

COMUNE DI OSMATE

Provincia di VARESE

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E
SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**
(Art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12)

Relazione geologica illustrativa e norme geologiche di piano

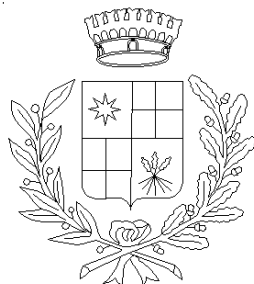
Dott. Geol. Marco Parmigiani

*Studi, consulenze e progetti nel settore della idrogeologia
e geologia ambientale*

Via R. Sanzio, 3 - Tradate (VA) Tel/ Fax 0331 - 810710
e_mail: parmig04@marcoparmigiani.191.it

C.F. PRM MRC 62H07 L319V - P. IVA n.02217070123

Febbraio 2010



COMUNE DI OSMATE
Provincia di VARESE

**COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL
PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**
(Art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005, n. 12)

**RELAZIONE GEOLOGICA ILLUSTRATIVA
E NORME GEOLOGICHE DI PIANO**

Sommario

1	PREMESSA ED OBIETTIVI.....	1
	<i>FASE DI ANALISI</i>	<i>2</i>
2	INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO	3
2.1	CARATTERI GENERALI	3
2.2	CLIMATOLOGIA DELL'AREA PREALPINA.....	4
3	GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E TETTONICA.....	11
3.1	GEOMORFOLOGIA	11
3.2	GEOLOGIA	11
3.2.1	<i>Unità geologiche del Quaternario</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Unità geologiche del substrato pre-Quaternario</i>	<i>14</i>
3.2.3	<i>Osservazioni litostratigrafiche di dettaglio dei depositi sciolti del Quaternario</i>	<i>15</i>
3.3	LINEAMENTI TETTONICI E STRUTTURALI	16
4	IDROGEOLOGIA.....	18
4.1	CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO	18
4.2	CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO E VULNERABILITÀ INTRINSECA DELLA FALDA.....	18
4.3	PIEZOMETRIA DELLA FALDA ACQUIFERA NEI DEPOSITI QUATERNARI.....	19

4.4	OPERE DI CAPTAZIONE ED INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA.....	20
4.5	QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE	20
4.5.1	<i>Classificazione idrochimica delle acque captate.....</i>	<i>20</i>
5	VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA	22
5.1	PREMESSA E QUALITÀ DEI DATI DISPONIBILI	22
5.2	IDENTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO E BILANCIO ACQUEDOTTISTICO	23
5.2.1	<i>Stato attuale.....</i>	<i>23</i>
5.2.2	<i>Proiezione in previsione del compimento delle azioni di Piano.....</i>	<i>25</i>
5.3	INDAGINE IMPIANTISTICA.....	27
5.3.1	<i>Schema della rete e caratteristiche delle opere.....</i>	<i>27</i>
5.3.2	<i>Disponibilità idrica extracomunale</i>	<i>28</i>
5.3.3	<i>Stima delle perdite della rete di adduzione e di distribuzione</i>	<i>29</i>
5.4	ANALISI IDROGEOLOGICA.....	29
5.4.1	<i>Analisi del regime delle precipitazioni e correlazione con il livello di falda.....</i>	<i>29</i>
5.4.2	<i>Bilancio idrogeologico</i>	<i>31</i>
5.5	CONSIDERAZIONI FINALI E PROPOSTE.....	35
5.5.1	<i>Valutazioni rispetto alla dotazione idrica attuale</i>	<i>35</i>
5.5.2	<i>Misure da adottare per il risparmio idrico.....</i>	<i>35</i>
6	IDROGRAFIA.....	37
6.1	ASSETTO IDROGRAFICO.....	37
6.2	INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE.....	37
6.3	INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	38
6.4	ULTERIORI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED ANTROPICI CONNESSI ALLA REGIMAZIONE DELLE ACQUE	39
6.5	VARIAZIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO DEL LAGO DI MONATE.....	40
7	AZZONAMENTO GEOLOGICO-TECNICO DEL TERRITORIO	42
7.1	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	42
7.3	ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO - TECNICO.....	45
8	IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL GAS RADON.....	46
8.1	LA MAPPATURA DEL TERRITORIO LOMBARDO	46
8.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	47
8.3	RISULTATI PRELIMINARI DELLO STUDIO ARPA	47
8.4	ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI PER LE NUOVE EDIFICAZIONI	48
9	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER FRANA	50
9.1	INDIVIDUAZIONE AREE PERICOLOSITÀ PER FRANA	50
9.2	METODOLOGIA DI ANALISI DELLA STABILITÀ DEI VERSANTI	51
9.2.1	<i>Analisi di stabilità di pendii in terreni sciolti</i>	<i>51</i>
9.3	ATTESTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DELLE AREE POTENZIALMENTE FRANOSE	52

10 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO.....	54
10.1 ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI	54
10.2 ANALISI SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE.....	55
10.2.1 <i>Analisi multicanale delle onde superficiali (Masw)</i>	57
10.2.1.1 Descrizione del metodo, strumentazione e criteri di acquisizione	57
10.2.1.2 Analisi dei risultati e calcolo delle Vs30.....	60
10.3 SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI	62
FASE DI SINTESI – VALUTAZIONE – PROPOSTA.....	65
11 QUADRO DEI DISSESTI CON LEGENDA P.A.I.....	66
12 QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI.....	67
12.1 VINCOLI DERIVANTI DALLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	67
12.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA.....	70
12.3 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO (L. 183/89)	79
13 SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE.....	80
14 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO.....	82
14.1 CONSIDERAZIONI GENERALI E METODOLOGICHE	82
14.2 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME TECNICHE	84
14.3 NORME ANTISISMICHE	90
14.3.1 <i>Norme di carattere generale</i>	90
14.3.2 <i>Indagini per la caratterizzazione sismica locale</i>	92
14.3.3 <i>Norme relative agli ambiti di amplificazione sismica locale</i>	92
14.3.4 <i>Norme specifiche per gli edifici ed opere infrastrutturali di cui alla D.D.U.O. 21/11/2003 (opere ed edifici strategici e rilevanti)</i>	93
14.4 NORME GENERALI PER L'ACCERTAMENTO DELLA SALUBRITÀ DEI TERRENI NELL'AMBITO DELLA RICONVERSIONE DI ATTIVITÀ INDUSTRIALI DISMESSE	95
15 CONCLUSIONI	96
BIBLIOGRAFIA.....	98

ALLEGATI DI DOCUMENTAZIONE

Allegati

- All. 1** Elenco pozzi e sorgenti del Comune di Osmate
- All. 2** Schede per il censimento delle sorgenti pubbliche
- All. 3** Analisi chimico - fisiche delle acque delle sorgenti comunali e del serbatoio acquedotto intercomunale
- All. 4** Stima fabbisogni idrici e bilancio acquedottistico del Comune di Osmate secondo i criteri del Programma di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A. appendice F)
- All. 5** Bilancio idrogeologico del Comune di Osmate
- All. 6** Approvazione dello Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore da parte della Regione Lombardia
- All. 7** Analisi di stabilità del pendio
- All. 8** Risultati delle prove MASW
- All. 9** Elenco delle attività produttive di interesse

Tavole

- Tav. 1** Geologia e geomorfologia – scala 1:10.000
- Tav. 2** Idrogeologia – scala 1:10.000
- Tav. 3** Caratteri geologico - tecnici, classi di acclività e individuazione degli elementi antropici – scala 1:5.000
- Tav. 4** Approfondimento per l'attestazione della pericolosità per frana e attribuzione delle classi di pericolosità – scala 1:5.000
- Tav. 5** Individuazione del reticolo idrografico minore – scala 1:5.000
- Tav. 6** Individuazione delle aree potenzialmente soggette a fenomeni di amplificazione sismica topografica – scala 1:10.000
- Tav. 7** Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000
- Tav. 8** Quadro dei dissesti con legenda P.A.I. – scala 1:10.000
- Tav. 9** Sintesi degli elementi conoscitivi – scala 1:5.000
- Tav. 10** Carta dei vincoli – scala 1:5.000
- Tav. 11** Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:5.000
- Tav. 12** Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:10.000

1 PREMESSA ED OBIETTIVI

A seguito dell'emanazione dei criteri attuativi della L.R. 12/05 (D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005, aggiornata dalla D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008), il Comune di Osmate si è dotato di specifico studio geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale (Luglio 2008), ritenuto conforme dalla Regione Lombardia con parere n. Z1.2008.22183 del 19 novembre 2008.

