato ma derivano soprattutto da crolli di rocce lapidee o da scivolamenti di materiali coerenti o pseudocoerenti. Nell'analisi dei detriti di falda si è tenuto conto anzitutto della presenza o meno di un suolo con presenza di copertura vegetale; in secondo luogo si è considerata la granulometria e la natura dei clasti.

Attenzione particolare è stata riservata alla distribuzione di accatastamenti di blocchi di grandi dimensioni legati a fenomeni di crollo; anche se nel caso specifico non sono presenti, i detriti compaiono sulle pendici meridionali del M. Rena con una fascia ben estesa anche se ricoperta e interrotta da coni di deiezione di una certa estensione.

I **depositi glaciali** senso lato, non sono presenti nell'area di studio, ma sono invece abbondanti i depositi fluvioglaciali, derivati dalla azione fluviale condizionata però dai fenomeni di ingressione e regressione marina. Di seguito viene illustrato il quadro sintetico dei depositi superficiali.

4.1.1 DEPOSITI DI VERSANTE

Deposito colluviale

E' il risultato dell'azione di trasporto e di deposito dei materiali più fini presi in carico dallo scorrimento delle acque superficiali e depositati al piede dei versanti andando così a costituire le cosiddette fasce di raccordo. Sono presenti sul versante Est del M. Cereto, nella fascia che corre tra la località Cappuccini e la funivia per Selvino. Sono interessati da una forte antropizzazione costituita da agglomerati di case sparse.

Deposito Eluvio Colluviale

Costituisce una situazione intermedia tra il deposito colluviale alloctono ed il deposito eluviale autoctono pertanto la granulometria del deposito non è più così sottile con prevalenza dei materiali argillosi, ma aumenta la componente limo-sabbiosa che conferisce al deposito migliori caratteristiche geomeccaniche.

Deposito eluviale

Come già detto in precedenza è dovuto alla disgregazione chimico-fisica delle rocce in posto che per fasi pedogenetiche successive passa da roccia fratturata a suolo vero e proprio pervenendo alla costituzione di orizzonti pedologici di tipo A-C (suoli a Rendzina).

E' molto diffusa sul territorio comunale, con una forte prevalenza nella valle di Abbazia in cui prevalendo le formazioni rocciose di tipo argilloscistoso (Calcere di Zorzino e Argilliti di Riva di Solto) si generano ingenti quantità di depositi che conferiscono al versante carattere di fragilità.

Detrito di falda

La disgregazione fisico chimica delle pareti rocciose normalmente dà luogo al piede dei pendii alla formazione di estese coltri detritiche, formate da ciottoli spigolosi di solito ben classati, con matrice sabbioso-limosa. Quando il litotipo calcareo è prevalente e esiste una abbondante circolazione idrica si possono formare dei crostoni detritici cementati per dissoluzione della frazione carbonatica e successiva cementazione. Il detrito sulla base del fatto che risulti in continua alimentazione o meno, può presentarsi colonizzato da vegetazione arborea o arbustiva o solo parzialmente colonizzato, ciò fa scaturire diversi comportamenti sotto forma di tutela di situazioni di fragilità ambientale.

Depositi fluviali

Fra i depositi di origine fluviale si devono ascrivere:

- Le **alluvioni attuali e recenti** che costituiscono il greto dei fiumi , e che sono caratterizzate da

ghiaie e sabbie di varia natura e dimensioni appartenenti alle unità litologiche che costituiscono il bacino Seriano.

-Le **alluvioni terrazzate** rappresentati da terrazzi morfologici sopraelevate dal fiume di pochi metri che danno luogo ad ampie aree pianeggianti soggette anche a fenomeni esondativi e purtroppo spesso volte occupate dalle attività industriali e artigianali.

-I **conoidi di deiezione** che costituiscono il deposito alluvionale fatto di fiumi o dai torrenti quando questi raggiungono il fondovalle o aree più pianeggianti che interrompono bruscamente la loro corsa e il trasporto del materiale. Sono visibili alcuni significativi conoidi di deiezione in località Bondo Petello che sono riconducibili alle fasi in cui il Serio presentava un talweg ancora molto alto.

-Le **alluvioni terrazzate** e i **depositi fluvioglaciali**.

Il limite fra le due unità litologiche è spesso molto sottile e non sempre ben distinguibile si può comunque affermare che gli apparati fluvioglaciali ben terrazzati e forti sono sicuramente ben visibili nelle parti più alte rispetto al corso del F. Serio e caratterizzano buona parte del territorio in cui si è instaurato il centro abitato di Albino.

4.1.2 SUBSTRATO ROCCIOSO

Il substrato roccioso è stato ampiamente descritto nella carta geologica: qui si fa riferimento agli aggruppamenti che sono stati operati e che hanno portato ad una semplificazione nella rappresentazione delle rocce. Si ricorda che sulla carta il colore più tenue indica le rocce subaffioranti, mentre il colore simile, ma più intenso, indica la roccia effettivamente affiorante.

Porfiriti

Oltre alle distinzioni in affiorante e subaffiorante valgono le considerazioni già riportate nella carta litologica.

Dolomia Massiccia o Stratificata

Oltre alle distinzioni in affiorante e subaffiorante valgono le considerazioni già riportate nella carta litologica. Questa formazione riveste un'importanza fondamentale ai fini idrologici per il ruolo che svolge come roccia serbatoio ed è pertanto da tenere in grande considerazione negli interventi di tutela della risorsa idrica.

Argilliti

Oltre alle distinzioni in affiorante e subaffiorante valgono le considerazioni già riportate nella carta litologica. Queste rocce generano aree a grande vulnerabilità idrogeologica, infatti danno luogo ad una potente coltre eluviale (spessore anche di 6 - 7 metri) che conferiscono ai versanti un grado di instabilità elevata.

Calcari mediamente o sottilmente stratificati non selciferi

Rientrano in questa unità tutte le formazioni calcaree sottilmente stratificate quali il Calcarea di Zorzino e altre similari che normalmente danno luogo a coltri eluviali abbastanza potenti.

Calcari massicci o stratificati in grossi banchi

Le formazioni Giurassiche e Medoloidi rientrano per buona parte in questa unità per l'affinità di comportamento geomeccanico e strutturale, danno infatti luogo a pareti dirupate e strapiombanti ed a coperture superficiali molto limitate.

Rocce sedimentarie silicee

Le unità appartenenti alle Radiolariti, al Rosso ad aptici ed al Selcifero Lombardo sono raggruppate per affinità litologica e geomeccanica in un unico gruppo.

Marne e Marne calcaree

Anche le marne e le marne calcaree (Formazione di Concesio, Marna di Bruntino ecc.) vengono raggruppate indipendentemente dalla loro genesi ed età in un unico gruppo litologico.

-----00000000000000-----

5.0 - ASPETTI GEOMORFOLOGICI

5.1 CARTA GEOMORFOLOGICA

I progressi della geologia ambientale hanno condotto recentemente alla messa a punto di una metodologia di rilevamento geologico che si avvale delle indicazioni combinate della geomorfologia, della litologia di superficie, dell'idrogeologia, dell'idrologia e dell'intervento antropico sul territorio. L'interpretazione combinata dei suddetti caratteri permette di evidenziare i processi che controllano l'evoluzione in atto del paesaggio e si possono di conseguenza ritenere di preminente importanza nella definizione geo-ambientale di un territorio. La premessa di tali indagini è costituita da una attenta osservazione delle forme del terreno e della loro associazione, tenendo conto dei seguenti aspetti.

- a) proprietà morfologiche e morfometriche quali: tipo, dimensioni, inclinazioni, esposizione ecc.
- b) composizione litologica ed assetto tettonico dei materiali su cui si sono modellati;
- c) Forze e processi dinamici che hanno modellato o che attualmente insistono nella loro azione.
- d) relazioni cronologiche tra le diverse forme
- e) rapporti reciproci e distribuzione spaziale.

I processi geomorfici evidenziati nello studio del territorio di Albino sono principalmente legati all'azione della gravità sui versanti montuosi, alla quale si abbina quella dell'acqua sia incanalata sia diffusa. Quest'ultima anche in forma di neve e/o di ghiaccio, è responsabile di un'ulteriore gruppo di processi a loro volta evidenziati nel corso dell'indagine.

Molteplici sono inoltre le incidenze morfologiche dovute all'attività antropica, talora direttamente responsabili in tutto o in parte dell'innescare dei processi descritti precedentemente. I dati raccolti nel corso delle indagini geomorfologiche si sono rivelati determinanti sia nel corso delle indagini specifiche relative alla individuazione e distribuzione dei principali rischi geologici sia nella definizione di aree a caratteristiche geoambientali omogenee.

Fra i processi morfodinamici più significativi sono stati rappresentati:

- Orli di scarpata di degradazione o di frana
- Orli di scarpata di erosione fluviale attivi
- Orli di scarpata di origine strutturale attivi
- Orli di erosione fluviale
- Frana non fedelmente cartografabile attiva
- Nicchia di frana attiva e quiescente

Elementi strutturali

- Asta torrentizia a fondo a V
- Asta torrentizia a fondo arrotondato
- Coni di deiezione
- Grotte verticali
- Grotte orizzontali

Elementi antropici

- Cava attiva e inattiva
- Discarica di inerti
- Discarica di R.S.U.

I processi di erosione dei versanti sono presenti principalmente sul versante destro orografico della valle Abbazia, mentre le aree soggette a crollo di masse rocciose sono ubicate sul versante incipiente la strada provinciale di collegamento fra Albino e Cene .

Le aste torrentizie a fondo arrotondato abbondano sul versante sinistro della Valle Abbazia , mentre i terrazzi di varia origine accompagnano, sia a destra che a sinistra il corso del F. Serio.

6.0 - ANALISI CLIMATOLOGICA

Lo studio del territorio non può prescindere dalle conoscenze relative alla situazione climatologica dello stesso per l'importanza più volte dimostrata sia per i tragici eventi che si susseguono con sempre più incalzante frequenza e gravità, sia per gli aspetti legati all'approvvigionamento idrico e infine per quanto attiene allo smaltimento e regolazione delle acque superficiali anche di utilizzo urbano. A seguito di ciò si impone seriamente che per ogni territorio, la pianificazione si basi anche sulla conoscenza dei valori di temperatura, dei giorni di gelo, dei valori delle precipitazioni medie, minime, massime annue e delle precipitazioni brevi ed intense. La conoscenza di periodi siccitosi o particolarmente piovosi che possono ricorrere nell'intervallo di una vita umana, può sicuramente costituire un valido supporto per la pianificazione territoriale in tutte le sue sfaccettature.

