

STUDIO DI
GEOLOGIA
TECNICA ED
AMBIENTALE

ROSANNA
LENTINI

STUDIO
GEOLOGICO
SCALVINI

SPACE
INGEGNERIA CIVILE IDRAULICA • TELERISCALDAMENTO

Comune di LONATO DEL GARDA

Provincia di BRESCIA

AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

AI SENSI DELLA L.R. 12/05, DELLA DGR IX/2616/2011 E DELLA DGR X/6738/2017

SG A01 RI – RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Data di emissione: Dicembre 2019

Commessa: 2018-33R PT

Data di revisione: Rev.02 Marzo 2021 – Modifica Fasce di Tutela pozzi,
inserimento nuovo pozzo e correzione errori materiali

Il Tecnico

Dott. Geol. Rosanna Lentini

Dott. Geol. Damiano Scalvini



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

INDICE

1	PREMESSA (AGGIORNAMENTO 2019)	2
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI (AGGIORNAMENTO 2019).....	4
1.2	METODOLOGIA DI LAVORO (AGGIORNAMENTO 2019).....	8
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE.....	19
3	CARTA GEOLOGICA CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI (AGGIORNAMENTO 2019)	21
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE (AGGIORNAMENTO 2019).....	21
3.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	27
3.3	UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE (AGGIORNAMENTO 2019).....	28
4	CARTA DELLA DINAMICA MORFOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	34
4.1	METODOLOGIA DI INDAGINE (AGGIORNAMENTO 2019).....	34
4.2	FORME MORFOLOGICHE E FENOMENI DI DINAMICA GEOMORFOLOGICA (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	35
4.3	SISTEMA IDROGRAFICO (AGGIORNAMENTO 2019).....	47
4.4	INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)	48
4.5	DINAMICA MORFOLOGICA DI DETTAGLIO (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	52
4.6	ELEMENTI MORFOLOGICI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO DERIVANTI DAGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI BACINO DEL FIUME PO CARTA PAI - PGRA (AGGIORNAMENTO 2019)	60
4.7	CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE.....	64
5	CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	72
5.1	METODOLOGIA DI INDAGINE (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	72
5.2	CARATTERISTICHE LITOTECNICHE.....	73
6	IDROGEOLOGIA.....	77
6.1	METODOLOGIA DI INDAGINE	77
6.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO	78
6.3	FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PUBBLICHE	87
6.4	SOGGIACENZA	89
7	VULNERABILITA' NATURALE DEGLI ACQUIFERI	91
7.1	METODOLOGIA UTILIZZATA	91
7.2	VULNERABILITA' DELLA FALDA SUPERFICIALE	92
7.3	VULNERABILITA' DELLE FALDE MEDIE E PROFONDE.....	96
8	SISMICITA' (AGGIORNAMENTO 2019)	97
8.1	INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO (AGGIORNAMENTO 2019).....	97
8.2	SISMICITÀ STORICA (AGGIORNAMENTO 2019).....	103
8.3	FAGLIE SISMOGENETICHE- FAGLIE CAPACI (TRATTO DA MOPS 2015).....	114
8.4	NORMATIVE SISMICHE (AGGIORNAMENTO 2019).....	119
9	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO – PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (AGGIORNAMENTO 2019).....	123
9.1	ANALISI DI 1° LIVELLO (AGGIORNAMENTO 2019).....	123
9.2	EFFETTI DI INSTABILITÀ (AGGIORNAMENTO 2019).....	124
9.3	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA - LIVELLO 2 AI SENSI DEGLI ICMS 2018 E DEI CRITERI REGIONALI (D.G.R. 9/2616/2011) (Modificato da STUDIO MOPS 2015).....	127
9.4	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 2 (MOPS-CRITERI REGIONALI) CON INDICAZIONE DEI VALORI STIMATI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA (Fa – FAC) (DOC. DI PIANO SG/MOPS TAV. 8 BIS).....	134
10	CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI (DOC. DI PIANO SG TAV.11) CARTA DI SINTESI (DOC. DI PIANO SG TAVV.12) (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	137
10.1	CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI - AMBITI SOGGETTI A VINCOLI NORMATIVI DI CARATTERE GEOLOGICO, AI SENSI DELLA D.G.R. 9/2616 del 2011 (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)	137
10.2	CARTA DI SINTESI - AMBITI DI VULNERABILITA' IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA E/O DI PERICOLOSITA' GEOLOGICO-GEOTECNICA AI SENSI DELLA D.G.R. 92616/2011 e 10/6738/2017 (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019).....	143
11	RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRORDINATA (PAI – PGRA -PTUA - PTR – PTCP – PCP – PPGR).....	147

1 PREMESSA (AGGIORNAMENTO 2019)

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Lonato del Garda (BS) (*Determinazione AE n° 33 del 07/12/2018*) è stato eseguito un **Aggiornamento ai sensi della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. 10/6738/2017** della “**Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio**”, redatta in ultimo dalla scrivente nel Luglio 2009/Maggio 2010.

Lo studio geologico del Luglio 2009/Maggio 2010 era stato predisposto in ottemperanza alle normative regionali relative alla *Componente geologica, idrogeologica e sismica nella pianificazione territoriale (L.R. 12/05)* e riguardava sostanzialmente l'aggiornamento della componente sismica e quindi la predisposizione dell'Analisi del Rischio Sismico, nonché la conseguente revisione della Fase di Sintesi/Valutazione e la Fase di Proposta, applicando le procedure indicate dalla **D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008**. Esso si poneva quale aggiornamento dello studio geologico, eseguito dalla scrivente e dal Dott. Geol. G. Crestana nel Luglio 2003, secondo le disposizioni della L.R. 41/97 e secondo gli standard metodologici contenuti nelle “Direttive Regionali” approvati con D.G.R. n° 7/6645 del 29/10/2001.

Il presente studio si prefigge in primo luogo di **recepire**:

- ✓ le risultanze dello **Studio di Microzonazione Sismica secondo i “Criteri regionali per la realizzazione di studi di Microzonazione Sismica di cui all’Ordinanza P.C.M. n° 4007/2012 e s.m.i. e all’Ordinanza C.D.P.C 52/2013 e Decreto C. Di Protezione Civile 15 Aprile 2013” (All.1 alla nota Z1.2012.0020672 del 08/08/2012 ed alla nota Z1.2013.0017362 del 07/11/2013)** – (Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini, Agosto 2015 ed aggiornare coerentemente l’analisi della pericolosità sismica locale;
- ✓ le **Aree Allagabili PGRA**, ai sensi della D.G.R X/6738/2017, individuate lungo il Reticolo Idrico Minore di competenza comunale (**RSCM**), lungo il reticolo consortile (**RSP- consortili**) e presso la fascia costiera (**ACL**) sulle Mappe di Pericolosità contenute nel **Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni nel Distretto del Po (PGRA)**, approvato in data 03.03.2016 con Deliberazione n. 2/2016 del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.30 del 06.02.2017).

Nell’ambito del presente aggiornamento è stato inoltre predisposto dal Comune di Lonato del Garda, in collaborazione con gli scriventi, l'**Aggiornamento del Documento di Polizia Idraulica** ai sensi della D.G.R. 10/7581 del 18/12/2017 e s.m.i (*Doc. di Piano - RIM DPI (ET-EN)*), **le cui risultanze verranno integralmente recepite** quale sostanziale revisione della Fase di Analisi relativa agli elementi idrografici, idrologici ed idraulici.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il Documento di Polizia Idraulica viene adottato contestualmente al presente aggiornamento del PGT e dovrà acquisire specifico parere da parte dell'Ente Competente - STER di Brescia.

Si segnala che, nell'ambito dell'incarico ricevuto dalla RTP Lentini-Scalvini-Pezzagno, è in fase di predisposizione Il **Documento Semplificato del Rischio Idraulico del territorio comunale di Lonato del Garda** predisposto in ottemperanza ai commi 1 e 4 dell'Art. 14 del R.R.7/2017 e s.m.i. e secondo le specifiche indicate al comma 8 dell'Art.14 del R.R.7/2017 e s.m.i.

Pertanto nel presente studio, nelle more della predisposizione di tali documenti o studi specifici, verranno richiamate alcune **indicazioni normative per il rispetto dell'invarianza idraulica e idrologica** in linea con quanto previsto dal R.R. 7 del 23/11/2017, alla cui applicazione si rimanda in ogni caso in maniera integrale; il regolamento edilizio comunale dovrà esplicitare e dettagliare i contenuti di cui all'Art. 6 del R.R. 7/2017.

Il presente aggiornamento riguarda pertanto la **Fase di Analisi** della Componente geologica del PGT **limitatamente agli elementi idrografici, idraulici e sismici**.

Per quanto concerne le problematiche relative alle altre componenti indicate dalla D.G.R. n° 9/2616/7374 del 28/05/2008 (elementi litologici, geologico-tecnici e pedologici; elementi geomorfologici e di dinamica morfologica; elementi idrogeologici) le nuove direttive regionali non comportano sostanziali modifiche metodologiche.

La parte conclusiva del lavoro di aggiornamento ha pertanto comportato la **completa revisione della Fase di Sintesi/Valutazione e la Fase di Proposta**, applicando le procedure indicate dalla nuova **D.G.R. n° IX/2616 del 30/11/2011**.

Sulla base del presente aggiornamento ed in assenza di modifiche normative si potrà effettuare la verifica della congruità tra eventuali previsioni urbanistiche in Variante Parziale al PGT ed i contenuti dello studio geologico del PGT con stesura della dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà (All. 6 alla D.G.R. X/6738/2017).



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI (AGGIORNAMENTO 2019)

Lo studio geologico viene redatto ai sensi dell'art. 25 della L.R. 12/05 e secondo i “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/05 n° 12.

La pubblicazione della L.R. 12/05 e delle relative direttive attuative introduce, rispetto alla precedente L.R. 41/97, importanti innovazioni in fatto di redazione degli studi geologici e in particolare riguardo l'analisi della componente sismica e la cartografia di fattibilità e di vincolo.

Le direttive ad oggi vigenti sono:

- **D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011** - *“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, approvati con D.G.R. 8/1566/2005 e successivamente modificati con D.G.R. 8/7374/2008”*
- **D.G.R. 10/6738 del 19/06/2017** - *“Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po”*

L'entrata in vigore della **D.G.R. 10/6738 del 19 Giugno 2017** integra la D.G.R. 9/2616/2011 con particolare riferimento all'introduzione del nuovo Titolo V delle Norme di Attuazione (N.D.A.) del PAI ed alle disposizioni relative all'attuazione della variante normativa PAI nel settore urbanistico alla scala comunale. Tali disposizioni e le norme correlate sono già vigenti a partire dalla data di pubblicazione della D.G.R. e pertanto dal 21 Giugno 2017.

Viene di seguito fornita una rapida disamina delle più recenti normative che hanno ricaduta sulla procedura di studio in esame.

Nel **D.M. 14/01/2008**, nel **D.M. 17/01/2018** e nell'**Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 27/04/2006** il Comune di Lonato del Garda è stato classificato in zona sismica 2 ed in particolare nella sottozona con valori di a_g compresi tra 0.150 e 0.175 (accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). L'Ordinanza P.C.M. 3274/2003 includeva il territorio comunale di Lonato del Garda in zona sismica 3; la Regione Lombardia con **D.G.R. X/2129 del 11/07/14** ha approvato un “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”, che recepisce definitivamente ed anche dal punto di vista amministrativo, la classificazione dell'OPCM 3519/2006 e che, sulla base della successiva D.G.R. 8 ottobre 2015 - n. X/4144, è entrato in vigore a partire dal 10 Aprile 2016.

E' stata pertanto confermata per il Comune di Lonato d/G (BS) la zona sismica 2 con valore di a_{gmax} 0,15926 anche a livello regionale e pertanto ai fini pianificatori/amministrativi. Ciò ha di fatto sanato una difformità di classificazione nazionale/regionale che creava non pochi problemi tecnico-progettuali.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Con la pubblicazione del **Testo Unico** per l'edilizia **D.M. del 14/01/2008** e **D.M. 17/01/2018**, che definisce le "Norme Tecniche per le costruzioni" è, in ogni caso, divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica 1, 2 e 3.

La **L.R. 33 del 12/10/2015** definisce le "*Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*" e di fatto trasferisce ai comuni, singoli o associati, numerose funzioni prima assegnate alla Regione (di cui agli art. 61, 90 comma 2, 93 comma 1, 94 comma 1, 96, 97, 99, 100 e 104 del D.P.R. 380/2001) ed in particolare inerenti le "*Norme per le costruzioni in zone sismiche*" e "*Vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche*"; essa è definitivamente entrata in vigore con la pubblicazione della **D.G.R. 10/5001 del 30/03/2016** "*Approvazione delle Linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni in materia sismica (artt.3, comma 1 e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)*", sul B.U. di Regione Lombardia del 07 Aprile 2016.

Ciò comporta, tra l'altro, specifiche prescrizioni nella redazione degli elaborati tecnici a corredo dei progetti e, in zona sismica 2 (ai sensi del DPR 380/2001 come modificato dalla L. 55 del 14/06/2019), l'obbligo di acquisire l'Autorizzazione Sismica di cui all'Art.8 comma 1 della L.R. 33/2015, da rilasciare a carico dei Comuni o della Regione entro 60 gg dalla data di protocollo (fatto salvo il ricorso da parte del comune al parere regionale) o l'Attestazione di avvenuto Deposito di cui all'Art.7 comma 1 della L.R. 33/2015, da rilasciare a carico dei Comuni all'atto del deposito stesso.

A seguito della **Deliberazione dell'Autorità di Bacino n°18 del 26/04/2001** "Adozione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino idrografico di rilievo nazionale del Fiume Po" e del successivo **D.P.C.M. del 24/5/2001** (pubblicato sulla G.U. della Repubblica Italiana n°183 del 8/8/2001) di approvazione, il PAI è entrato definitivamente in vigore portando effetti immediati in termini di indirizzi urbanistici e limitazioni d'uso del suolo.

Il Comune di Lonato del Garda risulta inserito nella tabella 2 dell'Al. 13 alla **D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011** tra i comuni, compresi nella **D.G.R. n° 7/7365 del 11/12/2001**, che hanno **concluso l'iter 5.3** di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI. Per il Comune di Lonato d/G sono segnalati alcuni dissesti PAI (<http://cartografia.regione.lombardia.it>) anche in relazione agli aggiornamenti eseguiti in passato in fase di predisposizione del PGT ed il "**Quadro del Dissesto PAI**" risulta "**aggiornato**".

Tabella 2 - Individuazione dei comuni compresi nella d.g.r. 11 dicembre 2001, n. 7/7365 che hanno concluso l'iter di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI

PROVINCIA	COMUNE	SITUAZIONE ITER PAI	QUADRO DEL DISSESTO VIGENTE
BS	Lonato	concluso iter 5.3	aggiornato



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il comune di Lonato del Garda risulta inoltre inserito nell'Al. 2 alla D.G.R. 10/6738/2017:

COMUNE	PROVINCIA	CODICE ISTAT	AMBITO RP		AMBITO RSCM		AMBITO RSP	AMBITO ACL						
			COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RP	COMUNI CON FASCE FLUVIALI PAI VIGENTI	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSCM	COMUNI TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001		AMBITO RSCM AREE ALLAGABILI DERIVANTI DA STUDI DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO, EVENTI ALLUVIONALI RECENTI O SEGNALATE DA COMUNI (PARAGRAFO 3.2 DELLE DISPOSIZIONI)	AREE ALLAGABILI CORRISPONDENTI ALLE AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO DI TIPO IDRAULICO GIÀ PRESENTI NEL PAI (NORME TITOLO IV)	COMUNI APPARTENENTI NELL'AMBITO RSP (NON TENUTI ALL'AGGIORNAMENTO DELL'ELABORATO 2 DEL PAI DA D.G.R. VII/7365/2001)	COMUNI CON AREE ALLAGABILI IN AMBITO RSP	AREE ALLAGABILI TRATTE DAI PGT DEI COMUNI (S - CARA DI SINTESI, P - CARTA PAI)	SEGNALAZIONI DI AREE ALLAGABILI DA CONSORZI DI BONIFICA	AREE ALLAGABILI DA STUDI SOVROCOMUNALI
LONATO DEL GARDA	BS	17092			X	X			X	X				X

In particolare sono presenti **Aree Allagabili RSCM (Reticolo Secondario Collinare e Montano)** che coincidono con le Aree PAI già vigenti, **Aree Allagabili RSP (Reticolo Secondario di Pianura)** segnalate dai consorzi di bonifica, ed **Aree Allagabili ACL (Aree Costiere e Lacustri)** individuate presso la Loc. Lido di Lonato.

Le direttive attuative della L.R. 1/2000, emanate dapprima con **D.G.R. n° 7/7868 del 25/01/02 e s.m.i.** (D.G.R. 8743/02, D.G.R. 13950/2003, D.G.R. 20552/2005, D.G.R. 5324/2007, D.G.R. 5774/2007, D.G.R. 8127/2008, D.G.R. 10402/2009, D.G.R. 713/2010, D.G.R. 2362/2011) nonché le più recenti **delibere sostitutive** (D.G.R. 2762/2011, D.G.R. 4287/2012, D.G.R. n°10/883 del 31/10/13, D.G.R. n°10/2591 del 31/10/14, D.G.R. n°10/4229 del 31/10/15 e, in ultimo, **D.G.R.10/7581 del 18/12/2017 e D.G.R. 11/698/2018**) attribuiscono ai comuni compiti e competenze in materia di Polizia Idraulica che richiedono, in attuazione della L.R. 1/2000, l'individuazione del Reticolo Idrico Minore e del Reticolo Idrico Principale e delle relative Norme Tecniche per la predisposizione dei provvedimenti concessori e di nulla-osta idraulico.

Il Comune di Lonato del Garda aveva già predisposto l'*Elaborato Tecnico Normativo del Reticolo Idrico ai sensi della D.G.R. 7/7868 del 25/01/2002* (Dott. Geol. G. Crestana, e Dott. Geol. R. Lentini - Luglio 2003, modificato nel Novembre 2003 in recepimento del *parere n.°24 formulato dalla Regione Lombardia - Unità Organizzativa Sede Territoriale di Brescia – Struttura Sviluppo del Territorio*).

Nell'ambito dell'attuale revisione del Piano di Governo del Territorio di Lonato del Garda si è proceduto all'**Aggiornamento dello Studio del Reticolo Idrografico Comunale** ed è stata pertanto elaborata una sostanziale **revisione del Documento di Polizia Idraulica (DPI)** che consta di un **Elaborato Tecnico (ET)** ed un **Elaborato Normativo (EN)** ai sensi della D.G.R. 10/7581/2017 e s.m.i.. Il Documento di Polizia Idraulica **viene adottato contestualmente al presente aggiornamento del PGT** e dovrà acquisire specifico parere da parte dell'Ente Competente - STER di Brescia.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il **D.L.vo 152/06 all'art. 94** prevede, per le opere di captazione delle acque destinate al consumo umano, l'istituzione delle aree di salvaguardia all'interno delle quali alcune attività sono vietate o soggette ad autorizzazione, il tutto per tutelare le risorse idriche destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse. Per quanto riguarda i criteri per definire le dimensioni della zona di rispetto, bisogna fare riferimento all'allegato 1 punto 2 della **D.G.R. 10 Aprile 2003 n° 7/12693** "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto" e alla **D.G.R. 27 giugno 1996 n°15137** "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazione di acque sotterranee destinate al consumo umano". Per la delimitazione della fascia di rispetto, delle opere già esistenti, può essere mantenuta la perimetrazione mediante criterio geometrico ovvero tali aree potranno essere riperimetrate utilizzando il criterio temporale (isocrona a 60 gg) nel caso di acquiferi vulnerabili dalla superficie, o il criterio idrogeologico nel caso di acquiferi protetti, come definito nella D.G.R. 6/15137 del 1996.

Con l'entrata in vigore della **L.R. 19 del 08/07/2014**, che apporta sostanziali modifiche alla L.R. 31 del 05/12/2008 è divenuto a carico dei Comuni (commi 2 e 3 dell'Art. 44 della L.R. 31/2008 come modificato dalla L.R.19/2014), autorizzare la trasformazione d'uso del suolo dei terreni soggetti a vincolo idrogeologico di cui all'Art. 1 del R.D. 3267 del 30/12/1923, in conformità alle indicazioni ed alle informazioni idrogeologiche contenute negli studi geologici comunali, nei piani territoriali e nei piani forestali di cui all'art.47 della L.R.31/2008. In particolare, ai sensi del comma 2 Art. 44 della L.R. 31/2008 come modificato dalla L.R.19/2014, per i comuni dotati di piano di governo del territorio (PGT) i titoli abitativi edilizi devono essere provvisti di tale autorizzazione che va rilasciata previa verifica di conformità delle trasformazioni d'uso del suolo rispetto alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT prevista dall'art. 57 comma 1 lettera b) della L.R. 12/2005.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.2 METODOLOGIA DI LAVORO (AGGIORNAMENTO 2019)

La metodologia di studio prevede una prima **Fase di Analisi** delle componenti indicate dalla D.G.R. 9/2616/2011 e dalla D.G.R. 10/6739/2017, che comprende la fase di ricerca storica e bibliografica e la fase di redazione della cartografia d'inquadramento.

Per il presente “*Aggiornamento della Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio*” è stata prevista una prima fase di acquisizione di tutti i dati reperibili in letteratura e riferiti in particolare ai precedenti studi di pianificazione a scala del territorio comunale:

Studio	EMISSIONE	Autori
Studio Geologico del Territorio Comunale per la Variante Generale del Piano Regolatore Generale	1998	Dott. Geol. G. Crestana

Lo studio del 1998 costituiva una revisione ed integrazione dello studio geologico effettuato nel Novembre 1991 (revisione P.R.G.) e redatto dai Dott. Geol. L. Ziliani e Dott. Geol. R. Minelli. Dallo studio del 1991 venivano estratti gli elaborati cartografici riguardanti la “Carta geologica con indicazioni pedologiche” e la “Carta idrogeologica con indicazioni sulla vulnerabilità della falda freatica”, redatte alla scala 1: 10.000, nonché la “Relazione Geologica con stratigrafie pozzi e sezioni idrogeologiche”.

Lo studio del 1998 ha quindi previsto l'esecuzione di una campagna di rilievi sull'intero territorio comunale, nei mesi di Aprile e Maggio 1998 per l'individuazione delle caratteristiche geomorfologiche e del sistema idrografico e per la redazione della “Carta della dinamica geomorfologica e del sistema idrografico”, in scala 1:5.000.

Studio	EMISSIONE	Autori
Revisione ed Integrazione dello Studio Geologico del Territorio Comunale, per la Variante Generale del Piano Regolatore Generale (L.R. 41/97 e D.G.R. n°7/6645 del 29/10/2001)	Luglio 2003	Dott. Geol. G. Crestana Dott. Geol. R. Lentini
Elaborato Tecnico Normativo del Reticolo Idrico Minore (D.G.R. 7/7868 del 25/02/02)	Luglio 2003	Dott. Geol. G. Crestana Dott. Geol. R. Lentini

Lo studio del 2003 ha quindi previsto la revisione della cartografia di sintesi e fattibilità in adeguamento alla D.G.R. 7/6645 del 29/10/2001. Per quanto concerne la fase di analisi del territorio si rimandava agli studi precedenti, con qualche locale revisione della “Carta della dinamica geomorfologica e del sistema idrografico”, in scala 1:5.000.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Studio	EMISSIONE	Autori
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 D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008	Luglio 2009/Maggio 2010	Dott. Geol. R. Lentini

Lo studio geologico del Luglio 2009/Maggio 2010 era stato predisposto in ottemperanza alle normative regionali relative alla *Componente geologica, idrogeologica e sismica nella pianificazione territoriale* (L.R. 12/05) e riguardava sostanzialmente l'aggiornamento della componente sismica e quindi la predisposizione dell'Analisi del Rischio Sismico, nonché la conseguente revisione della Fase di Sintesi/Valutazione e della Fase di Proposta, applicando le procedure indicate dalla D.G.R. n°8/7374 del 28/05/2008

Per quanto concerne i referimenti di letteratura inerenti gli studi bibliografici utilizzati sia per le classificazioni litostratigrafiche che per la definizione degli inquadramenti sismici, sismo-tettonici e strutturali si rimanda agli specifici capitoli.

Per quel che riguarda le caratteristiche dei suoli sono stati utilizzati i dati riportati nello Studio Geologico del 1991 (Dott. Geol. L. Ziliani e Dott. Geol. R. Minelli) nonché nella pubblicazione dell'ERSAL "I suoli dell'Area Morenica Gardesana Settore Bresciano" nell'ambito del progetto "Carta Pedologica" (Novembre 1997).

Sono stati quindi consultati gli studi e le documentazioni riguardanti il territorio comunale d'interesse, inclusi nell'All.1 della D.G.R. n° 11/2120/2019.

Si specifica in proposito che è in fase di predisposizione da parte della RTP Lentini-Pezzagno-Scalvini il Documento semplificato del Rischio Idraulico predisposto in ottemperanza ai commi 1 e 4 dell'Art. 14 del R.R.7/2017 e s.m.i. e secondo le specifiche indicate al comma 8 dell'Art.14 del R.R.7/2017 e s.m.i.; dei risultati preliminari di tale studio si è in ogni caso tenuto conto nella redazione del presente documento.

Nell'ambito della Fase di Analisi è stata realizzata, nel corso degli anni, la cartografia d'inquadramento, predisponendo le carte tematiche in modo da rappresentare in maniera dettagliata e leggibile gli elementi, le strutture ed i fenomeni riscontrati sul territorio.

Nella cartografia di analisi vengono rappresentati, in adempimento a quanto richiesto nella D.G.R. 9/2616/2011 e dalla D.G.R. 10/6738/2017, i seguenti temi:

- Elementi litologici, geologico-tecnici e pedologici, gli elementi strutturali, elementi geomorfologici e di dinamica morfologica
- Elementi idrografici, idrologici ed idraulici
- Elementi idrogeologici
- Opere di difesa ed altri elementi antropici
- Analisi di Pericolosità Sismica

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il più recente, ed attuale aggiornamento (Dicembre 2019), prevede la revisione solo di alcune delle tavole di analisi ed in particolare quelle interessate dalle tematiche e dal recepimento delle norme e degli studi di cui all'incarico in oggetto; si rimanda per uno schema riassuntivo più dettagliato alle tabelle riepilogative a seguire.

Anche la presente relazione rappresenta un testo parzialmente aggiornato rispetto a quella fino ad oggi vigente (Luglio 2009); è stato indicato in relazione e per ciascun capitolo l'eventuale aggiornamento 2019.

La **Fase di Sintesi/Valutazione** e la **Fase di Proposta**, viene eseguita applicando le procedure indicate dalla **D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011 e dalla D.G.R. 10/6738/2017** ed è stata oggetto di revisione pressoché completa nell'attuale aggiornamento (Dicembre 2019).

La cartografia di base utilizzata per le tavole tematiche fa riferimento al rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:5.000, fornito dall'Ufficio Tecnico Comunale e relativo a voli eseguiti nel 2008, come più recentemente aggiornato e fornito nel 2019 dall'Urbanista incaricato della presente variante al PGT.

E' stato quindi effettuato, ed aggiornato in varie fasi e nel corso degli ultimi decenni, il rilevamento geolitologico e geomorfologico per il riconoscimento dei litotipi sedimentari presenti sul territorio, riferito, laddove possibile, ad unità litostratigrafiche o allostratigrafiche correlabili alla cartografia ufficiale, pubblicata, e/o a quanto riportato nella letteratura scientifica.

Sono stati inoltre eseguiti rilievi geomorfologici di dettaglio sull'intero territorio comunale, finalizzati all'individuazione delle forme di erosione e di accumulo presenti sul territorio, ed alla valutazione del loro stato di attività.

Mediante il controllo con l'interpretazione delle fotografie aeree si sono potute meglio definire le problematiche che richiedono una visione d'insieme.

Per quel che riguarda gli **elementi geomorfologici-idraulici** inseriti nelle Carte Inventario dei Dissesti della Regione Lombardia e nella cartografia del PTCP - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale- si è verificato l'eventuale censimento di fenomeni di dissesto o di vincolo nel territorio comunale.

Per quel che riguarda le aree Allagabili inserite nel PGRA è stata consultata la cartografia regionale (Mappe della Pericolosità aggiornate al 2015 – pubblicate sul Geoportale della Lombardia) come indicato nell'All. 1 alla D.G.R. 10/6738/2017 e s.m.i.

Per quanto concerne l'analisi idraulica sono stati eseguiti specifici rilievi relativi al Sistema Idrografico, per i quali si rimanda al **Documento di Polizia Idraulica (Doc. di Piano – RIM DPI (ET-EN))** ed in particolare all'**Elaborato Tecnico (ET)** ed alla **Nota tecnica con descrizione delle Caratteristiche del Reticolo Idrografico (Doc. di Piano RIM All.ET)**.

Il Documento di Polizia Idraulica è stato predisposto secondo i criteri indicati alla data di esecuzione dalla D.G.R. n° 10/7581 del 18/12/2017 e s.m.i. (DGR 11/698 del 24/10/2018), in



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

ottemperanza alla L.R. 1/2000; esso viene adottato contestualmente al presente studio e dovrà acquisire specifico parere da parte dell'Ente Competente.

Sono state così **aggiornate (MOPS 2015 e Dicembre 2019)** la **CARTA GEOLOGICA CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI** (*Doc. di Piano SG Tav. 1 - scala 1:10.000*), la **CARTA DEL SISTEMA IDROGRAFICO – RILIEVI 2019** (*Doc. di Piano SG/RIM Tav. 2 A/B/C/D - scala 1:5.000*), tratta dallo *Documento di Polizia Idraulica* e la **CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA** (*Doc. di Piano SG Tav.2 bis A/B/C/D - scala 1:5.000*).

Sono stati presi in considerazione, nel corso degli ultimi decenni, anche gli **aspetti geologico-applicativi**, pervenendo ad una **prima caratterizzazione geotecnica dei terreni**, in funzione anche delle caratteristiche del suolo e del primo sottosuolo.

A tal fine sono stati raccolti i dati inerenti le **indagini geognostiche eseguite nel territorio comunale** già per lo studio geologico del Luglio 2009 e successivamente implementati per lo Studio di Microzonazione Sismica del 2015 e, limitatamente alle indagini geofisiche, anche per il presente aggiornamento (Dicembre 2019).

Tali dati sono stati forniti su supporto informatico e derivati dagli allegati allo studio di Microzonazione Sismica del 2015 (**Data Base con Shape File - Doc. di Piano MOPS DB01**) ed integrati con i nuovi dati geofisici 2016-2019.

Sono state così revisionate la **CARTA DELLE INDAGINI AI SENSI DEGLI ICMS E DELLA D.G.R. 9/2616/2011** (*Doc. di Piano SG Tav. 3 A/B/C/D - scala 1:5.000*), e la **CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI** (*Doc. di Piano SG Tav. 4 scala 1:10.000*).

L'analisi delle **caratteristiche idrogeologiche** del territorio non è oggetto dell'attuale aggiornamento e si è basata nel 2009/2010 sui dati elaborati dal Dott. Geol. Giorgio Crestana e dalla scrivente nell'ambito dello "*Studio Idrogeologico per l'individuazione di un sito idoneo alla terebrazione di un nuovo pozzo idropotabile da collegare alla rete dell'acquedotto comunale*" (ultimato nel Maggio 2010).

Tale studio ha infatti previsto il censimento di numerosi pozzi privati per l'emungimento d'acqua dal sottosuolo, nonché la raccolta dei dati riguardanti i pozzi comunali esistenti nel territorio comunale. La ricerca è stata quindi rivolta alla formulazione di un modello idrogeologico generale, con il tentativo di identificare gli acquiferi superficiali, medi e profondi, anche al fine di definire gli ambiti di maggiore vulnerabilità delle falde ovvero maggiormente protetti ai fini della realizzazione di opere di captazione per alimentare la rete acquedottistica comunale.

Mediante alcune **misure del livello statico** eseguite nel 2009 e nel corso degli anni precedenti, è stato possibile valutare la soggiacenza degli acquiferi presso alcuni dei punti di emungimento censiti e/o presso punti di affioramento della falda. Il contesto idrogeologico e la natura e tipologia delle falde ha permesso una ricostruzione solo locale, comunque significativa, dell'andamento della superficie piezometrica delle falde superficiali.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

E' stata quindi predisposta nel 2009-2010 la **CARTA D'INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO CON UBICAZIONE DEI POZZI ED INDICAZIONE DELLA PROFONDITA' DEGLI ACQUIFERI EMUNTI** (*Doc. di Piano SG Tav. 5* scala 1:10.000). In particolare ci si è soffermati sui pozzi forniti di dati tecnici. Le **Schede Pozzi** (*Doc. di Piano SG A03*) relative alla rete dell'acquedotto comunale, sono fornite in allegato al presente studio. Per le **stratigrafie dei pozzi** rimanenti, dato il numero elevato, si allegano le stratigrafie estratte dallo studio sopracitato (*Doc. di Piano SG A04*), da cui è tratta anche la **Sezione di correlazione delle stratigrafie dei pozzi per ambiti omogenei** (*Doc. di Piano SG A05*).

Sono quindi state stimate le caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti in relazione all'assetto idrogeologico dell'intero territorio. La vulnerabilità delle acque sotterranee è stata stimata in base alle caratteristiche dei suoli (in allegato "**Carta Pedologica**" tratta da "**I suoli dell'Area Morenica Gardesana Settore Bresciano nell'ambito del progetto Carta Pedologica**" - ERSAL **Novembre 1997** - *Doc. di Piano SG A06*), alle condizioni idrogeologiche del sottosuolo ed agli studi di letteratura. E' stata pertanto realizzata nel 2009-2010 la **CARTA IDROGEOLOGICA CON INDICAZIONI SULLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI** (*Doc. di Piano SG Tav. 6* scala 1:5.000).

Le stratigrafie dei pozzi, correlate alle unità litostratigrafiche riconosciute, hanno permesso di tracciare, nel 2009-2010 alcune **SEZIONI IDROGEOLOGICHE E GEOLOGICHE** (*Doc. di Piano SG Tav. 7*) al fine di illustrare l'andamento delle unità idrogeologiche, nonché l'assetto geologico del territorio comunale.

Si è quindi passati alla sostanziale revisione (Dicembre 2019) della **Fase di Analisi del Rischio Sismico**, in recepimento dello "**Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008)** – (*Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini – Agosto 2015*), allegato al presente studio (*Doc. di Piano MOPS*). E' stata inoltre prevista la raccolta ed analisi di ulteriori dati geofisici acquisiti dagli scriventi sul territorio comunale tra il 2016 ed il 2019.

E' stata pertanto ri-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 SG Tav.8* scala 1:10.000), applicando la procedura di 1° livello secondo le metodologie indicate nell'allegato 5 della D.G.R. 9/2616/2011.

Per la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica litologica attesi, secondo le metodologie indicate per l'analisi di 2° livello eseguite secondo le metodologie indicate nell'allegato 5 della D.G.R. 9/2616/2011, e per la definizione di un modello geofisico e geotecnico affidabile, in accordo con quanto prescritto dall'All. 5 della D.G.R. 9/2616/2011, sono state eseguite per l'aggiornamento dello studio geologico del 2009 e per lo studio della MOPS 2015 indagini geofisiche specifiche, mediante stendimenti di sismica multicanale con acquisizione delle onde superficiali, comprese quelle a bassa frequenza, ed elaborazione dei dati secondo la procedura tipo MASW.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

In accordo con la D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008 l'acquisizione dei dati per l'applicazione dell'analisi di 2° livello è stata prevista relativamente agli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione ed in corrispondenza di area di potenziale espansione urbanistica.

Per lo studio PGT 2009-2019 e MOPS 2015 e per il presente aggiornamento sono stati raccolti anche numerose indagini geofisiche eseguite sul territorio comunale per le pratiche edilizie.

Tutti i dati geofisici raccolti sono stati inclusi su supporto informatico nello studio di Microzonazione Sismica del 2015 (**Data Base con Shape File - Doc. di Piano MOPS DB01**) come integrato nel Dicembre 2019 con i nuovi dati geofisici 2016-2019.

Tutti le elaborazioni eseguite ai sensi dell'All. 5 alla D.G.R. 9/2616/2011 - "*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia, finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio*", sono stati allegati al presente studio (**Schede di Verifica dell'Amplificazione Litologica - Doc. di Piano SG A02**).

Sono state implementate nello Studio del PGT 2009-2010 e nello Studio MOPS 2015 specifiche analisi relative agli **effetti di amplificazione sismica topografica** e quindi allegate le **SEZIONI DI ANALISI DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA** (*Doc. di Piano SG Tav. 9* scala 1:10.000) e la **CARTA DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA** (*Doc. di Piano SG Tav. 10* scala 1:10.000).

Si è quindi pervenuti alla **Fase di Sintesi/Valutazione** che individua le limitazioni d'uso del territorio e propone una zonazione in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

Sono state pertanto ri-elaborate la **CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI** (*Doc. di Piano SG Tav. 11 A/B/C/D* scala 1:10.000) e la **CARTA DI SINTESI** (*Doc. di Piano SG Tav. 12 A/B/C/D* scala 1:5.000) in cui sono stati evidenziati rispettivamente i vincoli derivanti da normative e piani sovraordinati, in vigore, di contenuto prettamente geologico ed i diversi ambiti di pericolosità e/o vulnerabilità relativi al territorio comunale come definiti nella D.G.R. 9/2616/2011 e dalla D.G.R. 10/6738/2011.

La realizzazione della **CARTA DI FATTIBILITA' PER L'APPLICAZIONE DELLE NORME GEOLOGICHE DI PIANO** (*Doc. di Piano SG Tav. 13* in scala 1:10.000) rappresenta il risultato conclusivo dello studio e la **Fase di Proposta**, con l'indicazione delle limitazioni d'uso di tipo geologico rispetto alla fattibilità degli interventi previsti sul territorio comunale e con la predisposizione delle **Norme Geologiche di Piano** (*Doc. di Piano SG A01*). A tal fine è stato attribuito ai poligoni riportati nella Carta di Sintesi un valore di classe di fattibilità applicando la metodologia descritta nella D.G.R. n° 9/2616/2011 e dalla D.G.R. 10/6738/2017. Nel presente aggiornamento sono state confermate le classi di fattibilità già vigenti, operando mirate integrazioni e modifiche inerenti gli aggiornamenti/recepimenti delle tematiche di nuova acquisizione nonché l'adeguamento alle più recenti normative (NTC 2018, D.G.R. 9/2616/2011 e D.G.R. 10/6738/2017).



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Alla Carta di Fattibilità viene quindi sovrapposta una retinatura che individua le aree soggette ad amplificazione sismica locale derivanti dalla Carta di Pericolosità Sismica locale e dall'Analisi del Rischio Sismico. In particolare si è tenuto conto delle elaborazioni eseguite per lo “*Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008)*” ed in particolare della **Carta di Microzonazione Sismica - Livello 2** seppure rivista sulla base dei nuovi dati geofisici raccolti (*Doc. di Piano SG/MOPS Tav. 8 bis*)

E' stata infine predisposta, ai sensi della D.G.R. 10/6738/2017 e s.m.i. la **CARTA PAI-PGRA** (*Doc. di Piano SG Tav. 14* in scala 1:10.000) quale sostanziale revisione/integrazione della precedente “CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI”.

I **rilievi di campagna** e l'**elaborazione dei dati** sono stati eseguiti, negli anni, dal Dott. Geol. Giorgio Crestana, dal Dott. Geol. Rosanna Lentini, dal Dott. Geol. Damiano Scalvini, dal Dott. Geol. Elisa Lancini e dal Dott. Geol. Mirko Braiato.

La **digitalizzazione della cartografia** è stata curata dal Dott. Geol. Damiano Scalvini con la collaborazione del Dott. Geol. Mirko Braiato.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

ELABORATI TECNICI E CARTOGRAFICI

ELABORATI TECNICI

Documenti		EMISSIONE	REVISIONE
SG	<i>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 - D.G.R. 2616/2011 e D.G.R.10/6738/2017</i>		
SG A01 RI SG A01 NG	RELAZIONE ILLUSTRATIVA NORME GEOLOGICHE DI PIANO	Luglio 2009	Rev 01 - Dicembre 2019 Rev 02 -Marzo 2021
SG A02	SCHEDA DI VERIFICA DELL'AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA - Estratto da studio MOPS 2015 (All.4) - Nuovi dati 2016-2019	MOPS Agosto 2015	Rev 01 Dicembre 2019
SG A03	SCHEDA POZZI Normativa di Riferimento per Fasce di Tutela Pozzi D.G.R. 6/15137 del 27/06/1996	Luglio 2009	Rev.01 Dicembre 2019 Rev.02 Marzo 2021
SG A04	STRATIGRAFIE DEI POZZI	Luglio 2009	Rev.01 Marzo 2021
SG A05	SEZIONE DI CORRELAZIONE DELLE STRATIGRAFIE DEI POZZI PER AMBITI OMOGENEI	Luglio 2009	
SG A06	CARTA PEDOLOGICA tratta da "I suoli dell' Area Morenica Gardesana Settore Bresciano nell'ambito del progetto Carta Pedologica" - ERSAL Novembre 1997)	Luglio 2009	
RIM	<i>Documento di Polizia Idraulica ai sensi della D.G.R. 10/2591/2014</i>		
RIM DPI (ET-EN) RIM All.EN RIM All.ET1	ELABORATO TECNICO ELABORATO NORMATIVO - Allegato EN1: Elenco Completo dei corsi d'acqua e degli elementi del Reticolo Idrico Principale - Minore - Consortile - Allegato EN2: Estratti dalla D.G.R. n° 10/7581/2017 e DGR 11/698/2018 - Estratti dalla D.G.R.11/698/2018 e D.G.R. 10/7581/2017 - Nota tecnica con descrizione delle Caratteristiche del Reticolo Idrografico	Dicembre 2019	
MOPS	<i>Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Desenzano del Garda secondo gli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS, 2008).</i>		
MOPS DB 01	DATA BASE CON SHAPE FILE	MOPS Agosto 2015	Rev.01 Dicembre 2019

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

ELABORATI CARTOGRAFICI

Tavole		EMISSIONE	REV.
SG	<i>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 – D.G.R. 9/2616/2011 e D.G.R.10/6738/2017</i>		
SG Tav.1	CARTA GEOLOGICA CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI (scala 1:10.000)	Luglio 2009	MOPS 2015 Rev 01 Dicembre 2019 ¹
SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D/E	CARTA DEL SISTEMA IDROGRAFICO – RILIEVI 2019 (Scala 1:5.000)	Dicembre 2019	
SG Tavv.2 bis A/B/C/D	CARTA DELLA DINAMICA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI DEL SISTEMA IDROGRAFICO (scala 1:5.000)	Maggio 1998	Rev 01 Luglio 2003 Rev.01 Luglio 2009 Rev 03 Dicembre 2019
SG/MOPS Tavv.3 A/B/C/D	CARTA DELLE INDAGINI AI SENSI DEGLI ICMS E DELLA D.G.R. 9/2616/2011 (scala 1:5.000)	Luglio 2009	MOPS Agosto 2015 Rev 01 Dicembre 2019 ²
SG Tav.4	CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI (scala 1:10.000)	Luglio 2009	Rev 01 – Dicembre 2019
SG Tav.5	CARTA D'INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO CON UBICAZIONE DEI POZZI ED INDICAZIONI SULLA PROFONDITA' DEGLI ACQUIFERI EMUNTI (scala 1:10.000)	Luglio 2009	Rev 01 – Dicembre 2019 Rev. 02 – Marzo 2021
SG Tav.6	CARTA IDROGEOLOGICA CON INDICAZIONI SULLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI (scala 1:10.000)	Novembre 1991	Luglio 2009
SG Tav.7	SEZIONI IDROGEOLOGICHE E GEOLOGICHE (scala orizzontale 1:10.000, scala verticale 1:1.000)	Luglio 2009	----
SG Tav.8	CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL) – Livello 1 (scala 1: 10.000)	Luglio 2009	MOPS Agosto 2015 Rev 01 Dicembre 2019 ²
SG/MOPS Tav.8 bis	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 2 (MOPS-CRITERI REGIONALI) CON INDICAZIONE DEI VALORI STIMATI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA (Fa - FAC) (scala 1: 10.000)	MOPS Agosto 2015	Rev 01 Dicembre 2019 ²
SG Tav.9	SEZIONI DI ANALISI DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA	Luglio 2009	MOPS Agosto 2015 ³
SG Tav.10	CARTA DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (scala 1: 10.000)	Luglio 2009	MOPS Agosto 2015 ⁴
SG Tav.11	CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI (Scala 1: 10.000)	Luglio 2009	Rev 01 Dicembre 2019 Rev 02 Gennaio 2020 Rev 03 Marzo 2021
SG Tav.12	CARTA DI SINTESI (Scala 1: 10.000)	Luglio 2009	Rev 01 Dicembre 2019 Rev 02 Marzo 2021
SG Tav. 13	CARTA DI FATTIBILITA' PER L'APPLICAZIONE DELLE NORME GEOLOGICHE DI PIANO (Scala 1: 10.000)	Luglio 2009	Rev 01 Dicembre 2019
SG Tav. 14	CARTA PAI - PGRA (Scala 1: 10.000)	Dicembre 2019	
RIM	<i>Documento di Polizia Idraulica ai sensi della D.G.R. 10/7581/2017</i>		
RIM Tavv.1 A/B/C/D/E	CARTA DEL RILIEVO DEL SISTEMA IDROGRAFICO CONFRONTO RILIEVI 2003-2019 (Scala 1:5.000)	Dicembre 2019	
SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D/E	CARTA DEL SISTEMA IDROGRAFICO – RILIEVI 2019 (Scala 1:5.000)	Dicembre 2019	
RIM Tavv.3 A/B/C/D/E	CARTA DELLE FASCE DI TUTELA DEL RETICOLO IDRICO (Scala 1:5.000)	Dicembre 2019	

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

STUDI ALLEGATI:

Codifica Documento	STUDIO	AUTORI	EMISSIONE	REVISIONI
MOPS	“Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008)	<i>Dott. Geol. R. Lentini Dott. Geol. D. Scalvini</i>	Agosto 2015	-----
CLE	“Analisi della Condizione Limite per l’Emergenza (CLE) del Territorio Comunale di Lonato del Garda -	<i>Dott. Geol. R. Lentini, Dott. Geol. D. Scalvini Dott. Ing. Gian Pietro Avanzi</i>	Settembre 2015	Gennaio 2016

¹ Documento modificato da:

All.1 allo “Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008) - *Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini – Agosto2015* .

² Documento modificato da:

Tavole allegate allo “Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008) - *Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini – Agosto2015* .

³ Documento estratto da :

All.5 allo “Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008) - *Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini – Agosto2015* .

⁴ Documento estratto da:





*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*

COMUNE DI LONATO DEL GARDA (BS)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

All.6 allo "Studio di Microzonazione Sismica del Territorio Comunale di Lonato del Garda secondo gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS, 2008) - *Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini – Agosto 2015* .



2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il territorio comunale di Lonato d/G occupa una superficie complessiva di circa 72 km² e si trova nella Lombardia Orientale, nella zona occidentale del Basso Garda essendo per buona parte compreso nell'anfiteatro morenico benacense.

I territori comunali contermini della Provincia di Brescia sono rappresentati da Calvagese della Riviera e Padenghe sul Garda verso Nord, Desenzano del Garda verso Est, Pozzolengo verso Est e Sud, Bedizzole, Calcinato e Montichiari verso Ovest. Il limite comunale, verso Sud, è completato da una parte confinante con i comuni di Castiglione delle Stiviere e Solferino (Provincia di Mantova).

Nell'estremo lembo nordorientale del territorio di Lonato d/G è compreso un breve tratto di costa del Lago di Garda.

Il paesaggio prevalente è tipico dell'ambiente collinare morenico, con quote che vanno dal livello del lago (65 m s.l.m.) ai 283 m s.l.m. di Monte Falò, che rappresenta il rilievo altimetricamente più elevato. D'altra parte si hanno estesi settori di pianura intramorenica interposti ai rilievi collinari costituenti i diversi ordini delle cerchie moreniche.

Nell'ambito del territorio comunale può essere individuata la zona maggiormente urbanizzata in corrispondenza dell'abitato di Lonato a cui si contrappone nella gran parte del territorio il paesaggio rurale che comprende spazi destinati principalmente all'agricoltura.

Sul vasto territorio di Lonato sono distribuite numerose frazioni, tra cui alcune possiedono nuclei storici articolati quali Sedena, Centenaro ed Esenta. Altre frazioni minori sono costituite da BarcuZZi, Maguzzano, Bettola, Campagna, Fossa, S. Cipriano, Cominello, Malocco, S.Tomaso, S.Polo, Brodena, Castel Venzago e Madonna della Scoperta. In alcuni casi si tratta di località con raggruppamenti di poche abitazioni in zone dedite per lo più alle attività agricole e all'allevamento.

Tuttavia, nel territorio comunale, si è registrata negli ultimi decenni una crescita urbanistica di tipo residenziale, progressivamente sempre più elevata, sia presso Lonato che nelle frazioni in principal luogo in quelle di BarcuZZi, Centenaro, Esenta, Sedena e Malocco.

Le attività industriali presenti sul territorio sono raggruppate in un importante polo siderurgico ubicato tra Lonato e la località Campagna Sopra. Presso località Molini si trova un'area artigianale industriale di recente insediamento.

Altri poli industriali, artigianali e commerciali sono situati in corrispondenza delle località Salera e Sega e lungo la strada statale S.S. n.567 che collega Desenzano con Castiglione delle Stiviere.

Tra le attività presenti in quest'ultima zona, riveste notevole importanza il polo estrattivo, che rientrava all'interno dell'Area di Recupero 2 (AR2) e di Coltivazione (CR31) del Piano Provinciale Cave e comprendeva anche alcune aree di discarica controllata di inerti e derubricati inerti. Nell'attuale Piano Cave Provinciale rientra solo una limitata Area di Recupero (Rg 7).

Il litorale del Lago di Garda presso la località Lido di Lonato rappresenta un limitato settore in cui si concentrano attività balneari e turistiche.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

L'intero territorio è solcato da strutture viabili di primaria importanza di seguito elencate, alcune delle quali sono in corso di trasformazione o di completamento in relazione alle moderne esigenze del traffico stradale :

- Linea Ferroviaria MI-VE
- Autostrada A 4 MI-VE
- Strada extraurbana principale (tangenziale) in sostituzione della vecchia S.S.11
- Strada extraurbana principale (tangenziale) Montichiari-Esenta-S.S.567
- S.S. 567 Desenzano d/G. - Castiglione delle Stiviere
- S.S. 572 Padenghe - Desenzano d/G.
- S.S. 668 Lonato - Montichiari
- Strada Provinciale S.P. n.4 Padenghe s/G.-Bedizzole
- Strada Provinciale S.P. n. 25 Castiglione delle Stiviere-Lonato-Padenghe.
- Strada Provinciale S.P. n. 78 Lonato-Sedena-Carzago.

Le vie di comunicazione sono completate dalla rete stradale comunale di collegamento tra Lonato e le varie frazioni.

La **linea ferroviaria ad alta capacità (TAV)** lungo la tratta Milano-Verona, in corso di progettazione/realizzazione, attraverserà il territorio comunale in direzione W-E seguendo all'incirca il tracciato autostradale. Per questa struttura è prevista la realizzazione di un tunnel a due canne esteso su buona parte del territorio comunale intersecato.