Il presente elaborato prende atto di quanto prescritto dalla Regione Lombardia nel suddetto parere e pertanto costituisce un aggiornamento della versione datata Luglio 2008.

Nell'ambito di tale aggiornamento è stato ripreso quanto già contenuto nella versione di Luglio 2008 e sono stati effettuati degli ulteriori approfondimenti relativamente a:

- verifica della disponibilità della risorsa idrica sotterranea nel territorio comunale, in relazione alle trasformazioni previste dal Piano di Governo del Territorio;
- valutazione della pericolosità per frana in corrispondenza di dissesti accertati e/o di versanti potenzialmente franosi.

L'esito finale dello studio si è concretizzato nella redazione della "carta di fattibilità geologica alle azioni di piano" da utilizzarsi congiuntamente alle "norme geologiche di piano" che riportano le specifiche normative d'uso.

Questi elaborati sintetizzano le principali problematiche di carattere geologico – tecnico ed idrogeologico del territorio, indicando le caratteristiche di ogni area omogenea ed i necessari interventi di salvaguardia da attuare, anche in relazione alla vincolistica ambientale vigente.

Il rilevamento geologico effettuato è stato eseguito su base fotogrammetrica in scala 1:2.000; le tavole tecniche sono restituite, a seconda degli specifici tematismi esaminati, alle scale 1:10.000 e 1:5.000.

Si precisa che gli elaborati del presente studio recepiscono criticamente le osservazioni e richieste di integrazione di cui al parere della Provincia di Varese allegato alla D.G.P. n. 1 del 12 gennaio 2010, relativa alla Valutazione ambientale Strategica del Piano di Governo del Territorio di Osmate.

Tali elaborati (Febbraio 2010) sostituiscono integralmente la versione datata Gennaio 2009.

FASE DI ANALISI

Allegati

- All. 1** Elenco pozzi e sorgenti del Comune di Osmate
- All. 2** Schede per il censimento delle sorgenti pubbliche
- All. 3** Analisi chimico - fisiche delle acque delle sorgenti comunali e del serbatoio acquedotto intercomunale
- All. 4** Stima fabbisogni idrici e bilancio acquedottistico del Comune di Osmate secondo i criteri del Programma di Tutela e Uso delle Acque (P.T.U.A. appendice F)
- All. 5** Bilancio idrogeologico del Comune di Osmate
- All. 6** Approvazione dello Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore da parte della Regione Lombardia
- All. 7** Analisi di stabilità del pendio
- All. 8** Risultati delle prove MASW
- All. 9** Elenco delle attività produttive di interesse

Tavole

- Tav. 1** Geologia e geomorfologia – scala 1:10.000
- Tav. 2** Idrogeologia – scala 1:10.000
- Tav. 3** Caratteri geologico - tecnici, classi di acclività e individuazione degli elementi antropici – scala 1:5.000
- Tav. 4** Individuazione del reticolo idrografico minore – scala 1:5.000
- Tav. 5** Individuazione delle aree potenzialmente soggette a fenomeni di amplificazione sismica topografica – scala 1:10.000
- Tav. 6** Carta della pericolosità sismica locale – scala 1:5.000

2 INQUADRAMENTO METEO – CLIMATICO

2.1 CARATTERI GENERALI

Se consideriamo l'aspetto fisico della regione Lombardia e l'ambito geografico in cui è inserita, notiamo una serie di elementi fondamentali ai fini della caratterizzazione climatica del territorio, quali la vicinanza del Mediterraneo, la vicinanza dell'area atlantica e della massa continentale europea e la presenza dell'Arco Alpino e dell'Appennino Settentrionale, barriere in grado di creare notevoli discontinuità nelle masse d'aria.

L'Arco Alpino, che delimita a Nord la Pianura Padana, costituisce una barriera difficilmente valicabile per le perturbazioni Atlantiche, che nel loro moto da Ovest verso Est interessano l'area Europea. Ciò conferisce caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura, il che risulta particolarmente evidente nel periodo invernale ed in quello estivo.

In inverno, in particolare, si riscontra un'elevata frequenza di nebbie e di gelate associate a fenomeni di inversione termica nei bassi strati, condizioni queste peraltro favorevoli all'accumulo di inquinanti negli strati atmosferici più vicini al suolo.

In estate, il tempo è caratterizzato dalla distribuzione relativamente uniforme della pressione (campi a debole gradiente o campi livellati). In tale stagione assistiamo ad elevati accumuli di energia nei bassi strati in forma di vapore, per effetto dell'intenso soleggiamento.

Tali accumuli, favoriti dalla presenza di una fitta rete idrica superficiale e di vaste aree a colture irrigue, fanno sì che instabilità di entità relativamente modesta (es.: irruzioni di aria più fredda nella media troposfera) possano dar luogo ad attività temporalesca anche intensa, accompagnata da vento forte, rovesci e grandinate.

Prescindendo dall'attività temporalesca estiva, possiamo osservare che le principali strutture meteorologiche responsabili delle situazioni di tempo perturbato sull'area sono le saccature (depressioni a forma di V) alimentate dal flusso perturbato atlantico ed i minimi isolati sul Mediterraneo (fra cui rientrano le depressioni del Golfo di Genova). In particolare il maggior contributo alle precipitazioni della Lombardia deriva da condizioni di flusso perturbato meridionale, di norma associate a saccature che nel loro transito da Ovest verso Est interessano il Mediterraneo centro – occidentale.

In tali condizioni, è frequente assistere all'isolarsi di minimi depressionari sul Golfo di Genova (ciclogenesi sottovento alle Alpi), che esercitano un caratteristico effetto volano, determinando il protrarsi delle condizioni di tempo perturbato sulla nostra area; infatti la traiettoria di tali sistemi, di norma verso oriente, fa sì che essi transitino sulla Pianura Padana, influenzandone le condizioni meteorologiche, prima di esaurirsi in Adriatico.

Un certo effetto sul quadro delle precipitazioni della Lombardia è poi dovuto agli altri tipi di depressioni isolate presenti sul Mediterraneo (es. depressioni africane).

Tutte le situazioni perturbate sopra descritte sono particolarmente frequenti nei periodi autunnale e primaverile ma possono manifestarsi in qualunque periodo dell'anno.

Da ricordare, in particolare, le perturbazioni intense, note con il nome di tempeste equinoziali, che ad inizio autunno o inizio primavera segnano la "rottura" del tempo al termine della fasi di maggior stabilità estiva o invernale.

2.2 CLIMATOLOGIA DELL'AREA PREALPINA

Globalmente, per l'area alpina e prealpina, si può parlare di clima continentale, con forti escursioni termiche diurne, piogge piuttosto abbondanti (spesso superiori ai 1000 mm/anno) concentrate soprattutto nel semestre estivo (per esempio nell'Alta Brianza, nell'Alta Val Brembana, nell'Alta Val Seriana, nella Media Valcamonica e nell'Alta Val Trompia le precipitazioni medie annue raggiungono i 1700 – 2000 mm) (Ottone & Rossetti, 1981).

In realtà, il clima dell'area varia in modo sostanziale da zona a zona, sia a causa delle diverse altitudini, sia per effetto dell'esposizione, fattore quest'ultimo predominante in questo tipo di orografia.

Né consegue che i versanti rivolti a Sud, più lungamente esposti alla radiazione solare, presentano una limitata copertura nevosa e sono più suscettibili di coltivazione, mentre quelli esposti a Nord presentano una copertura nevosa molto più abbondante ed una vegetazione costituita in gran parte da boschi e pascoli.

