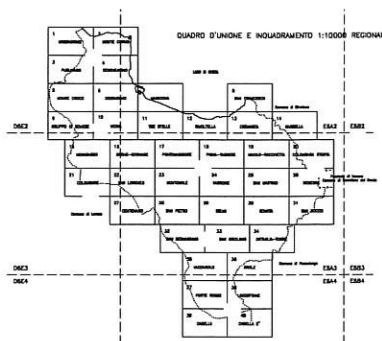


Provincia di Brescia
Comune di Desenzano del Garda



**COMPONENTE GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA
DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**
AI SENSI DELLA L.R. 12/05 E SECONDO LA D.G.R. 8/7374 DEL 28/05/2008



MICROZONAZIONE SISMICA

ai sensi degli "INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA"
(ICMS - Conferenza delle regioni e Province Autonome - Dipartimento della Protezione Civile, Roma,
Gruppo di Lavoro MS, 2008)

NI01 MOPS

**Cenni sui riferimenti normativi e la metodologia di lavoro
e**

**Nota illustrativa della "Carta delle Microzone
Omogenee in Prospettiva Sismica" (MOPS)
ai sensi degli ICMS**

Giugno 2012

Dott. Geol. ROSANNA LENTINI

**Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale
Dott. Geol. Rosanna Lentini**

Viale Michelangelo 40 - 25015 - Desenzano del Garda (BS)
tel. 030.9914222 fax 030.9140471 e.mail: studio.geologico@alice.it

INDICE

1.	PREMESSA – Riferimenti Normativi Specifici.....	2
	1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI RELATIVI ALLA SISMICITA' NELL'AMBITO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE LOMBARDA	3
	1.2 METODOLOGIA DI LAVORO	4
2.	NOTE ILLUSTRATIVE DELLA “CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) AI SENSI DEGLI ICMS”	8
	2.1 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE.....	9
	2.2 ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'	16
	2.3 FORME DI SUPERFICIE	32
3.	CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DERIVANTE DALL'APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO AI SENSI DEI CRITERI REGIONALI Brevi considerazione.....	32

1. PREMESSA – Riferimenti Normativi Specifici

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Desenzano del Garda (BS) (Determinazione Responsabile del Settore Urbanistica e Territorio n. 196 del 26.07.2011) è stato eseguito uno studio di Microzonazione Sismica ai sensi dell'Ord. P.C.M. 3907/2010 e s.m.i. e del Decreto P.C.M. Dipartimento Protezione Civile 10 Dicembre 2010.

Il presente studio, in adempimento all'O.P.C.M. 3907/2010, prevede la sperimentazione della procedura prevista dagli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS - Conferenza delle Regioni e Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 Vol. e DVD, Gruppo di Lavoro MS, 2008).

Il documento tecnico di riferimento (ICMS) riprende quasi integralmente i criteri in vigore in Regione Lombardia già dal 2005 (All.5 alla D.G.R. 8/1566/05 come modificata dalla D.G.R. 8/7374/08 e s.m.i.) pertanto il presente studio si configura come integrazione di quanto già elaborato nell'ambito del recente "Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica, e Sismica del Piano di Governo del Territorio ai sensi della L.R. 12/05 e secondo la D.G.R 8/7374 del 28/05/2008" (Dott. Geol. Geol. Rosanna Lentini, Agosto 2011).

Nelle Specifiche Tecniche "Criteri per la Realizzazione di Studi di Microzonazione sismica di cui all'Ordinanza P.C.M. n° 3907/2010 e s.m.i. e Decreto P.C.M. Dipartimento di Protezione Civile del 10/12/2010" (Allegate alla comunicazione del Maggio 2011 della Regione Lombardia Dir. Gen. Territorio e Urbanistica – Tutela e Valorizzazione del Territorio- Pianificazione e Programmazione di Bacino e Locale – Ref. Dott. Geol. Francesca De Cesare) viene pertanto richiesta l'applicazione dei Livelli 1 e 2 dei Criteri Regionali Lombardi e del livello 1 previsto dagli ICMS.

In particolare viene richiesta come risultato finale dell'applicazione del 1° Livello degli ICMS la realizzazione della "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)".

Per tutto quanto concerne l'applicazione del 1° e 2° livello dei Criteri Regionali si rimanda quindi alla Relazione di "Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Desenzano del Garda secondo i criteri ed indirizzi dell'art.57 della L.R. 11 Marzo 2005 n°12" (Doc. di Piano A01 SG) ed agli specifici allegati (A02 SG → Dati Sismostratigrafici; A03 SG → Dati Sismostratigrafici eseguiti in precedenti indagini nel Comune di Desenzano; T10 SG → Carta di Pericolosità Sismica Locale)

Per semplificare la fruibilità del presente documento da parte degli Enti preposti all'applicazione dell'Ord. P.C.M. 3907/2010 e s.m.i. si provvederà ad allegare alla documentazione da consegnare alla Regione Lombardia, estratti del Documento di Piano di interesse ai fini del presente studio di Microzonazione Sismica.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI RELATIVI ALLA SISMICITA' NELL'AMBITO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE LOMBARDA

La pubblicazione della **L.R. 12/05** e delle più recenti direttive attuative (**D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008** e **D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011** e s.m.i. - Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T., in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n.12") introduce, rispetto alla precedente **L.R. 41/97** ed alle relative direttive della **D.G.R. 7/6645 del 29/10/2001**, ma anche rispetto alle prime direttive della **D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005** emanate già in attuazione dell'art. 57, comma 1 della L.R. 11 marzo 2005, n.12, importanti innovazioni in fatto di redazione degli studi geologici e in particolare riguardo all'analisi della componente sismica ed alla cartografia di vincolo e di fattibilità.

L'**Ordinanza n° 3274 del 20/03/03** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica", ha di fatto modificato la classificazione sismica del territorio nazionale.

L'Ordinanza richiede alle Regioni di eseguire la valutazione di a_g sul proprio territorio e quindi di assegnare ogni area ad una delle zone della nuova classificazione. La Regione Lombardia con **D.G.R. 7/14964 del 7/11/03** ha fornito alcune disposizioni preliminari per l'attuazione dell'Ord. 3274/2003, confermandone la classificazione dei territori comunali lombardi e prescrivendo l'adeguamento alle norme tecniche allegate.

In particolare il Comune di Desenzano del Garda, precedentemente non classificato in alcuna categoria sismica, è stato incluso in zona sismica 3 come individuato dall'Allegato A della stessa Ordinanza e dall'Allegato A della D.G.R. n° 7/14964 del 7/11/03.

Già l'**Ordinanza P.C.M. n° 3519 del 27/04/06** fornisce una revisione dei valori di a_g sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di Desenzano del Garda in zona sismica 2 ed in particolare nella sottozona caratterizzata da valori di a_g compresi tra 0.150 e 0.175 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Il nuovo **Testo Unico** per l'edilizia definisce, con **D.M. del 14/09/05** e con le **successive modifiche e revisione del D.M. 14/01/2008**, le "Norme Tecniche per le costruzioni".

Con l'entrata in vigore definitiva delle nuove Norme Tecniche (a partire dal 01/07/2009) è divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica 1, 2 e 3. Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (**D.M. 14/01/2008**) sono state, di fatto, adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione amministrativa. La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008 e nella D.G.R. n°9/2616 del 30/11/2011 e s.m.i. (punto 1.4.3) che "*la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria*" e specifica altresì che "*ai sensi del D.M. 14/01/2008, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'All. B al citato D.M.*". Ai fini della pianificazione territoriale si dovrà quindi tenere conto della classificazione riportata nella O.P.C.M. 3274 del 2003.

1.2 METODOLOGIA DI LAVORO

Il presente studio sperimentale di microzonazione sismica, si configura quale integrazione della *Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Desenzano del Garda, secondo i criteri ed indirizzi dell'art.57 della L.R. 11 Marzo 2005 n°12*" predisposta dalla scrivente nell'Agosto 2011, facente parte del Documento di Piano del PGT già adottato ed attualmente in via di approvazione. L'integrazione riguarda la Fase di Analisi limitatamente alla Componente Sismica.

Lo studio è stato pertanto eseguito applicando le procedure indicate nelle Specifiche Tecniche "Criteri per la Realizzazione di Studi di Microzonazione sismica di cui all'Ordinanza P.C.M. n° 3907/2010 e s.m.i. e Decreto P.C.M. Dipartimento di Protezione Civile del 10/12/2010" (Allegate alla comunicazione del Maggio 2011 della Regione Lombardia Dir. Gen. Territorio e Urbanistica – Tutela e Valorizzazione del Territorio- Pianificazione e Programmazione di Bacino e Locale – Ref. Dott. Geol. Francesca De Cesare).

In adempimento a tali specifiche tecniche si è verificato che taluni aspetti delle procedure richieste risultavano già sviluppate nello studio della "Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT" dell'Agosto 2011; altre tematiche sono state, al contrario, elaborate in maniera originale per il presente studio di Microzonazione Sismica.

Nella relazione di "Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Desenzano del Garda secondo i criteri ed indirizzi dell'art.57 della L.R. 11 Marzo 2005 n°12" (**Doc. di Piano A01 SG**) è stata predisposta, in primo luogo, la **Fase di Analisi del Rischio Sismico** applicando le procedure indicate nella D.G.R. n°8/7374 del 28/05/08, ed in particolare secondo quanto prescritto dall'All. 5 "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia, finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio".

E' stata pertanto valutata la risposta sismica locale in relazione alle condizioni geologiche e geomorfologiche riconosciute che possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base dell'area. Si è quindi proceduto all'analisi della sismicità del territorio ed alla redazione della "**Carta della pericolosità sismica locale**" (**Doc. di Piano T10 SG - scala 1:4.000**), applicando la procedura di 1° livello, secondo le metodologie indicate nell'allegato 5 della D.G.R. n. 8/7374 del 28/05/2008.

Successivamente è stata applicata, laddove necessario, la procedura di 2° livello richiesta dalla normativa regionale.

Per la caratterizzazione semiquantitativa degli **effetti di amplificazione litologica** degli eventi sismici attesi, secondo le metodologie indicate per l'analisi di 2° livello. Per la definizione di un modello geofisico e geotecnico affidabile, in accordo con quanto prescritto dall'All. 5 della D.G.R. 8/7374, già nel corso dello studio dell'Agosto 2011, l'andamento delle onde Vs lungo la verticale, è stato determinato mediante l'esecuzione di **n° 6 stendimenti di sismica multicanale con registrazione delle onde superficiali**, comprese quelle a bassa frequenza, ed elaborazione dei dati secondo la **procedura tipo MASW (Doc. di Piano A01 SG)**. Gli stendimenti sismici sono stati ubicati entro il territorio comunale, in modo da caratterizzare l'ambito fluvio-glaciale Z1a (Linee sismiche 4-5-6) e l'ambito morenico Z1c (Linee sismiche 1-2-3). Nell'ubicazione delle linee si è tenuto conto della possibile ubicazione

di aree di maggiore interesse ai fini della pianificazione urbanistica, in adempimento a quanto richiesto dalla normativa. Nell'allegato al **Doc. di Piano A02 SG** vengono riportati le procedure ed i risultati relativi ai sei stendimenti sismici predisposti in comune di Desenzano del Garda, nonché alcuni cenni metodologici rispetto alle tecniche di acquisizione ed elaborazione dei dati sismici. In aggiunta sono stati utilizzati i dati relativi a **n. 28 stendimenti sismici** acquisiti dallo Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale della scrivente e dal Dott. Geol. Damiano Scalvini, tra il 2009 ed il 2011, con la medesima metodologia e strumentazione, distribuiti sul territorio desenzanese (**Doc. di Piano A03 SG**). Sono inoltre stati analizzati per il presente studio di microzonazione sismica **n. 15 stendimenti sismici** acquisiti dallo Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale della scrivente e dal Dott. Geol. Damiano Scalvini successivamente all'Agosto 2011, sempre con la medesima metodologia e strumentazione, distribuiti sul territorio desenzanese (**Doc. di Piano A01 MOPS**).

La valutazione degli **effetti di amplificazione dovuti alla morfologia** è stata eseguita mediante l'applicazione delle procedure indicate nell'All.5 della D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008. Per la delimitazione delle aree di pericolosità sismica relative a zone di cresta e/o cocuzzolo (scenario Z3b) e di ciglio $H > 10$ m (scenari Z3a), sono state eseguite **n°72 sezioni topografiche**, ortogonali ai versanti ed agli elementi morfologici riconosciuti (**Doc. di Piano T11a,b SG** → "Sezioni di analisi degli effetti morfologici di amplificazione sismica"). E' stata così predisposta la "Carta d'individuazione delle aree di amplificazione topografica" (Doc. di Piano T12 SG - scala 1:10.000) in cui sono perimetrate le aree con valori di F_a di sito omogenei. I risultati relativi ai fattori di amplificazione litologica e topografica così elaborati hanno consentito di predisporre, nell'ambito del presente studio di Microzonazione Sismica, la "**Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dall'Applicazione del livello 2 ai sensi dei criteri regionali**" (**Doc. di Piano T 03 MOPS – Scala 1:5.000**).