3 CARTA GEOLOGICA CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI (AGGIORNAMENTO 2019)

I rilievi geolitologici, stratigrafici e geomorfologici, riassunti nella “*Carta Geologica con Elementi Geomorfologici e Strutturali*” (Doc. di Piano *SG Tav. 1, scala 1:10.000*), hanno interessato in varie fasi nel corso degli ultimi decenni l'intero ambito comunale e rappresentano il punto di partenza della fase di analisi del territorio. Tale tavola è stata modificata nel tempo ed in ultimo per la predisposizione dello Studio MOPS 2015 e per il presente aggiornamento in relazione ai nuovi dati geofisici raccolti.

Dato il quadro geologico-stratigrafico e la conformazione morfologica dell'area la carta è stata realizzata a scala 1: 10.000, con suddivisione in unità litologiche riferite alle unità litostratigrafiche e allostratigrafiche istituite in letteratura o riportate nelle pubblicazioni scientifiche.

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE (AGGIORNAMENTO 2019)

In accordo con la delibera regionale si è ritenuto indispensabile effettuare un inquadramento geologico per meglio comprendere le problematiche inerenti il territorio.

3.1.1 Inquadramento Geologico (AGGIORNAMENTO 2019)

Il territorio di Lonato del Garda si colloca entro il **Basso Garda Bresciano**, che si estende tra le cerchie moreniche originate nel Quaternario, a seguito del ritiro dei ghiacciai alpini trasfuenti dalla Valle dell'Adige e del Chiese e canalizzati nel solco strutturale gardesano preesistente e con andamento giudicariense. Esso riveste inoltre un importante significato geologico e morfologico essendo inserito nell'anfiteatro morenico meglio rappresentato e più esteso d'Italia.

Si vuole quindi sottolineare la **valenza geologica e scientifica**, prima ancora che ambientale e paesaggistica, **del territorio studiato** la cui tutela appare d'obbligo.

Le cerchie moreniche, con andamento circa concentrico rispetto alla linea di costa del lago, segnano le diverse fasi di espansione dei ghiacciai (**depositi glaciali**). Da un punto di vista cronostratigrafico le cerchie moreniche possiedono in linea generale età crescente allontanandosi dalla linea di riva.

Durante lo scioglimento delle masse glaciali si originavano torrenti fluvio-glaciali che smantellavano i cordoni morenici già formati e deponevano il materiale nelle depressioni rimaste entro le diverse cerchie (**depositi fluvio-glaciali**).

Tra i rilievi morenici sono talora presenti ampi ripiani, delimitati da scarpate, che corrispondono a terrazzi di *kame* formati durante le fasi di ritiro del ghiacciaio. Il dilavamento del fronte dei ghiacciai ad opera delle acque di fusione, ha determinato altresì l'accumulo di materiali a contatto con le stesse masse glaciali (**depositi di contatto glaciale**).

Talora le cerchie moreniche appaiono discontinue a seguito dell'azione di sfondamento praticata dagli stessi corsi d'acqua fluvio-glaciali.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Alcune depressioni o conche presenti sul territorio corrispondono a strutture relitte, formate nei pressi del fronte glaciale (**depositi glacio-lacustri o di depressione intramorenica**) anche a seguito di temporanee chiusure tra archi morenici successivi.

In letteratura le cerchie più interne sono riferite per lo più alla fase glaciale *Würmiana* mentre quelle più esterne sono attribuite talora al *Riss*, anche se non esiste uniformità di classificazione delle cerchie moreniche alle singole glaciazioni da parte dei diversi Autori.

Va in ogni caso sottolineato come possano essere distinte oscillazioni del ghiacciaio di ordine minore nell'ambito delle singole fasi *Würm* e *Riss* sia per i periodi glaciali che per quelli interglaciali.

Un punto di riferimento e/o di partenza per la cartografia geologica relativa a questo settore è la "*Carta Geologica dell'anfiteatro morenico del Garda – Tratto occidentale*", redatta da *Venzo* nel 1957; studi stratigrafici recenti ("*Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development*"; Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987) forniscono nuovi spunti nell'attribuzione dei depositi morenici e fluvioglaciali affioranti nell'area gardesana.



Fig. 17 - Fase morenica di Fatta

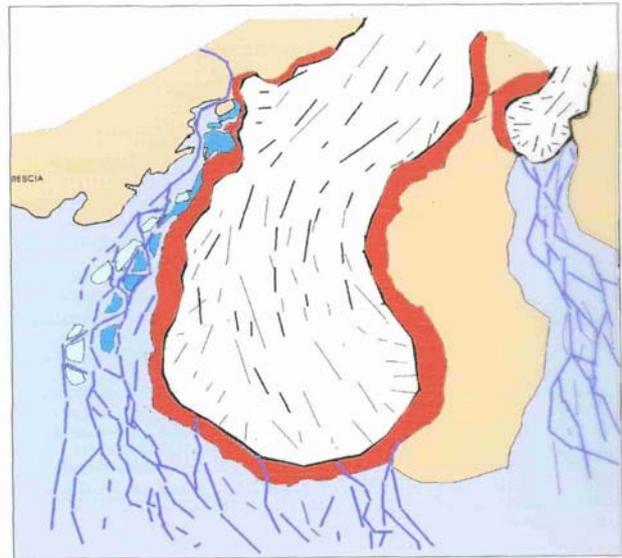


Fig 19 - Fase morenica di Carpenedolo

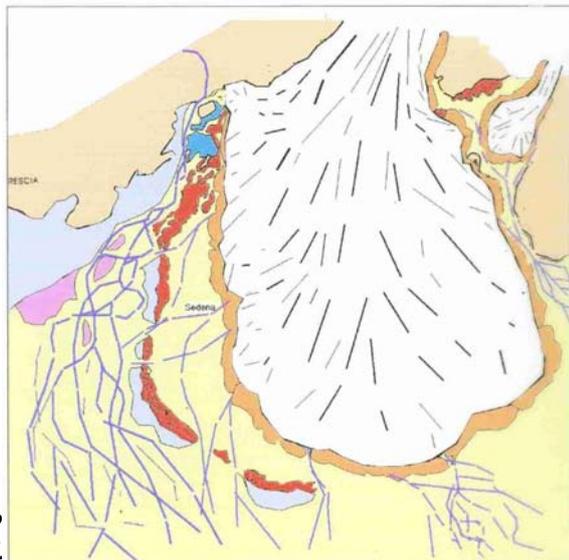


Fig. 20 - Fase morenica di Sedeno.

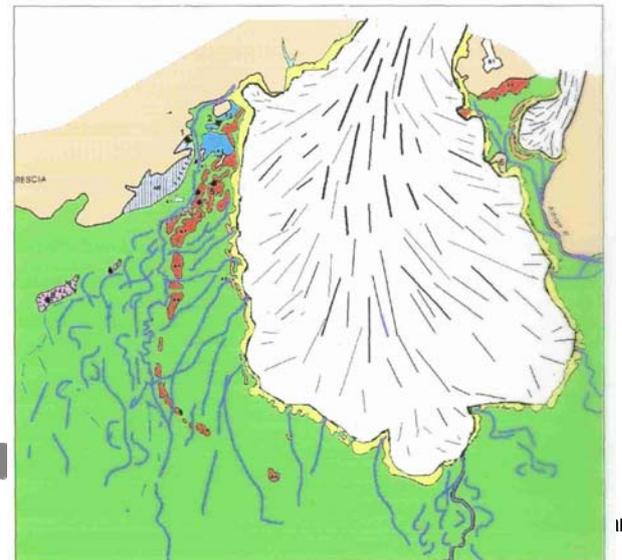


Fig 21 - Fase morenica di Solferino

Sito web: www.lentinirosannageologia.it

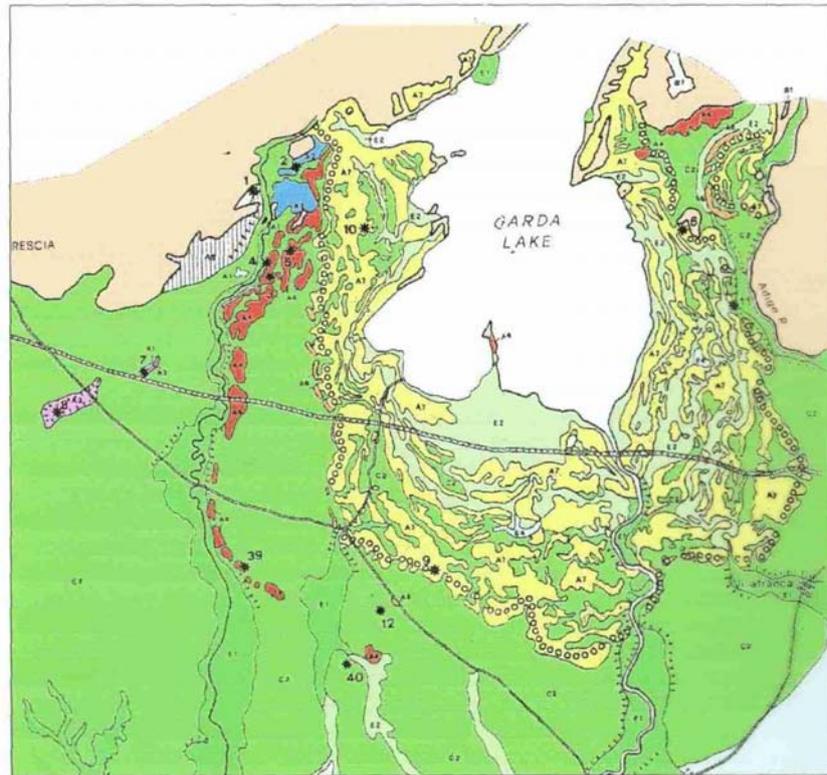


Fig. 23 - Disposizione attuale delle morene

Figure tratte da "Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development" (Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987) e modificate dal Dott. Geol. Damiano Scalvini.

Anche nella "Carta Geologica delle Prealpi Bresciane tra Val Vrenda e il M.te Pizzoccolo 1/25.000" (Baroni, Bissolati e Vercesi, 1995), vengono applicati i moderni sistemi stratigrafici. I rilievi cartografici di questi Autori non comprendono il territorio di Lonato del Garda, interessando aree poste in territorio di Salò e Roè Volciano. Tuttavia si ritiene che l'apparato glaciale più antico (**Unità di Sedena** di Cremaschi M., 1987), possa essere correlato all'**Unità di Pellegrina** di Baroni et Al. (1995); mentre l'apparato glaciale più recente (**Unità di Solferino** di Cremaschi M., 1987) possa essere correlato all'**Unità di Roè Volciano** di Baroni et Al. (1995) ed all'**Unità di San Felice d/B** (Studio Geologico del Territorio Comunale di San Felice del Benaco - Maggio 2008).

L'attuale revisione stratigrafica del quaternario mediante nuove interpretazioni e metodologie potrà introdurre, anche a breve termine, nuove e più precise interpretazioni.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Con il passaggio verso le attuali condizioni climatiche i fenomeni geomorfici legati all'idrografia superficiale ed alla gravità si sostituirono a quelli glaciali apportando modifiche al paesaggio.

Si impostò gradualmente anche la rete idrografica diretta verso l'esterno delle cerchie moreniche o verso il Lago (**depositi alluvionali**). In corrispondenza delle depressioni intermoreniche meglio sviluppate si formarono aree palustri e torbiere (**torba e depositi torbosi**).

La **formazione del Lago di Garda** ebbe una certa influenza sul modellamento della fascia costiera. Variazioni del livello del lago hanno più di una volta determinato un avanzamento della linea di riva. (C. Baroni "Note sulla paleogeografia olocenica della costa occidentale del Lago di Garda", Geogr. Fis. Din. Quat., 8 - 1985). Significativo, perché ampiamente documentato lungo la sponda del Garda, è il livello situato a circa 70 m s.l.m. riferibile al post glaciale.

Di conseguenza in prossimità della costa le fasce depresse di origine glaciale poterono essere colmate con **depositi lacustri**. La fascia costiera del lago divenne un ambiente di deposizione di materiali fini associati ai depositi più grossolani delle spiagge.

Infine l'**azione antropica** di modellamento della superficie topografica, dapprima essenzialmente legata alle pratiche agricole e di pesca e successivamente alla progressiva urbanizzazione, ha portato nel tempo il territorio all'attuale configurazione.



3.1.2 Inquadramento Strutturale (AGGIORNAMENTO 2019)

Dal punto di vista strutturale la grande depressione del Lago di Garda rappresenta un'area "chiave" per l'interpretazione dell'assetto strutturale e dell'evoluzione tettonica di gran parte della regione alpina. Il territorio montano dell'Alto Garda, compreso nel settore prealpino bresciano orientale, è caratterizzato da una successione stratigrafica con formazioni di età compresa tra il Trias ed il Miocene, sovrapposte stratigraficamente e tettonicamente, costituendo sistemi di *thrust* embricati riconducibili strutturalmente alle direttrici regionali, identificabili con il Sistema Orobico o della Val Trompia, il Sistema Giudicariense e il Sistema Dinarico.

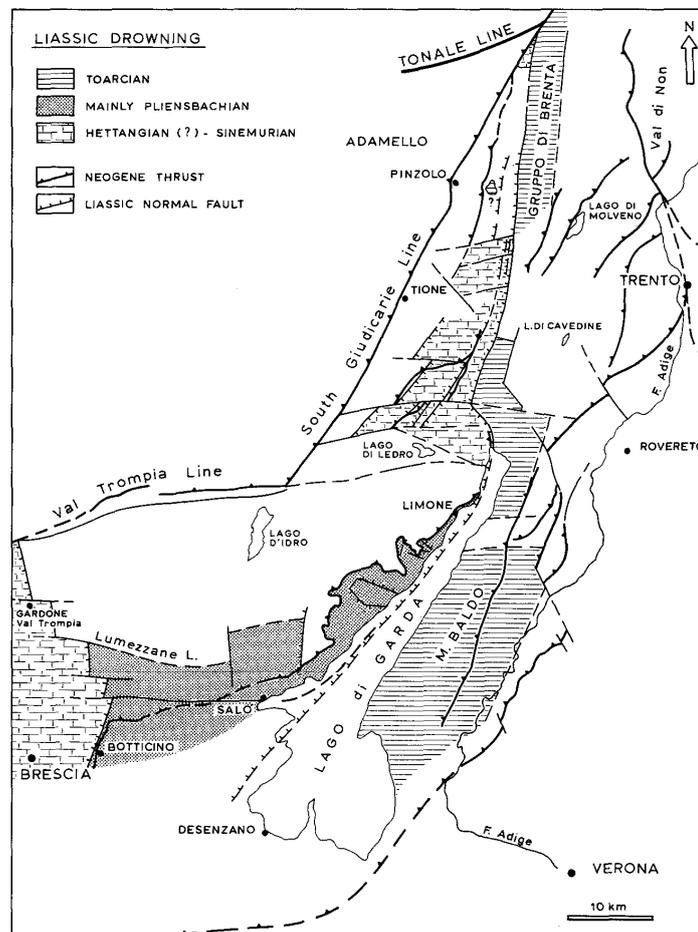


Fig. 5 - Sintesi dei principali elementi paleogeografici e paleotettonici del Lias nella Cintura Giudicariense (da Castellarin & Picotti, 1990).

La fascia strutturale arcuata definita da questi sistemi rappresenta una cintura tettonica molto pronunciata determinatasi a seguito di meccanismi di inversione strutturale degli elementi tettonici distensivi del *rifting* mesozoico ad opera delle intense compressioni neogeniche. Tale cintura si sviluppa sui margini Est e Sud del massiccio dell'Adamello e si propaga ampiamente sia verso Sud che verso Est, incorporando al suo interno la regione del Lago di Garda.

L'orientazione delle strutture risulta prevalente secondo la direzione NNE-SSW e NE-SW (Sistema Giudicariense) ed in subordine E-W (Linea della Val Trompia).

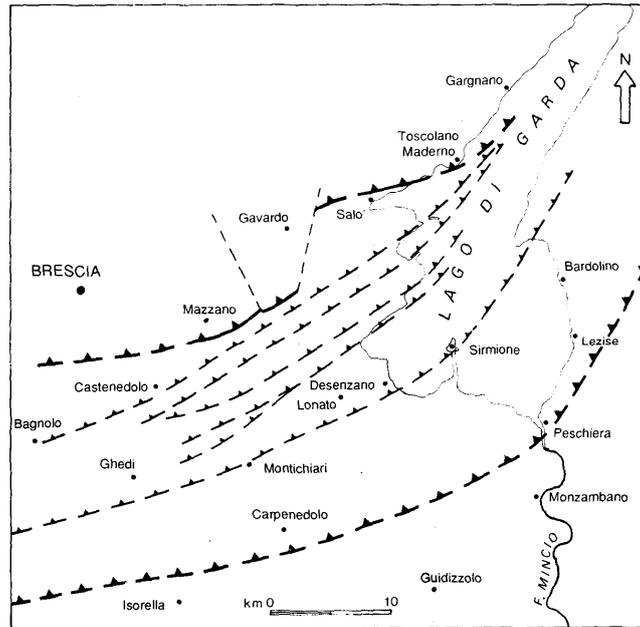


Fig. 7 - Sistema di embriazione nell'area del sottosuolo attorno alla sponda meridionale del Garda.

Il sistema giudicariense è dominato da sovrascorrimenti a vergenza orientale e sud-orientale, con presenza diffusa di faglie trasversali di trasferimento. Ciò determina un assetto irregolare di tipo *en echelon*.

In particolare gli affioramenti del substrato roccioso nel Basso Garda sono da mettere in relazione ad un pronunciato sistema di *thrust*.

Tutti gli affioramenti delle formazioni paleogeniche presenti lungo la sponda occidentale del lago (Rocca di Manerba, Isola del Garda, Scogli dell'Altare, Isola dei Conigli e Punta San Sivino, Penisola di Sirmione) presentano un rigido controllo strutturale collegato a questo sistema frontale.

Sebbene il sistema tettonico individuato per l'area a Sud di Salò sia correlabile a fasi compressive essenzialmente neogene va sottolineato che il carattere di attività persiste anche durante il Plio-Pleistocene e l'Olocene. L'attività tettonica lungo tali strutture è documentata dalla sismicità storica e recente dell'area.

Per quanto riguarda il territorio di Lonato del Garda gli elementi strutturali principali riconosciuti sono stati riportati nella *Carta Geologica con elementi geomorfologici e strutturali* (Doc. di Piano SG Tav.1 - scala 1:10.000); per Lonato d/G, come per l'intera Bassa Pianura Padana, il substrato roccioso ed i lineamenti tettonici risultano sepolti al di sotto di potenti coltri quaternarie.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La presenza di lineamenti tettonici profondi che raggiungono la superficie può favorire, localmente, l'insorgere di fenomeni termali correlati a risalita naturale, attraverso fratture e faglie, di acque "riscaldate" in relazione al gradiente geotermico (termalismo di Sirmione e Lazise).

Per il territorio di Lonato d/G, come per l'intera Bassa Pianura Padana lo spessore delle coltri quaternarie e la profondità elevata stimata per il substrato roccioso, rendono improbabili fenomeni di termalismo naturali.

La ricerca di eventuali fonti geotermiche correlate ad "acque termali" presuppone una conoscenza dell'andamento delle strutture tettoniche profonde e quindi della profondità del substrato roccioso molto dettagliata che può essere ottenuta solo mediante studi e ricerche di carattere scientifico, supportati da indagini geofisiche e geognostiche molto costose e sofisticate, che richiedono tempi di realizzazione prolungati.

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geomorfologico il territorio in esame può essere ricondotto a differenti ambiti.

Un **primo ambito** corrisponde al **settore collinare riferibili all'entroterra morenico ed alle sue varie fasi evolutive**. Si tratta di una porzione di territorio con andamento piuttosto articolato. Tale ambito risulta caratterizzato da una cerchia collinare esterna, piuttosto discontinua (Unità di Sedena) e poco pronunciata, cui si sovrappone in discordanza una cerchia piuttosto continua (cerchia esterna dell'Unità di Solferino) piuttosto pronunciata, cui sono correlate le quote altimetricamente più rilevate del territorio comunale, e da alture collinari discontinue (cerchie interne dell'Unità di Solferino) fraposte tra questa ed il lago, a morfologia più blanda, che raggiungono quote di poco rilevate rispetto alle piane circostanti. In tale ambito risultano altresì molto marcate le piane intermoreniche, ad andamento talora meandriforme. Le aree pianeggianti sono in parte riferibili alle antiche linee di deflusso degli scaricatori fluvio-glaciali, verso cui confluivano le acque di scioglimento dei ghiacciai durante le fasi di ritiro (piane fluvio-glaciali). Allo stesso modo l'arretramento delle lingue glaciali secondo più fasi di stazionamento, può aver comportato la formazione di depressioni tra archi morenici adiacenti, con conseguente ristagno d'acqua ed individuazione di laghi di fronte glaciale. La successiva tracimazione delle acque raccolte da questi bacini lacustri, attraverso uno o più tagli provocati negli archi di contenimento, può aver comportato il recapito delle acque verso gli scaricatori fluvio-glaciali più prossimi, con formazione talora di forme morfologiche tipiche assimilabili a conoidi. Gli scaricatori raccoglievano principalmente le acque di scioglimento della lingua glaciale riferibile prima alla fase di Sedena e poi alla fase di Solferino, che tendono a defluire incanalandosi con direzioni di deflusso circa verso S-SW.

Le alture collinari moreniche sono disposte in direzione dapprima circa NNW-SSE (cerchie esterne) e quindi variabile fino a circa NW-SE in funzione della dinamica di ritiro disposta all'incirca secondo l'andamento della linea di costa. Le piane intermoreniche, più o meno estese, sono state modellate dai corsi d'acqua fluvio-glaciali e successivamente riprese da quelli olocenici.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I corsi d'acqua olocenici, che solcano le aree di pianura e di valle intramorenica, sfruttano in gran parte i lineamenti morfologici ereditati e scorrono talvolta ai margini o entro piane fluvioglaciali più ampie dell'attuale alveo. E' questo il caso dei vari rami della Fossa Redone.

Il **secondo ambito** è riferibile alla **piana fluvioglaciale occidentale di Lonato**, caratterizzata da un ampio settore da pianeggiante a subpianeggiante, formatosi probabilmente a seguito del ritiro dei ghiacciai più antichi (Fase di Carpenedolo) e successivamente recettore delle acque di scioglimento dei ghiacciai delle fasi più recenti, nonché della successiva rete idrografica olocenica. Lo sfruttamento agricolo di questo vasto settore pianeggiante ha comportato lo sviluppo di una rete idrografica artificiale piuttosto imponente che ha interessato in maniera capillare il territorio.

3.3 UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE (AGGIORNAMENTO 2019)

Per quanto riguarda il territorio di Lonato del Garda le caratteristiche litologiche del territorio riconosciuti sono stati riportati nella **Carta Geologica con elementi geomorfologici e strutturali (Doc. di Piano SG Tav.1 - scala 1:10.000)**

Viene di seguito elencata la successione delle unità stratigrafiche presenti con una descrizione delle principali caratteristiche litologiche. Per la classificazione e datazione delle unità delle coperture quaternarie e neogeniche, si è fatto riferimento allo studio "**Paleosols and vetusolos in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development**" (Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987).

COPERTURE QUATERNARIE

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):

Unità di Sedena – Us (Pleistocene Medio – Medio Superiore)

L'Unità di Sedena affiora esternamente all'Unità di Solferino, possedendo il ghiacciaio un'estensione leggermente maggiore.

In territorio di Lonato d/G è rappresentata la morena più esterna dell'unità (rilievi collinare di Drugolo, C.na Falcone, Sedena, S.Zeno, C.na Pozze, ecc.), disposta nella porzione occidentale e allungata in direzione circa NNW-SSE, a costituire il bordo collinare a ridosso dell'ampia pianura fluvioglaciale (piana occidentale di Lonato) in parte riconducibile alla stessa fase di Sedena e formatasi a seguito del ritiro del ghiacciaio riferito alla Fase di Carpenedolo, e quindi ad un apparato glaciale più antico e maggiormente esteso.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Depositi Glaciali (Us1)

I depositi morenici di cordone corrispondono ai fronti di massima espansione del ghiacciaio in corrispondenza dei quali si aveva l'accumulo caotico dei materiali glaciali. La fase di Sedena ha dato luogo ad un allineamento ben definito, caratterizzata da poche pulsazioni.

I depositi sono costituiti da diamicton massivi per lo più a supporto clastico (Dcm) ma talora a supporto di matrice (Dmm). Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici 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 (Dmm). In questi casi i depositi glaciali assumono tipica colorazione grigia (più argillosa) o color oca-nocciola (più limosa).

Depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale (Us2)

I depositi glacio-lacustri occupano limitati settori depressi entro i cordoni morenici, essendo correlati ad una posizione proglaciale-marginale rispetto al ghiacciaio.

Sono rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia (Sl, Fl) in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia. Sono in ogni caso presenti dei livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi.

Alla fase di Sedena possono essere attribuiti dei limitati settori intramorenici sviluppati nella porzione settentrionale del territorio, articolate assecondando le irregolarità dei dossi glaciale (Località Drugolo, Sedena, Lonato e San Polo).

Depositi Fluvioglaciali (Us3)

I depositi fluvioglaciali riferibili con maggiore certezza all'Unità di Sedena, sono stati identificati lungo il bordo collinare, secondo una fascia allungata tra i rilievi di Drugolo-Sedena-Pozze-Lonato-San Polo e la piana occidentale di Lonato.

I depositi fluvioglaciali sono costituiti prevalentemente da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e si presentano poco stratificati; i ciottoli sono per lo più arrotondati ed in subordine subangolari.

Unità di Solferino – Us1f (Pleistocene Superiore)

A questa unità sono riconducibili depositi glaciali e fluvioglaciali. L'Unità di Solferino risulta piuttosto estesa ed articolata e presenta diverse Unità Morena intervallate da piane fluvioglaciali. In territorio di Lonato d/G è riconosciuta la morena della massima espansione che conserva la asimmetria originale e taglia in discordanza geomorfologica le morene dell'Unità di Sedena.

Il ritiro del ghiacciaio solferinese, doveva quindi avvenire lentamente e secondo pulsazioni ripetute e fasi di stazionamento successive. A questa unità sono riconducibili infatti numerose cerchie moreniche, cui si interpongono piane fluvioglaciali ad andamento meandriforme e/o depressioni



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

intramoreniche; da esse si diparte anche l'ampia piana occidentale di Lonato, probabilmente attiva già durante la Fase di Sedena e poi anche in fase tardo-glaciale.

Depositi Glaciali (Uslf 1)

I depositi morenici di cordone delineano 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 diamicton massivi per lo più a supporto clastico (Dcm) ma talora a supporto di matrice (Dmm). Risultano frequentemente presenti anche grossi trovanti poligenici 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 (Dmm). In questi casi i depositi glaciali 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.

All'Unità di Solferino può essere riferita la cerchia principale dell'anfiteatro morenico gardesano; ad essa afferiscono infatti i rilievi posti alle quote più elevate (Drugolo, Cappuccini, M.te Falò, C.na Spia, Castello di Lonato, M.te Nuvolo, Le Crocere, M.te Malocco -Brugnolo), più o meno discontinui.

Le fasi di ritiro delle masse glaciali sono testimoniate anche dai cordoni morenici minori di Maguzzano, di M.te Recciago, di Polada, del Tiracollo, di Castelvengano, di C.na Monte Falcone e di Centenaro, talora piuttosto discontinui, con rilievo topografico progressivamente più blando spostandosi verso il Lago.

Depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale (Uslf2)

I depositi glacio-lacustri occupano le porzioni più depresse entro i settori pianeggianti, o limitate piane irregolari intercluse entro i rilievi collinari, essendo correlati ad una posizione proglaciale-marginale rispetto al ghiacciaio.

Sono rappresentati da depositi a granulometria medio fine, quali limi e sabbie con scarsa presenza di ghiaia (Sl, Fl) in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia. Sono in ogni caso presenti dei livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi, in quanto l'ambiente di deposizione risultava condizionato da brusche variazioni di energia (pulsazioni nell'arretramento del ghiacciaio), determinando nette variazioni litologiche in senso verticale.

Nel territorio di Lonato d/G questi depositi sono riconoscibili presso numerose piane intermoreniche (Località San Cipriano), interposte tra i cordoni morenici interni; nel settore sudorientale essi costituiscono le piane dei diversi rami della Fossa Redone correlabili a fasi di stazionamento del ghiacciaio, allungate per lo più secondo i rilievi collinari, frequentemente associati o interdigitati ai depositi di contatto glaciale e/o fluvioglaciali.

Si ritiene probabile che questi depositi in superficie possano essere stati rielaborati dai corsi d'acqua olocenici, in un contesto idrografico simile all'attuale, ma con maggiore disponibilità d'acqua.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Depositi di Contatto Glaciale (Uslf3)

I depositi di contatto glaciale, quando presenti, sono posti di norma immediatamente a tergo dei cordoni morenici. Possono assumere una forma complessiva a dosso o terrazzo (posizione marginale, subglaciale, interna o epiglaciale rispetto al ghiacciaio; genesi di tipo kame) o di piana con depressioni (posizione marginale rispetto al ghiacciaio; genesi tipo sandur – alluvionamento proglaciale) e risultano costituiti prevalentemente da ghiaie massive e sabbie per lo più a supporto di matrice gradate (Gms) o grossolanamente stratificate (Gm),

Si possono avere forti eterogeneità litologiche con variazioni in percentuale della frazione fine talora molto marcate, con litofacies riferibili a sabbie da medie a grossolane (Sh) o fini (Sl). In generale la presenza di matrice argillosa può conferire a questi depositi una tipica colorazione grigia, mentre un colore oca-nocciola contraddistingue di norma materiali con maggior presenza di limo.

In territorio di Lonato d/G occupano gli estesi settori pianeggianti interposti entro le diverse cerchie moreniche interne, possedendo talora estensione limitata e andamento meandriforme (Località Drugolo, Sedena, San Martino, BarcuZZi, Maguzzano, Prè, San Tomaso, M.te dei Fortini, M.te Venzaghetto, C.n Ombrellone).

Depositi Fluvioglaciali (Uslf4 – Uslf5)

Si distinguono:

Depositi fluvioglaciali delle cerchie interne (Uslf4a/b): questi depositi costituiscono le aree pianeggianti maggiormente estese, interposte tra i cordoni morenici interni, e sono rappresentati da ghiaie con ciottoli arrotondati a supporto di clasti o di matrice in genere sabbiosa e sabbie spesso a laminazione incrociata (a). Sono presenti livelli e lenti di limi sabbiosi, soprattutto in superficie (b). Nel settore sudorientale le piane fluvioglaciali si raccordano con le depressioni intermoreniche entro cui scorre la Fossa Redone.

Depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne (Uslf5): questi sedimenti, depositi in un ambiente ad elevata energia non presentano, di norma, la coltre superficiale limoso-sabbiosa. Sono costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa; i ciottoli sono da arrotondati a subangolari e si presentano talora stratificati.

Essi costituiscono l'estesa piana fluvioglaciale occidentale, costituendo un potente corpo ghiaioso-sabbioso. Questa piana risultava probabilmente alimentata anche in epoca tardo glaciale.



Unità Postglaciale (Olocene)

Depositi costieri lacustri (I1 e I2) (Olocene)

Sono distribuiti in corrispondenza della fascia perilacustre e contraddistinguono un livello di innalzamento del lago. Sono per lo più rappresentati da ghiaie e sabbie, verso monte (I1), e da limi e limi sabbiosi verso la fascia più propriamente perilacustre (I2).

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.

Depositi di conoide antichi (dc 2) (Pleistocene) e recenti (dc 1) (Olocene)

Depositi alluvionali e/o di conoide sono presenti lungo le incisioni principali della cerchia morenica più esterna verso la piana occidentale di Lonato e sono costituiti da sequenze deposizionali essenzialmente grossolane a litologia ghiaioso-sabbiosa con ciottoli.

I depositi di conoide antichi sono correlabili ancora all'azione degli scaricatori fluvio-glaciali, attivi in epoca glaciale e tardo glaciale, e non possiedono più alcuna valenza idraulica.

In alcuni casi i conoidi sono stati rielaborati e riattivati dai corsi d'acqua olocenici in epoca post glaciale.

Depositi di spiaggia recenti ed attuali (ds) (Olocene)

Si estendono lungo una sottile fascia perilacustre presso il Lido di Lonato. Sono rappresentati da depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi, distribuiti discontinuamente in adiacenza alla linea di costa, dove danno origine ad una spiaggia pressoché continua.

La realizzazione del porto del cantiere Bluegarda e di manufatti di alaggio di piccole imbarcazioni può localmente generare lievi tendenze all'erosione o al ripascimento della spiaggia.

Depositi torbosi (t) (Olocene)

I depositi torbosi sono rappresentati da terreni limoso-argillosi ricchi in frazione organica; essi sono presenti in corrispondenza di conche umide e dei principali stagni (Località Ambrosina Bassa, Polada, Torbierina, Prè, Lavagnone, Fenil Bruciato, Fenil Vecchio, Cattaragna).

In alcuni casi (Località Lavagnone e Polada) essi sono stati oggetto, in epoca storica, di intenso sfruttamento e commercializzazione.

Lungo i fossi che drenano le valli intermoreniche nel settore meridionale (rami della Fossa Redone), si possono localmente verificare accumuli di depositi a componente organica (torba) in conseguenza di una tendenza all'impaludamento e al ristagno d'acqua.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Materiali di riporto (r)

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

I principali accumuli si hanno comunque in corrispondenza del polo estrattivo. Su estese aree già oggetto di coltivazione di inerti (ghiaia e sabbia) sono stati successivamente riportati potenti accumuli di materiali eterogenei.

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

Tali materiali sono stati cartografati laddove l'estensione e lo spessore risultano significativi per la scala utilizzata. Nel presente aggiornamento 2019 si è tenuto conto di alcune nuove aree di riporto derivanti dai rilievi eseguiti lungo il reticolo idrografico.



4 CARTA DELLA DINAMICA MORFOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

4.1 METODOLOGIA DI INDAGINE (AGGIORNAMENTO 2019)

Lo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio è stato articolato mediante una prima fase di acquisizione di tutti i dati reperibili in letteratura e/o nella cartografia ufficiale.

Quindi si è proceduto, a partire dal 1998 e nel corso degli ultimi decenni, alla fase di analisi mediante i rilievi di campagna eseguiti sull'intero territorio comunale a scala 1:2.000. I rilievi di campagna sono stati integrati dall'interpretazione delle fotografie aeree.

L'analisi del sistema idrografico del comune di Lonato del Garda è stata effettuata in ultimo nel 2019 mediante una nuova campagna di rilievi, secondo i criteri della D.G.R. 10/7581 del 18/12/2017 e s.m.i; l'analisi delle forme geomorfologiche ai sensi della D.G.R. 9/2616/2011 (forme morfologiche e di dinamica geomorfologica) non è oggetto di aggiornamento 2019 ed è stata svolta sulla base dei dati riportati nelle tavole cartografiche già allegate allo studio geologico vigente (rilievi 1998 con locali revisioni 2003 e 2009).

I principali lineamenti geomorfologici sono stati riportati anche nella “*Carta Geologica con Elementi geomorfologici*” (Doc. di Piano *SG Tav. 1*, scala 1:10.000) mentre gli elementi del sistema idrografico sono stati riportati in maniera dettagliata nella “*Carta del Sistema Idrografico – Rilievi 2019*” (Doc. di Piano *SG/RIM Tavv.2*, scala 1:5.000) allegata anche al *Documento di Polizia Idraulica* (Doc. di Piano *RIM*)

I fenomeni geomorfici in atto ed i lineamenti principali del sistema idrografico sono stati inclusi nella “*Carta della Dinamica Geomorfologica con Elementi del Sistema Idrografico* – scala 1:5.000” (Doc. di Piano *SG Tavv. 2bis*, scala 1:5.000) che risulta pertanto parzialmente revisionata (sistema idrografico).

Nei paragrafi successivi saranno descritti i processi geomorfici in atto e le strutture geomorfologiche, nonché un inquadramento generale del sistema idrografico.

Per quel che riguarda i dati pedologici si è tenuto conto dei dati riportati nello studio de “I suoli dell'area morenica gardesana-settore bresciano” (ERSAL, 1997), da cui è stata tratta la Carta Pedologica in allegato.



4.2 FORME MORFOLOGICHE E FENOMENI DI DINAMICA GEOMORFOLOGICA (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

Il territorio comunale di Lonato d/G possiede una morfologia che può essere riferita a diversi processi genetici susseguitisi nel tempo e talora tra loro sovrapposti, che hanno portato il paesaggio alla configurazione attuale.

Possono di conseguenza essere individuati i seguenti sistemi o gruppi di processi morfogenetici:

- forme e depositi glaciali antichi
- forme e depositi legati all'azione della gravità
- forme e dinamica connesse all'idrografia superficiale
- forme, depositi e dinamica lacustri
- forme antropiche
- attività estrattive e discariche

Dato il contesto morfologico e litologico il territorio di studio presenta in genere una scarsa attività dei fenomeni geomorfici. L'azione antropica ha frequentemente modificato la dinamica dei fenomeni morfologici diffusi sul territorio, provocando in generale una diminuzione degli effetti erosivi. Per contro localmente si registra un'origine antropica per l'innescò dei fenomeni erosivi o di instabilità dei versanti.

Le aree urbanizzate sono modificate nel loro originario aspetto, così come appaiono frequentemente modificate le linee di collettamento del deflusso delle acque superficiali, non di rado canalizzate o intubate.

Nelle zone rurali sono state eseguite a più riprese modifiche dell'andamento della topografia mediante interventi di rettifica e/o bonifica dei terreni coltivati. La realizzazione delle vie di comunicazione ha spesso prodotto fronti di scavo e tagli di versante, non sempre adeguatamente sostenuti.

Inoltre si segnalano alcuni settori in cui gli interventi antropici hanno prodotto effetti negativi sulla vegetazione, sui suoli e più in generale sulla stabilità dei terreni.

Le attività di cava, per lo più localizzate in corrispondenza del vecchio polo estrattivo, hanno infine provocato sul paesaggio effetti rilevanti.

Il rilievo geomorfologico di dettaglio è stato eseguito sul territorio comunale nel 1998 e nel 2003 mentre nel 2009 è stato eseguito un rilievo generale al fine di evidenziare eventuali nuovi fenomeni geomorfici; l'aggiornamento del 2019 non comprende una revisione dei rilievi geomorfologici di campo se non limitatamente al reticolo idrografico.

Di seguito vengono elencati per gruppi i processi morfogenetici riconosciuti sul territorio. Una descrizione dettagliata seguirà nel commento dei singoli fogli della *Carta della Dinamica geomorfologica con elementi del Sistema Idrografico* in scala 1:5.000 (*Doc. di Piano SG Tavv.2bis*), realizzati per il territorio comunale.



4.2.1 Forme e depositi glaciali antichi

□ Morfogenesi glaciale

Il modellamento glaciale ad opera dei ghiacciai quaternari è tuttora ben riconoscibile nel territorio collinare, dove trovano sede le cerchie moreniche.

Possono essere individuate nel territorio di Lonato essenzialmente due fasi principali di espansione glaciale riconducibili a due cerchie moreniche distinte per estensione, altitudine, continuità ed orientamento.

Alla **bassa cerchia morenica più esterna** (Fase glaciale di Sedena), può essere attribuita una età più antica (rissiana secondo Venzo) e per questo risulta parzialmente smantellata dalle fasi deposizionali ed erosive degli eventi glaciali più recenti.

La **cerchia morenica principale** (Fase glaciale di Solferino), ben sviluppata, segna l'avanzamento di potenti masse glaciali depositate in parte su quelle già esistenti e costituisce in genere uno spartiacque idrografico. Questa cerchia si estende a partire dal settore nordorientale del territorio collinare, possedendo inizialmente orientamento circa N-S, mentre a Sud del tracciato ferroviario MI-VE si suddivide in due cerchie distinte, subparallele, ad andamento circa NNE-SSW.

Fanno parte della cerchia di spartiacque i rilievi collinari altimetricamente più elevati, che dalle località Drugolo e Cappuccini passano per Monte Falò, il Castello di Lonato e più a sud per Monte Nuvolo e per Monte dei Fortini.

Nel ramo più interno della cerchia possono essere inclusi i rilievi collinari di S. Cipriano, la collina della Spia D'Italia, Monte della Gatta e Monte Slossaroli.

La piana fluvioglaciale della Croce di Venzago separa la cerchia morenica principale dalla **cerchia morenica interna** (ancora Fase di Solferino) che nell'ambito del territorio di Lonato assume posizione frontale rispetto al lago disponendosi in direzione circa NW-SE.

Della cerchia morenica interna fanno parte i rilievi collinari che da Monte Venzaghetto si prolungano verso Castel Venzago e fino all'estremo settore sudorientale del territorio (Madonna della Scoperta).

A questi rilievi, come anche a quelli della cerchia principale può essere attribuita una età würmiana (in accordo con Cremaschi).

I cordoni morenici sono caratterizzati da versanti da mediamente inclinati a fortemente acclivi. Versanti a morfologia blanda o subpianeggianti si hanno in corrispondenza delle cerchie moreniche più interne che rappresentano le ultime avanzate glaciali e possono parzialmente derivare dall'effetto erosivo connesso alle fasi fluvioglaciali.

Strutture morfologiche, quali terrazzi e ripiani di kame, sono associati non di rado ai versanti dei cordoni morenici. Alcune depressioni sembrano essere associate a strutture tipo *kettle*.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

□ **Morfogenesi fluvioglaciale**

I cordoni morenici sono di norma separati da piane fluvioglaciali, originate dalla deposizione operata dagli scaricatori glaciali quaternari.

Possono essere individuate piane fluvioglaciali e valli intermoreniche estese nelle aree più depresse che possiedono buona continuità adattandosi in genere all'andamento dei cordoni morenici principali.

La complessa dinamica degli scaricatori fluvioglaciali ha talora prodotto unità morfologiche a cui non sempre corrispondono unità litologiche.

Si hanno infatti frequentemente porzioni subpianeggianti di territorio, sospese rispetto al fondovalle, che corrispondono ad elementi morfologici relitti, talora quasi completamente oblitterati da fasi erosive più recenti. Si possono pertanto ritrovare cordoni morenici con evidenti cigli di scarpate o estesi settori pianeggianti morfologicamente modellati dall'ambiente fluvioglaciale, ma la cui litologia rimane ascrivibile ai depositi morenici per mancanza di deposizione di tipo alluvionale.

In altri casi lo spessore dei depositi fluvioglaciali o di piana intermorenica appare molto esiguo.

La piana fluvioglaciale occidentale, posta tra la cerchie esterne del territorio di Lonato e la cerchia di Calcinato-Montichiari (Unità di Carpenedolo), è la più estesa. Buona estensione possiede anche la piana di Croce di Venzago che si prolunga verso SE nella valle del ramo principale della Fossa Redone.

Le piane fluvioglaciali e le valli intermoreniche minori si estendono con andamento tormentato, talora meandriforme e tortuoso, disposte entro i diversi ordini delle cerchie moreniche.

Tra queste, per estensione, si segnalano la piana di Brodena, quella del Lavagnone-Centenaro e la Valle dei Quadri.

Nel settore delle cerchie interne le piane intermoreniche assumono talora il carattere di depositi di contatto glaciale, estendendosi a ridosso dei cordoni morenici con andamento meandriforme e tortuoso. Si possono tuttavia riconoscere vecchie vie di probabile deflusso degli scaricatori fluvioglaciali che raccoglievano le acque di fusione provenienti dalla lingua glaciale in via di ritiro. Porzioni significative delle piane intermoreniche sono riferite a depositi glacio-lacustri depositisi in corrispondenza delle piane intermoreniche e/o presso il fronte glaciale, allorché la disponibilità di acque di fusione dei ghiacciai veniva meno.

4.2.2 **Forme e depositi di tipo gravitativo**

□ **Coperture colluviali**

Alla base dei versanti collinari più acclivi, si possono talora raccogliere limitati accumuli (per questo motivo non cartografati) di coperture colluviali originate dall'azione degli agenti atmosferici e della gravità.

□ **Frane e aree di dissesto**

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 dissesto osservate, peraltro di entità modesta, sono riconducibili ad interventi antropici che in taluni casi hanno modificato lo stato di equilibrio raggiunto nel tempo dai versanti collinari. I fenomeni di instabilità sono per lo più superficiali e interessano le coperture vegetali dei terreni.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Prevalgono i fenomeni di **decorticamento**. Di rado si hanno fenomeni ascrivibili a **frane superficiali**, riconducibili a **colamenti di terra** o a fenomeni derivanti dall'evoluzione nel tempo dei decorticamenti. Infatti 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.

In corrispondenza di aree denudate del manto vegetale, a seguito di movimenti terra, si possono instaurare fenomeni di ruscellamento delle acque meteoriche che nel tempo possono produrre fenomeni erosivi più marcati, con tendenza evolutiva verso movimenti di versante.

I fenomeni di instabilità sono prevalentemente ubicati in corrispondenza di tagli di versante per realizzazione di strade o rettifiche agrarie o siti dismessi oggetto di attività estrattiva.

Si rileva il frequente innesco di fenomeni di dissesto superficiali presso versanti acclivi o tagli antropici in coincidenza di periodi di piogge intense e prolungate come avvenuto nel periodo compreso tra l'autunno 2008 e la primavera-estate 2009.

4.2.3 Forme legate allo scorrimento delle acque superficiali

I corsi d'acqua costituenti la rete idrografica della zona studiata, peraltro poco sviluppata, sono accompagnati in genere da modesti processi erosivi e di trasporto in alveo in relazione al favorevole assetto geomorfologico ed idrogeologico del territorio.

I fenomeni erosivi osservati (erosione lineare e laterale, fenomeni di trasporto in alveo) lungo gli elementi idrografici principali del territorio non sono comunque in grado di innescare gravi dissesti per le aree poste in adiacenza ai corsi d'acqua.

Tali fenomeni sono stati osservati solo lungo gli elementi più significativi della rete idrografica rappresentati dai vari rami della Fossa Redone, del Rio Maguzzano, del Rio di località Cuccagna (Sedena) e del Rio di San Cipriano.

I nuovi rilievi del 2019 hanno di fatto confermato il quadro già delineato in precedenza; si segnalano tuttavia numerose modifiche al sistema idrografico soprattutto secondario per le quali si rimanda in proposito al **Documento di Polizia Idraulica** ed alla **relativa cartografia e note descrittive (Doc. di Piano RIM)**.



4.2.4 Forme depositi e dinamica lacustre (AGGIORNAMENTO 2019)

□ Lago di Garda - Elementi Idraulici e Idrologici

Il **Lago di Garda** rappresenta un **corpo idrico significativo ai sensi del D. Lgs. n° 152/2006 e s.m.i.** ed è il maggiore specchio lacustre italiano, formatosi nell'era neozoica sfruttando la depressione creata dai ghiacciai alpini quaternari trasfluenti dalla Valle dell'Adige e del Chiese e canalizzati nel solco strutturale gardesano preesistente (miocenico) e con andamento giudicariense.

Data l'importanza del bacino lacustre d'interesse si riportano di seguito alcune valutazioni sulle caratteristiche idrologiche e sul volume invasato dal Lago, facendo riferimento alla "Relazione n°5/09" predisposta nel Luglio 2009 dal Dipartimento Regionale per la sicurezza del territorio – ARPAV.

Il **bacino imbrifero** del Lago di Garda è pari a 2350 km², se considerato chiuso alla diga di Salionze-Monzambano sul Fiume Mincio (quota 64 m s.l.m.), ovvero a 2200 km² se il bacino viene chiuso a Peschiera del Garda, dei quali 29,5 km² occupati da ghiacciai ed un'altitudine media di 980 m s.l.m. e massima di 3358 m s.l.m. (Cima Presanella).

La **superficie dello specchio liquido** all'isoipsa 65 m s.l.m., corrispondente a +0,87 cm sullo zero idrometrico dell'idrometro di Peschiera Porta Verona, è pari a 366,7 km²; il volume contenuto alla suddetta quota si aggira intorno ai 49.030 milioni di m³.

La profondità massima del Lago è pari a 350 m tra le località di Gargnano e Magugnano; ciò significa che il punto più profondo è 285 m sotto il livello medio del mare. La sua larghezza massima è pari a circa 16 km e la lunghezza massima è di 52 km; il suo perimetro costiero si sviluppa per ben 165 km.

Il rapporto tra il bacino imbrifero e l'area del Lago è pari a 6,1, valore minimo tra i vari bacini lacustri dell'Italia settentrionale; ciò rende ragione dell'inferiore, rispetto agli altri grandi laghi alpini, potere regolatore del Lago di Garda, anche perché il tempo teorico di ricambio, ottenuto dal rapporto tra il volume del lago e la portata media annua dell'emissario è pari a 26,6 anni.

Tra il 1930 e il 1960, gradatamente, il lago di Garda cessò di essere un vaso naturale per assumere il carattere di serbatoio artificiale, regolabile dall'uomo.

Ciò fu dovuto alla costruzione, a monte, degli impianti idroelettrici di Molveno, Ledro e Valvestino, ma soprattutto all'erezione dello sbarramento di Salionze sul fiume Mincio, a valle, e, in parte, anche alla realizzazione della gigantesca galleria, cosiddetta scolmatrice, Mori-Torbole, che mise il fiume Adige in comunicazione con il Garda.

Lo **sbarramento di Salionze, entrato in funzione nel 1960**, consentendo di dosare il deflusso delle acque attraverso l'emissario, rese indispensabile una regolamentazione sia in ordine alle quantità di acqua prelevabili nei diversi periodi dell'anno, sia in ordine ai livelli minimi e massimi di sicurezza da osservare in ciascun periodo sotto il duplice profilo idraulico ed ecologico.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Con Decreto Ministeriale del 18.6.1957, venne istituita una Commissione per l'esercizio della regolazione del **livello del Lago di Garda**; il livello è pertanto **controllato artificialmente dagli edifici regolatori di Salionze e Governalo, ubicati lungo il Fiume Mincio**.

La Commissione per l'esercizio della regolazione dei livelli del lago stabilisce quote operative, con riferimento allo **Zero Idrometrico di Peschiera posto a 64,027 m s.l.m.**; avendo il Lago un'escursione ordinaria di circa 125 cm appare evidente come la regolazione dei livelli possa influire sui volumi dell'invaso, oltreché sulla dinamica costiera.

Le molteplici e variegata esigenze nonché i diversi e contrastanti interessi in gioco, rendono difficile la stesura e approvazione di una normativa definitiva che disciplini in maniera idonea la regolazione dei livelli del Lago. Nel fissare i principi di regimazione delle acque lacuali bisogna tenere conto della sicurezza degli abitati rivieraschi del lago e dei territori sub-lacuali; garantire la dotazione di acque irrigue all'utenza e l'esercizio della navigazione; tutelare l'ambiente lacustre nel suo insieme.

Allo stato attuale la Commissione per l'esercizio della regolazione dei livelli del lago di Garda ha stabilito nel 1984 i seguenti livelli operativi rispetto allo Zero Idrometrico di Peschiera posto a 64.027 m. s.l.m..

LIMITI ORDINARI	ALTEZZA ORDINARIA (cm)	ALTEZZA ECCEZIONALE (cm)
max. Primavera (Aprile)	140	175
max. Primavera-Estate (1 Maggio – 31 Agosto)	135	
max. Autunnale (10 Sett. - 10 Nov.)	80	
min. assoluto	15	-5

Il **volume regolabile** tra i livelli normali lacuali è stimato pari a 458.000.000 m³, mentre quello compreso tra i livelli eccezionali ammonta a ben 659.520.000 m³.

Nel settembre del 2013 è stato sottoscritto l'accordo tra Regione Lombardia, Regione Veneto e Provincia autonoma di Trento, con la regia di AIPO (Agenzia interregionale per il fiume Po), per la nuova regolazione dei livelli del Lago di Garda.