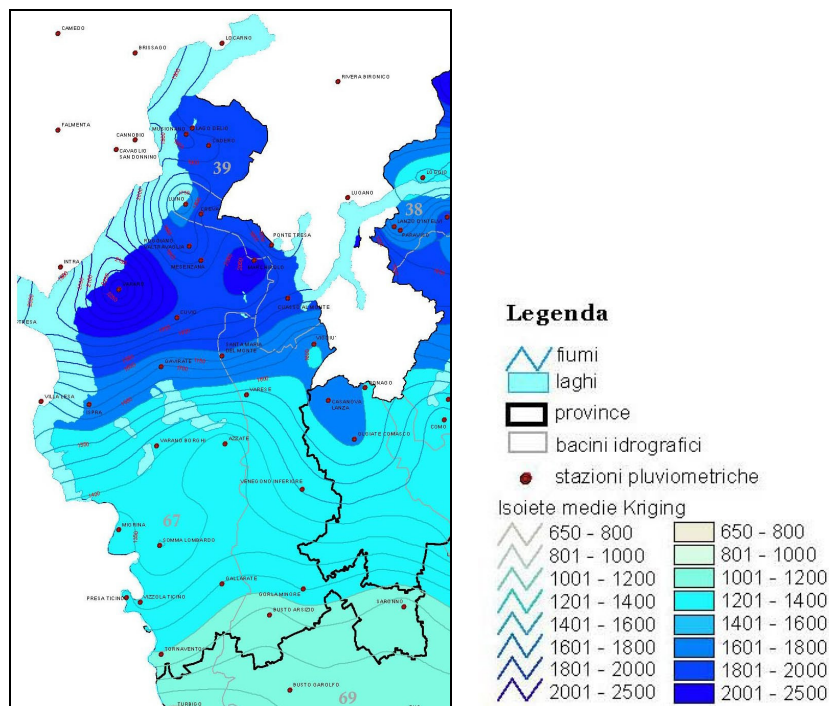
Condizioni climatiche particolari, soprattutto da un punto di vista igrometrico e pluviometrico, si riscontrano nella parte centrale delle Alpi (esempio: Alta Valtellina) che risulta molto asciutta (precipitazioni medie annue inferiori agli 800 mm) manifestando così i caratteri tipici del clima endoalpino.

Il fenomeno è da attribuire al fatto che i flussi perturbati tendono a liberarsi della propria umidità in forma di precipitazioni nella parte più esterna del massiccio alpino (Prealpi, aree alpine esterne) giungendo nella parte centrale del massiccio stesso ormai impoveriti di umidità.

Il Comune di Osmate si inserisce nell'ambiente fisioclimatico della zona prossima ai rilievi montuosi prealpini che, dal punto di vista climatico, risente della protezione dell'arco alpino dai freddi venti settentrionali e dalle perturbazioni provenienti dal versante Nord alpino. Questo "effetto barriera", che i monti oppongono, altera le condizioni atmosferiche generali ed assicura un clima meno rigido con una maggiore impronta mediterranea. La stretta vicinanza con i laghi prealpini, inoltre, porta ad una mitigazione degli estremi di temperatura.

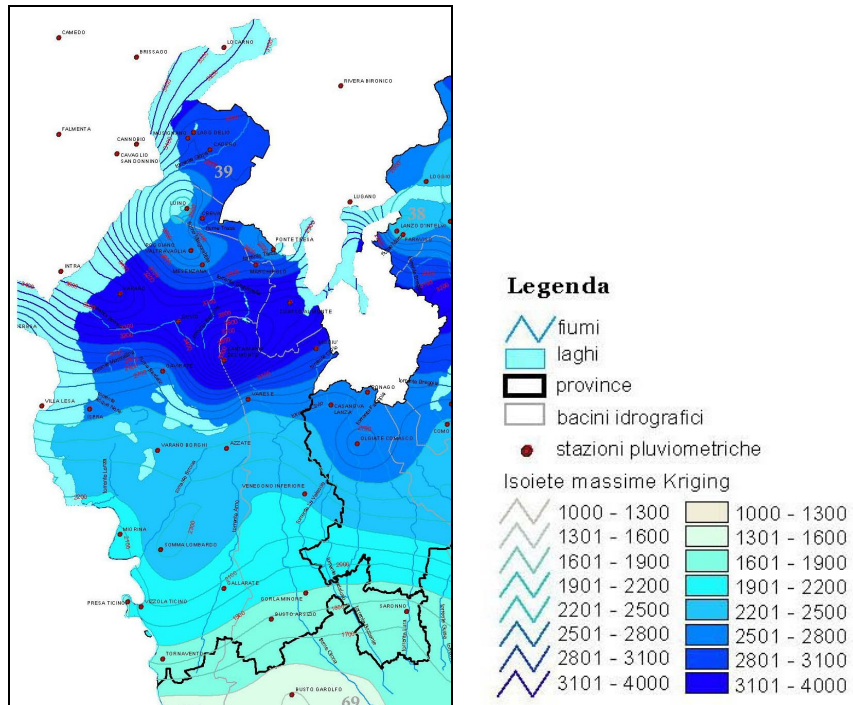
Il regime pluviometrico nel territorio di interesse è di tipo "prealpino", caratterizzato in generale da stagioni autunnali e primaverili più piovose, in quanto la frequente presenza di correnti atlantiche, spesso associate a depressioni sul Mediterraneo, favorisce le cosiddette "piogge equinoziali".

I risultati dell'elaborazione dei dati pluviometrici, illustrati nella Carta delle precipitazioni annue, mostrano che le precipitazioni medie annue tendono progressivamente ad aumentare, spostandosi dalla pianura padana verso i rilievi prealpini.

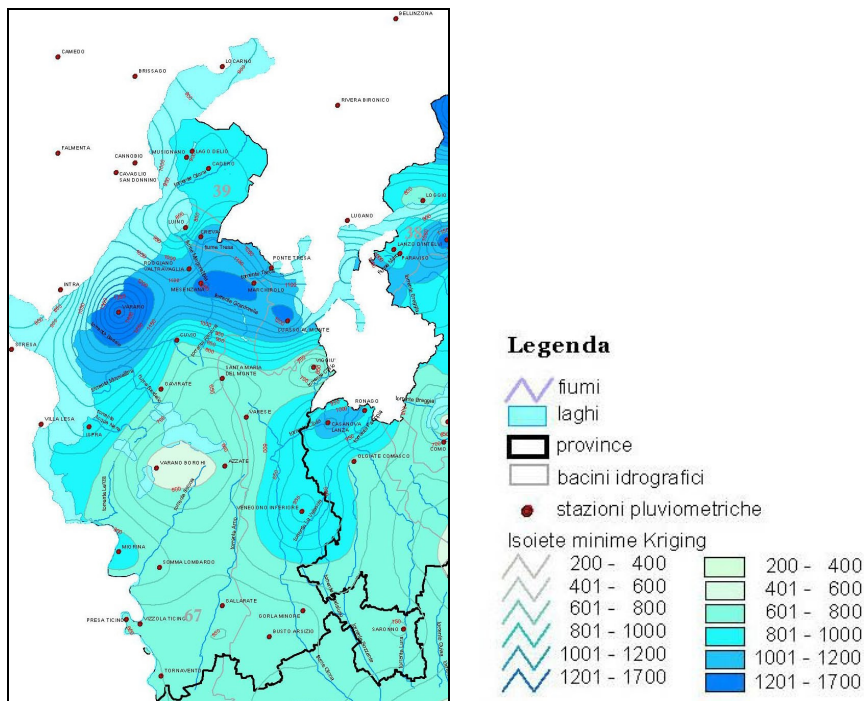


Precipitazioni medie – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)

Il confronto del suddetto andamento con i valori delle precipitazioni massime annue e delle precipitazioni minime annue conferma, nelle linee generali, le considerazioni sopra riportate.



Precipitazioni massime – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)



Precipitazioni minime – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)

Le considerazioni climatiche sono desunte sulla base dei dati termo – pluviometrici registrati dalla stazione della rete regionale ex - SIMN di Varano Borghi.

Tali dati coprono un orizzonte temporale di circa 40 anni (periodo 1921-1950 e 1957-1964), dunque forniscono una visione sufficientemente ampia dell'andamento climatico e pluviometrico dell'area di interesse.