Per quanto concerne le problematiche relative alla Fase di Analisi delle componenti geologico-geotecniche e geomorfologiche nello studio della "Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT" dell'Agosto 2011, tenendo conto che le nuove direttive non comportano sostanziali modifiche metodologiche, si è mantenuto come riferimento la Relazione dello "*Studio Geologico del Territorio Comunale di Desenzano del Garda*" (Dott. Geol. G. Crestana, Dott. Geol. Laura Ziliani, Dott. Geol. R. Lentini – Agosto 2004) (**Doc. di Piano A04 SG**) ed in particolare le relative tavole tematiche (**Doc. di Piano A06 SG – Tav. 1** → "**Carta geolitologica e geomorfologica con indicazioni di prima caratterizzazione geotecnica**" - scala 1: 5.000). Le limitate modifiche dell'assetto geomorfologico, rilevate nel 2011 sul territorio hanno avuto riscontro nell'aggiornamento del quadro di dissesto e delle corrispondenti classi di pericolosità e quindi nella predisposizione di una nuova "**Carta del dissesto con legenda uniformata PAI**" (**Doc. di Piano Tav. T16 SG**).

Per la caratterizzazione geologico-geotecnica i dati aggiuntivi analizzati per il presente studio di Microzonazione Sismica hanno di fatto confermato quanto già riportato nelle Tavv.1 – A06 SG del Doc. di Piano ; si ritiene pertanto che esse soddisfino le caratteristiche richieste per la predisposizione della Carta Geologico-Tecnica ai sensi degli ICMS e dei Criteri Regionali.

I numerosi dati (**778 punti d’indagine**) derivanti dalle indagini geognostiche e dagli studi geologici eseguiti dalla scrivente, dal Dott. Geol. Giorgio Crestana e dal Dott. Geol. Damiano Scalvini a partire dal 1997 e fino al Giugno 2012, hanno altresì permesso la stesura della **Carta delle Indagini ai sensi degli ICMS (Doc. di Piano T01 MOPS scala 1:10.000)**. Per la consultazione dei dati geognostici si fa riferimento al *data base* allegato.

Il punto di arrivo del presente studio è quindi la predisposizione della **“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS” (Doc. di Piano T 02A MOPS e T02B MOPS - scala 1:5.000)** e della relativa **Nota Illustrativa (Doc. di Piano NI 01 MOPS)**.

L’ottima copertura dei dati geofisici e geotecnici ha permesso di individuare nella “Tav. T02 MOPS del Doc. di Piano” numerose e piuttosto dettagliate **“sezioni stratigrafiche tipo”** che caratterizzano le “Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” ed a cui sono stati correlati elementi geologici (ambiente deposizionale dei terreni di copertura), litologici (denominazione litologica prevalente dei terreni di copertura) e geotecnici (grado di consistenza o di addensamento dei terreni di copertura).

E’ stata infine predisposta la **“Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dall’applicazione del 2° livello ai sensi dei criteri regionali” lombardi (Doc. di Piano T03 MOPS)**, nella quale si è cercato di evidenziare aree con valori di F_a , o intervalli di valori di F_a , omogenei; nell’operare i raggruppamenti si è tenuto conto dei valori di soglia normativi previsti per le varie categorie di sottosuolo, in modo da poter eseguire una valutazione rispetto alla “cautela” rappresentata dall’applicazione della normativa sismica vigente.

Elaborati tecnici di nuova predisposizione (Giugno 2012)

NI 01 MOPS	Cenni sui riferimenti normativi e la metodologia di lavoro e Nota Illustrativa dello studio di Microzonazione Sismica e della “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS”
A01 MOPS	Dati Sismostratigrafici acquisiti nel Comune di Desenzano successivamente all’Agosto 2011
DB 01 MOPS	Data base con Shape file

Tavole cartografiche di nuova elaborazione (Giugno 2012)

T01 (a,b,c,d) MOPS	Carta delle Indagini ai sensi degli ICMS (scala 1:5.000)
T02A MOPS	Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS (scala 1:10.000)
T02B MOPS	Sezioni Geolitologiche
T03 MOPS	Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dall’applicazione del 2° livello ai sensi dei criteri regionali (scala 1:10.000)

Estratti dallo Studio Geologico di "Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio secondo i criteri ed indirizzi dell'art.57 della L.R. 11 Marzo 2005 n°12" (Dott. Geol. Rosanna Lentini - Agosto 2011)

A01 SG	Relazione di "Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio secondo i criteri ed indirizzi dell'art.57 della L.R. 11 Marzo 2005 n°12" (Estratto)
A02 SG	Dati Sismostratigrafici
A03 SG	Dati Sismostratigrafici eseguiti in precedenti indagini nel Comune di Desenzano
T10 SG	Carta di Pericolosità Sismica Locale (scala 1: 4.000)
T11 a/b SG	Sezioni di Analisi degli Effetti Morfologici di Amplificazione Sismica
T12 a/b SG	Carta di Individuazione delle aree di Amplificazione Topografica (Scala 1: 10.000)
T16 SG	Carta del dissesto con legenda uniformata PAI (Scala 1:10.000)

Estratti dallo "Studio Geologico del territorio comunale di Desenzano del Garda eseguito secondo i criteri ed indirizzi della L.R. n° 41/97 ai sensi della D.G.R. n° 7/6645 del 29/10/2001" (Dott. Geol. G.Crestana – Dott. Geol. Laura Ziliani - Dott. Geol. R. Lentini, Agosto 2004)

A04 SG	Relazione dello "Studio Geologico del Territorio Comunale di Desenzano del Garda", Dott. Geol. G. Crestana – Dott. Geol. Laura Ziliani - Dott. Geol. R. Lentini – Agosto 2004 (Estratto)
A06 SG - Tav.1 (1,2,3)	Carta geolitologica e geomorfologica con indicazioni di prima caratterizzazione geotecnica (scala 1: 5.000)

2. NOTE ILLUSTRATIVE DELLA “CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) AI SENSI DEGLI ICMS”

Per l'intero territorio comunale di Desenzano del Garda, in adempimento all'O.P.C.M. 3907/2010, è stata applicata, in via sperimentale, la procedura prevista dagli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica” (ICMS - Conferenza delle Regioni e Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 Vol. e DVD, Gruppo di Lavoro MS, 2008).

In particolare è stato applicato il 1° Livello di analisi che ha come risultato conclusivo la realizzazione della “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (Doc. di Piano T02 MOPS – Scala 1:10.000)

La procedura si prefigge di classificare il territorio in funzione delle condizioni locali che possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti di cui si deve tener conto nella valutazione della pericolosità sismica di un'area. Gli effetti indotti da particolari condizioni geologico-morfologiche sono infatti in grado di produrre danni diversificati su fabbricati con caratteristiche analoghe, entro zone anche ravvicinate (fino a poche decine di m). In tali situazioni si possono verificare fenomeni di focalizzazione dell'energia sismica incidente, con esaltazione delle ampiezze delle onde, fenomeni di riflessione multipla con variazione delle ampiezze delle vibrazioni e delle frequenze del moto.

Tutto il territorio comunale, in relazione alla presenza continua di coperture sedimentarie, è stato inserito entro “**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**”; in adempimento alla procedura e tenuto conto delle caratteristiche riscontrate sul territorio desenzanese sono state riconosciute anche “**Forme di superficie**” e “**Zone suscettibili di instabilità**”

Al fine di definire le zone e le forme richieste si è tenuto conto di tutti i dati raccolti ed in particolare dei risultati delle indagini geognostiche e sismiche e dei rilievi geologici e geomorfologici eseguiti.

Un'esemplificazione di questi dati è fornita nella “**Carta delle Indagini**” (Doc. di Piano T 01 MOPS – scala 1:5.000), nella “**Carta geolitologica e geomorfologica con indicazioni di prima caratterizzazione geotecnica**” (scala 1: 5.000 - Doc. di Piano A06 SG - Tav.1/1,2,3) e nella “**Carta del Dissesto con Legenda uniformata PAI**” (scala 1: 10.000 - Doc. di Piano T16 SG). Si rimanda altresì alle Relazioni Geologiche in allegato (Doc. di Piano A01 SG e A04 SG) per quanto concerne la dettagliata descrizione dei fenomeni geomorfologici riconosciuti; per la consultazione dei dati geognostici si fa riferimento al *data base* in allegato al presente studio (Doc. di Piano DB 01 MOPS). I dati sismici sono rappresentati negli appositi allegati (Doc. di Piano A01 MOPS, A02 SG, A03 SG).

I risultati dell'analisi di 1° Livello ICMS sono stati riportati nella “**Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ai sensi degli ICMS**” (Doc. di Piano T02A MOPS), di seguito richiamata sinteticamente come Carta MOPS. Nella Carta MOPS sono state inserite anche alcune **sezioni geolitologiche** (Doc. di Piano T02B MOPS) esemplificative del territorio studiato riguardo i rapporti tra le unità litologiche riconosciute e la loro natura; essa sono state tracciate in modo da evidenziare le caratteristiche di tutti gli ambiti geologici di riferimento e da sfruttare i dati derivanti dalle stratigrafie dei pozzi.

Sono state inoltre utilizzate le sezioni morfologiche elaborate per l'analisi del rischio sismico di 1° e 2° Livello ai sensi dei Criteri Regionali, per evidenziare le forme di superficie significative anche ai fini dell'analisi di 1° livello ai sensi degli ICMS (Doc. di Piano T11 a/b SG); la traccia delle sezioni morfologiche è riportata nella "Carta di Individuazione delle aree di Amplificazione Topografica (Scala 1: 10.000 Doc. di piano T12 SG).

Si descrivono di seguito le caratteristiche principali di ciascuna zona omogenea e delle forme riconosciute.

2.1 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

2.1.1 Inquadramento geologico-stratigrafico, idrogeologico e geotecnico del territorio

Il territorio comunale di Desenzano del Garda occupa una superficie complessiva di circa 64 km² e si trova nella zona occidentale del Basso Garda, nella Lombardia Orientale.

Il limite settentrionale del territorio di Desenzano è rappresentato dalla linea di costa del Lago di Garda; i territori comunali contermini della Provincia di Brescia sono Lonato verso ovest e sud, Pozzolengo verso sud e limitatamente verso est, Sirmione verso est. Il limite comunale verso est comprende una parte confinante con il comune di Peschiera del Garda (Regione Veneto).

Il paesaggio è tipico dell'ambiente collinare morenico con quote che vanno dal livello del lago (65 m s.l.m.) ai 170 m s.l.m. di Monte Lungo che rappresenta il rilievo altimetricamente più elevato.

Nell'ambito del territorio comunale può essere individuata una zona densamente urbanizzata a ridosso della linea di costa, estesa ormai con continuità tra i nuclei storici degli abitati di Desenzano e Rivoltella, un tempo separati. Verso l'entroterra si contrappone il paesaggio rurale in cui prevalgono gli spazi destinati principalmente all'agricoltura ed in cui sono inseriti i piccoli nuclei abitati delle frazioni di S. Pietro, Montonale e Vaccarolo. D'altra parte si registra una crescita urbanistica accentuata presso altre località poste nell'entroterra. La frazione di San Martino della Battaglia ha avuto un notevole sviluppo caratterizzato da nuove aree residenziali ed artigianali.

L'area di maggiore concentrazione di attività industriali artigianali e commerciali è ubicata nella zona che dalla località Menasasso, in prossimità del casello autostradale di Desenzano, si estende fino alla località Colombare di Castiglione articolandosi lungo un esteso settore che segue la S.S. n.567 per Castiglione delle Stiviere (MN).

A Sud del viadotto ferroviario la recente espansione residenziale di Desenzano ha raggiunto con continuità la località Le Grezze.

Il territorio è solcato da numerose strutture di viabilità, tra cui alcune di primaria importanza (Linea ferroviaria MI-VE ed Autostrada A4 MI-VE, S.S. 11 Padana Superiore, S.S. 567 e S.S. 572) ed altre in corso di trasformazione e di completamento in relazione alle moderne esigenze del traffico stradale. E' attuale in fase di progettazione esecutiva il nuovo tracciato ferroviario della linea ad Alta Velocità – Tratta Milano-Venezia, il cui andamento segue il tracciato

autostradale esistente. Per quest'opera sono previsti in territorio comunale d'interesse, un tratto in galleria naturale, uno in galleria artificiale ed un restante tratto su rilevato.

La **successione stratigrafica** delle unità presenti nel territorio in oggetto è rappresentata da terreni riferibili al Quaternario a partire dal Pleistocene che possono essere così schematizzati (dai più antichi ai più recenti):

Depositi morenici (Unità di Solferino – Pleistocene Sup.)

Depositi Glaciali / Morenici di cordone (Mc)

I depositi morenici di cordone formano l'ossatura delle cerchie moreniche delineando per le avanzate delle masse glaciali i fronti di massima espansione in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali glaciali.

