

COMUNE DI ARDENNO

COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.

INDICE GENERALE
STUDIO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO
CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE
ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Marzo 2009

Geol. Peppino Volpatti

STUDIO **Volpatti associati**

23017 MORBEGNO (SO) – PIAZZA III NOVEMBRE, 19 - tel 0342613126 - fax 0342610190

INDICE GENERALE

Relazione

STUDIO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO	2
CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE	4
1 - Carta della fattibilità geologica e classi di fattibilità	4
Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni	5
Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni	5
Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni	6
Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni	9
2 - Fasce di rispetto dei corsi d'acqua	11
Corsi d'acqua del reticolo idrico minore e del reticolo idrico principale	11
Fasce fluviali dell'Adda	13
3 - Indicazioni dello studio del rischio sismico	14
4 - Norme geologiche per il P.G.T.	15
Classe 1	15
Classe 2	15
Classe 3	16
Classe 4	19
Fasce di rispetto dei corsi d'acqua	22
Fasce fluviali dell'Adda	22
ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	24
1 - Premessa	24
2 - Documentazione utilizzata	24
3 - Carta della pericolosità sismica locale	25
4 - Analisi del rischio sismico del 2° livello, per gli edifici strategici e rilevanti	27
Generalità	27
Effetti morfologici	29
Effetti litologici nelle zone Z4a e Z4b	29
Effetti litologici nelle zone Z4c	34
5 - Conclusioni e indicazioni per le norme geologiche	34
Rapporto dell'indagine geofisica	38

Allegati

CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA, PARTE PEDEMONTANA E FONDOVALLE O-VEST, SCALA 1:2.000
CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA, PARTE PEDEMONTANA E FONDOVALLE EST, SCALA 1:2.000
CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA, FRAZIONI MONTANE, SCALA 1:2.000
CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA, SCALA 1:10.000
CARTA DEI VINCOLI, SCALA 1:5.000
CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE, SCALA 1:5.000

COMUNE DI ARDENNO

COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.

STUDIO GEOLOGICO IDROGEOLOGICO E SISMICO

Lo Studio geologico del territorio comunale è stato eseguito secondo i Criteri della Regione Lombardia d.g.r. 6.8.1998 n. 6/37918, con le indicazioni della lettera dell'Ufficio Interventi Straordinari per la Valtellina e l'Oltrepò Pavese, Regione Lombardia (prot. 5393 del 16.9.1998), che ha consentito una semplificazione degli elaborati da produrre, limitandoli alla Carta di sintesi ed alla Carta di fattibilità geologica. Consegnato in data luglio 2000, è stato aggiornato nel novembre 2001, e poi parzialmente modificato e completato nella versione definitiva del giugno 2002 (parere Regione Lombardia D. G. Territorio e Urbanistica 4 apr 2002 prot. Z1.2002.15524; risposta Comune di Ardenno 21 gen 2003 prot. 299; lettera Regione Lombardia D. G. Territorio e Urbanistica 6 feb 2003 prot. Z1.2003.06637).

Lo Studio geologico è stato aggiornato nel novembre 2006, secondo i Criteri della Regione Lombardia d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566, con recepimento dello Studio del reticolo idrico minore (approvato STER Sondrio prot. 2580 16 nov 2006), e con le indicazioni derivanti dallo studio Analisi sismica, eseguito nell'ottobre 2006, composto da:

- Relazione, giugno 2002, aggiornamento novembre 2006;
- Carta della fattibilità geologica, scala 1:2.000, relativa alle aree di interesse urbanistico principale, e scala 1:10.000, relativa alla restante parte del territorio comunale, novembre 2001, con recepimento dello Studio del reticolo idrico minore, novembre 2006;
- Note illustrative della Carta di fattibilità e norme geologiche, novembre 2006.
- Carta di sintesi, scala 1:5.000, relativa all'intero territorio comunale, novembre 2001;
- Carta dei dissesti con legenda uniformata PAI, scala 1:10.000, relativa all'intero territorio comunale, giugno 2002.

L'attuale Componente geologica idrogeologica e sismica del P.G.T., eseguita a seguito delle richieste nel parere della Regione Lombardia, d.g.r. 8/8660 del 12.12.2008 prot. Z1.2008.0024655 del 22.12.2008, e conforme ai Criteri della Regione Lombardia, d.g.r. 28.5 2008 n. 8/7374, ha comportato l'aggiornamento della Analisi del rischio sismico (rapporto geofisico, relazione e carta PSL), la redazione della Carta dei vincoli scala 1:5000, l'aggiornamento, con modifiche, della Carta della fattibilità geologica, con le relative note illustrative e delle norme geologiche per il PGT.

I nuovi elaborati sono:

- Relazione con:
 - note illustrative della Carta della fattibilità geologica
 - norme geologiche per i P.G.T.
 - analisi del rischio sismico

- Carta della fattibilità geologica, scala 1:2.000:
 - parte pedemontana e fondovalle ovest
 - parte pedemontana e fondovalle est
 - frazioni montane

- Carta della fattibilità geologica, scala 1:10.000

- Carta dei vincoli, scala 1:5.000

- Carta della pericolosità sismica locale, scala 1:5.000

COMUNE DI ARDENNO

COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.

CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE

1 - Carta della fattibilità geologica e classi di fattibilità	4
Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni	5
Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni	5
Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni	6
Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni	9
2 - Fasce di rispetto dei corsi d'acqua	11
Corsi d'acqua del reticolo idrico minore e del reticolo idrico principale	11
Fasce fluviali dell'Adda	13
3 - Indicazioni dello studio del rischio sismico	14
4 - Norme geologiche per il P.G.T.	15
Classe 1	15
Classe 2	15
Classe 3	16
Classe 4	19
Fasce di rispetto dei corsi d'acqua	22
Fasce fluviali dell'Adda	22

1 - CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA E CLASSI DI FATTIBILITÀ

La Carta della fattibilità geologica del Comune di Ardenno, giugno 2002, è stata aggiornata, novembre 2006, con recepimento dello studio del reticolo idrico minore e dello studio del rischio sismico.

A seguito del parere espresso dalla Regione Lombardia (dicembre 2008), la Carta è stata modificata e aggiornata con la revisione dello studio del rischio sismico.

I nuovi elaborati sono:

- Carta della fattibilità geologica, scala 1:2.000, relativa alle parti di interesse urbanistico nel territorio comunale (zone di Ardenno, Masino, Pilasco, fino a quota circa 500 m, e zone comprese entro la delimitazione del centro abitato delle frazioni Biolo, Ere, Gaggio, Piazzalunga, Pioda, San Giuseppe, Scheneno), divisa nelle tavole:
 - Parte pedemontana e fondovalle - ovest
 - Parte pedemontana e fondovalle - est
 - Frazioni montane
 con base topografica la carta aerofotogrammetrica del Comune.
- Carta della fattibilità geologica scala 1:10.000, relativa alla restante parte del territorio comunale, con base topografica la C.T.R.

La Carta della fattibilità geologica indica la zonazione in base alle diverse classi di fattibilità, stabilita come indicato dai Criteri della Regione Lombardia (d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374), con le relative norme.

Nelle norme si fa riferimento anche alla Carta dei vincoli, redatta secondo i citati Criteri della Regione Lombardia.

La classificazione (classi di fattibilità geologica) tiene conto delle condizioni attuali del territorio: nelle zone interessate da torrenti incanalati e arginati le condizioni di sicurezza da esondazioni dipendono dal mantenimento dell'efficienza degli alvei. Si devono, pertanto, attuare tempestive operazioni di pulizia ed asporto dei materiali sedimentati, oltre che sorveglianza delle zone critiche nei bacini montani e manutenzione delle opere di regimazione esistenti. In particolare, data la possibilità di ripetersi degli eventi alluvionali del 1998, 2000 e 2002, le vasche di deposito realizzate allo sbocco delle valli devono essere sempre mantenute vuote.

La carta della fattibilità geologica è funzionale alla pianificazione territoriale: le indagini geologiche necessarie per la costruzione di edifici e opere sono oggetto della normativa nazionale del *Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni*.

E' necessario che le situazioni di potenziale pericolo individuate siano rese note agli abitanti.

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni

Zone in pianura o blando pendio, con terreni generalmente con buone caratteristiche geotecniche.

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni

Classe 2.a - Zone su pendio con inclinazione fino a 20°

Il limite di inclinazione inferiore è intorno a 10°.

L'edificazione deve essere subordinata alla verifica delle condizioni locali di stabilità, nonché alla realizzazione degli interventi di sistemazione e di difesa eventualmente ritenuti necessari.

Classe 2.b - Zone sulla conoide del t. Masino depresse rispetto all'alveo del torrente

La situazione comporta la possibilità di allagamento di vani sotterranei, per stagionale risalita della falda freatica.

Classe 2.c - Zone con terreni con caratteristiche geotecniche sfavorevoli

Nella pianura del fondovalle valtellinese esterna ai margini delle conoidi di deiezione del t. Masino, dei torrenti di Ardenno e del t. Gaggio, e nella depressione compresa fra le conoidi di Ardenno e del t. Gaggio, possono localmente essere presenti terreni con caratteristiche geotecniche scadenti e la falda freatica si trova a piccola profondità, con possibilità di risalita stagionale fino al piano di campagna.

La situazione comporta difficoltà di fondazione per gli edifici e possibilità di allagamento di vani sotterranei.

Le zone nella pianura del fondovalle valtellinese sono comprese nella classe 3.g.

Classe 2.d - Zone sulla conoide di Ardenno limitrofe alle zone interessate dagli eventi alluvionali del giugno-luglio 1998

Si deve prudenzialmente considerare la possibilità di allagamento di vani sotterranei e al piano terra, per eventi alluvionali straordinari.

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni**Classe 3.a - Zone su pendio con inclinazione maggiore di 20°, compresi pendii terrazzati con locali situazioni di instabilità**

L'edificazione deve essere subordinata alla verifica delle condizioni locali di stabilità con esame del pendio circostante, nonché alla realizzazione degli interventi di sistemazione e di difesa eventualmente ritenuti necessari.

Classe 3.b - Zone al piede di pendii con possibili locali situazioni di instabilità

E' così classificata la fascia di circa 50 m di larghezza al piede dei versanti nei quali si ritiene possibile la presenza o l'instaurarsi di locali situazioni di instabilità.

E' sconsigliabile l'espansione degli insediamenti, soprattutto verso monte.

L'edificazione deve essere subordinata alla verifica delle condizioni locali di sicurezza, con esame del pendio soprastante, nonché alla realizzazione degli interventi di sistemazione e di difesa eventualmente ritenuti necessari.

Possono essere presenti zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli. Per queste zone vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 3.c - Zone sulle conoidi di deiezione dei torrenti, potenzialmente soggette ad esondazione ed alluvionamento per eventi di piena straordinari

Si tratta di zone limitrofe agli alvei dei corsi d'acqua, sui conoidi di deiezione dei torrenti del versante retico a monte di Ardenno, e del torrente Gaggio, che devono essere considerate potenzialmente soggette ad esondazione ed alluvionamento in caso di eventi straordinari.

E' sconsigliabile ogni nuova edificazione, in ogni caso subordinata alla verifica delle condizioni di sicurezza, definibili in base alle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dei bacini ed alle condizioni degli alvei dei corsi d'acqua, nonché alla realizzazione degli interventi di difesa eventualmente ritenuti necessari.

E' classificata nello stesso modo la zona compresa nelle fasce laterali all'alveo arginato e nella parte distale del conoide di deiezione del torrente Masino indicata come "*quiescente pericolosa*" nella cartografia dello "*Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia (2002)*".