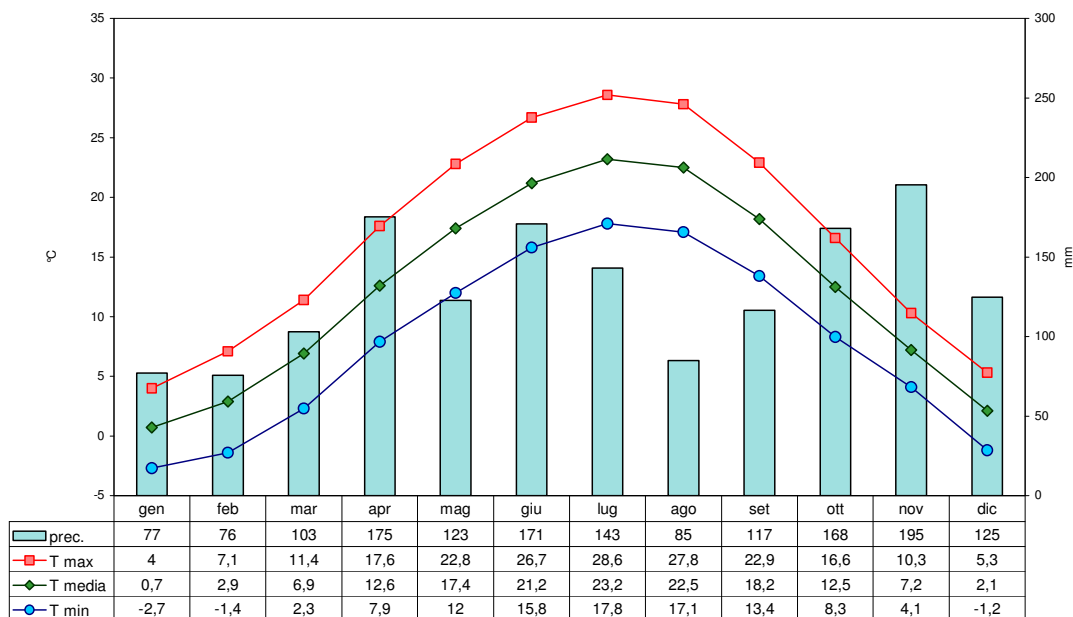
I dati di pioggia e temperatura medi, valutati nell'arco di riferimento, sono riassunti nella tabella seguente:

Mese	Temperatura media	Precipitazioni
	(°C)	mm
Gennaio	0,7	77,0
Febbraio	2,9	75,7
Marzo	6,9	103,1
Aprile	12,6	175,3
Maggio	17,4	122,7
Giugno	21,2	170,8
Luglio	23,2	143,1
Agosto	22,5	84,9
Settembre	18,2	116,6
Ottobre	12,5	168,0
Novembre	7,2	195,4
Dicembre	2,1	124,8
Anno	12,3	1557,3

La temperatura media annua è di 12,3°C, con una escursione termica annua (differenza tra la temperatura media del mese più caldo e la temperatura media del mese più freddo) di 22,5°C; il mese più freddo è gennaio, con 0,7°C, mentre quello più caldo è luglio con 23,2°C; da gennaio le temperature crescono regolarmente fino a raggiungere il loro massimo a luglio, successivamente decrescono con il medesimo gradiente nei restanti mesi dell'anno.

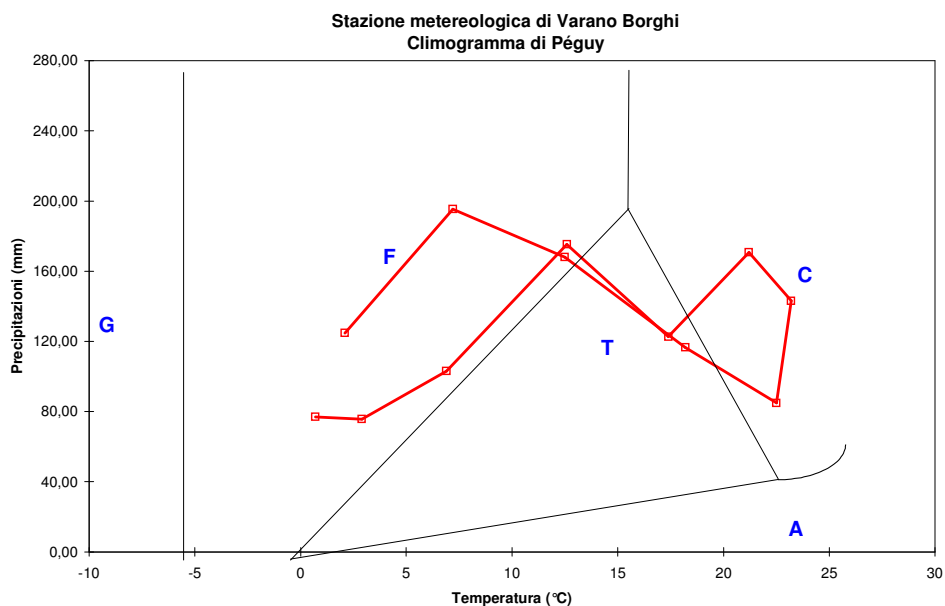
Per quanto riguarda invece le precipitazioni, i valori medi annuali si aggirano attorno ai 1550 mm/anno. I valori massimi si registrano in primavera e in autunno (tra i 160 e i 200 mm/mese) mentre i valori minimi si hanno in estate e in soprattutto in inverno (tra i 70 e i 140 mm/mese).

Stazione di Varano Borghi - Temperature e precipitazioni mensili medie



Il climogramma di Péguy definisce i seguenti climi:

- mesi freddi (Gennaio, Febbraio, Marzo, Aprile, Ottobre, Novembre, Dicembre);
- mesi temperati (Maggio, Settembre);
- mesi caldi (Giugno, Luglio, Agosto).



In relazione alle elaborazioni nell'ambito dello studio della disponibilità idrica del Comune di Osmate, risulta di notevole interesse la variabilità mensile di temperature e precipitazioni soprattutto per il fenomeno dell'evapotraspirazione, il quale risulta più marcato nei mesi primaverili ed estivi e invece meno accentuato in quelli autunnali e invernali.

La stima dell'evapotraspirazione consiste nella valutazione della quantità d'acqua che dal terreno torna in atmosfera allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione, direttamente dal suolo e dagli specchi d'acqua.

Per la valutazione del volume d'acqua che potrebbe essere potenzialmente perso per evapotraspirazione è stato impiegato il modello di Thornthwaite. Tale scelta è dovuta al fatto che questo metodo consente una valutazione piuttosto realistica e in buon accordo con le misure dirette dell'entità del fenomeno, necessitando in ingresso solo del relativo dato di temperatura.

La formula di Thornthwaite ha la seguente forma:

$$EP = K \cdot 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot T}{ic} \right)^\alpha$$

dove EP è l'evapotraspirazione media mensile potenziale (mm), T è la temperatura media mensile dell'aria (°C), ic è l'indice mensile di calore dato da:

$$ic = \sum \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

α un coefficiente dato da

$$\alpha = \frac{675 \cdot ic^3}{10^9} - \frac{771 \cdot ic^2}{10^7} + \frac{1792 \cdot ic}{10^5} + 0.49239$$

e K è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'insolazione. Per le latitudini del Centro-Nord Italia, si usano i seguenti 12 valori mensili di K:

Gennaio	0,81	Luglio	1,30
Febbraio	0,82	Agosto	1,20
Marzo	1,02	Settembre	1,04
Aprile	1,12	Ottobre	0,95
Maggio	1,26	Novembre	0,81
Giugno	1,28	Dicembre	0,77

Pertanto, l'evapotraspirazione potenziale stimata per i 12 mesi è pari a:

Mese	Evapotraspirazione
	mm
Gennaio	0,80
Febbraio	5,56
Marzo	22,33
Aprile	55,37
Maggio	96,40
Giugno	127,93
Luglio	146,78
Agosto	129,99
Settembre	84,56
Ottobre	46,46
Novembre	18,78
Dicembre	3,37

La precipitazione che raggiunge effettivamente il suolo (precipitazione efficace P_{eff}), quindi, è data dalla differenza tra precipitazione totale e evapotraspirazione

In particolare, si osserva che l'evapotraspirazione potenziale nei mesi di luglio e agosto è maggiore della precipitazione media mensile; la precipitazione efficace in tali casi è posta pari a 0.

Mese	P_{eff}
	mm
Gennaio	76,20
Febbraio	70,14
Marzo	80,77
Aprile	119,93
Maggio	26,30
Giugno	42,87
Luglio	0,00
Agosto	0,00
Settembre	32,04
Ottobre	121,54
Novembre	176,62
Dicembre	121,43

3 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E TETTONICA

3.1 GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Osmate appartiene al settore collinare della Provincia di Varese situato immediatamente a S dei primi massicci montuosi prealpini.

In tale contesto i rilievi, costituiti da substrato cenozoico subaffiorante e sottili coperture moreniche, si frammezzano ad aree depresse subpianeggianti colmate da piccoli bacini lacustri e zone umide paludose.

Nella porzione SE del perimetro comunale si osservano alcuni rilievi di modesta altezza, la cui massima quota raggiunge i 472 m del Monte Pelada.