Sono costituiti da depositi generalmente grossolani in cui lo scheletro granulare, rappresentato da ghiaie e sabbie, di norma prevale sulla matrice fine sabbioso-limosa. Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti con dimensioni fino a vari m³.

Nell'ambito del complesso modello deposizionale morenico sono previste eterogeneità litologiche con variazioni nel contenuto di frazione fine che risultano talora molto accentuate anche in zone contigue. Così si possono ritrovare settori con litologia più francamente limoso-sabbiosa prevalente sullo scheletro granulare. In questi casi i depositi morenici assumono tipica colorazione grigia (più argillosa) o color ocra-nocciola (più limosa).

Questi depositi appaiono organizzati in cordoni morenici per lo più discontinui raggruppabili in cerchie principali disposte in genere ad andamento arcuato o più raramente rettilineo.

Le cerchie più elevate in altitudine sono disposte nella porzione occidentale del territorio desenzanese (Monte Corno, Monte Croce, Monte Alto, ecc.) mentre verso S si hanno cerchie più discontinue che raggiungono un'altitudine minore (S. Pietro, Vaccarolo e S. Martino della Battaglia).

Depositi morenici di ritiro. (Mr)

Segnano le fasi di ritiro delle masse glaciali in corrispondenza delle quali la deposizione delle morene poteva assumere una certa omogeneità.

Le morene di ritiro, quando presenti, sono poste di norma immediatamente a tergo dei cordoni morenici come nella zona di S. Martino della Battaglia.

Sono pertanto rappresentate da depositi eterogenei in cui lo scheletro grossolano costituito da ghiaie e ciottoli non sempre prevale sulla matrice fine sabbioso-limosa, in cui risultano dispersi frequentemente anche grossi trovanti con dimensioni fino a vari m³.

Si possono avere forti eterogeneità litologiche con variazioni in percentuale della frazione fine, talora molto accentuate anche in zone contigue.

In generale l'abbondanza della matrice argillosa può conferire a questi depositi una tipica colorazione grigia, mentre un colore ocra-nocciola contraddistingue di norma materiali con maggior presenza di limo.

Depositi morenici di fondo. (Mf)

Si dispongono nel territorio desenzanese orientale e sudorientale estendendosi nell'entroterra da Montonale e San Martino in direzione del lago e raccordandosi quindi con la fascia costiera mediante un'ampia zona pianeggiante.

Sono costituiti da potenti successioni di materiali in prevalenza di colore grigio o grigio azzurro, essenzialmente limoso-argillosi, con scarsa frazione sabbioso-ghiaiosa.

In prossimità della zona perilacustre si possono avere zone caratterizzate da depositi fini di origine lacustre accumulati in conche residue in conseguenza dello spostamento della linea di riva del lago. In alcuni casi le recenti interpretazioni stratigrafiche hanno attribuito alcune delle piane orientali alle alluvioni oloceniche dell'Unità di Loamy (E2). Si ritiene tuttavia che sebbene rielaborati dai corsi d'acqua olocenici i depositi siano da attribuire alla morena di fondo.

Depositi fluvioglaciali (Fg) (Unità di Solferino – Pleistocene sup.)

Depositi fluvioglaciali grossolani (ghiaie e sabbie)

Occupano gli estesi settori pianeggianti occidentali ad andamento talora meandriforme, compresi entro i cordoni morenici più elevati.

Sono contraddistinti da materiali grossolani di norma in potenti sequenze, essenzialmente ghiaioso-sabbiose in cui è stata operata una selezione granulometrica dall'ambiente alluvionale.

Talora possono comparire lenti o tasche di sequenze più fini sabbioso-limose collegate a diminuzioni di energia dell'ambiente alluvionale.

Depositi fluvioglaciali medio grossolani passanti a fini (ghiaie passanti in profondità a limi argillosi)

Si tratta di depositi ghiaioso-sabbiosi di spessore esiguo (pochi metri) passanti in profondità a limi o limi sabbiosi. L'ambiente di deposizione, condizionato da brusche variazioni di energia, ha determinato nette variazioni litologiche in senso verticale.

Sono distribuiti lungo i settori pianeggianti estesi ad est di S. Pietro in direzione di Vaccarolo e Fiocazzola. Presso queste località si raccordano con la piana della Fossa Redone (Pozzolengo).

Rappresentano i depositi di tracimazione dei corsi d'acqua fluvioglaciali delle cerchie occidentali costituendone talora la prosecuzione, come per la piana del Lavagnone.

Possono rientrare in questa classe, date le medesime caratteristiche litologiche, anche i depositi fluvioglaciali della piana del Cimitero di Desenzano e della fascia perilacustre estesa tra Desenzano e Rivoltella in cui gli stessi depositi possono avere subito localmente un certo rimaneggiamento ad opera del lago.

Depositi fluvioglaciali fini di bassa energia (limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia)

Occupano un ampio settore pianeggiante esteso immediatamente a S del cordone morenico della ferrovia e settori pianeggianti minori presso i fianchi delle alture di Montonale.

Sono rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia.

Depositi fluvioglaciali parzialmente ripresi dai corsi d'acqua olocenici (limi e limi sabbiosi passanti in profondità a limi argillosi)

Occupano i settori più depressi di alcune piane fluvioglaciali, più antiche, sulle quali si instaurò il deflusso dei corsi d'acqua olocenici. Si tratta di depositi per lo più di bassa energia, limoso-sabbiosi con spessori variabili, di norma ridotti come nella piana di Vallio-Massadrino-Meregatta ed in corrispondenza della fascia adiacente all'alveo della Fossa Redone.

Nella piana del viadotto ferroviario originata congiuntamente dal Rio Pescara e dal Rio Freddo gli spessori di questi materiali risultano superiori.

Depositi torbosi (Dt) (Olocene)

Sono presenti in corrispondenza di alcuni stagni presso località Porte Rosse e Lavagnone, dove peraltro sono presenti residui accumuli di torbe, un tempo oggetto di sfruttamento e commercializzazione.

Localmente si possono avere terreni scuri con presenza di frazione torbosa anche in altre aree depresse topograficamente, in adiacenza di stagni e alvei di corsi d'acqua. Non sempre sono stati cartografati data la loro estensione spesso limitata.

Depositi costieri lacustri (Dl) (Olocene)

Sono distribuiti in corrispondenza della fascia perilacustre orientale del territorio desenzanese e contraddistinguono un livello di innalzamento del lago. Sono rappresentati da limi e limi sabbiosi.

Gli stessi materiali sono distribuiti diffusamente sui fondali del lago nella zona posta in corrispondenza della linea di riva, a valle dell'ambiente deposizionale di spiaggia.

Parte del centro storico di Desenzano (Via Roma, Piazza Malvezzi, Piazza Matteotti, Imbarcadere, Lungolago, Maratona) è stato ottenuto mediante successivi interventi di ricarica.

I materiali di riporto accumulati al disopra di questi depositi secondo un'antica tecnica di consolidamento, diffusa anche in altri centri rivieraschi del Garda in contesti litologici e morfologici simili, ha permesso l'arretramento della linea di riva del lago.

Depositi costieri recenti ed attuali (Dc) (Olocene)

Sono rappresentati da depositi grossolani recenti ed attuali ghiaioso-sabbiosi distribuiti discontinuamente in adiacenza alla linea di costa dove danno origine alle zone di spiaggia.

La realizzazione di opere portuali o dighe foranee o scogliere ha consentito la deposizione recente di corpi minori presenti in vari punti dei litorali.

Materiali di riporto (R)

Si tratta di materiali di riporto inerti, eterogenei, accumulati per lo più sul territorio per la realizzazione dei rilevati delle vie di comunicazione principali e secondarie o in prossimità di aree edificate.

Come avanti accennato l'intero nucleo storico di Desenzano antistante la linea di riva risulta

appoggiare su uno strato di materiali di riporto grossolani (per lo più pietrame e grossi massi) con i quali è stata ottenuta una bonifica dei terreni di fondazione un tempo presenti.

Interventi di regolarizzazione della topografia sono stati realizzati diffusamente sul territorio mediante l'utilizzo di materiali di riporto.

La **struttura idrogeologica** del territorio in esame è rappresentata da acquiferi superficiali, cui corrispondono falde sospese circolanti nei depositi morenici, talora a scarsa profondità dal p.c., alimentate dalle precipitazioni meteoriche, con debole grado di artesianesimo e con direzione di flusso da monte verso valle. Si tratta di livelli idrici discontinui, la cui produttività è in ogni caso modesta. Questi acquiferi trovano circolazione entro livelli litologicamente grossolani, confinati in sequenze litologiche argillose e argilloso-limose semipermeabili o impermeabili e possono determinare emergenze idriche, quali venute sorgentizie perlopiù di modesta entità.

Nelle piane e depressioni intermoreniche può essere presente, a scarsa profondità dal p.c., la falda superficiale che permea i depositi sabbioso-limosi e/o sabbioso-ghiaiosi, limitati alla base dal substrato morenico poco permeabile. Questi acquiferi sono alimentati dalle precipitazioni meteoriche e dalle acque provenienti dalle falde sospese circolanti entro i depositi morenici presenti nei rilievi collinari. Gli acquiferi freatici presentano di norma un andamento discontinuo, possedendo maggiore potenzialità solo nelle piane maggiormente estese. La soggiacenza risulta variabile, in relazione soprattutto allo spessore dei depositi. Il deflusso sotterraneo della falda freatica segue in generale un debole gradiente topografico in direzione degli elementi idrografici drenanti. Il livello piezometrico subisce naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità.

Al contrario le falde cui attingono i pozzi produttivi della zona sono poste a profondità elevate e risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche. Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti falde profonde confinate o semiconfinate che rappresentano gli acquiferi più sviluppati e di maggiore produttività nell'area del Basso Garda. I sistemi acquiferi multistrato risultano separati tra loro da intervalli argilloso-limosi ripartitori (*aquitard*). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

Dalle unità litologiche è stata derivata una **caratterizzazione geotecnica** alla quale hanno concorso i numerosi dati derivanti da indagini di carattere geologico effettuate già a partire dal 1998 sul territorio comunale (vedi Carta delle Indagini – Doc. di Piano T01 MOPS). La buona copertura degli stessi dati ha poi permesso una correlazione per terreni ed aree omologhe.

Operando, dove possibile, una distinzione nell'ambito della stessa classe geolitologica si è pervenuti ad una stima di massima delle proprietà geotecniche. Le unità litologiche presenti sono state suddivise nella "Carta Geolitologica e geomorfologica con indicazioni di prima caratterizzazione geotecnica" (Doc. di Piano A06 SG – Tav. 1) in aree contraddistinte da sigle in cui viene riassunta la natura del terreno e una valutazione di massima delle caratteristiche geotecniche, tenendo conto della loro variabilità in conseguenza della spiccata eterogeneità litologica che le contraddistingue. Si è quindi operata una suddivisione nella caratterizzazione

delle proprietà di resistenza dove era possibile verificare situazioni di variabilità dei terreni in tal senso.

Da un punto di vista geotecnico si è anche tenuto conto dell'influenza che i fenomeni di circolazione idrica possono avere sul decadimento delle proprietà di resistenza dei terreni. Si è pertanto presa in considerazione l'influenza delle modalità della circolazione idrica nei terreni per i primi metri di profondità. Per i depositi costieri non vengono definiti i parametri geotecnici in relazione al loro continuo rimaneggiamento e all'esiguità degli spessori esistenti.

Ai materiali di riporto, tendenzialmente poco idonei come terreni di fondazione per la loro natura spiccatamente eterogenea e per il rimaneggiamento, sono sempre assegnate caratteristiche geotecniche scadenti o molto scadenti.

2.1.2 Descrizione delle “Zone stabili suscettibili di amplificazione locali”

Gli **effetti di amplificazione sismica locale o di sito** sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al *bedrock*, può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Gli effetti di **amplificazione litologiche** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche. Tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Ricadendo tutto il territorio di Desenzano del Garda entro “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” si è operata una differenziazione principalmente in base alle differenze litologiche e geotecniche riscontrate entro i primi 10-20 m di profondità dal p.c. correlate alla collocazione entro gli “ambiti deposizionali dei terreni di copertura” riconosciuti sul territorio ed alla locale presenza di materiali di riporto/terreni rimaneggiati.

In particolare nella Carta MOPS (Doc. di Piano T02A MOPS) sono state distinte **n° 30 zone con successioni stratigrafiche/geotecniche peculiari dell'ambito geologico di riferimento** (zone da 1 a 30) e **n° 1 zona ubiquitaria** rispetto all'ambito geologico ma con presenza nei primi metri dal p.c. di materiali di riporto (zona 32) di spessore significativo, cui seguono in profondità i depositi caratteristici della zona di riferimento. Le sezioni geolitologiche (**Doc. di Piano T02B MOPS**) esemplificano i rapporti tra le unità riconosciute; per facilità di lettura sono state segnalate lungo il tracciato le “zone MOPS” attraversate.