E' sconsigliabile ogni nuova edificazione, in ogni caso subordinata alla verifica delle condizioni di sicurezza, dipendenti dalle condizioni di manutenzione dell'alveo arginato del torrente Masino, nonché alla realizzazione degli interventi di difesa eventualmente ritenuti necessari.

Possono essere presenti zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli. Per queste zone vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 3.c' - Zone sulla conoide di Ardenno, alluvionate nel giugno-luglio 1998, a valle delle vasche di deposito di alluvioni realizzate dopo gli eventi alluvionali, classificate in ZONA 2 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, PS 267 PAI

Si tratta delle zone interessate da alluvionamento durante gli eventi alluvionali del giugno-luglio 1998, con deposito di sedimenti di spessore di circa 10 cm, situate a valle delle vasche di deposito di alluvioni e delle opere di difesa realizzate dopo l'evento alluvionale.

Si ritiene possibile il ripetersi di eventi alluvionali simili, in occasione di piene eccezionali.

Vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 49 e 50.

A seguito del completamento degli interventi di sistemazione è stata proposta (Comune) una revisione della classificazione di queste zone.

Classe 3.d - Zone a monte dell'abitato potenzialmente soggette a pericolo di valanga

Nel versante a monte dell'abitato di Ardenno, a seguito dell'incendio del bosco del marzo 1998, si sono create le condizioni per la formazione di valanghe: queste, oltre a poter interessare localmente l'intera zona disboscata, potrebbero arrivare ad interessare la zona sottostante lo sbocco della valle Venduno.

Le zone abitate potenzialmente soggette a pericolo di valanga potranno essere oggetto di limitazioni di utilizzo, definite da un piano di protezione civile (rif. Comunità Montana Valtellina di Morbegno: *Studio della pericolosità da valanghe dell'abitato di Ardenno, 2000*).

La situazione diviene di minor pericolo con il procedere del rimboschimento.

Classe 3.e - Zone in località Ponte del Baffo sottoposte a pericolo di caduta di massi, classificate in ZONA 2 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, PS 267 PAI

Vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 49 e 50.

Per gli interventi consentiti si devono accertare le condizioni locali di sicurezza ed eventualmente realizzare opere di difesa.

Per la zona vicina al torrente Masino si dovranno verificare le condizioni di sicurezza anche con riferimento a possibili esondazioni ed erosioni di sponda

Classe 3.f - Zone di rispetto delle sorgenti degli acquedotti comunali

Individuate con criterio geometrico ex d.g.r. 6/15137 del 27 giugno 1996, costituite da una porzione di cerchio di raggio di 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.

Vigono le prescrizioni e le limitazioni di uso del suolo di cui all'art. 21, *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*, del d.lgs. 152/1999 (mod. art. 5 d.lgs. 258/2000): l'attuazione degli interventi o delle attività elencate al comma 6 (tra le quali attività agricole e pastorali, edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, e, in genere, infrastrutture di servizio) è subordinata all'accertamento della compatibilità con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee.

Classe 3.g - Zona sul fondovalle valtellinese allagata dall'esondazione dell'Adda nel 1987 corrisponde alla fascia B e B di progetto PAI, dell'Adda

Nella piana di fondovalle a est del t. Masino il limite indicato corrisponde alla quota massima raggiunta dall'allagamento durante l'esondazione dell'Adda del luglio 1987, fissata dal Comune a 267,5 m s.l.m.

Fino alla realizzazione della "via di fuga", si ritiene che il fatto possa ripetersi.

Il limite è già presente nelle carte del P.R.G. precedente, come limite dello "Ambito Geo", indicato dalla Regione, con norme speciali, ora superate dalle norme PAI.

Il limite corrisponde al limite della Fascia C dell'Adda (PAI), ma siccome il limite fra la fascia B e la fascia C, nella zona a monte del corso dell'Adda Vecchia è un limite "di progetto", vigono le norme della fascia B di progetto: N.d.A. del PAI art. 51 e della fascia B: artt. 28, 29, 30, 31, 32,

39, 40, 41, in particolare, in merito alla prescrizione di sopraelevare il piano abitabile degli edifici, la quota di riferimento è 267,5 m s.l.m.

Non è chiaro quale sia il progetto di riferimento; la situazione potrà essere riconsiderata dopo il collaudo della "via di fuga", attualmente (fine 2008) in corso di costruzione.

Nella pianura del fondovalle valtellinese esterna ai margini delle conoidi di deiezione del t. Masino, dei torrenti di Ardenno e del t. Gaggio, possono localmente essere presenti terreni con caratteristiche geotecniche scadenti e la falda freatica si trova a piccola profondità, con possibilità di risalita stagionale fino al piano di campagna. La situazione comporta difficoltà di fondazione per gli edifici e possibilità di allagamento di vani sotterranei.

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni

Classe 4.a - Zone sulla conoide di Ardenno, alluvionate nel giugno-luglio 1998, a monte delle vasche di deposito di alluvioni realizzate dopo gli eventi alluvionali, classificate in ZONA 1 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, PS 267 PAI. Zone in località Magiasca e Bagnera alluvionate nel novembre 2000

Si tratta delle zone alluvionate durante gli eventi del giugno-luglio 1998 e del novembre 2000. Queste zone devono essere considerate potenzialmente soggette ad esondazione ed alluvionamento per eventi di piena straordinari.

Non si devono prevedere nuove edificazioni.

Queste zone sono anche classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), si veda la carta dei Vincoli.

Per le aree in ZONA 1 PS 267 PAI vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 49, 50.

Per le aree Ca PAI vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 4.a' - Zone sulla conoide di Ardenno, alluvionate nel giugno-luglio 1998, a valle delle vasche di deposito di alluvioni realizzate dopo gli eventi alluvionali, classificate in ZONA 1 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, PS 267 PAI

Si tratta delle zone interessate da alluvionamento durante gli eventi alluvionali del giugno-luglio 1998, con deposito di sedimenti di spessore maggiore di 10 cm, situate a valle delle vasche di deposito di alluvioni e delle opere di difesa realizzate dopo l'evento alluvionale.

Si ritiene possibile il ripetersi di eventi alluvionali simili, sia pure in occasione di piene eccezionali.

Queste zone potrebbero essere in classe 3, ma per effetto della perimetrazione ex l. 267/98 devono essere in classe 4. A seguito del completamento degli interventi di sistemazione è stata proposta (Comune) una revisione della classificazione di queste zone.

Queste zone sono anche classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), si veda la carta dei Vincoli.

Per le aree in ZONA 1 PS 267 PAI vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 49, 50.

Per le aree Ca PAI vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 4.b - Zone sulla conoide del torrente Gaggio limitrofe all'alveo

Queste zone devono essere considerate potenzialmente soggette ad esondazione ed alluvionamento per eventi di piena straordinari.

Non si devono prevedere nuove edificazioni.

Queste zone sono anche classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), si veda la carta dei Vincoli, per le quali vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 4.c - Zone su pendii con inclinazione maggiore di 40° e con diffuse situazioni di instabilità

Per le zone di montagna la Carta di fattibilità geologica è in scala 1:10.000 ed ha valore indicativo: nell'ambito delle zone in classe 4.c non si può escludere la presenza di aree di limitata estensione non interessate da dissesti; inoltre non si può escludere la possibilità di realizzazione di infrastrutture (strade, ecc.).

La realizzazione di opere deve essere subordinata alla verifica delle condizioni locali di stabilità e di sicurezza da dissesti, nonché alla realizzazione degli interventi di sistemazione e di difesa eventualmente ritenuti necessari.

Sono comprese le zone classificate Area di frana quiescente (Fq - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli, per le quali vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 4.d - Zone in località Ponte del Baffo sottoposte a grave pericolo di caduta di massi, classificate in ZONA 1 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, PS 267 PAI

La situazione di pericolo è nota da tempo: gli edifici presenti al piede del pendio (es. vecchia Osteria del Ponte del Baffo) sono stati sgomberati e non sono abitabili.

Vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 49 e 50.

Classe 4.e - Zone di tutela assoluta delle sorgenti degli acquedotti comunali

Sono indicati cerchi di raggio di 10 m attorno alle sorgenti.

Ex art. 21, *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*, del d.lgs. 152/1999 (mod. art. 5 d.lgs. 258/2000), le zone di tutela assoluta, aventi un'estensione di almeno 10 metri di raggio, devono essere adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio.

2 - FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA

Corsi d'acqua del reticolo idrico minore e del reticolo idrico principale

Nella Carta della fattibilità geologica sono riportate le fasce di rispetto ai lati dei corsi d'acqua come risulta dallo Studio del reticolo idrico minore del Comune di Ardenno eseguito secondo i Criteri regionali (d.g.r. 1 agosto 2003, n. 7/13950).

Fasce di rispetto ai lati dei corsi d'acqua del reticolo idrico minore

Le fasce di rispetto sono di larghezza di 5 m per i tratti di corsi d'acqua sotto elencati:

Tratti di corsi d'acqua con fasce di rispetto di 5 m		
SO/AD/001	Torrente di Piantoledo	dallo sbocco nel canale ENEL, q. 272 m, al dissabbiatore di q. 280 m (tratto tombinato)
SO/AD/002	Torrente Valfontana (o Vendul)	dallo sbocco nel fosso di Ardenno, q. 265,5 m, al dissabbiatore di q. 273 m (tratto tombinato e incanalato)
SO/AD/005	Torrente Magiasca	Dallo sbocco nel torrente Olgello, q. 320 m, alla vasca di deposito di q. 340 m (tratto tombinato)
SO/AD/020	Torrente di Bagnera	Dallo sbocco nel t. Gaggio, q. 315 m, alla vasca di deposito di q. 350 m (tratto tombinato e incanalato)
SO/AD/051	Canale ex centrale ferrovia	L'intero corso
SO/AD/057	Fosso Guicciarda	L'intero corso
SO/AD/058	Fosso della Sirta	L'intero corso
SO/AD/059	Fosso nn	L'intero corso
SO/AD/060	Fosso del Piano	L'intero corso
SO/AD/061	Fosso dell'Isola	A monte dello sbocco del t. Venduno, q. 263 m
SO/AD/062	Fosso dell'Isoletto	L'intero corso
SO/AD/063	Fosso Case Rossi	L'intero corso
SO/AD/064	Fosso di Roncaiola	L'intero corso
SO/AD/065	Fosso dei Palumi	L'intero corso
SO/AD/066	Fosso di Bagnera	L'intero corso

Le fasce di rispetto sono indicate di larghezza di 5 m, ma temporaneamente sono di 10 m, con limite di 10 m indicato a lato, per i tratti di corsi d'acqua sotto elencati:

Tratti di corsi d'acqua con fasce di rispetto temporanea (*) di 10 m		
SO/AD/004	Torrente Olgello (**)	dallo sbocco nel canale Fosso di Ardenno, q. 265,5 m, alla vasca di deposito di Magiasca, q. 335 m, (tratto tombinato e incanalato)
SO/AD/007	Torrente Venduno	Dallo sbocco nel Fosso dell'Isola, q. 263 m, alla vasca di deposito località Pèsc, q. 430 m (tratto incanalato)
SO/AD/008	Torrente Valena	Dallo sbocco nel torrente Venduno, q. 355 m, alla briglia di q. 440 m (tratto incanalato)
SO/AD/054	Fosso di Ardenno	Sulla sponda destra l'intero corso; sulla sponda sinistra il tratto a valle della strada statale 38
SO/AD/061	Fosso dell'Isola	A valle dello sbocco del t. Venduno, q. 263 m
<p>(*) dal parere STER Sondrio prat. 2580, 16 nov 2006: <i>“eventuali deroghe ai 10 metri, potranno essere prese in considerazione solo ad avvenuta esecuzione dei lavori di messa in sicurezza del versante, della riqualificazione delle sezioni che presentano criticità e dalla revisione della perimetrazione della L.267/98, evidenziando che, comunque, il franco di sicurezza sulle sezioni idrauliche non potrà essere inferiore a 0,50 metri della massima portata (liquida + solida), calcolata con T.R. 100 anni. Pertanto i medesimi dovranno essere stralciati dall'elenco dei corsi d'acqua per i quali è prevista una fascia di rispetto di m 5,00”</i></p> <p>(**) dal parere STER Sondrio prat. 2580, 16 nov 2006: <i>“Torrente Olgello: il tratto ricadente sulla sede stradale caratterizzato da una copertura in grigliato amovibile, dovrà essere inserito nel Piano di Protezione Civile Comunale”</i></p>		

Non vi sono fasce di rispetto per i tratti di corsi d'acqua sotto elencati:

Tratti di corsi d'acqua senza fasce di rispetto (***)		
SO/AD/055	Roggia di Masino	L'intero corso
SO/AD/056	Roggia dei Mulini	L'intero corso
<p>(***) dal parere STER Sondrio prat. 2580, 16 nov 2006: <i>“Si osserva che i corsi d'acqua SO/AD/055 Roggia di Masino ed SO/AD/056 Roggia dei Mulini, trattandosi di derivazioni regolate da paratoia elettromeccanica e manuale, vengono esclusi dall'elenco dei corsi d'acqua del reticolo minore e saranno assoggettati a quanto prescritto dall'art. 14 del regolamento di Polizia Idraulica”</i></p>		

Per tutti gli altri corsi d'acqua le fasce di rispetto sono di larghezza di 10 m.

Nelle fasce di rispetto vigono le norme del *Regolamento di polizia idraulica*, adottato dal Comune di Ardenno.

Per gli interventi consentiti si devono anche verificare le condizioni locali di stabilità e di sicurezza da dissesti nelle zone circostanti (rif. classe di fattibilità delle zone limitrofe).

Alcune di queste zone sono anche classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), si veda la carta dei Vincoli, per le quali vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico principale

Sono riportate le fasce di rispetto ai lati dei corsi d'acqua del reticolo idrico principale:

- fiume Adda (SO 041): tutto il tratto che interessa il territorio comunale
- torrente Masino (SO 049): tutto il tratto che interessa il territorio comunale
- torrente Gaggio (SO 059): *dallo sbocco nel canale Adda Vecchia (quota 263,7 m) al ponte presso la località Molino Vismara (quota 665 m).*

Qualsiasi attività in queste fasce è soggetta all'autorità della Regione (STER di Sondrio). Le norme di riferimento sono quelle del *Regolamento tipo di polizia idraulica* adottato dal Comune di Ardenno.

Per gli interventi consentiti si devono anche verificare le condizioni locali di stabilità e di sicurezza da dissesti nelle zone circostanti (rif. classe di fattibilità delle zone limitrofe).

Alcune di queste zone sono anche classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), si veda la carta dei Vincoli, per le quali vigono le norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Fasce fluviali dell'Adda

Nella Carta della fattibilità geologica sono riportate le fasce fluviali dell'Adda come indicato dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Po (PAI, Autorità di bacino del Po):

Fascia C

Si tratta della zona inondabile per piena catastrofica dell'Adda.

Nella piana di fondovalle a est del t. Masino e a nord della ferrovia il limite indicato corrisponde alla quota massima raggiunta dall'allagamento durante l'esondazione dell'Adda del luglio 1987, fissata dal Comune a 267,5 m s.l.m.

Vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 28, 31.

Fino al collaudo della così detta "Via di fuga", ed alla revisione del PAI, vigono le norme della fascia B, con quota di riferimento per piano abitabile = 267,5 m s.l.m.

Fascia B

Si tratta della zona inondabile per piena straordinaria (per piena con tempo di ritorno di 200 anni) dell'Adda.

Vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 28, 29, 30, 31, 32, 38, 38 bis, 39, 40, 41.

Le zone interessate non sono idonee per importanti espansioni urbanistiche.

Per quanto riguarda la quota della piena di riferimento, i livelli idrici massimi della piena T200 per le diverse sezioni di interesse (tabelle PAI) sono:

- sez. 239, circa al ponte sull'Adda: q = 260,50 m s.l.m.

- sez. 240, circa alla derivazione Enel: $q = 263,11$ m s.l.m.
- sez. 241, circa al traverso del depuratore: $q = 265,09$ m s.l.m.
- sez. 242, circa 80 m a valle del ponte di Sirta: $q = 267,12$ m s.l.m.
- sez. 243, circa 610 m a monte del ponte di Sirta: $q = 268,09$ m s.l.m.

Fascia A

Si tratta della fascia di deflusso della piena (zona inondata per piena grande 80 % della piena con tempo di ritorno di 200 anni), del fiume Adda.

Vigono le norme N.d.A. del PAI, artt. 1, 28, 29, 31, 32, 38, 38 bis, 39, 40, 41.

3 - INDICAZIONI DELLO STUDIO DEL RISCHIO SISMICO

Lo studio del rischio sismico, è stato eseguito, ottobre 2006, secondo i Criteri regionali (d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566), e ha compreso l'analisi di 1° livello del territorio comunale, con la Carta della pericolosità sismica locale (PSL) e l'analisi del rischio sismico di 2° livello per gli edifici strategici e rilevanti: municipio, scuole, palazzo polifunzionale, sala ex cinema, casa di riposo di Ardenno, sala civica di Masino, chiese di Ardenno, Biolo, Gaggio, Masino, Piazzalunga, Pioda.

Lo studio è stato aggiornato secondo i nuovi Criteri regionali (d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374). Le indicazioni particolari per il P.G.T. relative alla tecnica di realizzazione di futuri edifici strategici o rilevanti, sono riportate nelle Norme geologiche.

Per il progetto di edifici strategici e rilevanti:

- nelle zone di conoide o pedemontane delle classi 1, 2.a, 2.b, 2.d, 3.c, 3.c' viene inserito l'obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica nel sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B.
- nelle zone della classe 2.c viene inserito l'obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello;
- nelle zone delle classi 3.a e 3.b, per il progetto di edifici strategici e rilevanti, viene inserito l'obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 3° livello;
- nelle zone della classe 3.g, viene inserito l'obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative ai siti 2 e 4; in tale caso per la zona di validità della prova 2, indicata in figura 1 (pag. 23), si dovrà utilizzare lo spettro di normativa relativo ai suoli sismici di tipo C.

4 - NORME GEOLOGICHE PER IL P.G.T.

Classe 1

Regione Lombardia, d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374:

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni: La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

Il Comune di Cugliate Fabiasco è in zona sismica 4 (normativa nazionale).

- Classe 1:**
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti nelle zone di conoide: obbligo della analisi della pericolosità sismica di 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative al sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B.

Classe 2

Regione Lombardia, d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374:

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni: La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

Il progetto di nuove edificazioni, nuove destinazioni d'uso residenziale, o d'uso che comporti la permanenza di persone di edifici esistenti, ampliamento di edifici esistenti, salve le disposizioni delle *Norme Tecniche per le costruzioni*, deve essere corredato da una relazione geologica nella quale, con riferimento alle indicazioni della carta della fattibilità geologica e delle relative note illustrative, si devono considerare ed adeguatamente trattare gli aspetti elencati nel seguito.

Il Comune di Ardenno è in zona sismica 4 (normativa nazionale).

Classe 2.a - Zone su pendio con inclinazione fino a 20°:

- verifica delle condizioni locali di stabilità;
- eventuali opere di sistemazione e di difesa;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti nelle zone pedemontane: obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzio-

ne; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative al sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B.

Classe 2.b - Zone sulla conoide del t. Masino depresse rispetto all'alveo del torrente:

- possibilità di allagamento di vani sotterranei, per risalita della falda freatica;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative al sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B.

Classe 2.c - Zone con terreni con caratteristiche geotecniche sfavorevoli:

- verifica delle condizioni di fondazione;
- possibilità di allagamento di vani sotterranei, per risalita della falda freatica;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello.

Classe 2.d - Zone sul conoide di Ardenno limitrofe alle zone interessate dagli eventi alluvionali del giugno-luglio 1998:

- possibilità di allagamento di vani sotterranei e al piano terra, per esondazione dei corsi d'acqua;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative al sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B.

Classe 3

Regione Lombardia, d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374:

- *Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni: La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa. Il professionista deve in alternativa:*
- *se dispone fin da subito di elementi sufficienti, definire puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive*

degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto;

- *se non dispone di elementi sufficienti, definire puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito territoriale di riferimento (puntuale, quali caduta massi, o relativo ad ambiti più estesi coinvolti dal medesimo fenomeno quali ad es. conoidi, interi corsi d'acqua ecc.) e la finalità degli stessi al fine di accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.*

Il progetto di nuove edificazioni, nuove destinazioni d'uso residenziale, o d'uso che comporti la permanenza di persone di edifici esistenti, ampliamento di edifici esistenti, salve le disposizioni delle *Norme Tecniche per le costruzioni*, deve essere corredato da una relazione geologica nella quale, con riferimento alle indicazioni della carta della fattibilità geologica e delle relative note illustrative, si devono considerare ed adeguatamente trattare gli aspetti elencati nel seguito.

Il Comune di Ardenno è in zona sismica 4 (normativa nazionale).

Classe 3.a - Zone su pendio con inclinazione maggiore di 20°, compresi pendii terrazzati con locali situazioni di instabilità:

- verifica delle condizioni di stabilità locali e del pendio circostante;
- eventuali opere di sistemazione e di difesa;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: analisi della pericolosità sismica locale del 3° livello.

Classe 3.b - Zone al piede di pendii con possibili locali situazioni di instabilità:

- verifica delle condizioni locali di sicurezza, con esame del pendio soprastante;
- eventuali opere di sistemazione e di difesa;
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: N.d.A. del PAI, art. 9;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: analisi della pericolosità sismica locale del 3° livello.

Classe 3.c - Zone sulle conoidi di deiezione dei torrenti, potenzialmente soggette ad erosione ed alluvionamento per eventi di piena straordinari:

- verifica delle condizioni di sicurezza, con esame delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del bacino dei torrenti;
- accorgimenti in considerazione della possibilità di inondazione ed alluvionamento;
- eventuali opere di difesa;

- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative al sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B;
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 3.c' - Zone sulla conoide di Ardenno, alluvionate nel giugno-luglio 1998, a valle delle vasche di deposito di alluvioni realizzate dopo gli eventi alluvionali, classificate in ZONA 2 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, PS 267 PAI:

- accorgimenti in considerazione della possibilità di inondazione ed alluvionamento;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative al sito 1, quindi lo spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B;
- norme N.d.A. del PAI, artt. 49, 50.

Classe 3.d - Zone potenzialmente soggette a pericolo di valanga:

- possibilità di restrizioni di utilizzo da piano di protezione civile.

Classe 3.e - Zone in località Ponte del Baffo sottoposte a pericolo di caduta di massi, classificate in ZONA 2 nella perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato PS 267 PAI:

- opere di difesa da caduta di massi;
- norme N.d.A. del PAI, artt. 49, 50.