Sul versante E di quest'ultimo, relativamente acclive e completamente ricoperto da folta vegetazione, si osserva una esigua copertura di depositi glaciali, che, con pendenze più blande a NW, aumenta di potenza con il diminuire dell'altimetria.

Andando da S verso N, si osserva un netto cambiamento morfologico caratteristico di un tipico paesaggio di genesi glaciale con depositi di contatto, cordoni, dossi morenici e terrazzi.

A N il nucleo storico di Osmate si sviluppa su un presunto cordone morenico orientato NNW-SSE con nucleo in roccia che culmina a 327 m di quota s.l.m., mentre la zona residenziale si insedia su aree terrazzate fluvioglaciali che orlano il Lago di Monate.

L'aspetto fisiografico generale del comune è dominato dalla presenza di nuclei rocciosi relativamente poco profondi che condizionano la morfologia glaciale.

Nella parte W del territorio verso Carezzate si sviluppa una palude, impostata su una piana lacustre ai piedi dei depositi fluvioglaciali relativi all'episodio glaciale più recente.

3.2 GEOLOGIA

Il rilevamento geologico del territorio è stato eseguito alla scala di dettaglio 1:2.000 e quindi restituito su Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (**Tav. 1**).

Le litologie affioranti possono essere distinte in unità geologiche del Quaternario (coperture superficiali sciolte) ed unità geologiche del substrato litoide pre-Quaternario (serie Eocene – Miocene).

3.2.1 Unità geologiche del Quaternario

Le coperture superficiali sono state cartografate utilizzando i criteri stratigrafici per il Quaternario continentale ed i termini formazionali definiti dal Gruppo Quaternario - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano (Bini, 1987).

Le unità geologiche presenti in affioramento sono di seguito elencate e descritte, dalla più recente alla più antica.

Unità Postglaciale (Pleistocene superiore – Olocene)

L'unità è costituita da depositi lacustri con profilo di alterazione assente e suolo poco sviluppato, di spessore inferiore al metro. L'area di affioramento dell'Unità Postglaciale si sviluppa principalmente ai bordi del lago di Monate, nelle paludi ad Ovest ed in alcuni localizzati punti paludosi all'interno del comune.

I depositi lacustri della palude ad Ovest, sono costituiti da limi e argille a laminazione pianoparallela orizzontale o massivi, con intercalati livelli di torba.

Ad Est, la superficie lacustre copre parzialmente una zona di contatto tra depositi lacustri, fini e varvati e depositi di versante più grossolani che si formano in seguito a rimobilizzazione del materiale glaciale e fluvioglaciale di versante.

La roggia Riale, con la sua azione erosiva, mette a nudo unità del substrato e porta a valle materiale più grossolano dando vita ad un principio di conoide nella zona meridionale del perimetro comunale.

Nella **Tav. 1** sono evidenziate con un "barrato" delle aree sul versante Ovest del Monte Pelada, caratterizzate da un'alternanza delle unità glaciale e postglaciale non risolvibile alla scala cartografica utilizzata. L'interpolazione di depositi di versante postglaciali e glaciali è dovuta alla lenta rimobilizzazione gravitativa di questi ultimi.

Alloformazione di Cantù (Pleistocene superiore)

Corrisponde al *Würm pro parte* degli autori precedenti.

L'unità è costituita da depositi fluvioglaciali aventi un profilo di alterazione poco evoluto, in genere inferiore ai 2 m, ed un colore della matrice compreso nella pagina 10YR delle Munsell Soil Color Charts.

I caratteri lito-stratigrafici presentano una forte variabilità laterale; possono essere, infatti, costituiti sia da sabbia grossolana e ghiaia a supporto di abbondante matrice e con stratificazione orizzontale o incrociata a grande scala sia da sabbia fine limosa con ciottoli annegati, a laminazione pianoparallela o incrociata,

L'espressione morfologica superficiale dei depositi fluvioglaciali si caratterizza per la presenza di estese aree subpianeggianti, frammentate da terrazzamenti

pressoché continui tra la zona del Lago di Monate e l'area paludosa al confine con Cadrezzate.

I depositi glaciolacustri presentano anch'essi una forte variabilità laterale, sono infatti costituiti da sabbie medio - grossolane limose con qualche ciottolo annegato nelle porzioni marginali del bacino lacustre, mentre verso il centro si trovano limo e argilla a laminazione pianoparallela orizzontale con talvolta intercalate lenti di sabbia medio - fine.

Allogruppo di Besnate (Pleistocene medio)

L'Allogruppo di Besnate corrisponde al *Riss pro parte* degli autori precedenti e comprende i depositi che affiorano con più vasta continuità nel territorio collinare pedemontano della Provincia di Varese.

Nell'anfiteatro glaciale del Verbano l'Allogruppo di Besnate risulta suddivisibile in diverse unità la cui morfologia, che risulta ben conservata, permette di ricostruire diverse fasi di estensione dei ghiacciai.

Nel territorio di interesse si riconoscono le unità più recenti dell'Allogruppo di Besnate.

Unità di Daverio

L'unità di Daverio è costituita da depositi glaciali, di contatto glaciale e fluvioglaciali con profilo di alterazione poco evoluto, con spessore di circa 2.5 m, e colore della matrice compreso nella pagina 10YR tendente alla 7.5YR delle Munsell Soil Color Charts. L'alterazione, in genere, è limitata al 30% dei clasti con litotipi calcarei decarbonatati e litotipi cristallini parzialmente arenizzati.

E' presente una copertura loessica discontinua di colore 7.5YR.

I depositi glaciali sono costituiti da diamicton massivi¹ a supporto di matrice limosa o sabbioso limosa. I clasti sono poligenici, alterati in una percentuale non superiore al 20%. Possono essere sia normal consolidati sia sovraconsolidati.

I depositi fluvioglaciali sono costituiti da ghiaie stratificate a supporto di clasti o a supporto di matrice sabbiosa, da sabbie grossolane pulite a stratificazione pianoparallela orizzontale o incrociata e da limi a laminazione pianoparallela.

I depositi di contatto glaciale presentano caratteristiche transitorie, nel complesso molto variabili, tra le facies glaciale e fluvioglaciale sopra descritte.

L'unità di Daverio affiora nel settore collinare ad W del Monte Pelada.

¹ Per diamcton si intende un miscuglio di ghiaia, sabbia e sedimenti fini mal selezionato, con il termine massivo invece un deposito privo di strutture sedimentarie.

Unità di Mornago

L'unità di Mornago è costituita da depositi glaciali con profilo di alterazione poco evoluto, con spessore compreso tra 2.5 m e 3 m, e colore della matrice compreso nella pagina 10YR tendente alla 7.5YR delle Munsell Soil Color Charts. L'alterazione, in genere, è limitata al 30% dei clasti con litotipi calcarei decarbonatati e litotipi cristallini parzialmente arenizzati.

Si tratta di diamicton massivi a supporto di matrice limosa o sabbioso limosa. I clasti sono poligenici alterati in una percentuale non superiore al 20%. Possono essere sia normal consolidati sia sovraconsolidati.

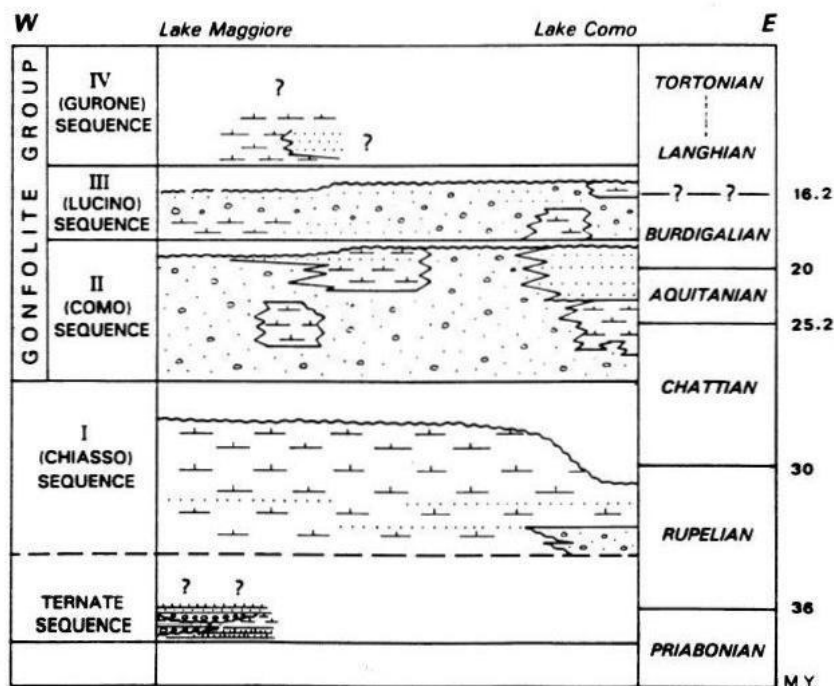
L'unità di Mornago costituisce il settore collinare del Monte Pelada al limite SE del territorio comunale di Osmate.