Con la nuova proposta, attualmente in fase di sperimentazione, si prevede la riduzione del livello idrometrico massimo da 140 a 125 centimetri nel periodo febbraio-maggio, qualora il carico nevoso dell'inverno precedente presente sulle montagne del bacino idrografico del Garda assicurasse la disponibilità dei centimetri mancanti.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Di seguito vengono forniti alcuni dati riferiti alle variazioni del livello del lago di Garda nel periodo compreso tra gli anni 1949 e 2015 riferite allo Zero Idrometrico di Peschiera del Garda (VR) per le altezze ed al traversa di Monzambano (MN) per le portate.

I dati sono stati estratti dal portale telematico di *Enti regolatori dei Grandi Laghi Alpini* (<http://www.laghi.net>) realizzato con il sostegno della *Protezione Civile*.

VARIAZIONI DI LIVELLO DEL LAGO DI GARDA RISPETTO ALLO ZERO IDROMETRICO DI PESCHIERA (64,027 m.s.l.m.m.) anni 1949 ÷ 2015

ANNO	DATA	MINIMI		MASSIMI		
		ALTEZZA (m)	DEFLUSSO (m ³ /s)	DATA	ALTEZZA (m)	DEFLUSSO (m ³ /s)
1949	22-nov	0,24	17,000	15-dic	0,56	19,000
1950	06-feb	0,51	24,200	25-giu	1,00	71,900
1951	23-ott	0,52	30,600	29-nov	1,31	40,000
1952	22-mar	0,51	40,000	01-gen	1,11	52,100
1953	08-set	0,09	45,000	11-nov	1,29	69,200
1954	25-nov	0,41	30,000	21-mar	1,38	40,500
1955	07-nov	0,62	35,600	12-apr	1,12	26,900
1956	08-nov	0,51	30,000	30-apr	1,35	59,600
1957	01-gen	0,59	28,000	28-dic	1,25	30,000
1958	30-set	0,52	60,100	18-apr	1,40	80,200
1959	27-ott	0,58	35,000	12-dic	1,39	110,000
1960	16-set	0,87	99,200	13-nov	2,12	130,000
1961	09-nov	0,19	35,000	04-gen	1,51	100,000
1962	21-ott	0,28	35,000	26-mag	1,30	65,200
1963	01-gen	0,40	28,000	07-giu	1,27	50,500
1964	28-set	0,28	40,000	04-apr	1,30	100,000
1965	07-nov	0,58	40,000	14-apr	1,28	60,000
1966	17-lug	0,52	65,000	12-nov	1,38	130,000
1967	27-ott	0,55	50,000	23-apr	1,23	70,000
1968	02-nov	0,54	40,000	25-giu	1,28	80,000
1969	07-nov	0,34	30,000	26-mar	1,30	40,000
1970	03-gen	0,33	17,000	10-apr	1,05	25,000
1971	10-ott	0,46	30,000	23-mar	1,33	72,000
1972	01-gen	0,63	30,000	18-mar	1,30	65,000
1973	23-ago	0,58	65,000	16-feb	1,04	26,500
1974	18-set	0,68	60,000	06-mar	1,30	70,000
1975	11-ott	0,68	47,000	25-mag	1,36	125,000
1976	12-lug	0,37	58,000	15-ott	1,47	90,000
1977	09-ott	0,65	125,000	17-giu	1,53	141,500
1978	01-ott	0,55	60,000	18-giu	1,34	120,000
1979	20-set	0,64	65,000	29-mar	1,44	110,000
1980	29-set	0,51	55,000	26-mar	1,40	45,000
1981	16-ott	0,70	35,000	25-lug	1,24	80,000
1983	16-dic	0,48	25,000	25-mag	1,40	150,000
1984	01-gen	0,63	15,000	07-giu	1,38	130,000
1985	23-dic	0,26	30,000	24-mar	1,40	60,000
1986	01-gen	0,28	18,000	16-mag	1,40	120,000
1987	05-gen	0,26	30,000	23-lug	1,09	85,000
1988	30-dic	0,38	23,000	13-apr	1,43	65,000
1989	20-feb	0,28	13,000	10-mag	1,42	166,000
1990	03-ott	0,12	20,000	28-apr	0,75	25,000

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

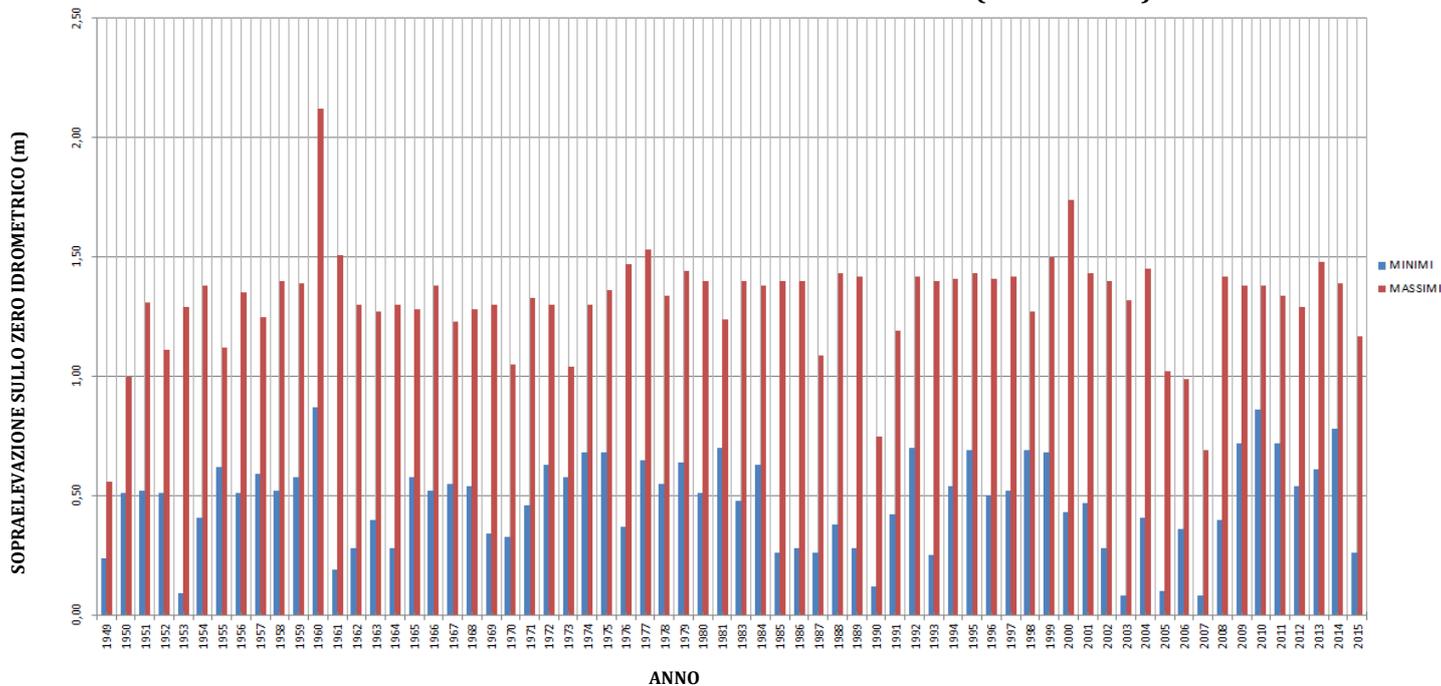
ANNO	MINIMI			MASSIMI		
	DATA	ALTEZZA (m)	DEFLUSSO (m ³ /s)	DATA	ALTEZZA (m)	DEFLUSSO (m ³ /s)
1991	27-set	0,42	45,000	17-mag	1,19	30,000
1992	20-gen	0,70	52,000	10-dic	1,42	100,000
1993	07-set	0,25	33,000	27-mar	1,40	15,000
1994	30-ago	0,54	58,000	16-apr	1,41	40,000
1995	12-dic	0,69	30,000	16-giu	1,43	65,000
1996	24-ago	0,50	55,000	13-dic	1,41	100,000
1997	28-ott	0,52	30,000	08-gen	1,42	100,000
1998	04-set	0,69	60,000	06-nov	1,27	30,000
1999	20-set	0,68	55,000	07-nov	1,50	55,000
2000	18-set	0,43	50,000	22-nov	1,74	190,000
2001	14-dic	0,47	30,000	11-gen	1,43	100,000
2002	09-gen	0,28	16,000	30-nov	1,40	175,000
2003	15-set	0,08	15,000	01-feb	1,32	30,000
2004	04-ott	0,41	30,000	06-mag	1,45	120,000
2005	11-ago	0,10	41,000	01-gen	1,02	30,000
2006	03-ago	0,36	65,000	18-mag	0,99	55,000
2007	17-set	0,08	35,000	13-feb	0,69	15,000
2008	01-apr	0,40	13,000	11-giu	1,42	140,000
2009	23-nov	0,72	14,000	30-apr	1,38	120,000
2010	17-set	0,86	50,000	06-mag	1,38	140,000
2011	24-ott	0,72	28,000	13-apr	1,34	47,000
2012	01-set	0,54	45,000	16-dic	1,29	14,000
2013	04-ott	0,61	30,000	25-mag	1,48	170,000
2014	30-set	0,78	50,000	26-giu	1,39	130,000
2015	13-set	0,26	48,000	07-feb	1,17	60,000
MEDIA		0,47	39,950		1,31	79,805
MINIMO		0,09	13,000		0,56	14,000
MASSIMO		0,87	125,000		2,12	190,000

Il valore di massimo innalzamento registrato in tale periodo è stato misurato nel **Novembre 1960 con 212 cm**, data in cui si verificarono fenomeni di tracimazione con l'allagamento di parte dei centri storici dei paesi rivieraschi; tale evento si è verificato prima della messa in atto delle regolazioni artificiali.

Valore di altezza ragguardevole è stato misurato il 22 Novembre 2000 (174 cm sullo zero idrometrico) a seguito di un periodo contraddistinto da intense e prolungate precipitazioni piovose; nel corso dell'autunno dell'anno 2002 il livello del lago ha assunto un'altezza significativa, di poco inferiore a quella raggiunta nell'autunno dell'anno 2000. Si evidenzia un periodo di marcato abbassamento dei livelli idrometrici, massimi e minimi, negli anni compresi tra il 2001 ed il 2007.



MASSIMI E MINIMI IDROMETRICI DEL LAGO DI GARDA (1949 ÷ 2008)



Nella stagione primaverile 2013 il livello del Lago ha raggiunto valori di elevato innalzamento con locale tracimazione: i valori di massimo innalzamento sono stati riscontrati nella giornata del 19 e del 25 Maggio 2013 con un innalzamento pari a 146 cm rispetto allo zero idrometrico.

In generale nel periodo tardo autunnale-invernale il livello del Garda assume un graduale innalzamento che può proseguire fino al periodo invernale-primaverile e che è in grado di determinare un avanzamento del lago verso l'entroterra sommergendo e/o riducendo alcuni tratti di costa.

Per contro nei periodi in cui si riscontrano i minimi valori idrometrici l'arretramento del lago può determinare l'emersione della spiaggia per tratti piuttosto continui. In questi periodi il lago non è in grado di produrre sostanziali fenomeni di erosione sulla costa e non avrà sostanziali interferenze con l'opera di progetto.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

□ **Regime eolico**

I venti dominanti del litorale in oggetto sono quelli del primo e quarto quadrante, pur se il regime eolico può variare per l'influenza seppure contenuta dei venti dei restanti quadranti.

Il Pelèr

E' il principe dei venti gardesani e soffia da NE-NNE abbracciando il golfo di Padenghe con intensità decrescente dall'alto lago verso la porzione meridionale del lago.

Dato il fetch (lunghezza del massimo percorso che le onde coprono dalla loro origine presalungo la linea dell'asse Riva del Garda-Lido di Lonato) di circa 60 km il Pelèr è in grado di generare onde fino a 3 m di altezza.

L'Ander

Si tratta di una brezza rafficata prevalentemente presente nel semestre primavera-autunno e soffia da SSO- OSO (da terra).

Il suo fetch risulta limitato e quindi non incide in maniera determinante sulla dinamica del litorale.

Il Ponente

Chiamato talora erroneamente Maestrale è vento di perturbazione di origine atlantica soffiando da O-ONO.

Molto violento e rafficato non è in grado di generare di norma onde con altezze superiori a 2 m dato il fetch di pochi km.

La Vinessa

Vento di perturbazione, la Vinessa soffia da E-SE con moderata intensità e di scarsa persistenza. Non è in grado di generare onde significativamente sul litorale del Lido di Lonato per l'effetto protettivo creato dalla Punta del Vò e di conseguenza contribuisce poco alla dinamica della costa.

La Gardesana

E' una brezza leggera tipicamente estiva che soffia da E-NE e che si contrappone all'Ander al quale spesso soccombe.

Non genera moto ondoso di apprezzabile intensità.

□ **Distribuzione del moto ondoso**

Il fenomeno detto "rifrazione", tipico di tutte le oscillazioni meccaniche, avviene quando il fondale ha una profondità minore della metà della lunghezza dell'onda incidente.

A causa della rifrazione i fronti d'onda si deformano in modo tale che l'energia del moto ondoso si concentra in alcuni tratti della costa piuttosto che in altri. La concentrazione dell'energia dipende dalla direzione delle onde incidenti e dall'andamento del fondale e può essere visualizzata dal "**piano d'onda**", ovvero la planimetria del moto ondoso riferito ad un vento.

Il piano d'onda permette di stabilire le modalità d'incidenza del moto sulla costa e di conseguenza fornisce indicazioni sulle situazioni predisposte a fenomeni di erosione.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Per quanto riguarda il tratto di costa del Lido di Lonato si è preso in considerazione il vento dominante (Peler) il cui piano d'onda risulta avere andamento circa coincidente con la linea di costa.

Il promontorio del Vò (Punta Vò) ad Est del Lido di Lonato, data la differente orientazione della linea di costa, rappresenta al contrario il tratto di litorale in cui è prevista una maggiore concentrazione di energia. Per la costa di Lonato la distribuzione del moto ondoso risente anche dell'effetto baia prodotto dalla conformazione del golfo di Padenghe. Il piano d'onda nel tratto di litorale di Lonato possiede una direzione coincidente all'incirca con la linea di costa con effetto di attenuazione per gli eventuali fenomeni di erosione.

□ Il litorale del Lido di Lonato

La fascia costiera è estremamente ridotta e comprende il solo Lido di Lonato, località il cui nome indica chiaramente la vocazione balneare di questo tratto di litorale. Si tratta di un settore di costa incluso nel golfo di Padenghe immediatamente ad Ovest del promontorio del Vò (Desenzano del Garda).

La spiaggia del Lido di Lonato rientra in un'unica unità fisiografica, con orientazione media WNW-ESE ed è aperto ai venti Tramontana e Ponente mentre risulta protetto dai venti orientali.

Il tratto di costa presenta una spiaggia continua delimitata verso Nord dal porto del cantiere nautico Bleu Garda.

La spiaggia risulta costituita da ghiaie e ciottoli ed in subordine da sabbia possedendo un'ampiezza media di circa 10 m con berma ordinaria di circa 1.5 m di altezza e una berma di tempesta di circa 3 m.

La dinamica del litorale appare piuttosto vivace pur attenuandosi nella sua terminazione orientale verso Desenzano dove si ha una minore intensità del moto ondoso in relazione al fondale più basso (promontorio del Vò).

La presenza di alcuni manufatti per l'alaggio di piccole imbarcazioni ed il porticciolo altera l'equilibrio del litorale determinando per lo più locali tendenze all'accumulo di ghiaia (ripascimento della spiaggia).

Il limite della spiaggia verso monte è contraddistinto da una limitata scarpata di erosione (altezza di circa 1 m) lambita talvolta dalle onde di massima tempesta. Tale scarpata non è sempre continua per la presenza di muretti di confine e di protezione delle proprietà a lago o di manufatti.



4.2.5 Forme antropiche

La configurazione originaria del territorio è stata inevitabilmente modificata nel corso del tempo dalla crescita urbanistica dei nuclei abitati che talora hanno parzialmente o completamente obliterato alcuni elementi morfologici.

Nelle aree rurali le forme antropiche sono per lo più legate a pratiche agricole di rettifica e regolarizzazione dei versanti (terrazzamenti e scavi) o talora alla costituzione di pozze e laghetti ad uso irriguo.

I rilevati, gli scavi e le gallerie, effettuati principalmente per la realizzazione delle vie di comunicazione (tracciato della linea ferroviaria, autostrada, ecc.) rappresentano interventi in grado in ogni caso di apportare sul territorio modifiche alla morfologia, mentre non hanno sostanziali effetti sull'idrografia.

Maggiore effetto possono avere avuto sull'idrogeologia le gallerie della nuova variante alla S.S. 11 e della ferrovia, che hanno intercettato corpi idrici in taluni casi di media profondità.

4.2.6 Attività estrattive e discariche

Le attività estrattive e le discariche, sono distribuite quasi interamente su un settore di territorio alquanto esteso, posto in prossimità della S.S. 567 (Desenzano d/G - Castiglione).

Si tratta di attività antropiche con forte impatto sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico della zona che per buona parte ricadono ad Est della S.S. 567 nelle aree denominate, nell'ambito del vecchio Piano Cave Provinciale "AR2" (area di recupero n.2) e "CR31" (area di coltivazione n.31). Allo stato attuale risulta attiva solo una piccola porzione della vecchia area di recupero denominata "Rg7".

Tra le varie attività figurano quindi principalmente siti di cava per lo più dismessi, ovvero già oggetto di interventi di recupero ambientale o di bonifica, aree di discarica controllata e non controllata, non più attive.

L'intera zona è caratterizzata da alcune scarpate artificiali relative a vecchi fronti di scavo, da vasti settori ribassati, da laghetti artificiali, originati dall'affioramento della falda freatica, ed infine da zone di accumulo di materiali di riporto.

Alcune aree localizzate all'interno di quest'ambito (Discarica Valli presso loc. Colombare di Castiglione e Discarica Calcestruzzi Lonato presso loc. Tiracollo), rientrano, ai sensi della legislazione vigente in area di discarica controllata di inerti e speciali derubricati inerti (Discarica di Seconda Categoria di Tipo "A" – art.4 D.P.R. 915/82 e successive disposizioni, L.R. Lombardia 94/80 e successive modificazioni, R.R. Lombardia 2/82 e successive modificazioni).

Una discarica autorizzata d'inerti (art.4 D.P.R. 915/82 e successive disposizioni - L.R. Lombardia 94/80 e successive modificazioni - R.R. Lombardia 2/82 e successive modificazioni) di estensione limitata è compresa entro la Cava Lorenzoni.

In località Cascina Traversino è presente una ex discarica non controllata (oggetto di studio da parte del Comune di Lonato) per la quale negli anni sono stati presentati vari progetti di bonifica. L'ultimo in ordine di tempo è stato presentato da Vezzola Giovanni e Vezzola Bernardo ("Piano della caratterizzazione dell'area di cava dimessa in località Traversino sita in Comune di Lonato").



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Siti abbandonati di attività escavativa, peraltro di modeste dimensioni, si hanno poco ad Ovest del complesso siderurgico della Feralpi. Nei pressi della Feralpi è presente anche un'area di discarica controllata per i propri rifiuti inerti e speciali derubricati inerti (Discarica di Seconda Categoria di Tipo "A" – art.4 D.P.R. 915/8 e successive disposizioni, L.R. Lombardia 94/80 e successive modificazioni, R.R. Lombardia 2/82 e successive modificazioni). In corrispondenza di un parcheggio all'interno del complesso siderurgico è stata segnalata la presenza di un'area bonificata, in cui erano stati accumulati materiali di riporto contaminati.

Presso località Malocche è ubicata un'area di modesta estensione utilizzata in passato dal Comune per l'accumulo di R.S.U. fino al piano campagna ed in seguito utilizzata da privati per l'accumulo (non controllato) di rifiuti speciali di acciaieria; agli stessi privati è riconducibile l'area di discarica non controllata segnalata all'incrocio tra Via Campagna Sotto e Via Trivellino.

In loc. Trivellino si segnala la presenza di un'area di ex cava, utilizzata negli anni '70 come discarica non controllata di rifiuti urbani e di rifiuti industriali. Nel Gennaio 2002 la Società FIN MASTER s.r.l. di Bergamo ha presentato il "Piano di Caratterizzazione del sito denominato -Località Trivellino-", cui ha fatto seguito la realizzazione di indagini in situ.

Le aree evidenziate trovano riscontro anche nella cartografia relativa al Piano Provinciale di Gestione Rifiuti (PPGR); si rimanda al **Cap.11 "Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata"** per maggiori dettagli inerenti l'individuazione di tali aree nella Pianificazione Provinciale.

Si segnala la presenza di materiali di riporto, riferibili a scarti di fonderia, accumulati in fregio alla S.S. 668 (Lonato –Montichiari).

Si segnala in epoca storica (secolo XIX) la rilevante attività estrattiva di torba nelle località Lavagnone, Polada e, in misura minore, Cattaragna, culminata con opere idrauliche di bonifica e parziale prosciugamento dell'alveo dello stagno.

4.3 SISTEMA IDROGRAFICO (AGGIORNAMENTO 2019)

Il territorio comunale di Lonato risulta interessato da una rete idrografica ridotta e poco articolata, con un vasto ambito collinare in cui trovano sede alcuni elementi idrografici naturali e un ambito di pianura interessato da una rete artificiale di corsi d'acqua canalizzati ad uso irriguo.

A seguito della campagna di rilievi eseguiti nel 1998, nel 2003, nel 2009 e più recentemente nel 2019, sono state riportati gli elementi idrografici essenziali e le problematiche riscontrate nei singoli fogli della "**Carta della Dinamica Morfologica con elementi del Sistema Idrografico**" in scala 1:5.000 (*Doc. di Piano SG Tavv.2bis*) e, più dettagliatamente nella "**Carta del Sistema Idrografico – Rilievi 2019**" alla scala 1:5.000 (*Doc. di Piano SG/RIM Tavv. 2*).

Per la descrizione delle principali caratteristiche del sistema idrografico si rimanda al Cap.4.5 della presente relazione, in cui si descrivono i fenomeni geomorfici in atto più significativi rilevati lungo i più importanti elementi idrografici nonché, più dettagliatamente, alla **Nota tecnica con descrizione delle Caratteristiche del Reticolo Idrografico** (*Doc. di Piano RIM All. ET1*).



4.4 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

Vengono di seguito illustrati alcuni aspetti riguardanti la climatologia ed in particolare la distribuzione delle precipitazioni.

Il territorio comunale di Lonato è compreso in un contesto climatico di transizione tra clima medio europeo e clima nord-mediterraneo, caratterizzato da prevalenti piogge equinoziali e periodi di siccità estiva.

In particolare la zona denominata “Morenico Gardesano” e il suo intorno immediato afferiscono ad un ambito meteo-climatico diversificato in relazione ai diversi influssi che gli elementi del Lago di Garda, la Pianura Padana ed in subordine il margine prealpino rivestono sui differenti settori costituenti il paesaggio.

In tale contesto di variabilità sono distinte una porzione circumlacuale, riferibile ad un peculiare clima dei laghi prealpini (sublitoraneo padano), ed una porzione interna con caratteri climatici peculiari della Pianura Padana in prossimità della fascia prealpina.

Le precipitazioni medie annue per il territorio in esame ricadono in un contesto di transizione tra **zona intermedia e zona di pianura** (“*Studio delle precipitazioni intense*” pubblicato dalla Provincia di Brescia nel 1985); per tali settori sono rilevate precipitazioni medie annue comprese rispettivamente tra i 1000-1500 mm (crescenti con l’aumento di quota) ed i 700-1100 mm (crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana).

Alcuni dati riferiti a Desenzano del Garda (comune contermina a Lonato) evidenziano valori di precipitazioni medie annue di circa 893 mm. Il regime “sublitoraneo padano” presenta valori di precipitazioni massime equivalenti nelle stagioni intermedie.

La variabilità microclimatica del territorio, che deriva anche dall’esposizione e dalla quota, può avere scarsa influenza sulla distribuzione ed intensità delle precipitazioni; più marcato appare l’effetto che possono avere sulle precipitazioni i movimenti d’aria indotti dal lago e dalla fascia prealpina.

Ai fini della determinazione di eventuali problematiche di tipo idraulico, grande importanza riveste la determinazione della relazione intercorrente tra i valori delle precipitazioni e la loro durata.

A titolo indicativo vengono di seguito forniti alcuni parametri tratti da uno studio idrologico ed idraulico eseguito nel Marzo 1995 dal Dott. Ing. V. Bonometti per il Comune di Lonato, nell’ambito della progettazione delle opere di sistemazione idraulica della frazione Bettola.

Tale studio prende in considerazione l’andamento delle piogge intense di durata massima di 1 ora o maggiore e le relative curve segnalatrici di possibilità climatica. Quest’ultime permettono di valutare l’altezza massima di pioggia in mm (h) per una precipitazione di durata “t” per un tempo di ritorno prescelto e prefissato (T=10 anni).



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Mancando dati pluviometrici relativi al Comune di Lonato, nello studio idrologico si ritiene, data la corrispondenza della latitudine e dell'orografia territoriale, di poter assumere per le piogge intense di durata inferiore all'ora la **curva di possibilità climatica di Brescia**:

$$h = 57,4 \times t^{0,45}$$

e per piogge intense di durata superiore all'ora la **curva di possibilità climatica di Peschiera**:

$$h = 41,1 \times t^{0,24}$$

Sono stati inoltre consultati i dati registrati dall'Osservatorio Meteorologico di Desenzano del Garda (stazione meteorologica di recente riattivazione) riferiti ad un periodo di osservazione compreso tra Ottobre 1996 e Dicembre 2008. Gli eventi piovosi di massima intensità (distribuiti nell'arco di 1 ora), registrati in tale periodo appaiono per lo più sensibilmente al di sotto dei dati teoricamente previsti sopra esposti. L'evento piovoso registrato il 21 Aprile 2008 è l'unico che risulta paragonabile a quello massimo previsto per la curva di possibilità climatica di Peschiera.

4.4.1 Dati pluviometrici ARPA per la progettazione di eventuali interventi e/o misure di Invarianza Idraulica ed Idrologica (AGGIORNAMENTO 2019)

Il R.R. 7/2017 e s.m.i. prevede che per il **Calcolo delle precipitazioni di progetto** siano utilizzati preferenzialmente i parametri caratteristici delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSP) fornite da Arpa Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>). In ottemperanza all'art. 11 del R.R. 7/2017 e s.m.i. si richiede di adottare nei calcoli un **tempo di ritorno pari a 50 anni**;



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Per il Comune di Lonato del Garda sono state definiti i seguenti valori (riferiti alle coordinate del Centro Storico di Lonato del Garda) per vari tempi di ritorno:



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Comune di Lonato d/G - Municipio*
 Coordinate: X: 10.4845696 Y: 45.4603454

Linea segnatrice
 Tempo di ritorno (anni) 50

Evento pluviometrico
 Durata dell'evento [ore]
 Precipitazione cumulata [mm]

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,24
 N - Coefficiente di scala 0,26800001
 GEV - parametro alpha 0,2737
 GEV - parametro kappa -0,04
 GEV - parametro epsilon 0,83050001

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

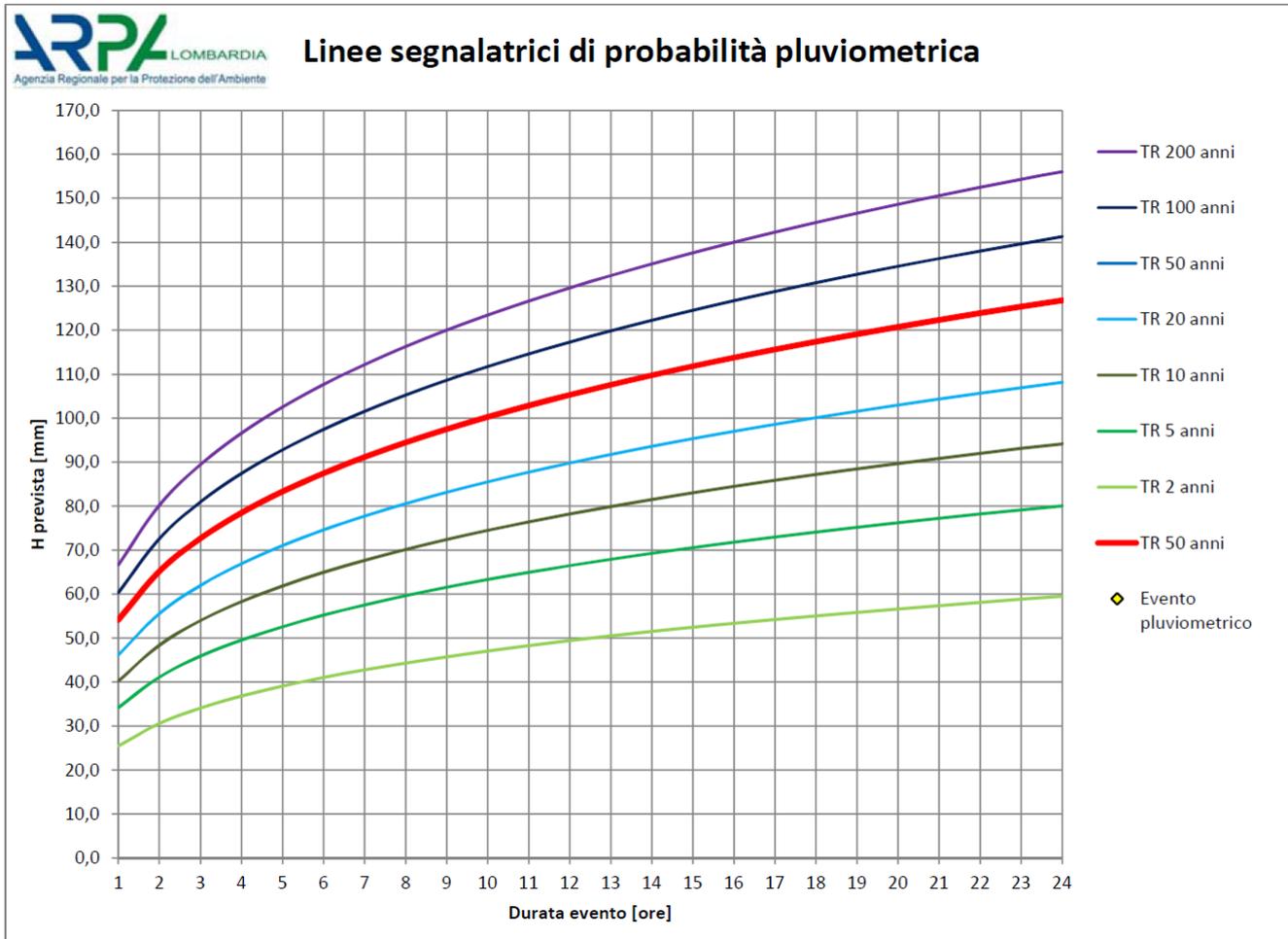
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93155	1,25360	1,47500	1,69371	1,98631	2,21284	2,44493	1,98631352
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,4	34,1	40,2	46,1	54,1	60,3	66,6	54,1071802
2	30,6	41,1	48,4	55,6	65,2	72,6	80,2	65,1524788
3	34,1	45,8	53,9	61,9	72,6	80,9	89,4	72,6312306
4	36,8	49,5	58,3	66,9	78,5	87,4	96,6	78,4525357
5	39,1	52,6	61,8	71,0	83,3	92,8	102,5	83,2873165
6	41,0	55,2	64,9	74,6	87,5	97,4	107,7	87,4579804
7	42,7	57,5	67,7	77,7	91,1	101,5	112,2	91,1467494
8	44,3	59,6	70,1	80,6	94,5	105,2	116,3	94,4676315
9	45,7	61,5	72,4	83,1	97,5	108,6	120,0	97,4971461
10	47,0	63,3	74,5	85,5	100,3	111,7	123,4	100,289372
11	48,3	64,9	76,4	87,7	102,9	114,6	126,6	102,884074
12	49,4	66,5	78,2	89,8	105,3	117,3	129,6	105,311424
13	50,5	67,9	79,9	91,7	107,6	119,9	132,4	107,594911
14	51,5	69,3	81,5	93,6	109,8	122,3	135,1	109,753209
15	52,4	70,6	83,0	95,3	111,8	124,6	137,6	111,801433
16	53,3	71,8	84,5	97,0	113,8	126,7	140,0	113,752007
17	54,2	73,0	85,9	98,6	115,6	128,8	142,3	115,615277
18	55,1	74,1	87,2	100,1	117,4	130,8	144,5	117,399959
19	55,9	75,2	88,5	101,6	119,1	132,7	146,6	119,113471
20	56,6	76,2	89,7	103,0	120,8	134,5	148,6	120,762183
21	57,4	77,2	90,9	104,3	122,4	136,3	150,6	122,351609
22	58,1	78,2	92,0	105,6	123,9	138,0	152,5	123,88656
23	58,8	79,1	93,1	106,9	125,4	139,7	154,3	125,371256
24	59,5	80,0	94,2	108,1	126,8	141,3	156,1	126,809423

RELAZIONE ILLUSTRATIVA



4.5 DINAMICA MORFOLOGICA DI DETTAGLIO (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

Lo studio della **dinamica geomorfologica di dettaglio** ha portato al riconoscimento di tutti i fenomeni geomorfici in atto, che possono influenzare la fattibilità delle singole aree.

Lo studio morfologico, importante per una completa analisi geologica del territorio comunale, ha inoltre consentito il controllo delle aree e la delimitazione dei settori di territorio per i quali è stata verificata la presenza di materiali di riporto.

E' stata pertanto eseguita, nel 2003 e nel 2009, una locale e speditiva campagna di rilevamento, per verificare quanto riscontrato nei rilievi di dettaglio del 1998, e quindi per aggiornare la **Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del Sistema Idrografico** (Doc. di Piano **SG Tavv.2 bis**). I rilievi del sistema idrografico del 2019 hanno comportato locali revisione relative soprattutto alla presenza di materiali di riporto.

Per ogni foglio in scala 1:5.000 viene di seguito fornita una descrizione dei fenomeni geomorfici in atto.

La descrizione del **sistema idrografico** del territorio comunale di Lonato, è stata presa in esame mediante rilievi di dettaglio originali eseguiti nel 1998, nel 2003, nel 2009 e nel 2019. La descrizione dettagliata del sistema idrografico per queste aree è fornita nella **Nota tecnica con descrizione delle Caratteristiche del Reticolo Idrografico** (Doc. di Piano **RIM All. ET**) in allegato.

Nella **Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del Sistema Idrografico** (Doc. di Piano **SG Tavv.2 bis**) sono quindi stati indicati: specchi d'acqua rappresentati da stagni o laghetti, zone umide e l'andamento generale dei corsi d'acqua.

Sono state quindi cartografate le aree allagate, in concomitanza di eventi piovosi intensi e prolungati, (violenti temporali o nubifragi) individuate in base a testimonianze locali, alla morfologia dei luoghi, ai segni lasciati dal passaggio delle acque, ecc.; queste zone di allagamento sono poste prevalentemente in adiacenza a punti e tratti critici della rete idrografica, per inadeguatezza della sezione dell'alveo e delle sponde o per mancanza di manutenzione.

Sono segnalati in carta anche alcuni tratti di strada che, in occasione di precipitazioni intense, si allagano per difficoltà di smaltimento delle acque piovane divenendo pertanto la sede del deflusso idrico canalizzato dalle aree limitrofe.

Un maggiore dettaglio riguardo l'individuazione del reticolo idrografico ed il rilievo dei fenomeni geomorfici correlati viene fornito nella "**Carta del Sistema Idrografico – Rilievi 2019**" (Doc. di Piano **SG/RIM Tav.2**) allegata anche al **Documento di Polizia Idraulica** " (Doc. di Piano **RIM**)

In alcuni casi i rilievi più recenti (2009 e, limitatamente al sistema idrografico 2019) hanno permesso di raccogliere nuovi dati sull'evoluzione di alcuni fenomeni geomorfici precedentemente segnalati.



4.5.1 Rassegna delle tavole a scala 1:5.000

SG Tav.2 bis /A

Corrisponde al settore più settentrionale del territorio di Lonato in cui possono essere distinti tre contesti morfologici.

In posizione centrale nel foglio si hanno i cordoni morenici più accentuati, con i rilievi di Drugolo, Monte Cappuccini e Monte Falò, che costituiscono l'ossatura principale del paesaggio. Altri rilievi, che seguono lateralmente ad occidente ed oriente l'andamento della cerchia morenica principale, sono rispettivamente la collina posta a monte di Sedena, il cordone morenico tra BarcuZZi e Maguzzano e quello su cui insiste l'Abbazia di Maguzzano.

I fianchi dei cordoni morenici meglio sviluppati possiedono scarpate che frequentemente raggiungono condizioni di inclinazione elevate in funzione delle litologie presenti. Al contrario nelle zone laterali della cerchia morenica (Drugolo, Sedena e ad Est di Maguzzano) prevalgono versanti debolmente inclinati o terrazzati.

Ai rilievi collinari si contrappongono settori pianeggianti ad essi interposti riferibili alle piane di contatto glaciale o a terrazzi di ritiro (kame) in cui prevalgono materiali ghiaioso-sabbiosi.

Per estensione si distinguono diversi ordini di piane presso località BarcuZZi e la piana di Sedena.

Entro gli allineamenti principali dei cordoni morenici, sono rappresentati estesi settori pianeggianti fluvio-glaciali o di terrazzo morenico tra i quali vanno distinti il ripiano di loc. Predeschera. Particolare estensione possiede la piana che da Maguzzano segue un andamento meandriforme fino alle loc. Ambrosina Bassa e Mulino di Recciago. Questo corridoio pianeggiante, di origine fluvio-glaciale e ripreso dai corsi d'acqua olocenici, si allarga in loc. Vallio dando origine ad una estesa zona paludosa in cui affiora la falda freatica. Queste elementi morfologici trovano prosecuzione nella tavola SG Tav. 2bis/B.

Ad Ovest della cerchia morenica si ha un contesto morfologico regolare corrispondente alla vasta piana fluvio-glaciale che da Croce dei Vignali - Morti della Selva - Bettola si estende a Sud verso Molini (SG Tav. 2bis/B) e Esenta (SG Tav.2bis/C).

La morfologia pianeggiante è interrotta nel settore Nord (Loc. Morti della Selva) da scarpate morfologiche connesse ad uno scaricatore fluvio-glaciale. La natura dei terreni della piana fluvio-glaciale è contraddistinta da potenti depositi ghiaioso-sabbiosi.

Il terzo contesto morfologico comprende la zona che ad Est di Maguzzano si affaccia verso il Lago di Garda, caratterizzata inizialmente da versanti debolmente inclinati, piuttosto regolari, ed infine dalla fascia subpianeggiante perilacustre. Questa zona è interessata da litologie più francamente argillose che segnano una transizione verso depositi di contatto glaciale correlati a fasi di ritiro e presumibilmente estesa anche al disotto del bacino del lago.

In questo settore è presente il Rio Maguzzano che con andamento tortuoso sfocia a lago in territorio di Padenghe s/G. Il suo alveo è delimitato per lo più da scarpate di erosione non attive piuttosto incise. In posizione più esterna si hanno antiche scarpate di erosione connesse a livelli di base del lago più elevati rispetto a quello attuale.



Fenomeni geomorfici in atto

Nel foglio sono stati riscontrati diversi fenomeni di instabilità, ubicati in corrispondenza di versanti le cui condizioni clivometriche appaiono maggiormente elevate.

Le modifiche antropiche di rettifica dei versanti, eseguite principalmente per la realizzazione di tracciati stradali, hanno in vari casi alterato la configurazione di equilibrio dei pendii assunta nel tempo in funzione delle litologie presenti. Gli stessi interventi hanno di conseguenza innescato fenomeni di instabilità superficiali tra i quali prevalgono i decorticamenti. Questi fenomeni sono per lo più connessi al ruscellamento delle acque superficiali e appaiono talora in grado di provocare fenomeni erosivi di rimonta.

Si segnala per frequenza ed estensione dei dissesti una zona ubicata presso il tornante della strada che collega Maguzzano con BarcuZZi (Loc. Castelvechio) dove si registrano fenomeni di ruscellamento delle acque piovane con conseguente decorticamento superficiale. Questi fenomeni sono in grado di indurre dilavamento con trasporto sulla sede stradale di materiale terroso proveniente dalle scarpate di monte del taglio stradale.

Un movimento franoso di tipo quiescente si trova nella valletta presso località Cuccagna. Lo stesso corso d'acqua, più a valle dello sbocco verso la piana di Sedena, ha fatto registrare in passato fenomeni di allagamento della sede stradale in concomitanza di eventi piovosi di carattere eccezionale. Tali fenomeni sono stati risolti a seguito dell'esecuzione di lavori di ripristino dei due piccoli bacini naturali presenti lungo il corso, un tempo fortemente degradati e invasi da vegetazione, ed alla formazione di due piccoli volumi d'invaso lungo il Rio stesso. Sono stati inoltre creati dei piccoli sbarramenti che consentono di ridurre il trasporto solido grazie alla rimodulazione delle pendenze attuali. In generale si è provveduto inoltre alla pulizia delle griglie e della tubazione di attraversamento della sede stradale di Via Cuccagna presso l'abitato di Sedena.

Il versante compreso tra le frazioni di Sedena e Bettola può essere interessato da fenomeni di deflusso idrico incanalato lungo le strade e le carrarecce esistenti. La progressiva riduzione (in taluni casi completa scomparsa) degli impluvi naturali determina, in occasione di eventi piovosi intensi, il collettamento delle acque superficiali lungo le sedi stradali. In relazione a quanto descritto la frazione di Bettola è stata interessata in passato da frequenti fenomeni di allagamento, per i quali si è reso necessario un radicale intervento di sistemazione idraulica. Le acque di pioggia convogliate verso la frazione vengono attualmente intercettate mediante grosse griglie disposte lungo le vie di accesso di monte e quindi allontanate a valle dell'abitato della frazione.

Infine limitati effetti erosivi si hanno lungo le spiagge della fascia costiera, in corrispondenza della zona superiore della berma di tempesta.



SG Tav. 2 bis / B

In questo foglio compaiono, in continuità con quello precedente, due contesti morfologici.

Il vasto settore orientale corrisponde alla piana fluvioglaciale su cui insistono le frazioni Bettola, Campagna di Sopra e Fossa, ed è solcato dalle vie di comunicazioni principali (ferrovia, autostrada, vecchio e nuovo tracciato della S.S.11).

In essa sono compresi ampi spazi destinati principalmente all'agricoltura ed in subordine all'allevamento. Attività produttive di rilievo sono rappresentate dal polo siderurgico (tra Lonato e loc. Campagna di Sopra) e dal più recente insediamento artigianale-industriale di loc. Molini.

Presso C.na Faccendina è situata un'area di cava in abbandono, di limitata estensione, ribassata di alcuni m rispetto al p.c. circostante.

In posizione mediana entro la cerchia morenica sono compresi i cordoni morenici altimetricamente più sviluppati che seguono andamento N-S e che risultano accompagnati lateralmente da cordoni meno accentuati, sia verso occidente (colline moreniche a valle della S.P. n. 78) che verso oriente (colline moreniche prosecuzione di quelle di BarcuZZi e Maguzzano). A Est di Lonato la cerchia morenica è contraddistinta da rilievi altimetricamente meno elevati, comprendenti le colline che si estendono verso Villa dei Colli e Fornace di S. Cipriano.

I cordoni morenici più pronunciati possiedono fianchi con scarpate scoscese che frequentemente raggiungono condizioni di inclinazione elevate in funzione delle litologie presenti. Al contrario nelle zone laterali della cerchia morenica prevalgono versanti debolmente inclinati o terrazzati.

Anche in questo foglio, entro gli allineamenti principali dei cordoni morenici, sono rappresentati estesi settori pianeggianti fluvioglaciali o di terrazzo morenico che costituiscono la terminazione della piana che da Maguzzano segue un andamento meandriforme fino alle loc. Ambrosina Bassa e Mulino di Recciago (vedi SG Tav.2bis / A).

Fenomeni geomorfici in atto

I fenomeni di instabilità sono prevalentemente riconducibili a tagli di versante in condizioni subverticali, eseguiti per la realizzazione di strade, sbancamenti, interventi di rettifica e regolarizzazione dei versanti. Questi interventi sono in grado di indurre nel tempo decorticamenti superficiali e in alcuni casi, con lenta evoluzione, frane superficiali che possono essere riattivate da fenomeni di dilavamento e ruscellamento delle acque piovane. Per il dissesto superficiale, rilevato nel 1998, che interessava i fronti di sbancamento esistenti a lato del parcheggio della Trattoria Folzone i rilievi del 2003 avevano evidenziato una avvenuta stabilizzazione dei luoghi mediante interventi di ingegneria naturalistica. Tuttavia i più recenti rilievi del 2009 hanno riscontrato un riattivamento degli stessi fenomeni, probabilmente anche in conseguenza delle intense e prolungate piogge che hanno caratterizzato il periodo compreso tra l'autunno 2008 e la primavera-estate 2009.

Nello stesso periodo piogge intense e temporali ricorrenti hanno innescato frequenti fenomeni di decorticamento superficiale, talora piuttosto marcati con coinvolgimento della coltre di materiali più superficiali, lungo tagli stradali e versanti scoscesi, con movimento di materiale franato verso valle e verso le sedi stradali (Loc. C.na Mancino-S.S.11 svincolo per Padenghe s/G)



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Non si hanno in questo foglio particolari problematiche di carattere idraulico, data la mancanza di una rete idrografica con corsi d'acqua articolati.

In corrispondenza della loc. Pizzoccolo (S. Cipriano) si ha un piccolo corso d'acqua perenne in grado di provocare modesti fenomeni di allagamento della sede stradale di accesso al borgo. Si tratta di un fenomeno dovuto al restringimento dell'alveo conseguente all'intubazione del rio, non adeguata ai deflussi idrici concomitanti ad eventi piovosi intensi e prolungati.

Sono stati riscontrati fenomeni di allagamento in corrispondenza del sottopasso in Loc. Fonte del Fabbro in relazione alla mancanza di efficaci sistemi di dispersione delle acque di pioggia. Sono stati invece risolte le cause di allagamento della sede stradale lungo la SS 11 tra Lonato e Loc. Folzone con la messa in opera di griglie di raccolta delle acque piovane in fregio alla statale nell'ambito dei lavori eseguiti per la realizzazione del passaggio pedonale tra via Cesare Battisti e Via Monico.

SG Tav. 2 bis /C

Questa Tavola risulta piuttosto estesa e quindi può essere descritta secondo quattro ambiti con caratteristiche peculiari.

Ambito della piana occidentale

La piana fluvioglaciale occidentale possiede morfologia regolare con ampi spazi destinati alle attività agricole e solcati da una rete idrografica artificiale irrigua costituita da canali o rogge, tra cui si evidenziano i Canali d'Arnò, Canale d'Arnè ed il Vaso Serio.

In tale settore non sono stati osservati fenomeni geomorfici in atto particolarmente significativi.

Ambito delle colline moreniche di S.Polo, S. Tomaso, Brodena ed Esenta

La morfologia di questo settore è dominata dalla cerchia morenica orientata in direzione circa NE-SW che separa due piane fluvioglaciali principali, quella occidentale molto estesa e quella orientale di Croce di Venzago.

Nell'ambito della cerchia morenica si possono individuare due allineamenti di cordoni morenici con andamento tra loro circa subparallelo. L'allineamento principale è costituito dai Monti Semo, Nuvolo e Malocco. Quello meno accentuato in altitudine è rappresentato dai rilievi di Monte della Spia (Cascino Gerardi), di Monte della Pianiga e Monte della Gatta. Piane fluvioglaciali intramoreniche e terrazzamenti morenici sono distribuiti entro gli allineamenti dei cordoni. Particolare estensione e continuità riveste la piana di Brodena, comunicante con quella meridionale della piana di Croce di Venzago. La chiusura di queste piane avviene contro i blandi rilievi collinari presenti presso il limite Sud del territorio comunale tra cui figurano Monte Forca, Monte Navicella e Monte del Confine.

Le cerchie moreniche sono contraddistinte in genere da fianchi con scarpate prevalentemente scoscese che possono raggiungere in certi settori condizioni di inclinazione elevate in funzione delle litologie



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

presenti. Sul fianco occidentale della cerchia morenica prevalgono pendii meno inclinati o terrazzati (Loc. S.Polo e Malocco).

Fenomeni geomorfici in atto

I fenomeni geomorfici compresi in questo ambito sono rappresentati essenzialmente da contenuti fenomeni erosivi o di instabilità superficiale (decorticamenti) che vanno collegati alle attività antropiche. Sono per lo più riconducibili ai tagli di versante eseguiti per la realizzazione dei tracciati stradali. I cigli di decorticamento sono destinati ad un lento arretramento in relazione a fenomeni di erosione connessi con le acque meteoriche.

Alcuni movimenti di versante interessano la scarpata a monte della strada del Tiracollo. In alcuni punti si hanno forme di decorticamento superficiale già evolute verso stadi di movimento più profondo. Questi fenomeni sono in grado di provocare fenomeni di erosione con trasporto di materiale o colamenti di terra che potrebbero invadere la sede stradale.

Alcuni fronti di scavo non sostenuti, esistenti per lo più a monte delle strade, presentano numerosi fenomeni di decorticamento. Presso Esenta, immediatamente ad Est del Cimitero, è presente un dissesto quiescente (decorticamento superficiale) di una certa estensione immediatamente a monte della strada comunale. Altra frana superficiale quiescente, attualmente sede di decorticamenti superficiali, è ubicata lungo il lato di monte della strada che collega Esenta con la frazione di Brodena.

In corrispondenza del limite settentrionale dell'abitato di Esenta i rilievi del 1998 e del 2003 avevano evidenziato alla base del versante collinare un fronte di scavo abbandonato di 7-8 m di altezza, in erosione e localmente instabile. I più recenti rilievi hanno riscontrato un accentuato rimboschimento con apparente stabilizzazione del fronte e limitazione dei fenomeni erosivi.

L'idrografia del settore collinare appare poco sviluppata essendo caratterizzata da limitati stagni e laghetti intramorenici di origine naturale o antropica, impluvi poco accentuati e dalla mancanza di una rete di deflusso articolata.

Lungo gli elementi idrografici riscontrati in questo ambito, data la loro natura prevalentemente effimera, non sono stati osservati fenomeni geomorfici in atto degni di nota.

Ambito fluvioglaciale della Piana di Croce Venzago e Campagnoli

La piana di Croce di Venzago e dei Campagnoli rappresenta un settore in cui l'originaria configurazione morfologica appare sconvolta da un'intensa attività di escavazione (cave di ghiaia e sabbia). Si hanno infatti alcune grandi depressioni delimitate da fronti di scavo. Entro alcuni siti di coltivazione dismessi sono presenti alcuni laghetti in conseguenza dell'affioramento della falda freatica circolante nella piana fluvioglaciale.

Nel polo estrattivo figurano estesi settori riferibili a discariche controllate e non controllate e ad aree di accumulo di materiali di riporto di natura eterogenea.

La chiusura di questa piana avviene contro i blandi rilievi collinari presenti presso il limite Sud del territorio comunale tra cui figurano Monte Forca, Monte Navicella e Monte del Confine.

Nella sua terminazione meridionale la piana di Croce di Venzago è solcata, in posizione circa mediana, dalla Fossa Redone con funzione drenante sulla falda freatica presente.



Fenomeni geomorfici in atto

I fenomeni geomorfici in atto sono rappresentati per lo più da processi di instabilità di versante di modesta entità, riconducibili agli interventi antropici di rettifica della topografia.