La gran parte del territorio comunale afferisce ai rilievi collinari, più o meno pronunciati, che costituiscono l'anfiteatro morenico gardesano. L'ambito riferibile in generale ai **depositi glaciali/morenici di cordone** presenta in ogni caso una marcata variabilità geologico-geotecnica ed è stato rappresentato mediante l'identificazione di 11 zone omogenee (Zone 8, 9, 10, 11, 16, 19, 20, 21, 25, 30).

In particolare all'ambito più francamente di cordone morenico sono riferibili la porzione occidentale e meridionale del territorio comunale (Zone 11, 16, 19, 20, 21, 30), laddove la

successione stratigrafica, seppure caratterizzata da una marcata variabilità litologica, evidenzia già a scarsa profondità dal p.c la presenza di terreni a grado di addensamento/consistenza per lo più elevato.

Localmente la successione stratigrafica mostra caratteristiche peculiari che si correlano alla presenza superficiale di depositi di “contatto glaciale” e/o “glaciolacustri/depressione intermorenica”, sovrapposti ai depositi glaciali s.s. In particolare si segnala un’area interna al centro abitato (area stazione ferroviaria) con presenza di terreni limoso-argilloso o limoso-sabbiosi da mediamente addensati ad addensati e argilloso-limosi mediamente consistenti, con spessore complessivo fino ai 10 m (Zona 10). Lungo la porzione settentrionale della fascia costiera (Loc. Desenzanino-Vò) sono presenti terreni sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi scarsamente addensati, di spessore fino a circa 10 m, cui seguono terreni prevalentemente argillosi, mediamente consistenti, fino a circa 20-25 m di profondità (Zona 8 e 9). Lungo i bordi nord-orientale del cordone morenico di S. Pietro e sud-occidentali del rilievo collinare allugato tra il cimitero di Rivoltella e la Stazione Ferroviaria, si evidenzia la presenza di terreni prevalentemente limoso-sabbiosi mediamente addensati (Zona 25), fino ad un massimo di circa 10-12 m di profondità dal p.c.

Nella porzione orientale e sud-orientale del territorio comunale è stato riconosciuto un ampio settore riferibile a **depositi morenici di fondo/ritiro e depositi costieri e lacustri** (zone 1, 2, 3, 28) in cui la successione stratigrafica evidenzia in superficie uno spessore significativo (12-17 m) di sedimenti fini argilloso-limosi e sabbioso-limosi, per lo più da scarsamente addensamenti o scarsamente consistenti a mediamente addensati o mediamente consistenti, sovrapposti a depositi glaciali (morenici di cordone) anch’essi in prevalenza argillosi ed argilloso-limosi da mediamente addensati o mediamente consistenti a molto addensati o molto consistenti.

Nell’entroterra desenzanese interposti tra i rilievi collinari si riconoscono ambiti da pianeggianti a sub-pianeggianti presso cui affiorano i **depositi fluvioglaciali** (zone 4, 6, 7, 12, 13, 17, 18, 22, 23, 24, 26, 27, 29), sovrapposti ai depositi glaciali. Anche per i depositi fluvioglaciali è caratteristica una marcata variabilità geologico-geotecnica correlata anche in questo caso a peculiari contesti deposizionali (depositi di contatto glaciale o glaciolacustri/depressione intermorenica).

Nella zona settentrionale si riconoscono numerose “vallette” fluvioglaciali di estensione peraltro limitata (zone 6, 7, 17, 23, 24, 27) con presenza di terreni superficiali, fino a circa 2-18 m di profondità, a caratteristiche litologiche e geotecniche estremamente variabili.

Lungo la fascia costiera compresa tra Desenzano e Rivoltella, è stata definita una zona piuttosto ampia (zone 12 e 13) in cui sono presenti in superficie terreni ghiaioso-sabbiosi mediamente addensati, fino a circa 5 m di profondità.

In corrispondenza della piana del Rio Venga, da Loc. Grezze fino all’allineamento tra Montonale e lo svincolo della tangenziale di Rivoltella e nell’area del “Viadotto” è presente un’area pianeggiante piuttosto continua che si configura come un ambito originariamente di “ristagno” con presenza in superficie di depositi fini (più francamente glaciolacustri/depressione intermorenica). Nella porzione NW della piana, maggiormente ribassata si hanno spessori massimi pari a circa 10 m di terreni sabbiosi, sabbioso-limosi e

limoso-sabbioso-argillosi, per lo più saturi, da scarsamente a mediamente addensati/consistenti (Zona 5, vedi zone instabili); spostandosi verso SE prevalgono in superficie terreni limoso-sabbiosi da scarsamente a mediamente addensati, cui seguono sabbie mediamente addensate fino ad una profondità che non stimabile in relazione alla scarsa copertura di dati per questo settore (zona 4).

In loc. Campagnoli è presente un ampio settore pianeggiante caratterizzato, fino alla profondità di circa 10-15 m, da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi da mediamente addensati ad addensati, talora saturi (Zona 18).

In Loc. S. Pietro-Centenaro è stato delimitato un ampio settore pianeggiante caratterizzato da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi da mediamente addensati ad addensati, talora saturi, presenti fino alla profondità di circa 10 m (zona 26) o da depositi prevalentemente sabbiosi e limosi, da scarsamente a mediamente addensati, talora saturi, fino a circa 14-18 m di profondità (zona 22). Spostandosi verso SE la stessa piana fluvioglaciale diviene caratterizzata in superficie da terreni ghiaioso-sabbiosi o limoso-sabbiosi da scarsamente a mediamente addensati, talora saturi (zona 29) presenti presumibilmente fino a circa 2-5 m dal p.c.

2.2 ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

2.2.1 Instabilità di versante - FR

Dato il contesto morfologico e la natura dei terreni esistenti, il territorio appare interessato da fenomeni naturali di movimento del terreno in prevalenza superficiali.

Le aree di frana, per lo più di modesta entità, sono state riscontrate in prevalenza nella porzione settentrionale del territorio e sono per lo più riconducibili a **colamenti di terra**, raramente a **movimenti rotazionali**; sui siti in dissesto il **ruscellamento** e l'**erosione** delle acque superficiali inducono in tempi lunghi una naturale tendenza all'arretramento dei limiti del coronamento dei dissesti stessi. Pertanto i movimenti di versante possono nel tempo estendersi per rimonta a nuove aree. D'altra parte molti dissesti possono essere considerati quiescenti o in lenta evoluzione.

I movimenti principali sono ubicati in corrispondenza di tagli di versante per la realizzazione di strade o rettifiche agrarie o siti dismessi oggetto di attività di escavazione. Il versante immediatamente a monte di Via Vò rappresenta il settore del territorio esaminato in cui si ha la maggiore concentrazione dei dissesti gravitativi rispetto al resto del territorio.

Per maggiori dettagli si rimanda al relativo paragrafo descrittivo (paragrafo 4.2 della Relazione Geologica dell'Agosto 2004, Doc. di Piano A04 SG, e cap. 5 della Relazione di "Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio" dell'Agosto 201, Doc. di Piano A01 SG).

Nella Carta di Pericolosità Sismica Locale (Doc. di Piano T10 SG) derivante dall'applicazione delle normative regionali le aree classificate come frana attiva sono state inserite in uno scenario di pericolosità sismica locale corrispondente alla zona Z1a; in corrispondenza di Loc. Vò anche alcune aree a valle della sede stradale sono state cautelativamente accorpate nello scenario Z1a. Le frane quiescenti o stabilizzate sono state altresì classificate entro lo scenario di pericolosità sismica locale Z1c.

Tutte le aree così individuate sono state inserite nella Carta MOPS (Doc. di Piano T02A MOPS) in uno scenario di **instabilità di versante (FR) attivo, quiescente o inattivo.**

2.2.2 Liquefazione dei Terreni - LI

Lungo la fascia costiera sono presenti materiali di riporto per lo più con presenza d'acqua a scarsa profondità dal p.c., che possono essere soggetti a fenomeni di amplificazione sismica correlata a cedimenti e/o a fenomeni di liquefazione. Si segnala quale ambito peculiare quello riferibile alla fascia costiera in corrispondenza del nucleo storico di Desenzano (LI2/zona 14); l'intera fascia antistante la linea di riva risulta infatti appoggiare su uno strato di materiali di riporto grossolani (per lo più pietrame e grossi massi) di spessore fino a circa 5 m con i quali è stata ottenuta una bonifica dei terreni di fondazione un tempo presenti. Localmente al di sotto dei riporto sono presenti lembi, di spessore per lo più limitato, di depositi lacustri limoso-sabbiosi, saturi, scarsamente addensati cui segue il substrato morenico prevalentemente argilloso da mediamente a molto consistente.

Entro gli ambiti riferibili ad un contesto più francamente glacio-lacustre e/o di depressione intermorenica sono talora presenti depositi fini, per lo più con presenza d'acqua a scarsa profondità dal p.c., che possono essere soggetti anch'essi a potenziali fenomeni di amplificazione sismica correlata a cedimenti e/o a fenomeni di liquefazione (LI1/zona 5, LI 4/zona 31, LI3/zona 15).

Nella Carta di Pericolosità Sismica Locale (Doc. di Piano T10 SG) derivante dall'applicazione delle normative regionali le aree così individuate sono state inserite in uno scenario di pericolosità sismica locale corrispondente alla zona Z2, cui sono state correlate nella Carta MOPS (Doc. di Piano T02A MOPS) scenari di **potenziale Liquefazione dei Terreni (LI).**

Nella Carta MOPS tali aree sono state identificate da una sigla progressiva "LI_n" ed anche dal numero della zona stabile corrispondente.

2.2.3. Sismicità - Faglie Attive e Capaci

Seppure nel territorio desenzanese non siano presenti faglie in affioramento, nel suo complesso l'area gardesana, posta entro la pianura padana ed in prossimità del bordo sudalpino centrale, è caratterizzata da lineamenti tettonici riconducibili a diversi sistemi regionali che generano complessi campi tensionali.

Nel settore settentrionale della pianura padana è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi. Nella fascia meridionale si ha, invece, un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanfossa dell'Appennino settentrionale. I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura padana; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore, quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento a seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico. Il margine meridionale del bacino

padano, a ridosso del fronte appenninico risente di tali movimenti in modo maggiormente consistente rispetto al margine settentrionale.

Per quanto concerne l'evoluzione tettonica della pianura meridionale a partire dal Pliocene inferiore fino a tutto il Pleistocene si evidenzia una lenta subsidenza generalizzata non compensata dalla sedimentazione (Baraldi et alii, 1980). Nell'intervallo successivo (fino a 18.000 anni fa) si assiste ad un progressivo riempimento del bacino ed il motivo tettonico predominante continua ad essere l'abbassamento generalizzato di tutta l'area; tale movimento è stato dedotto dagli Autori in relazione al notevole spessore dei sedimenti continentali.

Nel bresciano, dalla sponda occidentale del Garda fino ai dintorni di Brescia, le strutture di maggiore risalto morfo-strutturale sono quelle NNE-SSW del Sistema delle Giudicarie, nonché le più antiche linee ad orientamento dinarico (NW-SE) e valsuganese/valtriumplino (circa E-W), talora riattivate. Le strutture distensive più recenti sembrano essere attribuibili in ogni caso alle fasi di sollevamento plio-pleistocenico, con direzioni prevalenti NE-SW e NW-SE.

A livello strutturale la zona di Brescia, localizzata all'interno della cintura di deformazione dei sistemi della Valsugana e Val Trompia (circa E-W) e delle Giudicarie (NNE-SSW), si differenzia nettamente dall'area veronese, collocata all'esterno della stessa cintura sul bordo di una zona più rigida tabulare omoclinale.

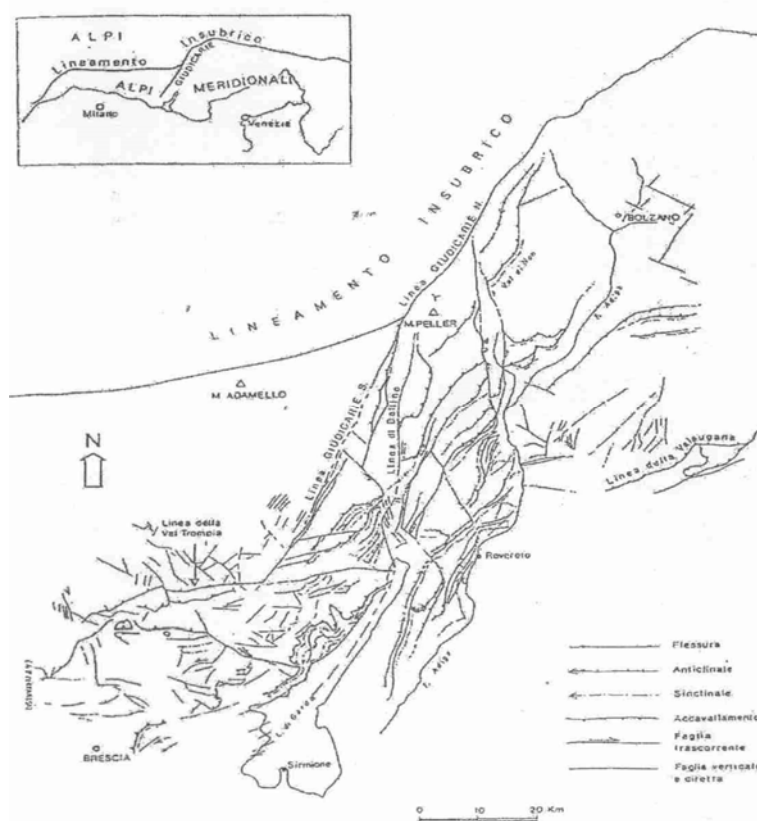


Figura 1 – “Strutture del Sistema delle Giudicarie e Val Trompia a S del Lineamento Insubrico” Schema semplificato da numerosi Autori in Castellarin (1981)

Tuttavia, sebbene siano aree inserite in un contesto "strutturale" differente, l'attività sismica storica sia attorno a Verona che a Brescia documenta un legame tra i due settori, in quanto afferente ad una contesto "sismotettonico" maggiormente omogeneo.