3.2.2 Unità geologiche del substrato pre-Quaternario

Nell'area esaminata a debole profondità è presente il substrato litoide costituito da rocce sedimentarie che ricoprono un arco di tempo che va dall'Oligocene medio superiore (circa 32 milioni di anni) al Miocene Inferiore (circa 26 milioni di anni).

Si tratta dell'unità geologica denominata **Formazione di Como** compresa nel **Gruppo della Gonfolite (Paleogene - Neogene)**.

La figura seguente mostra uno schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni terziarie tra il Lago Maggiore ed il Lago di Como (tratto da Bersezio et al., 1993).



Formazione di Como (Oligocene medio sup. – Miocene Inf.)

Conglomerati a supporto clastico da medi a grossolani, conglomerati a supporto di matrice, arenarie massive e sporadiche intercalazioni arenaceo-pelitiche sottili; il cemento è arenaceo; i principali componenti sono graniti, dioriti, tonaliti, porfiriti, gneiss, e in subordine rocce sedimentarie.

La formazione può essere divisa in due parti, o litozone: quella inferiore è ben stratificata, con intercalazioni arenacee; quella superiore presenta una stratificazione più irregolare, dimensioni dei clasti maggiore (fino a 2 m) e livelli arenaci lenticolari.

Lo spessore dell'Unità nel Varesotto è di circa 200 m, mentre può raggiungere i 1500 m in Provincia di Como. L'ambiente deposizionale è di tipo delta-conoide e conoide profonda in *canyon* sottomarino, con sedimentazione irregolare da flussi gravitativi.

Il limite stratigrafico superiore è erosivo, talora con leggera discordanza angolare, con la Formazione di Chiasso.

Nel territorio di interesse la Formazione di Como affiora sul versante E de Monte Pelada, nell'incisione del Torrente "Roggia detta Riale" e presso località Montecalvo di Carezzate. La giacitura degli strati immerge ad W-SSW con inclinazioni comprese tra 20° ÷ 40°.

3.2.3 Osservazioni litostratigrafiche di dettaglio dei depositi sciolti del Quaternario

Le caratteristiche litologiche di ciascuna delle unità geologiche sono state osservate in aree di affioramento (spaccati naturali ed artificiali).

Di seguito vengono descritti in dettaglio alcuni affioramenti rappresentativi.

AFFIORAMENTO 1:

Località Osmate, in prossimità del depuratore, a quota 270 m.

Sbancamento porzione di versante (15m di altezza) per costruzione edifici produttivi; dal punto più alto dello sbancamento verso il basso: livello sabbioso-ghiaioso debolmente limoso a supporto di matrice sabbiosa grossolana; i clasti sono poligenici (cristallini e carbonatici), da arrotondati a sub-arrotondati, eterometrici con dimensioni modali 7/10 cm e massime 25/30 cm; il deposito si presenta normalconsolidato, con grado di alterazione medio-basso e stabile.

Porzione basale: sabbia grossolana con ghiaia; supporto clastico con clasti poligenici (cristallini 95% e carbonatici 5%), da arrotondati a sub-arrotondati, eterometrici con dimensioni modali 5/8 cm e massime 25/30 cm; è presente una patina di Fe-Mn su tutti i clasti e noduli di Fe-Mn sparsi; ; il deposito si presenta sovraconsolidato, con grado di alterazione medio-basso (taluni cristallini si presentano completamente arenizzati).

Il deposito viene interpretato come fluvioglaciale a bassa energia appartenente all'Alloformazione di Cantù.

Limite inferiore: in una piccola finestra dei depositi quaternari è visibile il substrato (Gonfolite Lombarda).

AFFIORAMENTO 2:

Località Osmate, quota 400 m tra C.na Fontanazza e C.na al Monte all'altezza di via Veronese.

0-50cm; diamicton massivo a supporto di matrice: sabbia limosa con ghiaia; clasti poligenici (cristallini), eterometrici, con dimensioni modali 8-10 cm e massime 15 cm, da arrotondati a sub-arrotondati; alterazione blanda, normalconsolidato.

Il deposito viene interpretato come deposito di contatto glaciale appartenente all'Allogruppo di Besnate.

AFFIORAMENTO 3:

Località Osmate, nei pressi di C.na Campagna quota 320 m.

0-70 cm; limo massivo con rari clasti annegati; i clasti sono eterometrici e poligenici, da arrotondati a sub-arrotondati con dimensione massima 3 cm; alterazione blanda; normalconsolidato.

Il deposito viene interpretato come fluvioglaciale a bassissima energia appartenente all'Allogruppo di Besnate.

L'analisi di alcune indagini geotecniche dirette effettuate nel territorio di Osmate (rappresentate in **Tav. 3** con "A" e "B") ha permesso di confermare la stratigrafia osservata negli affioramenti.

In particolare si riporta la sequenza stratigrafica osservata nell'esecuzione di un sondaggio esplorativo eseguito con una pala meccanica (indagine "A" di **Tav. 3**), a supporto del progetto di un fabbricato di civile abitazione in comune di Osmate.(autore Dott. Geol. Mario Lolla, committente: Ing. Terzaghi):

- da 0.00 m a 1.20 m dal p.c.: coltivo argilloso-sabbioso;
- da 1.20 m a 2.40 m dal p.c.: sabbie limose con qualche ciottolo;
- da 0.00 m a 1.20 m dal p.c.: ciottoli, ghiaia e sabbie limose.

3.3 LINEAMENTI TETTONICI E STRUTTURALI

L'assetto del substrato roccioso è quello di una regione a pieghe-faglie, dove le pieghe principali sono formate dall'anticlinale del Campo dei Fiori, che costituisce tutto il fianco Est del massiccio, e dalla sinclinale del Lago di Varese.

La successione cenozoica, affiorante nella porzione territoriale di interesse, è stata coinvolta nei processi deformativi riconducibili alla fase neoalpina dell'orogenesi alpina.

Né sono testimonianza la sua inclinazione talora superiore a 50° (affioramenti presso località Fabric a Casale Litta), il suo sovrascorrimento verso Nord sulle formazioni mesozoiche sottostanti (sovrascorrimento del Monte Olimpino in Provincia di Como) e la sua sottoposizione, tramite discordanza angolare, ai sedimenti del Pliocene in giacitura suborizzontale.

Per quanto riguarda l'assetto geologico strutturale a scala locale, gli elementi tettonici più importanti sono rappresentati da due monoclinali con immersione rispettivamente verso W a Osmate e verso E nel settore opposto presso Varano Borghi.

Un'analisi di dettaglio dei singoli affioramenti e dei rapporti stratigrafici individua la presenza di alcune zone di dislocazione tra la Formazione di Ternate e le formazioni Oligo-Mioceniche affioranti ad Osmate.

4 IDROGEOLOGIA

4.1 CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL TERRITORIO

L'assetto geologico-strutturale del territorio comunale di Osmate è caratterizzato dalla presenza di substrato litoide impermeabile a debole profondità, che determina condizioni idrogeologiche poco favorevoli alla formazione di significativi acquiferi.

Infatti, in corrispondenza del Comune di Osmate, le formazioni oligo-mioceniche formano un alto strutturale che separa le falde locali dalle idrostrutture regionali limitrofe.

La disponibilità di risorse idriche sotterranee è pertanto modesta, discontinua e legata alla stagionalità delle precipitazioni meteoriche, con conseguente scarsa predisposizione del territorio comunale allo sfruttamento acquedottistico.

L'esiguo flusso disponibile è localizzato in falde che scorrono al contatto tra le coperture superficiali ed il substrato impermeabile con formazioni di emergenze per limite di permeabilità definito (sorgenti di contatto).