Nella presente indagine vengono pertanto commentati i risultati che sono emersi dall'analisi delle precipitazioni, considerate su base annua e mensile, sul territorio di competenza e delle temperature dell'aria. Seguendo la definizione di clima data da Strahler (1970) e cioè che il clima è la composizione caratteristica dell'atmosfera risultante da lunghi periodi di ripetute osservazioni, dedotta non solo dall'analisi dei valori medi, ma anche di quelli che si discostano da quest'ultimi e dall'esame delle possibilità di ricorrenza di eventi particolari, ci si è sforzati di raccogliere la serie di osservazioni riferite ad un periodo sufficientemente lungo per ottenere un quadro significativo del fenomeno in studio.

I dati disponibili si riferiscono a serie pluriennali di osservazioni, rilevate in stazioni istituite dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici o passate in carico allo stesso nei primi decenni di questo secolo dopo essere appartenute ad osservatori locali.

Nello specchio seguente sono segnalate le stazioni con bacino di appartenenza, la quota sul livello del mare e gli anni in cui hanno operato, nonché il tipo di apparecchiatura.

Stazione	Bacino	Quota	Strumento	Periodo Oss.
Gandino	Serio	570	P	1921-73
Orezzo	Serio	730	P	1921-47
Vall'Alta	Serio	441	P	1921-73
Olera	Serio	518	P	1921-73

I Periodi di osservazione si riferiscono a valori annui mensili. Per intervalli giornalieri le serie a disposizione sono più ridotte in quanto i dati non sono stati sempre pubblicati. Il settore termica atmosferica "al livello di rilevazioni sistematiche di dati è stato dimenticato anche in questo areale; esistono dei dati relativi all'ultimo decennio rilevati sul fondo valle contestualmente ad altri parametri caratterizzanti la qualità dell'aria. Si tratta di valori frammentari e pertanto inidonei a dare una caratterizzazione attendibile delle condizioni termiche".

La presente relazione climatica pertanto illustra i risultati emersi e relativi ad un unico parametro, le precipitazioni, non esistendo gli elementi di base per poterne quantificare altri e conseguentemente elaborare documenti derivati.

6.1 PRECIPITAZIONI

Dall'esame dell'elenco delle stazioni di rilevazione prima riportato risulta come la maggior parte di esse ricada oltre i confini dell'area oggetto d'indagine; sono state considerate per avere una definizione areale del fenomeno, previa vagliatura dei legami fra i dati rilevati in stazioni vicine attraverso il calcolo del coefficiente di correlazione fra le serie di totali annui.

La maggior parte delle stazioni è corredata di un periodo di osservazioni continuo e di durata tale da poter ottenere risultati più che significativi dell'andamento del fenomeno.

6.1.1 - Medie annue

Per ciascuna stazione si è proceduto al calcolo dei valori medi annui ed all'estrazione dalla serie di osservazioni su quelli estremi. I valori numerici sono riportati nelle tabelle allegate e nei relativi grafici; una mappa a scala 1:100.000 rappresenta l'andamento delle medie, minime e massime annue per variazioni di 100 mm di pioggia. Tale documento è stato costruito con il metodo dell'interpolazione lineare fra stazioni limitrofe.

Il procedimento presuppone un'analisi dei dati impostata in modo da ricercare il grado di similarità esistente nell'andamento delle precipitazioni passando da una stazione all'altra. Pertanto, come già detto, prima di procedere alla rappresentazione areale si sono vagliati i legami fra i dati pluviometrici rilevati in stazioni vicine calcolando il coefficiente di correlazione fra i totali annui relativi a periodi comuni. I valori di questo parametro sono risultati significativi ad eccezione di quelli legati alla stazione di Selvino. I valori rilevati in tale stazione e pubblicati sono risultati tali da mettere in dubbio la loro attendibilità, come è emerso anche da un confronto con stazioni limitrofe per eventi critici contemporanei sia massimi che minimi.

Non esistono i presupposti naturali che giustifichino una situazione peculiare per l'area orbitante su tale stazione; si può ritenere che le rilevazioni sono state effettuate con un grado di approssimazione non accettabile o che lo strumento non è stato collocato secondo le norme richieste perchè la rilevazione sia da considerarsi corretta. Pertanto escludendo i dati di Selvino, si può ritenere che passando da una stazione all'altra l'andamento delle precipitazioni presenta una elevata similarità che autorizza a prospettare uno studio areale di questo elemento climatico.

L'esame del documento cartografico mette in luce come l'andamento delle precipitazioni presenti un regolare incremento da Est verso Ovest e da Sud verso Nord. I valori più depressi si localizzano sull'allineamento M. Misma mentre quelli più elevati caratterizzano le zone di spartiacque con il bacino del F. Brembo verso occidente e le propaggini meridionali del M. Alben. L'area di competenza della Comunità Montana con particolare riferimento al Comune di Albino usufruisce quindi di un contributo medio annuo differenziato di circa 500 mm di precipitazioni; i valori medi sono ampiamente superiori a quelli della media italiana (Contessini 1957) ed in sintonia con quelli riportati per la Regione Alpina (Mennella 1957).

6.1.2 - Frequenza annua

L'elaborazione dei dati relativi ai giorni di precipitazione evidenzia che i valori medi annui variano dagli 86 di Vall'Alta agli 89 di Gandino; i valori estremi massimi hanno raggiunto incrementi compresi fra il 37% (Gandino) ed il 56% (Olera - Vall'Alta), mentre i minimi hanno registrato contrazioni sempre prossime o nettamente superiori al 40%. L'anno 1960 ha costituito uno dei primi casi di contemporaneità di evento per quanto riguarda i massimi assoluti mentre il triennio 1947 - 1949 si segnala per i minimi, dal che si può arguire che esiste un elevato grado di probabilità che qualora si verifichi un evento eccezionale sia massimo che minimo questo colpisce l'intero territorio in esame. L'intensità delle precipitazioni medie diurne (rapporto fra precipitazione media annua espressa in mm e numero medio di giorni di precipitazione) varia fra 15 e 19 mm con i valori più elevati nella bassa Valle Seriana.

6.1.3 - Eventi eccezionali per 12 mesi consecutivi

Nella valutazione delle disponibilità idriche assume notevole importanza conoscere le precipitazioni non solo nei loro valori medi, ma anche in quelli estremi. Si è pertanto proceduto all'individuazione per l'intera serie di valori disponibili, dei valori più elevati e più modesti, adottando il metodo di Fantoli (1913) per una elaborazione dei dati riferentesi ad intervalli di tempo da 1 a 12 dove l'unità base è il mese. In tal modo si interrompono gli usuali schemi di analisi che tengono conto di intervalli di tempo stagionali o annui, schemi che condizionano spesso la possibilità di un esame realistico e dettagliato della dinamica del fenomeno pluviometrico.

Nella serie di dati a disposizione si sono scelti, per ciascun T, il primo caso critico sia massimo che minimo; i valori sono rappresentati nei grafici. Negli allegati sono stati rappresentati gli eventi estremi di 12 mesi consecutivi massimi e minimi costruiti con il metodo dell'interpolazione lineare fra stazioni limitrofe.

Le precipitazioni massime raggiungono il valore più elevato nella valle del T. Nesa (Olera 3262 mm); da questa località le precipitazioni diminuiscono regolarmente sia verso sud sia verso est con gradiente più pronunciato per la prima direzione rispetto alla seconda. I valori più modesti caratterizzano il bacino del T. Romna e la zona collinare prospiciente la pianura. L'ambito di fluttuazione dei valori è di circa 1000 mm di pioggia, pari al 30% del valore più elevato. Tale variazione rispecchia ciò che si riscontra anche nel confronto di eventi eccezionali contemporanei.

Per quanto riguarda i minimi il valore più elevato si localizza in corrispondenza del sistema montuoso che ha la massima elevazione nel M. Alben, mentre i valori più depressi riguardano la zona meridionale ed orientale del territorio della Comunità Montana. L'ambito di fluttuazione è più ridotto; i valori di precipitazione rispecchiano maggior uniformità e sembra di poter ipotizzare che in caso di evento eccezionale esso si estenda ad interessare in egual misura tutto l'areale.

L'esame congiunto dei tre parametri (medie, massimi e minimi assoluti) permette di rilevare l'esistenza di situazioni di coincidenza areale; per tanto la distribuzione degli eventi eccezionali sia massimi che minimi, pur con collocazione temporale diversa, non risulta dovuta al caso, ma spesso si sovrappone a quelle delle precipitazioni medie. Un confronto fra le manifestazioni eccezionali e quelle aventi un tempo di ritorno inferiore è stato realizzato attraverso la costruzione dei diagrammi circolari nei quali gli stessi sono espressi sotto forma di rapporto con la media pluriennale presa come 1

In generale i cinque dati minimi mettono in luce una discreta variabilità per quasi tutte le stazioni, mentre per i massimi si rileva che, ad eccezione di Orezzo, i primi casi critici raggiungono valori superiori ad una volta e mezzo la media con il caso eccezionale di Olera per la quale lo stesso è prossimo al doppio della media. Per i massimi i più accentuati

fenomeni di coincidenza temporale si sono verificati negli anni 1935/36, 1937, 1940/41, 1960. Per quanto riguarda i minimi, sono state annate asciutte quelle comprese fra il 9/41 - 8/42, 6/1943-5/1944, 3/1921-2/1922; in particolare l'evento 3/21-2/22 costituisce il primo caso critico per quasi tutte le stazioni. Esso ha fatto registrare afflussi per 12 mesi consecutivi che oscillano fra il 46 ed il 51% della media, mentre l'evento 6/43 - 5/44 che pur presenta contemporaneità spaziale rientrando per tutte le stazioni fra i primi cinque casi critici, ha fatto registrare afflussi compresi fra il 52 ed il 62% della media annua. L'eccezionalità dell'evento 1921/1922 è dovuta al fatto che la concentrazione degli afflussi oltre l'apporto del trimestre invernale ha interessato anche quello dei mesi autunnali che, di norma, risultano fra i primi nella scala gerarchica dei contributi mensili. L'afflusso primaverile, invece, è sempre rimasto esente da consistenti concentrazioni e precipitazioni copiose, almeno relativamente al mese di Maggio, sono da considerarsi entro la norma.

6.2 REGIMI PLUVIOMETRICI

Le precipitazioni sono state analizzate anche a scala mensile; i risultati sono tabulati nelle tabelle e rappresentati per mezzo di istogrammi. Caratteristica comune a tutte le stazioni è la presenza nella regimazione di un massimo più elevato in primavera (Maggio) e secondario in autunno, nonché di un minimo ben definito in inverno. Gli elevati valori delle precipitazioni estive (specialmente nel mese di Agosto) collocano la regione di studio in una situazione transizionale fra il regime sublitoraneo padano e quello continentale alpino. I totali di Gennaio e Febbraio si mantengono sempre inferiori a quelli di dicembre; giugno presenta sempre, ad eccezione di Gandino, valori superiori a quelli di Luglio e Agosto. Inoltre le precipitazioni dei mesi da aprile a novembre si mantengono superiori o prossimi al valore medio mensile.