Classe 3.f - Zone di rispetto delle sorgenti degli acquedotti comunali:

- accertamento della compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee;
- norme art. 21, *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*, del d.lgs. 152/1999 (mod. art. 5 d.lgs. 258/2000).

Classe 3.g - Zona sul fondovalle valtellinese allagata dall'esondazione dell'Adda nel 1987 corrisponde alla fascia B e B di progetto PAI, dell'Adda

- nella fascia B: norme N.d.A. del PAI, artt. 28, 29, 30, 31, 32, 39, 40, 41;
- nella fascia B di progetto: norme N.d.A. del PAI, art. 51 e norme della fascia B con quota di riferimento per piano abitabile = 267,5 m s.l.m. (fino al collaudo della così detta "via di fuga" e alla revisione del PAI);
- verifica delle condizioni di fondazione;
- possibilità di allagamento di vani sotterranei, per risalita della falda freatica;
- per il progetto di edifici strategici e rilevanti: analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello nel luogo di costruzione; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi riportate nello studio della pericolosità sismica relative ai siti 2 e 4; in tale caso per la zona di validità della prova 2, indicata in figura 1 (pag. 23), si dovrà utilizzare lo spettro di normativa relativo ai suoli sismici di tipo C.

Classe 4

Regione Lombardia, d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374:

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni: L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre deve essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (l.r. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/05, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni, di cui alla normativa nazionale.

Il Comune di Ardenno è in zona sismica 4 (normativa nazionale).

Classe 4.a - Zone sulla conoide di Ardenno alluvionate nel giugno-luglio 1998, a monte delle vasche di deposito di alluvioni realizzate dopo gli eventi alluvionali, classificate in ZONA 1 nella Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (PAI); e zone in località Magiasca e Bagnera alluvionate nel novembre 2000

Classe 4.a' - Zone sulla conoide di Ardenno, alluvionate nel giugno-luglio 1998, a valle delle vasche di deposito di alluvioni realizzate dopo gli eventi alluvionali, classificate in Zona 1 nella Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato (PAI):

- vietate nuove edificazioni, nuove destinazioni ad uso residenziale, o che comportino la permanenza di persone;
- nel caso di interventi consentiti: verifica delle condizioni locali di sicurezza e realizzazione di opere di difesa;
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9.
- nelle aree in ZONA 1 (PAI): norme N.d.A. del PAI, artt. 49, 50

Classe 4.b - Zone sulla conoide del torrente Gaggio limitrofe all'alveo:

- vietate nuove edificazioni, nuove destinazioni ad uso residenziale, o che comportino la permanenza di persone;
- nel caso di interventi consentiti: verifica delle condizioni locali di sicurezza e realizzazione di opere di difesa;
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Classe 4.c - Zone su pendii con inclinazione maggiore di 40° e con diffuse situazioni di instabilità:

- vietate nuove edificazioni, nuove destinazioni ad uso residenziale, o che comportino la permanenza di persone;
- nel caso di interventi consentiti: verifica delle condizioni locali di sicurezza e realizzazione di opere di difesa;
- nelle zone classificate Area di frana quiescente (Fq - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Per le zone di montagna la Carta di fattibilità geologica è in scala 1:10.000 ed ha valore indicativo: nell'ambito delle zone in classe 4.c non si può escludere la presenza di aree di limitata estensione non interessate da dissesti; inoltre non si può escludere la possibilità di realizzazione di infrastrutture (strade, ecc.). La realizzazione di opere deve essere subordinata alla verifica delle condizioni locali di stabilità e di sicurezza da dissesti, nonché alla realizzazione degli interventi di sistemazione e di difesa eventualmente ritenuti necessari.

Classe 4.d - Zone in località Ponte del Baffo sottoposte a grave pericolo di caduta di massi, classificate in ZONA 1 nella *perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato* (PAI):

- vietate nuove edificazioni, nuove destinazioni ad uso residenziale, o che comportino la permanenza di persone;
- nel caso di interventi consentiti: verifica delle condizioni locali di sicurezza e realizzazione di opere di difesa;
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9.
- nelle aree in ZONA 1 (PAI): norme N.d.A. del PAI, artt. 49, 50

Classe 4.e - Zone di tutela assoluta delle sorgenti degli acquedotti comunali:

- Le zone di tutela assoluta devono essere adibite esclusivamente alle opere di captazione e ad infrastrutture di servizio (art. 21, *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano*, del d.lgs. 152/1999, mod. art. 5 d.lgs. 258/2000).

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico minore:

- norme del *Regolamento di polizia idraulica* comunale del Comune di Ardenno;
- accorgimenti in considerazione della possibilità di inondazione ed alluvionamento;
- verifica delle condizioni locali di stabilità e di sicurezza da dissesti nelle zone circostanti, (rif. classe di fattibilità delle zone limitrofe);
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9;
- I corsi d'acqua Roggia di Masino e Roggia dei Mulini non hanno fasce di rispetto (art. 14 del regolamento di polizia idraulica).

Fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico principale:

- autorizzazione della Regione (STER Sondrio): le norme di riferimento sono quelle del *Regolamento di polizia idraulica* adottato dal Comune di Ardenno;
- accorgimenti in considerazione della possibilità di inondazione ed alluvionamento;
- verifica delle condizioni locali di stabilità e di sicurezza da dissesti nelle zone circostanti, (rif. classe di fattibilità delle zone limitrofe);
- nelle zone classificate Area di conoide attivo non protetta (Ca - PAI), individuabili sulla carta dei Vincoli: norme N.d.A. del PAI, art. 9.

Fasce fluviali dell'Adda (PAI)

Fascia C:

- norme N.d.A. del PAI, artt. 28, 31;
- fino al collaudo della così detta "via di fuga" ed alla revisione del PAI: norme della fascia B di progetto e B, con quota di riferimento per piano abitabile = 267,5 m s.l.m.

Fascia B e fascia A:

- norme N.d.A. del PAI, artt. 28, 31, 32, 38, 38 bis, 39, 40, 41.

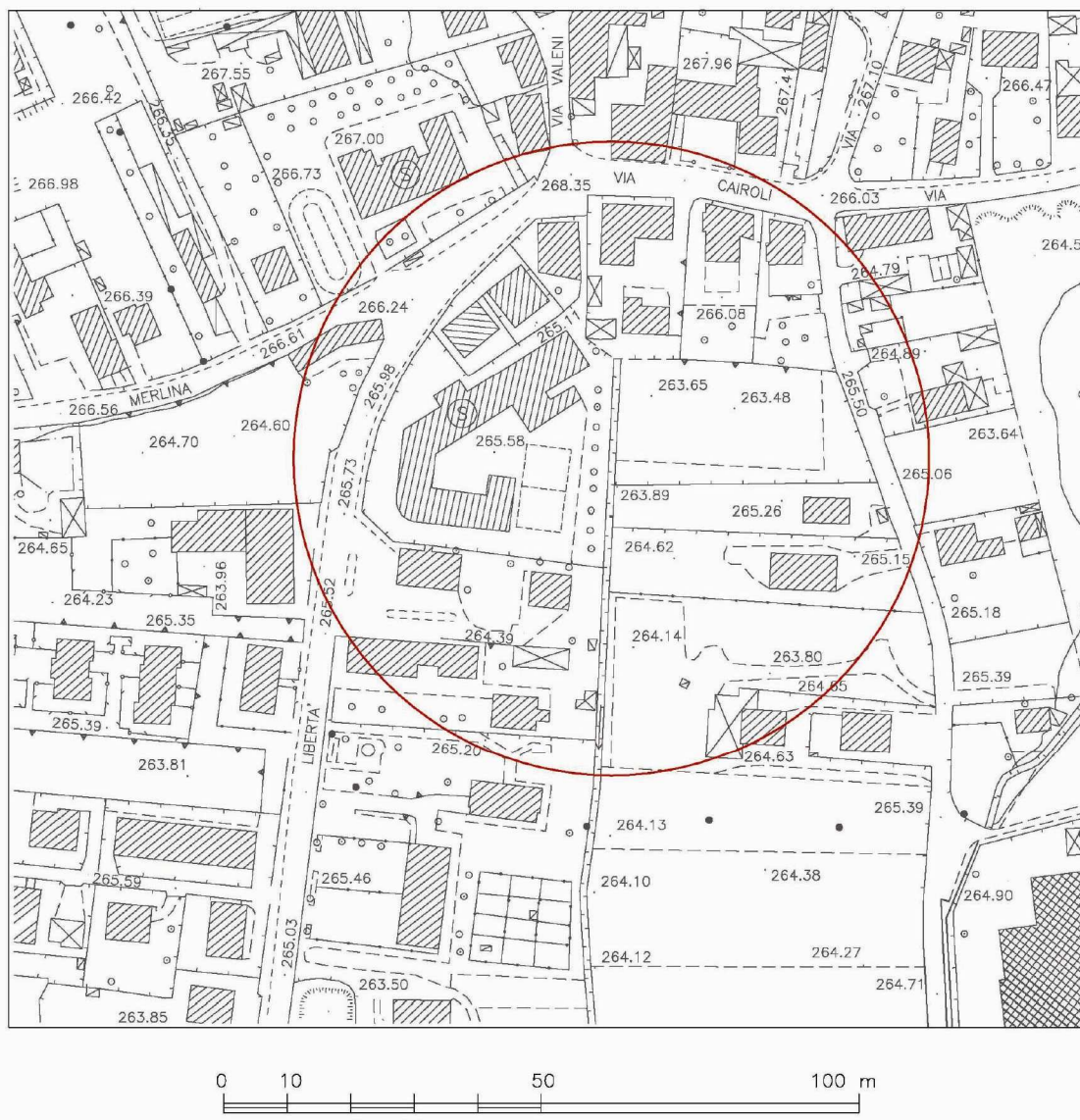


Fig. 1 - CAMPO DI VALIDITA' DELLA PROVA SISMICA N. 2

COMUNE DI ARDENNO

COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P. G. T.

ANALISI DEL RISCHIO SISMICO - 1° LIVELLO

ANALISI DEL RISCHIO SISMICO - 2° LIVELLO PER GLI EDIFICI STRATEGICI E RILEVANTI

1 - Premessa	24
2 - Documentazione utilizzata	24
3 - Carta della pericolosità sismica locale	25
4 - Analisi del rischio sismico del 2° livello, per gli edifici strategici e rilevanti	27
Generalità	27
Effetti morfologici	29
Effetti litologici nelle zone Z4a e Z4b	29
Effetti litologici nelle zone Z4c	34
5 - Conclusioni e indicazioni per le norme geologiche	34
Rapporto dell'indagine geofisica	38

1 - Premessa

Il Comune di Ardenno è in *Zona sismica 4*.

Lo studio è stato eseguito nel 2006 secondo le specifiche dei Criteri della Regione Lombardia d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566, e aggiornato secondo i nuovi Criteri d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374

Il presente studio è relativo all'analisi di 1° livello del territorio comunale, con redazione della Carta della pericolosità sismica locale, scala 1:5.000 (allegata), relativa a tutto il territorio comunale e all'analisi del rischio sismico di 2° livello per gli edifici strategici e rilevanti (rapporto dell'indagine geofisica in appendice).

2 - Documentazione utilizzata

Sono stati utilizzati i seguenti studi e documenti:

- Comune di Ardenno: Indagine geognostica per il progetto del sottopasso della strada statale e della ferrovia, presso la stazione di Ardenno. 1993.
- Regione Lombardia, Provincia di Sondrio, Comunità Montana Valtellina di Morbegno: Carta geoambientale scala 1:10.000: Carta litologica; Carta geomorfologica.
- Venzo S., Crespi R., Schiavinato G., Fagnani G.: Carta geologico-petrografica delle Alpi insubriche valtellinesi tra la Val Masino e la Val Malenco. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Museo civ. St. Nat., v. XIX, Milano 1971.