4.2 CLASSIFICAZIONE DELLE UNITÀ DI SOTTOSUOLO E VULNERABILITÀ INTRINSECA DELLA FALDA

Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche e strutturali delle unità geologiche si sono individuati complessi idrogeologici con caratteristiche omogenee (**Tav. 2**).

Pur in assenza di una falda idrica significativa si è indicato un grado di vulnerabilità con il metodo messo a punto da Civita M. (1990) nell'ambito del progetto VAZAR (Vulnerabilità degli acquiferi ad alto rischio) del CNR, a cui sono state applicate alcune modifiche (Maestrello H., Rigamonti I., Uggeri A.) per adattare le definizioni alla situazione locale.

Si sottolinea che in corrispondenza degli alvei dei torrenti l'infiltrazione preferenziale nel sottosuolo può essere favorita dalla presenza di livelli con granulometrie più grossolane e, pertanto, in tali casi la vulnerabilità della falda può aumentare anche sensibilmente.

Complesso del substrato roccioso:

Il substrato roccioso è rappresentato dai conglomerati, arenarie marnose e marne argillose dell'unità della Gruppo della Gonfolite.

Detta unità affiora in superficie sul percorso della Roggia Riale, ad Est, sui versanti più acclivi del M.te Pelada, ed in corrispondenza di uno sbancamento nelle vicinanze del depuratore di Osmate.

Per la ridotta permeabilità, sia primaria che secondaria, non è generalmente sede di circolazione idrica significativa.

Il grado di vulnerabilità della falda è pertanto molto basso

Complesso dei depositi quaternari 1:

Il complesso è costituito da sedimenti di origine glaciale e fluvioglaciale con litologie eterogenee (ghiaie fini e grossolane, sabbie e limi).

Tale complesso non è acquifero oppure è sede di falde idriche esigue, comunque prive di interesse acquedottistico, contenute sostanzialmente nei livelli grossolani più profondi.

Il grado di vulnerabilità della falda è pertanto medio-basso

Complesso dei depositi quaternari 2:

Il complesso è costituito da sedimenti di origine postglaciale costituiti da limi e argille con intercalazioni torbose.

Questa unità affiora nell'area paludosa ad Ovest e localmente in aree all'interno del territorio comunale.

Tale complesso non è acquifero o è sede di falda idrica esigua e comunque priva di interesse acquedottistico, contenuta sostanzialmente nei livelli più grossolani con sovrastante copertura costituita da depositi fini che determinano tendenza al ristagno idrico superficiale.

Il grado di vulnerabilità della falda è pertanto basso

4.3 PIEZOMETRIA DELLA FALDA ACQUIFERA NEI DEPOSITI QUATERNARI

In corrispondenza del territorio comunale di Osmate non si rileva la presenza di una vera e propria falda idrica sotterranea.

Si può ritenere pertanto che nel territorio comunale l'esigua alimentazione del flusso acquifero sotterraneo abbia solo carattere locale e sia dovuta sostanzialmente dall'infiltrazione meteorica diretta.

Mancano inoltre pozzi e/o piezometri che consentono di effettuare misure di soggiacenza e stime di portata di tale flusso.

4.4 OPERE DI CAPTAZIONE ED INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

L'acquedotto di Osmate è alimentato dalla rete idrica provinciale (acquedotto di Barza) e dalla **sorgente Fontanazza** sita in località C.na Fontanazza in Comune di Osmate (**Tav. 2**).

I dati completi sulla sorgente sono riportati nell'elenco di **All. 1** mentre l'area di salvaguardia della stessa è riportata in dettaglio in **Tav. 10**.

Si specifica che la Zona di Tutela Assoluta (ZTA) è l'area più interna immediatamente adiacente alla captazione nella quale possono essere insediate esclusivamente le opere di presa e le relative infrastrutture di servizio.

La Zona di Rispetto (ZR) è invece delimitata in rapporto alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa in base ai criteri tecnici della D.G.R. 15137/96.

Tale zona, perimetrata con criterio geometrico ($r=200$ m), corrisponde ad una porzione di cerchio con centro nel punto di captazione che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.

Il quadro normativo da applicare all'interno delle aree di salvaguardia è riferibile al D. Lgs. 152/06 (cfr. **Par. 12.1**).

4.5 QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La qualità delle acque sotterranee è un importante indicatore dell'entità della pressione antropica sugli acquiferi e dell'efficacia degli interventi di salvaguardia.

L'esame della serie storica delle analisi chimiche e batteriologiche consente di verificare l'adeguatezza della risorsa al consumo umano ed industriale e di individuare le principali fonti di inquinamento.

La qualità delle acque di falda nel territorio in esame è stata desunta dalle ultime analisi disponibili riferite alla sorgente Fontanazza (**All. 3**). Le analisi sono state condotte dal Laboratorio Analisi Ambientali S.r.l. di Angera (VA) e messe a disposizione dal Comune di Osmate.

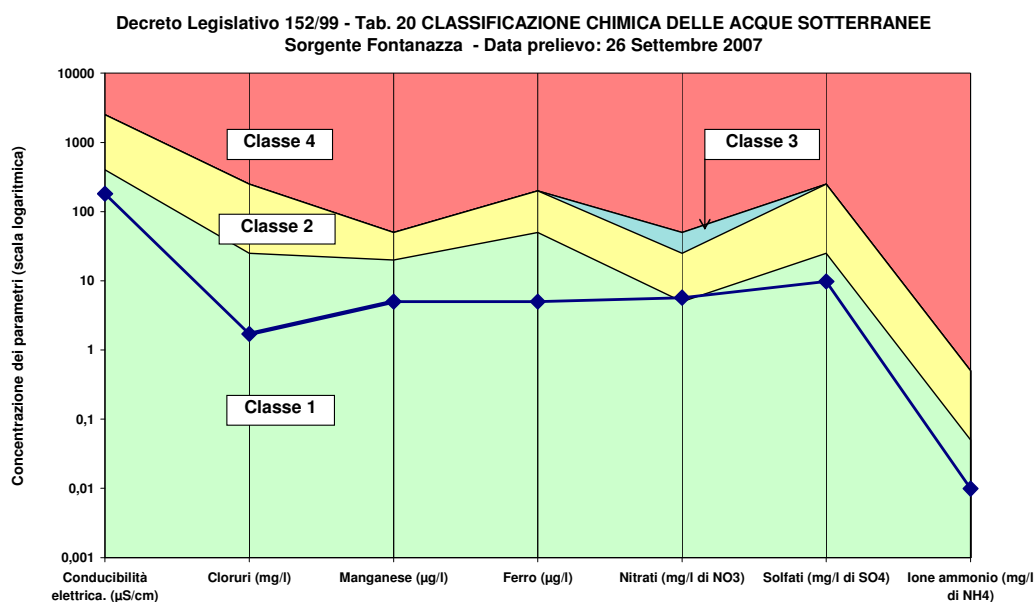
4.5.1 Classificazione idrochimica delle acque captate

La classificazione dello stato idrochimico delle acque sotterranee è stata operata riconducendosi a quella proposta dalla precedente normativa (D. Lgs. 152/99), in analogia a quanto presente nel Programma di Uso e Tutela delle Acque della Regione Lombardia.

Vengono quindi individuate quattro classi che esprimono una stima dell'impatto antropico sulle acque sotterranee e ne definiscono le caratteristiche idrochimiche, valutate considerando le concentrazioni di 7 parametri di base o "macrodescrittori"

(conducibilità, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca); le classi vengono descritte come:

Classe 1:	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2:	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3:	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4:	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti



Data prelievo: 26/09/2007		Valori	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Conducibilità elettrica	(µS/cm)	181	400	2500	2500	2500
Cloruri	(mg/l)	1,7	25	250	250	250
Manganese	(µg/l)	<5	20	50	50	50
Ferro	(µg/l)	<5	50	200	200	200
Nitrati	(mg/l di NO ₃)	5,7	5	25	50	50
Solfati	(mg/l di SO ₄)	9,8	25	250	250	250
Ione ammonio	(mg/l di NH ₄)	<0,01	0,05	0,5	0,5	0,5

La graficizzazione dei parametri chimici relativi alle acque della sorgente Fontanazza indica che lo stato chimico complessivo delle acque sotterranee ricade in classe 1 al limite con la classe 2 (esclusivamente per il parametro Nitrati), ad indicare un impatto antropico trascurabile, con buone caratteristiche idrochimiche.