Negli istogrammi dei valori medi sono stati inseriti anche quelli relativi ai valori estremi per segnalare l'ambito di fluttuazione delle piogge in ogni singolo mese. L'articolazione dei valori massimi estremi non ricalca quella dei valori medi; usualmente i valori più elevati si trovano in autunno più che in primavera. Significativo il comportamento di Agosto che, in caso eccezionale, assume valori di precipitazione che si collocano fra i più elevati dell'anno. Per i minimi si manifesta assenza d'acqua per buona parte dell'anno, ad esclusione dei mesi di Aprile e Settembre; tale situazione è, con molta probabilità, da imputare ad una minore variabilità interannuale delle piogge nei mesi più caldi.

6.2.1 Precipitazioni stagionali

Nel seguente prospetto sono stati riportati i valori medi stagionali delle precipitazioni espressi in mm, del numero medio di giorni precipitazione espresso in unità e dell'intensità delle precipitazioni espressa in mm/giorno, ottenuta dividendo i valori dell'importo medio delle precipitazioni per i corrispondenti valori dei giorni di precipitazione.

Comune di Albino (Bg)
Indagine geologica sulla II Variante al P.R.G.
- Relazione -

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno
Importo med. precip.	G.	174	296	467	428
	Or.	175	435	491	435
	V.	224	434	468	429
	Ol.	231	490	473	488
N. medio gg. precipit.	G.	14	27	27	21
	Or.	14	26	25	22
	V.	15	25	24	22
	Ol.	15	26	25	22
Intensità media	G.	12,4	14,7	17,3	20,4
	Or.	12,5	16,7	19,6	19,8
	V.	14,9	17,4	19,5	19,5
	Ol.	15,4	18,8	18,9	22,2

N.B.: G. stazione di Gandino
Or. stazione di Orezza
V. stazione di Vall'Alta
Ol. stazione di Olera

Risulta confermato, ad eccezione della stazione di Olera, l'elevato contributo estivo rispetto a quello delle altre stagioni che, ad eccezione di quella invernale, sono pure contraddistinte da apporti consistenti. La frequenza denota, invece, valori pressoché uguali per le stagioni primaverili ed estiva; il ruolo di Maggio evidenziato dalla regimazione mensile, risulta mascherato a livello trimestrale dalla sommatoria dei valori costantemente elevati degli altri mesi. L'intensità media giornaliera più elevata si verifica in autunno (a conferma che le precipitazioni sono meno frequenti ma più consistenti), la minima in inverno.

6.2.2 Precipitazioni massime da 1 a 5 giorni consecutivi

Il servizio Idrografico riporta, negli annali Idrologici, per un certo numero di stazioni le precipitazioni più elevate che si sono verificate nell'anno per intervalli che variano da 1 a 5 giorni consecutivi. I dati disponibili, in quanto pubblicati, relativi alle stazioni ricadenti entro i confini della C.M. si possono ricavare dal seguente prospetto :

Stazione	N. anni disponibili	Periodo
Gandino	46	1922- 1973
Orezzo	25	1921- 1947
Vall'Alta	25	1921 - 1950
Olera	29	1921 - 1950

Si è quindi proceduto all'analisi dei dati verificando la validità dell'applicabilità della legge proposta da Chow (1964)

$$P = P' (1 + CK)^{1/Tr}$$

nella quale:

P = valore della precipitazione, espressa in mm, per un tempo di ritorno Tr;

P' = media della serie dei dati;

C = coefficiente di variazione;

K = fattore di frequenza che dipende dalla legge di distribuzione teorica adattabile al campione di dati.

Per la elaborazione è stata adottata quella proposta da Gumbel per la quale:

$$\ln P = - \ln \left[- \ln \left(\frac{P}{P'} \right) \right] + \log \log \frac{P}{P'}$$

dove $j = 0,57721$ costante di Eulero

Tr = tempo di ritorno che dipende dal numero di dati (n) e dalla posizione gerarchica (m) occupata da ogni dato nella serie di valori ordinati in senso decrescente.

La distribuzione di Gumbel è da ritenersi più che soddisfacente, essendo risultato un buon adattamento alla regolarizzazione per la serie di dati disponibili. Sulla base di tali equazioni si sono estrapolati i valori di $Tr = 50$ anni; i dati relativi sono riportati nel seguente prospetto (I riga) e messi a confronto con i massimi sperimentali (II riga).

	1gg	2gg	3gg	4gg	5gg
Gandino	126	163	207	236	245
	120	155	217	217	230
Orezzo	153	161	190	234	244
	146	151	168	216	221
Vall'Alta	116	167	195	210	212
	120	185	200	220	220
Olera	225	254	283	295	304
	232	245	260	272	281

Il confronto permette di rilevare che alcuni valori sperimentali, anche se in modo contenuto, risultano superiori a quelli calcolati ($Tr=50$ anni); ciò si riscontra in particolare per la stazione di Vall'Alta dove i valori misurati relativi ad eventi del 1939 (1 e 2 giorni) e 1931 corrispondono a tempi di ritorno più elevati in base alle equazioni calcolate. Nel contesto areale rilevano i valori di Olera, decisamente superiori a quelli di tutte le altre stazioni e per tutti gli intervalli considerati .

La distribuzione di frequenza del fenomeno non presenta coincidenze preferenziali nelle varie stazioni se si esclude il periodo invernale raramente interessato da tali eventi. A sintesi dell'indagine delle precipitazioni di 1 giorno si sono mappate quelle relative ad un $Tr = 50$ e si è costruita una carta (Tavola 10) con il metodo dell'interpolazione lineare fra stazioni limitrofe. Per tale elaborazione si sono usate anche le stazioni esterne alla Comunità Montana della Valle Seriana, dopo aver effettuato anche per queste ultime la regolarizzazione dei dati secondo la legge di Gumbel.

Il documento può essere ritenuto rappresentativo della distribuzione areale del fenomeno ed assunto quale parametro di riferimento per l'afflusso massimo di un giorno con tempo di ritorno 50 anni. I valori presentano un incremento costante da est ad ovest dove raggiungono i valori più elevati in corrispondenza del bacino del T. Nesa e delle propaggini meridionali del M. Alben, in sintonia con quanto già rilevato per le precipitazioni massime di lungo periodo .

6.3 PRECIPITAZIONI MASSIME NELL'AMBITO GIORNALIERO - CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

Nell'areale della Comunità non ha mai operato una strumentazione a registrazione continua (pluviografo); pertanto non esistono dati che consentano di quantificare le curve di probabilità pluviometrica nell'ambito giornaliero (1, 3, 6, 12, 24 ore). 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). Si ritiene che gli stessi possano essere assunti come rappresentativi del fenomeno nell'area terminale di fondo valle della Comunità Montana.

Con i dati forniti dalle stazioni pluviografiche operanti sul territorio della Provincia di Bergamo e nelle province limitrofe, dopo aver effettuato la regolarizzazione mediante il modello di Gumbel, si sono potute comunque calcolare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica in funzione del tempo di ritorno. Il procedimento adottato è stato quello usualmente proposto, ovvero sia, quello basato sulla regolarizzazione dei dati disposti in un diagramma bilogarithmico 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 ovvero sia 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. Nelle tavole allegate (Tavv. 11-14) sono riportati i valori di "a" ed "n" in funzione del tempo di ritorno (elaborazioni del Prof. Ing. Paoletti).

6.4 TEMPERATURA DELL'ARIA

Nel territorio della Comunità Montana e nelle immediate vicinanze (la stazione più prossima è Bergamo) non hanno operato stazioni di rilevamento della termica atmosferica, per cui le informazioni di cui si dispone sono da considerarsi approssimative e desumibili da elaborazioni cartografiche a livello regionale, di scarso dettaglio. A titolo di documentazione bibliografica si riportano copie della:

- " Carta della temperatura media annua"
- " Carta della temperatura media del mese di gennaio"
- " Carta della temperatura media del mese di luglio"

elaborate da Ottone e Rossetti (1979) per l'intero territorio della regione lombarda sulla base di rilevazioni effettuate nel periodo 1926- 1955;

" Carta delle isoterme estreme estive e invernali"

disegnate da Gavazzeni (1957) sulla base dei dati di 4 stazioni relative ad un intervallo di tempo compreso fra il 1876 e 1951 e di serie decennali di altre otto stazioni.

Da tali elaborati si ricava che il territorio della Comunità usufruirebbe di una temperatura media annua compresa fra 10 ° e 13° C con valori decrescenti secondo la latitudine. .

Nel mese più caldo dell'anno (luglio) la media oscilla fra 20 e 23° C ed in quello più freddo (gennaio) fra -2 e 2°C . Secondo Gavazzeni le temperature estreme estive sono comprese fra 36 e 38 °C e quelle invernali fra i 6 - 14° C.

7.0 - LA RETE IDROGRAFICA NATURALE E ASPETTI IDROGEOLOGICI

Il territorio di Albino risulta essere particolarmente ricco di acque superficiali, in relazione alla presenza del Fiume Serio e ad una fitta rete di affluenti sia in sinistra orografica che in destra ed alla presenza di una rete di rogge e canali che, fin dai tempi più antichi, assicurano la necessaria quantità d'acqua alle industrie e alle attività quotidiane dell'uomo.

7.1 IL FIUME SERIO

Il territorio comunale di Albino è diviso in due parti dal Fiume Serio che ne diventa l'asse portante e rappresenta un segno morfologico fondamentale. Le relazioni che intercorrono tra il fiume e il contesto urbano e sociale di Albino sono significative anche se attualmente il rapporto tra l'urbanizzazione e il fiume è un rapporto violento nel senso che esiste una tendenza, che comunque non è solo del Comune di Albino, ad occupare le aree di pertinenza fluviale, mentre il rapporto con la popolazione che su di esso gravita è quello di chi vede il fiume come barriera insormontabile o come area marginale in cui si possono collocare o sono stati collocati rifiuti di ogni genere. Ciò è probabilmente dovuto anche allo stato di grave inquinamento chimico - fisico delle acque che ha portato ad un progressivo abbandono delle aree naturali fluviali in termini di fruibilità ambientale a vantaggio di una sempre maggiore espansione delle attività industriali ed artigianali.

Bisogna riconoscere che negli ultimi tempi, la nuova cultura e una maggior sensibilità rispetto a questo problema, ha portato ad un diverso approccio tra la società e il corso d'acqua. Sono infatti in atto e sono state in parte attuate, anche con il contributo della locale Comunità Montana, una serie di iniziative volte al recupero ambientale delle aree prossime al F. Serio ai fini di una loro maggiore fruibilità in senso ricreativo e sportivo. Ecco perciò come risulti senza dubbio significativo inquadrare il problema del F. Serio nel contesto urbano evidenziando le mutue relazioni che intercorrono fra la dinamica fluviale e le aree circostanti.