Estesi fronti di scavo in condizioni subverticali e con altezze variabili (fino a vari m) sono posti in corrispondenza di aree di cava e discarica presenti nell'ambito.

Si tratta di fronti di scavo in condizioni di stabilità prossime all'equilibrio e talora non garantite a lungo termine poichè i cigli di scarpata sono destinati ad un lento arretramento in relazione a fenomeni di erosione connessi alle acque di pioggia.

L'idrografia naturale è poco rappresentata comprendendo la testata della Fossa Redone ed alcuni impluvi di natura effimera. Numerosi laghetti artificiali rappresentano gli elementi idrografici di origine antropica.

Limitati fenomeni di allagamento si segnalano in corrispondenza di alcune aree topograficamente depresse nei pressi della centrale ENEL. Nel corso del 2009 si è osservato infatti il ristagno d'acqua per un'area piuttosto estesa in fregio al laghetto artificiale presente nei pressi della centrale ENEL, attribuibile all'affioramento della falda freatica.

Ambito di Centenaro-CastelVenzago

In questo ambito è compresa la porzione di territorio della zona di Centenaro e Castel Venzago contraddistinta da una morfologia complessivamente blanda con alternanza di cordoni morenici e piane fluvio-glaciali con lo stesso andamento, in direzione NNW-SSE.

Un primo allineamento di cordoni morenici corrisponde ai rilievi allungati tra Monte Venzaghetto, Monte Candelerà e Monte Serino. Più interne rispetto all'anfiteatro gardesano risultano le aree collinari poco accentuate che ad Est di Centenaro si estendono verso C.na Panizze.

Si tratta di rilievi con versanti debolmente inclinati. Solo un tratto del versante orientale di Monte Candelerà raggiunge condizioni clivometriche più elevate. I rilievi morenici sono contraddistinti da evidenti scarpate, terrazzi e ripiani morfologici attribuibili in buona parte a kame e agli scaricatori fluvio-glaciali.

Un settore di piana fluvio-glaciale si estende con continuità dallo stagno del Lavagnone fino a Centenaro e fin oltre Tenuta Cà Nuova (Canova). Il drenaggio della falda freatica di questo settore pianeggiante è affidato al ramo della Fossa Redone di Centenaro.

L'idrografia, oltre ai già citati rami della Fossa Redone, è completata dallo stagno del Lavagnone e da numerosi stagni minori e laghetti di origine per lo più artificiale ubicati sia entro i rilievi collinari che nelle porzioni pianeggianti.

L'alveo del Lavagnone costituisce un sito archeologico sede di importanti ritrovamenti palafitticoli emersi a seguito degli interventi di bonifica eseguiti all'inizio del secolo mediante una galleria di drenaggio ubicata in territorio di Desenzano. La stessa località fu per alcuni decenni interessata da un'importante attività di estrazione di torba.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Fenomeni geomorfici in atto

I fenomeni riscontrati sono ascrivibili a movimenti di tipo superficiale in conseguenza della realizzazione delle sedi stradali lungo i versanti collinari. Si tratta in prevalenza di fenomeni quiescenti.

Fenomeni di ruscellamento diffuso sono stati osservati lungo il versante orientale di Monte Venzaghetto, a seguito di interventi di rettifica e riprofilatura dei pendii ottenuti mediante scavo verso monte ed accumulo di materiali di riporto verso valle. Le scarpate non sempre adeguatamente inerbite e piantumate sono pertanto interessate da fenomeni di ruscellamento, con formazione di solchi di erosione la cui evoluzione nel tempo può innescare lo sviluppo di decorticamenti e frane.

Limitati fenomeni di allagamento si possono saltuariamente verificare in occasione di piogge intense lungo il ramo della Fossa Redone di Centenaro. La causa di questi fenomeni è da attribuirsi alla mancanza di periodica manutenzione e pulizia dell'alveo, nonché alla presenza della falda freatica che in occasione di periodi di pioggia intensa e prolungata tende a raggiungere il p.c. I recenti rilievi hanno evidenziato la tombatura di alcuni piccoli laghetti artificiali, riscontrati nelle precedenti campagne di rilievo.

SG Tav.2 bis /D

Il foglio comprende la porzione più meridionale del territorio di Lonato d/G che si estende oltre la frazione di Castel Venzago all'incirca fino alla frazione di Madonna della Scoperta, con blandi rilievi collinari ed estese aree pianeggianti.

Sono rappresentati in carta tre ordini di cordoni morenici ad andamento tra loro subparallelo che presentano un punto di flesso in corrispondenza di Madonna della Scoperta. Infatti mentre ad Ovest di tale località l'andamento delle cerchie moreniche risulta in direzione NW-SE, verso Est si dispone in direzione circa E-W.

Il cordone settentrionale segue il crinale formato da Monte Gabbione, Monte Tondo, Cascina Casella, Madonna della Scoperta, Cascina Valletta. Il cordone di mezzo è allineato lungo Monte Castellero, Monte della Guea, località Passo dei Corvi, Cascina Diorino, Cascina Pioppa e Cascina Ferrarino. Infine il cordone meridionale segue Monte del Confine, Morti dell'Astore e Monte Cucco.

Le alture collinari appaiono generalmente poco marcate. I versanti sono per lo più a bassa clivometria e le scarpate possiedono sviluppo piuttosto contenuto.

Ai rilievi collinari si contrappongono le piane intermoreniche allungate secondo l'andamento dei diversi rami della Fossa Redone la cui congiunzione avviene poco al di fuori del territorio di Lonato d/G.

I rami della Fossa Redone possiedono alvei poco incisi, assenza di fenomeni erosivi ed una bassa cadente idraulica naturale.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Fenomeni geomorfici in atto

In corrispondenza di restringimenti dell'alveo lungo i diversi rami della Fossa Redone si possono avere modesti fenomeni di allagamento in relazione anche allo scarso gradiente idraulico del corso d'acqua che localmente non favorisce il deflusso in alveo. Il fenomeno è in ogni caso determinato dalla mancanza di periodica manutenzione degli alvei (crescita della vegetazione idrofila ed accumulo di materiale vegetale) e può provocare limitati fenomeni di allagamento nelle aree ribassate poste nelle immediate adiacenze dell'asta fluviale. Tali fenomeni sono talora favoriti dalla presenza della falda freatica che in occasione di periodi di pioggia intensa e prolungata tende a raggiungere il p.c. Nel corso del 2009 si è osservato infatti il ristagno d'acqua per aree piuttosto estesa in fregio alle sponde attribuibile all'affioramento della falda freatica ed allo scarso drenaggio.

I fenomeni di instabilità di versante sono per lo più rappresentati da decorticamenti superficiali ascrivibili ad interventi antropici di rettifica e regolarizzazione dei versanti o a scavi per la realizzazione di tracciati stradali. I recenti rilievi hanno evidenziato la tombatura di alcuni piccoli laghetti artificiali, riscontrati nelle precedenti campagne di rilievo.

4.6 ELEMENTI MORFOLOGICI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO DERIVANTI DAGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE DI BACINO DEL FIUME PO CARTA PAI - PGRA (AGGIORNAMENTO 2019)

4.6.1 Carte Inventario - Regione Lombardia alla Scala 1:10.000 (AGGIORNAMENTO 2019)

In ottemperanza alle normative regionali (D.G.R. 9/2616/2011) è stata presa visione della **Carta Inventario alla scala 1:10.000**, relativa ai rischi idrogeologici censiti sul territorio comunale di Lonato del Garda, consultabile nel SIT Regionale - Struttura Rischi Idrogeologici della Regione Lombardia.

Il Comune di Lonato del Garda risulta **inserito nella tabella 2 dell'Al. 13** alla **D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011** tra i comuni, compresi nella **D.G.R. n° 7/7365 del 11/12/2001**, che hanno **concluso l'iter 5.3** di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI.

Per il Comune di Lonato d/G sono segnalati alcuni dissesti PAI (<http://cartografia.regione.lombardia.it>) anche in relazione agli aggiornamenti eseguiti in passato in fase di predisposizione del PGT ed il **“Quadro del Dissesto PAI”** risulta **“aggiornato”**.

Dall'analisi delle Carte Inventario non risulta censito nessun fenomeno di dissesto attivo. Sono state pertanto confermate nella **“Carta PAI-PGRA”** (*Doc. di Piano SG Tav.14*, scala 1:10.000) le aree già rilevate nello studio geologico del Luglio 2003, la cui procedura d'adozione risulta **“conclusa”**.

I dissesti rilevati sono ascrivibili ad **“Aree di conoide non recentemente riattivato – Cn”**, e sono stati riportati nella **Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del Sistema Idrografico** (*Doc. di Piano SG Tavv.2 bis*); i rilievi del 2009 avevano portato ad escludere due aree ubicate in prossimità del litorale, precedentemente cartografate in questa categoria, ma esse sono state re-integrate a seguito del recepimento del Parere di Regione Lombardia.



4.6.2 Mappe della Pericolosità e del Rischio Alluvioni allegate al Piano di Gestione del Rischio delle Alluvioni nel distretto del Po (PRGA) (Del. 2/2016 del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po) (AGGIORNAMENTO 2019)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni nel Distretto del Po (PGRA) è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4 e approvato in data 03.03.2016 con Deliberazione n. 2/2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.30 del 06.02.2017).

Nel Piano vengono individuate le **aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni**, è stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono nelle aree allagabili e sono individuate misure per ridurre il rischio stesso, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi, da attuarsi in maniera integrata.

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle Mappe di Pericolosità; sono previsti tre scenari di pericolosità:

- ✓ Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H);
- ✓ Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M);
- ✓ Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L).

Le aree allagabili riguardano quattro diversi "ambiti territoriali":

- Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM);
- Reticolo Secondario di Pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree Costiere Lacuali (ACL)

Il comune di Lonato del Garda risulta inserito nell'**All. 2 alla D.G.R. 10/6738/2017**; in particolare sono presenti **Aree Allagabili RSCM (Reticolo Secondario Collinare e Montano)** che coincidono con le Aree PAI già vigenti, **Aree Allagabili RSP (Reticolo Secondario di Pianura)** segnalate dai consorzi di bonifica, ed **Aree Allagabili ACL (Aree Costiere e Lacustri)** individuate presso la Loc. Lido di Lonato.

Le aree allagabili individuate dal PGRA si sovrappongono, per quanto concerne l'ambito **RSCM**, alle aree già individuate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come "**Aree di Conoide non recentemente riattivato**" (vedi §4.6.1).

Le aree allagabili PRGA, come scaricabili dal SIT della Regione Lombardia (Livelli Direttiva Alluvioni) sono state riportate nella **Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del Sistema Idrografico (Doc. di Piano SG Tavv.2 bis)** e nella **Carta del Sistema Idrografico - Rilevi 2019 (Doc. di piano SG/RIM Tavv.2)**.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Di seguito si descrivono le aree allagabili afferenti ai tre ambiti individuati:

Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM)

Le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l'ambito territoriale RSCM corrispondono alle aree già classificate nell'Elaborato 2 del PAI e riportate nel PGT vigente. In particolare per il territorio di Lonato del Garda esse corrispondono alle aree classificate nel PGT vigente come "Aree di Conoide non recentemente riattivato" ("Cn" del PAI, vedi §4.6.1).

Reticolo Secondario di Pianura (RSP – reticolo artificiale)

Le aree allagabili riportate sulle Mappe di Pericolosità del PGRA afferenti al Reticolo Secondario di Pianura (RSP) riguardano il reticolo consortile e sono state individuate da Regione Lombardia sulla base delle indicazioni rese disponibili dai consorzi di Bonifica.

In particolare per Lonato d/G le segnalazioni sono state fatte dal Consorzio Chiese (già Consorzio di Bonifica Medio Chiese) sulla base dei "Programmi Provvisori di Bonifica" (L.R. 14/01/1995 n° 5) del 12 Aprile 2000.

Le aree PGRA-RSP consortili state delimitate principalmente sulla base degli eventi storicamente accaduti. Sono stati considerati solo gli eventi verificatisi dal 1990 al 2012 (data di completamento della ricognizione), in quanto ritenuti maggiormente compatibili con l'attuale scenario di bonifica e di uso del suolo e solo gli allagamenti che possono risultare ripetibili. Pertanto, nel caso in cui, posteriormente agli eventi accaduti, siano stati eseguiti interventi volti alla risoluzione del problema, l'area allagata non è stata riportata nelle mappe oppure gli è stato attribuito uno scenario di frequenza inferiore. In alcuni casi si sono riportate anche aree allagate in occasione di eventi antecedenti al periodo sopraindicato, in quanto ritenuti significativi.

Aree Costiere e Lacuali (ACL)

L'ambito territoriale Aree Costiere Lacuali (ACL) corrisponde al territorio che circonda i grandi laghi e che può essere influenzato, o che lo è già stato in passato, da esondazioni del lago medesimo. Le aree individuate da Regione Lombardia per la redazione del PGRA sono state ottenute **riportando sui DTM disponibili, mediante operazioni GIS, i livelli lacuali forniti dagli enti regolatori.**

Per il lago di Garda si fa quindi riferimento ai seguenti livelli:

Lago (idrometro)	Quota zero idrometrico in metri s.l.m. (geoide Itageo 1999)	Soglie individuate in metri - livello lacuale in metri s.l.m.		
		TR 15	TR 100	massimo storico registrato
Garda (Peschiera)	64,027	1,58 – 65,607	1,65 – 65,677	2,12 – 66,147

Le operazioni GIS utilizzate per l'individuazione delle aree ACL hanno portato alla perimetrazione di **superfici areali di estensione molto limitata** che, suddivise negli scenari P3/H, P2/M, P1/L, mostrano differenze da poche decine di centimetri fino ad un massimo di pochi metri tra uno scenario e l'altro. **La limitata estensione di queste aree rende talora difficile la leggibilità dei tematismi lungo la fascia costiera.**

4.6.3 Quadro Conclusivo delle Aree PAI-PGRA

Sulla base di quanto riportato nei precedenti §4.6.1 e §4.6.2, nella *Carta dei Vincoli Geologici (Doc. di Piano SG TAV.11)* sono state riportate sia le aree allagabili derivanti dalle Mappe di Pericolosità del PGRA afferenti all'ambito territoriale Aree Costiere e Lacustri (ACL), al Reticolo Secondario Collinare Montano (RSCM) con sovrapposte le corrispondenti Aree PAI-Cn ed all'ambito territoriale Reticolo Secondario di Pianura (RSP - Reticolo Consortile).

Sullo stesso elaborato sono inoltre indicate lungo il Reticolo Secondario di Pianura le aree classificate a rischio elevato R3 nelle mappe di rischio del PGRA, all'interno delle quali il Comune è tenuto ad effettuare una valutazione dettagliata della pericolosità e del rischio locale, come indicato nel par. 3.3.4 dell'Allegato A alla D.G.R. n.X/6738/2017 e vigono specifiche normative.



4.7 CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

I caratteri dei suoli vengono descritti secondo le codifiche utilizzate dall'ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia), descrivendo tramite aggettivazioni le diverse classi individuate.

SCHELETRO:	
Quantità (in %)	
Assente	< 1
Scarso	1 - 5
Comune	5 - 15
Frequente	15 - 35
Abbondante	35 - 70
Molto abbondante	> 70

PROFONDITÀ DEI SUOLI:	
	(in cm)
Molto sottili	< 25
Sottili	25 - 50
Poco profondi	50 - 75
Moderatamente profondi	75 - 100
Profondi	100 - 150
Molto profondi	> 150

DRENAGGIO		
1	RAPIDO	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente. I suoli sono soggetti a forti deficit idrici.
2	MODERATAMENTE RAPIDO	L'acqua è rimossa dal suolo in tempi brevi, tali da generare saltuari deficit idrici
3	BUONO	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ma non rapidamente, ed è disponibile per le piante per la gran parte della stagione di crescita.
4	MEDIOCRE	In alcuni periodi l'acqua è rimossa lentamente, per cui il profilo risulta bagnato in qualche periodo durante la stagione di crescita
5	DRENAGGIO LENTO	L'acqua è rimossa lentamente ed il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante. L'umidità limita la crescita e lo sviluppo di alcune piante, in assenza di interventi di drenaggio artificiale
6	DRENAGGIO MOLTO LENTO	L'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la crescita delle piante o rimane bagnato per lunghi periodi. La falda giunge spesso in superficie o in prossimità di essa, e permane abbastanza a lungo da non permettere la crescita della maggior parte delle colture mesofitiche durante lo sviluppo vegetativo, a meno che il suolo non venga drenato artificialmente
7	DRENAGGIO IMPEDITO	L'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da far permeare la falda in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante; la maggior parte delle colture mesofitiche non può crescere a meno che non si intervenga con drenaggi artificiali

Attraverso il dato pedologico è possibile avere indicazioni in merito alla protettività del suolo stesso nei confronti della falda freatica sottostante; in questo caso si tratta di valutazioni che si limitano a considerare le proprietà interne al suolo ossia la sua capacità di agire da filtro o tampone nei confronti di soluzioni acquose contenenti degli inquinanti. Questo dato, unito ad altri di natura idrogeologica, consente di ricavare la vulnerabilità della prima falda.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I parametri chimico-fisici considerati nel modello sono:

- * caratteristiche chimiche; a) pH in acqua b) C.S.C.
 - * caratteristiche fisiche; c) Permeabilità d) Profondità della falda e) Classe granulometrica
- Le classi individuate sono complessivamente tre: Protettività Alta, Moderata, Basso.

CAPACITA' PROTETTIVA DEI SUOLI PER LE ACQUE PROFONDE

SCHEMA INTERPRETATIVO

CLASSI DI CAPACITA' PROTETTIVA	PERMEABILITA'	PROFONDITA' DELLA FALDA	CLASSI GRANULOMETRICHE	MODIFICATORI CHIMICI: pH in H ₂ O, C.S.C. (*)
Tipo di limitazione	1	2	3	4
ELEVATA	BASSA	> 100 cm	fine, very fine, fine silty, fine loamy, coarse silty, loamy, clayey skeletal, più tutte le classi fortemente contrastanti comprese quelle over sandy, sandy skeletal e fragmental in cui il primo termine sia fine, very fine, fine silty	pH > 5.5 C.S.C. > 10 meq/100 g
MODERATA	MODERATA	50-100 cm (con permeabilità. bassa)	coarse loamy, loamy skeletal, più le rimanenti classi over sandy, sandy skeletal e fragmental	pH 4.5 - 5.5 C.S.C. tra 5 - 10meq/100 g
BASSA	ELEVATA	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con permeabilità moderata)	sandy, sandy skeletal, fragmental, più le classi fortemente contrastanti in cui il primo termine sia sandy, sandy skeletal, fragmental	pH < 4.5 C.S.C. < 5 meq/100 g

Si allega di seguito la **Carta pedologica inerente il territorio comunale di Lonato del Garda** (tratta da "Progetto Carta Pedologica - I suoli dell'area morenica gardesana – settore Bresciano", ERSAL, 1997).

La carta comprende le seguenti tipologie di suolo:

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	Capacità Protettiva
MI 3.1 Aree occupate da depositi a prevalenza limosa di origine eolica, cui si mescolano o sovrappongono colluvi provenienti dalle colline	30	MSZ2	Fase fisiografica (di valle in depositi morenici intermedi) dei suoli MSZ 1 (di piede versante in morenico intermedio): suoli molto profondi, a tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione sub-alcina in superficie e alcalina in profondità, saturazione alta, scarsamente calcarei, a drenaggio buono.	M
MR 1.1 Pendii naturali boscati o prativi, con pendenze mediamente comprese tra 20 e 70% ad esposizione variabile in Valtenesi, maggiormente esposti a Nord nel basso lago.	31	SIA 1	Suoli poco o moderatamente profondi limitati da orizzonti sabbioso-limosi fortemente calcarei, con scheletro comune in superficie e frequente in profondità, tessitura media (localmente moderatamente fine in profondità), reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, a drenaggio buono.	M
	32	SIA 2 & TIR 1	Complesso di: fase di erosione (fortemente erosi) dei suoli SIA 1 (u.c. 31): suoli sottili o poco profondi limitati da orizzonti sabbioso-limosi fortemente calcarei, con scheletro comune in superficie e frequente in profondità, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, a drenaggio buono e di suoli sottili limitati da orizzonti sabbioso-limosi estremamente calcarei, con scheletro comune in superficie e frequente in profondità, tessitura moderatamente grossolana, reazione alcalina, saturazione alta calcarei in superficie e fortemente calcarei in profondità, a drenaggio buono	M

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	Capacità Protettiva
MR 1.2 Pendii naturali, con pendenze mediamente comprese tra 20 e 70% interessati in passato da diffusi fenomeni erosivi.	33	VAO 2	Fase di pendenza (elevata o molto elevata) e di drenaggio (moderatamente rapido) dei suoli VAO 1 (u.c. 34, pendenza moderatamente elevata e drenaggio buono): suoli sottili limitati da orizzonti addensati sabbioso-limosi, fortemente calcarei, con scheletro comune o frequente, tessitura moderatamente grossolana (localmente media nel substrato), reazione alcalina in superficie e molto alcalina in profondità, saturazione alta, fortemente calcarei, a drenaggio moderatamente rapido.	M
MR 1.3 Pendii prevalentemente sistemati a gradoni, con pendenze medie pari al 15-35% sul versante e 0-5% sui ripiani, utilizzati per la coltivazione della vite e dell'ulivo, in genere esposti a meridione o verso il lago.	34	VAO 1	Suoli molto sottili o sottili limitati da orizzonti addensati sabbioso-limosi, fortemente calcarei, con scheletro frequente, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione alcalina in superficie e molto alcalina in profondità, saturazione alta, fortemente calcarei, a drenaggio buono.	M
R 1.4 Versanti morenici con pendenze comprese tra 5 e 20%, a superfici consistentemente antropizzate, coltivate a seminativo nel settore meridionale, laddove le cerchie moreniche hanno andamento Est-Ovest.	35	PUE 1	Suoli moderatamente profondi o profondi limitati da orizzonti sabbioso-limosi fortemente calcarei, con scheletro da comune in superficie a frequente in profondità (localmente abbondante nel substrato), tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, da scarsamente calcarei a calcarei, a drenaggio buono.	M
MR 1.4 Versanti morenici con pendenze comprese tra 5 e 20%, a superfici consistentemente antropizzate, coltivate a seminativo nel settore meridionale, laddove le cerchie moreniche hanno andamento Est-Ovest.	36	TOI 1	Suoli sottili o poco profondi limitati da orizzonti sabbioso-limosi, fortemente calcarei e da falda oscillante, con scheletro comune in superficie, comune o frequente in profondità, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, moderatamente calcarei o calcarei, a drenaggio mediocre.	M
	37	VAO 3	Fase di pendenza (moderata) e di drenaggio (mediocre) dei suoli VAO 1 (u.c. 34, pendenza moderatamente elevata e drenaggio buono): suoli sottili limitati da orizzonti addensati sabbioso-limosi fortemente calcarei, con scheletro comune, tessitura media (localmente moderatamente grossolana), reazione alcalina, saturazione alta, fortemente calcarei, a drenaggio mediocre.	M
MR 1.5 Porzioni medio-basse di versanti morenici a pendenze comprese tra 10 e 35%, in cui i depositi morenici sono ricoperti da depositi trattivi, di conoide, a sabbie e ghiaie limose.	38	MOE 2	Fase di pendenza (moderatamente elevata) dei suoli MOE 2 (u.c. 43, pendenza da bassa a moderata): suoli sottili limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro frequente, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei o molto calcarei, a drenaggio rapido.	M

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	Capacità Protettiva
MR 1.6 Superfici ondulate appartenenti prevalentemente alle zone interne delle cerchie moreniche, caratterizzate da blandi rilievi e da deboli depressioni con dislivelli massimi di pochi metri. Si alternano depositi morenici sabbioso-limosi o limoso-argillosi sovraconsolidati a depositi trattivi, meglio cerniti, sabbioso-limosi con ghiaie.	39	PDA 1 & SIA 3	Complesso di: suoli sottili limitati dal substrato sabbioso-limoso estremamente calcareo sovraconsolidato, con scheletro comune (frequente nel substrato), tessitura media (media o moderatamente grossolana nel substrato), reazione alcalina, saturazione alta, molto calcarei, a drenaggio mediocre o buono e di suoli poco o moderatamente profondi limitati dal substrato fortemente calcareo, con scheletro comune o frequente, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, a drenaggio buono. Fase di pendenza (bassa) dei suoli SIA 1 (u.c. 31, pendenza da elevata a molto elevata)	M
	40	FEI 1	Suoli sottili o poco profondi limitati dal substrato limoso sovraconsolidato estremamente calcareo, con scheletro scarso o assente, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, molto calcarei, a drenaggio lento.	M
MR 2.1 Aree occupate da depositi colluviali a dominante sabbioso-limoso, localmente sovrapposte a depositi morenico-colluviali ricchi in ghiaia.	41	PUE 2	Fase fisiografica (di piede versante) dei suoli PUE 1 (u.c. 35, di versante morenico recente): suoli profondi con scheletro comune (frequente oltre il metro), tessitura media in superficie e media o moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente o moderatamente calcarei in superficie e non calcarei in profondità, a drenaggio buono.	M
	42	PUE 3	Fase di profondità (poco profondi) dei suoli PUE 1 (u.c. 35, moder. Profondi o profondi): suoli poco profondi limitati da un substrato estremamente calcareo, con scheletro comune o frequente, anche abbondante in profondità, tessitura media (o moderatamente fine in profondità), reazione alcalina, saturazione alta, da scarsamente a fortemente calcarei, a drenaggio buono.	M
MR 2.2 Superfici a pendenza regolare, spesso costituiti da conoidi fluvioglaciali, a depositi prevalenti ghiaioso-sabbiosi	43	MOE 1	Suoli sottili o poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso estremamente calcareo, con scheletro frequente, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei o molto calcarei, a drenaggio rapido.	B
MR 2.3 Aree a depositi morenici in genere connesse alle parti interne dei cordoni, interessate in passato da consistenti episodi erosivi, antropici o naturali.	44	VAO 4	Fase di pendenza (moderata) e fisiografica (di piede versante) dei suoli VAO 1 (u.c. 34, di versante morenico con pendenza moderatamente elevata): suoli sottili limitati da orizzonti addensati sabbioso-limosi molto calcarei, con scheletro comune (frequente nel substrato), tessitura media (localmente moderatamente grossolana), reazione alcalina, saturazione alta, molto calcarei, a drenaggio mediocre.	M
MR 3.1 Terrazzi rivolti verso il lago, a depositi limosi prevalenti.	45	PAT 1	Suoli poco o moderatamente profondi limitati da substrato sovraconsolidato limoso-sabbioso molto calcareo o da orizzonti fortemente ridotti, con scheletro da scarso a comune in superficie e da scarso ad assente in profondità, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità (media nel substrato), reazione alcalina, saturazione alta, calcarei in superficie e scarsamente calcarei in profondità, a drenaggio mediocre.	E

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	Capacità Protettiva
MR 3.2 Terrazzi a varia orientazione ed aree sommitali di cordoni, a depositi sabbioso-limosi con ghiaia.	46	FRO 1	Suoli poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso estremamente calcareo, con scheletro comune o frequente in superficie e abbondante in profondità, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei in superficie e molto calcarei in profondità, a drenaggio buono.	M
	47	PUE 4	Fase fisiografica (di terrazzo subpianeggiante rilevato) dei suoli PUE 1 (u.c. 35, di versante morenico): suoli moderatamente profondi o profondi limitati nel primo caso da substrato sabbioso-limoso-ghiaioso estremamente calcareo, con scheletro comune in superficie e frequente in profondità, tessitura media in superficie e media o moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, da non calcarei a moderatamente calcarei, a drenaggio buono.	M
MR 3.2 Terrazzi a varia orientazione ed aree sommitali di cordoni, a depositi sabbioso-limosi con ghiaia.	48	PAN 1	Suoli poco o moderatamente profondi limitati dal substrato sabbioso-limoso massivo e idromorfo, localmente sovraconsolidato, con scheletro frequente in superficie e comune in profondità, tessitura media in superficie e moderatamente grossolana in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, molto calcarei, a drenaggio mediocre.	M
MR 3.3 Terrazzi ed aree sommitali di cordoni, fortemente rimodellati e superfici modellate dall'uomo, a depositi morenici sabbioso-limosi con ghiaia.	49	VAO 5	Fase fisiografica (di terrazzo subpianeggiante rilevato) e di pendenza (nulla o debole) dei suoli VAO 1 (u.c. 34, di versante morenico con pendenza moderatamente elevata): suoli sottili limitati da orizzonti addensati sabbioso-limosi molto calcarei, con scheletro comune (frequente nel substrato), tessitura media o moderatamente grossolana, reazione alcalina in superficie e molto alcalina in profondità, saturazione alta, fortemente calcarei, a drenaggio buono.	M
MR 4.1 Piane intramoreniche in senso stretto con substrato ghiaioso-sabbioso a prevalente componente calcarea.	50	FRO 2	Fase fisiografica (di piana intramorenica) dei suoli FRO 1 (u.c. 46, di terrazzo subpianeggiante rilevato): suoli poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso estremamente calcareo, con scheletro comune o frequente in superficie e frequente o abbondante in profondità, tessitura media in superficie e media o moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei in superficie e da scarsamente a molto calcarei in profondità, a drenaggio buono.	M
	51	SAP 4	Fase fisiografica (di piana intramorenica) e di profondità (moderatamente profondi) dei suoli SAP 1 (u.c. 78, poco profondi, superficie modale del livello fondamentale): suoli moderatamente profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso molto calcareo, con scheletro comune, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, da non calcarei a moderatamente calcarei, a drenaggio buono.	M
	52	MUR 6	Fase fisiografica (di piana intramorenica) e di drenaggio (rapido) dei suoli MUR 1 (u.c. 85, superfici erose e ribassate dell'alta pianura ghiaiosa, a drenaggio moderatamente rapido): suoli sottili limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso sovente estremamente calcareo, con scheletro comune o frequente, tessitura media o moderatamente grossolana, reazione subalcalina o alcalina, saturazione alta, moderatamente o molto calcarei, a drenaggio rapido.	B

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	Capacità Protettiva
MR 4.2 Valli e scaricatori fluvioglaciali a morfologia piatta o concava, con ricoperture sabbioso-limose.	53	CLV 1	Suoli da profondi a molto profondi, con scheletro scarso o comune in superficie, comune o frequente in profondità, tessitura media in superficie o moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente o moderatamente calcarei, a drenaggio buono.	M
MR 6.1 Aree umide o depresse, chiuse, di piccole dimensioni, a suoli fortemente idromorfi, condizionati dalla falda (presente in genere entro il primo metro) e dalla diffusa presenza di orizzonti organici; occasionalmente sono interessate da ristagni d'acqua superficiali	55	VES 1	Suoli sottili limitati dalla presenza di falda oscillante, con scheletro assente o scarso, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, molto calcarei e fortemente calcarei in profondità, a drenaggio lento.	B
	56	MLT 1	Suoli sottili o poco profondi limitati dalla presenza di falda oscillante ed orizzonti torbosi, con scheletro comune, tessitura media, reazione sub-alcalina o alcalina, saturazione alta, da non calcarei a calcarei, a drenaggio molto lento.	B
MR 7.1 Superfici sub-pianeggianti o debolmente ondulate, costituenti le parti sommitali di basse dorsali; a sud, in prossimità delle colline, sono rilevate, alcuni metri rispetto alle incisioni mentre divengono via via meno evidenti andando verso il lago. Sono oggetto di forti baulature per i forti problemi di drenaggio; prevalgono i vigneti e il seminativo.	58	TOI 2	Fase a substrato sovra consolidato e pendenza bassa o nulla dei suoli TOI 1 (u.c. 36, substrato sabbioso-limoso normalmente consolidato, pendenza moderata): suoli sottili o poco profondi limitati dal substrato limoso sovra consolidato fortemente calcarei, con scheletro scarso o comune, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei, a drenaggio mediocre.	M
	59	DES 1	Suoli poco profondi limitati dal substrato argilloso-limoso sovra consolidato fortemente calcareo, con scheletro assente o scarso, tessitura media (o moderatamente fine nel substrato), reazione alcalina, saturazione alta, fortemente calcarei, a drenaggio lento.	E
MR 7.3 Principali e più profonde incisioni appartenenti al reticolo idrografico diretto verso il lago, interessate dalla deposizione di materiali fini erosi dai versanti morenici e dalle contigue dorsali (MR 7.1 e MR 7.2). Sono utilizzate a seminativo e prato stabile.	63	ROL 2	Fase di profondità (poco profondi) dei suoli ROL 1 (u.c. 65, moderatamente profondi o profondi): suoli poco profondi limitati dal substrato fortemente calcareo, con scheletro scarso (comune nel substrato), tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, molto calcarei, a drenaggio lento.	M
MR 8.1 Rami laterali e da tempo stabili del reticolo "postglaciale".	64	FEC 1	Suoli moderatamente profondi o profondi limitati dalla falda oscillante, con scheletro comune, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, moderatamente calcarei in superficie e scarsamente calcarei in profondità, a drenaggio mediocre.	M

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	Capacità Protettiva
MR 8.2 Valli a fondo piatto a depositi grossolani ricoperti da sedimenti fini e principali incisioni del reticolo idrografico postglaciale; sede di attività deposizionale relativamente recente, sono spesso caratterizzate da una falda poco profonda. Comprendono anche valli e piane o loro porzioni caratterizzate da idromorfia o depositi medio-recenti.	65	ROL 1	Suoli moderatamente profondi o profondi limitati dal substrato sabbioso-limoso molto o estremamente calcareo e localmente dalla falda oscillante, con scheletro da scarso a comune, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei o molto calcarei, a drenaggio mediocre.	E
	66	CLR 1	Suoli poco profondi limitati dalla presenza di orizzonti fortemente ridotti a causa della falda oscillante, con scheletro scarso, tessitura media in superficie e moderatamente fine negli orizzonti limitanti, reazione alcalina, saturazione alta, moderatamente o poco calcarei, a drenaggio lento o mediocre.	M
	67	CSI 1	Suoli sottili o poco profondi limitati dalla presenza di orizzonti fortemente ridotti e dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro scarso in superficie e comune in profondità, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei, a drenaggio mediocre o lento.	M
LG 1.1 Aree stabili, caratterizzate dalla presenza di depositi essenzialmente ghiaioso-sabbiosi, con deboli coperture a minor contenuto in ghiaia.	76	SVA 1 & SVA 3	Complesso delle fasi moderatamente profonda (SVA 1) e profonda (SVA 3) dei suoli SVA: I suoli SVA1 sono moderatamente profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso fortemente calcareo, con scheletro da scarso in superficie e comune in profondità, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione sub-alcalina, saturazione alta, non calcarei in superficie e da non a molto calcarei in profondità, a drenaggio buono. I suoli SVA3 sono profondi ed hanno scheletro scarso in profondità.	E
	77	SVA 2	Fase di profondità (poco profondi) dei suoli SVA 1 (u.c. 76, moderatamente profondi): suoli poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso fortemente calcareo fortemente calcareo, con scheletro da scarso a comune in superficie, frequente in profondità, tessitura media o moderatamente fine in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione sub-alcalina, saturazione alta, non calcarei in superficie e molto calcarei in profondità, a drenaggio buono.	E
LG 1.1 Aree stabili, caratterizzate dalla presenza di depositi essenzialmente ghiaioso-sabbiosi, con deboli coperture a minor contenuto in ghiaia	78	SAP 1	Suoli poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune, localmente scarso (abbondante in profondità), tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente o moderatamente calcarei, a drenaggio buono.	M
	79	SAP 2	Fase di profondità (sottili) dei suoli SAP 1 (u.c. 78, poco profondi): Suoli sottili limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune o frequente, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, moderatamente calcarei, a drenaggio buono o moderatamente rapido.	M
LG 1.4 Aree a depositi ghiaioso-sabbiosi, interessate da antica attività erosiva, i cui suoli sottili sono stati rimaneggiati dalle lavorazioni agrarie.	83	MUR 4	Fase fisiografica (di superficie modale dell'alta pianura ghiaiosa) e di drenaggio (rapido) dei suoli MUR 1 (u.c. 85, superfici erose e ribassate dell'alta pianura ghiaiosa, a drenaggio moderatamente rapido): suoli sottili limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune o frequente, tessitura da moderatamente grossolana a media, reazione sub-alcalina o alcalina, saturazione alta, da moderatamente a fortemente calcarei, a drenaggio rapido.	B

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Sottounità	Num U.C.	Sigla U.C.	Descrizione del Suolo	
LG 4.1 Aree debolmente rilevate interposte alle principali linee di flusso.	86	SAP 3	Fase di profondità (di paleoalveo dell'alta pianura) e di profondità (sottili o poco profondi) dei suoli SAP 1 (u.c. 78, sul livello mondiale di LG, poco profondi): Suoli sottili o poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune o frequente, tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, a drenaggio buono.	M
				Capacità Protettiva
LG 4.2 Aree interessate da processi erosivi, influenzate dalle lavorazioni agrarie responsabili del rimaneggiamento dei suoli più sottili.	87	MUR 5	Fase fisiografica (di paleo alveo dell'alta pianura) e di drenaggio (rapido) dei suoli MUR 1 (u.c. 85, superfici erose e ribassate dell'alta pianura ghiaiosa, a drenaggio moderatamente rapido): suoli sottili limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei o molto calcarei, a drenaggio rapido.	B
LG 4.3 Aree interessate da processi erosivi, influenzate dalle lavorazioni agrarie responsabili del rimaneggiamento dei suoli più sottili.	88	CII 2	Fase fisiografica (di paleoalveo) dei suoli CII 1 (u.c. 82, terrazzo subpianeggiante rilevato su versante morenico recente): suoli poco o moderatamente profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso, con scheletro comune (anche frequente in profondità), tessitura media in superficie e moderatamente fine in profondità, reazione alcalina in superficie e sub-alcalina in profondità, saturazione alta, scarsamente calcarei in superficie e non calcarei in profondità, a drenaggio buono.	E
	89	FRO 3	Fase fisiografica (di paleoalveo) dei suoli FRO 1 (u.c. 46, di terrazzo subpianeggiante rilevato su versante morenico recente): suoli sottili o poco profondi limitati dal substrato ghiaioso-sabbioso molto calcareo, con scheletro da scarso a frequente, tessitura media, reazione alcalina, saturazione alta, scarsamente o moderatamente calcarei, a drenaggio buono.	M
V.T. 4.3 Principali incisioni torrentizie, localizzate sulla costa occidentale, connesse al reticolo drenante olocenico, diretto verso il lago, a versanti ripidi (pendenza>45%) e fondo piatto o a V; in prevalenza occupati dalla vegetazione naturale.	94	VAO 6	Fase fisiografica (di incisione torrentizia) dei suoli VAO 1 (u.c. 34, di versante morenico recente): suoli sottili o poco profondi limitati da orizzonti sabbioso-limosi fortemente calcarei sovente sovraconsolidati, con scheletro frequente, tessitura media, reazione alcalina in superficie e molto alcalina in profondità, saturazione alta, fortemente calcarei, a drenaggio buono.	M
Aree urbane e verde urbano		U		

5 CARTA DI PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

5.1 METODOLOGIA DI INDAGINE (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

Lo studio delle caratteristiche geotecniche del territorio deriva dall'incrocio dei dati acquisiti mediante indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale di Lonato d/G e le conoscenze litostratigrafiche delle singole unità presenti.

Sono pertanto stati considerati:

- ✓ **Dati PGT 2009**
 - I dati provenienti da indagini geologiche e geotecniche eseguite nel territorio comunale, nel corso dei precedenti 20 anni.
 - I dati derivanti dagli stendimenti di sismica multicanale, con acquisizione delle onde superficiali, anche a bassa frequenza ed analisi dei dati con metodologia MASW, eseguiti nelle aree di possibile espansione per l'Analisi del Rischio sismico e della Pericolosità Sismica Locale, descritti dettagliatamente nel relativo capitolo.
 - I dati derivanti dagli stendimenti di sismica multicanale, con acquisizione delle onde superficiali, , anche a bassa frequenza ed analisi dei dati con metodologia MASW, eseguiti nei precedenti 2-3 anni nel territorio comunale.
 - I dati stratigrafici derivanti dalle stratigrafie dei pozzi comunali, allegate al presente studio e dettagliatamente commentate nel relativo capitolo.

- ✓ **Dati MOPS (Microzonazione Sismica) 2015**
 - I dati provenienti da indagini geologiche e geotecniche eseguite nel territorio comunale, tra il 2009 ed il 2015 in relazione all'attività professionale del Dott. Geol. Rosanna Lentini e del Dott. Geol. Damiano Scalvini.
 - I dati derivanti dagli stendimenti di sismica multicanale, con acquisizione delle onde superficiali, anche a bassa frequenza ed analisi dei dati con metodologia MASW, eseguiti per lo studio MOPS.

- ✓ **Dati PGT 2019**
 - I dati geofisici derivanti da indagini svolte nel territorio comunale tra il 2015 ed il 2019 in relazione all'attività professionale del Dott. Geol. Rosanna Lentini e del Dott. Geol. Damiano Scalvini.

Si è proceduto alla fase di analisi di tutti i dati raccolti anche alla luce dei rilievi di campagna, geolitologici e geomorfologici, eseguiti nel corso degli anni.

Gli ambiti maggiormente conosciuti coincidono con aree in cui l'intervento antropico ha reso necessari studi del sottosuolo dal punto di vista stratigrafico e geotecnico. In particolare l'esecuzione



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

delle indagini deriva dalla realizzazione di interventi edificatori e si concentra ai margini dei nuclei abitati del centro storico e delle frazioni principali, nonché in corrispondenza delle aree artigianali e produttive.

Tutti i dati sono stati raccolti e catalogati; si è quindi proceduto alla loro digitalizzazione su supporto informatico (Doc. di Piano **MOPS DB 01**, fornito in allegato al presente studio). L'ubicazione dei siti d'indagine è riportata nella **Carta delle Indagini ai sensi degli ICMS e della D.G.R. 9/2616/2011** (Doc. di Piano **SG/MOPS Tavv.3 A/B/C/D** scala 1:5.000), derivata dalla tavola eseguita nel Luglio 2009 e modificata nell'ambito dello studio della MOPS 2015 e del presente aggiornamento 2019; le indagini sono identificate mediante i codici di archiviazione adottati nello studio MOPS 2015 e definiti per le nuove indagini 2019, che identificano le cartelle ed i file consultabili nel *data base*.

La buona copertura dei dati raccolti ha permesso una correlazione per terreni ed aree omologhe e la redazione della **Carta di prima caratterizzazione geotecnica dei terreni** (Doc. di Piano **SG Tav.4** scala 1:10.000) elaborata nel Luglio 2009. La tavola è stata rivista nel 2019 a seguito dei nuovi rilievi del reticolo idrico e dell'elaborazione dei nuovi dati geofisici.

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 e delle difficoltà operative di scavo in presenza d'acqua. Si è pertanto presa in considerazione l'influenza delle modalità della circolazione idrica nei terreni per i primi metri di profondità.

5.2 CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

Le coperture quaternarie sono costituite da materiali con caratteristiche geotecniche di resistenza piuttosto variabili nell'ambito della stessa unità litologica in funzione della diversa granulometria dei materiali e del loro grado di addensamento, risultando pertanto influenzate dal contenuto in frazione argillosa.

Nelle descrizioni riportate nei paragrafi seguenti viene proposto un giudizio di massima sulle unità geotecniche riconosciute, tenuto anche conto dell'influenza che i fenomeni di circolazione idrica possono avere sul decadimento delle proprietà di resistenza dei terreni. Si sono pertanto prese in considerazione le modalità di circolazione idrica nei terreni per i primi metri di profondità.

Ai materiali di riporto, tendenzialmente poco idonei come terreni di fondazione per la loro natura spiccatamente eterogenea e per il rimaneggiamento, sono state assegnate caratteristiche geotecniche scadenti laddove i dati lo permettevano. Per i rilevati stradali ed alcune aree di incerta natura non si è ritenuto opportuno assegnare in carta un parere sulla loro caratterizzazione geotecnica; tuttavia sono stati riportati nella carta di prima caratterizzazione geotecnica.

LE STIME RELATIVE AI PARAMETRI GEOTECNICI SONO DEL TUTTO ORIENTATIVE E DA VERIFICARE PER CIASCUN SITO OGGETTO DI INTERVENTI DI QUALSIASI GENERE.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Terreni con caratteristiche geotecniche buone

Sono stati inseriti in questo raggruppamento i **depositi glaciali** ed i **depositi fluvioglaciali della piana occidentale**, nonché i **depositi di conoide antichi e recenti**; essi risultano interessati da numerose indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale.

I depositi glaciali hanno una litologia prevalentemente ghiaioso-sabbiosa con frazione limoso-argillosa per lo più subordinata e presenza di ciottoli e grossi trovanti. I terreni di questa unità geotecnica risultano sovraconsolidati e compatti, laddove più limoso-argillosi, e con grado di addensamento da elevato a molto elevato, dove più sabbioso-ghiaiosi.

I depositi fluvioglaciali della piana occidentale sono per lo più riferibili a terreni ghiaioso-sabbiosi, da addensati a molto addensati. Una certa variabilità litologica può essere riscontrata in prossimità del bordo collinare, laddove possono essere riconosciuti intervalli più francamente sabbioso-limosi probabilmente da correlare a tracimazioni dal fronte morenico, in fasi di bassa energia.

I depositi di conoide sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con frazione limoso-argillosa subordinata; essi risultano per lo più da addensati a molto addensati.

Le caratteristiche geotecniche dei DEPOSITI GLACIALI, **mediamente**, possono essere così schematizzate:

γ	19-21 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	30-80 kPa	coesione non drenata
ϕ	32°-38°	angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	70%- 95%	densità relativa (Skempton)
Vp	1200-1800 m/sec	velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	400-800 m/sec	velocità delle onde trasversali (S)

Localmente i depositi glaciali sono interessati dalla presenza di fenomeni di circolazione idrica superficiale, correlabile a falde sospese per lo più discontinue e poco produttive. Tali fenomeni non influenzano in maniera significativa le caratteristiche geotecniche dei terreni.

Le caratteristiche geotecniche dei DEPOSITI FLUVIOGLACIALI DELLA PIANA OCCIDENTALE e dei DEPOSITI DI CONOIDE, **mediamente**, possono essere così schematizzate:

γ	19-21 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	coesione non drenata
ϕ	32°-36°	Angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	70%- 90%	densità relativa (Skempton)
Vp	1200-1500 m/sec	Velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	400-500 m/sec	Velocità delle onde trasversali (S)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Terreni con caratteristiche geotecniche da discrete a buone

In questa unità geotecnica sono stati raggruppati i depositi che, sebbene correlati a meccanismi ed ambienti deposizionali differenti, risultano costituiti prevalentemente da ghiaie, sabbie e limi (**depositi fluvioglaciali delle cerchie interne grossolani, depositi di contatto glaciale, depositi costieri lacustri grossolani**). La presenza d'acqua può comportare un decadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni, che risultano per lo più addensati e localmente mediamente addensati.

Schematicamente le caratteristiche geotecniche **medie** dei terreni di questo raggruppamento possono essere così riassunte:

γ	18-21 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	coesione non drenata
ϕ	28°-34°	angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	55%-80%	densità relativa (Skempton)
Vp	900-1300 m/sec	velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	300-450 m/sec	velocità delle onde trasversali (S)

Terreni con caratteristiche geotecniche da mediocri a discrete:

In questo raggruppamento sono per lo più compresi i **depositi glacio-lacustri** ed i **depositi fluvioglaciali delle cerchie interne fini** costituiti da limi e sabbie con subordinata ghiaia, in funzione di un ambiente deposizionale di bassa energia (piane e/o laghetti intermorenici o di fronte glaciale). Sono in ogni caso presenti dei livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi e/o limoso-argillosi. Il grado di addensamento risulta per lo più medio. Frequentemente entro le piane i depositi limoso-sabbiosi sono interessati da fenomeni di circolazione d'acqua correlati a falde di natura freatica, sostenute dal substrato impermeabile di natura morenica. In tal caso le caratteristiche geotecniche dei terreni tendono a diminuire.

Le aree caratterizzate dalla presenza di questi depositi sono state cartografate laddove maggiormente estese e/o riconoscibili morfologicamente, e laddove riscontrate mediante indagini geognostiche.

Schematicamente le caratteristiche geotecniche **medie** dei terreni di questo raggruppamento possono essere così riassunte:

γ	18-19 kN/m ³	peso unitario del terreno
Cu	0 kPa	coesione non drenata
ϕ	28°-32°	angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	35%-55%	densità relativa (Skempton)
Vp	600-900 m/sec	velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	200-300 m/sec	velocità delle onde trasversali (S)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Terreni con caratteristiche geotecniche scadenti

Entro quest'unità geotecnica sono compresi i depositi che, correlati a meccanismi ed ambienti deposizionali di scarsa energia, risultano costituiti prevalentemente da limi, argille, talora torbose, e solo subordinatamente sabbie (**depositi glaciolacustri, depositi costieri lacustri fini, depositi torbosi**). La presenza d'acqua a scarsa profondità dal piano campagna può comportare un ulteriore decadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni, che risultano per lo più scarsamente addensati o scarsamente consistenti e solo localmente mediamente addensati o mediamente consistenti. In questo raggruppamento sono stati inseriti anche i **materiali di riporto**, laddove appare più probabile attribuire caratteristiche geotecniche scadenti (materiali di riempimento cave, ecc.).

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di questo raggruppamento mediamente possono essere così riassunte:

γ	16-18 kN/m ³	Peso unitario del terreno
Cu	0-20 kPa	coesione non drenata
ϕ	22°-26°	Angolo di resistenza al taglio efficace
Dr	25%-35%	Densità relativa (Skempton)
Vp	300-500 m/sec	Velocità delle onde longitudinali (P)
Vs	140-180 m/sec	Velocità delle onde trasversali (S)

Materiali di riporto - Depositi di spiaggia recenti e attuali

Per i depositi di spiaggia 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 state assegnate caratteristiche geotecniche scadenti laddove i dati lo permettevano. Per i rilevati stradali ed alcune aree di incerta natura non si è ritenuto opportuno assegnare in carta un parere sulla loro caratterizzazione geotecnica; tuttavia sono stati riportati nella carta di prima caratterizzazione geotecnica.

6 IDROGEOLOGIA

6.1 METODOLOGIA DI INDAGINE

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio è finalizzato principalmente alla tutela delle risorse idriche sotterranee.

Nel 2008-2009 è stata svolta un'indagine idrogeologica di dettaglio nell'ambito dello "Studio Idrogeologico per l'individuazione di un sito idoneo alla terebrazione di un nuovo pozzo idropotabile da collegare alla rete dell'acquedotto comunale" (Dott. Geol. Rosanna Lentini, Maggio 2010), che ha visto come punto di partenza i dati dello Studio Geologico del 1991 e quelli messi a disposizione dell'Ente Gestore della rete acquedottistica comunale (ASM) ed ha quindi previsto un aggiornamento del censimento dei punti d'acqua con il reperimento dei dati riguardanti i pozzi comunali e privati esistenti nel territorio comunale.

In particolare ci si è soffermati sui pozzi forniti di dati tecnici. Le **Schede Pozzi** (Doc. di Piano SG A03) relative alla rete dell'acquedotto comunale, sono fornite in allegato al presente studio. Per le stratigrafie dei restanti pozzi, dato il numero elevato, è stata predisposta la raccolta delle **Stratigrafie dei Pozzi** (Doc. di Piano SG A04) la cui ubicazione è riportata nella "Carta d'Inquadramento Idrogeologico con ubicazione dei pozzi ed indicazioni sulla profondità degli acquiferi emunti" (Doc. di Piano SG Tav. 5 scala 1:10.000) estratta dallo studio idrogeologico sopraccitato.