3 - Carta della pericolosità sismica locale

La Carta della pericolosità sismica locale riporta la zonazione degli elementi geologici, geomorfologici e litologici e dei loro effetti locali in caso di eventi sismici.

La classificazione è quella indicata dai Criteri regionali, dai quali si riprende la seguente tabella:

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

Le zone sopra elencate presenti nel territorio comunale di Ardenno, sono cartografate con le precisazioni indicate nel seguito.

Z1a - Zone caratterizzate da movimenti franosi attivi

Sono indicate le zone PS 267 - PAI Zona 1, della perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, presenti sul versante sinistro della Val Masino, in località Ponte del Baffo, interessate da frane di crollo.

Z1b - Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti

Z1c - Zone potenzialmente franose o esposte a rischio di frana

Sono indicate complessivamente:

- le zone interessate da movimenti franosi quiescenti (Fq - PAI)

- le zone in pendio nelle quali, localmente, possono prodursi frane, consistenti in crolli in roccia, scivolamenti superficiali, crolli di tratti di muri di terrazzamenti, mobilitazione di massi, presenti su tutti i versanti, individuate in base alla inclinazione maggiore di 40°;
- le zone interessate da movimenti franosi quiescenti, consistenti in crolli in roccia, scivolamenti superficiali, crolli di tratti di muri di terrazzamenti, mobilitazione di massi, diffusamente presenti sui versanti, classificabili Z1b;
- le zone situate nella fascia di circa 50 m di ampiezza al piede di pendii con possibili locali situazioni di instabilità;
- le zone PS 267 - PAI Zona 2, della perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato, presenti sul versante sinistro della Val Masino, in località Ponte del Baffo, interessate da frane di crollo.

Z2 - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)

Le zone con terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche scadenti, che possono essere presenti localmente nella pianura del fondovalle valtellinese, sono individuabili solo con indagini geognostiche puntuali, pertanto sono comprese in quelle classificate Z4a.

Z3a - Zone di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)

Sono indicate le zone di ciglio presenti nei dintorni dell'abitato di Gaggio, sia verso la valle del T. Gaggio, sia verso la Valtellina, nei dintorni dell'abitato di Pioda, verso la Val Masino, e nei dintorni di località Lotto.

Z3b - Zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate

Sono indicate le zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo presenti lungo la dorsale Lotto a Alpe Granda a Cima di Granda a Pizzo Mercantelli, più creste di ridotto sviluppo sui dossi presso Mottello, S. Lucio e fra le valli Venduno e Valena.

Z4a - Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Sono indicate le zone della pianura del fondovalle valtellinese, esterne alle conoidi di deiezione dei torrenti.

Localmente possono essere presenti zone classificabili Z2, individuabili solamente mediante indagini geognostiche puntuali.

Z4b - Zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre

Sono indicate le conoidi di deiezione dei torrenti Masino, Valfontana, (o Vendul), Olgello, Scalinì, Venduno, Gaggio e altri minori, che occupano l'intera fascia pedemontana del fondovalle valtellinese, tutte, esclusa la conoide del torrente Gaggio, interessate dagli abitati.

I detriti di versante sono molto diffusi: sono cartografate in maniera indicativa le zone con gli accumuli di maggiore importanza, ubicate prevalentemente nel versante sinistro della Val Masino.

Z4c - Zone moreniche con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)

I depositi morenici sono molto diffusi sui versanti: sono cartografate in maniera indicativa le zone interessate dai cordoni morenici, dove gli spessori si presumono maggiori di 5 m.

Le zone moreniche interessano in parte o completamente gli abitati di Biolo, Gaggio, Piazzalunga, Pioda, Scheneno, e le località con insediamenti sparsi del versante da S. Giuseppe a Prati di Erbolo.

Z5 - Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

Sono indicate le zone interessate da faglie, caratterizzate dalla presenza di rocce estremamente fratturate e alterate; in esse si possono trovare locali situazioni di fondazione di edifici pericolosamente disomogenee, come, peraltro, si può verificare ovunque in montagna, dove, facilmente, possono presentarsi condizioni di fondazione roccia-detrito. Queste situazioni sono individuabili solo con esame puntuale.

4 - Analisi del rischio sismico - 2° livello, per gli edifici strategici e rilevanti

Generalità

L'analisi, condotta, come da Criteri regionali, con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche, fornisce la stima della risposta sismica locale dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione sismica (Fa).

Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli sono stati stabiliti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale: l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura di 2° livello calcola, per gli effetti litologici, valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s. Dalla distribuzione calcolata delle Vs e dalle altre informazioni litologiche si ricavano i sottosuoli di fondazione sulla base delle "Norme tecniche delle costruzioni". I valori di Fa calcolati sono poi confrontati con i valori di riferimento indicati nel file *Soglie_Lomb.xls* (indicato nell'allegato 5 del Criteri regionali), per il suolo di fondazione nel comune in oggetto.

Dove le amplificazioni calcolate risultano non superiori ai valori di riferimento si considera terminata l'analisi e in fase di progettazione si utilizzeranno i parametri della zona sismica 4 previsti dalla normativa nazionale.

Se invece il valore di Fa calcolato è superiore per più di 0.1 del valore soglia, in fase di progettazione sarà necessario effettuare analisi più approfondite (di 3° livello), per definire uno spettro di risposta appropriato. In alternativa, la legge prevede la possibilità di utilizzare lo spettro di risposta relativo ad un suolo di fondazione dalle caratteristiche meccaniche più scadenti, per il quale sia previsto un valore di Fa non inferiore a quello calcolato.

Gli edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n.19904/03), nel territorio comunale di Ardenno sono: Municipio di Ardenno, Sala civica di Masino, Scuola materna di Ardenno, Scuola elementare di Ardenno, Scuola media di Ardenno, Palazzo Polifunzionale di Ardenno, Sala ex cinema di Ardenno, Casa di riposo di Ardenno, Chiesa di Ardenno, Chiesa di Biolo, Chiesa di Gaggio, Chiesa di Masino, Chiesa di Piazzalunga, Chiesa di Pioda.

Nella tabella seguente sono riportati i dati significativi:

Edificio	Zona PSL	Terreno di fondazione
1 Municipio, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide
2 Sala civica, Masino	Z4b	Depositi di conoide
3 Scuola materna, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide
4 Scuola elementare, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide
5 Scuola media, Ardenno	Z4a	Depositi di riporto e fluviali (h<5m) su depositi di conoide
6 Palazzo Polifunzionale, Ardenno	Z4a	Depositi di riporto e fluviali (h<5m) su depositi di conoide
7 Sala ex cinema, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide
8 Casa di riposo, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide
9 Chiesa, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide
10 Chiesa, Biolo	Z4c	Depositi morenici (h<10m) su roccia
11 Chiesa, Gaggio	Z3a+Z4c	Depositi morenici (h<10m) su roccia
12 Chiesa, Masino	Z1c+Z4b	Depositi di conoide
13 Chiesa, Piazzalunga	Z4c	Depositi morenici (h<10m) su roccia
14 Chiesa, Pioda	Z3a+Z4c	Depositi morenici (h<10m) su roccia

Per gli edifici 11 e 14 la valutazione dei fattori di amplificazione (F_a) tiene conto dei soli effetti morfologici, in quanto ubicati su terrazzi che, per caratteristiche morfologiche e spessori di depositi, risultano congrui con l'approccio di tipo morfologico.

Per tutti gli altri edifici la valutazione dei fattori di amplificazione (F_a) tiene conto degli effetti litologici.

Effetti morfologici

L'analisi è stata effettuata mediante rilevamento dei profili topografici significativi e utilizzo degli schemi e delle tabelle forniti nei Criteri regionali.

L'analisi riguarda gli edifici elencati nella tabella seguente:

Edificio	Zona PSL	Situazione geomorfologica
11 Chiesa, Gaggio	Z3a+Z4c	Scarpata in depositi morenici ($h < 10m$) su roccia
14 Chiesa, Pioda	Z3a+Z4c	Scarpata in depositi morenici ($h < 10m$) su roccia

Nell'ambito dello *scenario di zona di scarpata rocciosa*, con altezza $H \geq 10$ m e inclinazione del fronte $\alpha \geq 10^\circ$, per gli edifici 11, Chiesa di Gaggio e 14, Chiesa di Pioda, la morfologia del terrazzo si può ricondurre alla situazione: *Scarpata ideale con fronte superiore orizzontale*.

I dati significativi, con i parametri calcolati sono riportati nella tabella seguente:

Scarpata	Altezza H	Inclinazione α	Area di influenza	Fa massimo calcolato (in cresta)	Fa di riferimento
11 - s. di Gaggio	16 m	27°	16 m	1.1	1.2
14 - s. di Pioda	36 m	43°	27 m	1.2	1.2

I valori calcolati sono minori o non maggiori di quello di riferimento: nelle zone di cresta esaminate si possono ritenere validi i valori di F_a massimi forniti dai Criteri regionali.

Effetti litologici nelle zone Z4a e Z4b

L'analisi è stata effettuata mediante valutazione delle velocità delle onde sismiche S (di taglio), V_s , tramite prove sismiche di microtremore e utilizzo degli schemi e delle tabelle forniti nei Criteri regionali.

Sono state eseguite 4 prove sismiche di microtremore, ubicate: 1 - nella piazza della Chiesa di Ardenno, 2 - nel parcheggio di Via Empio, 3 - presso il Palazzo Polifunzionale, 4 - presso la Stazione ferroviaria di Ardenno.

Il rapporto è in appendice.

L'analisi riguarda gli edifici elencati nella tabella seguente:

Edificio		Zona PSL	Terreno di fondazione	Prove sismiche di riferimento
1	Municipio, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno
2	Sala civica, Masino	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno
3	Scuola materna, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno
4	Scuola elementare, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno e 3 - Palazzo Polifunzionale, Ardenno
5	Scuola media, Ardenno	Z4a	Depositi di riporto e fluviali (h<4m) su depositi di conoide	2 - Parcheggio via Empio, Ardenno
6	Palazzo Polifunzionale, Ardenno	Z4a	Depositi di riporto e fluviali (h<4m) su depositi di conoide	3 - Palazzo Polifunzionale, Ardenno
7	Sala ex cinema, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno e 3 - Palazzo Polifunzionale, Ardenno
8	Casa di riposo, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno
9	Chiesa, Ardenno	Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno
12	Chiesa, Masino	Z1c +Z4b	Depositi di conoide	1 - Piazza della Chiesa, Ardenno

La prova 4, presso la Stazione ferroviaria, è stata eseguita per avere dati di controllo e di confronto, essendo disponibili nel luogo sondaggi e prove penetrometriche.

Le prove sismiche sono state eseguite con stendimenti di 55 m di lunghezza. Le linee sono state ridotte dai 110 m previsti, a causa di mancanza di spazi liberi adeguati.

Per questo motivo i dati emersi dall'interpretazione delle registrazioni effettuate sono ritenuti attendibili fino ad una profondità di circa 15 m. Da questa profondità verso il basso, nei casi in cui non era rilevabile direttamente il substrato veloce ($V_s \geq 800$ m/s), si è preferito non utilizzare i dati emersi dall'interpretazione delle registrazioni. Si è invece eseguita una ricostruzione teorica dei valori di velocità degli strati più profondi in base alla somiglianza con una delle schede litologiche fornite negli allegati regionali. La scelta della scheda di riferimento è stata effettuata basandosi sia sui valori di velocità degli strati superficiali, sia sui dati geognostici di indagini precedenti.