Nei documenti finali verranno poi descritte le relazioni e gli eventuali impatti fra le scelte urbanistiche e la dinamica fluviale.

7.1.1 Caratteristiche geografiche del Bacino del F. Serio

Le Carte topografiche indicano con il toponimo "Sorgenti del Serio", le pendici sud-occidentali del M. Torena a circa 2500 m di quota in una zona impervia, priva di sentieri, modellata dal ghiacciaio che nel Pleistocene qui aveva la sua origine. Poche centinaia di metri più sotto, ad un'altitudine di 2.129 m, vi è il Lago Barbellino superiore (detto naturale per distinguerlo da quello artificiale sottostante) che raccoglie direttamente l'acqua di queste sorgenti convenzionalmente indicate come punto di nascita del Fiume. In quella stessa zona, consistenti apporti al Serio vengono da vallecole laterali quali quelli della Malgina, nella quale scorre lo scaricatore dell'omonimo lago, e soprattutto delle acque di fusione dei piccoli ghiacciai del Gleno, un tempo uniti ma ora distinti in due corpi separati. Numerosi torrenti delle valli laterali concentrati nel tratto tra Valbondione e Ponte Nossa versano le loro acque nel F. Serio: sono il Bondione (Lizzola), il Fiume Nero, il Grabiasca, il Goglio, l'Acqualina (Valcanale), l'Ogna (Valzurio) ed il Riso, per non citare che i maggiori.

Oltre Ponte Nossa vi sono altri torrenti significativi che apportano altra acqua al F. Serio: fra questi meritano una citazione la Nossana, che dà un grosso contributo alle sorgenti che alimentano gli acquedotti di Bergamo (circa 1000 l/sec); il T. Vertova che deriva dalla meravigliosa omonima valle; la Valle del T. Romna (Valgandino), gravemente compromessa dalla attività industriale; l'Albina ed il T. Luio di Abbazia in comune di Albino; il Luio di Nembro; la Gavarnia sempre di Nembro e la Nesa in Alzano Lombardo.

7.1.2 Caratteristiche idrologiche del Bacino del Serio

I dati sull'idrologia del Serio riguardano la media Valle Seriana e fanno riferimento alla chiusura posta al Ponte di Cene, sia perchè particolarmente significativa per l'espletamento del presente lavoro, sia perchè al ponte di Cene esiste una stazione di misura delle portate che ha operato per lungo periodo. Al Ponte di Cene, situato a circa 72 Km dalla confluenza del Serio con l'Adda, vi è l'unica stazione idrometrografica del bacino seriano. A monte di questa il bacino ha un'estensione di 455 Km², un'altitudine massima di 3050 m (Pizzo Coca) e una quota media di 1335 m.

L'approfondimento delle indagini sul Fiume Serio non vuole essere una mera volontà di arricchimento della relazione, ma viene ritenuta una necessità rilevante in quanto il tratto di corso d'acqua compreso tra il Ponte di Cene ed Alzano Lombardo, compreso il Comune di Albino, presenta aree soggette a rischio di esondazione.

Al fine di una più corretta definizione della potenziale ondata di piena si è ritenuto di grande importanza riportare le informazioni desunte dallo Studio del Prof. Ing. Paoletti e del Dott. Ing. Peduzzi, facente parte del lavoro svolto all'interno del gruppo di lavoro per la redazione del Piano Territoriale Provinciale, di cui il sottoscritto era coordinatore per gli aspetti ambientali.

Oggetto della suddetta indagine è stato quello di determinare i caratteri principali dei fenomeni di piena che con assegnato tempo di ritorno si possono manifestare all'interno del Bacino del F. Serio nelle sezioni strumentate con apparati di misura di portata. Le stazioni idrometrografiche dotate di informazioni utilizzabili sono due nel territorio provinciale e precisamente quella del Ponte Briolo per il Brembo e la già citata del Ponte di Cene per il F. Serio. La stazione di misura delle portate sul Fiume Serio è posta a Ponte Cene e sottende un bacino di 455 Km², di natura prevalentemente impermeabile e con presenza di aree glaciali per un'estensione di circa lo 0,1%.

Nel bacino del F. Serio sono presenti serbatoi artificiali con capacità utile di 23.000.000 di mc, ma come nel caso della Valle Brembana sono poste a quote elevata e pertanto con trascurabile effetto di laminazione nelle piene transistanti nella sezione di misura. Lo zero idrometrico della stazione di misura è posto a quota 353,15 m s.l.m.

7.1.3 Portate di Piena del F. Serio

La stima delle portate di piena, condotta per la stazione di Ponte Cene, si basa sui valori massimi annuali misurati al colmo e riportati nella successiva tabella per il ventennio 1951,1970, desunti dalla consultazione degli Annuali del S.I.I. (Servizio Idrografico Italiano).

Tabella - Portate al colmo 51,70 [mc/sec]

Anno	Brembo a P. Briolo	Serio a Cene
1951	877	187
1952	908	315
1953	551	213
1954	843	243
1955	426	153
1956	424	227
1957	586	421
1958	411	269
1959	469	231
1969	563	316
1961	447	191
1962	453	160
1963	733	443
1964	338	160
1965	673	353
1966	633	276
1967	345	195
1968	501	286
1969	320	237
1970	449	213

I due campioni delle portate al colmo così ottenuti sono stati elaborati statisticamente al fine di stimare le relative leggi di distribuzione di probabilità.

Questa indagine è stata condotta prendendo in considerazione la **legge di Gumbel** con cui di solito meglio si distribuisce questa grandezza idrologica. La funzione di probabilità di tale legge è data dalla relazione:

$$P(Q) = e^{-e^{-a(Q-m)}}$$

in cui **a** e **m** sono i parametri di distribuzione che, ove si assuma per la loro stima il metodo dei momenti, risultano legati alla media **m** ed allo scarto quadratico medio **s** del campione dalle relazioni.

$$a = 1,283/s$$
$$m = m - 0,5772s$$

Calcolati i parametri delle distribuzioni (tabella sopra citata) si è introdotto il tempo **T** che, nel caso delle portate di piena, per la generica variabile **Q**, rappresenta il numero di anni in cui **Q** è in media superato una sola volta. La legge di Gumbel si può pertanto scrivere come segue:

μ §

Nelle sottoelencate tabelle, per i diversi tempi di ritorno prescelti, sono riportate le stime delle portate al colmo ottenute col metodo esposto.

Parametri della distribuzione F.Serio a Ponte Cene

N. dati	20
Media	254.45 mc/s
SQM	81.9 mc/s
a	0.016
m	217.7

Portate al colmo - Distribuzione di Gumbel F. Serio a Ponte Cene

T (anni)	Portata (mc/s)
2	241
5	313
10	361
20	407
50	467
100	511
200	556
500	614
1000	659

Riportati in cartogramma probabilistico i punti rappresentativi delle coppie di valori (Q,F), si è proceduto alla loro interpolazione con la retta di distribuzione. Dall'esame visivo di tale diagramma si evince una buona interpretazione dei dati osservati con la retta di distribuzione della legge in parola.

L'esperienza dimostra che esiste una correlazione sufficientemente stretta tra le caratteristiche pluviometriche e morfologiche e le portate di piena al colmo. In particolare il più importante dei parametri caratteristici utilizzabili è la superficie del bacino. Sulla base di questa considerazione vari autori, tra cui Gherardelli e Marchetti, hanno correlato i contributi al colmo storici di tutta una serie di stazioni idrometriche con la superficie del bacino.

La formula ottenuta da Gherardelli e Marchetti è la seguente:

$$q^c = q^{100} (s/100)^{2/3}$$

dove $q^c = q^{100}$ è il contributo di piena in mc/sec, S è la superficie del bacino in Km² e q^{100} contributo unitario di un bacino di 100 Km²), è una costante che assume valori diversi a seconda delle regioni idrologiche. L'analisi probabilistica descritta in precedenza conduce, assumendo un tempo di ritorno pari a 100 anni, ad un valore di contributo unitario q^c pari a 1,12 mc/s Km² per il Serio al ponte di Cene e quindi a valori di q^{100} pari a 3,08 mc/s km². Nell'ipotesi che lungo l'asta fluviale, per aree di bacino sotteso con variazioni del 20% rispetto alle aree di bacino sotteso a Ponte Cene, il q^{100} sia costante, è possibile calcolare in ogni sezione, nel campo di ammissibilità la corrispondente portata di piena.

7.2 VALUTAZIONE DELLA SITUAZIONE A RISCHIO NEL COMUNE DI ALBINO

Le aree considerate a rischio di esondabilità possono presentare una delle seguenti caratteristiche:

- Zone di bassa pendenza o pianeggianti in cui le acque fuoriuscite dall'alveo hanno modo di espandersi, generalmente con modeste velocità, e permanere sul terreno inondato.
- Zone con pendenza non trascurabile che consentono lo scorrimento della lama liquida all'esterno dell'alveo con velocità anche elevate, e pertanto senza ristagni prolungati, ma in cui la capacità distruttiva deriva dall'elevato trasporto solido.

Il Bacino del F. Serio presenta fenomeni erosivi localizzati sia lungo l'asta principale sia lungo gli affluenti. Per quanto concerne le aree soggette ad esondazione l'Alta Valle Seriana non presenta particolari situazioni di gravità, anche per la scarsa presenza antropica in prossimità dell'alveo, almeno sino all'abitato di Villa d'Ogna.

La Bassa Valle Seriana, pur essendo caratterizzata da una maggior pressione antropica attorno all'asta del fiume, non presenta essa stessa gravi situazioni di esposizione al rischio di

esondazione **ad eccezione dei tratti localizzati tra gli abitati di Cene e di Alzano Lombardo**

La situazione dichiarata a rischio non dallo scrivente, ma dagli Ingg. Paoletti e Peduzzi del Politecnico di Milano, potrebbe essere ulteriormente aggravata dall'aumento del grado di cementificazione del territorio e del conseguente abbandono della montagna e degli alvei degli affluenti del Serio. E' noto infatti come la vegetazione presente in alveo, rallenti il corso della corrente, aumentando il volume della massa d'acqua, e qualora la vegetazione venga estirpata risulta di grave rischio per la possibilità di ostruzione dei ponti situati a valle.

Il Prof. Ing. Paoletti segnala nel suo rapporto che **"nei comuni di Cene, Pradalunga, Albino, Nembro, Alzano Lombardo, Villa di Serio, Scanzorosciate, Gorle esiste un'area di esondazione estesa sia in sponda destra che in sponda sinistra con possibile interessamento di numerosi fabbricati industriali e civili; il tratto è caratterizzato da una notevole pressione antropica e quindi segnala la necessità di studi particolari ed approfonditi al fine di evitare l'estendersi degli insediamenti a ridosso dell'asta fluviale ed il conseguente ulteriore restringimento dell'alveo che in alcuni tratti risulta di larghezza assi ridotta"**.