Le stratigrafie dei pozzi hanno permesso di tracciare alcune **Sezioni Idrogeologiche e Geologiche** (Doc. di Piano SG Tav. 7) al fine di illustrare l'andamento della circolazione idrica sotterranea e di rappresentare le formazioni presenti in funzione del grado di permeabilità ma anche dell'assetto litostratigrafico.

La ricerca è stata quindi finalizzata, in maniera particolare, alla formulazione di un modello idrogeologico generale valido per il territorio di Lonato d/G, che possa rispecchiarne le specifiche peculiarità.

Sono stati quindi distinti gli acquiferi superficiali, medi e profondi, anche al fine di identificare gli ambiti di maggiore vulnerabilità delle falde ovvero maggiormente protetti. E' stata successivamente elaborata una "**Sezione di correlazione delle stratigrafie dei pozzi per ambiti omogenei**", estratta dallo Studio Idrogeologico del 2010 e fornita in allegato (Doc. di Piano SG A05). In essa sono stati evidenziati, per ambiti omogenei, gli acquiferi captati, i terreni poco permeabili, nonché la profondità dei filtri nelle colonne di emungimento.

Sono infine state stimate le caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti in relazione alle diverse unità idrogeologiche. Mediante le misure del livello statico è stato possibile definire la soggiacenza degli acquiferi presso alcuni dei punti di emungimento censiti. Il contesto idrogeologico e la natura e tipologia delle falde ha permesso una ricostruzione solo locale, comunque significativa, dell'andamento della superficie piezometrica. In base alle caratteristiche dei suoli, alle condizioni idrogeologiche del sottosuolo ed agli studi di letteratura è stata quindi stimata la vulnerabilità delle acque sotterranee.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nella “*Carta di Inquadramento Idrogeologico con ubicazione dei pozzi ed indicazioni sulla profondità degli acquiferi emunti*” (Doc. di Piano SG Tav. 5) sono stati distinti arealmente i due ambiti riconosciuti (Fluvioglaciale e Morenico), l’ubicazione dei pozzi con indicazione della tipologia di falda emunta, nonché l’andamento delle isopiezometriche ed isofreatiche, laddove è stato possibile e significativo ricostruirle.

Nella “*Carta Idrogeologica con indicazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi superficiali*”, (Doc. di Piano SG Tav.6) sono stati riportati le unità idrogeologiche riconosciute nonché le classi di vulnerabilità stimate.

6.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

6.2.1 Inquadramento Idrogeologico

L’assetto idrogeologico del territorio di Lonato d/G è fortemente condizionato dalla presenza di una vasta area riconducibile ad un **ambito morenico**, piuttosto articolato con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intramoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento sinuoso e con sedimenti di spessore variabile e per lo più contenuto, cui si contrappone l’**ambito fluvioglaciale della piana occidentale**, ampio settore pianeggiante, caratterizzato da spessori considerevoli di sedimenti.

Nei due ambiti la circolazione idrica sotterranea possiede caratteri peculiari, che possono essere schematizzati e descritti come segue:

Ambito Morenico delle Cerchie Interne

Nell’area di pertinenza dell’anfiteatro morenico interno si possono riconoscere *falde superficiali sospese* (settori collinari) o, più limitatamente, *freatiche* (settori pianeggianti). Più in profondità sono presenti *falde confinate o semiconfinate* circolanti in intervalli ghiaioso-sabbiosi, permeabili, intercalati entro la sequenza morenica ricca di frazione limoso-argillosa e quindi complessivamente poco permeabile. Tali falde risultano per lo più discontinue lateralmente in relazione alla variabilità litostatigrafica dei depositi morenici.

Descriviamo di seguito le caratteristiche principali di questi acquiferi:

Falde superficiali freatiche

Presso alcuni dei settori pianeggianti e/o depressi morfologicamente si hanno di norma falde freatiche confinate entro i depositi di contatto glaciale o glaciolacustri di depressione intermorenica o fluvioglaciali, per lo più di modesto spessore. Questi acquiferi possiedono generalmente scarsa produttività. L’alimentazione è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, dei corsi d’acqua, delle acque raccolte dai versanti delle cerchie moreniche e/o provenienti dalle falde sospese circolanti nei depositi glaciali dei settori collinari. Gli acquiferi freatici presentano un andamento talora discontinuo, con bassa soggiacenza dal piano campagna. Il livello piezometrico subisce in ogni caso delle naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nelle piane maggiormente estese (Piana di Croce di Venzago-Campagnoli) l'acquifero freatico può presentare maggiore potenzialità. La soggiacenza risulta in ogni caso variabile e localmente può essere pari a vari m dal p.c., in relazione soprattutto allo spessore dei depositi. Il deflusso sotterraneo della falda freatica segue in generale un debole gradiente topografico in direzione del centro delle piane e degli elementi idrografici drenanti.

Falde superficiali sospese

Nei depositi glaciali e di contatto glaciale sono presenti, in relazione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali, acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti al tetto di livelli limoso-argillosi impermeabili, generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche. Tali falde possono dare origine, al piede delle colline moreniche, a manifestazioni sorgentizie di portata per lo più trascurabile (ad es. sorgenti di Sedena e Maguzzano). Numerosi pozzi superficiali, scavati a mano e prevalentemente in disuso, lungo i bordi collinari e/o sui rilievi morenici, interessano gli acquiferi sospesi. Particolarmente significativa appare la realizzazione, in passato, di numerosi pozzi di questo tipo presso il centro storico di Lonato o presso svariate cascine presenti nell'ambito collinare.

Falde medie e profonde: acquiferi multistrato semiartesiani

Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti falde medie e 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 (*acquitard*). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

In territorio di Lonato, grazie alla grande quantità di dati raccolti, si è cercato di operare una distinzione di massima tra *acquiferi medi* e *acquiferi profondi*.

Gli acquiferi medi, captati dalla maggior parte dei pozzi censiti, sono stati riscontrati a profondità comprese tra circa -50 m e -100 m dal p.c. Nella Piana di Croce Venzago e Campagnoli si evidenzia una certa continuità areale di tali acquiferi, al contrario nell'area di Madonna della Scoperta si può notare una marcata discontinuità laterale.

Gli acquiferi profondi sono intercettati da pochi pozzi, a profondità comprese tra -100 m e -180 m dal p.c., ed in particolare dai pozzi comunali di Case Nuove (LO005), di Drugolo (LO013) di Centenaro (LO009), di Madonna della Scoperta Nuovo (LO011) e dai pozzi privati in località Campagnoli (LO172 – LO092 – LO096) e in località Madonna della Scoperta (LO139 – LO156 – LO158 – LO160 – LO161 — LO165 – LO166).

Si ritiene probabile che tali acquiferi profondi presenti con una discreta continuità tra le aree della piana dei Campagnoli e della collina di Madonna della Scoperta siano tra loro correlabili e riferibili alle unità fluvioglaciali più antiche (Fase di Carpenedolo o di Sedena), probabilmente presenti anche nell'ambito della piana occidentale di Lonato.



Ambito della pianura occidentale di Lonato frontale alle cerchie interne

Nell'area identificata quale piana occidentale di Lonato l'assetto stratigrafico e quindi idrogeologico risulta riferibile ai sistemi acquiferi della pianura padana, in funzione dello spessore e della tipologia dei depositi fluvioglaciali, nonché della posizione esterna rispetto alle cerchie moreniche principali (Fase di Sedena e Fase di Solferino).

Il modello idrogeologico di riferimento per il settore di pianura è quello di un acquifero di tipo multistrato, circolante entro i depositi quaternari, in cui i diversi orizzonti acquiferi sono costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici fessurati separati da intervalli argillosi, argilloso-limosi o conglomeratici compatti (*aquitard*). La presenza di orizzonti a minore permeabilità determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza una circolazione idrica sviluppata preferenzialmente in livelli sovrapposti e, su larga scala, in connessione idrogeologica ed in equilibrio.

Tuttavia la piana di Bettola – Fenil Nuovo – Campagna possiede dei caratteri peculiari in relazione alla sua collocazione marginale rispetto alla *Pianura Padana s.s.* ed in ogni caso delimitata esternamente dai rilievi collinari delle cerchie moreniche di Carpenedolo e di Ciliverghe e quindi influenzata direttamente dalle dinamiche glaciali e fluvioglaciali susseguitesesi nelle fasi più antiche di formazione dell'anfiteatro morenico gardesano.

In particolare si può riconoscere un acquifero superficiale corrispondente per lo più alla *falda freatica*, di norma bene alimentata e con una buona potenzialità che si sviluppa entro l'unità ghiaioso-sabbiosa ricca in ciottoli più recente; essa risulta captata da numerosi pozzi. Localmente possono essere presenti dei livelli impermeabili che separano la falda freatica vera e propria rispetto a falde superficiali da libere a semiconfinite.

L'alimentazione della falda freatica deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche nelle zone di ricarica, che comprendono anche la pianura fluvioglaciale esterna alla cerchia di Lonato, e dall'apporto degli acquiferi circolanti negli ambiti collinari. Un contributo è rappresentato dalle acque di dispersioni in subalveo, della rete idrica superficiale, compresa la rete artificiale irrigua. La direzione di flusso si orienta da NNE verso SSW e da NE verso SW, con debole gradiente piezometrico. La soggiacenza della falda freatica subisce delle naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità con valori massimi di norma posti in corrispondenza del periodo primaverile. Nel periodo autunnale si registrano i valori di minima soggiacenza.

Al sistema acquifero multistrato semiconfinato o confinato sono da riferire le *falde medie e profonde* presenti a partire da circa -60/-70 m dal p.c., al di sotto di un livello argilloso-limoso, talora discontinuo, che costituisce localmente la base del sovrastante acquifero freatico o superficiale. Oltre tale profondità sono presenti, nel settore settentrionale e centrale, orizzonti conglomeratici compatti o fessurati alternati a lenti ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e nel settore meridionale orizzonti limosi o limoso argillosi alternati ad intervalli ghiaioso-sabbiosi.

Le falde profonde, presenti a partire da circa -120 m dal p.c., sono state raggiunte solo dai pozzi comunali di Sedena Nuovo (LO002) e di Fenil Nuovo-Molini (LO003) e dal pozzo privato di loc. C.na Pilastroni (LO050).



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Il censimento dei pozzi ha permesso di evidenziare per la piana occidentale di Lonato d/G oltreché la presenza di un'elevata densità di opere di captazione, anche una predominanza di pozzi multifenestrati che causano una più diretta interconnessione tra falde medie e profonde e soprattutto tra falde medie e superficiali (vedi stratigrafie dei pozzi ubicati presso il contermine Comune di Bedizzole).

Ambito di transizione e Considerazioni Conclusive

Il sovrapporsi di unità litostratigrafiche riferite a fasi glaciali successive può comportare, soprattutto lungo il bordo collinare esterno, l'appoggio di depositi più francamente glaciali (Unità di Sedena e Unità di Solferino) su depositi fluvioglaciali riferibili ad apparati morenici più antichi (Unità di Carpenedolo). Allo stesso modo può essere riscontrata una locale continuità laterale tra depositi glaciali e fluvioglaciali a litologia omogenea (vedi "*Sezioni Idrogeologiche e Geologiche*", *Doc. di Piano SG Tav.7*, e "*Sezione di correlazione delle stratigrafie dei pozzi per ambiti omogenei*", *Doc. di Piano SG A05*).

Si può quindi ragionevolmente ipotizzare che ci sia una marcata interazione tra i sistemi acquiferi medi e profondi dell'ambito morenico e di pianura e quindi anche un complesso sistema di alimentazione reciproca.

In relazione all'andamento topografico e litostratigrafico si può inoltre evidenziare (vedi andamento delle isofreatiche e delle isopieze nella tavola *SG Tav.5*, nonché nella "*Sezione di correlazione delle stratigrafie dei pozzi per ambiti omogenei*" -*Doc. di Piano SG A05*) una probabile interconnessione tra acquiferi medi dell'ambito collinare e acquiferi superficiali dell'ambito di pianura. Allo stesso modo gli acquiferi profondi del settore collinare mostrano talora una certa correlazione con gli acquiferi medi o profondi del settore di pianura.

Tutto ciò può comportare una marcata difficoltà ad individuare delle aree in cui realizzare opere di captazione che possano raggiungere acquiferi maggiormente protetti e quindi reperire acque qualitativamente idonee all'uso potabile per l'acquedotto comunale.

Si rimanda allo *Studio Idrogeologico del Maggio 2010*, per quanto concerne maggiori dettagli inerenti le caratteristiche chimiche delle acque in alcuni punti di captazione oggetto di monitoraggio.

In questo contesto idrogeologicamente molto articolato, si vuole sottolineare come non si possa altresì escludere che le aree di alimentazione degli acquiferi multistrato profondi circolanti nell'ambito delle cerchie moreniche principali e della pianura fluvioglaciale esterna alla cerchia di Lonato, possano essere rappresentate anche dalle acque del Lago in profondità, come già ipotizzato da G. Bazzoli in: "*Indagini litostratigrafiche ed idrogeologiche nell'anfiteatro morenico frontale del Lago di Garda, nel tratto compreso tra i fiumi Chiese e Mincio*" (Tesi di laurea, A. Acc. 1982-1983).



6.2.2 Unità idrogeologiche

Le unità litologiche, riconosciute sul territorio, corrispondono a varie unità idrogeologiche che sono di seguito descritte e riportate nella “*Carta Idrogeologica con indicazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi*” (Doc. di Piano *SG Tav. 6* scala 1:10.000).

UNITÀ PERMEABILI PER FRATTURAZIONE

- **Depositi conglomeratici a permeabilità per fratturazione media e media-elevata.**

Appartengono a questa classe i depositi prevalentemente conglomeratici, compatti e/o fratturati. Questa unità in territorio di Lonato è presente in profondità, mostrando caratteri prevalenti di medio-bassa permeabilità, sebbene localmente possa essere sede di falde idriche produttive. Talora alla permeabilità per fessurazione si può associare una permeabilità per porosità medio-elevata.

UNITÀ PERMEABILI PER POROSITÀ

- **Depositi grossolani (prevalentemente ghiaioso-sabbiosi) a permeabilità elevata:**

In questa classe sono compresi depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli afferenti ai “depositi fluvioglaciali della piana occidentale di Lonato” e ai “depositi di spiaggia”.

I valori della permeabilità possono essere considerati compresi tra 10^{-2} m/sec e 10^{-4} m/sec. La presenza di livelli limoso-argillosi a minore permeabilità può ostacolare localmente la filtrazione idrica verticale. All'interno di questi depositi circola la falda freatica maggiormente continua e produttiva sul territorio lonatese.

- **Depositi grossolani (prevalentemente ghiaioso-sabbiosi) a permeabilità da media a medio-elevata:**

In questa classe sono state raggruppate diverse unità litostratigrafiche ed in particolare: caratteristiche di media permeabilità sono riferibili ai “depositi di contatto glaciale”, mentre permeabilità da media a medio-elevata può essere attribuita ai “depositi di conoide” e ai “depositi fluvioglaciali delle cerchie interne grossolani”.

I valori della permeabilità possono essere quindi definiti complessivamente da medi a medio-elevati e sono compresi per le sequenze ghiaioso-sabbiose tra 10^{-3} m/sec e 10^{-5} m/sec. La presenza di livelli limoso-argillosi a bassa permeabilità può ostacolare localmente la filtrazione idrica verticale. Talora all'interno di questi depositi possono circolare falde superficiali, delimitate per lo più alla base dai depositi glaciali poco permeabili.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

- **Depositi fini (prevalentemente limoso-sabbiosi e limoso-argillosi) a permeabilità da medio-bassa a bassa**

Appartengono a questa unità i “depositi glaciolacustri di depressione intermorenica” talora parzialmente ripresi dai corsi d'acqua olocenici, i “depositi fluvioglaciali delle cerchie interne fini”, i “depositi costieri fini” e i “depositi torbosi”. In ogni caso si tratta di materiali prevalentemente sabbioso-limoso-argillosi a bassa permeabilità. Essi sono talora sede di falde acquifere in relazione all’andamento topografico e litostratigrafico locale (zone di ristagno d’acqua o di conca, ecc). Localmente possono essere presenti livelli torbosi caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa. Di conseguenza il drenaggio delle acque è talora difficile, spesso complicato anche dalla presenza della falda a limitata profondità.

- **Depositi glaciali a permeabilità complessivamente da bassa a molto bassa**

Sono compresi in questa unità i “depositi glaciali” che presentano una notevole eterogeneità litologica e sono caratterizzati da permeabilità per porosità complessivamente da bassa a molto bassa, con sequenze limoso-argillose impermeabili che ostacolano la filtrazione verticale. In tali terreni i valori del coefficiente di permeabilità variano riducendosi infatti fino a valori di $k = 10^{-8}$ m/sec. Sono in ogni caso presenti, intercalate a varie profondità sequenze ghiaiose e ghiaioso-sabbiose permeabili, con $k = 10^{-5}$ m/sec.

Nelle aree collinari le sequenze grossolane sono sede di falde superficiali di scarsa potenzialità, alimentate dalle precipitazioni e legate a condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali. Più in profondità, come già descritto possono essere presenti acquiferi multistrato.

6.2.3 Sezioni idrogeologiche (Doc. di Piano SG Tav. 7)

I rapporti esistenti tra le diverse unità idrogeologiche presenti in profondità sono talora piuttosto complessi e difficili da ricostruire, a causa dei fenomeni deposizionali ed erosivi che si sono avvicendati nel tempo e che hanno determinato sensibili variazioni laterali e verticali nei depositi glaciali e fluvioglaciali e complesse interdigitazioni tra gli stessi.

Le stratigrafie dei pozzi riportano la presenza, a profondità variabile, di materiali a granulometria fine, generalmente argillosi o limosi, la cui deposizione può essere dovuta, oltre che a fasi di impaludamento e ristagno da parte delle acque degli scaricatori fluvioglaciali, a morena di fondo, alla formazione di laghi (glaciali in senso stretto, di sbarramento morenico, intermorenici, ecc.), o ad alterazione pedogenetica di terreni preesistenti. La funzione idrogeologica di questi livelli a bassa permeabilità varia in relazione allo spessore ed alla continuità laterale degli stessi.

Per ricostruire i rapporti esistenti tra le diverse unità idrogeologiche ed evidenziare la distribuzione dei principali acquiferi presenti nel territorio studiato, sono state realizzate quattro sezioni idrogeologiche, raccolte nella tavola SG Tav. 7.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La **sezione 1-1'** attraversa la porzione settentrionale del territorio comunale con direzione circa W-E.

La porzione occidentale della sezione è rappresentativa dell'ambito della piana occidentale di Lonato. Si evidenziano, in superficie, depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi superficiali afferenti all'unità a permeabilità da media ad alta. Questi depositi raggiungono uno spessore massimo pari a circa 80 m in corrispondenza del pozzo BE-10 e possono essere sede di falde acquifere superficiali, essendo sostenuti alla base da materiali prevalentemente argillosi, talora con subordinato scheletro ghiaioso o sabbioso, caratterizzati da permeabilità talora molto bassa. Nella sequenza ghiaiosa superficiale si evidenziano locali spessori significativi di argille (pozzo BE-08). Dal punto di vista litostratigrafico queste unità sembrano essere attribuibili ai depositi fluvioglaciali dell'unità di Sedena e di Solferino. A partire da circa 80-90 m dal p.c. si riscontra una sequenza caratterizzata da alternanza di livelli torbosi e argillosi, scarsamente permeabili, e di banchi di ghiaia e ghiaia e sabbia, permeabili. Questa unità, probabilmente correlabile alla fase di Carpenedolo, è sede dell'acquifero multistrato medio-profondo.

Spostandosi verso E la sezione evidenzia il passaggio all'ambito morenico delle cerchie interne. Si può notare la presenza di una potente sequenza (circa 90 m) di argilla ed argilla ghiaiosa, scarsamente permeabile, correlabile a depositi glaciali dell'Unità di Sedena. Alla base dell'unità argilloso-limosa i pozzi profondi (pozzo LO-014) evidenziano la presenza, di un livello ghiaioso-sabbioso, attraversato per almeno 50-60 m, a permeabilità elevata che costituisce la prosecuzione dell'unità ghiaiosa-sabbiosa, entro cui circolano gli acquiferi medio-profondi, già evidenziata nella porzione occidentale della sezione, correlabile quindi a depositi dell'Unità di Carpenedolo.

Spostandosi ancora verso E la sezione continua entro la cerchia morenica principale. I pozzi (LO-024) evidenziano le classiche sequenze glaciali con potenti intervalli con abbondante matrice argillosa cui si intercalano lenti o livelli ghiaiosi, sede degli acquiferi medi e profondi. La sequenza morenica è probabilmente da riferire all'unità di Solferino discordante su quella più antica di Sedena.

La **sezione 2-2'** interessa nuovamente la porzione settentrionale del territorio e risulta orientata da WNW-ESE a W-E. L'andamento è correlabile alla sezione precedente fatto salvo una maggiore discontinuità, nel settore della pianura occidentale, dei livelli argillosi di separazione tra gli acquiferi superficiali e quelli medi e profondi.

I pozzi ubicati nell'ambito della pianura occidentale (LO-048, LO-050, LO-054, LO-065) evidenziano infatti sequenze fluvioglaciali riconducibili probabilmente alle unità di Solferino, di Sedena e di Carpenedolo. L'unità ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa superficiale possiede spessore pari a circa 60-80 m, ma localmente risulta in continuità con unità ghiaiose più profonde senza sostanziali livelli ripartitori (pozzo LO-050) raggiungendo una potenza complessiva pari a circa 120 m.

Anche in questo caso spostandosi verso E si può notare il passaggio dall'ambito della pianura occidentale di Lonato all'ambito morenico delle cerchie interne. Il pozzo LO-066 probabilmente attraversa inizialmente l'unità ghiaioso-sabbiosa dell'unità fluvioglaciali di Sedena, dello spessore di circa 50 m, e quindi la sequenza glaciale, argillosa o argilloso-ghiaiosa della stessa unità; è altresì probabile che a partire da circa -100 m dal p.c. sia presente un banco conglomeratico attribuibile all'unità fluvioglaciale di Carpenedolo.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I pozzi LO-074 e LO-076 sono rappresentativi dei sedimenti glaciali, di spessore superiore a circa 100 m, correlabili all'unità di Solferino e Sedena, con sequenze prevalentemente argillose, poco permeabili, cui si alternano lenti o livelli ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi permeabili. Tuttavia appare probabile che anche il pozzo LO-074, attraverso a circa 100 m di profondità un banco conglomeratico correlabile a sedimenti fluvioglaciali dell'unità di Carpenedolo.

La **sezione 3-3'** attraversa con direzione circa WSW-ENE la porzione meridionale del territorio comunale.

Anche in questo caso si può evidenziare l'ambito della pianura occidentale con una sequenza superficiale prevalentemente ghiaioso-sabbiosa con livelli discontinui argillosi, di spessore massimo pari a circa 50-60 m, con andamento discontinuo dell'unità ghiaioso-sabbiosa superficiale, correlabile a depositi fluvioglaciali della fase di Solferino, a permeabilità da media ad alta, passante alla sequenza caratterizzata da una più fitta alternanza tra livelli argillosi e ghiaioso-sabbiosi, correlabile all'unità di Carpenedolo (pozzi LO-171 e LO-110).

La sezione, nella porzione indicativa dell'ambito morenico delle cerchie interne, illustra poi molto bene l'estrema variabilità laterale della sequenza dei depositi dell'unità di Solferino, in relazione al lento ed intermittente ritiro finale del ghiacciaio gardesano.

Si può evidenziare la presenza dei depositi fluvioglaciali della piana di Croce Venzago-Campagnoli (pozzi LO-093 e LO-097) con spessore massimo pari a circa 20 m, sede di una falda freatica significativa. Si riscontrano frequenti livelli ghiaioso-sabbiosi intercalati alla sequenza morenica, di cui il più continuo a circa 30-40 m dal p.c. (pozzi LO-097, LO-006, LO-132, LO-009) di spessore variabile da 10 a 30 m. Appare probabile che questi depositi siano correlabili ad una fase fluvioglaciale intermedia occorsa durante il ritiro del ghiacciaio solferinese.

La **sezione 4-4'** attraversa longitudinalmente il territorio di Lonato d/G, ed in particolare la piana occidentale in prossimità del bordo pedecollinare, con direzione circa N-S.

La porzione settentrionale della sezione taglia longitudinalmente il cordone morenico dell'unità di Sedena evidenziandone l'estrema variabilità litologica con presenza di livelli ghiaioso-sabbiosi di spessore limitato e per lo più discontinui (pozzi LO-016) o talora con spessori significativi ed una buona continuità (pozzi LO-002 e LO-020), intercalati alla sequenza morenica. Anche nell'ambito del cordone, entro le depressioni si nota la presenza di depositi di contatto glaciale ghiaioso-sabbiosi di spessore talora significativo (pozzi LO-016 e LO-002), frequentemente sede di falde freatiche. Il pozzo LO-003 attraversa inizialmente unità ghiaioso-sabbiose riferibili a depositi fluvioglaciali sia dell'unità di Solferino che di Sedena, per uno spessore pari a circa 70 m, delimitati alla base da livelli argilloso-conglomeratici.

Al di sotto della sequenza morenica, oltre circa 90-130 m di profondità, i pozzi profondi attraversano un banco ghiaioso-sabbioso con rare intercalazioni conglomeratiche e/o argillose con una buona continuità (pozzi LO-002 e LO-003) entro cui circolano le falde profonde.

Si può notare il contatto trasgressivo dell'unità di Sedena sulla sottostante unità di Carpenedolo e della più recente unità di Solferino sulla stessa unità di Sedena.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La porzione meridionale risulta significativa dei depositi superficiali ghiaioso-sabbiosi, localmente cementati, correlabili alla sequenza fluvioglaciale dell'Unità di Solferino, per uno spessore massimo di circa 50-60 m. In questo settore l'acquifero superficiale risulta separato da quelli medi e profondi da un banco con frequenti intercalazioni conglomeratiche ed argillose.

L'unità di Solferino probabilmente è in appoggio trasgressivo oltrechè sull'unità di Sedena anche sulla più antica unità di Carpenedolo, cui possono essere riferiti i conglomerati basali. Non sono presenti pozzi profondi.

6.2.4 Piezometria- Andamento delle falde

La ricostruzione delle linee isopiezometriche, cioè delle linee di uguale quota sul livello del mare della falda non risulta significativa per il territorio d'interesse, se non localmente. Nei capitoli precedenti e nella cartografia d'inquadramento idrogeologico, sono state tuttavia descritte le profondità degli acquiferi.

La ricostruzione dell'andamento delle isopiezometriche nel contesto morenico risulta in ogni caso solo indicativa, in quanto i livelli statici possono riferirsi a falde acquifere poste a profondità differente, con livello piezometrico correlabile solo a larga scala.

Relativamente alla fascia di transizione tra l'ambito di pianura e quello collinare si può ipotizzare che gli acquiferi profondi attraversati dai pozzi in entrambi i settori siano da riferire a falde circolanti entro i depositi fluvioglaciali della più antica unità di Carpenedolo. Per tali acquiferi può quindi essere ipotizzata una certa continuità e quindi un andamento delle isopieze con direzione di flusso circa da NE verso SW.

Si vuole quindi nuovamente sottolineare come ci sia una marcata interazione, soprattutto nella fascia di transizione tra gli acquiferi dell'ambito collinare e quelli dell'ambito della pianura occidentale (vedi in particolare sezione 4-4'). Si può infine notare, in relazione all'andamento della topografia, che gli acquiferi superficiali e medi dell'ambito collinare risultano localmente in comunicazione con quelli superficiali dell'ambito di pianura; allo stesso modo gli acquiferi profondi attraversati dai pozzi nel settore collinare risultano interferire con quelli medi e profondi circolanti nel settore della pianura.

Si è quindi ritenuto opportuno ricostruire l'andamento delle linee isofreatiche solo per la falda libera riscontrata con una buona continuità presso la piana occidentale di Lonato e la piana di Croce Venzago-Campagnoli.

Per la piana occidentale la campagna di lettura eseguita nella Primavera 2007, in concomitanza dei campionamenti della rete di monitoraggio chimico delle falde, non ha fornito sufficienti dati in relazione alle caratteristiche costruttive dei pozzi e/o all'inaccessibilità dei manufatti. Ci si è quindi riferiti ad alcune misurazioni eseguite dagli scriventi e riferite a pozzi di recente realizzazione, correlati ai dati riportati nelle stratigrafie.

Per la piana di Croce Venzago - Campagnoli sono stati riportati i dati relativi al Marzo 2001, rappresentativo della minima soggiacenza della falda susseguente un periodo contraddistinto da piovosità di carattere eccezionale, verificatosi nella stagione invernale-primaverile 2001. Si vuole in ogni caso sottolineare che la complessa struttura idrogeologica dell'area in esame che comprende un ambito di cordone morenico ed uno di piana fluvioglaciale caratterizzati da acquiferi di tipologia ben



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

distinta, comporta oggettive difficoltà nel fissare una direzione di flusso della falda costante nel tempo. Infatti l'andamento delle precipitazioni meteoriche influenza in maniera variabile e talora contraddittoria gli innumerevoli fattori che interagiscono in relazione ai complessi rapporti intercorrenti tra le principali unità idrogeologiche. Sia i rilievi collinari che la piana interposta risultano orientati circa N-S. L'andamento delle linee isofreatiche segue quindi i contorni della valle interglaciale, con direzioni di flusso orientate verso il depocentro della piana ed un certo gradiente verso la sua terminazione meridionale, seguendo la debole immersione della piana ed in relazione alla presenza della Fossa Redone, elemento della rete idrografica che svolge un ruolo drenante rispetto alla falda freatica. Si segnala l'interazione tra le falde sospese circolanti entro i depositi morenici, per definizione discontinue, e la falda freatica, al contrario continua, che permea i depositi fluvioglaciali della piana. In periodi di abbondanti precipitazioni le falde sospese risultano ben alimentate e forniscono apporti significativi alla falda freatica, generando linee di flusso che nella fascia di transizione divengono più marcatamente dirette dal versante collinare verso il depocentro della piana. In concomitanza di periodi siccitosi le falde sospese provenienti dai versanti collinari tendono a diminuire talora drasticamente la loro produttività, alimentando in misura inferiore alla norma la falda freatica della piana, che tende contemporaneamente ad assumere i valori di massima soggiacenza. Inoltre in periodi di massima soggiacenza della falda freatica si verifica una diminuzione del gradiente di flusso orientato verso S, in relazione ad una diminuzione dell'azione di drenaggio della rete idrica superficiale e ad un conseguente "effetto catino".

Per la piana di Croce Venzago – Campagnoli sono state infine riportate le linee isopiezometriche ricostruite nel Marzo 2001, per gli acquiferi medi. Si vuole sottolineare come i livelli rilevati siano correlabili a quelli relativi all'acquifero freatico della piana occidentale.

6.3 FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PUBBLICHE (Parziale aggiornamento 2019-2021)

Le fonti di approvvigionamento idropotabile del comune di Lonato d/G sono attualmente costituite da 7 pozzi pubblici. A questi si aggiunge il Pozzo Drugolo, privato, utilizzato dall'acquedotto comunale del contermino comune di Bedizzole.

Alcuni pozzi pubblici, utilizzati in passato, sono stati, secondo le informazioni fornite dall'Ufficio Tecnico del Comune di Lonato d/G (2009), dismessi in via definitiva (pozzo di Brodena, LO-007, pozzo di Esenta LO-006) e/o in disuso (pozzo di Sedena, LO-001; vecchio pozzo di Madonna Della Scoperta, LO-010; pozzo di CastelVenzago, LO-008;). Recentemente si è provveduto all'approfondimento del pozzo Case Nuove LO-005 ed alla realizzazione del nuovo pozzo di Sedena LO-002.

Come conseguenza della già citata indagine idrogeologica di dettaglio nell'ambito dello "Studio Idrogeologico per l'individuazione di un sito idoneo alla terebrazione di un nuovo pozzo idropotabile da collegare alla rete dell'acquedotto comunale" (Dott. Geol. Rosanna Lentini, Maggio 2010) è stato infine realizzato nel 2009 un nuovo pozzo presso la Zona Artigianale dei Molini (LO-173)



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Si riporta di seguito una breve descrizione dei pozzi attivi.

Pozzo Sedena (LO-002)

Quota piano campagna: 181,3 m s.l.m. *Profondità:* 203 m
Profondità filtri: da 173 a 191 m da p.c.;
Dati idraulici: livello statico: 90,9 m;

Pozzo Fenil Nuovo (LO-003)

Quota piano campagna: 158 m s.l.m. *Profondità:* 170 m
Profondità filtri: da 97,5 a 105 m da p.c., da 111 a 120 m da p.c. e da 152 a 164 m dal p.c.
Dati idraulici (1988): livello statico: 67 m; livello dinamico: 68,5 m; portata: 15-55 l/s.

Pozzo Regia Antica (LO-004)

Quota piano campagna: 178 m s.l.m. *Profondità:* 146 m
Profondità filtri: da 119 a 145 m da p.c.,
Dati idraulici: livello statico: 78,4 m; livello dinamico: 79,5 m; portata: 35 l/s.

Pozzo Case Nuove (LO-005)

Quota piano campagna: 165 m s.l.m. *Profondità:* 257 m
Profondità filtri: da 147,9 a 160 m da p.c.,
Dati idraulici: livello statico: 74 m; livello dinamico: 77,50 m;

Pozzo Madonna della Scoperta nuovo (LO-011)

Quota piano campagna: 103 m s.l.m. *Profondità:* 220 m
Profondità filtri: da 150,3 a 156,3 m da p.c., da 176,4 a 191,4 m da p.c., da 203,0 a 212,7 m da p.c.
Dati idraulici (1995): livello statico: 45 m; livello dinamico: 52 m (alla portata di 14 l/s); portata ottimale: 14 l/s; portata d'esercizio prevista 5 l/s .

Pozzo Centenaro (LO-009)

Quota piano campagna: 105.6 m s.l.m. *Profondità:* 150 m
Profondità filtri: colonna A (superficiale): da -52 m a -71 m da p.c.; colonna B (profonda): da -102 m a -129 m da p.c.

Dati idraulici:

Novembre 1998

- Colonna A: livello statico: -18.81 m; livello dinamico: -23.10 m, -26.19 m, -28.87, -31.7 (alla portata rispettivamente di 20.6 l/sec, 33.9 l/sec, 42.5 l/sec, 52.6 l/sec).
- Colonna B livello statico -37.01 m; livello dinamico: -37.65 m, -38.24, -38.92 m, -40.06 m, -41.69 (alla portata rispettivamente di 16.8 l/sec, 30.3 l/sec, 42.5 l/sec, 59.7 l/sec, 85).

Giugno 2003

- Colonna B livello statico: -44.53 m; livello dinamico: -45.53 m, portata d'esercizio 25 l/s .

Pozzo Molini (LO-173)

Quota piano campagna: 147 m s.l.m. *Profondità:* 140 m
Profondità filtri: da 125 a 130,5 m da p.c.
Dati idraulici (2009): livello statico: 55,18 m; livello dinamico: 62,11 m; portata: 50 l/s.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Si sottolinea che la perforazione di pozzi che attingono sia alla falda superficiale che a quella profonda, o di pozzi che attingono solo a quella profonda, ma che non sono stati realizzati in modo corretto, ripristinando adeguatamente i livelli impermeabili presenti nel sottosuolo, può indurre il trasferimento di sostanze inquinanti dalla superficie alle falde profonde.

6.4 SOGGIACENZA

La soggiacenza di una falda, cioè la profondità dell'acqua dal piano campagna, condiziona la vulnerabilità naturale di un sito influenzandone direttamente la sua protezione da un eventuale fenomeno di inquinamento.

Pertanto i valori di soggiacenza possono essere così schematizzati con riferimento alle tipologie di acquiferi già descritte nei precedenti capitoli:

ACQUIFERI SUPERFICIALI

- i depositi glaciali e i depositi di conoide sono sede di falde superficiali sospese circolanti mediamente a profondità variabili tra 5 e 10 m con direzioni di flusso congrue con la topografia; solo in alcune porzioni del territorio comunale (centro storico, ecc.) sono state identificate zone con livelli acquiferi superficiali a profondità minori (2-5 m).
- i depositi di contatto glaciale grossolani, i depositi glacio-lacustri di depressione intermorenica, i depositi costieri e di spiaggia possono essere sede di falde freatiche o sospese in prevalenza superficiali discontinue e con profondità per lo più limitata rispetto al piano campagna (comprese tra 0 e 2 m e tra 2-5 m dal p.c.).
- i depositi fluvioglaciali delle cerchie moreniche interne sono sede di falde freatiche in prevalenza superficiali più o meno continue e con profondità variabile a seconda delle zone. La cadente piezometrica è piuttosto bassa mentre la soggiacenza è in media di pochi m ad esclusione della falda della piana di Croce di Venzago dove si registrano valori superiori a 10 m.
- le aree torbose per la maggior parte dei casi costituiscono zone di affioramento di falde superficiali.
- i depositi fluvioglaciali della piana occidentale di Lonato sono interessati da una falda freatica con buone potenzialità. La superficie piezometrica della falda, che ha generale direzione di flusso da NE verso SW, si trova a profondità variabile da 55-60 m dal p.c. nei settori settentrionali (frazione di Bettola) fino a circa 20 m spostandosi verso sud (frazione di Esenta).

ACQUIFERI MEDI E PROFONDI

- i sistemi riferiti agli acquiferi multistrato, circolanti sia nei depositi morenici che nei depositi fluvioglaciali, è caratterizzato da falde semiartesiane localizzate in sequenze ghiaioso-sabbiose o ghiaioso conglomeratiche (ad elevata fessurazione) confinate in successioni prevalentemente limoso-argillose o da livelli di argille e conglomerato compatto (*aquitard*). La soggiacenza di questi acquiferi è di norma di varie decine di m e può risentire di una certa salienza in funzione del grado artesianesimo che le contraddistingue. Per le falde medie può essere stimata una soggiacenza media di 50 m e per quelle profonde di 100-120 m (vedi paragrafi precedenti).



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Si sottolinea come la presenza di pozzi multifenestrati sia causa di collegamenti antropici tra falde medie e profonde ed acquiferi superficiali e costituisca, talora piuttosto diffusamente, un elemento antropico di incremento della vulnerabilità degli acquiferi (piana occidentale di Lonato e piana di Croce Venzago-Campagnoli).



7 VULNERABILITA' NATURALE DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità intrinseca di un sito è legata alla componente naturale (funzione delle caratteristiche idrogeologiche del territorio), mentre la pericolosità di un sito è legata alla componente antropica data dai fattori a rischio (attività inquinanti).

L'obiettivo della cartografia tematica relativa alla vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee e dei suoli è quello di:

- fornire informazioni circa il diverso grado di idoneità dei vari settori ad accogliere insediamenti o attività;
- localizzare e stabilire le situazioni di incompatibilità dello stato di fatto, così da consentire interventi per l'attenuazione del rischio;
- evidenziare natura ed entità del rischio in funzione delle diverse attività prefigurabili per uno stesso sito;
- contribuire all'individuazione di vincoli e condizioni di gestione di determinate attività da attuare attraverso la disciplina urbanistica (NGP – Norme Geologiche di Piano).

7.1 METODOLOGIA UTILIZZATA

La metodologia proposta, in conformità con quanto suggerito dal metodo DRASTIC (Aller et al., 1985), fornisce una zonazione del territorio, classificandolo sulla base dei 7 parametri che più direttamente condizionano le possibilità di evoluzione di un fenomeno di contaminazione delle acque sotterranee, mediante un indice di vulnerabilità.

I parametri per la valutazione della vulnerabilità naturale di un territorio sono suddivisibili in statici (caratteri tessiturali del suolo; caratteri tessiturali del non saturo e del saturo; conducibilità idraulica del saturo; topografia) e dinamici (soggiacenza; ricarica). Questo implica che le condizioni possono variare nel tempo, soprattutto al variare della soggiacenza. E' quindi importante riferire la vulnerabilità ad un preciso periodo temporale e mantenere la situazione monitorata, per cogliere eventuali variazioni.

La metodologia prevede alcuni passaggi di elaborazione:

- analisi dei parametri riferendoli al territorio in studio;
- attribuzione ai dati relativi a ciascun parametro di un valore, da 1 a 10, secondo una funzione;
- assegnazione di un peso ai vari parametri variabile da 1 a 5;
- calcolo di un indice di vulnerabilità, variabile da 23 a 230, dato dalla sommatoria dei valori risultanti dal prodotto del peso per ciascun parametro;
- classificazione dell'indice di vulnerabilità per fornire una suddivisione in 10 classi di vulnerabilità.



7.2 VULNERABILITA' DELLA FALDA SUPERFICIALE

La valutazione della vulnerabilità è relativa a ciascun acquifero, in quanto cambiano i riferimenti della zona satura, della zona non satura e della soggiacenza, mentre rimangono invariati la protettività dei suoli, la acclività e la ricarica.

Nel territorio comunale di Lonato del Garda, è stata valutata la vulnerabilità naturale delle acque di prima falda che possono costituire fonte di alimentazione per le acque sottostanti, oltre che per l'idrografia superficiale. Tali acquiferi non risultano in ogni caso sfruttati ad uso idropotabile per l'acquedotto comunale.

Secondo la metodologia indicata sono state svolte varie fasi.

1) Analisi dei parametri ed attribuzione dei relativi valori.

I parametri considerati per l'analisi della vulnerabilità della falda superficiale sono:

Caratteristiche tessiturali del suolo: sono necessarie al fine di valutare la capacità protettiva di un suolo; più risulta elevata, minore è la vulnerabilità di un sito. In base alle caratteristiche pedologiche prima descritte, i suoli sono stati classificati secondo tre gradi di protettività (alta, media, bassa) ai quali sono stati attribuiti valori differenti.

I valori assegnati sono:

<i>protettività</i>	<i>valore</i>
bassa	8
media	5
alta	2

Caratteristiche tessiturali del non saturo e del saturo: questi aspetti incidono sul calcolo della vulnerabilità perchè le tessiture influenzano la possibilità di percolazione dell'acqua e/o di un eventuale inquinante, nel non saturo, e di deflusso, nel saturo.

I valori attribuiti sono:

<i>litologia</i>	<i>valore non saturo</i>	<i>valore saturo</i>
depositi fluvioglaciali	8	8
depositi di contatto glaciale, di conoide, di spiaggia	7	7
depositi glaciali	6	7
depositi glaciolacustri di depressione intermorenica		
depositi lacustri	6	6
torbe	2	5



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Conducibilità idraulica del saturo: questo parametro è strettamente connesso con la litologia dei depositi ed incide sulla vulnerabilità di un sito determinando la velocità con cui un eventuale inquinante si sposta in falda. Si è mantenuta la suddivisione litologica già indicata, ipotizzando conducibilità differenti.

I valori assegnati sono:

<i>conducibilità</i>	<i>valore</i>
depositi fluvioglaciali	8
depositi di contatto glaciale, di conoide, di spiaggia	7
depositi glaciali	6
depositi glaciolacustri di depressione intermorenica, depositi lacustri	5
torbe	3

Topografia: la maggiore acclività di un territorio consente un deflusso superficiale più veloce e quindi una possibilità di infiltrazione superficiale minore; viceversa bassi gradienti topografici favoriscono il ristagno dell'acqua, e quindi anche di eventuali inquinanti, con conseguente possibile infiltrazione. Sono state definite tre classi di acclività: bassa (<5%), connessa alle zone pianeggianti; media, sulle zone di raccordo tra pianura e versante; elevata (> 20%) sui versanti delle colline moreniche.

I valori assegnati sono:

<i>topografia</i>	<i>valore</i>
bassa	9
media	4
elevata	1

Ricarica: zone ad elevata ricarica hanno maggiori probabilità che si creino fenomeni di infiltrazione di acqua che può trascinare con sé materiale inquinato. Non si possono ipotizzare particolari variazioni di ricarica in una zona così ristretta ed è quindi stata assegnata un'unica classe. In base alla piovosità media del sito supponendo una ricarica del 15-20%, e tenendo conto delle funzioni suggerite dal metodo adottato, è stato utilizzato un valore pari a 4.

Soggiacenza: la soggiacenza della falda, cioè la profondità dell'acqua dal piano campagna, condiziona la vulnerabilità naturale di un sito in quanto maggiore è la soggiacenza, e quindi il percorso che un inquinante deve compiere per raggiungere la tavola d'acqua, maggiore è la possibilità che esso si abbatta o comunque diminuisca la sua concentrazione. Anche per valutare questo parametro si è tenuto conto della suddivisione in unità litostratigrafiche ed idrogeologiche, identificando 5 classi di soggiacenza, in relazione alle caratteristiche degli acquiferi in territorio di Lonato del Garda.

Le classi ed i valori attribuiti sono:

<i>soggiacenza</i>	<i>valore</i>
tra 0 e 2 m	10
tra 2 e 5 m	8
tra 5 e 10 m	7
tra 10 e 20 m	4
> 20 m	2

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Un altro aspetto di cui si è tenuto conto è la presenza di aree di intensa urbanizzazione e quindi di zone in cui l'influenza della eventuale protettività dei suoli è completamente annullata, essendo per lo più asportati. In questi casi è stato attribuito un valore massimo, pari a "10" al parametro "suolo".

2) Assegnazione dei pesi ai parametri

A ciascun parametro viene assegnato un peso, in funzione del diverso ruolo di ciascun parametro nella valutazione della vulnerabilità. I pesi attribuiti secondo il metodo Drastic normale sono:

<i>parametro</i>	<i>peso</i>
profondità falda	5
tessitura non saturo	5
ricarica	4
tessitura acquifero	3
conducibilità idraulica	3
tessitura suolo	2
acclività	1

3) Determinazione dell'indice di vulnerabilità

Per ogni singolo parametro è stata realizzata una carta di base per poter identificare i poligoni a cui associare il valore appropriato. All'interno di ogni poligono, il prodotto del valore di ciascun parametro per il relativo peso, sommati tra loro, determina un indice di vulnerabilità, variabile da 23 a 230. In tal modo si associa ad ogni poligono un indice che tiene conto di tutti gli elementi che su di esso agiscono.

Calcolando tutte le possibili combinazioni valore*peso, si è ottenuto un campo di variabilità teorico, entro cui ricadono le suddivisioni litologiche principali effettuate sul territorio, rappresentato da un indice di vulnerabilità possibile minimo e massimo, con 46 combinazioni per ciascuna litologia. Gli indici ottenibili realmente, derivati da combinazioni reali, sono ovviamente molto meno.

4) Classificazione dell'indice di vulnerabilità

L'indice di vulnerabilità è stato quindi suddiviso in 10 classi di vulnerabilità, di seguito indicate.

<i>classe</i>	<i>definizione</i>	<i>range</i>	<i>%</i>
1	minima	23 - 43	(0-10%)
2	estremamente bassa	44 - 64	(11-20%)
3	molto bassa	65 - 85	(21-30%)
4	bassa	86 - 106	(31-40%)
5	mediamente bassa	107 -127	(41-50%)
6	mediamente alta	128 - 147	(51-60%)
7	alta	148 - 168	(61-70%)
8	molto alta	169 - 189	(71-80%)
9	estremamente alta	190 - 210	(81-90%)
10	massima	211 - 230	(91-100%)

5) Carta di vulnerabilità degli acquiferi superficiali

Le elaborazioni hanno individuato nel territorio comunale di Lonato d/G la presenza di 3 classi di vulnerabilità, e precisamente dalla 6 (mediamente alta) alla 8 (molto alta), evidenziate in grassetto nella tabella precedente. Le classi sono riportate nella **Carta di Idrogeologica con indicazioni sulla vulnerabilità della falda superficiale**, in scala 1:10.000 (*Doc. di Piano SG Tav.6*).

La classe 6 a vulnerabilità mediamente alta interessa diffusamente il territorio comunale e comprende diverse situazioni:

- la piana occidentale di Lonato, per la quale si è tenuto conto di una protettività dei suoli da assente (contesto significativamente urbanizzato) a bassa e media e di una elevata soggiacenza delle falde (**indice di vulnerabilità stimato tra 133 e 141**).
- gli ambiti collinari con depositi glaciali e soggiacenza per lo più compresa tra 5-10 m e localmente 2-5 m, con acclività da media ad elevata ed una protettività dei suoli per lo più media (**indice di vulnerabilità stimato tra 131 e 139**)

La classe 7 a vulnerabilità alta interessa dei settori ben identificabili entro il territorio comprendendo:

- i depositi fluvioglaciali delle cerchie interne laddove siano presenti suoli a protettività elevata (**indice di vulnerabilità stimato pari a 164**).I
- i depositi di contatto glaciale, i depositi di conoide ed i depositi di spiaggia caratterizzati da scarsa soggiacenza della falda, suoli a protettività da bassa a media ed acclività per lo più bassa e localmente media (**indice di vulnerabilità stimato tra 147 e 168**)
- i depositi glaciolacustri di depressione intermorenica ed i depositi lacustri, ove la soggiacenza è compresa tra 0 e 2 m, l'acclività bassa ed i suoli presentano bassa protettività.
- depositi torbosi con falda superficiale e bassa protettività dei suoli (**indice di vulnerabilità stimato pari a 129**). Sono stati inseriti in questa classe a prescindere dall'indice di vulnerabilità.

La classe 8 a vulnerabilità molto alta interessa dei settori limitati e ben identificabili entro il territorio comprendendo:

- i depositi fluvioglaciali delle cerchie interne laddove siano presenti suoli a protettività bassa o media o interessate da attività antropica rilevante, quali le aree estrattive della piana di Croce Venzago - Campagnoli (**indice di vulnerabilità stimato tra 170 e 176**).I



7.3 VULNERABILITA' DELLE FALDE MEDIE E PROFONDE

Per quanto riguarda la vulnerabilità delle falde medie e profonde, il parametro che maggiormente modifica le classi di vulnerabilità rispetto alle falde superficiali è la soggiacenza. Come visto, questa è per tutto il territorio comunale maggiore di 50-60 m (falde medie) e di 100-120 m (falde profonde).

Altro elemento differente è la litologia del saturo: per le falde medie e profonde la litologia è infatti la medesima su buona parte del territorio ed è costituita da materiale grossolano (ghiaioso-sabbioso o ghiaioso-conglomeratico).

Riguardo alla tessitura del non saturo si possono identificare alcune situazioni tipo. Il "non saturo" è rappresentato nella zona della piana occidentale di Lonato da materiale piuttosto grossolano appartenente ai depositi fluvioglaciali cui si intercalano livelli argillosi o conglomeratici compatti; nell'ambito collinare sono presenti le potenti sequenze moreniche per le quali si riscontra la presenza di materiale fine a permeabilità molto bassa con spessori significativi.

Rimangono invariati, rispetto alla valutazione della vulnerabilità della falda superficiale, la protettività dei suoli, la topografia e la ricarica.

Tuttavia si vuole sottolineare che la perforazione di pozzi che attingono sia alle falde superficiali che a quelle medie e profonde, o di pozzi che attingono solo a quelle medie e profonde, ma che non sono stati realizzati in modo corretto, ripristinando adeguatamente i livelli impermeabili presenti naturalmente, può indurre il trasferimento di sostanze inquinanti dalla falda superficiale a quella più profonda.

A tal fine si raccomanda di eseguire in maniera corretta eventuali nuovi pozzi, che in adempimento della normativa vigente dovranno captare un unico acquifero e dovranno rivolgersi preferenzialmente agli acquiferi superficiali e medi, preservando quelli profondi agli usi più pregiati (uso potabile ai fini dell'alimentazione della rete dell'acquedotto comunale).