Segue la descrizione con il commento dei risultati delle indagini.

Prova 1

E' stata eseguita nella piazza della Chiesa, in posizione centrale della conoide di deiezione di Ardenno. I terreni presenti sono depositi di conoide di deiezione torrentizia, prevalentemente di debris flow: ghiaie, sabbie, ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-limosa, cui possono essere attribuiti i valori di resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$ colpi/30cm. La V_{s30} calcolata sulla base della distribuzione di V_s è di 483 m/s.

Oltre ai problemi causati dalla ridotta lunghezza dello stendimento, si ritiene possibile, ma non quantificabile, la presenza di cantine al di sotto della linea di stendimento.

La distribuzione di velocità delle onde di taglio (V_s) è stata ritenuta attendibile solo fino alla profondità di 13.6 m. L'inversione di velocità che l'indagine con microtremori rileva al di sotto di tale profondità viene ritenuta non attendibile. Pertanto la distribuzione di velocità rilevata è stata modificata come riportato nella tabella seguente:

Profondità (m)	Densità (g/cm ³)	Velocità misurate V_s (m/s)	Velocità modificate V_s (m/s)
-5,81	2	254,86	255
-13,63	2	431,34	431
-18,00	2	360,53	700
-23,00	2	360,53	900

In base a tali valori i terreni presenti sono riconducibili alla *Scheda litologia ghiaiosa, curva 3*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento è il **B**.

I parametri calcolati (T ed Fa) in base a tale scheda sono riportati nella tabella seguente:

Periodo edifici	Periodo del sito T	sottosuolo	Fa calcolato	Fa di riferimento
0.1-0.5 s	0.16 s	B	1.3	1.5
0.5-1.5 s	0.19 s	B	1.1	1.7

Il valore di Fa di riferimento è sempre superiore a quello calcolato per entrambe le classi di edifici, pertanto nella zona della Prova 1 si possono ritenere validi i valori di Fa di soglia forniti dalla Regione, per i suoli di tipo **B**.

Prova 2:

E' stata eseguita vicino alla scuola media, nel parcheggio di Via Empio, al bordo della conoide di deiezione, dove sono presenti depositi alluvionali fluviali e palustri recenti, localmente con accumuli di riporto, fino alla profondità di 3-4 m, seguiti da depositi di conoide di deiezione costituiti da ghiaie, sabbie, ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-limosa, cui possono essere attribuiti i valori di resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$ colpi/30cm. La V_{s30} calcolata sulla base della distribuzione di V_s è di 292 m/s.

Anche in questo caso i valori di V_s ricavati dall'indagine mediante microtremori sono ritenuti attendibili solo fino alla profondità di 10-15 m. Il substrato, non individuato, è stato ipotizzato a 30 m. Si sottolinea che profondità maggiori non cambiano il risultato dell'indagine:

Profondità (m)	Densità (g/cm ³)	Velocità misurate V_s (m/s)	Velocità modificate V_s (m/s)
0,0-9,5	2	285	285
9,5-15,0	2	322	320
15,0-22,0	2	221	220
22,0-30,0	2	391	390

I valori di V_s già solo dei primi due strati caratterizzano i depositi come riconducibili alla *Scheda litologica sabbiosa, curva 2*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento è il **C**. I parametri calcolati (T ed F_a) in base a tale scheda sono riportati nella tabella seguente:

Periodo edifici	Periodo del sito T	Sottosuolo	F_a calcolato	F_a di riferimento
0.1-0.5 s	0.39 s	C	1.5	1.9
0.5-1.5 s	0.39 s	C	1.8	2.4

Il valore di F_a di riferimento è sempre superiore a quello calcolato per entrambe le classi di edifici, pertanto nella zona della Prova 1 si possono ritenere validi i valori di F_a di soglia forniti dalla Regione, per i suoli di tipo **C**.

Prova 3:

E' stata eseguita presso il Palazzo Polifunzionale, situato al bordo della conoide di deiezione del torrente Masino, dove sono presenti depositi alluvionali fluviali e palustri recenti, localmente con accumuli di riporto, fino alla profondità di 3-4 m, seguiti da depositi di conoide di deiezione costituiti da ghiaie, sabbie, ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-limoso, cui possono essere attribuiti i valori di resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$ colpi/30cm. La V_{s30} calcolata sulla base della distribuzione di V_s è di 731 m/s.

Anche in questo caso, a causa della limitata lunghezza dello stendimento, i valori di V_s ricavati dall'indagine mediante microtremori sono ritenuti attendibili solo fino ad una profondità di 10-15 m. In questo caso, tuttavia, oltre ad una maggiore compatibilità dei dati geofisici con le informazioni litologiche, lo strato con velocità 800 inizia già a circa 10 m, quindi nell'intervallo di profondità ritenuto più attendibile. Poiché il calcolo del periodo coinvolge solo gli strati al di sopra del substrato veloce ($V_s \geq 800$ m/s) non vi è necessità di modificare le velocità degli strati più profondi.

La distribuzione di velocità rilevata è riportata nella tabella seguente:

Profondità (m)	Densità (g/cm ³)	Velocità misurate V_s (m/s)
0,0-10,0	2	375

10-21,5	2	800
21,5-45,0	2	1460

In base a tali valori i terreni presenti sono riconducibili alla *Scheda litologia ghiaiosa, curva 3*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento è il **B**.

I parametri calcolati (T ed Fa) in base a tale scheda sono riportati nella tabella seguente:

Periodo edifici	Periodo del sito T	sottosuolo	Fa calcolato	Fa di riferimento
0.1-0.5 s	0.11 s	B	1.2	1.5
0.5-1.5 s	0.11 s	B	1.0	1.7

Il valore di Fa di riferimento è sempre superiore a quello calcolato per entrambe le classi di edifici, pertanto nella zona della Prova 1 si possono ritenere validi i valori di Fa di soglia forniti dalla Regione, per i suoli di tipo **B**.

Prova 4:

E' stata eseguita vicino alla Stazione ferroviaria, situata al bordo della conoide di deiezione del torrente Masino, dove sono presenti depositi alluvionali fluviali e palustri recenti, localmente con accumuli di riporto, fino alla profondità di 5-6 m, seguiti da depositi di conoide di deiezione costituiti da ghiaie, sabbie, ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-limoso, cui possono essere attribuiti i valori di resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$ colpi/30cm. La V_{s30} calcolata sulla base della distribuzione di Vs è di 780 m/s.

Anche in questo caso, a causa della limitata lunghezza dello stendimento, i valori di Vs ricavati dall'indagine mediante microtremori sono ritenuti attendibili solo fino ad una profondità di 10-15 m. Tuttavia, come nel caso precedente il substrato veloce ($V_s \geq 800$ m/s) si trova a piccola profondità, nell'intervallo ritenuto più attendibile.

La distribuzione di velocità rilevata è riportata nella tabella seguente:

Profondità' (m)	Densità (g/cm ³)	Velocità misurate Vs (m/s)
0,0-2,5	2	108
0,0-8,0	2	560
8,0-12,5	2	820
12,5-25,8	2	1300

In base a tali valori i terreni presenti sono riconducibili alla *Scheda litologia ghiaiosa, curva 3*, dell'allegato 5 dei Criteri regionali. Il sottosuolo di riferimento è il **B**.

I parametri calcolati (T ed Fa) in base a tale scheda sono riportati nella tabella seguente:

Periodo edifici	Periodo del sito T	sottosuolo	Fa calcolato	Fa di riferimento
0.1-0.5 s	0.08 s	B	1.3	1.5

0.5-1.5 s	0.08 s	B	1.0	1.7
-----------	--------	----------	-----	-----

Il valore di F_a di riferimento è sempre superiore a quello calcolato per entrambe le classi di edifici, pertanto nella zona della Prova 1 si possono ritenere validi i valori di F_a di soglia forniti dalla Regione, per i suoli di tipo **B**.

Effetti litologici nelle zone Z4c

L'analisi riguarda gli edifici elencati nella tabella seguente:

Edificio	Zona PSL	Situazione geomorfologica
10 Chiesa, Biolo	Z4c	Depositi morenici (h<10m) su roccia
13 Chiesa, Piazzalunga	Z4c	Depositi morenici (h<10m) su roccia

Il substrato roccioso presente a profondità inferiore a 10 m è certamente caratterizzato da valori di $V_s > 800$ m/s; si può quindi escludere che il fattore di amplificazione litologica (F_a) risulti superiore a quello di riferimento.

5 - Conclusioni e indicazioni per le norme geologiche

In base alle disposizioni regionali ed ai risultati dell'analisi di 2° livello, si formulano le indicazioni da riportare nella carta di fattibilità geologica, nelle relative note illustrative e nelle norme geologiche del P.G.T., descritte nel seguito.

PSL Z1a - Zone caratterizzate da movimenti franosi attivi

Nella Carta di fattibilità sono comprese in zone di classe 4d.

Nelle norme geologiche non sono necessarie ulteriori indicazioni.

PSL Z1b - Zone caratterizzate da movimenti franosi quiescenti

PSL Z1c - Zone potenzialmente franose o esposte a rischio di frana

Nella Carta di fattibilità sono comprese in zone di classe 3a, 3b, 3e e 4c.

Nelle norme geologiche delle classi 3a e 3b, per il progetto di edifici strategici e rilevanti, viene inserito l'obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 3° livello.

PSL Z2 - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)

Queste zone, che possono essere presenti localmente nella pianura del fondovalle valtellinese, sono individuabili solo con indagini geognostiche puntuali, e nella Carta PSL sono comprese nelle zone Z4a.

PSL Z3a - Zone di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)

Nella Carta di fattibilità queste zone si trovano al margine di zone di classe 2a.

Le analisi di 2° livello dei siti della Chiesa di Gaggio e della Chiesa di Pioda hanno mostrato fattori di amplificazione inferiori a quelli di riferimento. Il risultato è estendibile a tutte le zone PSL Z3a.

Nelle norme geologiche non sono necessarie ulteriori indicazioni.

PSL Z3b - Zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate

Nella Carta di fattibilità queste zone sono comprese in zone di classe 3a e 4c, e in zone di classe 1 e 2a solamente in luoghi isolati di montagna e in alta montagna.

Nelle norme geologiche non sono necessarie ulteriori indicazioni (per la classe 3a v. PSL Z1b).

PSL Z4a - Zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Localmente possono essere presenti zone classificabili PSL Z2, individuabili solamente mediante indagini geognostiche puntuali.

Nella Carta di fattibilità queste zone coincidono con le zone in classe di fattibilità 2c e 3g.

Le analisi di 2° livello eseguite in tre siti compresi nella zona hanno dato esiti diversi, come esposto nella tabella seguente:

Prova		T (periodo)	Sottosuolo	Fa di riferimento		Fa calcolato	
n.	ubicazione			0.1-0.5 s	0.5-1.5 s	0.1-0.5 s	0.5-1.5 s
2	Parcheggio di Via Empio, Ardenno	0.39 s	C	1.9	2.4	1.5	1.8
3	Palazzo Polifunzionale, Ardenno	0.11 s	B	1.5	1.7	1.2	1.0
4	Stazione ferroviaria, Ardenno	0.08 s	B	1.5	1.7	1.3	1.0

Si osserva la variabilità dei risultati, molto probabilmente determinata dalla presenza di lenti di terreni fini (limi sabbiosi o argillosi) di limitata estensione, che danno luogo a suoli di fondazione

di tipo **C** in corrispondenza della prova 2. Per tutte le altre prove si è verificata la compatibilità con suoli di tipo **B**.