Le presenti dichiarazioni non vogliono costituire un allarme infondato ma vogliono solo far scaturire una nuova sensibilità negli approcci col territorio.

Non si dimentichi infine che nella parte alta del bacino del F. Serio sono presenti numerosi invasi artificiali che potrebbero trovarsi, durante eventi meteorici eccezionali, non solo in grado di trattenere acqua, ma al contrario con la necessità di rilasciarla: ciò aumenterebbe considerevolmente il valore della portata calcolata con metodi empirici.

Nella Carta del Rischio geologico (Tav. 5) a cui si farà riferimento nelle pagine successive e nella conseguente Carta delle azioni di piano (Tav. 6), è segnalata un'area a rischio di esondazione che potrà apparire forse spropositata ad una immediata lettura, ma che invece dovrà far scaturire una serie di attenzioni e di politiche di gestione del territorio.

8.0 - LE SORGENTI

Le **"Sorgenti"** idriche del comune di Albino rivestono una grande importanza non solo per l'approvvigionamento idrico del comune stesso, ma anche in considerazione del fatto che vengono sfruttate dall'AMAC (Azienda Municipalizzata Acquedotti Civici) per l'approvvigionamento della città di Bergamo e dei paesi limitrofi, diventando così di grande rilevanza nel Bilancio Idrologico Provinciale.

La **Carta Idrologica** (tav. 4) riporta la distribuzione delle principali sorgenti del Comune, associata alla rete di distribuzione principale. Vista l'importanza di tale risorsa, nella carta del Rischio Geologico e delle Azioni di Piano è stata prevista una congrua area di rispetto delle sorgenti più importanti, anche se, come si può notare dalla cartografia di base, l'area

circostante i punti di captazione è già gravemente urbanizzata. L'AMAC ha comunque provveduto, per le captazioni di sua competenza, alla delimitazione di aree di protezione delle sorgenti (v. fotografie).

8.1 Carta della Permeabilità (Tav. 4)

La carta idrologica riporta anche i valori di permeabilità del substrato roccioso, ove affiorante, e dei depositi superficiali. Si può immediatamente notare come i rilievi montuosi siano caratterizzati in genere da rocce con valori di permeabilità molto bassa, mentre i depositi di versante e soprattutto le alluvioni terrazzate e di fondovalle presentano valori di permeabilità abbastanza elevati. La carta idrologica riporta inoltre :

- L'ubicazione di tutte le sorgenti captate con differenziazione dei valori di portata
- L'ubicazione delle sorgenti non sfruttate con differenziazioni dei valori di portata
- L'ubicazione dei serbatoi di accumulo e dei pozzi per uso idropotabile
- Le derivazioni per uso agricolo e industriale
- Le opere di regimazione idraulica (briglie)
- Le difese spondali (argini , pennelli ecc.)
- I canali di superficie e sotterranei
- La rete acquedottistica
- Le stazioni di misura delle portate fluviali (idrometrografo)
- L'ubicazione dei pluviometri o dei pluvionivometri.

9.0 - I CARATTERI PEDOLOGICI DEL TERRITORIO

Gli aspetti pedologici del territorio del Comune di Albino mettono in evidenza come a causa di fattori limitanti quali la pendenza dei versanti, l'elevato grado di pietrosità, la presenza di coperture eluviali di tipo argilloscistoso, la forte conurbazione riducono drasticamente la porzione di terreni che possono presentare Capacità d'uso del suolo con valori superiori a 4 secondo la Land Capability, riducendo così le attitudini all'uso agricolo degli stessi.

Una limitata porzione di territorio con discrete caratteristiche pedologiche può essere riconosciuta sui terrazzi fluvio-glaciali di Desenzano e Comenduno (Fraz. di Albino) e in alcune fasce di raccordo del versante del monte Altino (valle della Putta, Dossello) dove la profondità del suolo consente ugualmente di svolgere attività agricole anche se di limitato pregio agronomico.

10.0 - CAPACITA' D'USO DEI SUOLI

La Carta delle Capacità d'Uso dei Suoli, è una delle principali applicazioni delle Caratteristiche Pedologiche del suolo e la sua finalità è quella proprio *"di fornire una serie di indicazioni facilmente comprensibili ai fini di una corretta programmazione territoriale"*, identificando i suoli agronomicamente più pregiati.

Per questo secondo la già citata **"Land Capability"** i suoli sono vengono distinti in classi e in sottoclassi in base a precisi parametri che tengono conto, tra gli altri, della profondità del suolo, della tessitura superficiale, della pietrosità, della fertilità, del rischio di inondazione, delle limitazioni climatiche.

Suoli di I Classe

Nel territorio di Albino non sono presenti suoli di I classe.

Suoli di II Classe

Idem per i suoli di seconda classe.

Suoli di III Classe

Non sono presenti sul territorio di Albino suoli di terza classe.

Suoli di IV Classe

Possono essere ricondotti a questa classe le aree pianeggianti situate a ridosso delle frazioni di Comenduno e Desenzano è costituite in prevalenza da depositi fluvioglaciali.

Suoli di V Classe

Possono essere ricondotti a questa classe i suoli che costituiscono le fasce di raccordo con il fondovalle della Valle del Luio di Abbazia e del M. Altino (valle della Putta).

Suoli di VI Classe

Sono da ricondurre alla VI Classe i suoli presenti in prossimità dell'alveo del F. Serio che pur presentando buone caratteristiche pedologiche hanno un suolo di profondità limitata e possono essere soggette od a erosione di sponda o ad esondazione.

Suoli di VII Classe

Rientrano in questa classe i depositi di versante di tipo eluviale o colluviale che se pur sottili ricoprono il substrato roccioso consentendo, ove la pendenza non raggiunge valori rilevanti, l'uso di pratiche agronomiche (prati e pascoli).

Suoli di VIII classe

Rientrano in questa classe di capacità d'uso i greti attivi dei corsi d'acqua e tutte le aree con roccia affiorante o subaffiorante.

11.0 - CARTA DEL RISCHIO GEOLOGICO (Tav. 5)

La latitanza della Pubblica Amministrazione nel campo della prevenzione delle calamità che abbiano concause geologiche e geotecniche emerge puntualmente e genera una sia pure effimera ondata di interesse, specie a livello giornalistico, in occasione di catastrofi, purtroppo frequenti nel nostro paese, dovute a dissesti idrogeologici o a fenomeni sismici .

Prima di iniziare la descrizione della Carta del Rischio Geologico del territorio amministrativo del Comune di Albino, voglio evidenziare alcune note che riportano gli eventi catastrofici che nel passato hanno interessato il Comune di Albino e le aree limitrofe della Valle Seriana. Ciò per illustrare come trovi giustificazione la dimensione delle aree soggette a rischio geologico che ad una prima e superficiale visione possono risultare esagerate rispetto alla situazione in atto.

L'indagine retrospettiva riguardante gli eventi del passato ha messo in luce che **durante la stagione estiva la bassa Valle Seriana è ricorrentemente interessata da violenti nubifragi che spesso provocano alluvionamenti e frane**. Le notizie che vengono qui di seguito riportate fanno riferimento al lavoro condotto dai Proff. Mario Govi e Giovanni Mortara nel lavoro pubblicato sul Bollettino della Associazione Mineraria Subalpina, anno XVIII n.1-2 Marzo Giugno 1981 .

Le note sugli eventi del passato citano che la Regia Strada di Val Seriana, nel **settembre 1842** venne interrotta presso Comenduno per la piena del Rio Valle Isla; il **17 luglio del 1932** il T. Rovaro straripò a Gazzaniga allagando tratti di campagna e interrompendo sia la strada provinciale che la linea ferroviaria. Sempre nello stesso periodo si produssero sensibili danni nel comune di Albino per **allagamenti prodotti dai torrenti Albina e Re**.

Un anno più tardi un violento nubifragio si scatenò a monte di Albino ove si verificarono alcune frane presso la frazione di Bondo Petello..

Nell'**agosto del 1934** il maltempo interessò i comuni in sponda sinistra del Serio; piogge intense caddero tra Abbazia e Vall'Alta provocando la **piena del T. Luio** che alluvionò i terreni presso la frazione Molinello di Albino.

Nel pomeriggio del giorno **16 Giugno 1936** un improvviso nubifragio centrato sul M. Misma si manifestò per circa 1 ora nella zona compresa tra Nembro, Albino, Cene, Pradalunga: diverse case della parte bassa di Albino vennero allagate.

Il **12 giugno 1937** una grossa frana precipitata della scarpata dell'alto terrazzo di Casnigo, ostruì l'alveo del F. Serio investendo due centraline dell'Enel e causando al morte di due persone; l'accumulo sul fondovalle, valutato in circa **150.000 mc** determinò la formazione di un invaso temporaneo che si estendeva a monte per circa 1 Km.

Il **3-4-5 Settembre del 1939** allagamenti diffusi e frane si verificarono in comune di Albino dove strariparono il T. Albina ed il F. Serio.

Il giorno **10 giugno 1954** si ripeterono ancora fenomeni di piena dei T. Luio e Albina.

Il **17 Settembre 1960** per lo straripamento del canale Honneger si ebbe l'allagamento della campagna circostante, ed anche ad Albino vennero segnalati allagamenti dell'abitato.

Nel **1976** il Rio Brandena esondò con tragiche conseguenze per gli abitanti; oltre a questo dissesto altre situazioni di frana e esondazione si verificarono in tutto il territorio di Albino .

La descrizione dei fenomeni sopra indicati vuole solo evidenziare come sia facilmente ripetibile l'evento meteorico e come le conseguenze siano state spesso disastrose. Se si tiene conto della situazione attuale del territorio (intensa urbanizzazione, abbandono della montagna, mancanza di interventi di manutenzione ai principali corsi d'acqua per mancanza di fondi), ci si può rendere conto come la situazione, a fronte di un evento meteorico eccezionale, potrebbe ripresentarsi con estrema gravità.

Per entrare nel dettaglio della carta denominata "Rischio geologico o Pericolosità " si può notare come la stessa evidenzi aree a rischio geologico con diverse valenze e tipologie di rischio. Le classi di rischio individuate fanno riferimento alla medesima carta prodotta nel progetto di cartografia geoambientale per conto della Comunità Montana di Albino e pertanto ai contenuti del Capitolato regionale che sostiene il succitato lavoro. Le informazioni già note sono state successivamente riverificate mediante controlli puntuali in sito e calcoli idraulici per le aree esondabili; i calcoli e le valutazioni conseguenti meriterebbero tuttavia un maggior approfondimento che, come vedremo, non può essere oggetto del presente lavoro. Le **classi di rischio** individuate sono:

Aree Franose

Aree soggette a movimento lento del suolo

Aree con copertura detritica o terrigena in condizioni di equilibrio limite

Aree soggette a caduta massi con relativa fascia d'interferenza

Aree con presenza di erosioni a rivoli

Corsi d'acqua instabili in erosione laterale attiva o con intensi fenomeni erosivi di fondo

Aree potenzialmente allagabili e alluvionabili

Aree ad elevata vulnerabilità per le risorse idriche .