Inoltre, come già evidenziato, localmente possono essere presenti lacerazioni (o livelli a permeabilità maggiore) dei diaframmi naturali impermeabili che separano le falde superficiali da quelle medie e solo in misura minore da quelle profonde, cosicché le acque possono passare da un sistema all'altro. I diaframmi che delimitano il sistema acquifero medio e profondo determinano quindi senz'altro un rallentamento della diffusione di inquinanti, ma non possono costituire una barriera nei confronti di sostanze contaminanti presenti in quantità sempre maggiori nelle falde superficiali (ci si riferisce in particolare ai nitrati).

In conclusione sebbene la vulnerabilità degli acquiferi medi e profondi risulti da bassa a mediamente bassa si raccomanda di adottare ogni cautela relativamente alla protezione delle falde superficiali sull'intero territorio comunale, al fine di preservare la qualità anche di quelle profonde.

Non è stata creata una carta di vulnerabilità per la falda profonda in quanto la situazione è abbastanza omogenea all'interno del territorio comunale.



8 SISMICITA' (AGGIORNAMENTO 2019)

Per l'intero territorio comunale di Lonato del Garda è stato eseguito lo *Studio di Microzonazione Sismica secondo i "Criteri regionali per la realizzazione di studi di Microzonazione Sismica di cui all'Ordinanza P.C.M. n° 4007/2012 e s.m.i. e all'Ordinanza C.D.P.C 52/2013 e Decreto C. di Protezione Civile 15 Aprile 2013"* (All.1 alla nota Z1.2012.0020672 del 08/08/2012 ed alla nota Z1.2013.0017362 del 07/11/2013) – (Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini, Agosto 2015)

In adempimento all'O.P.C.M. 4007/2012 e s.m.i. oltreché della L.R.12/05, 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 questo capitolo, in adempimento al §1.6.4 degli ICMS ed alla D.G.R. 9/2616/2011 si è proceduto alla descrizione della Sismicità Storica dell'area in stretta correlazione con la ricostruzione del Contesto Geologico-Strutturale e Sismotettonico; sono stati inoltre descritti i parametri sismici di base derivanti dall'applicazione delle normative nazionali (D.M. 17/01/18 e Ord. P.C.M. 3274/04 e Ord. P.C.M. 3519/06) e regionali (D.G.R. 9/2616/2001).

8.1 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO (AGGIORNAMENTO 2019)

La sismicità del territorio è legata alla presenza di attività neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettogenetici relativi al periodo compreso tra il Pliocene e l'attuale (cioè negli ultimo 5,2 milioni di anni). Si possono distinguere movimenti neotettonici lineari che si sviluppano lungo superfici di discontinuità preesistenti (faglie o superfici di sovrascorrimento) e movimenti neotettonici areali che determinano sollevamenti e/o abbassamenti differenziali.

Un recente studio pubblicato su *Pure and Applied Geophysics (03 Jul 2014 - The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain-* Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valensise) censisce e classifica le faglie sismogenetiche cieche in Pianura Padana, riorganizzando le conoscenze esistenti alla luce dei terremoti emiliani del Maggio 2012 e prendendo in esame anche il margine prealpino cui afferisce il territorio gardesano.

Nel periodo di tempo considerato ed in un contesto di riferimento sufficientemente ampio, che per quanto concerne l'area gardesana ed il bordo sudalpino centrale (ambiti geologico-strutturali di riferimento per il territorio di Lonato del Garda) coincide con l'intera regione padana compresa tra il margine alpino e quello appenninico, i lineamenti tettonici sono riconducibili a diversi sistemi regionali che generano complessi campi tensionali.

Nel settore settentrionale della pianura è presente il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde. Nella fascia meridionale della pianura si ha invece un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanfossa essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale.

I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore, quello meridionale



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in 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.

Pertanto attraverso alcuni milioni di anni il progressivo moto di avvicinamento della Placca Africana e della Placca Europea ha determinato prima **la nascita delle Alpi e degli Appennini** e poi ne ha sollevato le porzioni assiali creando il paesaggio montuoso che oggi conosciamo, secondo un meccanismo ancora attivo alla velocità di 1-3 metri per millennio. **L'avvicinamento di Alpi e Appennini secondo una direttrice circa N-S, e quindi il raccorciamento della Pianura Padana, è tuttora in atto**, come mostrano i dati geodetici satellitari. **In profondità questo raccorciamento si trasforma in uno sforzo di caricamento di faglie di tipo compressivo localizzate sia al piede delle Alpi Meridionali, sia al piede dell'Appennino Settentrionale.**

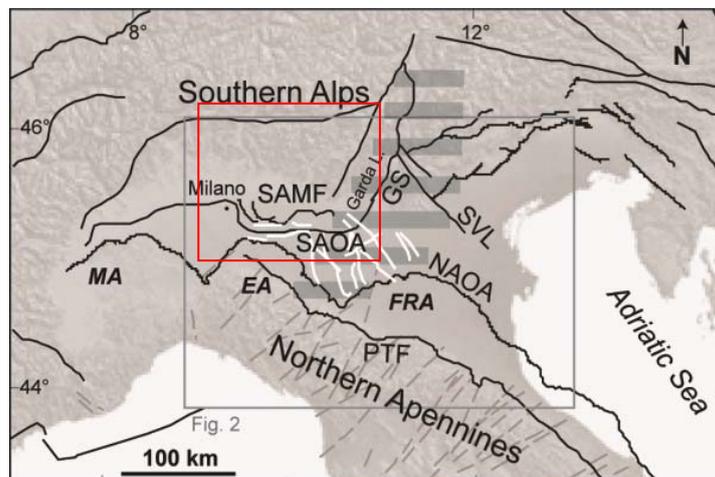


Figura 2 bis (tratta da *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain* - Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valensise): Mappa strutturale semplificata della Pianura Padana. Linee nere: principali elementi tettonici; linee bianche: faglie ereditate; **SAMF**: fronte montuoso delle Alpi Meridionali; **SAOA**: arco esterno delle Alpi Meridionali; **GS**: Sistema delle Giudicarie; **SVL**: Schio-Vicenza; **NAOA**: arco esterno dell'Appennino Settentrionale; **PTF**: fronte pedeappenninico; **MA**: arco del Monferrato; **EA**: arco Emiliano; **FRA**: arco Ferrarese-Romagnolo.

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 (GS), nonché le più antiche linee ad orientamento dinarico (NW-SE) e valsuganese/valtriumplino (circa E-W - SAOA), 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.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

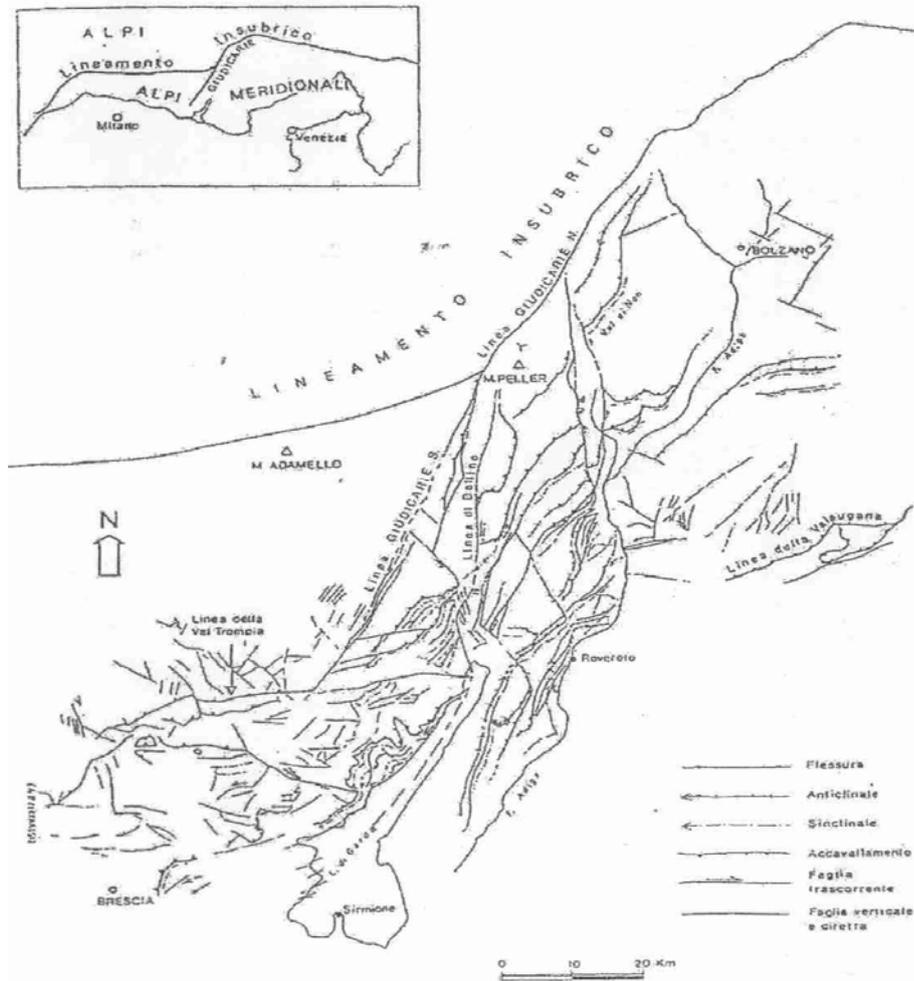


Figura 3 – “Strutture del Sistema delle Giudicarie e Val Trompia a S del Lineamento Insubrico” Schema semplificato da numerosi Autori in Castellarin (1981).

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 e omoclinale.

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 4).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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.

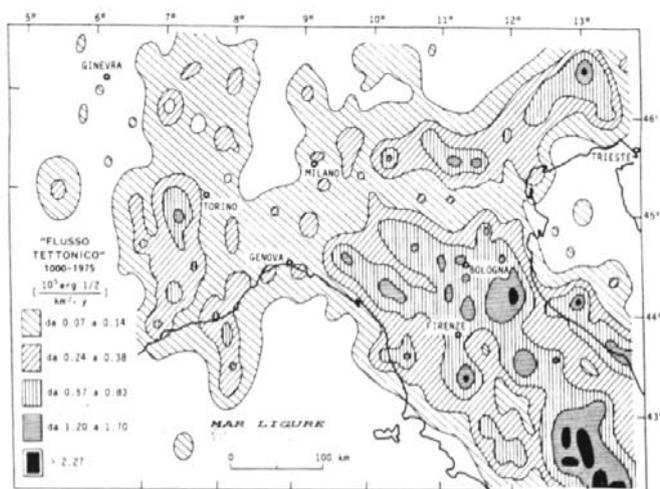


Figura 4 – “Flusso tettonico” medio (energia prodotta dai terremoti che attraversa l’unità di superficie nell’unità di tempo), valutato per gli ultimi 1000 anni nell’Italia settentrionale e in Lombardia. (Cattaneo et al., 1978)

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 morfostutturali, 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, tra cui il recente studio di Vannoli, Burrato e Valensise (2014) già citato, 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,

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

lungo le più recenti direzioni NE-SW e NW-SE o riattivando i sistemi già delineatisi nel neogene (E-W), riutilizzando le antiche superfici di sovrascorrimento e i loro frequenti svincoli trasversali.

Identificare e parametrizzare le faglie responsabili dei principali terremoti della Pianura Padana – ossia le sorgenti sismogenetiche – richiede che si prenda in dovuta considerazione la loro profondità, geometria e cinematica, sia rispetto all'assetto delle due catene montuose attualmente “in avvicinamento” (le Alpi e gli Appennini), sia rispetto all'assetto paleogeografico preesistente. L'avvicinamento delle due catene è infatti fortemente condizionato dalla presenza di un contesto geologico “ereditato”, caratterizzato da antiche piattaforme carbonatiche e depositi di bacini marini profondi separati da faglie estensionali sviluppatesi durante l'apertura della Tetide. Questa articolata paleogeografia controlla fortemente lo sviluppo, l'evoluzione e la forma dei fronti montuosi sepolti al di sotto dei depositi della pianura. La conoscenza della paleogeografia dell'area oggi occupata dalla Pianura Padana è quindi molto importante per individuarne e caratterizzarne le sorgenti sismogenetiche.

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.

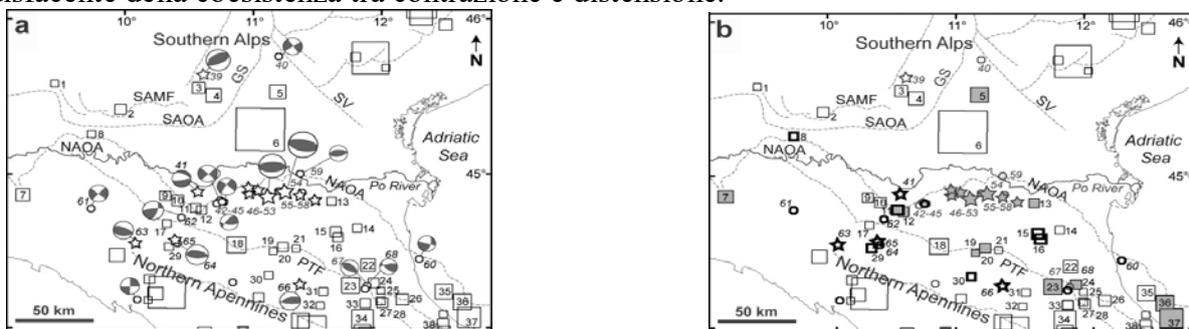


Figura 4 bis (tratta da *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain* - Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valentini): Terremoti storici e strumentali (CPTI11, Bollettino Sismico Italiano e ISIDE). I terremoti storici con $M \geq 5.3$ sono rappresentati con quadrati. I terremoti strumentali con $M \geq 5.0$ sono rappresentati con stelle; quelli con $4.5 \leq M < 4.9$ sono rappresentati con pallini. Tutti i terremoti sono collegati alle tabelle 1 e 2 attraverso il loro ID. a) Sismicità e meccanismi focali disponibili (Pondrelli et al., 2006; TDMT database). b) Terremoti multipli e terremoti profondi (i terremoti multipli sono rappresentati con pattern grigio; i terremoti profondi in grassetto).

Al di sotto dei sedimenti della Pianura Padana esistono quindi strutture tettoniche attive e capaci di generare terremoti, come testimonia sia la sismicità strumentale dell'area, sia il verificarsi di importanti terremoti storici (Figura 4 bis). Recentemente, i *thrust* sepolti dell'Appennino Settentrionale si sono attivati durante la sequenza dell'Emilia del 2012. Una caratteristica comune delle sequenze emiliane del 1570, 1929 e 2012 è quella di essere costituite da più terremoti potenzialmente distruttivi, anche con magnitudo simile, che si susseguono nell'arco di giorni, settimane o mesi. Ma il più forte terremoto di cui si ha notizia nell'area padana è quello che il 3 gennaio del 1117 ha duramente colpito Verona e le aree poste a sud di essa (magnitudo stimata 6.7). La precisazione “di cui si ha notizia” è doverosa perché per molti secoli la Pianura Padana è stata sede di ampie aree paludose e di fitte e

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

impraticabili foreste con sporadici nuclei abitati; esiste quindi la possibilità che altri forti terremoti accaduti nell'area siano stati poco risentiti dall'uomo o non siano stati risentiti affatto, e quindi che non siano stati adeguatamente documentati, apparendo come terremoti minori o scomparendo del tutto dalle fonti storiche.

Si vuole infine sottolineare come la distribuzione dell'intensità sismica (Figura 4) e l'andamento delle "zone sismiche" (Figura 5 – "Mappa di Pericolosità Sismica – Ord. P.C.M. 3519/2006) e "sismogenetiche" (Fig. 6 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) 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.

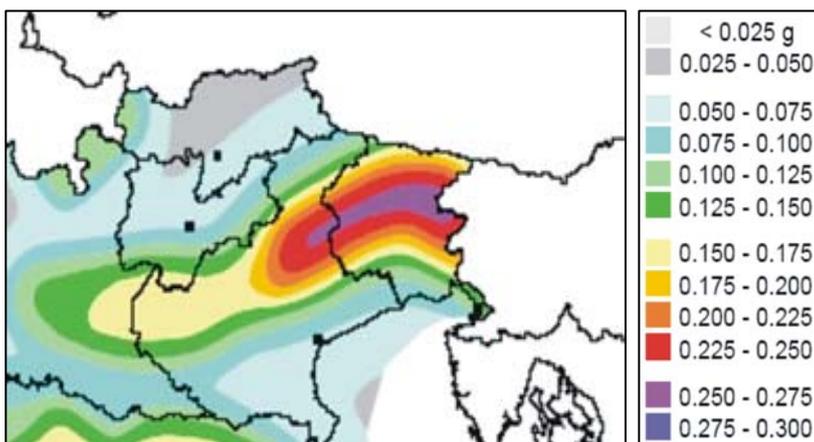


Figura 5 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza P.C.M. n° 3519 del 27/04/06)

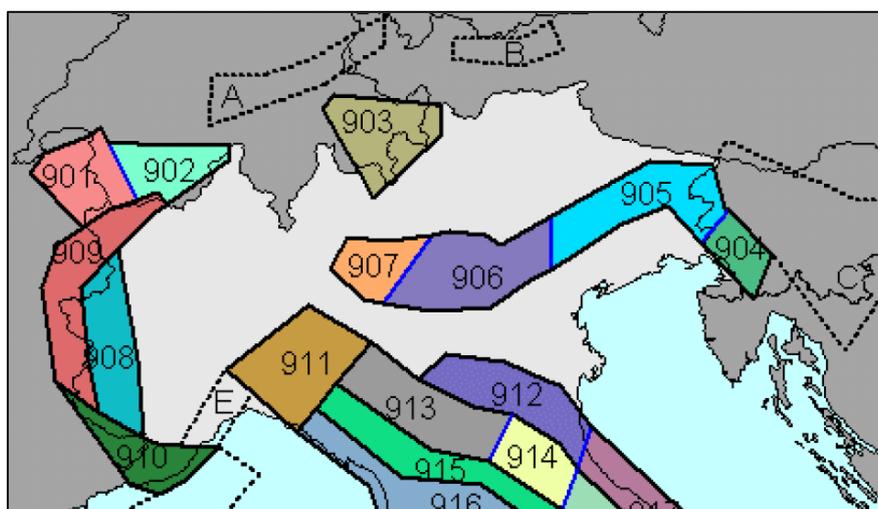


Figura 6 – Schema Zonazione Sismogenetica ZS9 tratta da "App. 2 al Rapporto Conclusivo – Marzo 2004" a cura di C. Meletti e G. Valensise (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM 3274/2003 - INGV).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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 6).

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 7).

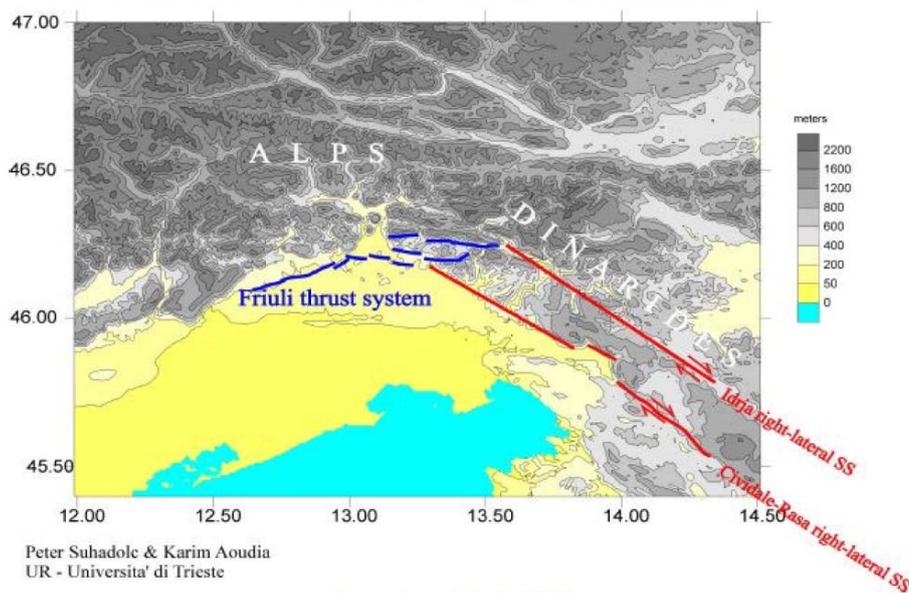


Figura 7 – Schema strutturale della giunzione Alpi Dinaridi.

8.2 SISMICITÀ STORICA (AGGIORNAMENTO 2019)

L'area bresciana è stata interessata in epoca storica a partire dall'anno 1000 da eventi sismici inseriti già nel Catalogo CNR (Figura 8) e quindi nel "Catalogo Parametrico dei terremoti italiani" a cura del Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) (Tabella 1).

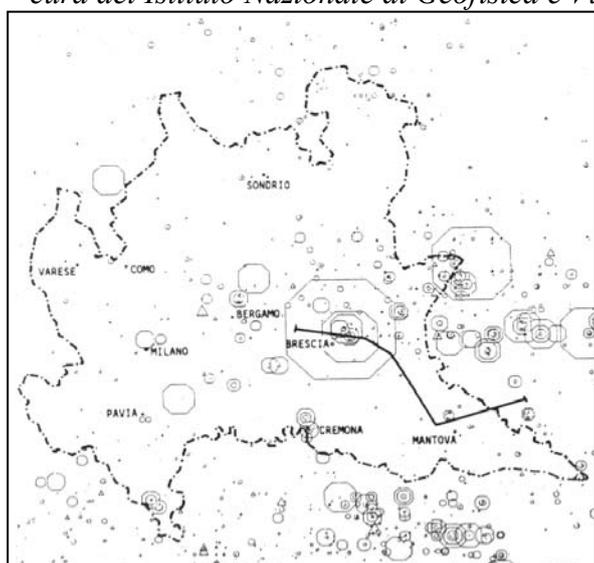


Figura 8 – Terremoti segnalati in Lombardia dall'anno 1000 al 1984. La dimensione dei poligono è proporzionale alla magnitudo dei sismi. (tratto da A.A.V.V. "Guide Geologiche Regionali -Alpi e Prealpi Lombarde-11 itinerari", 1990)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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**.
Msp: Magnitudo; ZS9: zona sorgente

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
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

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
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
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	

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
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
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

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Lat	Lon	Msp	ZS9
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

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 ($M > 5$), avvenuti in epoca antica, sono segnalati nel 1117 ($M=6.49$) con epicentro nel veronese, nel 1222 ($M=6.05$) con epicentro nel Basso Bresciano, nel 1491 ($M=5.27$) con epicentro a Verona, nel 1693 ($M=5.13$) con epicentro a Goito e nel 1891 ($M=5.61$) con epicentro in Valle d’Illasi.

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 $M=4.77$) e più recentemente si segnalano i sismi del 1976 ($M=4.60$) e del 1987 ($M=4.47$) rispettivamente con epicentro a Riva del Garda e nell’area del Garda. 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 9).



Figura 9: Area epicentrale del sisma del 24/11/2004

L'epicentro del sisma si colloca in corrispondenza dei *thrust* del Sistema delle Giudicarie (Figura 10), 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.

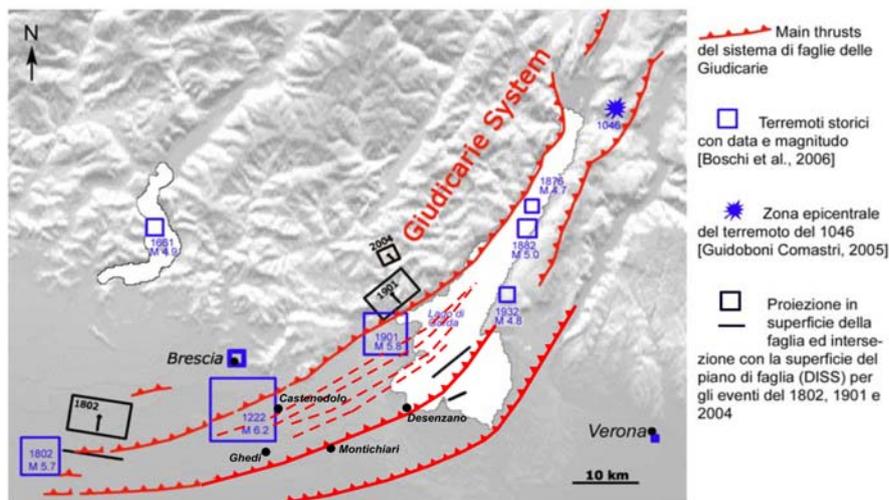


Figura 10: Schema sismotettonico dell'area Gardesana con proiezione dei principali sismi storici dell'area (modificato da "Progetto S3 - Scenari di scuotimento in aree di interesse prioritario e/o strategico - F. Pacor e M. Mucciarelli - Luglio 2007)

Si segnala un recente terremoto di Magnitudo 4.0 avvenuto il giorno 28 Agosto 2014 e localizzato nel distretto sismico Zona Lago di Garda, a circa 2,6 km di profondità e pochi chilometri di distanza dalle coste di Gargnano (Figura 11); è seguita nella stessa area e nella medesima giornata (h. 19.52) un ulteriore evento sismico di magnitudo 2.6 registrato a circa 9,2 km di profondità.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Un terremoto di **magnitudo 2.7** è stato rilevato nei giorni seguenti nel distretto sismico *Prealpi Lombarde* e più precisamente in *Val Sabbia* il **giorno 4 Settembre 2014** alle ore 4.56 (Figura 12).



Figura 11: Area epicentrale del sisma del 28/08/2014 ore 19:49 (M= 4.0)



Figura 12: Area epicentrale del sisma del 04/09/2014 ore 4:56 (M= 2.7)

Anche in questo caso l'epicentro dei sismi si colloca in corrispondenza dei *thrust* del Sistema delle Giudicarie (Figura 10) confermando l'accordo tra la localizzazione degli eventi sismici gardesani e prealpini e l'andamento delle medesime strutture tettoniche.

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.

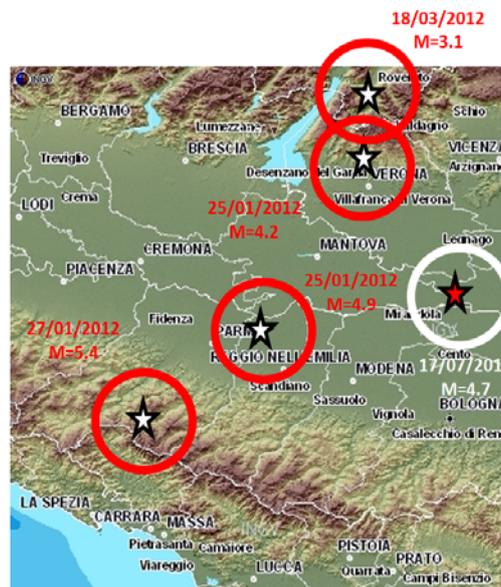


Figura 13: Localizzazione del sisma principale dello sciame sismico dell'estate 2011 (stella rossa) e della serie di sismi verificatisi nell'inverno 2012 (stelle bianche)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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 Figura 13), 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 6) e con la presenza dell'edificio appenninico (*thrust* nord-vergenti) sepolto al di sotto delle coltri quaternarie dei depositi di pianura.

Lo **sciame sismico dell'inverno-primavera 2012** è stato caratterizzato da una serie di sismi (Figura 11) le cui scosse più intense sono avvenute con il terremoto del 25 Gennaio 2012 di magnitudo 4.2 (area epicentrale posta a circa 10 km dalla città di Verona nel distretto sismico *Prealpi Venete*) e con i terremoti del 25 e 27 Gennaio 2012 rispettivamente di magnitudo 4.9 e 5.0 (area epicentrale tra Parma e Reggio Emilia nel distretto sismico denominato *Pianura Padana Emiliana* il primo e nel distretto sismico denominato *Frignano* 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*.

In primavera 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 14), 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 15) e ben dieci sismi con magnitudo compresa tra 4 e 5 (Figura 16).

Figura 14: Area epicentrale del sisma del 20/05/2012 ore 4:03 ($M=5.9$)

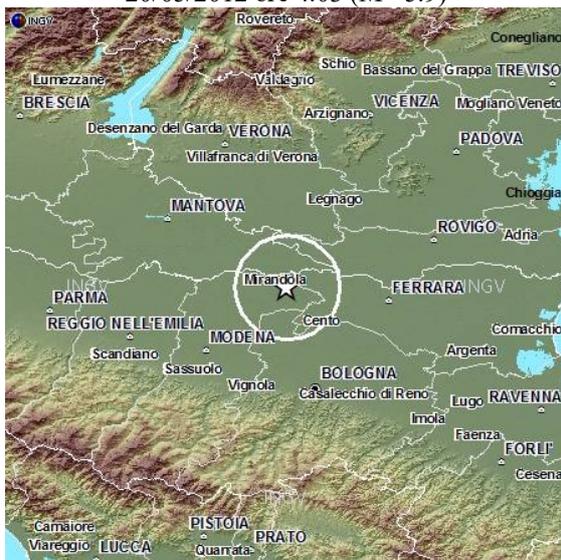


Figura 15: Area epicentrale del sisma del 20/05/2012 ore 15:18 ($M=5.1$)



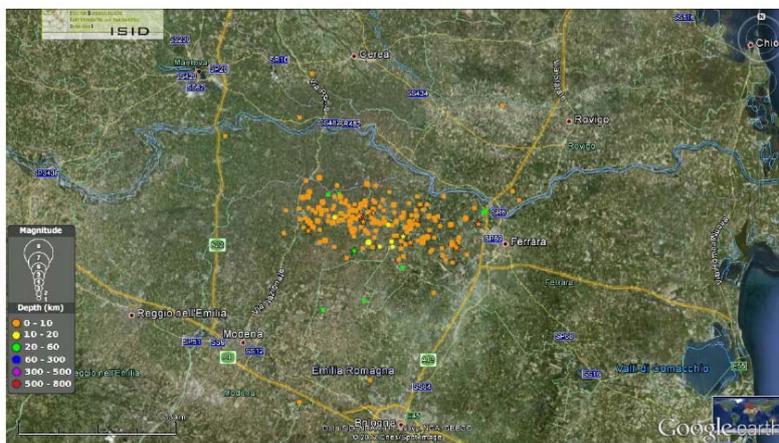
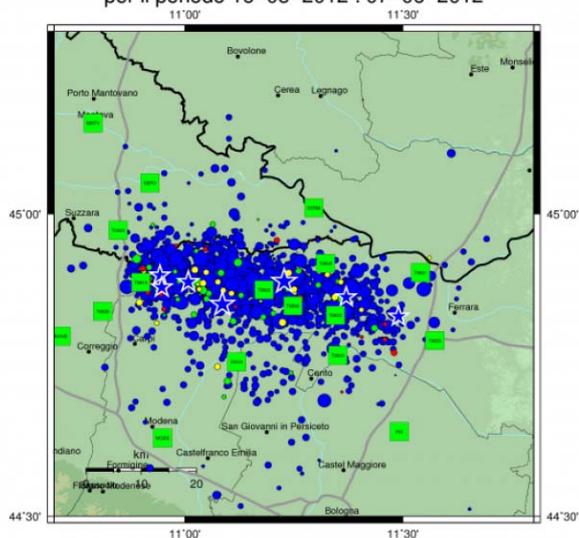


Figura 16: Mapa epicentrale aggiornata alle 19 del 21 Maggio 2012. Le stelle indicano i terremoti di magnitudo maggiore di 4. L'intera struttura delineata dalle repliche si estende per quasi 40 km in senso Est-Ovest tra la bassa modenese e la periferia Ovest di Ferrara (fonte: *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Comunicato del 21/05/2012*).

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 distribuzione degli epicentri mostra chiaramente che 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).

La serie sismica è proseguita intensamente fino alla data del 07 Giugno 2012 con un numero complessivo di 1587 eventi.

Nella mappa epicentrale della sequenza sismica elaborata da INGV (Figura 17) 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 17 – (fonte: *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Comunicato del 07/06/2012*).

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Durante la stagione estiva ed autunnale 2012 l'attività sismica in queste aree ha proseguito seppure con sismi di intensità minore, con un numero complessivo di eventi registrati alla data del 1 Ottobre pari a 2466 sismi (di cui 2241 con $M < 3$, 189 con $3 < M < 4$; 27 con $4 < M < 5$, e 7 con $M > 5$); si segnala un terremoto avvenuto il giorno 3 Ottobre c.a. di Magnitudo pari a 4.5, avvenuto alle ore 16:41 italiane, con area epicentrale posta in prossimità dei Comuni Bettola-Farini-Morfasso (PC), nel distretto sismico denominato *Valle del Trebbia*, alle medesime latitudini dei terremoti parmensi-ferraresi ma verso quadranti più occidentali; le strutture tettoniche attivate mostrano meccanismi di attivazione trascorrenti.

Nel comunicato di aggiornamento *Terremoti in Pianura Padana* redatto il 5 Novembre 2012 dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e consultabile sul sito internet <http://terremoti.ingv.it/it/ultimi-eventi/842-terremoti-in-pianura-padana-emiliana.html> si evidenzia come non vi sia stato negli ultimi mesi dell'anno 2012 un incremento significativo sia per intensità che per numero degli eventi sismici (il numero di eventi registrati tra 1 Ottobre 2012 e 5 Novembre 2012 è pari a 28 sismi con $M < 3$ – Figura 18). Potrebbe pertanto essere in fase di esaurimento la "crisi sismica" iniziata nel Gennaio 2012; si rileva altresì che contestualmente alla diminuzione di questa attività si siano attivati altri distretti sismici italiani seppure con magnitudo massime di minore entità.

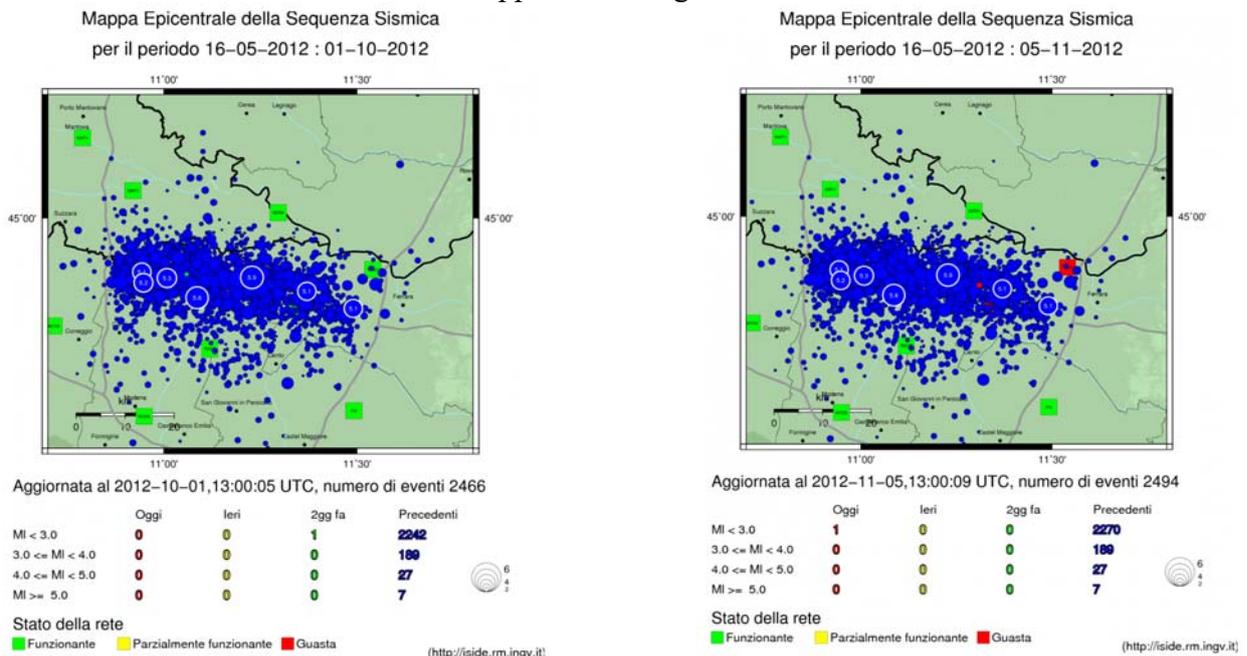


Figura 18 – (fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Comunicato del 01/10/2012 e Comunicato del 05/11/2012).

Appare in ogni caso plausibile 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



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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 19).

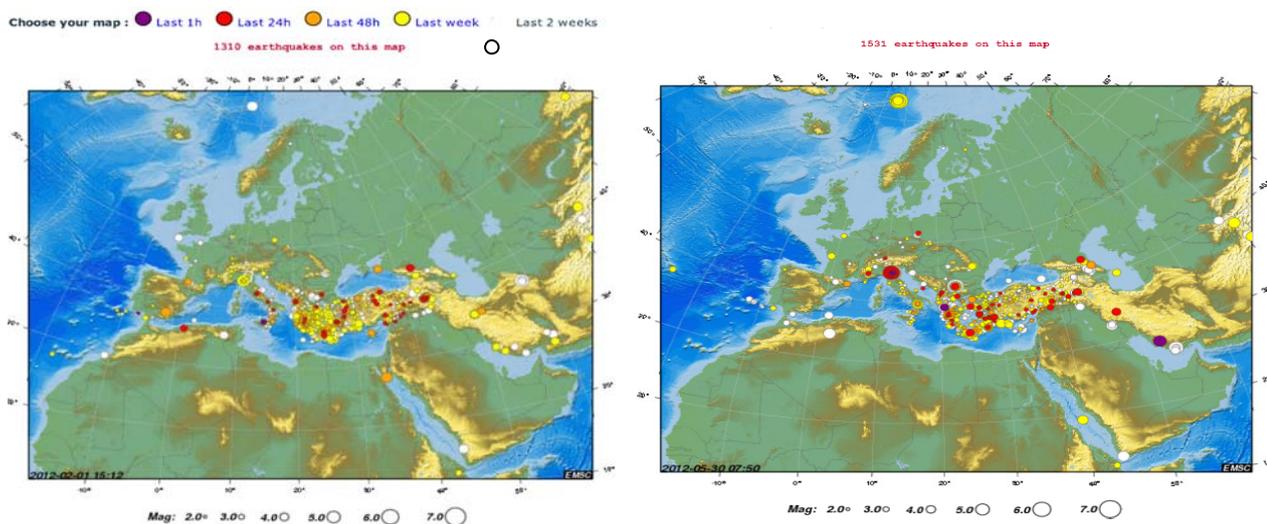
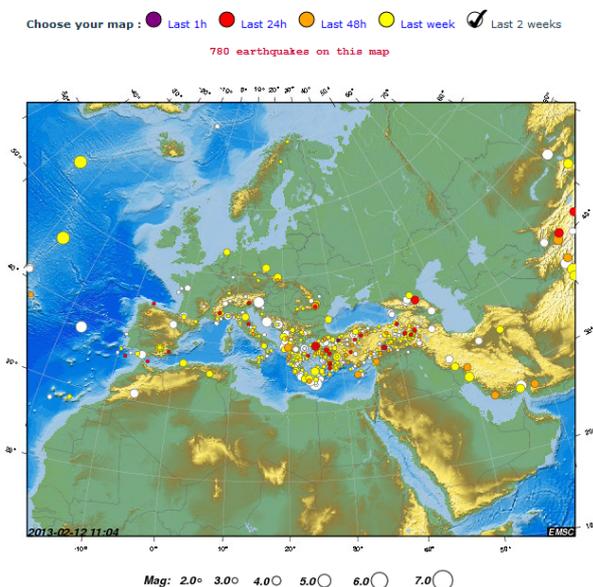


Figura 19 – Mappe dei sismi del 1 Febbraio e del 30 Maggio 2012 (European Mediterranean Seismological Centre).



Peraltro la mappa dei sismi del giorno 12/02/2013 (Figura 20) mostra una significativa e generalizzata diminuzione di attività tellurica nell'area mediterranea rispetto all'anno 2012.

Figura 20 – Mappe dei sismi del 12 Febbraio 2013 (European Mediterranean Seismological Centre).

Una sostanziale conferma della ricostruzione sopraproposta dei recenti eventi sismici che hanno interessato l'area padana viene dalla lettura dello studio *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain* (Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valensise, Luglio 2014)

8.3 FAGLIE SISMOGENETICHE- FAGLIE CAPACI (TRATTO DA STUDIO MOPS 2015)

Sulla base dei dati raccolti, tra i quali in particolare si segnalano studi prodotti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) tra cui il recente *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain* (Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valensise, Pure and Applied Geophysics Luglio 2014) appare probabile che le faglie cartografate in territorio di Lonato del Garda (vedi §3.1.2) siano state **attive in età più recente rispetto ai 40.000 anni indicati negli ICMS** al fine di individuare le cosiddette "**Faglie Capaci**".

Tenendo conto di tutto quanto illustrato in riferimento all'ambito sismotettonico ed alla sismicità storica che caratterizza il territorio di Lonato del Garda (vedi §8.1 e §8.2) e dell'assetto geologico-strutturale regionale e locale (§3.1.2) si è proceduto a consultare i cataloghi ed i *data base* dedicati (Progetto ITHACA) seppure essi siano tutt'ora in fase di "implementazione", nonché le nuove interpretazioni dei sistemi di faglie proposti negli studi di neotettonica recenti.

Un'importante caratteristica che accomuna i terremoti della Pianura Padana e dei margini prealpini è che, in virtù della loro cinematica e del loro contesto geologico, anche i più superficiali tra essi non producono fagliazione della superficie topografica, o comunque non sono noti effetti di terremoti del passato che potrebbero essere ricondotti a fagliazione superficiale. In altre parole, le faglie della Pianura Padana non arrivano a tagliare la superficie terrestre ma si fermano in profondità, e prendono per questo il nome di **faglie cieche**. Ne consegue che le faglie padane possono essere investigate solo tramite metodi indiretti.

Lo studio dell'INGV, appena pubblicato su *Pure and Applied Geophysics*, ha ripreso in esame e riorganizzato tutte le conoscenze sulla geologia, sulla tettonica e sulla sismicità della Pianura Padana. Le faglie cieche della Pianura Padana sono state suddivise in quattro gruppi principali (Figure 21 e 22):

- Gruppo #1: i ***thrust* superficiali delle Alpi e degli Appennini**, che includono sia i sistemi di faglie che corrono ai piedi dei rispettivi rilievi sia i fronti più esterni in pianura;
- Gruppo #2: i ***thrust* profondi dell'Appennino settentrionale**;
- Gruppo #3: le strutture "ereditate";
- Gruppo #4: le strutture trasversali alle catene delle Alpi e dell'Appennino.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

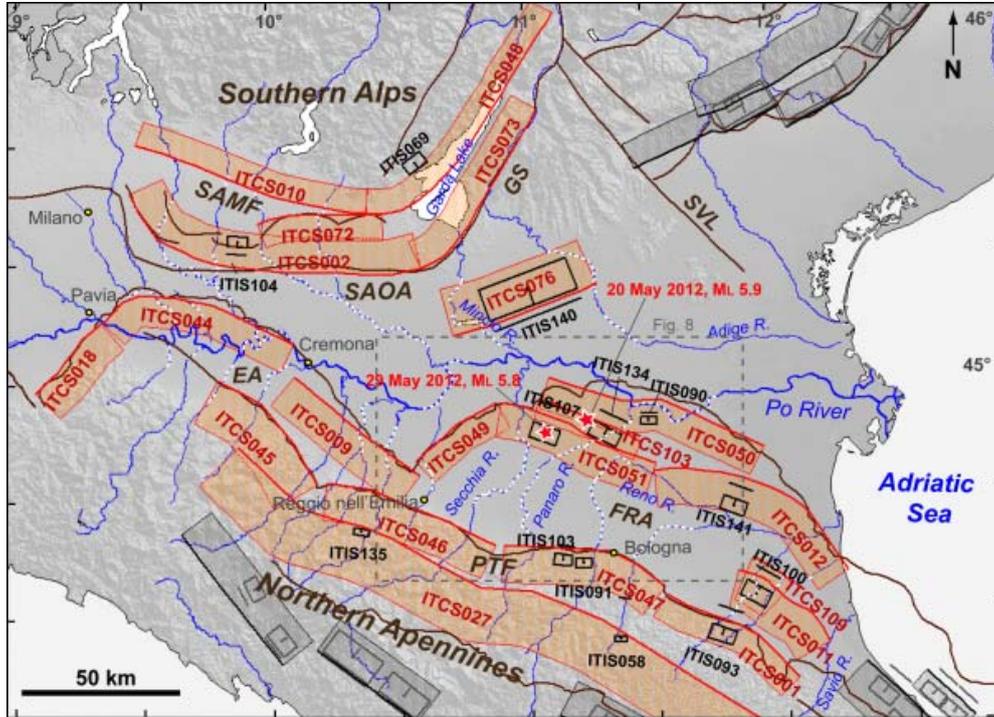


Figura 21 (tratta da *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain*- Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valensise): Sorgenti Sismogenetiche Individuali (ISS) e Sorgenti Sismogenetiche Composite (CSS) della Pianura Padana (rappresentate rispettivamente con rettangoli neri e fasce rosse; per le definizioni si vedano Basili et al., 2008; DISS v. 3.2). Le anomalie della rete di drenaggio sono evidenziate in tratteggio bianco. SAMF: fronte montuoso delle Alpi Meridionali; SAOA: arco esterno delle Alpi Meridionali; GS: Sistema delle Giudicarie; SVL: Schio-Vicenza; PTF: fronte pedeappenninico; EA: arco Emiliano; FRA: arco Ferrarese-Romagnolo.

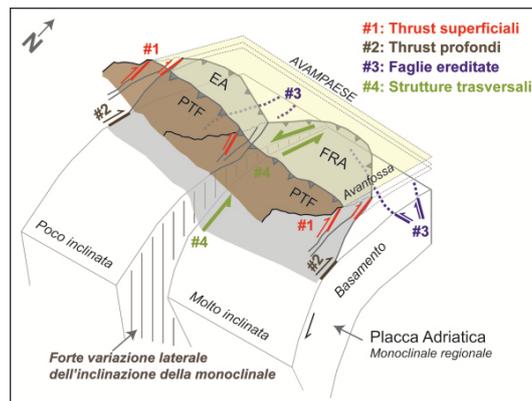


Figura 22 (tratta da *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain*- Paola Vannoli, Pierfrancesco Burrato, Gianluca Valensise): Schema semplificato che illustra i quattro gruppi di sorgente sismogenetica identificati in Pianura Padana nel recente studio. Oltre ai thrust superficiali e profondi, sono presenti le faglie ereditate che tagliano l'avampaese e le strutture trasversali. Queste ultime sono state interpretate, in questo studio, come la risposta fragile della litosfera superiore alla variazione dell'inclinazione della monoclinale regionale. EA: arco Emiliano; FRA: arco Ferrarese-Romagnolo; PTF: fronte pedeappenninico.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nello stesso studio si elabora una tabella (Tabella 1) che rappresenta un primo tentativo di attribuire ogni forte terremoto storico della Pianura Padana a questi quattro grandi gruppi di faglie ed a singole strutture tettoniche note.

Tabella 1

ID	Data	Località	Intensità	M _w	Multiplo	Profondo	Sorgente(f)	Gruppo	Struttura tettonica
4	25 dic 1222	Basso Bresciano	IX	5.8	N/A	N	ITCS002 o ITCS072	#1	SAOA
1	26 nov 1396	Monza	VII-VIII	5.4	N/A	N/A	ITCS002	#1	SAOA
2	12 mag 1802	Valle dell'Oglio	VIII	5.6	N/A	N	ITIS104; ITCS002	#1	SAOA
3	30 ott 1901	Salò	VIII	5.7	N/A	N	ITIS069; ITCS048	#1	SAMF

Tabella 1: Parametri dei maggiori terremoti storici dell'area di studio (CPTI11 e Boschi e Guidoboni, 2003). Ogni terremoto è stato, in via preliminare, assegnato ad un gruppo e, quando possibile, ad una struttura tettonica. S: Sì; N: No; N/A: Non applicabile. EA: arco Emiliano; FRA: arco Ferrarese-Romagnolo; PTF: fronte pedeappenninico; SAMF: fronte delle Alpi Meridionali; SAOA: arco esterno delle Alpi Meridionali; DR: rampa profonda; SVL: Schio-Vicenza; AVML: Arbia- Val Marecchia; PSL: Prato-Sillaro; VVL: Viareggio-Val di Lima-Bologna; EL: Enza; ML: Montone; UDS: struttura tettonica ignota.

I terremoti della zona di pianura (ID 1-2-4), di M compresa tra 5.4 e 5.8, ed il terremoto di Salò storico (ID 3) del 30 Ottobre 1901 di M 5.7 vengono attribuiti a sistemi di faglie superficiali (#1) (ITCS002, ITCS072, ITIS069, in Fig. 21) ed in particolare il terremoto di Salò ad un *thrust* (faglia inversa) cieco, lungo circa 7 km a direzione N231 immergente verso NW.

Per la cosiddetta **Sorgente di Salò** gli Autori propongono una collocazione su una *deep ramp* afferente al Sistema delle Giudicarie; la geometria ed il cinematiso della sorgente sono state scelte seguendo le considerazioni geodinamiche e di geologia regionale come ricostruite nella letteratura geologica ed illustrate ampiamente nei paragrafi precedenti. La soluzione focale del recente **terremoto del 24 Novembre 2004 di M 5.2**, avvenuto pochi km a Nord della Sorgente di Salò, ha permesso di affinare ulteriormente i dati sismogenetici.

La profondità della Sorgente di Salò, oltrechè essere stata indirizzata dalla profondità del sisma del 2004 (8 km) è stata scelta seguendo l'analisi del risentimento macrosismico del terremoto del 1901; si ha infatti una vasta area danneggiata con una massima intensità I pari a 8 MCS nella città di Salò.

Gli Autori riportano alcune ipotesi, lasciando nel contempo aperte alcune questioni interpretative, che mettono in relazione la Sorgente di Salò con i sistemi tettonici e sismogenetici delle aree adiacenti e geologicamente correlabili (vedi quanto già descritto al §8.3 ed illustrato in Fig. 10, sotto riproposta).



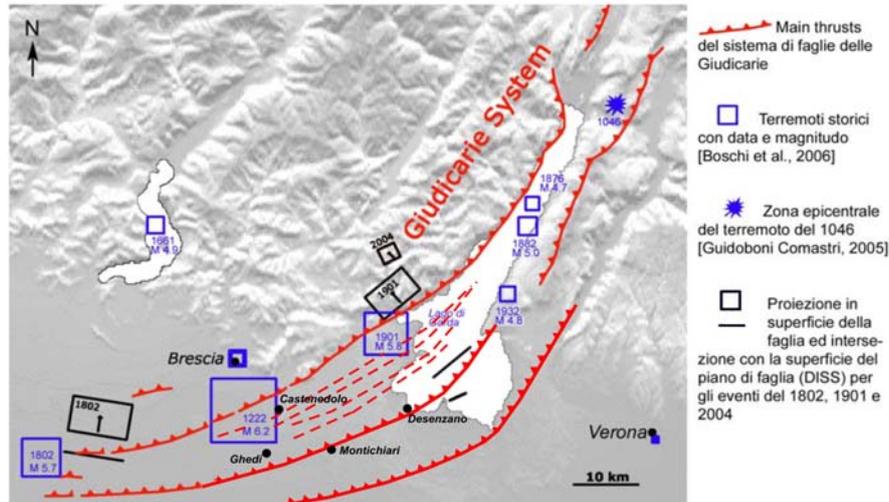


Figura 10: Schema sismotettonico dell'area Gardesana con proiezione dei principali sismi storici dell'area (modificato da "Progetto S3 - Scenari di scuotimento in aree di interesse prioritario e/o strategico - F. Pacor e M. Mucciarelli - Luglio 2007)

In primo luogo con la configurazione geometrica proposta **la faglia inversa di Salò si potrebbe connettere con il sistema di thrust superficiale della catena del Monte Baldo**, seppure non siano ancora definite in maniera univoca le relazioni strutturali tra i vari elementi. Rimane inoltre da chiarire se la porzione profonda del *thrust* del Monte Baldo sia ugualmente sismogenetica (come proposto da Galadini et al. [2001]).