Nelle norme geologiche delle classi 2c e 3g, per il progetto di edifici strategici e rilevanti, viene inserito l'obbligo dell'analisi della pericolosità sismica locale del 2° livello; a discrezione del Progettista si potranno utilizzare le analisi qui riportate relative ai siti 2 e 4; in tale caso per la zona di validità della prova 2, indicata in figura 1, si dovrà utilizzare lo spettro di normativa relativo ai suoli sismici di tipo C.

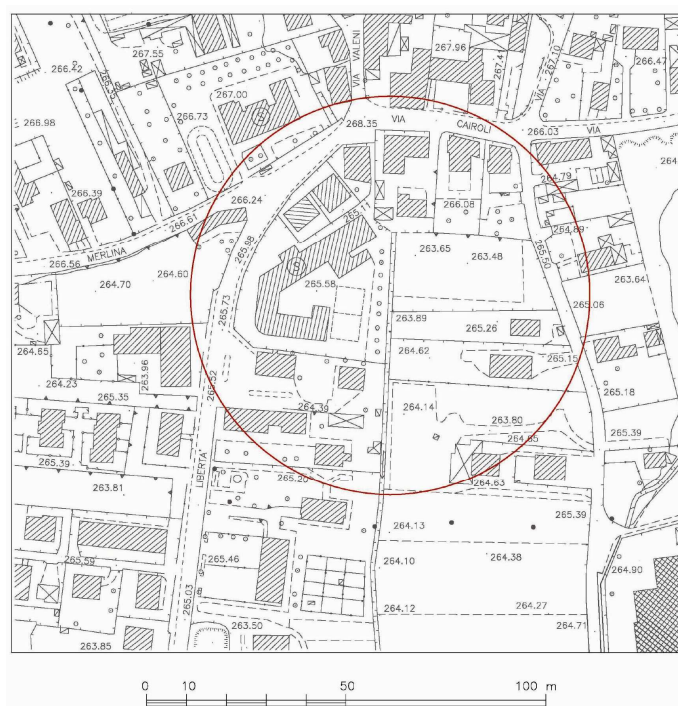


Fig. 1 - Campo di validità della prova sismica 2

PSL Z4b - Zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre

Nella Carta di fattibilità queste zone sono comprese praticamente in zone di tutte le classi, tuttavia sono di interesse per fini edificatori solamente le zone situate sulle conoidi di deiezione dei torrenti comprese nelle classi 1, 2a, 2b, 2d, 3c, 3c'.

Le analisi di 2° livello dei siti 1, Piazza della Chiesa di Ardenno e 4, Stazione di Ardenno (per la parte oltre 6 m di profondità in depositi della conoide di deiezione del t. Masino), hanno mostrato fattori di amplificazione inferiori a quelli di riferimento per suoli di tipo **B**. Il risultato è estendibile a tutte le zone PSL Z4b sulle conoidi di deiezione dei torrenti.

Nelle norme geologiche, per il progetto di edifici strategici e rilevanti nelle zone di conoide o pedemontane viene inserita la facoltà dell'analisi della pericolosità sismica di 2° livello nel luogo di costruzione, oppure, eventualmente, dell'utilizzo della prova sismica 1, quindi dello spettro di normativa relativo al suolo sismico di tipo B.

PSL Z4c - Zone moreniche con presenza di depositi granulari e/o coesivi

Nella Carta di fattibilità queste zone sono comprese in zone di classe 1, 2a, 3a e 4c.

Il substrato roccioso è generalmente presente a profondità non superiore a 10 m, eventuali depositi morenici con spessori maggiori sono costituiti da depositi antichi molto compatti. Pertanto si esclude che il fattore di amplificazione litologica risulti superiore a quello di riferimento.

Nelle norme geologiche non sono necessarie ulteriori indicazioni (per la classe 3a v. PSL Z1b).

PSL Z5 - Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

Nella Carta di fattibilità queste zone sono comprese in zone di classe 3a, 3b e 4c, e in zone di classe 2a solamente in luoghi isolati di montagna.

Nelle norme geologiche non sono necessarie ulteriori indicazioni (per le classi 3a e 3b v. PSL Z1b).

Water & Land



Studio di *Geologia e Geofisica*
di Bruno Petrucci

Dott. Peppino Volpatti - Morbegno
Indagini *Geofisiche* mediante *Microtremori*
in *Comune di Ardenno (SO)*

RAPPORTO TECNICO

Ottobre 2006

REVISIONE MARZO 2009

INDAGINI GEOFISICHE MEDIANTE MICROTREMORI IN COMUNE DI ARDENNO (SONDRIO)

1. Premessa
 2. Cenni sulla Metodologia dei Microtremori
 3. Strumentazione e Software
 4. Elaborazione dati
 5. Metodologia di Calcolo
 6. Descrizione dei risultati
 7. Conclusioni
- Fig. 1.1 - 1.4: Spettri di Frequenza
 Fig. 2.1 - 2.2: Distribuzione verticale calcolata delle Vs
 Fig. 3 - Ubicazione delle prove sismiche

1. Premessa

Il presente rapporto è stato rivisto e modificato in data 23 marzo 2009 per adeguare il precedente rapporto (eseguito in data ottobre 2006) alla luce della d.g.r. 28 Maggio 2008 n.8/7374 e dei relativi allegati e delle nuove "Norme tecniche di costruzione" contenute nel D.M. 1401-2008. In data 26 ottobre 2005, sono state eseguite prove sismiche mediante microtremori, in 4 aree del territorio comunale di Ardenno (SO).

Le prove sono state eseguite nell'ambito di studi di analisi del rischio sismico, per rilevare la velocità delle onde di taglio (onde S) nel sottosuolo. Successivamente si è proceduto all'elaborazione dei dati con la finalità di ricostruire il periodo naturale dei siti ed il fattore di amplificazione sismica ai sensi della LR 12-2005. Il comune di Ardenno è inserito in zona sismica 4, a minimo rischio sismico.

Sigle ed abbreviazioni:

- Vs Velocità delle onde di taglio (m/s)
 Vs30 Velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità (m/s)
 Tp periodo proprio del sito (s)
 Fa Fattore di amplificazione sismico

2. Cenni sulla Metodologia dei Microtremori

L'analisi mediante microtremori è stata eseguita utilizzando strumentazione per la prospezione sismica a rifrazione, con stendimenti lineari da 12 geofoni, con frequenza naturale di 14 Hz. Per ogni linea sono state effettuate 5 registrazioni di 8 secondi l'una, con frequenza di campionamento 0,002 secondi.

In questo modo si registrano onde di superficie il cui contenuto in frequenza oscilla in un range da 25-30 Hz fino a 4-6 Hz che, in condizioni ottimali, offre una dettagliata ricostruzione dell'andamento delle Vs. La profondità d'indagine è in gran parte funzione della lunghezza dello stendimento e della frequenza dei geofoni e corrisponde generalmente al 25-40% di tale lunghezza. Nel caso in oggetto la profondità massima può variare tra 15 e 40 m.

Il profilo verticale delle Vs può essere ricavato per inversione o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P) e di taglio verticali (Sv).

In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo, e vengono definite pseudo-Rayleigh.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore e presentano normalmente velocità di fase più elevate.

3. Strumentazione e Software

Per l'esecuzione delle indagini si è fatto uso della strumentazione di seguito elencata:

- sismografo Geometrics ES2401a 24 canali con dinamica 16 bit
- cavi sismici schermati
- 12 geofoni verticali con frequenza naturale di 14 Hz
- batterie da 12 V per l'alimentazione del sismografo
- set di connessioni e materiali d'uso

Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il programma ReMI, versione 4.0 della Optim.

4. Elaborazione dati

I dati acquisiti sono stati elaborati mediante il software ReMI 4.0 della Optim Ltd.

Di seguito sono riportate le fasi dell'elaborazione eseguita:

1. conversione dei file in formato Seg-Y
2. preprocessing del segnale per il filtraggio e l'equalizzazione delle tracce
3. definizione della geometria di rilievo
4. elaborazione bidimensionale degli spettri di velocità $p-f$ (attenuazione - frequenza) per ogni singola registrazione
5. sommatoria degli spettri delle singole registrazioni dopo l'eliminazione di quelli meno indicativi
6. picking della curva di dispersione
7. modellizzazione diretta delle onde di taglio
8. iterazione del modello fino a risultato soddisfacente
9. realizzazione dei profili di velocità

Nei capitoli relativi alla descrizione dei risultati dell'indagine suddivisi per comune, sono riportati 2 tipi di allegato grafico:

- Il primo gruppo di figure è costituito dagli spettri di frequenza delle linee eseguite, tramite diagrammi frequenza-lentezza (inverso della velocità).
- Nel secondo gruppo di figure sono riportati i modelli interpretativi delle Vs. Questi costituiscono l'elaborato finale del processo interpretativo su cui si effettuano i calcoli successivi del periodo di oscillazione proprio dei siti indagati ed i valori dei fattori di amplificazione.

5. Metodologia di Calcolo

Le analisi effettuate a partire dalla distribuzione verticale delle onde S seguono la metodologia riportata nella LR 12 – 2005, in particolare nell'allegato 5, che si può sintetizzare come segue:

- Dalle informazioni litologiche e geotecniche e dalla distribuzione delle Vs si individua il tipo di suolo di fondazione a cui appartengono i depositi dell'area (a, b, c, d, e), utilizzando la classificazione delle norme tecniche del DM 14-09-2005. In ogni comune, per ogni classe di suolo sono fissati dei valori massimi del fattore di amplificazione sismica

(F_a), riportati nel file *soglie_lombardia.xls* approntato dal Politecnico di Milano su incarico della Regione Lombardia.

- Dalla distribuzione in profondità delle V_s si calcola il periodo di oscillazione naturale del terreno (o periodo proprio del sito T_p).
- Sulla base dei dati stratigrafici e delle V_s si procede alla valutazione della litologia dominante in ogni sito, confrontando la distribuzione verticale delle V_s con quella di 6 schede, redatte dalla Regione Lombardia, a cui sono associate equazioni e curve che permettono di ricavare, per via matematica, il fattore di amplificazione F_a , a partire dal periodo di oscillazione naturale del terreno. Ovviamente la realtà geologica è difficilmente riconducibile ad una sola litologia tipo, quindi in pratica si sceglie la scheda che presenta una distribuzione di V_s più simile a quella sperimentale soprattutto nei primi 30 m di profondità. In particolare, nel caso in oggetto, si è fatto riferimento alle schede "sabbie" e "ghiaie".
- In ogni scheda sono riportate 3 serie di curve (corrispondenti a 3 diverse equazioni) per gli edifici con periodo di risonanza tra 0.1 e 0.5 secondi e una sola curva per edifici con periodo maggiore di 0.5 secondi. Una volta individuata la scheda che meglio risponde alla distribuzione delle V_s rilevata, sulla base dello spessore e della velocità del primo strato s'individua a quale dei tre tipi di curva (1, 2 o 3) si deve far riferimento nel calcolo del periodo del terreno, per edifici con periodo di risonanza tra 0.1 e 0.5 secondi.
- Una volta selezionata la curva, si calcolano i due fattori F_a per le due diverse classi di periodo (0.1-0.5 e 0.5-1.5 secondi). Se i due valori di F_a calcolati sono inferiori (o eguali o minori per non più di 0.1) a quelli del file *soglie_lombardia.xls* l'analisi è terminata con esito positivo altrimenti i terreni in oggetto verranno inseriti nella categoria di suolo con fattore di amplificazione più alto (da normativa) di quello sperimentale e per la progettazione si farà riferimento allo spettro relativo alla categoria di suolo prescelta.