Aree franose

Le aree franose sono state riscontrate in località Valle Luio (Cascina Remondi, Bastoni ecc), in destra orografica della valle stessa. Coinvolgono una superficie abbastanza grande di territorio e si manifestano come colate di materiale regolitico derivante dall'alterazione delle rocce argilloscistose.

Aree soggette a movimento lento del suolo

Sono aree variamente diffuse sul territorio ma in special modo sempre in Valle Abbazia; si tratta di aree di limitata estensione che normalmente sono associate alla profondità della copertura eluviale, alla pendenza dei versanti ed alla presenza di acqua di circolazione sotterranea o di ruscellamento superficiale.

Aree con copertura terrigena o detritica in condizioni di equilibrio limite

Le suddette aree sono prevalentemente diffuse sulle fasce detritiche sia attive che colonizzate (versanti digradanti su Bondo Petello con esposizione Sud-Ovest, versanti sopra Desenzano e

Comenduno); sono anche indicate le situazioni in cui il potente spessore della coltre eluviale si associa ad una forte pendenza del versante (>25 gradi). Queste aree non sono in movimento ma presentano situazioni di rischio geologico potenziale, nel senso che interventi scorretti possono indurre l'innescò di processi irreversibili di degrado e fenomeni erosivi di una certa entità.

Aree soggette a caduta massi

L'area più significativa si colloca a ridosso della strada Provinciale per Clusone, tra la valle d'Isla e la valle Rovaro: si tratta di un versante costituito da formazioni calcaree stratificate e fratturate che possono in qualsiasi momento dar luogo a distacchi di masse rocciose. I blocchi di roccia, a causa della intima struttura della roccia, non sono mai di dimensioni gigantesche, ma possono ugualmente arrecare grave danno alle persone ed alle cose. Si può notare infatti come il tratto sopra citato sia in più parti interessato dalla presenza di reti paramassi a maglia elastica di buona fattura e qualità, si ritiene posizionate dalla Amm. Prov. di Bergamo per la protezione della sottostante Strada Provinciale n. 35 per Clusone. Altre situazioni analoghe si riscontrano in zona "Cappuccini" e sulle pendici orientali del M. Purito.

Aree con presenza di erosioni a rivoli

Si tratta di aree in cui il cattivo drenaggio superficiale provoca una serie di erosioni superficiali che si manifestano sotto forma di rivoli paralleli che innescano fenomeni erosivi .

Corsi d'acqua instabili in erosione laterale attiva con processi erosivi di fondo

Si tratta di vallecòle in erosione accelerata che possono dare luogo nei punti di sbocco a violenti fenomeni esondativi ed erosivi (vedi citazioni in premessa). Fra questi rientrano la Valle d'Isla, la valle Casalletti e la Valle Brendena, la valle Albina, oltre alla testata della valle Brusnì che gravita sulla Valle Rossa in Comune di Cene. Anche la parte alta della valle che gravita sull'abitato di Abbazia presenta tratti in erosione accelerata da tenere sotto controllo.

Aree potenzialmente allagabili e/o alluvionabili

Si tratta delle aree collocate in prossimità dei principali corsi d'acqua (F. Serio e Valle Luio) che presentano o che hanno presentato situazioni di criticità per gli effetti che possono subire a seguito di situazioni particolari, quali precipitazioni brevi ed intense che possono provocare ondate di piena rilevanti. Per la definizione delle suddette aree che possono apparire ad un primo esame troppo grandi, ci si è avvalsi anche di calcoli eseguiti su sezioni tipo, caratteristiche della situazione in atto; tali sezioni sono però state derivate solo dalla cartografia di base e scontano perciò, riteniamo in difetto, alcuni errori interpretativi a livello topografico.

Come vedremo più avanti, sarebbe auspicabile uno studio dettagliato a livello topografico e a livello idraulico per meglio definire la dimensione reale della situazione in atto. Pare comunque che analisi più puntuali non dovrebbero discostarsi più di tanto dalla situazione già evidenziata, che ha fatto riferimento anche agli studi prodotti dal Prof.Ing. Paoletti del Politecnico di Milano nelle indagini di supporto al Piano Territoriale Provinciale. Pare preoccupante evidenziare come nell'area individuata si riconosca la presenza di numerosi insediamenti industriali, artigianali e di civile abitazione.

Aree ad elevata vulnerabilità per le risorse idriche

Spicca fra queste l'area sita in prossimità delle sorgenti del Rio Re. Non si tratta di un vero e proprio rischio geologico inteso come pericolo per l'incolumità diretta delle persone, ma è chiaro che l'immissione nel suolo di sostanze pericolose o la compromissione delle falde idriche hanno lo stesso significato e la stessa valenza economica sociale.

Aree miste

Sono state anche indicate in carta una serie di situazioni in cui i fenomeni di rischio sopra indicati si presentano associati e si ha pertanto una situazione di criticità a doppio significato: compaiono infatti aree soggette a creeping associate ad aree con copertura detritica al limite della stabilità e aree soggette a caduta massi associate alla vulnerabilità della falda idrica ed al rischio potenziale dovuto alla presenza di coltri detritiche instabili.

12.0 - INDICAZIONI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

In considerazione dell'estensione del territorio comunale di Albino e della presenza di numerose aree che presentano nuove destinazioni d'uso o completamenti di situazioni preesistenti, la Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano (Tav. 6) è stata redatta alla scala 1 : 5.000.

La carta è stata desunta dalla valutazione analitica e incrociata degli elementi contenuti nelle carte precedentemente descritte, alle quali si aggiungono altre carte delle quali si dispone ma che non sono state inserite nel presente lavoro (carta clivometrica , carta dell'uso del suolo, carta delle rilevanze ecc.). L'esame dei suddetti fattori ha consentito di sviluppare un processo diagnostico che ha permesso di zonizzare l'intero territorio comunale e di formulare proposte operative sulla base delle classi di fattibilità geologica di appartenenza.

Pertanto, non essendo limitata la carta alle sole aree interessate dalle nuove azioni di piano, ma comprendendo essa stessa l'intero territorio comunale, si è voluto attivare e proporre una nuova politica di gestione del territorio che, pur all'interno di un modello di sviluppo consolidato, consenta di operare correttamente su di esso e di attivare tutti gli interventi necessari per il recupero di situazioni già compromesse.

La classificazione adottata fornisce inoltre utili indicazioni in ordine alla destinazione d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, ed infine alle opere necessarie per la riduzione ed il controllo del rischio geologico ed idrogeologico. Seguendo le indicazioni riportate nei criteri sono state individuate dal punto di vista delle condizioni e delle situazioni geologiche **quattro classi di fattibilità** che sono riconoscibili per numero e colore sulle Carte che costituiscono parte integrante del presente lavoro.

CLASSE I - FATTIBILITA' SENZA LIMITAZIONI

In questa classe ricadono le aree per le quali gli studi non hanno individuato specifiche controindicazioni di carattere geologico e urbanistico o alla modifica di destinazione d'uso delle parcelle. La classe I infatti comprende aree generalmente pianeggianti o subpianeggianti con buone caratteristiche geotecniche dei terreni e non interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico. La presenza della falda idrica è inoltre tale da non interferire con il suolo o con gli strati più superficiali del sottosuolo. Indicata con colore verde sulla cartografia, comprende buona parte del centro abitato di Albino ed alcune porzioni di territorio subpianeggiante situate in sponda sinistra orografica della valle Seriana. (loc. Vall'Alta e zona Italcementi).

CLASSE II - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

In questa area ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico tecnico o idrogeologico finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica. La classe II comprende infatti le aree maggiormente acclivi (con inclinazione superiore ai 20 gradi) con discrete caratteristiche geologico tecniche sia dei terreni superficiali che delle rocce. Possono essere presenti modesti fenomeni di dissesto, come piccole frane superficiali o crolli localizzati o fenomeni alluvionali di scarso rilievo. Nelle aree pianeggianti possono sussistere modesti problemi di carattere idrogeologico o geotecnico per le scarse caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione. Ricadono in questa categoria vaste porzioni di territorio, che nel caso specifico possono rappresentare circa l'ottanta per cento del territorio stesso. Le classi di fattibilità II sono indicate in cartografia con il colore arancione.

Interventi

Si ritiene che per tutte le aree II situate in ambiente montano collinare e sulle quali è prevista una modificazione della destinazione d'uso o la costruzione di nuovi insediamenti, **debbono essere prodotte indagini geologiche-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 allegati al presente lavoro. Indagini geotecniche puntuali, nel senso che devono essere direttamente riferite alla tipologia ed alla consistenza dell'intervento proposto, dovranno essere invece eseguite sulle aree pianeggianti.

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 da specifici approfondimenti geotecnici quali prove penetrometriche in sito, sondaggi diretti, analisi strutturali di ammassi rocciosi potenzialmente instabili ecc.

L'opportunità relativa alla esecuzione di indagini geotecniche è scaturita dalla conoscenza dei territori sui quali il sottoscritto, in 20 anni di attività, ha già avuto modo di procedere con specifiche indagini e studi di carattere geologico. In questo senso va data ampia riconoscenza all'Amministrazione Comunale di Albino e soprattutto all'Ufficio Tecnico di aver sempre manifestato una certa sensibilità rispetto al problema geologico.

CLASSE III - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI

La classe III comprende le zone in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per l'entità e la natura dei rischi individuati nell'area di studio o nell'immediato intorno. *L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi d'indagine* per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica o idraulica dell'area e di un suo immediato intorno .

Tale approfondimento tecnico dovrà essere attuato grazie all'*esecuzione di approfonditi studi geologici-geotecnici*, mediante campagne geognostiche o significative verifiche idrauliche che dovranno interessare non solo i principali corsi d'acqua, ma anche i corsi d'acqua minori che nel passato hanno manifestato significative forme di dissesto. Il risultato delle indagini condotte dovrebbe far scaturire l'entità massima dell'intervento, le opere da eseguirsi per una maggior salvaguardia geologica o l'attuazione di sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto osservazione l'evoluzione dei fenomeni in atto.

La classe III comprende aree acclivi potenzialmente o realmente soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico come frane di vario tipo e fenomeni alluvionali con trasporto in massa. Rispetto alla precedenti aree quelle rientranti nella terza classe di fattibilità presentano una maggiore diffusione ed estensione del dissesto e comportano, quasi sempre, la necessità di realizzare opere di difesa idrogeologica o idraulica. Non sempre queste opere dovranno essere collocate nell'area contrassegnata dalla classe di appartenenza, ma al contrario potranno collocarsi in aree esterne che, nella dinamica geomorfologica, comportano la manifestazione dell'evento più a valle.