La localizzazione dell'attività sismica nelle Prealpi si concentra infatti lungo il margine della pianura e nelle fasce immediatamente adiacenti la zona pedemontana (vedi Figura 2).

Al contrario, la zona del nucleo della catena, del massiccio dell'Adamello, la zona del Lineamento Insubrico sono totalmente prive di attività sismica significativa e ancor meno sono attivi i nuclei strutturali più interni della catena nordalpina adiacente.

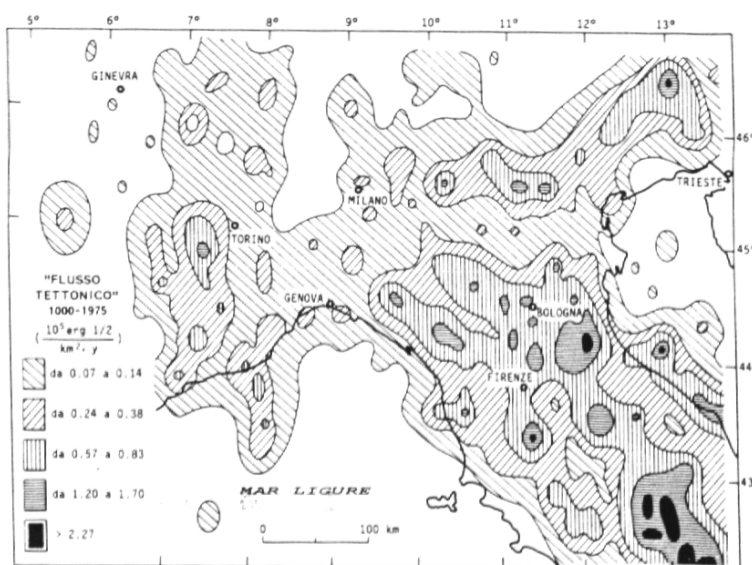


Figura 2 – “Flusso tettonico” medio (energia prodotta dai terremoti che attraversa l’unità di superficie nell’unità di tempo), valutato per gli ultimi 1000 anni nell’Italia settentrionale e in Lombardia. (Cattaneo et al., 1978)

La più importante area tettonica “sorgente” è rappresentata dall’area tirrenica e dalla zona appenninica interna, che sono state sottoposte a processi distensivi dal Miocene superiore in poi. A questa si associa lo spostamento della placca africana verso N al ritmo di circa 1 cm/anno.

L’effetto di questi due meccanismi si esprime soprattutto lungo i limiti dei grandi domini morfostrutturali, come la zona pedemontana compresa tra la Pianura Padana e le Prealpi ed anche la giunzione Alpi-Dinaridi (sistema Friulano).

Secondo alcuni autori la localizzazione comune dell’area di Verona e di Brescia, e più in generale di questa porzione dell’area padana, rispetto al campo tensionale residuo in atto sarebbe dunque la causa principale della loro sismicità.

Più recentemente la relativamente elevata sismicità del territorio bresciano è stata interpretata come indicativa di una consistente attività neotettonica nella zona. Pur mancando uno studio che ricostruisca su vasta scala e in maniera soddisfacente i movimenti neotettonici nell’area bresciana, alcuni lavori di dettaglio permettono di delineare un primo quadro interpretativo. In particolare la corrispondenza e la connessione tra le strutture geologiche e le zone sismicamente attive dimostrerebbero come siano ancora in atto movimenti tettonici connessi all’orogenesi alpina. Molti autori ritengono infatti che la maggior parte delle superfici tettoniche segnalate nella letteratura geologica rivestano un’elevata e significativa importanza

nel quadro sismotettonico generale. Ciò è confermato dall'ubicazione degli ipocentri sismici del bresciano, posti in corrispondenza della parte più pellicolare della crosta (tra i 5 e i 15 km). Oltre ai movimenti lineari che si possono verificare lungo superfici di discontinuità preesistenti e che portano a classificare le faglie e le superfici tettoniche come attive, si sviluppano anche movimenti areali di carattere neotettonico. A tal proposito le strutture delineatesi a partire dal Pleistocene inf. possono costituire una sorgente sismogenetica, lungo le più recenti direzioni NE-SW e NW-SE o riattivando i sistemi già delineatisi nel neogene, riutilizzando le antiche superfici di sovrascorrimento e i loro frequenti svincoli trasversali.

I dati di letteratura attribuiscono ai sistemi distensivi descritti una valenza superficiale, non superando i 10 km di profondità. E' possibile che a livelli strutturali più profondi l'edificio della catena sia ancora influenzato da processi collisionali subduttivi. Sebbene sia ritenuta possibile la coesistenza di eventi sismici con caratteri compressivi in profondità che passino a sismi legati a distensione in superficie, non è stato tuttora elaborato un modello geodinamico che tenga conto in modo soddisfacente della coesistenza tra contrazione e distensione.

Si vuole infine sottolineare come la distribuzione dell'intensità sismica (Figura 2) e l'andamento delle “zone sismiche” (Figura 3 – “Mappa di Pericolosità Sismica – Ord. P.C.M. 3519/2006) e “sismogenetiche” (Figura 4 - App. 2 al “Rapporto Conclusivo” – Marzo 2004” a cura di C. Meletti e G. Valensise; Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica - OPCM 3274/2003 - INGV) testimoniano un legame tra l'attività sismotettonica del margine prealpino ed il settore di giunzione Alpi-Dinaridi.

L'andamento delle aree sismiche cui afferisce il territorio gardesano pur seguendo l'andamento del margine prealpino, possiede infatti massima intensità in corrispondenza del Sistema Friulano.

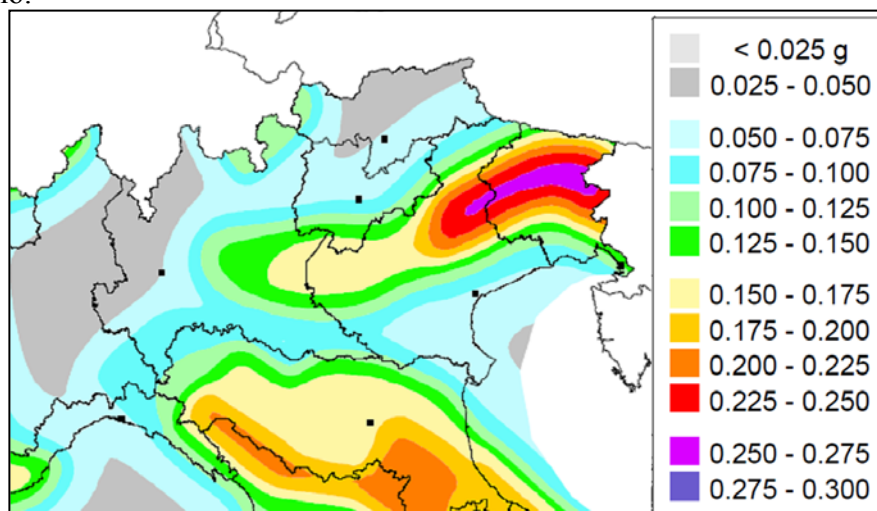


Figura 3 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza P.C.M. n° 3519 del 27/04/06)

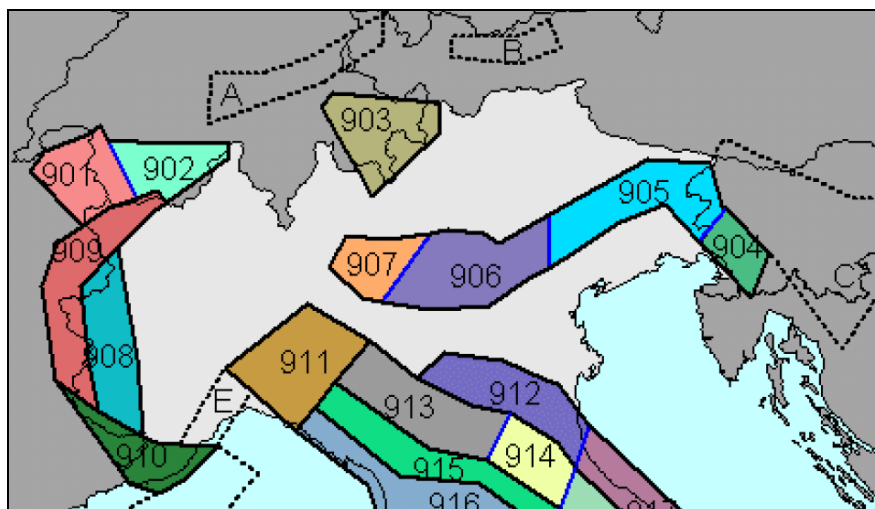


Figura 4 – Schema Zonazione Sismogenetica ZS9 tratta da “App. 2 al Rapporto Conclusivo – Marzo 2004” a cura di C. Meletti e G. Valensise (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM 3274/2003 - INGV).

Si rileva inoltre una sostanziale continuità tra le aree sismogenetiche del Sistema Dinarico-Friulano (zone ZS9 904-905) e quelle del margine prealpino veronese-bresciano-bergamasco (Zone ZS9 906-907 - Figura 4).

Alla giunzione Alpi-Dinaridi le deformazioni quaternarie e recenti riflettono il trasferimento delle deformazioni dal sistema di faglie trascorrenti destre, ad andamento dinarico, verso i sovrascorrimenti del sistema di *thrust* friulano, S-vergente (Figura 5).

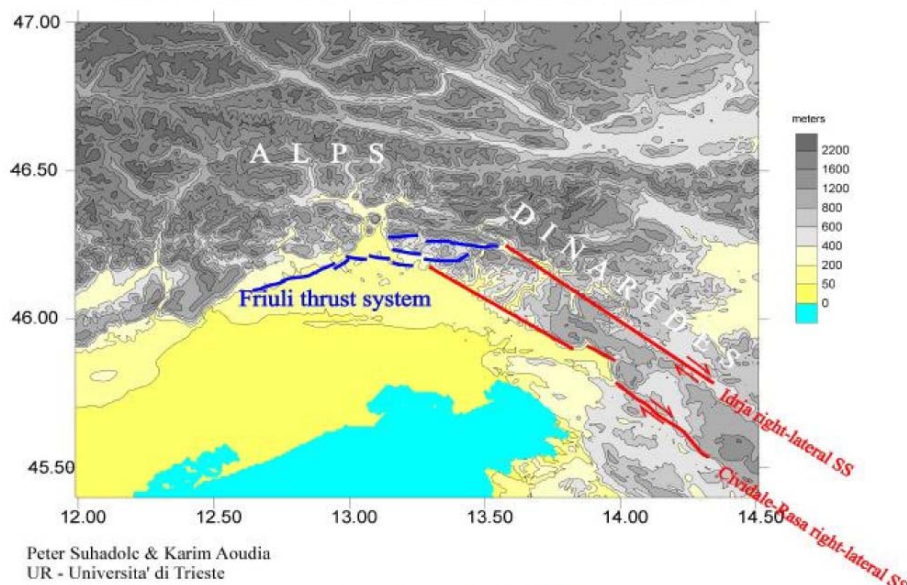


Figura 5 – Schema strutturale della giunzione Alpi-Dinaridi.

L'area bresciana è stata interessata in epoca storica a partire dall'anno 1000 da eventi sismici inseriti già nel Catalogo CNR (Figura 6) e quindi nel "Catalogo Parametrico dei terremoti italiani" a cura del Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Tabella 1).