6. Descrizione dei Risultati

Il rilievo è stato effettuato mediante 4 linee eseguite con 12 geofoni da 14 Hz spaziate di 5 m con una lunghezza totale di 55 m.

Per ogni linea sono state effettuate 5 registrazioni di 8 secondi l'una, con frequenza di campionamento 0,002 secondi. Nella tabella di seguito si riportano i dati relativi alla posizione di ogni linea.

Linea	Posizione
Ard-1	Piazza della Chiesa
Ard-2	Parcheggio Scuole Medie
Ard-3	Palazzo Polifunzionale
Ard-4	Stazione ferroviaria

La ridotta lunghezza delle linee eseguite è stata determinata dalle condizioni logistiche dei siti di indagine. Tale limitazione ha influito negativamente sul campionamento dei treni d'onda e quindi sulla qualità dei dati. In particolare la minore lunghezza di stendimento, rispetto al previsto, ha ridotto il contenuto di frequenza più basso, corrispondente alle velocità più elevate, provenienti dagli strati più profondi.

Nelle figure da 1.1 a 1.4 sono riportati gli spettri di frequenza delle linee interpretate, tramite diagrammi frequenza-lentezza (inverso della velocità). La frequenza varia in senso orizzontale, aumentando da sinistra verso destra, mentre la lentezza aumenta verso il basso (quindi la velocità aumenta verso l'alto).

I colori "caldi" (rosso, arancio, verde) corrispondono ad aree con maggiore ampiezza di segnale, mentre quelli freddi (blu, azzurro) corrispondono ad ampiezze minori. Nelle figure in oggetto si può notare generalmente una distribuzione dei colori caldi che sale da destra verso sinistra ed indica velocità crescenti a frequenze minori, quindi a profondità maggiori.

I modelli interpretativi delle Vs sono riportati nelle figure da 2.1a a 2.2, insieme ad alcune schede litologiche regionali e i dati dei singoli strati (profondità in m e velocità in m/s) in Tab 1. Il substrato veloce è indicato in grassetto.

Linea	Strato 1		Strato 2				Strato 3	
	H1	Vs1	H2	Vs2	H3	Vs3	H3	Vs3
Ard-1	5.8	255	13.6	430	18	700		900
Ard-2	9.5	285	15	320	22	220	30 (?)	390
Ard-3	10	375	21.5	800	45	1460		
Ard-4	2.5	108	8	560	12.5	820	26	1300

Tab. 1 – distribuzione verticale delle Vs

In generale, tutti i dati analizzati sono riconducibili a due differenti modelli di velocità e tipi di suolo di fondazione:

- Le linee 1, 3 e 4 presentano distribuzione di velocità simili. Tutte infatti presentano un andamento delle Vs molto vicino alla scheda litologica ghiaiosa dell'allegato 5 della legge regionale. Le velocità dei primi strati sono molto variabili e, in conseguenza, le velocità Vs30 ricadono in un ampio intervallo (483 m/s per la linea ard-2, 731 e 780 m/s per le linee 2 e 3), ma tutte indicano il sottosuolo di fondazione come tipo B (Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti). In essi si ritiene prevalente la componente ghiaiosa. Il fattore di amplificazione calcolato è risultato inferiore a quello indicato per i suoli di tipo B nel file allegato al DGRL 8/7374.
- La caratteristica fondamentale è che non è stato rilevato (nell'intervallo di profondità fino a 30 m) substrato veloce. La distribuzione di velocità in questo intervallo fa ritenere prevalente la litologia sabbiosa. La presenza del substrato veloce è stata ipotizzata a 30 m di profondità. Nell'intervallo da 0 a 30 m, la distribuzione di velocità calcolata impone la scelta della scheda litologica sabbiosa della Regione Lombardia, curva 2. La velocità Vs30 (292 m/s) indica come suolo di riferimento il tipo C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti). Il fattore di amplificazione calcolato è risultato inferiore a quello indicato per i suoli di tipo C nel file allegato al DGRL 8/7374.
- In conseguenza delle caratteristiche descritte per tutti i siti è stata verificata la compatibilità del fattore di amplificazione, calcolato in base ai diversi tipi di suoli di fondazione identificati, con i valori del fattore di amplificazione previsti dalla regione Lombardia per quegli stessi suoli. La verifica ha prodotto i seguenti risultati:
 - Linea 1: per tutti gli edifici – suolo di riferimento **B**
 - Linea 2: per tutti gli edifici – suolo di riferimento **C**
 - Linea 3: per tutti gli edifici – suolo di riferimento **B**
 - Linea 4: per tutti gli edifici – suolo di riferimento **B**

7. Conclusioni

I valori soglia indicati dalla scheda regionale nel comune di Ardenno, sono di 1.9 e di 2.4 e per suoli di tipo **C** e di 1.5 e 1.7 per suoli di tipo **B**, rispettivamente per edifici con periodo inferiore a 0.5 s (bassi e rigidi) e superiore a 0.5 s (edifici alti ed elastici).

In tabella 2 sono sintetizzati i valori di Vs₃₀ (velocità media delle Vs nei primi 30 m), il periodo proprio del sito (Tp) calcolato dalle Vs, il tipo di edificio, il tipo di suolo di fondazione, ed i valori

del Fattore di Amplificazione (Fa) calcolati e quelli soglia (di riferimento) forniti dalla regione Lombardia.

Lo spettro di norma da utilizzare in ogni sito, per ogni tipo di edificio è quello relativo al tipo di suolo riportato in tabella.

Linea	Vs ₃₀	Periodo (Tp)	Tipo di edificio	Suolo di fondazione	Fa calcolato	Fa riferimento
Ard-1	483	0.16	T=0.1-0.5 s	B	1.3	1.5
			T>0.5 s	B	1.1	1.7
Ard-2	292	0.39	T=0.1-0.5 s	C	1.5	1.9
			T>0.5 s	C	1.8	2.4
Ard-3	731	0.11	T=0.1-0.5 s	B	1.2	1.5
			T>0.5 s	B	1.0	1.7
Ard-4	780	0.08	T=0.1-0.5 s	B	1.3	1.5
			T>0.5 s	B	1.0	1.7

Tab. 2 – Vs₃₀, Terreno di Fondazione, Tp e Fa

Dott. Bruno Petrucci



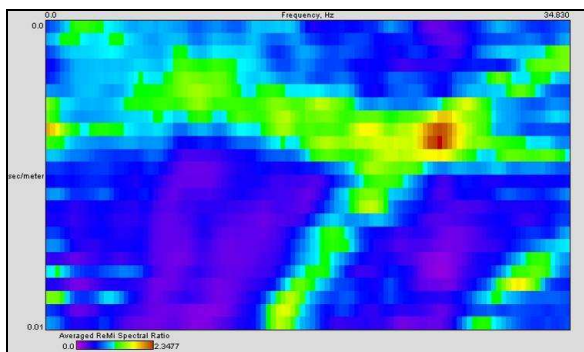


Fig. 1.1

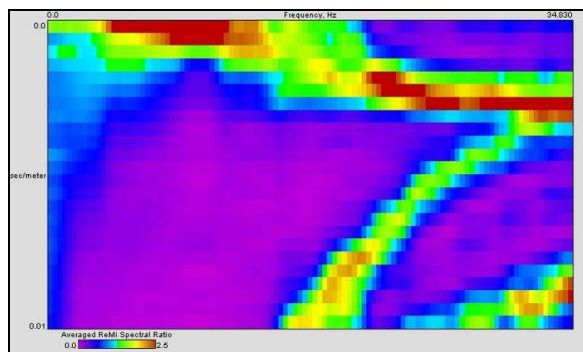


Fig. 1.3

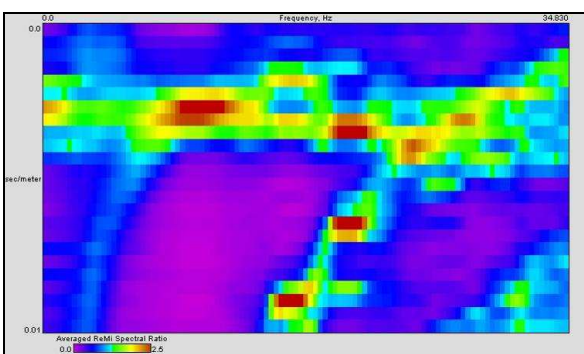


Fig. 1.2

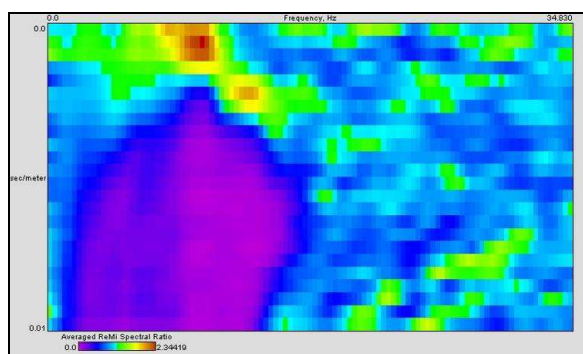


Fig. 1.4

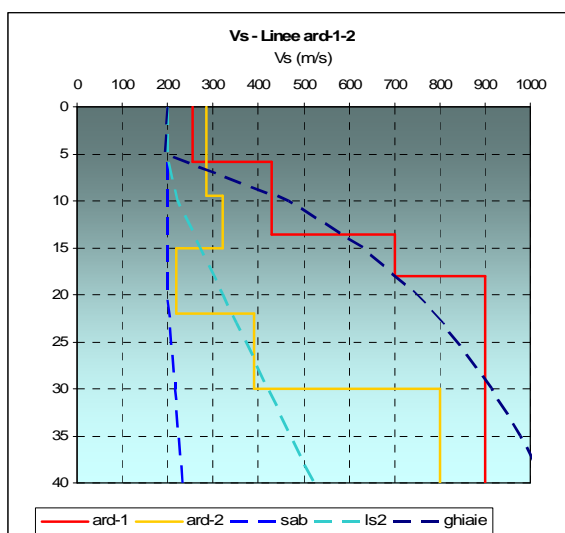


Fig. 2.1

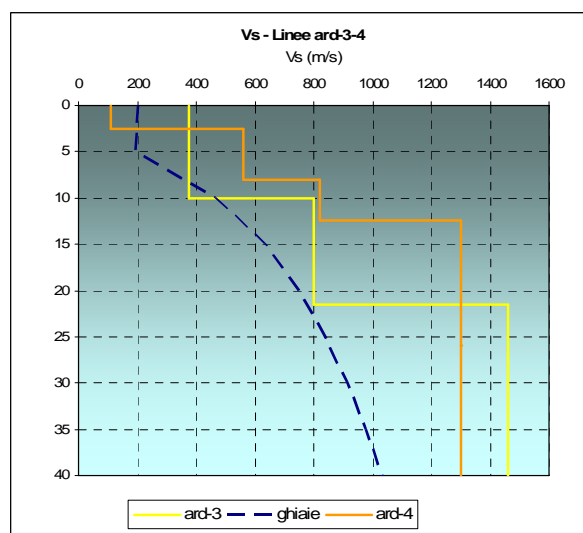


Fig. 2.2