Nelle aree pianeggianti o subpianeggianti rientrano in classe III le aree soggette a fenomeni esondativi o soggette a rischio di inquinamento e/o compromissione delle falde idriche. Riteniamo utile per queste ultime aree aprire un piccolo paragrafo chiarificatore. Molte aree pianeggianti situate in fregio al fiume Serio o alla valle del Luio rientrano in questa categoria , come già detto nella descrizione della carta del Rischio Geologico: le stesse non sono state tuttavia individuate sulla base della emotività conseguente ai recenti fenomeni esondativi del Piemonte, ma bensì sui ricorsi storici e sulle indicazioni scaturite oltre che dalle nostre approfondite conoscenze dell'area, anche dalle indagini di docenti Universitari (Prof.Ing. Paoletti) che hanno collaborato con il sottoscritto alla redazione del Piano Territoriale della Provincia di Bergamo.

Si ritiene comunque che soprattutto *l'area posta in fregio al F. Serio debba essere oggetto di una approfondita indagine idraulica ed idrogeologica per verificare e definire correttamente sia la potenziale area d'interferenza, sia gli interventi di difesa più idonei*. Ciò perchè, come si evince anche dalla cartografia di base che pure non è aggiornatissima, l'area è già fortemente interessata da numerosi insediamenti di vario tipo, e potrebbe essere coinvolta da fenomeni di una certa gravità, se non per le persone, come sempre si spera, sicuramente per le cose.

Per quanto attiene alle *aree soggette a vulnerabilità della falda idrica*, il riconoscimento delle stesse nella classe III 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 regionali e nazionali (L. 319/76, L.R. 62/85) che trattano le modalità di smaltimento al suolo dei reflui sia urbani che industriali.

CLASSE IV - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

L'alto rischio comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle particelle. *Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione*, se non per opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica necessarie per la messa in sicurezza dei siti. Eventuali opere pubbliche d'interesse dovranno essere valutate puntualmente. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte delle autorità comunali, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geomorfologica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio geologico.

La carta prodotta individua la classe IV solo all'interno dell'alveo attivo del F. Serio in cui sono anche presenti isole alluvionali che paiono destinate ad attività ricreative e sportive. Nulla in contrario rispetto allo svolgimento delle suddette attività, anche se non va mai dimenticato che il bacino del F. Serio è un bacino fortemente artificializzato con presenza di invasi per l'approvvigionamento idroelettrico che costituiscono, comunque, un importante fattore di rischio.

Ma *ciò che preoccupa maggiormente è la presenza di vegetazione in alveo*. E' noto infatti, ed i recenti eventi alluvionali lo hanno dimostrato, come la vegetazione presente in alveo possa venire violentemente estirpata dall'ondata di piena e convogliata verso valle dove troverebbe difficoltà di trasporto in prossimità delle arcate dei ponti, intasandoli e creando forti pressioni a ridosso del ponte stesso e ulteriori e dannosissime ondate di piena. Si tratterà in buona sostanza di fare una corretta valutazione sulla tipologia di vegetazione presente in alveo e procedere eventualmente alla rimozione delle essenze che possono più facilmente essere prese in carico da una potenziale ondata di piena.

Ranica, 12 Dicembre 1994

Dott. Geol. Sergio Ghilardi
Collaborazione: Dott. Geol. Fabio Plebani

BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV., "I caratteri originari", in "Storia Economica della Provincia di Bergamo", 1993
2. Bertolini M., Elitropi C., "Osservazioni metereologiche 1958-1987, Note di climatologia e ambiente", 1990
3. Bertuletti C., Carollo A., "Climatologia del bacino idrografico del T.Borlezza", 1973
4. Govi M., Mortara G., "I dissesti prodotti dal nubifragio del 10 luglio 1972 nella bassa Valle Seriana", Boll. Soc. Min. Subalp., 1981
5. Paoletti A., Peduzzi G.B., "Piano Territoriale Provinciale - Relazione Tecnica e Cartografia relative agli aspetti idrologici e idraulici della Provincia di Bergamo", 1994
5. Progetto Geoambientale, Cartografia geoambientale e Relazione sugli aspetti climatici, 1992
6. Regione Lombardia, "Norme Tecniche per la realizzazione della Cartografia Geoambientale alla scala 1:10000", 1992

A-3

**PRESCRIZIONI GEOLOGICHE
PER IL PIANO DELLE REGOLE**



GeoTer

File: /Albino/Comune/Aggiornamento PGT/relazione

COMUNE DI ALBINO

revisione e aggiornamento studio geologico

PRESCRIZIONI GEOLOGICHE PER IL PIANO DELLE REGOLE

L'intero territorio di Albino è stato oggetto di uno studio delle sue peculiari caratteristiche geologiche, ai sensi della L.r. 11 marzo 2005, n°12 e D.g.r. 28 maggio 2008. n.8/7374 recentemente aggiornata (D.g.r. 30 novembre 2011, n.IX/2616); tale studio (GEO TER, 2012) si compone di dieci tavole tematiche e di una relazione illustrativa, che documentano analiticamente la consistenza fisica del suolo e del sottosuolo, nonché gli aspetti evolutivi che li riguardano.

Ogni iniziativa di trasformazione e di uso del suolo a fini insediativi è subordinata al rispetto delle corrispondenti classificazioni contenute nella carte di fattibilità geologica allegate al presente Piano delle Regole: esse sono costituite da un foglio in scala 1:10.000 per l'intero territorio albinese (tavola n.9) e da otto fogli in scala 1:2.000 (tavole nn. 9a - 9h). Le stesse carte contengono anche la rappresentazione della zonazione di pericolosità sismica, ricavata dalle apposite tavole di analisi sismica (tavola n.7 e n.8); a tali distinzioni competono specifiche prescrizioni. Per le azioni di Piano è altresì necessario fare riferimento alla Carta dei Vincoli (tavola n.6), per quanto attiene al Reticolo Idrico Minore e Principale, alle aree di salvaguardia delle risorse idriche potabili (aree di tutela assoluta, di rispetto e di protezione di pozzi e sorgenti) e alle aree di varia pericolosità geologica catalogate dal P.A.I. (vedasi anche la tavola n.4 - "Carta geomorfologica con legenda uniformata P.A.I.").

In generale, ciascun ambito di territorio compreso nelle diverse classi di fattibilità, le quali evidenziano in misura diversa problematiche di tipo geologico, idrogeologico o sismico, dovrà essere oggetto di indagini di specifica tipologia a seconda dei casi e a vari gradi di approfondimento; conseguentemente dovranno essere prodotte, da parte di Tecnici abilitati, relazioni geologiche e/o geotecniche particolareggiate, che chiariscano ed esplicitino il tipo di problematica geologica o di pericolosità in essere, gli interventi di sistemazione e di messa in sicurezza atti a limitare o eliminare il rischio, oltre che le cautele di ordine progettuale da adottare in fase di attuazione degli interventi.

Oltre agli obblighi previsti dalla Normativa vigente in materia di costruzioni e di relative caratterizzazioni geotecniche, per le aree indicate nelle carte di fattibilità geologica di Piano con la **classe 2** - "*modeste limitazioni*" - è necessario corredare i progetti edilizi con una **relazione geologica** che, individuata la problematica del sito, indirizzi e motivi adeguatamente le scelte progettuali.

Nel caso di aree con "*consistenti limitazioni*", individuate nelle carte di fattibilità geologica di Piano con la **classe 3**, i corrispondenti progetti edilizi potranno essere assentiti solo in subordine alla **preventiva approvazione di un progetto esecutivo di consolidamento dei terreni e/o di stabilizzazione dei pendii e/o di difesa e messa in sicurezza e/o di bonifica dei luoghi**, secondo i casi, e che sarà posto all'esame del Comune separatamente da quello edilizio e preliminarmente allo stesso.

In dettaglio le indicazioni prescrittive per le attenzioni di carattere geologico, idrogeologico e sismico da adottare ai sensi della L.r. 11 marzo 2005, n°12 e della D.g.r. 28 maggio 2008. n.8/7374 recentemente aggiornata (D.g.r. 30 novembre 2011, n.IX/2616) sono le seguenti:

Prescrizioni di fattibilità geologica

FATTIBILITÀ GEOLOGICA SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI (classe 1)

Aree per le quali non sono state individuate particolari situazioni di pericolosità geologica: per tali ambiti le progettazioni e le relative costruzioni sono oggi normalmente sottoposte alle norme del D.M. 14 gennaio 2008.

FATTIBILITÀ GEOLOGICA CON MODESTE LIMITAZIONI (classe 2)

Per questi ambiti la situazione geologica ha una certa incidenza sulle scelte progettuali e sulle costruzioni ovvero essa presenta un quadro leggermente problematico, ma l'applicazione di opportuni accorgimenti e/o l'introduzione di qualche eventuale limitazione d'uso possono consentirne un utilizzo normalmente soddisfacente. Le fasi di progettazione per queste aree richiedono di essere appoggiate dall'effettuazione di accertamenti geologici di fattibilità finalizzati al singolo progetto edilizio, oltre che dalle normali verifiche geotecniche ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008:

- nelle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti, delimitate ai sensi del D.lgs. 11.05.1999, n.152, integrato dal D.lgs. 18.08.2000, n.258, art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693, All.1, cap.2, è necessaria l'adozione di misure atte alla salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi del D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693 e del D.P.R. 236/88 (e successive modifiche).