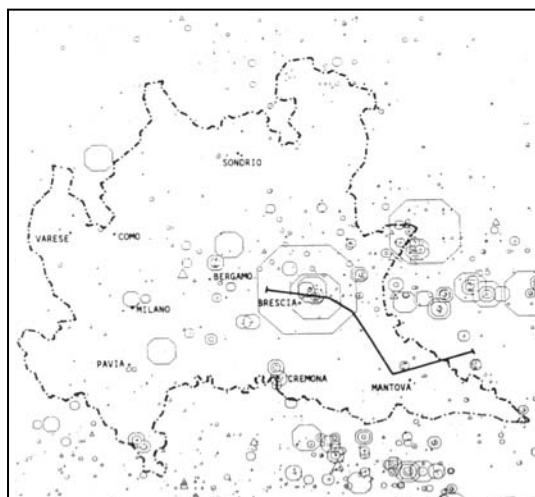


Figura 6 – Terremoti segnalati in Lombardia dall'anno 1000 al 1984. La dimensione dei poligono è proporzionale alla magnitudo dei sismi. (tratto da A.A.V.V. "Guide Geologiche Regionali - Alpi e Prealpi Lombarde-11 itinerari", 1990)

Tabella 1 – Eventi sismici con Magnitudo > 4, inclusi nel "Catalogo Parametrico dei terremoti italiani" avvenuti entro il 2002 nel raggio di 100 km da Desenzano del Garda.

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
5	-91						Modena-Reggio Emilia	44.65	10.78	5.53	913
27	1065	3	27	6			Brescia	45.55	10.22	4.99	907
30	1117	1	3	13			Veronese	45.33	11.2	6.49	906
43	1197						Brescia	45.55	10.22	4.8	907
47	1222	12	25	11			Basso bresciano	45.48	10.68	6.05	906
53	1249	9		16	30		Modena	44.65	10.93	4.8	912
59	1276	7	28	18	30		Italia settent.	45.08	9.55	4.91	911
74	1303	3	22	23			PIACENZA	45.052	9.693	4.25	911
89	1334	12	4				Verona	45.43	11	4.25	906
90	1345	1	31				CASTELNUOVO	44.81	10.564	4.25	912
93	1346	2	22	11			Ferrara	44.92	11.02	5.75	912
107	1365	9	21	5	45		Verona	45.43	11	4.25	906
113	1383	7	24	20			PARMA	45.058	9.915	4.25	911
121	1396	11	26				Monza	45.58	9.27	5.27	907

**STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE DI DESENZANO DEL GARDA
SECONDO GLI "INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA" (ICMS, 2008)**

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
125	1402						VERONA	45.438	10.994	4.53	906
126	1403	1	17				Verona	45.8	11.6	4.53	906
130	1409	11	15	11	15		Parma	44.8	10.33	4.53	913
132	1410	6	10	21			Verona	45.47	11.8	4.37	
144	1438	6	11	20			Parmense	44.85	10.23	5.61	913
146	1445	3	21	13	30		VERONA	45.438	10.994	4.25	906
159	1465	4	6	21	30		VERONA	45.12	10.661	4.25	
160	1465	4	15	14	40		Reggio Emilia	44.7	10.63	4.8	913
165	1471						BRESCIA	45.544	10.214	4.25	907
171	1474	3	11	20	30		MODENA	44.647	10.925	4.61	912
181	1485	9	1				PADOVA	45.355	11.722	4.32	
185	1491	1	24	23	30		Verona	45.42	11.43	5.27	906
219	1521	1	26	10	30		BRESCIANO	45.55	10.217	4.53	907
221	1522	10	5	8			CREMONA	45.136	10.024	4.25	
235	1540	9	1				BRESCIA	45.533	10.217	4.53	907
242	1547	2	10	13	20		Reggio Emilia	44.7	10.63	5.05	913
264	1572	6	4	22			PARMA	44.851	10.422	4.93	913
266	1574	3	17	3	40		FINALE EMILIA	44.833	11.294	4.92	912
271	1576	9	26	6			BERGAMO	45.667	9.667	4.53	907
281	1591	5	24				REGGIO EMILIA	44.697	10.631	4.53	913
284	1593	3	8				BERGAMO	45.694	9.67	4.8	907
302	1606	8	22				BERGAMO	45.694	9.67	4.8	907
304	1608	1	6				REGGIO EMILIA	44.697	10.631	4.53	913
333	1628	11	4	15	15		PARMA	44.801	10.329	4.99	913
346	1642	6	13	22			BERGAMO	45.694	9.67	4.8	907
362	1660						MODENA	44.647	10.925	4.25	912
365	1661	3	12				Montecchio	45.73	10.07	4.99	907
374	1671	6	20				RUBIERA	44.709	10.814	5.23	912
383	1683	5	25				V. GIUDICARIE	46.024	10.864	4.76	
411	1693	7	6	9	15		GOITO	45.28	10.644	5.13	906
501	1732	2	27				PARMA	44.801	10.329	4.53	913
511	1738	11	5		30		PARMA	44.906	10.028	5.31	913
550	1756	2	25	21			ROSE'	45.75	11.75	4.25	906
583	1771	8	15				SARNICO	45.667	10	4.53	907
589	1774	3	4				PARMA	44.801	10.329	4.53	913
620	1781	9	10				CARAVAGGIO	45.497	9.644	4.8	907
631	1783	7	28				VAL DI LEDRO	45.878	10.808	4.8	906
647	1786	4	7				PIACENZA	45.298	9.595	5.18	911
686	1799	5	29	19			CASTENEDOLO	45.403	10.271	4.84	906
694	1802	5	12	9	30		Valle dell'Oglio	45.42	9.85	5.54	907
703	1806	2	12				NOVELLARA	44.862	10.671	5.11	912
714	1810	5	1				MALCESINE	45.764	10.809	4.53	906
717	1810	12	25		45		NOVELLARA	44.898	10.712	5.15	912

**STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE DI DESENZANO DEL GARDA
SECONDO GLI "INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA" (ICMS, 2008)**

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
730	1815	2	26	6			SCHIO	45.7	11.383	4.25	906
740	1818	12	9	18	52		LANGHIRANO	44.668	10.286	5.55	913
761	1826	6	24	12	15		SALO'	45.6	10.517	4.4	906
780	1829	9	6	19	30		CREMONA	45.136	10.024	4.8	
791	1831	9	11	18	15		Reggiano	44.75	10.55	5.43	912
798	1832	3	13	3	30		Reggiano	44.77	10.47	5.57	913
827	1839	8	9	8	45		BAGNOLO MELLA	45.5	10.167	4.53	907
840	1841	10	15	22			SANGUINETTO	45.167	11.11	4.53	
877	1851	8	3				GIUDICARIE	45.938	10.561	4.7	
906	1857	2	1				PARMENSE	44.749	10.48	5.12	913
950	1866	8	11	23			MONTE BALDO	45.727	10.783	4.99	906
956	1868	2	20	20			GARDA OR.	45.709	10.774	4.53	906
957	1868	5	22	21			ROVERETO	45.888	10.869	4.25	
984	1873	5	16	19	35		REGGIANO	44.612	10.701	4.93	913
1005	1876	4	29	10	49		Monte Baldo	45.75	10.78	4.74	906
1021	1877	10	1	7	27		MALCESINE	45.764	10.809	4.8	906
1040	1879	2	14				GARGNANO	45.607	10.536	4.25	906
1076	1882	2	27	6	30		ROVETTA	45.878	9.926	4.7	907
1082	1882	9	18	19	25		Monte Baldo	45.72	10.77	4.99	906
1099	1884	9	12				PONTOGLIO	45.57	9.856	4.53	907
1103	1885	2	26	20	48		SCANDIANO	45.208	10.169	5.06	
1124	1886	10	15	2	20		COLLECCHIO	44.75	10.306	4.53	913
1131	1887	5	20	4	12		OGGIONO	45.833	9.4	4.25	
1170	1891	6	7	1	6	14	Valle d'Illasi	45.57	11.17	5.61	906
1171	1891	6	15				PESCHIERA	45.43	10.767	4.53	906
1180	1891	12	22				SONDRIO	46.139	9.829	4.25	903
1181	1892	1	5				GARDA OCC.	45.591	10.482	4.7	906
1196	1892	8	9	7	58		TREGNAGO	45.567	11.167	4.99	906
1209	1894	2	9	12	48	5	TREGNAGO	45.567	11.15	4.99	906
1217	1894	11	27				FRANCIACORTA	45.568	10.192	4.69	907
1241	1895	10	12	1	45		M.ALTISSIMO NAGO	45.767	10.833	4.53	906
1262	1897	1	27	1	35		RECOARO	45.748	11.202	4.25	906
1305	1898	11	16				SALO'	45.636	10.458	4.25	906
1337	1901	1	20	6	30		POGGIO RUSCO	45	11.1	4.53	
1353	1901	10	30	14	49	58	Salo'	45.58	10.5	5.55	906
1455	1907	4	25	4	52		BOVOLONE	45.318	11.073	4.67	906
1474	1908	3	15	7	50		CRESPADORO	45.623	11.207	4.77	906
1482	1908	6	28	3	19	58	FINALE EMILIA SUD	44.8	11.3	4.53	912
1523	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	44.9	9.633	4.25	911
1590	1913	11	25	20	55		VAL DI TARO	44.597	10.279	4.55	913
1622	1915	10	10	23	10		REGGIO EMILIA	44.732	10.469	4.78	913
1664	1918	1	13	12			LODI	45.333	9.5	4.56	911
1672	1918	4	24	14	21		LECCHESE	45.778	9.631	4.86	907
1674	1918	7	19	19	3		SALO'	45.326	10.438	4.17	906

**STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE DI DESENZANO DEL GARDA
SECONDO GLI "INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA" (ICMS, 2008)**

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
1696	1919	11	23	1	50		BRESCIANO	45.656	10.245	4.46	907
1739	1923	6	28	15	12		FORMIGINE	44.595	10.799	5.05	913
1808	1928	6	13	8			CARPI	44.797	10.872	4.54	912
1843	1930	9	24	19	10	55	SCANDIANO	44.6	10.6	4.53	913
1854	1931	4	14	22	13		GIUDICARIE	45.973	10.665	4.6	
1872	1932	2	19	12	57	11	Monte Baldo	45.63	10.73	4.77	906
1889	1934	3	23	1	46	50	PISOGNE	45.8	10.1	4.25	907
1916	1936	6	22	3	44	55	CASTELNUOVO	45.5	10.767	4.53	906
1928	1937	6	7	22	2		PEJO	46.343	10.551	4.36	
1931	1937	9	17	12	19	5	PARMA OVEST	44.8	10.3	4.15	913
1960	1940	5	1	9	36	5	NOCETO	44.8	10.183	4.61	913
1981	1942	6	20	14	42		ARCO	45.916	10.882	4.09	906
2013	1947	12	25	20	42	34	GARDONE TROMPIA	45.7	10.2	4.46	907
2017	1948	7	17	19	34	3	BAZENA	45.9	10.4	4.69	907
2047	1950	5	6	3	43		REGGIANO	44.731	10.67	4.01	912
2054	1951	5	15	22	54		LODIGIANO	45.254	9.55	5.09	911
2144	1960	2	19	2	30		GIUDICARIE	45.806	10.625	4.53	906
2169	1961	11	23	1	12	5	CAPRINO BERGAMASCO	45.717	9.567	4.53	907
2230	1967	4	3	16	36	18	CORREGGIO	44.8	10.75	4.36	912
2231	1967	5	15	10	3	34	S.POLO	44.6	10.4	4.53	913
2255	1968	6	22	12	21	37	POSINA	45.8	11.3	4.53	906
2277	1970	4	19	18	16	32	GAVARDO	45.65	10.45	4.16	906
2278	1970	5	3	4	17	41	S.POLO	44.633	10.383	4.49	913
2303	1971	7	15	1	33	23	Parmense	44.82	10.35	5.59	913
2313	1972	6	25	17	10	49	CALESTANO	44.6	10.2	4.29	913
2351	1975	1	11	15	54		GARDA OR.	45.621	10.733	4.18	906
2357	1975	6	1	13	25	56	CIMA BRENTA	46.2	10.9	4.25	
2372	1976	12	13	5	24		RIVA DEL GARDA	45.894	10.799	4.6	906
2437	1983	11	9	16	29	52	Parmense	44.765	10.27	5.16	913
2455	1986	12	6	17	7	19	BONDENO	44.879	11.334	4.53	912
2456	1987	5	2	20	43	53	REGGIANO	44.797	10.697	4.98	912
2458	1987	5	24	10	23	25	GARDA	45.722	10.661	4.47	906
2470	1989	9	13	21	53	60	PASUBIO	45.87	11.172	4.88	906
2503	1995	10	29	13		28	BRESCIA-BERGAMO	45.709	9.927	4.39	907
2509	1996	10	15	9	55	60	CORREGGIO	44.782	10.683	5.26	912

Msp: Magnitudo; ZS9: zona sorgente

Per quanto concerne le denominazioni delle zone sorgente si fa riferimento a "Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo – Marzo 2004" a cura di C. Meletti e G. Valensise (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM 3274/2003 - INGV).

Per la zona sismogenetica di riferimento (ZS9 → 906) i terremoti di magnitudo più elevata sono segnalati nel 1117 (M=6.49) con epicentro nel veronese e nel 1222 (M=6.05) con epicentro nel bresciano; si segnala il terremoto con epicentro a Gussago (1894 M= 4.69).