Ad Ovest della Sorgente di Salò, **la continuità laterale del fronte attivo del thrust può essere provata dalle evidenze geomorfologiche e sismologiche**: 1) a sud di Brescia, nell'area epicentrale del terremoto del 1222 (M 6.2), la superficie di aggradazione sedimentaria riferibile al LGM (Livello di Massimo Glaciale) è deformata e le colline di Castenedolo e Ciliverghe potrebbero rappresentare l'espressione morfologica di un *thrust* ramp superficiale 2) più verso Ovest la Sorgente di Orzinuovi, responsabile del terremoto del 12 Maggio 1802 (M 5.7), controlla localmente l'andamento delle linee di drenaggio dei corsi d'acqua. Pertanto il *thrust* e la sorgente di Salò potrebbero essere connessi con le strutture responsabili del recente sollevamento delle colline di Castenedolo e Ciliverghe a Sud di Brescia.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La consultazione del Data Base di ISPRA (Progetto ITHACA – Fig. 21) ha permesso di verificare che anche in questo caso siano segnalati, per il territorio d’interesse, più sistemi di faglie indicati come “Faglie Capaci” e cioè attivi negli ultimi 40.000 anni.

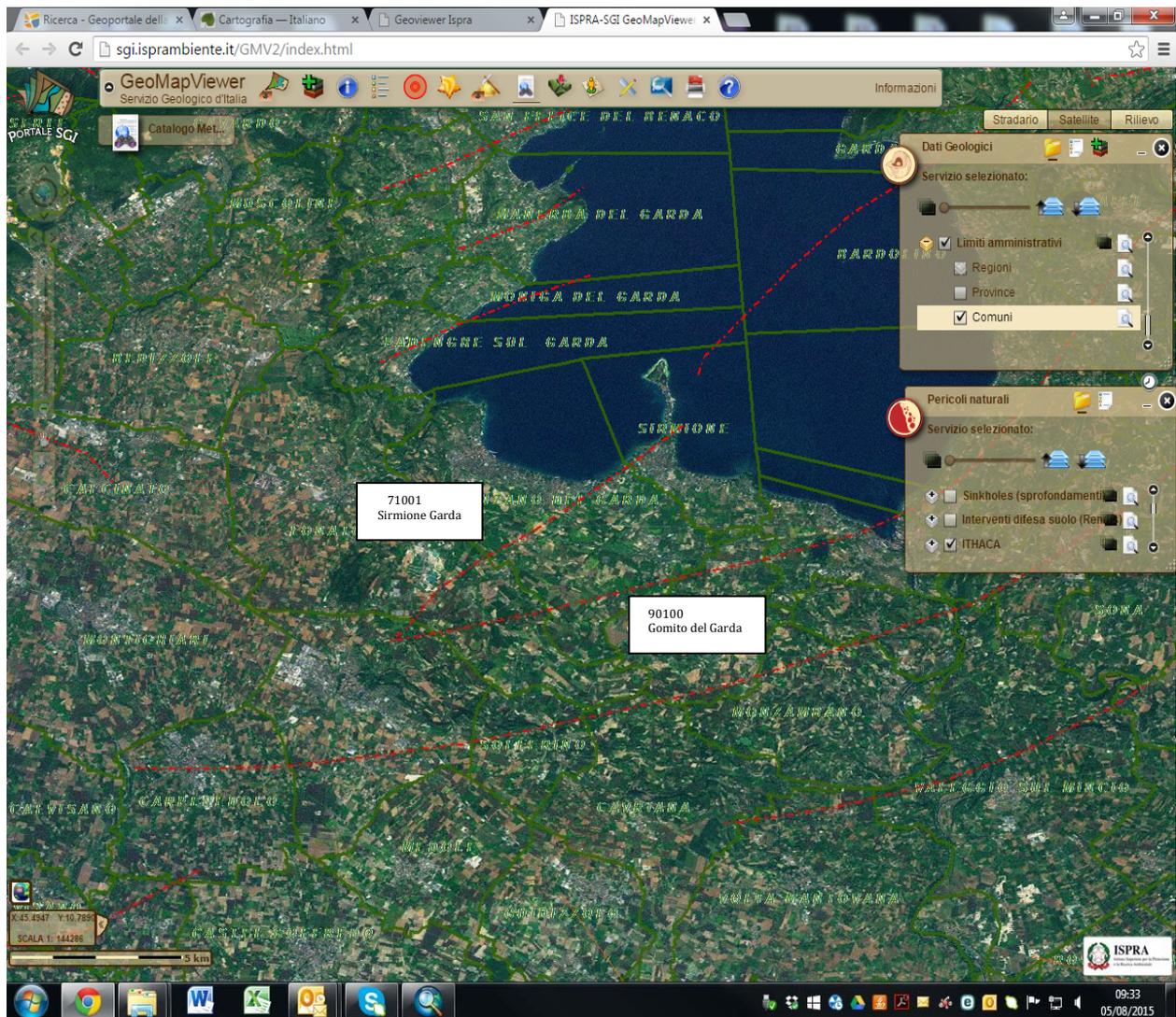


Figura 23 (tratta e modificata da ISPRA-SGI GeoMapViewer / SGI.ISPRAMBIENTE.IT/gmv2/index.html).

In particolare sono state riconosciute 2 faglie ad andamento marcatamente NE-SW e ENE-WSW compatibili con la Sorgente di Salò e con le aree geologicamente correlabili (sopra descritte) codificate come **71001** e **90100** e denominate rispettivamente **Sirmione-Garda** e **Gomito del Garda**.

Per la faglia Sirmione-Garda viene ipotizzata (discreta qualità degli studi) un’attività Olocenica generica (<10.000 anni) ed un rango di faglie primarie; per la faglia del Gomito del Garda non viene stimato (bassa qualità degli studi) il periodo di attività e non è definito il rango.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Rimandando alle schede in allegato allo Studio della MOPS per maggiori dettagli descrittivi dei sistemi di faglie inseriti nel data base di ISPRA si vuole qui sottolineare che preso atto di quanto riportato nei data base nazionale e nella più recente letteratura inerente le faglie sismogenetiche si è ritenuto di considerare entro il territorio d'interesse la specifica tematica.

E' stato pertanto applicato il metodo di correlazione tra le strutture individuate nella cartografia ITHAKA ed in letteratura e gli elementi strutturali descritti al §8.1 e riportati nella **Carta Geologica con elementi Geomorfologici e Strutturali (Doc. di Piano SG Tav.1 – Scala 1:10.000)**. Si è così pervenuti ad individuare le faglie che, seppure con discreta o bassa attendibilità e sulla base delle conoscenze scientifiche attuali, possano essere identificate quali possibili faglie capaci ai fini del presente studio.

Tuttavia non si è ritenuto opportuno inserire tali elementi in alcuna categorie di microzonazione sismica ai sensi degli ICMS (vedi Studio MOPS). Si rimanda ad eventuali successivi valutazioni di dettaglio e/o di implementazione di studi di 3° livello ai sensi degli ICMS.

8.4 NORMATIVE SISMICHE (AGGIORNAMENTO 2019)

Il **D.M. 05/03/1984** istituiva l'elenco dei comuni considerati "sismici"; il territorio comunale di **Lonato del Garda** non veniva in esso classificato quale appartenente ad alcuna "**Categoria Sismica**".

La normativa sismica (D.M. 16 Gennaio 1996) in Italia, anteriormente al Marzo 2003, suddivideva il territorio nazionale in tre categorie di pericolosità (elevata, media e bassa). Per ciascuna categoria sono assegnati un grado di sismicità (S) ed un coefficiente di intensità sismica ($C=(S-2)/100$). Lo spettro di progetto $S_a(T)$ si ottiene moltiplicando il coefficiente C (pari a 0.10g - 0.07g - 0.04g in ordine decrescente di pericolosità sismica) per una forma spettrale $R(T)$ indipendente dalle condizioni del sottosuolo. Queste normative sismiche non tengono conto del ruolo del terreno sulla modifica di forme ed ordinate spettrali, se non con la moltiplicazione dello spettro per il coefficiente di fondazione ϵ che di regola è unitario, salvo che per "terreni particolarmente compressibili" per i quali si consiglia di incrementare ϵ fino a 1.3.

L'**Ordinanza PCM n° 3274 del 20/03/03** e Norme Tecniche allegate, che inserisce il territorio di **Lonato del Garda in zona sismica 2**, fa riferimento a metodologie più recenti in cui il moto sismico è caratterizzato anche in relazione alle condizioni locali. In tale direzione si è già mosso l'Eurocodice 8 (EC8) che stabilisce le regole per il progetto e la costruzione di strutture in zona sismica per i paesi membri della Comunità Europea. Secondo l'EC8, come anche secondo l'OPCM 3274/03, i territori nazionali vengono suddivisi in zone sismiche in funzione della pericolosità locale, descritta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa alla superficie di un sito rigido di riferimento (a_g). I valori di accelerazione massima fissati nella nuova ordinanza per le zone 1, 2, 3 e 4 (rispettivamente 0.35g - 0.25g - 0.15g - 0.05g) recepiscono la proposta del G.N.D.T. (1985) e risultano maggiori di quelli della precedente normativa. La normativa allegata all'OPCM 3274/03 richiede alle Regioni di eseguire la valutazione di a_g sul proprio territorio e quindi di assegnarli ad una delle zone della nuova classificazione.

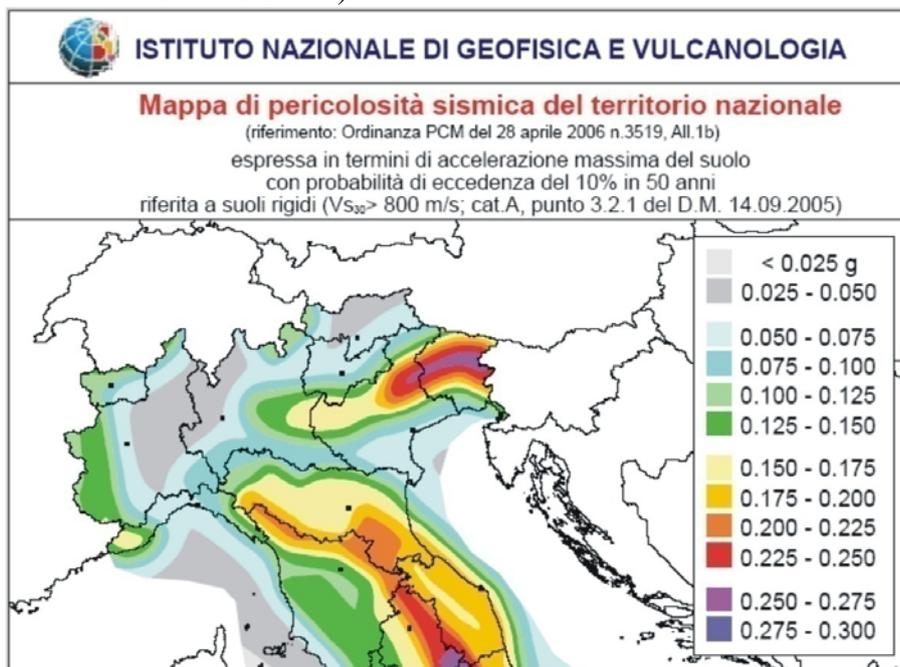


RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La Regione Lombardia con **D.G.R. 7/14964 del 7/11/03** ha fornito alcune disposizioni preliminari per l'attuazione dell'OPCM 3274/03, confermando la classificazione dei territori comunali lombardi riportata nell'Ordinanza e l'adeguamento alle norme tecniche allegate.

In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274/03.

Già l'**Ordinanza P.C.M. 3519 del 28/04/06** fornisce una revisione dei valori di a_g sul territorio nazionale ed inserisce il territorio di **Lonato 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).



Nell'ambito della revisione 2008 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) sono state 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 prevalentemente amministrativa.

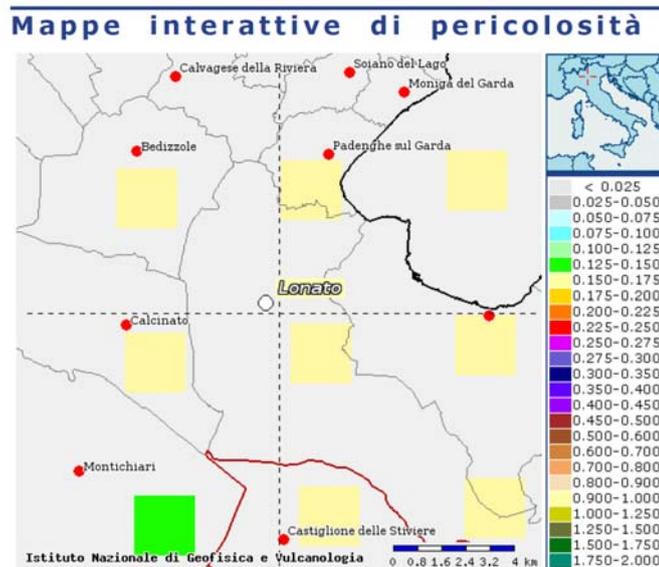
La Regione Lombardia ha stabilito nella D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011 (punto 1.4.3) che ***“la suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria”*** e specifica altresì che ***“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.”***.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I dati riportati nell'All. B del D.M. 14/01/2008, la cui applicazione è confermata al §3.2 delle NTC 2018, coincidono con quelli riportati nell'Ord. 3519/2006, e sono in ogni caso determinabili mediante le coordinate geografiche e l'utilizzo di programmi applicativi, quali "Spettri-NTC ver.1.0.3" (vedi paragrafi successivi).

Di recente la Regione Lombardia con D.G.R. n. X/2129 del 11/07/14 ha approvato un "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", che recepisce definitivamente la classificazione dell'OPCM 3519/2006 e che, sulla base della successiva D.G.R. 10 ottobre 2014 - n. X/2489, è entrato in vigore il 10 Aprile 2016.

La nuova D.G.R. ha pertanto confermato per il **Comune di Lonato d/G (BS)** la **zona sismica 2** con valore di a_{gmax} **0,15926** anche a livello regionale e pertanto ai fini amministrativi pianificatori. Ciò ha di fatto sanato una difformità di classificazione nazionale/regionale che creava non pochi problemi tecnico-progettuali. Si forniscono in proposito i dati di pericolosità sismica riportati sul link <http://zonesismiche.mi.ingv.it> relative al sito d'interesse:



Già con l'entrata in vigore del Testo Unico 2008, che definisce con D.M. 14/01/08 le "Norme Tecniche per le Costruzioni", è divenuto vigente l'obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica; tale obbligo risulta reiterato dal nuovo Testo Unico 2018 (D.M. 17/01/2018).

Le NTC 2018 non ammettono in nessun caso metodi di calcolo previsti dalle normative precedenti alle NTC 2008 (Verifiche alle Tensioni Ammissibili secondo il D.M. 14/02/92, il D.M. 20/11/87 ed il D.M. 11/03/88).

La recente L.R. 33 del 12/10/2015 definisce le "Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche" e di fatto trasferisce ai comuni, singoli o associati, numerose funzioni prima assegnate alla Regione (di cui agli art. 61, 90 comma 2, 93 comma 1, 94 comma 1, 96, 97, 99, 100 e 104 del D.P.R. 380/2001) ed in particolare inerenti "Norme per le costruzioni in zone sismiche" e "Vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche"; essa è definitivamente entrata in vigore con la pubblicazione della D.G.R. 10/5001 del 30/03/2016 "Approvazione delle Linee di indirizzo e



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni in materia sismica (artt.3, comma1 e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)", sul B.U. di Regione Lombardia del 07 Aprile 2016.

Ciò comporta, tra l'altro, specifiche prescrizioni nella redazione degli elaborati tecnici a corredo dei progetti e, in zona sismica 2 (ai sensi del DPR 380/2001 come modificato dalla L. 55 del 14/06/2019), l'obbligo di acquisire l'**Autorizzazione Sismica di cui all'Art.8 comma 1 della L.R. 33/2015**, da rilasciare a carico dei Comuni o della Regione entro 60 gg dalla data di protocollo (fatto salvo il ricorso da parte del comune al parere regionale) o l'**Attestazione di avvenuto Deposito di cui all'Art.7 comma 1 della L.R. 33/2015**, da rilasciare a carico dei Comuni all'atto del deposito stesso.



9 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO – PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE **(AGGIORNAMENTO 2019)**

9.1 ANALISI DI 1° LIVELLO (AGGIORNAMENTO 2019)

Per l'intero territorio comunale di Lonato del Garda è stata eseguita la valutazione del rischio sismico correlato alle condizioni geologiche e geomorfologiche.

E' stata quindi valutata l'amplificazione sismica locale secondo la metodologia e le procedure indicate nell'*All. 5 della D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011*.

Le condizioni locali possono infatti 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.

La procedura prevede quindi la valutazione di diversi gruppi di effetti locali:

- Effetti di instabilità
- Effetti di cedimenti e/o liquefazioni
- Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

I risultati dell'analisi e le relative aree di pericolosità sismica locale (PSL) sono state riportate nella "*Carta di Pericolosità Sismica (PSL) - Livello 1*" redatta ai sensi della D.G.R. 9/2616/2011" (*Doc. di piano SG Tav.8*); tale tavola è stata modificata nel tempo ed in ultimo per la predisposizione dello Studio MOPS 2015 e per il presente aggiornamento in relazione ai nuovi dati geofisici raccolti.



9.2 EFFETTI DI INSTABILITÀ (AGGIORNAMENTO 2019)

Gli scenari di pericolosità sismica locale cui si correlano effetti di instabilità sono riportati nella Tab. 1 dell'All.5 della D.G.R. 9/2616/2011:

Sigla	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	

Sul territorio comunale sono state rilevate limitate aree in dissesto, di tipo prevalentemente superficiale (decorticamenti, erosione superficiale, ecc.). Sono stati identificati limitati ambiti riconducibili ad uno scenario Z1c.

Ai sensi della normativa regionale, entro queste aree, per eventuali interventi, in fase progettuale, dovrà essere applicato uno studio di 3° livello, secondo le procedure indicate nel paragrafo 2.3.1 dell'All.5 della D.G.R. n°9/2616/2011.

9.2.1 Effetti di cedimenti e/o liquefazione (AGGIORNAMENTO 2019)

Gli scenari di pericolosità sismica locale cui si correlano effetti di cedimento e/o liquefazione sono riportati nella Tab. 1 dell'All.5 della D.G.R. 9/2616/2011:

Sigla	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z2 a	Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2 b	Zona con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni

Nel territorio di Lonato del Garda, sulla base di quanto riportato nella "*Carta di prima caratterizzazione geotecnica dei terreni*" (Doc. di Piano **SG Tav.4**) sono stati riconosciuti vari ambiti riconducibili ad uno scenario di PSL Z2a e Z2b.

Entro le piane intermoreniche o nelle porzioni depocentrali delle stesse, sono talora presenti depositi fini 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 (Z2 a) e/o a fenomeni di liquefazione (Z2 b).

Allo stesso modo si segnala la presenza di materiali di riporto a caratteristiche geotecniche scadenti, accumulati in corrispondenza di siti oggetto di precedente escavazione.

Ai sensi della normativa regionale, entro queste aree, per eventuali interventi, in fase progettuale, dovrà essere applicato uno studio di 3° livello, secondo le procedure indicate nel paragrafo 2.3.2 dell'All.5 della D.G.R. n°9/2616/2011.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

9.2.2 Effetti di amplificazione sismica locale o di sito (AGGIORNAMENTO 2019)

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.

Si distinguono quindi gli effetti di **amplificazione topografica** e quelli di **amplificazione litologica**, nonché effetti di **comportamenti differenziali**.

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.

Gli scenari di pericolosità sismica locale cui si correlano effetti di amplificazione topografica sono riportati nella Tab. 1 dell'All.5 della D.G. 9/2616/2011:

Sigla	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni Topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo	

Nonostante nel territorio comunale di Lonato d/G non affiori il substrato roccioso si è ritenuto opportuno verificare, mediante l'esecuzione di alcune sezioni topografiche perpendicolari alle strutture morfologiche riconosciute, la presenza di scenari di amplificazione topografica in aree di affioramento del substrato morenico compatto.

Mediante l'esecuzione di **64 sezioni topografiche** (vedi "*Sezioni di analisi degli effetti morfologici di amplificazione sismica*" – Doc. di Piano **SG Tav. 9**) perpendicolari alle strutture morfologiche riconosciute, sono stati individuati alcuni scenari sia di tipo Z3a che di tipo Z3b.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Gli effetti di **amplificazione litologiche o geometriche** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia, ecc.) e 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.

Gli scenari di pericolosità sismica locale cui si correlano effetti di amplificazione litologica sono riportati nella Tab. 1 dell'All.5 della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011:

Sigla	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	

La gran parte del territorio ricade in zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi cui corrisponde uno scenario di tipo Z4c. Nelle piane intermoreniche maggiormente marcate possono essere individuati degli scenari di tipo Z4a con presenza di depositi granulari e/o coesivi di natura glacio-fluvio-lacustre assimilabili a depositi di fondovalle. I conoidi di deiezione, antichi e recenti, sono stati inseriti entro uno scenario di pericolosità sismica di tipo Z4b.

Gli effetti dovuti a **comportamento differenziale** si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da contatto stratigrafico o tettonico tra litologie molto diverse.

Gli scenari di pericolosità sismica locale cui si correlano effetti di amplificazione topografica sono riportati nella Tab. 1 dell'All.5 della D.G. 9/2616/2011:

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

Questo scenario non è stato evidenziato per il territorio comunale di Lonato del Garda.

9.3 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA - LIVELLO 2 AI SENSI DEGLI ICMS 2018 E DEI CRITERI REGIONALI (D.G.R. 9/2616/2011) (Modificato da STUDIO MOPS 2015)

Tenuto conto dei risultati dell'analisi di 1° livello, come eseguita per lo studio MOPS 2015 e rivista nel presente aggiornamento 2019, è stata eseguita la caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella Carta di Pericolosità Sismica Locale in zona Z3a e Z3b ed in zona Z4a, Z4b e Z4c, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa) di sito. E' stata quindi applicata, la procedura di 2° livello.

L'applicazione del 2° livello, in generale, consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunale, elaborati dalla Regione Lombardia e riportati nella Banca dati "soglie_lomb.xls").

La procedura fornisce infatti la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valori di Fattore di Amplificazione (Fa); gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per le amplificazioni litologiche e morfologiche, e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

Il valore di Fa si riferisce quindi agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5 e 1.5 s, in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie più rappresentate sul territorio regionale, rispettivamente riferibili a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide ed a strutture alte e flessibili.

9.3.1 Effetti morfologici - Stima dei valori dei Fattori di Amplificazione di sito (Fa - FAC)

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° 9/2616/2011 del 30/11/2011. Si sottolinea come l'applicazione del 2° livello di amplificazione topografica ai sensi dei Criteri Regionali, risulti eseguito ai fini conoscitivi e cautelativi in quanto esso avviene in assenza di substrato roccioso affiorante.

La procedura semplificata di 2° livello fornisce valori di Fa relativi al solo intervallo 0.1-0.5 s e richiede la conoscenza di alcuni parametri legati all'andamento topografico del pendio.

Zone di ciglio H > 10 m - Zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo	
Criteri Regionali	ICMS
Scenario di PSL Z3 a	Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali topografiche
Scenario di PSL Z3 b	

Per la delimitazione delle area di pericolosità sismica relative a zone di cresta rocciosa e/o cocuzzolo e di ciglio H > 10 m sono state eseguite **n° 64 sezioni topografiche**, ortogonali ai versanti ed agli elementi morfologici riconosciuti. L'andamento delle sezioni è stato riportato nelle **"Sezioni di analisi degli effetti morfologici di amplificazione sismica"** (Doc. di Piano SG Tav.9)



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Per ciascuna sezione sono stati determinati, secondo la procedura normativa prevista dall'All. 5 alla D.G.R. 9/2616/2011, i seguenti parametri (vedi *Sezioni di Analisi degli Effetti Morfologici di Amplificazione Sismica*, *Doc. di Piano SG Tav.9* e *Tabella 1 riassuntiva* in allegato):

- larghezza alla base del rilievo (L) – scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche
- larghezza in cresta al rilievo (l)
- dislivello altimetrico massimo (H) e dislivello altimetrico minimo (h)
- coefficiente di forma H/L
- inclinazione dei fronti ($\alpha_1 - \alpha_2$)

I parametri calcolati hanno evidenziato che i rilievi esaminati risultano in gran parte classificabili come “**creste appuntite**” nelle sezioni 1, 2, 4, 12, 13, 15, 19, 20, 23, 26, 27, 30a, 31, 34, 37b, 39, 40, 43, 44, 45, 49a, 49b, 52, 53, 55, 56, 57a, 57b, 57c, 57d, 58a, 58b, 60, 61, 64 e solo in pochi casi come “**cresta arrotondata**” nelle sezioni 7c, 18, 21a, 21b, 35.

Numerose sono le scarpate morfologiche, oggetto di analisi, cui corrisponde uno scenario Z3a (sezioni 3, 5, 6, a, 7b, 8, 9, 10, 14, 17, 22, 24, 25, 28, 29a, 29b, 30b, 33, 36, 37a, 38, 41, 42, 46, 48, 50, 51, 54b, 58c, 59, 63).

I parametri determinati per ciascuna sezione sono stati quindi proiettati entro la scheda di valutazione morfologica. Mediante le correlazioni indicate è stato infine determinato il corrispondente valore del Fattore di Amplificazione (Fa di sito). Tali valori sono stati riportati nella Tabella 2, in allegato.

Per la distribuzione areale dei valori di Fa, come richiesto dalla normativa regionale, si è proceduto ad attribuire il valore di Fa ottenuto all'area corrispondente alla larghezza in cresta (l) o al cocuzzolo, mentre tale valore è stato scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante. Per le scarpate il valore di Fa calcolato coincide a monte con il ciglio mentre raggiunge il valore unitario ai margini dell'area d'influenza (Ai); a valle, tale valore è stato scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

Le aree di Fa così definite sono pertanto state riportate nella “*Carta di individuazione delle aree di amplificazione topografica*” (*Doc. di Piano SG Tav.10* - scala 1:10.000).

Si segnala che per **tutte le aree di cresta** e per **tutte le scarpate morfologiche analizzate**, i valori stimati risultano inferiori ai valori di soglia indicati dalla normativa e relativi al valore di St (amplificazione topografica) previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Ciò comporta che la normativa vigente risulti sufficientemente cautelativa rispetto ai fenomeni di potenziale amplificazione topografica.

**TABELLA DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI ANALISI DI 2° LIVELLO
PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA -LONATO DEL GARDA-**

TABELLA 1

VALORI DI Fa (0,1-0,5)

	DATI DI ANALISI DELLE SEZIONI								VERIFICHE					VERIFICHE SCARPATE (All. 5 D.G.R. 9/2616/2011)					
	H	h	α_1	α_2	L	l	β_1	β_2	$\alpha_n \geq 10$	$h \geq 1/3H$	$\beta_n \leq 10$	$l < 1/3L$ APP $l > 1/3L$ ARR	H/L	H ≥ 10	$\alpha \geq 10$	$\beta = 0$	$h < 1/3H$	$\beta \leq 1/5\alpha$	
SEZIONE 1	20,04	14,98	20	22	115,50	21,75			SI	SI	SI	APP	0,17	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 2	28,40	18,26	18	13	193,17	16,93			SI	SI	SI	APP	0,15	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 3	59,95	15,04	29	17	191,02	27,95			SI	NO	SI	APP	0,31	-	-	-	-	-	
SEZIONE 3	63,95	15,04	29				20	13	-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 4	50,33	40,01	30	20	236,14	38,31			SI	SI	SI	APP	0,21	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 5	60,07	7,97	23	8	265,97	65,00	14	6	NO	NO	NO	APP	0,23	-	-	-	-	-	
SEZIONE 5	65,08	13,57	23				6		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 6	20,00		23				4		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 7a	11,01		23				4		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 7b	11,01		32				3		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 7c	30,03	11,01	13	32	226,00	76,50	3	2	SI	SI	SI	ARR	0,13	-	-	-	-	-	Cresta arrotondata
SEZIONE 8	36,44		15				2		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 9	30,49		29				3		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 10	41,95	2,91	22				1		-	-	-			SI	SI	-	SI	SI	Scarpata in contropend.
SEZIONE 11	57,95		19				3		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 12	34,99	17,78	25	12	181,00	21,95			SI	SI	SI	APP	0,19	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 13	59,92	24,99	21	16	212,62	2,06			SI	SI	SI	APP	0,28	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 14	55,03	19,96	21	4	391,99	51,00			NO	SI	SI	APP	0,14	-	-	-	-	-	
SEZIONE 14	55,03		21				3		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 15	36,00	26,54	26	10	306,62	93,70			SI	SI	SI	APP	0,12	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 16	24,05	13,94	8	6	300,00	11,36			NO	SI	SI	APP	0,08	-	-	-	-	-	
SEZIONE 16	24,05	13,94	8				9		-	-	-			SI	NO	-	NO	NO	
SEZIONE 17	20,11	14,99	14	8	256,30	59,32			NO	SI	SI	APP	0,08	-	-	-	-	-	
SEZIONE 17	20,11		13				2		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 18	10,23	10,17	23	21	73,00	24,90			SI	SI	SI	ARR	0,14	-	-	-	-	-	Cresta arrotondata
SEZIONE 19	29,99	15,01	13	19	214,00	43,00			SI	SI	SI	APP	0,14	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 20	29,96	10,01	26	26	122,01	39,00			SI	SI	SI	APP	0,25	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 21 a	25,01	10,00	26	24	102,00	41,62			SI	SI	SI	ARR	0,25	-	-	-	-	-	Cresta arrotondata
SEZIONE 21 b	13,01	12,99	20	23	78,00	27,00			SI	SI	SI	ARR	0,17	-	-	-	-	-	Cresta arrotondata
SEZIONE 22	35,07		27						-	-	-			SI	SI	SI	-	SI	Scarpata ideale
SEZIONE 23	35,03	15,45	26	12	170,99	25,00			SI	SI	SI	APP	0,20	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 24	30,05	4,96	27	15	100,98	24,32			SI	NO	SI	APP	0,30	-	-	-	-	-	
SEZIONE 24	33,06	7,98	25				15		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 25	54,95	21,57	29	6	301,01	17,00			NO	SI	SI	APP	0,18	-	-	-	-	-	
SEZIONE 25	54,95	10,60	29				7		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 26	34,99	27,21	32	18	181,63	40,15			SI	SI	SI	APP	0,19	-	-	-	-	-	Cresta appuntita

**TABELLA DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI ANALISI DI 2° LIVELLO
PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA -LONATO DEL GARDA-**

TABELLA 1

VALORI DI Fa (0,1-0,5)

	DATI DI ANALISI DELLE SEZIONI								VERIFICHE					VERIFICHE SCARPATE					
	H	h	α_1	α_2	L	l	β_1	β_2	VERIFICHE CRESTE (All. 5 D.G.R. 9/2616/2011)					VERIFICHE SCARPATE (All. 5 D.G.R. 9/2616/2011)					
$\alpha n \geq 10$									$h \geq 1/3H$	$\beta n \leq 10$	$l < 1/3L$ APP $l > 1/3L$ ARR	H/L	H ≥ 10	$\alpha \geq 10$	$\beta = 0$	$h < 1/3H$	$\beta \leq 1/5\alpha$		
SEZIONE 27	49,90	17,30	26	19	167,16	16,00			SI	SI	SI	APP	0,30	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 28	35,06	8,96	29				7		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 29a	50,01	16,98	19	4	434,00	22,00			NO	SI	SI	APP	0,12	-	-	-	-	-	
SEZIONE 29a	54,51	16,98	19				4		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 29b	20,00		23				3		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 30a	44,91	41,56	14	16	358,00	33,00			SI	SI	SI	APP	0,13	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 30b	24,98		32				4		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 31	49,98	40,02	17	15	341,00	33,00			SI	SI	SI	APP	0,15	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 32	20,00	20,00	15	8	240,00	33,00			NO	SI	SI	APP	0,08	-	-	-	-	-	
SEZIONE 32	20,00		15				15		-	-	-			SI	SI	-	-	NO	
SEZIONE 33	19,97	12,14	25	6	231,01	64,34			NO	SI	SI	APP	0,09	-	-	-	-	-	
SEZIONE 33	33,42	8,58	22				4		-	-	-			SI	SI	-	SI	SI	Scarpata in contropend.
SEZIONE 34	29,93	20,07	25	19	150,01	29,00			SI	SI	SI	APP	0,20	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 35	16,56	6,48	32	13	91,99	37,69			SI	SI	SI	ARR	0,18	-	-	-	-	-	Cresta arrotondata
SEZIONE 36	26,95	3,11	18				8		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 37a	27,03	2,00	23				5		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 37b	20,02	14,99	29	24	76,98	8,00			SI	SI	SI	APP	0,26	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 38	24,35	1,60	18				2		-	-	-			SI	SI	-	SI	SI	Scarpata in contropend.
SEZIONE 39	30,01	23,68	12	28	204,17	21,00			SI	SI	SI	APP	0,15	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 40	25,14	15,07	15	13	162,37	1,95			SI	SI	SI	APP	0,15	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 41	24,99	10,17	9	14	223,00	32,81			NO	SI	SI	APP	0,11	-	-	-	-	-	
SEZIONE 41	30,00	10,00	10				14		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 42	29,17	1,20	20				1		-	-	-			SI	SI	-	SI	SI	Scarpata in contropend.
SEZIONE 43	40,39	21,42	15	21	217,91	15,00			SI	SI	SI	APP	0,19	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 44	30,07	19,91	22	11	193,99	22,00			SI	SI	SI	APP	0,16	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 45	39,93	15,01	10	36	231,01	28,00			SI	SI	SI	APP	0,17	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 46	29,94	10,04	18	8	198,01	33,78			NO	SI	SI	APP	0,15	-	-	-	-	-	
SEZIONE 46	32,63	7,74	16				7		-	-	-			SI	SI	-	SI	NO	Scarpata in contropend.
SEZIONE 47	30,05	19,99	9	27	255,00	34,02			NO	SI	SI	APP	0,12	-	-	-	-	-	
SEZIONE 47	33,25	23,19	9				27		-	-	-			SI	NO	-	NO	NO	
SEZIONE 48	30,00	4,00	21				3		-	-	-			SI	SI	-	SI	SI	Scarpata in contropend.
SEZIONE 49 a	25,00	20,00	12	18	219,00	38,50			SI	SI	SI	APP	0,11	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 49 b	40,40	30,30	12	15	246,63	32,22			SI	SI	SI	APP	0,16	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 50	18,50	4,50	44				1		-	-	-			SI	SI	-	SI	SI	Scarpata in contropend.
SEZIONE 51	24,98		15						-	-	-			SI	SI	SI	-	SI	Scarpata ideale
SEZIONE 52	35,18	19,90	12	13	265,98	16,00			SI	SI	SI	APP	0,13	-	-	-	-	-	Cresta appuntita

TABELLA DI VERIFICA DELLE SEZIONI DI ANALISI DI 2° LIVELLO
PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA -LONATO DEL GARDA-

TABELLA 1

VALORI DI Fa (0,1-0,5)

	DATI DI ANALISI DELLE SEZIONI								VERIFICHE					VERIFICHE SCARPATE					
	H	h	α_1	α_2	L	l	β_1	β_2	VERIFICHE CRESTE (All. 5 D.G.R. 9/2616/2011)					VERIFICHE SCARPATE (All. 5 D.G.R. 9/2616/2011)					
$\alpha_n \geq 10$									$h \geq 1/3H$	$\beta_n \leq 10$	$l < 1/3L$ APP - $l > 1/3L$ ARR	H/L	H ≥ 10	$\alpha \geq 10$	$\beta = 0$	$h < 1/3H$	$\beta \leq 1/5\alpha$		
SEZIONE 53	35,22	14,93	14	19	218,97	31,00			SI	SI	SI	APP	0,16	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 54 a	40,01		18						-	-	-			SI	SI	SI	-	SI	Scarpata ideale
SEZIONE 54 b	10,00		23				4		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 55	35,14	35,13	14	9	380,67	28,00			NO	SI	SI	APP	0,09	-	-	-	-	-	
SEZIONE 55	41,23	35,13	14				9		-	-	-			SI	SI	-	NO	NO	
SEZIONE 56	25,16	14,89	14	12	184,98	17,00			SI	SI	SI	APP	0,14	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 57 a	23,14	8,27	13	16	136,99	10,75			SI	SI	SI	APP	0,17	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 57 b	18,35	13,43	16	14	139,00	10,19			SI	SI	SI	APP	0,13	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 57 c	11,89	11,88	17	23	72,00	4,57			SI	SI	SI	APP	0,17	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 57 d	15,60	10,84	14	13	114,00	6,53			SI	SI	SI	APP	0,14	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 58 a	21,45	21,35	13	13	198,00	13,77			SI	SI	SI	APP	0,11	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 58 b	12,82	7,96	25	18	65,00	10,98			SI	SI	SI	APP	0,20	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 58 c	15,00		18						-	-	-			SI	SI	SI	-	SI	Scarpata ideale
SEZIONE 59	10,00		30				6		-	-	-			SI	SI	-	-	SI	Scarpata in pendenza
SEZIONE 60	44,95	25,04	23	16	208,01	15,89			SI	SI	SI	APP	0,22	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 61	21,05	16,04	18	15	141,01	16,09			SI	SI	SI	APP	0,15	-	-	-	-	-	Cresta appuntita
SEZIONE 62	21,76	11,80	8	11	242,00	27,87			NO	SI	SI	APP	0,09	-	-	-	-	-	
SEZIONE 62	21,76	11,80	8				11		-	-	-			SI	NO	-	NO	NO	
SEZIONE 63	10,00		24						-	-	-			SI	SI	SI	-	SI	Scarpata ideale
SEZIONE 64	22,11	21,92	13	13	219,00	29,95			SI	SI	SI	APP	0,10	-	-	-	-	-	Cresta appuntita

**TABELLA DI CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DI SITO
E DI CONFRONTO CON I COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA DEL D.M. 14/01/08**

TABELLA 2

		FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DI SITO (Fa)						VALORI SOGLIA (D.M. 14/01/08)	
		CRESTE APPUNTITE				CRESTE ARROTONDATE	SCARPATE	CATEGORIA TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA
		L>350	250<L<350	150<L<250	L<150			Area di influenza Ai (m)	ST
SEZIONE 1	Cresta appuntita				1,1				
SEZIONE 2	Cresta appuntita			1,1					
SEZIONE 3									
SEZIONE 3	Scarpata in contropend.						1,2	42,63	
SEZIONE 4	Cresta appuntita			1,2					
SEZIONE 5									
SEZIONE 5	Scarpata in contropend.						1,2	43,39	
SEZIONE 6	Scarpata in pendenza						1,2	15,00	
SEZIONE 7a	Scarpata in pendenza						1,1	11,01	
SEZIONE 7b	Scarpata in pendenza						1,1	11,01	
SEZIONE 7c	Cresta arrotondata					1,1			
SEZIONE 8	Scarpata in pendenza						1,2	27,33	
SEZIONE 9	Scarpata in pendenza						1,2	22,87	
SEZIONE 10	Scarpata in contropend.						1,2	27,97	
SEZIONE 11	Scarpata in pendenza						1,1	38,63	
SEZIONE 12	Cresta appuntita			1,2					
SEZIONE 13	Cresta appuntita			1,2					
SEZIONE 14									
SEZIONE 14	Scarpata in pendenza						1,2	36,69	
SEZIONE 15	Cresta appuntita		1,1						
SEZIONE 16									
SEZIONE 16									
SEZIONE 17									
SEZIONE 17	Scarpata in pendenza						1,2	15,08	
SEZIONE 18	Cresta arrotondata					1,1			
SEZIONE 19	Cresta appuntita			1,1					
SEZIONE 20	Cresta appuntita				1,1				
SEZIONE 21 a	Cresta arrotondata					1,1			
SEZIONE 21 b	Cresta arrotondata					1,1			
SEZIONE 22	Scarpata ideale						1,2	26,30	
SEZIONE 23	Cresta appuntita			1,2					
SEZIONE 24									
SEZIONE 24	Scarpata in contropend.						1,2	24,80	
SEZIONE 25									
SEZIONE 25	Scarpata in contropend.						1,2	36,63	
SEZIONE 26	Cresta appuntita			1,2					

CATEGORIA TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA
	ST
T3	1,2
T3	1,2
T2	1,2
T3	1,2
T2	1,2
T3	1,2
T2	1,2
T3	1,2
T3	1,2
T2	1,2
T3	1,2
T1	1,0
T3	1,2
T2	1,2
T3	1,2
T2	1,2
T2	1,2
T3	1,2

**TABELLA DI CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DI SITO
E DI CONFRONTO CON I COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA DEL D.M. 14/01/08**

TABELLA 2

		FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DI SITO (Fa)						VALORI SOGLIA (D.M. 14/01/08)			
		CRESTE APPUNTITE				CRESTE ARROTONDATE	SCARPATE		CATEGORIA TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	
		L>350	250<L<350	150<L<250	L<150			Area di influenza Ai (m)		ST	
SEZIONE 27	<i>Cresta appuntita</i>			1,2						T3	1,2
SEZIONE 28	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	26,30		T2	1,2
SEZIONE 29a											
SEZIONE 29a	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,1	36,34		T2	1,2
SEZIONE 29b	<i>Scarpata in pendenza</i>						1,2	15,00		T2	1,2
SEZIONE 30a	<i>Cresta appuntita</i>	1,1								T3	1,2
SEZIONE 30b	<i>Scarpata in pendenza</i>						1,2	18,74		T2	1,2
SEZIONE 31	<i>Cresta appuntita</i>		1,1							T3	1,2
SEZIONE 32											
SEZIONE 32											
SEZIONE 33											
SEZIONE 33	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	25,07		T2	1,2
SEZIONE 34	<i>Cresta appuntita</i>			1,2						T3	1,2
SEZIONE 35	<i>Cresta arrotondata</i>					1,1				T3	1,2
SEZIONE 36	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	20,21		T2	1,2
SEZIONE 37a	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	20,27		T2	1,2
SEZIONE 37b	<i>Cresta appuntita</i>				1,1					T3	1,2
SEZIONE 38	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	18,26		T2	1,2
SEZIONE 39	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 40	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 41											
SEZIONE 41	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	22,50		T1	1,0
SEZIONE 42	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	21,88		T2	1,2
SEZIONE 43	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 44	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 45	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 46											
SEZIONE 46	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	24,47		T2	1,2
SEZIONE 47											
SEZIONE 47											
SEZIONE 48	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,2	22,50		T2	1,2
SEZIONE 49 a	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 49 b	<i>Cresta appuntita</i>			1,1						T3	1,2
SEZIONE 50	<i>Scarpata in contropend.</i>						1,1	18,50		T2	1,2
SEZIONE 51	<i>Scarpata ideale</i>						1,2	18,74		T2	1,2
SEZIONE 52	<i>Cresta appuntita</i>		1,1							T3	1,2

**TABELLA DI CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DI SITO
E DI CONFRONTO CON I COEFFICIENTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA DEL D.M. 14/01/08**

TABELLA 2

		FATTORI DI AMPLIFICAZIONE DI SITO (Fa)						VALORI SOGLIA (D.M. 14/01/08)		
		CRESTE APPUNTITE				CRESTE ARROTONDATE	SCARPATE	CATEGORIA TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	
		L>350	250<L<350	150<L<250	L<150		Area di influenza Ai (m)		ST	
SEZIONE 53	<i>Cresta appuntita</i>			1,1					T3	1,2
SEZIONE 54 a	<i>Scarpata ideale</i>						1,1	26,67	T2	1,2
SEZIONE 54 b	<i>Scarpata in pendenza</i>						1,1	10,00	T2	1,2
SEZIONE 55										
SEZIONE 55										
SEZIONE 56	<i>Cresta appuntita</i>			1,1					T3	1,2
SEZIONE 57 a	<i>Cresta appuntita</i>				1,1				T3	1,2
SEZIONE 57 b	<i>Cresta appuntita</i>				1,1				T3	1,2
SEZIONE 57 c	<i>Cresta appuntita</i>				1,1				T3	1,2
SEZIONE 57 d	<i>Cresta appuntita</i>				1,1				T3	1,2
SEZIONE 58 a	<i>Cresta appuntita</i>			1,1					T3	1,2
SEZIONE 58 b	<i>Cresta appuntita</i>				1,1				T3	1,2
SEZIONE 58 c	<i>Scarpata ideale</i>						1,1	15,00	T2	1,2
SEZIONE 59	<i>Scarpata in pendenza</i>						1,1	10,00	T2	1,2
SEZIONE 60	<i>Cresta appuntita</i>			1,2					T3	1,2
SEZIONE 61	<i>Cresta appuntita</i>				1,1				T3	1,2
SEZIONE 62										
SEZIONE 62										
SEZIONE 63	<i>Scarpata ideale</i>						1,1	10,00	T2	1,2
SEZIONE 64	<i>Cresta appuntita</i>			1,1					T3	1,2

Quando il valore Fa di sito risulta inferiore, uguale o al massimo superiore di +0,1 rispetto al coefficiente di amplificazione topografica ST, la normativa sismica prevista nelle procedure del D.M. 14/01/08 può ritenersi sufficiente

9.3.2 Effetti litologici

Sulla base dei dati geofisici reperiti per il territorio comunale e già riportati nello studio di microzonazione sismica (complessivamente n° 57 stendimenti di sismica) e degli ulteriori dati raccolti per il presente aggiornamento (n°15 stendimenti di sismica) della loro distribuzione su tutto il territorio comunale ed in maniera congruente con gli ambiti geologici e di Pericolosità sismica riconosciuti, è stata predisposta la “*Carta di Microzonazione sismica Livello 2 (MOPS-Criteri Regionali) con indicazione dei valori stimati dei fattori di amplificazione litologica (Fa - FAC) (Doc. di Piano SG/MOPS Tav.8 bis, scala 1:10.000).*”

Per quel che riguarda la valutazione degli effetti di amplificazione dovuti alla litologia la procedura semplificata di 2° livello richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- Litologia prevalente dei materiali presenti nel sito
- Sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l’analisi stratigrafica del sito
- Andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s
- Spessore e velocità di ciascuno strato

Ambito Morenico – Ambito Fluvioglaciale-Alluvionale			
Criteri Regionali		ICMS	
Scenari di PSL Z4a, Z4b, Z4c		Zone stabili	suscettibili di amplificazioni locali litologiche

I parametri richiesti sono stati così definiti:

A -Parametri litologici e stratigrafici – modello geofisico e geotecnico

La litologia prevalente dei materiali presenti e la stratigrafia dei terreni nei siti di analisi sono state ricostruite mediante tutti i dati geotecnici raccolti (vedi Cap.5 e “*Carta delle indagini ai sensi degli ICMS e della D.G.R. 9/2616/2011 – Doc. di Piano SG/MOPS Tavv.3 – scala 1:5.000)* che comprendono sia sondaggi/prove geotecniche che stratigrafie di pozzi con un grado di attendibilità rispettivamente alto e medio. Per maggiori dettagli inerenti le caratteristiche litologiche e geotecniche si rimanda in ogni caso ai relativi capitoli (Capp.3-5).

Le sezioni geologiche e quindi il modello geofisico-geotecnico possono essere esemplificate dalle *Sezioni idrogeologiche e geologiche* (Doc. di piano SG Tav.7) e dalle “*Sezioni litotecniche*” allegate allo studio di Microzonazione sismica (Doc. di Piano MOPS).



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

B - Modello Geofisico - Metodi di acquisizione ed elaborazione dei dati sismostratigrafici

L'andamento delle onde Vs lungo la verticale, è stato determinato mediante l'esecuzione di **n° 5 stendimenti di sismica multicanale con registrazione delle onde superficiali ed analisi dei dati con metodologia MASW** per lo studio MOPS 2015.

Gli stendimenti sismici realizzati per la MOPS sono stati ubicati in modo da caratterizzare tutti gli ambiti di interesse e da integrare quelli già esistenti al fine di coprire in maniera più possibile omogenea il territorio comunale e gli ambiti di maggiore interesse ai fini della pianificazione/espansione urbanistica e della prevenzione civile.

Sono stati altresì utilizzati **n. 52 stendimenti sismici** acquisiti nel territorio comunale, reperiti nella fase di raccolta dati PGT 2009 e MOPS2015 e **n° 15 stendimenti sismici** acquisiti per il presente aggiornamento 2019 (vedi "*Carta delle indagini ai sensi degli ICMS e della D.G.R. 9/2616/2011*" – *Doc. di Piano SG/MOPS Tavv.3* e relativo *database MOPS DB 01*), distribuiti sull'intero territorio lonatese.

C - Stima degli effetti litologici e del relativo Fattore Fa di amplificazione di sito.

Tenuto conto del modello stratigrafico-geofisico-geotecnico e dei relativi parametri, definiti secondo quanto specificato ai precedenti punti A e B, possono essere applicate le procedure finali dell'All.5 della D.G.R. 9/2616/2011 per la **stima degli effetti litologici e del relativo Fattore Fa di amplificazione di sito.**

Nell'Allegato di cui al *Doc. di Piano SG A02 "Schede di verifica dell'Amplificazione Litologica"* vengono riportati le procedure ed i risultati relativi a tutti gli stendimenti sismici predisposti in comune di Lonato del Garda, raggruppati in

- Estratto da studio MOPS 2015 (All.4)
- Nuovi dati 2016-2019 Estratto da studio PGT 2009

Sono stati esaminati tutti gli scenari di Pericolosità Sismica Locale, funzione della litologia, individuati per il territorio comunale per i quali sono stati reperiti/acquisiti i dati di sismica multicanale.

Si è proceduto a definire in primo luogo la categoria di sottosuolo attribuibile a ciascun sito, tenendo conto della normativa vigente (D.M. 14/01/08 e D.M. 17/01/18); non sono stati rielaborati i con riferimento alle NTC 2008 (Schede di elaborazione dati PGT 2009 e MOPS 2015) in relazione all'incarico in essere. La rielaborazione non risultava avere sostanziale ricaduta ai fini della pianificazione territoriale; si sottolinea inoltre che i valori soglia e le schede regionali non sono state aggiornate a seguito dell'emanazione delle nuove NTC 2018.

I terreni possono essere classificati, sulla base dei dati geotecnici e sismostratigrafici del PGT 2009 e MOPS 2015 secondo le tabelle allegate al D.M. 14/01/08 per la maggior parte entro la **categoria di suolo B (52 linee)** e subordinatamente entro la **categoria di sottosuolo C (5 linee)**.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I dati raccolti per il presente aggiornamento (PGT 2019) possono essere classificati secondo le tabelle allegate al D.M. 17/01/18 per la maggior parte entro la **categoria di suolo B (12 linee)** e subordinatamente entro la **categoria di sottosuolo E (3 linee)**.

In accordo con la procedura, per i siti esaminati, la successione stratigrafica di riferimento e lo spessore e la velocità di ciascuno strato, come definiti mediante le linee sismiche, sono stati riportati nelle **“Schede di Stima degli Effetti Litologici”** (vedi *Doc. di Piano SG A02 “Schede di verifica dell’Amplificazione Litologica”*).