AREE DI FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (3)

Anche in questi ambiti i fattori di pericolosità possono essere mitigati e superati fino a ricondurre la situazione alla normalità, tuttavia la tipologia dei fenomeni richiede interventi di notevole consistenza, definiti mediante studi e progettazioni specifiche a livello di intero comparto. Sono dunque necessari accurati approfondimenti di indagine geologica e/o idraulica, con conseguente progettazione e realizzazione di lavori dedicati alla difesa, al consolidamento, alla bonifica o al riordino idraulico e idrogeologico, ove necessario anche per l'esistente, e con eventuale attivazione di adeguati sistemi di monitoraggio. Tale specifica progettazione e la messa in sicurezza delle aree devono necessariamente precedere e conformare la realizzazione degli interventi edili, ferma restando l'applicazione delle norme di carattere geotecnico contenute nel Testo Unitario per le Costruzioni D.M. 14.01.2008:

- nelle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti, delimitate ai sensi del D.lgs. 11.05.1999, n.152, integrato dal D.lgs. 18.08.2000, n.258, art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693, All.1, cap. 2, è necessaria l'adozione di misure atte alla salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi del D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693 e del D.P.R. 236/88 (e successive modifiche);



- per le aree con forte acclività del terreno devono essere considerate soluzioni progettuali adatte a ridurre l'incidenza degli scavi e/o realizzare opportuni e preventivi lavori di consolidamento dei terreni e/o dell'ammasso roccioso, ai sensi del D.M. 14.01.2008;
- per le aree di bassa soggiacenza della falda idrica o soggette a ristagni d'acqua è necessario eseguire approfondimenti di studio di carattere idrogeologico, al fine di progettare e realizzare un adeguato sistema di drenaggio, e di tipo geotecnico per la sicura progettazione delle strutture di fondazione, poiché è possibile che debbano essere adottate fondazioni speciali e accorgimenti progettuali per contrastare gli effetti di eventuali cedimenti;
- per le aree con emergenze idriche diffuse e/o già interessate da sistemi di drenaggio, è necessario eseguire approfondimenti di studio di carattere idrogeologico, onde verificare il corretto dimensionamento e lo stato di manutenzione delle strutture idrauliche esistenti;
- per l'utilizzo di aree che presentano lieve instabilità dei pendii (smottamenti, decorticamenti, soliflusso, terrazzette da pascolo) e/o fenomeni di erosione superficiale dovranno attuarsi preventivi lavori di consolidamento e di contrasto all'erosione, anche ricorrendo a tecniche di ingegneria naturalistica;
- per l'utilizzo dell'area in fregio al Serio nella quale sono sepolti rifiuti solidi urbani, ogni intervento sarà subordinato agli esiti di specifici studi di fattibilità e alla preventiva bonifica,
- nelle aree soggette a Normativa P.A.I. per forme di trasporto in massa (colate di detriti) su aree di conoide classificate "**Cp**" - *conoide parzialmente protetta* - di cui all'art.9 comma 8 delle N.d.A., così come in quelle soggette a Normativa P.A.I. classificate "**Eb**" a causa di *elevata pericolosità di esondazione*, di cui all'art.9 comma 6 delle N.d.A., a meno che non si attuino, a fronte di specifici studi, preventivi interventi che risolvano in modo sostanziale e permanente le condizioni di pericolosità geologica e/o di rischio e le conseguenti perimetrazioni P.A.I., è esclusa ogni nuova edificazione insediativa residenziale, produttiva, commerciale e di servizi; per gli edifici esistenti sono ammessi interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauri conservativi, adeguamenti igienici, recupero del patrimonio edilizio esistente anche con demolizione e ricostruzione (cfr. L.r. 12/05 art.27, comma 1, lettere a), b), c), d). Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla Normativa antisismica. Sono escluse da queste limitazioni le reti tecnologiche ed infrastrutturali e i volumi tecnici (si vedano in proposito le N.d.A. del P.A.I. art.9 commi 5, 6, 7 e 8).

AREE DI FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (4)

Per tutte le aree comprese in classe 4 di fattibilità geologica è da escludere nuova edificazione, ad eccezione di opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica e alla messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente lavori di demolizione senza ricostruzione oppure interventi per recupero del patrimonio edilizio esistente limitati a manutenzioni ordinarie e straordinarie, restauri conservativi e adeguamenti igienici, come definiti dall'articolo 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.r. 12/05 senza

incremento di superficie o volume e del carico insediativo. Sono consentite le opere necessarie per l'adeguamento di tali edifici alla Normativa antisismica.

Nelle situazioni più gravi di pericolo è necessario prevedere il trasferimento dei nuclei abitativi o, se questo non fosse possibile, dovrà essere predisposto un idoneo piano di Protezione Civile, con l'attivazione di adeguati sistemi di monitoraggio che permettano di controllare l'evoluzione del fenomeno e di gestire l'allarme.

Fanno eccezione le aree di *franosità quiescente* ("Fq"), così classificate nella "Carta del dissesto con legenda uniformata P.A.I.": su di esse possono essere autorizzate trasformazioni, totali o parziali, previa verifiche di compatibilità e studi approfondimento idrogeologico e geotecnico, sulla base dei quali attuare interventi atti a contrastare e/o prevenire sicuramente il dissesto.

Nelle zone in classe 4 di fattibilità è consentita la realizzazione di reti tecnologiche e di eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, qualora non altrimenti localizzabili; tali opere dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione sia della tipologia del fenomeno in atto sia del grado di rischio connesso. È altresì consentita la realizzazione di lavori di bonifica, consolidamento e messa in sicurezza dei siti.

Prescrizioni di prevenzione sismica

Il territorio di Albino è classificato in "ZONA 3" di sismicità, pertanto **le prescrizioni tecniche antisismiche sono da applicare a tutti gli edifici**. Tali prescrizioni valgono per ogni classe di fattibilità geologica di Piano, come sopra definite, e sono suddivise in funzione del livello di approfondimento raggiunto durante la redazione del presente studio geologico a supporto del P.G.T:

- a) Per gli edifici già costruiti o da realizzare nelle aree già urbanizzate o in quelle di possibile espansione, lo studio di approfondimento sismico di secondo livello (D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374) dimostra che nelle zone di amplificazione sismica **Z3** (amplificazioni topografiche), **Z4 a, b, d** (amplificazioni litologiche e geometriche), per qualsiasi tipo di terreno è sufficiente applicare lo spettro di risposta indicato dalla normativa per la "categoria di sottosuolo E" con gli specifici coefficienti di amplificazione topografica in funzione dell'ubicazione dell'edificio (D.M. 14 gennaio 2008); infatti i fattori di amplificazione calcolati (F_A) qui sono inferiori ai valori di soglia (F_S) forniti da Regione Lombardia per il territorio albinese.
- b) Per gli edifici costruiti e/o da costruire sulla piana alluvionale del Serio e sui pianori terrazzati che si trovano soprattutto sulla sponda destra del Serio, occorre che nelle relazioni tecniche che accompagnano i progetti si valutino anche la frequenza di risonanza dei terreni, poiché essi presentano una significativa amplificazione delle frequenze che sono tipiche di edifici di due o tre piani, che sono piuttosto frequenti sul territorio albinese.

- c) Per le costruzioni **al di fuori delle aree urbanizzate o di prevista espansione** (fasce collinari, edifici isolati), ad esclusione delle zone Z1 e Z5 (versante instabile, passaggi litologici), nei calcoli tecnici deve essere seguita la **normativa nazionale** (D.M. 14 gennaio 2008) e, ove previsto, devono svolgersi specifiche indagini geofisiche in sito per la determinazione della velocità Vs.
- d) Per la costruzione di edifici in zone **Z1** (instabilità dei versanti), le quali sono indicate con apposita retinatura nella Carta di Fattibilità Geologica di Piano, deve essere applicato direttamente l'approfondimento di indagine sismica di **terzo livello** previsto dai *Criteria* regionali (D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374).
- e) **È vietato costruire edifici nelle zone Z5** (contatto stratigrafico tra litotipi con differenti caratteri fisico-meccanici), a meno che non si operi in modo tale da ottenere un terreno di fondazione omogeneo; gli ambiti Z5 sono indicati con elementi lineari nella Carta di Fattibilità Geologica di Piano,

Prescrizioni relative alla Carta dei Vincoli

Prescrizioni riferite alla Normativa P.A.I.

Per l'attuazione di interventi edilizi nelle aree perimetrate nella "Carta del dissesto con Legenda Uniformata P.A.I." e nella "Carta dei Vincoli":

- "**Fa**" = area di frana attiva
- "**Fq**" = area di frana quiescente

- "**Ee**" = area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità molto elevata
- "**Eb**" = area di esondazione e di dissesto torrentizio con pericolosità elevata
- "**Em**" = area di esondazione e dissesto torrentizio con pericolosità media o moderata

- "**Ca**" = area di conoide attiva non protetta
- "**Cp**" = area di conoide attiva parzialmente protetta
- "**Cn**" = area di conoide attiva non recentemente attivatasi o completamente protetta

debbono essere osservate sia le prescrizioni di fattibilità geologica su esposte sia quanto disposto dall'art. 9 delle N.d.A. del P.A.I. (Delibera 18/2001 del Comitato Istituzionale dell'autorità di Bacino del fiume Po del 26 aprile 2001, approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 maggio 2001).

Le N.d.A. del P.A.I. normano non solo gli interventi edilizi, ma anche opere di bonifica, regimazioni delle acque superficiali, infrastrutture lineari e a rete, impianti di trattamento delle acque reflue, impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti.

Prescrizioni riferite alle norme di tutela delle acque destinate al consumo umano.

Come previsto dalla Normativa di riferimento (D.lgs. 11.05.1999, n.152, integrato dal D.lgs. 18.08.2000, n.258, art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla D.G.R. 10.04.1996, n. 6/15137 e alla D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693, All.1, cap. 2 e all'art. 94 del d.lgs. 152/2006 e successive modifiche e integrazioni), si disciplinano: ZONA DI TUTELA ASSOLUTA, ZONA DI RISPETTO e ZONA DI PROTEZIONE.

- La ZONA DI TUTELA ASSOLUTA rappresenta l'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni. In caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere un'estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione; deve essere adeguatamente protetta (con apposita recinzione o, quando possibile, utilizzando le caratteristiche morfologiche dei luoghi che siano idonee ad impedire l'accesso a persone ed animali) e deve essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio. Entro tale area si deve prevedere l'allontanamento delle acque meteoriche e di scorrimento superficiali, onde evitarne la miscelazione con le acque di cui si prevede la captazione.

- Nella ZONA DI RISPETTO dei pozzi e delle sorgenti, delimitate ai sensi del D.lgs. 11.05.1999, n.152, integrato dal D.lgs. 18.08.2000, n.258, art. 21 commi 1, 3, 4 e 7 e con riferimento alla D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693, All.1, cap. 2, è necessaria l'adozione di misure atte alla salvaguardia delle acque sotterranee ai sensi del D.G.R. 10.04.2003, n. 7/12693 e del D.P.R. 236/88 (e successive modifiche). In particolare, per tali ambiti sono elencati i centri di pericolo e sono vietate alcune attività:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue anche se depurate;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti e pesticidi salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione e dalla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k) pozzi perdenti;
- l) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Nella stessa zona di rispetto sono invece disciplinate le seguenti strutture e attività:

- a) fognature
- b) edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione
- c) opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio
- d) pratiche agronomiche.

Per ulteriori dettagli si veda la specifica normativa.

La ZONA DI PROTEZIONE, quando definita, racchiude la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto e rappresenta la più ampia area necessaria per la salvaguardia della consistenza e la tutela della qualità delle acque captate, fino a comprendere l'intero bacino idrogeologico che alimenta la scaturigine o il pozzo. In quest'area si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, con limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici, da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

Prescrizioni riferite al governo del Reticolo Idrico Minore e di quello Principale.

La Normativa di riferimento è quella esposta nelle “*Norme di Piano*” (GEA, 2004, con approvazione definitiva S.TER. di Bergamo, prot. AE02.2010.0001982 del 06.08.2010) che ora sono state aggiornate alla D.G.R 22 dicembre 2011, n.IX/2762 (GeoTer, 2012, in corso di approvazione).