Nel secolo scorso per l'area gardesana sono i terremoti con epicentro a Salò e Monte Baldo che hanno fatto segnare i valori di magnitudo più elevati (1901 M=5,55 e 1932 M=4,77); nel veronese si segnalano nel 1907 e nel 1908 i sismi di Bovolone e Crespadoro (M=4.67 e M=4.77) e nel 1989 di Pasubio (M=4.88).

Anche l'evento sismico localizzato in Friuli (M=5.8 e 6.6 del 1976) ed i sismi di magnitudo maggiore avvenuti nel recente passato nella Regione Dinarica hanno prodotto un certo risentimento nell'area bresciana e bergamasca.

Successivamente al 2002 (anno di riferimento della tabella in allegato) si sono verificati altri eventi, seppure di magnitudo non elevata, con epicentro nel Bresciano (area sebina e area gardesana meridionale). Si segnala invece per intensità l'evento sismico verificatosi il 24/11/04, con magnitudo 5.2 e con epicentro nell'immediato entroterra di Salò (figura 7).



Figura 7: Area epicentrale del sisma del 24/11/2004

L'epicentro del sisma si colloca in corrispondenza dei *thrust* del Sistema delle Giudicarie (Figura 8), affioranti nel settore montano prealpino (dove generano i sismi gardesani) e sepolti in corrispondenza della Pianura Padana (dove generano i sismi di Brescia, nel 1222, e della Valle dell'Oglio, nel 1802). Si noti il generale accordo tra la localizzazione degli eventi sismici e l'andamento delle strutture tettoniche.

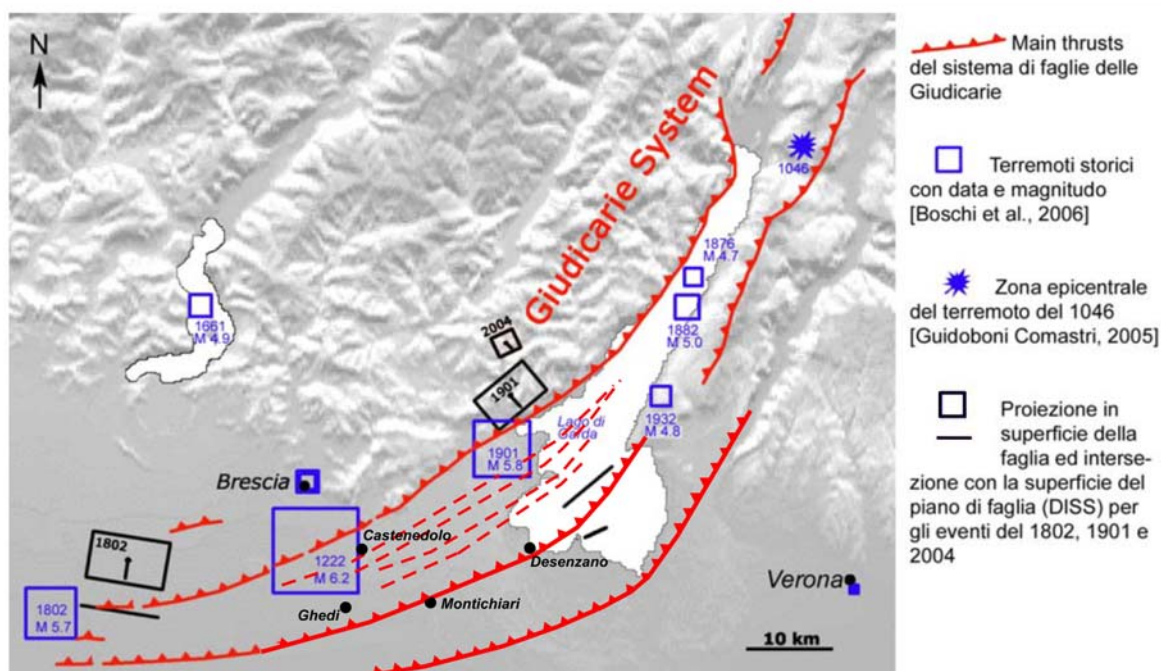


Figura 8: Schema sismotettonico dell'area Gardesana con proiezione dei principali sismi storici dell'area (modificato da "Progetto S3 - Scenari di scuotimento in aree di interesse prioritario e/o strategico - F. Pacor e M. Mucciarelli - Luglio 2007)

Si segnalano infine nel 2011 e nel 2012 due "crisi sismiche" che hanno interessato il nord Italia con terremoti che hanno quasi raggiunto o superato magnitudo 5.

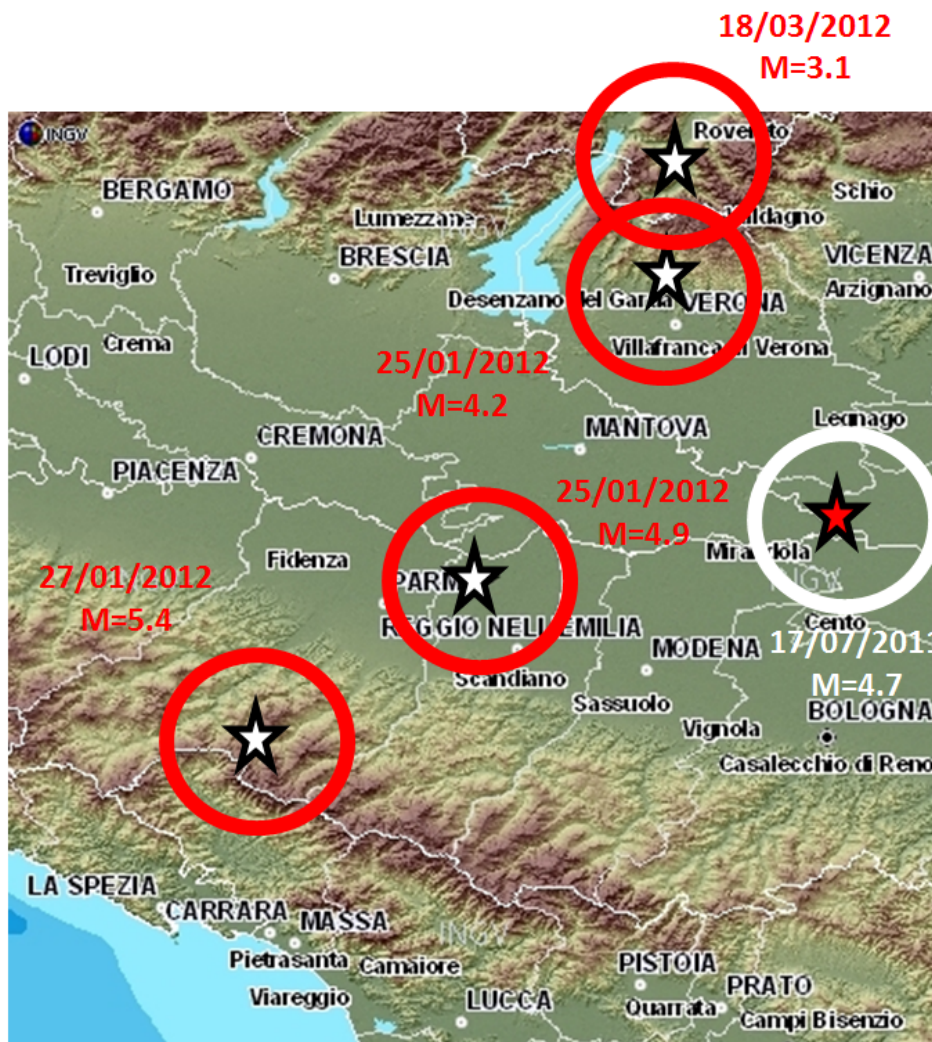


Figura 9: Localizzazione del sisma principale dello sciame sismico dell'estate 2011 (stella rossa) e della serie di sismi verificatisi nell'inverno 2012 (stelle bianche)

Lo **sciame sismico dell'estate 2011** ha avuto come scossa più significativa il terremoto del 17 Luglio 2011 di magnitudo 4.7, con area epicentrale a ridosso dei confini provinciali di Mantova e Rovigo (come si evince dalla Figure 9), nel distretto sismico denominato *Pianura Padana Lombarda* dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Tali sismi così come quelli con le massime intensità storiche riscontrate nei comuni del sud-ovest della Provincia di Mantova, sono da collegarsi con la vicinanza all'area sismogenetica del Reggiano-Ferrarese - Parmense (zone sismogenetiche ZS9 → 912-913, Figura 4) e con la presenza dell'edificio appenninico (*thrust* nord-vergenti) sepolto al di sotto delle coltri quaternarie dei depositi di pianura.

Ancora in corso è la **serie di sismi dell'inverno-primavera 2012**.

Nel periodo invernale (figura 9) le scosse più intense sono avvenute con il terremoto del 25 Gennaio 2012 di magnitudo 4.2, con area epicentrale posta a circa 10 km dalla città di Verona, nel distretto simico *Prealpi Venete* e con i terremoti del 25 e 27 Gennaio 2012 rispettivamente di magnitudo 4.9 e 5.0, con area epicentrale tra Parma e Reggio Emilia (distretto sismico denominato *Pianura Padana Emiliana*) il primo e nel distretto sismico denominato *Frignano* (Emilia Romagna – Parma) il secondo. Il 18 Marzo è stato registrato il sisma di magnitudo inferiore ($M=3.1$), che ha avuto luogo con area epicentrale nei pressi di Ala (TN), nel distretto sismico denominato *Lago di Garda*.

Più recentemente si è attivata la sequenza sismica di Modena-Ferrara del Maggio 2012 che ha compreso il terremoto del 20 Maggio 2012 di magnitudo 5.9, avvenuto alle ore 04:03:52 italiane, con area epicentrale posta presso Finale Emilia-Mirandola (MO) (figura 10), nel distretto sismico *Pianura Padana Emiliana*. Seguono nella stessa area, nelle giornate del 20-21 Maggio, oltre 190 repliche tra cui un sisma di magnitudo 5.1 (figura 11) e ben dieci sismi con magnitudo compresa tra 4 e 5 (figura 12).

Figura 10: Area epicentrale del sisma del
20/05/2012 ore 4:03 ($M=5.9$)

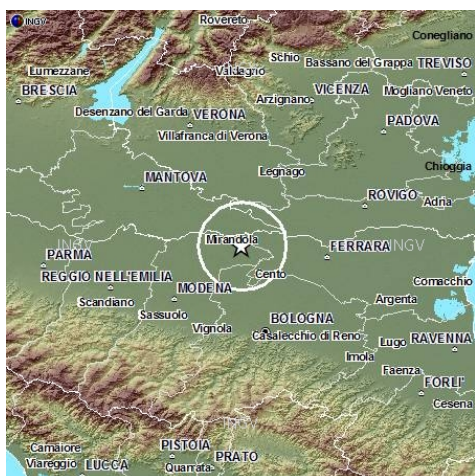


Figura 11: Area epicentrale del sisma del
20/05/2012 ore 15:18 ($M=5.1$)



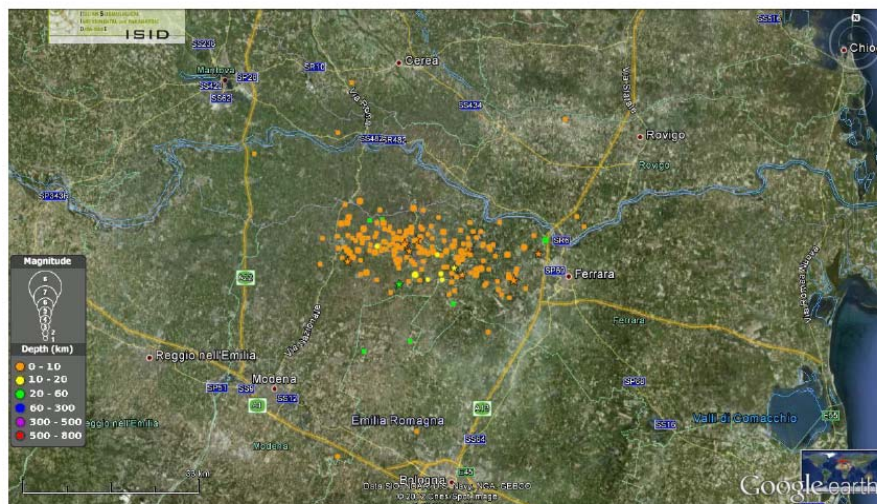
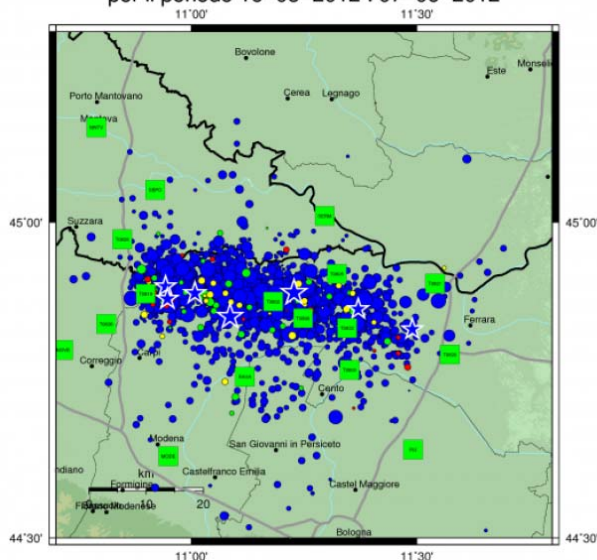


Figura 12: Mapa epicentrale aggiornata alle 19 del 21 Maggio 2012. Le stelle indicano i terremoti di magnitudo maggiore di 4. L'intera struttura delineata dalle repliche si estende per quasi 40 km in senso Est-Ovest tra la bassa modenese e la periferia Ovest di Ferrara (fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Comunicato del 21/05/2012).