Il primo passo della procedura prevede la definizione della scheda di valutazione (All. 5 D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011) più idonea alla stima degli effetti litologici. Per l’elaborazione dei dati sono state prescelte le schede normative tenendo conto in via prioritaria delle descrizioni litologiche solo se compatibili con i campi di validità riportati nei diagrammi Z-Vs (secondo quanto indicato in proposito dagli Enti Competenti e dalla normativa).

Il passo successivo permette la definizione della curva caratteristica da utilizzare per la stima del valore di Fa di sito. La profondità del primo strato o del primo strato equivalente (spessore > 4 m) e la relativa velocità Vs, definiscono la curva caratteristica da utilizzare ai fini dei calcoli.

E’ stato quindi calcolato il valore del periodo del sito (T), riportato nelle schede in allegato e sotto riassunto in tabella, ottenuto considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la formula riportata nell’All.5 della D.G.R. 9/2616/2011.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Si è quindi proceduto alla stima del fattore di amplificazione di sito (Fa di sito); i valori ottenuti sono di seguito riassunti con riferimento alle unità litostratigrafiche affioranti presso il sito di acquisizione (vedi §3.3):

Cod. Archivio MOPS	Cod. Archivio precedente	Località	Vs ₃₀ Vs _{eq} *	Curva litologia	Cat. Sott. NTC 08 NTC 18*	Fa Sito 0,1-0,5	Fa Sito 0,5-1,5	Unità litologica
017092L14	D15	San Polo	564	LA1	B	1,3	1,1	Dc
017092L38	Linea 9 PGT	Sedena	511	G	B	1,4	1,1	Dc
017092L7	D6	Palazzina	376	LA2	B	1,8	1,4	Dc
L12-19	---	Via Fenil Nuovo Molini	528*	LS2	B*	1,5	1,1	Dc
017092L47	R92/2014	Lido di Lonato-SUAP	385	LS2	B	1,8	1,3	I2
017092L41	Linea 12 PGT	Scuole Medie	600	G	B	1,2	1,0	Us3
017092L52	Linea 13 PGT	Scuole Medie	535	G	B	1,3	1,1	Us3
017092L28	R122/11	Sedena	537	LA2	B	1,4	1,2	Us2
017092L3	D2	Via Cerutti	597	G	B	1,2	1,0	Us1f1
017092L43	Linea 15 PGT	Carlo (L1 di monte)	704	LS1	B	1,2	1,1	Us1f1
017092L17	R22/10	Barcuzzi	526	LA1	B	1,4	1,1	Us1f1
017092L22	R54/12	Barcuzzi Via s.Anna	542	LA1	B	1,4	1,1	Us1f1
017092L42	Linea 14 PGT	Carlo (L2-di valle)	653	LS1	B	1,4	1,1	Us1f1
017092L45	Linea 17 PGT	Tiracollo	542	LA1	B	1,4	1,2	Us1f1
017092L12	D12	Fornaci S.Cipriano	599	LS2	B	1,5	1,1	Us1f1
017092L13	D14	Malocco Sopra	509	LA2	B	1,5	1,2	Us1f1
017092L4	D3	Malocco Sotto	571	LA1	B	1,5	1,1	Us1f1
017092L16	R7/10	Castel Venzago	498	LA2	B	1,6	1,2	Us1f1
017092L18	R28/11	Via Lavagnone	475	LA2	B	1,6	1,3	Us1f1
017092L1	D13	Madonna della Scoperta	536	LA2	B	1,6	1,2	Us1f1
L1-19	---	Convento dei Cappuccini	531*	LA2	B*	1,4	1,1	Us1f1
L7-19	---	Esenta – Via Chiesa	462*	LA2	B*	1,5	1,2	Us1f1
L8-19	---	Barcuzzi – Via Garda	468*	LS1	B*	1,2	1,1	Us1f1
L9-19	---	Via della Repubblica	371*	LA2	B*	1,5	1,1	Us1f1
L11-19	---	Loc. Monte Semo	502*	LA2	B*	1,5	1,2	Us1f1

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Cod. Archivio MOPS	Cod. Archivio precedente	Località	V _{s30}	Curva litologia	Cat. Sott. NTC 08 NTC 18*	Fa Sito 0,1-0,5	Fa Sito 0,5-1,5	Unità litologica
017092L19	R30TER/11	San Tomaso	450	LA1	B	1,7	1,1	Uslf2
017092L2	D1	Basia	312	LS2	C	2,1	1,3	Uslf2
017092L30	Linea 1 PGT	Panizze	299	LS2	C	2,1	1,4	Uslf2
017092L36	Linea 7 PGT	Monte Forca	407	LS2	B	2,1	1,4	Uslf2
017092L8	D7	Civetta	363	LA1	B	2,2	1,3	Uslf2
017092L57	Linea 5 MOPS	Madonna Scoperta	268	LS2	C	2,4	1,4	Uslf2
L2-19	----	Loc. Panizze	404*	LA2	B*	1,9	1,3	Uslf2
L4-19	----	Via Lavagnone	377	LS2	B*	1,8*	1,5	Uslf2
L10-19	----	Loc. Panizze	397	LS2	B	1,8*	1,5	Uslf2
L14-19	----	Loc. Cà Nova	432	LA2	B	2,1*	1,5	Uslf2
L15-19	---	Loc. San Cipriano	424	LS2	B*	1,7	1,2	Uslf2
017092L56	Linea 4 MOPS	Ombrellone	665	LS1	B	1,3	1,1	Uslf3
017092L24	R70/09	Sedena	433	LS1	B	1,4	1,2	Uslf3
017092L9	D8	Piena	507	LS1	B	1,4	1,2	Uslf3
017092L46	Linea 18 PGT	BarcuZZi	480	LS1	B	1,5	1,2	Uslf3
017092L54	Linea 2 MOPS	Predeschera	567	LS1	B	1,5	1,3	Uslf3
017092L21	R52/13	Via Fonte del Fabbro	460	LS1	B	1,6	1,2	Uslf3
017092L25	R88/09	Pré	576	LS2	B	1,6	1,1	Uslf3
017092L40	Linea 11 PGT	Scuole Elementari	472	LA1	B	1,6	1,1	Uslf3
017092L15	R4/10	Recciago	514	LA2	B	1,6	1,2	Uslf3
017092L53	Linea 1 MOPS	San Martino	469	LS2	B	1,8	1,3	Uslf3
017092L26	R92/10	Stoppini	382	LS1	B	2,1	1,3	Uslf3
017092L37	Linea 8 PGT	Croce di Venzago	644	G	B	1,2	1,0	Uslf4
017092L6	D5	Via Cerutti	609	G	B	1,2	1,0	Uslf4
017092L33	Linea 4 PGT	Lazzaretto	552	LS1	B	1,4	1,1	Uslf4
017092L35	Linea 6 PGT	Tiracollo	508	LS1	B	1,4	1,2	Uslf4
017092L55	Linea 3 MOPS	Scalera	510	LS1	B	1,4	1,2	Uslf4
017092L10	D9	San Tomaso	622	LA2	B	1,5	1,2	Uslf4
017092L29	D11	C.na Slossaroli	495	LA2	B	1,6	1,2	Uslf4
017092L48	R71/2014	Via Mancino	558	LS2	B	1,6	1,1	Uslf4
017092L11	D10	Lazzaretto	462	LA2	B	1,7	1,3	Uslf4
017092L32	Linea 3 PGT	Case Nuove	404	LS2	B	1,8	1,3	Uslf4
017092L49	R77/12	Campagnoli Valli	384	LS2	B	1,8	1,3	Uslf4
017092L34	Linea 5 PGT	Fonte del Fabbro	334	LS2	C	2,2	1,2	Uslf4
017092L27	R104/11	Faustinella	270	LS2	C	2,4	1,3	Uslf4
L3-19	----	Via s. Pellico	503	LA2	B*	1,6*	1,2	Uslf4
L5-19	---	Cameo	332*	LS2	E*	1,5	1,1	Uslf4
L6-19	---	Cameo	374*	LS2	B*	1,4	1,1	Uslf4
L13-19	----	Loc. Campagnoli	432*	LS2	B*	1,7*	1,2	Uslf4

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Cod. Archivio MOPS	Cod. Archivio precedente	Località	V ₅₃₀	Curva litologia	Cat. Sott. NTC 08 NTC 18*	Fa Sito 0,1-0,5	Fa Sito 0,5-1,5	Unità litologica
017092L23	R64/10	Campagna	611	G	B	1,3	1,1	Usif5
017092L5	D4	Garda Latte	493	S	B	1,4	1,3	Usif5
017092L20	R43/10	Pilastroni	387	S	B	1,7	1,3	Usif5
017092L50	G77/2008	Molini	665	G	B	1,2	1,0	Usif5
017092L31	Linea 2 PGT	Via Salera	498	S	B	1,5	1,1	Usif5
017092L51	G78/2008	Molini	574	G	B	1,3	1,0	Usif5
017092L39	Linea 10 PGT	Centro Sportivo	491	S	B	1,4	1,4	Usif5
017092L44	Linea 16 PGT	Rassica	502	S	B	1,4	1,4	Usif5

9.4 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 2 (MOPS-CRITERI REGIONALI) CON INDICAZIONE DEI VALORI STIMATI DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA (Fa – FAC) (Doc. Di Piano SG/MOPS TAV. 8 bis)

Sulla base dei numerosi dati geofisici elaborati sul territorio, della loro distribuzione su tutto il territorio comunale ed in maniera congruente con gli ambiti geologici riconosciuti, è stata predisposta nell'ambito dello studio della MOPS del 2015 la *Carta dei Fattori di Amplificazione derivante dall'applicazione del 2° livello ai sensi dei criteri regionali* (Doc. di Piano MOPS).

Tale elaborato è stato rivisto sulla base dei nuovi dati 2019 ed ha prodotto la "*Carta di Microzonazione sismica Livello 2 (MOPS-Criteri Regionali) con indicazione dei valori stimati dei fattori di amplificazione litologica (Fa - FAC)* (Doc. di Piano SG/MOPS Tav.8 bis, scala 1:10.000)

I fattori Fa di amplificazione in essa riportati fanno riferimento alla tipologia di edifici con periodo T compreso tra 0.1 s e 0.5 s; in quanto sulla base dei risultati illustrati al §9.3.2/C ed all'esperienza acquisita nell'applicazione del 2° livello richiesto dalle normative regionali su diverse aree della provincia bresciana, non si sono mai riscontrati valori di Fa di sito, correlati all'amplificazione litologica, superiori ai "valori di Fa di soglia normativa" previsti per edifici con periodo compreso tra 0.5 s e 1.5 sec.

Si specifica inoltre che nel caso del territorio comunale di Lonato del Garda i valori di Fa di sito correlabili ad amplificazione morfologica risultano sempre inferiori a quelli relativi all'amplificazione litologica; pertanto nella Tavola **MOPS T03** si è fatto riferimento agli Fa di sito (FAC) 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.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

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

Con apposite colorazioni sono state evidenziate aree con **Fa compreso tra 1,1 e 1,6** per le quali la Categoria di Sottosuolo “B” e conseguentemente anche le categorie di sottosuolo C-D-E, calcolate ai sensi del D.M. 14/01/08 o del D.M. 17/01/18, risultano sufficientemente cautelativa.



Si ritiene pertanto che in queste aree l'applicazione della normativa sismica vigente sia **sufficientemente cautelativa rispetto ai potenziali fenomeni di amplificazione litologica**.

Con apposite colorazioni sono state raggruppate aree con **Fa compreso tra 1,7 e 1,9** per le quali la Categoria di Sottosuolo “B”, calcolata ai sensi del D.M. 14/01/08 o del D.M. 17/01/18 non risulta sufficientemente cautelativa.



Si ritiene pertanto 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 **almeno una Categoria di Sottosuolo “C”**.

Con apposite colorazioni sono state indicate aree con **Fa compreso tra 2.1 e 2.4** per le quali la Categoria di Sottosuolo “B” e “C”, calcolata ai sensi del D.M. 14/01/08 o del D.M. 17/01/18, non risulta sufficientemente cautelativa



Si ritiene pertanto 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 questi casi i dati elaborati indicherebbero l'opportunità di assumere in progetto una **Categoria di Sottosuolo “D” o “E”** anche nel caso in cui ai sensi del D.M. 14/01/08 sarebbe definibile una Categoria di Sottosuolo “B” o “C”.



In adempimento alla normativa regionale, è stata utilizzata tale tavola per identificare delle classi omogenee rispetto ai fattori di soglia normativi (FAS) definiti dalla normativa regionale ed in relazione alla Categoria di sottosuolo minima idonea ad assolvere la condizione $FAC \leq FAS (\pm 0.1)$.

Tenendo conto delle considerazioni descritte e della cartografia prodotta è stato definito l'andamento delle retinature riportate nella **Carta di Fattibilità per l'applicazione delle Norme Geologiche di Piano** (Doc. di Piano **SG Tavv.12**) attribuita alle aree per le quali sono stati riconosciuti potenziali scenari di pericolosità sismica soggetti ad amplificazione significativa (**Fa di sito - FAC > Fa di soglia normativa - FAS**).

9.4.1 Ambito oggetto di attività di cava

Nella **Carta di Pericolosità Sismica** (Doc. di Piano **SG Tav. 8**) è stato perimetrato un esteso ambito oggetto di svariate attività di cava, per lo più non attive, presso il quale risulta difficile identificare in maniera precisa eventuali strutture morfologiche o litologiche in grado di provocare effetti di amplificazione sismica (instabilità, cedimenti, scarpate, ecc.).

Laddove possibile sono state identificate delle aree afferenti a scenari Z2 in ragione della presenza di materiali di riporto con andamento noto. Si ritiene opportuno che eventuali interventi localizzati entro questo perimetro approfondiscano nel dettaglio il riconoscimento di eventuali scenari di pericolosità sismica di tipo Z2.

Tenendo conto delle considerazioni descritte è stato riportato tale perimetro nella **Carta di Fattibilità per l'applicazione delle Norme Geologiche di Piano** (Doc. di Piano **SG Tavv.12**)



10 CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI (Doc. di Piano SG Tav.11) **CARTA DI SINTESI (Doc. di Piano SG Tavv.12) (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)**

La **Fase di Sintesi/Valutazione** ha come risultato l'individuazione delle limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico (Carta dei Vincoli) e di proporre una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica (Carta di Sintesi).

Il risultato di questa fase di studio ha comportato la redazione della “*Carta dei Vincoli Geologici*” (Doc. di Piano **SG Tav. 11** alla scala 1:10.000) e della “*Carta di Sintesi*” (Doc. di Piano **SG Tavv. 12** alla scala 1:5.000), estese a tutto il territorio comunale. I poligoni individuati risultano delimitati dalla linea del confine comunale, come fornita dall'Urbanista.

In accordo con quanto richiesto dalla D.G.R. n° 9/2616 del 2011 sono stati distinte le aree soggette a vincoli di tipo geologico e gli ambiti di vulnerabilità idraulica ed idrogeologica e di pericolosità geologico-geotecnica.

10.1 CARTA DEI VINCOLI ESISTENTI - AMBITI SOGGETTI A VINCOLI NORMATIVI DI CARATTERE GEOLOGICO, AI SENSI DELLA D.G.R. 9/2616 del 2011 (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

10.1.1 Aree soggette a vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89 (Aggiornamento 2019)

□ Quadro del dissesto come presente nel SIT regionale derivante dall'aggiornamento ai sensi dell'art.18 delle N.T.A. del PAI

- Area di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetta (Cn)

I conoidi alluvionali presenti nel territorio comunale, localizzati prevalentemente nella fascia di transizione tra il settore collinare e le piane fluvioglaciali esterne, non risultano in alcun caso recentemente riattivati e coincidono con la classe “Cn” della Legenda PAI.

Sono state quindi definite le normative che dovranno essere applicate in funzione dei vincoli riconosciuti per questi ambiti.



□ **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) approvato con DPCM 27 ottobre 2016 (Aggiornamento 2019)**

• **Ambito territoriale Secondario Collinare e Montano – RSCM**

Le aree allagabili presenti nelle mappe del PGRA per l'ambito territoriale RSCM corrispondono ad aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L) e coincidono con aree già classificate nell'Elaborato 2 del PAI e già riportate nel PGT vigente.

In particolare per il territorio di Lonato del Garda esse corrispondono alle aree classificate nel PGT vigente "Aree di Conoide non recentemente riattivato" ("Cn" del PAI, vedi §4.6.1 e paragrafo sopra riportato) e sono associate ad aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L).

Nel presente aggiornamento della Componente Geologica del PGT, pur ritenendo questa sovrapposizione ridondante, si propone di mantenere tali aree allagabili in sovrapposizione alle aree PAI "Cn".

Si rimanda a specifiche future revisioni della Regione Lombardia al fine di mantenere un'unica tipologia di vincolo.

• **Ambito territoriale Reticolo Secondario di Pianura - RSP (reticolo artificiale)**

Le aree allagabili riportate sulle Mappe di Pericolosità del PGRA afferenti al Reticolo Secondario di Pianura (RSP) riguardano il reticolo consortile.

Le aree allagabili lungo il reticolo consortile si differenziano in: aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H) e aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M).

Nella Carta dei Vincoli sono inoltre indicate lungo il Reticolo Secondario di Pianura le aree classificate a rischio elevato R3 nelle mappe di rischio del PGRA, all'interno delle quali il Comune è tenuto ad effettuare una valutazione dettagliata della pericolosità e del rischio locale, come indicato nel par. 3.3.4 dell'Allegato A alla D.G.R. n.X/6738/2017.

• **Ambito territoriale Aree Costiere e Lacuali – ACL**

Nella fascia costiera del Lido di Lonato le aree allagabili riportate sulle Mappe di Pericolosità del PGRA afferenti alle Aree Costiere e Lacuali riguardano la fascia costiera del Lido di Lonato e presentano pericolosità P1/L, P2/M e P3/L. Si sottolinea che la leggibilità della rappresentazione cartografica dei diversi ambiti risulta estremamente difficoltosa



10.1.2 Aree soggette a vincoli di Polizia Idraulica (Aggiornamento 2019)

L'istituzione di una fascia di rispetto per i corsi d'acqua è già prevista dall'Art.96 del R.D. 523/1904.

Le direttive attuative della **L.R. 1/2000**, emanate in ultimo con la **D.G.R.10/7581 del 18/12/2017 e s.m.i.**) attribuiscono ai comuni compiti e competenze in materia di Polizia Idraulica che richiedono, in attuazione della L.R. 1/2000, l'individuazione del Reticolo Idrico Minore e del Reticolo Idrico Privato e delle relative Norme Tecniche per la predisposizione dei provvedimenti concessori e di nullasta idraulico.

Nell'ambito della presente Variante Generale al PGT vigente è stato predisposto dal Comune di Lonato del Garda, in collaborazione con gli scriventi, l'**Aggiornamento del Documento di Polizia Idraulica ai sensi della D.G.R.10/7581 del 18/12/2017 e s.m.i.** (Doc. di Piano - **RIM DPI (ET-EN)**), le cui risultanze vengono integralmente recepite in quanto lo stesso studio viene adottato contestualmente al presente aggiornamento del PGT e dovrà acquisire specifico parere da parte dell'Ente Competente - STER di Brescia.

In ottemperanza al cap. 5 dell'**Allegato D alla D.G.R.10/7581 del 18/12/2017 e s.m.i.** sono state istituite, per il territorio di Lonato del Garda, al **Titolo III dell'Elaborato Normativo del Documento di Polizia Idraulica (Doc. di Piano RIM DPI (ET-EN))**, le **Fasce di Rispetto a tutela dei corpi idrici** appartenenti al Reticolo Idrico Principale (RIP), al Reticolo Idrico Minore (RIM) ed al Reticolo Consortile di Bonifica (RIB) entro cui applicare le norme di polizia idraulica.

□ **Fasce ad Alto Grado di tutela del Reticolo Idrico Principale di competenza regionale (RIP - All. A della D.G.R. 10/7581/2017) e minore di competenza comunale (RIM - All. D della D.G.R. 10/7581/2017)**

Le Fasce ad Alto Grado di Tutela sono state attribuite a **tutti i corsi d'acqua classificati quale Reticolo Idrico Principale (RIP) ed alle aste di ordine maggiore dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore (RIM)**, come definiti nell'**Elaborato Normativo del Documento di Polizia Idraulica** (Titolo III – Artt.1,4 del *Doc. di Piano RIM DPI(EN-ET)*) e come rilevati e riportati nella **Carta del Sistema Idrografico Rilievi 2019** (*Doc. di Piano SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D*) e nella **Carta delle Fasce di Tutela del Reticolo Idrico Principale e Minore** (*Doc. di Piano RIM Tavv.3 A/B/C/D*).

L'alto grado di tutela è stato attribuito al Fosso Redone sia nel tratto appartenente al reticolo idrico principale di competenza regionale, che nei rami d'acqua afferenti al reticolo idrico minore di competenza comunale.

Esse possiedono **estensione pari ad almeno 10 m da ciascun lato del corpo; laddove sono state rilevate aree esondabili più ampie di 10 m le fasce di tutela ne seguono infatti l'andamento.**

Si sottolinea la difficoltà di rendere cartograficamente l'ampiezza della fascia per i tratti intubati e si raccomanda quindi di attenersi alla distanza indicata all'Art. 1 dell'Elaborato



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Normativo/Regolamento di Polizia Idraulica (**RIM DPI (EN-ET)**) ed all'applicazione di quanto prescritto all'Art. 4 dello stesso DPI.

All'interno di queste fasce sono state cartografate anche le zone umide più significative sviluppate in fregio ai corsi d'acqua di riferimento, caratterizzate da un elevato interesse geomorfologico, paesaggistico e naturalistico, oltrechè dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scarse o molto scarse e dalla falda acquifera affiorante o subaffiorante. Entro questi ambiti, più estesi, sono talora comprese le aree umide inserite nel PTCP.

□ **Fasce a Medio Grado di Tutela del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale (RIM – All. D alla D.G.R. 10/7581/2017) – Aree esondabili**

Le Fasce a Medio Grado di Tutela sono state istituite a tutela delle **aste di ordine minore dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore (RIM)**, come definiti nell'*Elaborato Normativo del Documento di Polizia Idraulica* (Titolo III – Artt.2,4 del *Doc. di Piano RIM DPI(EN-ET)*) e come rilevati e riportati nella *Carta del Sistema Idrografico Rlievi 2019* (*Doc. di Piano SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D*) e nella *Carta delle Fasce di Tutela del Reticolo Idrico Principale e Minore* (*Doc. di Piano RIM Tavv.3 A/B/C/D*).

Esse possiedono **estensione pari ad almeno 4 m da ciascun lato del corpo**; laddove sono state rilevate aree esondabili più ampie di 4 m le fasce di tutela ne seguono infatti l'andamento. Si sottolinea la difficoltà di rendere cartograficamente l'ampiezza della fascia per i tratti intubati e si raccomanda quindi di attenersi alla distanza indicata all'Art. 2 dell'Elaborato Normativo/Regolamento di Polizia Idraulica (**RIM DPI (EN-ET)**) ed all'applicazione di quanto prescritto all'Art. 4 dello stesso DPI.

All'interno di queste fasce sono state cartografate anche le zone umide più significative sviluppate in fregio ai corsi d'acqua di riferimento, caratterizzate da un elevato interesse geomorfologico, paesaggistico e naturalistico, oltrechè dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scarse o molto scarse e dalla falda acquifera affiorante o subaffiorante. Entro questi ambiti, più estesi, sono talora comprese le aree umide inserite nel PTCP.



□ **Fascia di competenza del Reticolo Idrico Consortile (RIB – All. C alla D.G.R. 10/7581/2017):
Consorzio di Bonifica Chiese e Consorzio di Bonifica Garda Chiese**

Le Fasce di Competenza del Reticolo Idrico Consortile (RIB) sono state istituite per la gestione e tutela del reticolo idrografico di competenza dei Consorzi di Bonifica come definiti nell'*Elaborato Normativo del Documento di Polizia Idraulica* (Titolo III – Artt.3,4 del *Doc. di Piano RIM DPI(EN-ET)*) e come rilevati e riportati nella *Carta del Sistema Idrografico Rilievi 2019* (*Doc. di Piano SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D*) e nella *Carta delle Fasce di Tutela del Reticolo Idrico Principale e Minore* (*Doc. di Piano RIM Tavv.3 A/B/C/D*).

In ottemperanza alla D.G.R. 10/7581/2017 e s.m.i. è stata individuata una fascia di competenza, **ampia 10 m da ciascuna sponda dei canali consortili** inseriti nella D.G.R. 7/20552 del 11/02/2005, e loro derivazioni.

Queste fasce hanno un significato decisamente diverso dalle fasce di tutela del RIP e del RIM, in quanto non istituiscono una “tutela s.s.”, ma attribuiscono la “competenza” al Consorzio Chiese ed al Consorzio di Bonifica Garda Chiese (inseriti nell'allegato C della D.G.R. 10/422972015 e della D.G.R. 10/7581/2017) e demandano alla specifiche normative di riferimento per i consorzi di Bonifica (Regolamenti dei Consorzi di Bonifica e R.R. 3/2010 e s.m.i.) le attività vietate e/o soggette ad autorizzazione.

10.1.3 Aree soggette a vincoli di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

□ **Aree di salvaguardia dei pozzi comunali di Lonato d/G e del pozzo “Drugolo”**

Il D.L.vo 152/06 all'art. 94 prevede, per le opere di captazione delle acque destinate al consumo umano, l'istituzione delle aree di salvaguardia all'interno delle quali alcune attività sono vietate e/o soggette ad autorizzazione, al fine di tutelare le risorse idriche destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto e quindi a carattere di pubblico interesse.

Le aree di salvaguardia sono distinte in **zone di tutela assoluta e di rispetto**, con vincoli di utilizzo del suolo decrescenti.

La **zona di tutela assoluta (ZTA)** è rappresentata dall'area immediatamente circostante l'opera di emungimento, con estensione minima pari a 10 m di raggio dal punto di captazione, e deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di presa ed infrastrutture di servizio.

La **zona di rispetto (ZR)** è costituita dalla porzione di terreno circostante la zona di tutela assoluta delle opere di captazione, da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata.

Per quanto riguarda i criteri per definire le dimensioni della zona di rispetto, bisogna fare riferimento all'allegato 1 punto 2 della D.G.R. 7/12693 del 10 Aprile 2003, “Direttive per la



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto" ed alla D.G.R. 15137 del 27 giugno 1996 "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazione di acque sotterranee destinate al consumo umano".

Per la delimitazione della fascia di rispetto, delle opere già esistenti, in ottemperanza alle normative vigenti, D.G.R. 7/12693 del 2003, viene mantenuta la perimetrazione mediante criterio geometrico.

Tali aree potranno essere ripериметrate utilizzando il criterio temporale (isocrona a 60 gg) nel caso di acquiferi vulnerabili dalla superficie, o il criterio idrogeologico nel caso di acquiferi protetti, come definito nella D.G.R. 6/15137 del 1996.

Sono stati considerati i pozzi e le relative fasce di rispetto come già riportati nello studio del PGT 2009/2010; è stato inserito anche il pozzo "Drugolo", che risulta alimentare la rete dell'acquedotto comunale di Bedizzole.

La fascia di rispetto del nuovo pozzo Molini (LO-173), realizzato nel 2009, è stata calcolata con il criterio temporale (isocrona a 60 gg).

Si segnala infine che, su proposta di A2A s.p.a., nel 2015, in sede di rinnovo della concessione di acque sotterranee ad uso potabile per il pozzo Centenaro (LO-009) la Zona di Rispetto è stata fatta coincidere con la Zona di Tutela Assoluta, (R=10 m) secondo il criterio idrogeologico.



10.2 CARTA DI SINTESI - AMBITI DI VULNERABILITA' IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA E/O DI PERICOLOSITA' GEOLOGICO-GEOTECNICA AI SENSI DELLA D.G.R. 92616/2011 - D.G.R. 10/6738/2017 (PARZIALE AGGIORNAMENTO 2019)

10.2.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

□ Area interessata da fenomeni d'instabilità dei versanti di tipo superficiale – Fronti di scavo subverticali abbandonati.

Sono state raggruppate in questa categoria aree con versanti interessati da fenomeni di instabilità in graduale evoluzione o anche quiescenti.

Si tratta di aree con pendii ad elevata acclività interessate per lo più da interventi antropici di taglio e/o rettifica dei versanti, privi di adeguate strutture di sostegno, di consolidamento e di ripristino del manto vegetale.

I dissesti per lo più di tipo superficiale, talora più profondi ed in genere quiescenti, possono essere riattivati dal ruscellamento delle acque superficiali.

Particolare attenzione va rivolta alle scarpate che delimitano aree già sede di escavazione, oggi abbandonati, la cui stabilità non appare verificata in relazione alla presenza di condizioni di inclinazione subverticali tali da poter innescare fenomeni di erosione e crollo, con arretramento nel tempo dei vecchi fronti di coltivazione.

In questa sottoclasse rientrano anche i fenomeni di instabilità (frane superficiali quiescenti o in lenta evoluzione), localizzati a monte di alcune sedi stradali, che potrebbero riattivarsi (colamenti di terra) in occasione di eventi meteorici intensi ed invadere, anche solo parzialmente, la carreggiata. I decorticamenti superficiali, segnalati nella "Carta della Dinamica Geomorfologica e del Sistema Idrografico" sono stati inseriti all'interno di queste aree solo nei casi in cui il dissesto appariva più significativo.

□ Area con versanti acclivi (inclinazione prevalentemente maggiore di 20°)

Questi settori, compresi per lo più nei cordoni morenici, corrispondono ai versanti collinari più ripidi contraddistinti da aree stabili, ma con pendii piuttosto inclinati in relazione alle condizioni litologiche esistenti. Si tratta di conseguenza di aree più delicate per quanto riguarda la possibilità di innescare situazioni di dissesto derivanti da interventi antropici errati in grado di rompere l'equilibrio esistente.



10.2.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico (Aggiornamento 2019)

- **Area di cava dismessa - Ex “Area di Recupero n°2” ed ex “Area di coltivazione CR31” del Piano Cave Provinciale**
- **Area di discarica controllata cessate o in fase di gestione operativa**

Sono state inserite in questi ambiti alcune aree oggetto di attività escavativa e/o di discarica presenti nel territorio comunale.

In questo ambito è stato incluso un settore, alquanto esteso, della piana fluvioglaciale della Croce di Venzago, già zona estrattiva (cave di ghiaia e sabbia) denominata “Area di Recupero n° 2” e “Area Estrattiva CR31” del Piano Cave Provinciale. Tali aree non sono più attive e risultano stralciate dal PPC. Entro questo settore sono estesamente presenti aree di cava con attività dismesse.

Nella stessa piana della Croce di Venzago sono inoltre comprese alcune vecchie aree di discarica di inerti tombate (Discarica Lorenzoni).

Non più attiva (fase di gestione operativa per conferimento ultimato) è anche la discarica controllata di II^ categoria tipo A, per rifiuti inerti e derubricati inerti (Discarica Parolini-Valli) ubicata al limite settentrionale del polo di recupero.

Per maggiori dettagli riguardo l'identificazione e perimetrazione di tali aree si rimanda alla *Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del sistema idrografico (Doc. di Piano SG Tavv.2bis)* ed al **Cap. 11 “Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata”** per maggiori dettagli inerenti l'individuazione di tali aree nella Pianificazione Provinciale.

- **Area di ex discarica non controllata (rifiuti, rifiuti inerti e speciali derubricati inerti, R.S.U.)- Aree da Bonificare**

Rientrano in questa categoria i siti di discarica non controllata di C.na Traversino e di località Trivellino.

Il sito di discarica Traversino negli anni passati è stato oggetto di numerose campagne di indagine (Comune di Lonato, Provincia di Brescia, ecc.), conseguentemente alla sua attività condotta in assenza di controllo. Tenuto conto delle problematiche emerse, in accordo con quanto espresso dal Ministero dell'Ambiente l'area, allo stato attuale, viene considerata non bonificata ed è individuata anzi come area a “rischio per la contaminazione delle acque sotterranee e, quindi, della salute pubblica”.

In funzione di questo giudizio si ritiene di dover attribuire a quest'area consistenti limitazioni nella fattibilità.

Per maggiori dettagli riguardo l'identificazione e perimetrazione di tali aree si rimanda alla *Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del sistema idrografico (Doc. di Piano SG Tavv.2bis)* ed al **Cap. 11 “Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata”** per maggiori dettagli inerenti l'individuazione di tali aree nella Pianificazione Provinciale.



□ **Piano Provinciale Cave: “Cava di Recupero Rg7”**

E' stata inserita entro questo poligono un ambito tutt'oggi previsto entro il PPC. Entro questo settore sono di fatto presenti impianti di trattamento di inerti e solo limitatamente attività estrattive.

Per maggiori dettagli riguardo l'identificazione e perimetrazione di tali aree si rimanda alla *Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del sistema idrografico (Doc. di Piano SG Tavv.2bis)* al **Cap. 11** “*Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata*” per maggiori dettagli inerenti l'individuazione di tali aree nella Pianificazione Provinciale.

□ **Area con possibile presenza di rifiuti interrati**

Entro queste aree si segnala la presenza di materiali di riporto, riferibili a scarti di fonderia, accumulati in fregio alla S.S. 668 (Lonato –Montichiari). Negli anni passati sono state condotte indagini ambientali di caratterizzazione da parte degli Enti Competenti, che hanno verificato l'assenza di contaminazione, prescrivendo altresì alcuni interventi di messa in sicurezza dei luoghi.

Tuttavia in funzione della loro realizzazione solo parziale si è ritenuto opportuno segnalare in maniera specifica questi siti a maggiore vulnerabilità.

Per maggiori dettagli riguardo l'identificazione e perimetrazione di tali aree si rimanda alla *Carta della Dinamica Geomorfologica con elementi del sistema idrografico (Doc. di Piano SG Tavv.2bis)*

□ **Area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda, non sfruttata ad uso idropotabile)**

Sono state inserite in questo ambito le aree a vulnerabilità alta o molto alta delle acque sotterranee (prima falda). Si sottolinea come la prima falda cui si riferisce la vulnerabilità non sia in alcun caso sfruttata ad uso idropotabile. Di ciò si è tenuto conto nell'assegnazione delle limitazioni d'uso.

10.2.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

□ **Area allagata per difficoltà di smaltimento delle acque di pioggia**

In queste aree sono comprese alcune locali situazioni di allagamento che si verificano, in concomitanza di eventi piovosi intensi e prolungati, (violenti temporali o nubifragi) individuate in base a testimonianze locali, alla morfologia dei luoghi, ai segni lasciati dal passaggio delle acque, ecc.; sono segnalati in carta anche alcuni tratti di strada che, in occasione di precipitazioni intense, si allagano per difficoltà di smaltimento delle acque piovane divenendo pertanto la sede del deflusso idrico canalizzato dalle aree limitrofe.



□ **Area umida**

Sono state cartografate le zone umide più significative, caratterizzate da un elevato interesse geomorfologico, paesaggistico e naturalistico, oltrechè dalla presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scarse o molto scarse e dalla falda acquifera affiorante o subaffiorante. Entro questi ambiti, più estesi, sono comprese le aree umide inserite nel PTCP.

10.2.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

□ **Area con terreni a caratteristiche geotecniche scadenti.**

In queste aree sono stati cartografati i depositi torbosi e i materiali di riporto aventi spessore di almeno 1 m. Sono inoltre stati inserite le aree così denominate nella “*Carta di Prima Caratterizzazione Geotecnica dei Terreni (Doc. di Piano SG/MOPS Tav 4)*”.

In questi ambiti possono essere presenti terreni di fondazione con caratteristiche geotecniche da mediocri a scadenti e/o presenza di falde idriche a scarsa profondità dal p.c.

Non sono stati inseriti in questo ambito i materiali di riporto che costituiscono i rilevati stradali e ferroviari.

10.2.5 Aree di interesse geomorfologico-paesaggistico

□ **Aree di elevato interesse geomorfologico, paesaggistico e vegetazionale (peraltro in parte già rientranti, nelle zone di vincolo ambientale ed idrogeologico):**

- ✓ Ambito delle colline moreniche maggiormente articolate, a morfologia ondulata con ripiani subpianeggianti; alternanza di zone boscate, oliveti, vigneti, e prati permanenti.
- ✓ Fascia perilacustre

E' stata così classificata una porzione alquanto ampia del territorio comunale caratterizzata da morfologia piuttosto varia, con rilievi pronunciati, blande ondulazioni e superfici subpianeggianti. I boschi rivestono i pendii più ripidi, mentre le aree meno acclivi sono caratterizzate da vigneti, olivi, prati permanenti e seminativo.

Si riconosce una limitazione alla modifica delle destinazioni d'uso riferita al pregio morfologiocoespaggistico e naturalistico di queste aree, caratterizzate da rilievi e versanti particolarmente esposti da un punto di vista percettivo che rivestono un valore per la spiccata vocazione agricola e per la presenza di aree con vegetazione arborea.

E' stata inoltre individuata una fascia posta a ridosso dalla sponda del Lago di Garda. L'istituzione di questa sottoclasse tiene conto dei processi erosivi che possono agire lungo i litorali e dell'interesse morfologico-paesaggistico che riveste la fascia costiera.

In questa sottoclasse risultano già comprese le zone sottoposte a vincolo:

- di protezione delle bellezze d'insieme (D. Lgs. 42 del 22/02/2004)
- di protezione dei laghi, fiumi, torrenti e corsi d'acqua (D. Lgs. 42 del 22/02/2004)
- idrogeologico ai sensi dell'Art.1 R.D. 30/12/1923 n.3267



11 RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRORDINATA (PAI – PGRA -PTUA - PTR – PTCP – PCP - PPGR)

In ottemperanza alla D.G.R. 9/2616/2011 e D.G.R. 10/6738/2017 è stata presa visione della cartografia relativa al territorio comunale di Lonato del Garda inerente **Piani Sovraordinati** come consultabili mediante i SIT Regionali e Provinciali. La loro consultazione ha comportato alcune modifiche alle normative di vincolo e fattibilità vigenti.

□ Raccordo con il PAI ed il PGRA - Aggiornamento della Carta PAI-PGRA (Doc. di Piano SG Tav.14)

Il Comune di Lonato del Garda risulta **inserito nella tabella 2** allegata alla **D.G.R. n° 9/2616 del 30/11/2011** tra i comuni, compresi nella **D.G.R. n° 7/7365 del 11/12/2001**, che hanno concluso l'iter 5.3 di cui all'art. 18 delle N.d.A. del PAI. Per il Comune di Lonato d/G sono segnalati alcuni dissesti PAI (<http://cartografia.regione.lombardia.it>) anche in relazione agli aggiornamenti eseguiti in passato fase di predisposizione del PGT ed il “Quadro del Dissesto PAI” risulta “aggiornato”.

Dall'analisi delle Carte Inventario non risulta censito nessun fenomeno di dissesto attivo. Sono state comunque inserite nella “**Carta PAI-PGRA**” (Doc. di Piano **SG Tav.14**, scala 1:10.000) le aree già rilevate nello studio geologico del Luglio 2003, la cui procedura d'adozione risulta “conclusa”.

I nuovi rilievi in relazione allo stato dei luoghi non hanno comportato ripermetrazioni delle aree già vigenti e/o inclusioni di nuove aree.

Il **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni nel Distretto del Po (PGRA)** è stato adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4 e approvato in data 03.03.2016 con Deliberazione n. 2/2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.30 del 06.02.2017).

Nelle **Mappe di Pericolosità del PGRA il Comune di Lonato del Garda** è interessato dagli scenari che fanno riferimento a due diversi ambiti territoriali:

- **Reticolo Secondario Collinare e Montano - RSCM**
- **Reticolo Secondario di Pianura – RSP (reticolo artificiale)**
- **Aree Costiere Lacuali (ACL)**

Le aree allagabili individuate dal PGRA si sovrappongono, per quanto concerne l'ambito **RSCM**, alle aree già individuate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come “**Aree di Conoide non recentemente riattivato**”.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Le **Aree Allagabili PGRA** riportate nelle Mappe della Pericolosità e del Rischio Alluvioni allegate al PRGA, come scaricabili dal SIT della Regione Lombardia (Livelli Direttiva Alluvioni) e le **Aree PAI** vigenti sono state riportate, anche in ottemperanza a quanto previsto dall'All. A alla D.G.R. 11/470/2018) nella **Carta della dei Vincoli Geologici (Doc. di Piano SG Tav.11)**, e nella "**Carta PAI-PGRA**" (Doc. di Piano SG Tav.14, scala 1:10.000) al fine della necessaria applicazione della disciplina prevista per le aree allagabili di nuova perimetrazione.

Sulla base di quanto riportato nel precedente §4.6.2 e §4.6.3, nella **Carta dei Vincoli Geologici (Doc. di Piano SG TAV.11)** sono riportate sia le aree allagabili derivanti dalle Mappe di Pericolosità del PGRA afferenti all'ambito territoriale Aree Costiere e Lacustri (ACL), al Reticolo Secondario Collinare Montano (RSCM) con sovrapposte le corrispondenti Aree PAI-Cn ed all'ambito territoriale Reticolo Secondario di Pianura (RSP - Reticolo Consortile).

Sullo stesso elaborato sono inoltre indicate lungo il Reticolo Secondario di Pianura - RSP le aree classificate a rischio elevato R3 nelle mappe di rischio del PGRA, all'interno delle quali il Comune è tenuto ad effettuare una valutazione dettagliata della pericolosità e del rischio locale, come indicato nel par. 3.3.4 dell'Allegato A alla D.G.R. n.X/6738/2017.

Per quanto concerne la **Carta di Sintesi (Doc. di piano SG Tav. 12)** e la **Carta di Fattibilità per l'applicazione delle Norme Geologiche di Piano (Doc. di Piano SG Tav.13, scala 1:10.000)** è stata fatta la scelta di non inserire i perimetri PAI-PGRA; ciò al fine di ottenere una migliore leggibilità delle tavole (che prevedono già numerose sovrapposizioni) ed anche tenuto conto della istituzione di specifiche "Norme di Vincolo" di carattere geologico definite al Titolo II - Art.6 delle Norme Geologiche di Piano .

E' stato in ogni caso segnalata per le Aree PAI-PGRA la **vigenza di norme generali di classe 2 e 3** sia nelle **Norme Geologiche di Piano (Titolo I e II delle NG)**; nella **Carta di Fattibilità per l'applicazione delle Norme Geologiche di Piano (Doc. di Piano SG Tav.13, scala 1:10.000)** è stata inserita un'apposita raccomandazione:

"Si raccomanda la consultazione obbligatoria della Carta dei Vincoli Geologici (SG Tav.11) per la verifica della presenza di Vincoli Normativi di carattere Geologico ai quali è associata specifica normativa (Titolo II delle NG) e norme generali di fattibilità (Titolo I delle NG)"



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

□ **Raccordo con il Programma di Tutela ed Uso delle Acque (PTUA)**

La cartografia d'interesse è riferita al PTUA – Programma di Tutela ed Uso delle Acque (D.G.R. 10/6990 del 31/07/2017) ed in particolare alla **Tav. 11a – Registro delle Aree Protette (aree designate per l'estrazione di acqua destinata al consumo umano e zone di protezione delle acque sotterranee per l'utilizzo potabile)**.

Il territorio di Lonato del Garda rientra, nella sua porzione meridionale e centro-occidentale, nella **“Macro-Area di riserva”**.

Si segnala in proposito che nonostante la falda profonda sia risultata in territorio di Lonato del Garda caratterizzata da bassa vulnerabilità, sono state istituite, su gran parte del territorio classi di fattibilità (classe 2) a tutela della falde superficiali, non sfruttate ad uso potabile, in ragione di preservare il sistema idrogeologico dell'ambito collinare morenico nel suo complesso ed in relazione ai rapporti reciproci di alimentazione.

□ **Raccordo con il PTR**

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), approvato con D.C.R. 951 del 19/01/2010 rappresenta l'atto fondamentale di orientamento per la programmazione e pianificazione dei Comuni e delle Provincie.

In ottemperanza a quanto richiesto dal PTR e dalla D.G.R. 9/2616/2011 è stata verificata l'eventuale inclusione del Comune di Lonato d/G nella tabella **“Progetti di riferimento per le previsioni di infrastrutture per la difesa del suolo”** allegata all'Elaborato SO1, riportato all'interno degli Strumenti Operativi 4 del PTR, di maggiore interesse ai fini dello Studio Geologico.

Non sono presenti progetti per il Comune di Lonato del Garda.

□ **Raccordo con il PTCP e con la Pianificazione Provinciale**

Si è presa infine visione del **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, PTCP vigente**, approvato con **Del. di Cons. 31 del 13/06/2014** e delle cartografie tematiche ad esso allegate.

La cartografia tematica del PTCP nella **Tav. 3.1 Ambiente e Rischi** riporta le aree in dissesto che risultano aggiornate in conformità al Quadro del Dissesto del PGT vigente e come risultanti dal SIT regionale.

Sono inoltre segnalati n° 6 pozzi comunali, che non risultano essere aggiornati rispetto allo stati di fatto ed alla cartografia del PGT vigente; si segnala infatti nella cartografia PTCP la presenza di 2 pozzi attualmente in disuso (Pozzo Madonna delle Scoperta vecchio e Pozzo di CastelVenzago) nonché l'assenza di n° 2 pozzi in esercizio (Pozzo Madonna della Scoperta Nuovo e Pozzo Centenaro) e del Pozzo Drugolo, privato ma in uso all'acquedotto comunale di Bedizzole). **Si propone pertanto l'adeguamento della cartografia del PTCP alle tavole del PGT vigente.**

In questa tavola sono infine riportati per il territorio di Lonato d/G i bacini idrici da attività estrattiva, il Reticolo Idrico Principale, le zone umide, ed i bacini idrici naturali e artificiali; tali tematismi sono conformi ad altri livelli informativi del PTCP e/o del SIT Provinciale, presi in esame a seguire.





*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*

COMUNE DI LONATO DEL GARDA (BS)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La cartografia tematica del PTCP nella **Tav. 3.3 Pressioni e sensibilità ambientali** le aree in dissesto, conformi al Quadro del Dissesto del PGT vigente e del SIT regionale, i Laghi e le Zone Umide, il Reticolo Idrico Principale, i siti da bonificare, le discariche, gli ATE, ed i cordoni morenici. Tali tematismi sono conformi ad altri livelli informativi del PTCP e/o del SIT Provinciale, presi in esame a seguire.

Nella Cartografia del PTCP relativa alla **Rete Ecologica, Tav. 4**, sono state identificate le **Zone Umide** che sono state riportate con idonea simbologia nella cartografia allegata al **Documento di Polizia Idraulica (Doc. di Piano RIM DPI(ET-EN))** ed in particolare nella tavola **SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D/E**.

RETICOLO IDRICO MINORE DI COMPETENZA COMUNALE -RIM- (DGR X/7581/2017 -All. D)

-  Corso d'acqua in sezione naturale - *Codice corso d'acqua : XXYY (dove XX=bacino idrografico, YY=n° progressivo asta*
-  Corso d'acqua in sezione intubata
-  Lago / stagno organico al sistema idrografico ed afferente al RIM - *Codice lago : LXXYY (dove XX=bacino idrografico YY=n° progressivo lag*
-  Zona umida - *Codice zona umida: UXXYY (dove XX=bacino idrografico, YY=n° progr. zona umida)*
-  Perimetro delle zone umide nella cartografia del PTCP

Tuttavia sulla base dei rilievi eseguiti le **Zone Umide** inserite nel RIM (con codice identificativo) e pertanto recepite nel PGT con apposite norme di vincolo (Titolo II delle NGP) e di fattibilità (Titolo I delle NGP), risultano essere maggiormente estese rispetto alle perimetrazioni del PTCP.

Si propone pertanto l'adeguamento del PTCP alle aree come risultanti dai rilievi del 2019 e come riportate nelle tavole del Doc. di piano SG/RIM Tavv.2 A/B/C/D/E - SG Tav.11 - SG Tav.12 - SG Tav.13.

Nella **Tav. 2.6 Rete Verde Paesaggistica** sono altresì riportati alcuni elementi idrografici (laghetti e corsi d'acqua) in numero sicuramente inferiore ai laghetti e corsi d'acqua come identificati nel **Documento di Polizia Idraulica (Doc. di Piano RIM DPI (ET-EN))** e nella relativa cartografia.

Si propone anche in questo caso l'aggiornamento dei livelli PTCP sulla base dei dati del presente studio ed in particolare dello Studio del RIM.

Nella **Tav. 2.7 – Ricognizione delle tutele dei beni paesaggistici e culturali** sono riportati alcuni settori ricadenti in aree classificate come *Ambiti, aree, sistemi ed elementi assoggettati a specifica tutela dal codice dei beni culturali e del paesaggio (DLgs 42/2004)* ed in particolare come *Foreste e boschi (DLgs 42/2004 art 142, c.1, l. g, ex 431/85)*. Tali aree hanno riscontro nella classe di vulnerabilità ambientale e morfologico-paesaggistica inserita nella **Carta di Sintesi** e conseguentemente risultano idoneamente normate nella relativa classe di fattibilità.



RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La cartografia del SIT Provinciale relativa ai **Vincoli Idrogeologici** (Livello Idrogeologia – R.D. 3267/1923 e L.R. 27/2004 e s.m.i.) riporta alcune aree presso località BarcuZZi denominate “**Aree a Vincolo Idrogeologico**”. Tali aree hanno riscontro nella classe di vulnerabilità ambientale e morfologico-paesaggistica inserita nella **Carta di Sintesi** e conseguentemente risultano idoneamente normate nella relativa classe di fattibilità.

Anche in questo livello informativo sono inseriti i “**Laghi e Specchi d’acqua**”; si ribadisce in proposito quanto già espresso a commento della Tav. 2.6 del PTCP.

Infine la cartografia SIT Provinciale relativa al “**Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti –PPGR** (D.G.R. 9/661 del 20.10.2010) al Livello “**Piano Rifiuti 2010**” riporta **aree di discarica cessata, aree oggetto di bonifica e aree di discarica in gestione operativa conferimento ultimato**. Tali aree risultano inserite nelle varie tavole della cartografia di analisi e di sintesi allegate al presente Studio Geologico; alle problematiche ad esse correlate è stato dato idoneo riscontro, nel PGT vigente, nelle classi di fattibilità e nelle relative Norme Geologiche di Piano.

Si è provveduto, nel presente aggiornamento, per un migliore raccordo tra le norme di fattibilità e le indicazioni del PPGR all’istituzione della “**classe di Fattibilità 3f₁**” specificatamente correlata alle aree di discarica cessata o in fase di gestione operativa per conferimento ultimato.

Si segnala tuttavia che la loro perimetrazione PTCP risulti talora non rispondente allo stato dei luoghi; nella perimetrazione della classe di fattibilità 3f₁ si è pertanto adattato il poligono alla base topografica.

Si propone in questo caso una verifica da parte della Provincia ed un eventuale aggiornamento dei livelli informativi e della cartografia del PPGR.

Il **Piano Cave Provinciale della Provincia di Brescia – Settori Sabbie e Ghiaie** (D.C.R. 25 Novembre 2004 n°7/114) riporta per il territorio di Lonato del Garda un’unica area denominata “**ATE g7R**”, già denominata **Rg7** nel PGT vigente, e per al quale è prevista la conduzione di una **Cava di Recupero**. Le prescrizioni prevedono che “*l’attività di Recupero è subordinata al parere favorevole dell’amministrazione comunale interessata, secondo i criteri regionali adottati per i recuperi e previsti dall’art. 39 della L.R. 14/98*”.

Padenghe sul Garda, 10/12/2019, (Rev. 02 Marzo 2021)

Phd. Geol. Rosanna Lentini

Dott. Geol. Damiano Scalvini

Con la collaborazione di

Dott. Geol. Mirko Braiato

Dott. Geol. Elisa Lancini