La distribuzione degli epicentri mostra chiaramente come tutte le scosse siano riferibili ad un'articolata e complessa struttura tettonica compressiva a direzione circa E-W appartenente alla porzione frontale, sepolta, dell'Appennino settentrionale (arco sepolto ferrarese).

Mapa Epicentrale della Sequenza Sismica
per il periodo 16-05-2012 : 07-06-2012



Aggiornata al 2012-06-07,05:45:01 UTC, numero di eventi 1587

	Oggi	Ieri	2gg fa	Precedenti
MI < 3.0	18	28	39	1302
3.0 <= MI < 4.0	1	0	0	166
4.0 <= MI < 5.0	0	0	0	26
MI >= 5.0	0	0	0	7

Stato della rete

Funzionante Parzialmente funzionante Guasta

(<http://iside.rm.ingv.it>)

La serie sismica è proseguita, fino alla data del 07 Giugno 2012, con un numero complessivo di 1587 eventi mostrando di non avere ancora esaurito la propria attività.

Nella mappa epicentrale della sequenza sismica elaborata da INGV (Figura 13) si evidenzia la progressiva attivazione di un'area sempre più ampia della struttura tettonica con spostamento dell'attività verso Ovest; la sequenza ha compreso un ulteriore terremoto di magnitudo molto elevata (M=5.8) avvenuto alle ore 9 del giorno 29 Maggio e, in totale, ben 7 scosse sismiche con magnitudo M > 5.

Figura 13 – (fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Comunicato del 07/06/2012).

Appare, a nostro avviso, certo che i recenti sismi italiani, seppure ubicati in zone sismogenetiche diverse e caratterizzati da profondità ipocentrali e meccanismi focali differenziati e peculiari di sistemi di faglie differenti, siano riferibili ad un unico scenario “geodinamico” a larga scala. Infatti l’intera regione mediterranea è stata interessata, nello stesso periodo, da una fase di marcata attività sismica lungo i margini delle placche tettoniche ed in particolare della microplacca adriatica, come esemplificato dalla mappa dei sismi di seguito riportata e relativa al giorno 1 Febbraio 2012 e 30 Maggio 2012 (Figura 14).

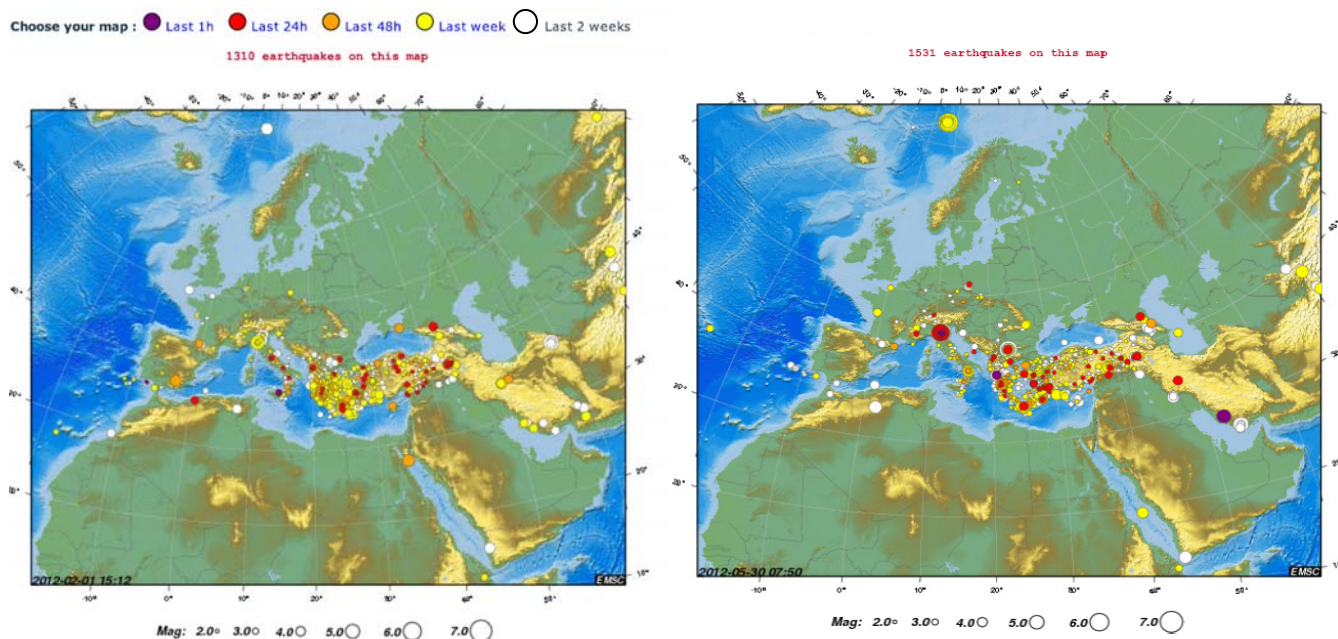


Figura 14 – Mappe dei sismi del 1 febbraio e del 30 maggio 2012 (European Mediterranean Seismological Centre)

Tenuto conto dei recenti eventi sismici si è ritenuto opportuno segnalare un grado di attenzione territoriale alla possibile presenza di sorgenti sismogenetiche anche nell’area del Basso Garda seppure nel territorio di Desenzano non siano presenti faglie e, secondo numerosi studi prodotti dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), appaia improbabile che le faglie cartografate nel territorio Bresciano siano state attive in età più recente rispetto ai 40.000 anni indicati negli ICMS al fine di individuare le cosiddette “Faglie Capaci”.

Infatti allo stato attuale delle conoscenze non è possibile definire in maniera certa lo stato di “capacità” delle faglie del tratto di margine prealpino d’interesse e della porzione di pianura adiacente; esistono, infatti, diverse “scuole di pensiero” in proposito ed è probabile che nei prossimi anni vengano maggiormente approfonditi proprio questi temi, di notevole interesse ai fini della prevenzione rispetto alla sismicità, e che si possa addivenire a teorie ed interpretazioni maggiormente consolidate ed adottate dalla comunità scientifica.

Tenendo conto delle considerazioni sopra svolte e del fatto che anche i cataloghi ed i data base dedicati (Progetto ITHACA) appaiono ancora poco affidabili ed in fase di "implementazione", si è ritenuto maggiormente in aderenza a quanto richiesto dagli ICMS non inserire alcun lineamenti tettonico "sepolto" in territorio di Desenzano del Garda come "Faglie Capaci".

Si è tuttavia deciso di predisporre il presente paragrafo al fine di sottolineare la possibile presenza di strutture tettoniche sepolte al di sotto del territorio comunale la cui interpretazione dal punto di vista dell'attività sismica potrà essere rivalutata in futuro, alla luce di eventuali approfondimenti o aggiornamenti dei data base/cataloghi dedicati alle "Faglie Capaci" o di nuovi studi di neotettonica.

2.3 FORME DI SUPERFICIE

Gli effetti di amplificazione sismica locale o di sito sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il terremoto di riferimento, relativo al *bedrock*, può subire a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali ed in particolare per gli effetti di **amplificazione topografica**.

Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale.

Mediante l'esecuzione di n° **72 sezioni topografiche** (Doc. di piano T11a SG e T11b SG), ortogonali ai versanti ed agli elementi morfologici riconosciuti sul territorio desenzanese, sono state individuate forme di superficie correlabili a **creste**, a **picchi isolati** e **ad orli di scarpata morfologica** con $H=10-20$ m ed $H > 20$ m. Solo in un caso sono stati riscontrati valori di F_a di sito superiori a quelli di soglia normativa (ambito collinare di Loc. Pusunaro-Colomba, nella porzione settentrionale del territorio comunale) ma in ogni caso inferiori a quelli dovuti all'amplificazione litologica.

3. CARTA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DERIVANTE DALL'APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO AI SENSI DEI CRITERI REGIONALI **Brevi considerazioni**

Sulla base dei numerosi dati geofisici elaborati sul territorio comunale (n° **49 stendimenti di sismica multicanale - MASW**), della loro distribuzione su tutto il territorio comunale ed in maniera congruente con gli ambiti geologici riconosciuti, è stata predisposta la "Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dall'applicazione del 2° livello ai sensi dei criteri regionali" (**Doc. di Piano T03 MOPS**).

I fattori F_a di amplificazione in essa riportati fanno riferimento alla **tipologia di edifici con periodo T compreso tra 0.1 s e 0.5 s**, in modo da rendere confrontabili i valori ottenuti per l'amplificazione litologica e per quella morfologica. Inoltre sulla base dell'esperienza acquisita nell'applicazione del 2° livello richiesto dalle normative regionali su diverse aree della provincia bresciana, non si sono mai riscontrati valori di F_a di sito, correlati all'amplificazione litologica, superiori ai "valori di F_a di soglia normativa" previsti per edifici con periodo compreso tra 0.5 s e 1.5 sec.

Nel caso del territorio comunale di Desenzano i valori di Fa di sito correlabili ad amplificazione morfologica (vedi Doc. di Piano A01 SG) risultano sempre inferiori a quelli relativi all'amplificazione litologica; pertanto nella Tavola T03 MOPS si è fatto riferimento agli Fa di sito correlati ad amplificazione litologica.

Sono state distinte aree con valori di Fa, o intervalli di valori di Fa, omogenei; nell'operare i raggruppamenti si è tenuto conto dei valori di soglia normativi previsti per le varie categorie di sottosuolo, in modo da poter eseguire una valutazione rispetto alla "cautela" rappresentata dall'applicazione della normativa sismica vigente.

Nella perimetrazione delle aree è stato utilizzato un criterio "geologico", i limiti sono stati infatti tracciati tenendo conto delle indagini sismiche ma seguendo gli andamenti degli ambiti geologico-geotecnici riconosciuti sul territorio.

Con le **colorazioni in verde** sono state evidenziate aree con **Fa compreso tra 1,2 e 1,5** per le quali la Categoria di Sottosuolo "B", calcolata ai sensi del D.M. 14/01/08, risulta sufficientemente cautelativa; si sottolinea che in queste aree ricadono tutti i cordoni morenici e le piane fluvioglaciali principali, particolarmente estese nell'entroterra desenzanese, ma in parte ricadenti anche nel centro abitato principale.

Con le **colorazioni dal giallo all'arancio** sono state raggruppate aree con **Fa compreso per lo più tra 1,6 e 1,9 e solo localmente pari a 1,5**; poichè la Categoria di Sottosuolo, calcolata ai sensi del D.M. 14/01/08, è sia "B" che "C", si ritiene, in aderenza alle normative regionali, che in queste aree ci sia la possibilità che l'applicazione della normativa sismica vigente non sia sufficientemente cautelativa rispetto ai potenziali fenomeni di amplificazione litologica. In particolare i dati indicherebbero per queste aree l'opportunità di assumere in progetto una Categoria di Sottosuolo "C" anche nel caso in cui ai sensi del D.M. 14/01/08 sarebbe definibile una Categoria di Sottosuolo "B".

Con le **colorazione dal rosa al rosso** sono state indicate aree con **Fa compreso tra 2.0 e 2.3** per le quali la Categoria di Sottosuolo "C", calcolata ai sensi del D.M. 14/01/08, non risulta sufficientemente cautelativa; ricadono in queste aree ampie porzioni del territorio poste sia a ridosso della fascia costiera che in corrispondenza delle ampie piane fluvioglaciali e/o di ritiro presenti dell'ambito sud-orientale. In questi casi i dati elaborati indicherebbero l'opportunità di assumere in progetto una Categoria di Sottosuolo "D" anche nel caso in cui ai sensi del D.M. 14/01/08 sarebbe definibile una Categoria di Sottosuolo "C".

Nella tavola T03 MOPS è stata pertanto aggiunta l'informazione relativa alla Categoria di Sottosuolo calcolata ai sensi del D.M. 14/01/08 (sulla base delle indagini geofisiche e geotecniche) e relativa a ciascun ambito riconosciuto; sono state inoltre segnalate, con apposita retinatura, le aree in cui il valore di Fa di sito calcolato può risultare superiore ai valori di soglia normativi previsti per la categoria di sottosuolo di riferimento.

Desenzano del Garda, 21 Giugno 2012

Dott. Geol. Rosanna Lentini

Dott. Geol. Damiano Scalvini