5 VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA

5.1 *PREMESSA E QUALITÀ DEI DATI DISPONIBILI*

Ai sensi dell'Art. 95 ("Contenimento e governo dei consumi idrici") delle Norme Tecniche di Attuazione del P.T.C.P. di Varese, facendo riferimento alle *LINEE GUIDA – Criteri per la documentazione minima dei PGT*, si è realizzata un'analisi della effettiva disponibilità della risorsa idrica sotterranea nel territorio comunale, in relazione al possibile incremento del fabbisogno futuro correlato con le trasformazioni previste dal Piano di Governo del Territorio.

Tale analisi verifica l'effettiva disponibilità attuale e futura della risorsa e valuta che il suo sfruttamento rientri nei termini di salvaguardia previsti dal P.T.U.A.

A tal fine, lo studio è costituito da tre fasi di analisi, distinte ma allo stesso tempo interdipendenti:

- *Identificazione del fabbisogno idrico*, cioè un'analisi di natura urbanistica nella quale viene indicato lo stato di fatto e futuro della situazione demografica comunale e la stima dell'incremento del fabbisogno idrico indotto;
- *Indagine impiantistica*, finalizzata alla valutazione dell'efficienza e della potenzialità della rete di distribuzione dell'acquedotto e l'effettivo tasso di sfruttamento delle risorse captate, per dimostrare la capacità della rete di soddisfare il fabbisogno idrico aggiuntivo connesso allo sviluppo insediativo e alle trasformazioni previste dal PGT;
- *Analisi idrogeologica*, volta a valutare la consistenza della risorsa idrica disponibile in particolare evidenziando le situazioni di deficit e/o di ulteriori possibili margini rispetto alla captazione di acque dalla falda idrica sotterranea.

Le valutazioni descritte nei paragrafi seguenti sono state condotte per mezzo dei dati forniti dal Comune di Osmate e da Prealpi Servizi, quest'ultimo in qualità di Ente gestore dell'acquedotto provinciale e fornitore di una cospicua quantità di acqua potabile.

I dati forniti sono di seguito elencati:

- Letture dal contatore installato nel 2009 a monte del bacino di accumulo (Sorgente Fontanazza), effettuate tra il marzo 2009 e il febbraio 2010;
- Schema della rete di adduzione e di distribuzione dell'acquedotto comunale (Comune);
- Volumi annui fatturati, con distinzione in uso potabile e uso produttivo (anno 2007 - 2008) (Comune);

- Quantitativi forniti alla rete acquedottistica del Comune di Osmate nel quinquennio 2005 - 2009 (Prealpi Servizi).

In base ai dati e alla documentazione raccolta, è stato possibile effettuare le analisi e le verifiche necessarie per dimostrare e avvalorare le conclusioni cui si è giunti circa lo stato di disponibilità di risorsa idrica del Comune di Osmate rispetto agli scenari di P.G.T.

5.2 IDENTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO E BILANCIO ACQUEDOTTISTICO

Per fornire un'analisi dello stato delle risorse idriche del Comune, sono stati innanzitutto valutati i fabbisogni (attuali e previsti), per correlarli successivamente con la disponibilità potenziale complessiva fornita dalle opere di captazione che alimentano l'acquedotto comunale.

In particolare, per questo tipo di analisi occorre tenere in considerazione l'intera dotazione idrica comunale, comprensiva del contributo fornito dalla sorgente Fontanazza, unica opera di captazione della rete presente nel territorio comunale, e di quello fornito dalla rete provinciale.

La stima dei fabbisogni idrici (potabili e produttivi) attuali e futuri comunali è realizzata conformemente ai criteri del P.T.U.A. (*Appendice F*).

Per le analisi seguenti e in particolar modo per la valutazione della disponibilità idrica comunale, si è fatto riferimento ai dati relativi all'anno 2009. Il valore assunto è di conseguenza pari a **70.000 m³/anno**, dato dal contributo fornito della sorgente (pari a circa **25.000 m³/anno**) e dalla fornitura di acqua dall'acquedotto provinciale (pari a circa **45.000 m³/anno**).

5.2.1 Stato attuale

Il fabbisogno idrico del Comune di Osmate è rappresentato dalla somma dei consumi idrici (espressi in l/s) ad uso civile (domestico e pubblico), industriale e agricolo.

- Usa potabile e domestico residenziale

La popolazione residente nel Comune di Osmate risulta pari a 711 abitanti (dato 2008), cui deve essere aggiunta la popolazione stabile non residente (ospiti di ospedali, caserme, collegi ecc), la popolazione fluttuante (ospiti di alberghi, camping, seconde case ecc) e la popolazione senza pernottamento (addetti di attività lavorative, scuole ecc).

I dati relativi alla popolazione del Comune di Osmate sono riassunti nella tabella seguente.

Popolazione residente	711 ab
Popolazione stabile non residente	0 ab
Popolazione fluttuante	200 ab
Popolazione senza pernottamento	194 ab

Il dato relativo alla popolazione senza pernottamento, non avendo a disposizione informazioni più aggiornate, fa riferimento al censimento ISTAT del 2001.

- Usi industriali e zootecnici

Per quanto riguarda gli usi produttivi delle attività industriali e zootecniche, il dato preso in considerazione è quello relativo alla superficie delle aree destinate a questo tipo di attività, attualmente pari a circa **32.022 m²**.

Il calcolo dei fabbisogni idrici attuali, con l'indicazione delle dotazioni idriche di riferimento, degli indici e dei coefficienti utilizzati, è riportato integralmente in **All. 4**.

Il Comune di Osmate non presenta particolari problematiche dal punto di vista del soddisfacimento dei propri fabbisogni idrici. Attualmente questi risultano pienamente soddisfatti da una disponibilità idrica di circa **70.000 m³** (corrispondenti in media a **2,2 l/s**), data dalla sommatoria dei contributi forniti dalla sorgente Fontanazza (circa **25.000 m³/anno**) e dalla rete provinciale (circa **45.000 m³/anno**) (dati relativi all'anno 2009).

In base a tale dato, si è effettuata una vera e propria taratura del modello P.T.U.A., il quale in generale non risulta essere particolarmente adatto alla valutazione dei fabbisogni idrici delle piccole comunità, tendendo spesso a sovrastimare le dotazioni idriche per abitante e di conseguenza gli effettivi fabbisogni del comune. Partendo perciò dal presupposto che attualmente il bilancio disponibilità/fabbisogni di Osmate risulti pienamente soddisfatto, facendo in modo che i fabbisogni totali del giorno di massimo consumo (potabili e produttivi) siano circa pari alla disponibilità idrica potenziale, si è stimata una dotazione idrica giornaliera per abitante (per la popolazione residente), specifica per il comune in esame, pari a **130 l/abit**. Allo stesso modo sono state modificate le dotazioni idriche giornaliere per abitante per le altre categorie di popolazione, riducendole a **110 l/abit**. per la popolazione stabile non residente e la popolazione fluttuante e a **50 l/abit**. per la popolazione senza pernottamento.

Un'altra considerazione riguarda la popolazione fluttuante, che a Osmate è stimata attorno ai 200 abitanti, un dato molto elevato da tenere in conto nella stima dei fabbisogni medi, soprattutto perché buona parte di tale categoria di popolazione si concentra nel paese essenzialmente nei 3 mesi estivi, in concomitanza con periodi di ferie e assenza di parte dei residenti.

Per meglio valutare i fabbisogni idrici del Comune, si sono perciò apportate una lieve modifica al modello, adottando un fattore correttivo pari a 0,25 per la popolazione fluttuante, che la riduce da 200 a 50. La scelta di ridurre di quattro volte è giustificata dal fatto che l'impatto sui fabbisogni idrici di tale categoria di popolazione si ha in tre dei dodici mesi dell'anno. Va inoltre detto che questa

seconda modifica è stata apportata solo nelle elaborazioni relative ai consumi medi, mentre il dato di popolazione fluttuante è mantenuto invariato nella stima dei fabbisogni massimi, per valutarne appieno l'impatto.

In base alle considerazioni precedenti, si è perciò valutato che attualmente i fabbisogni potabili medi sono pari a **1,2 l/s** e i fabbisogni produttivi medi pari a circa **0,2 l/s**, per un totale di **1,5 l/s**. Gli stessi parametri, nel giorno di massimo consumo, risultano essere rispettivamente **2,1 l/s** e **0,2 l/s**, per un totale di **2,3 l/s**.

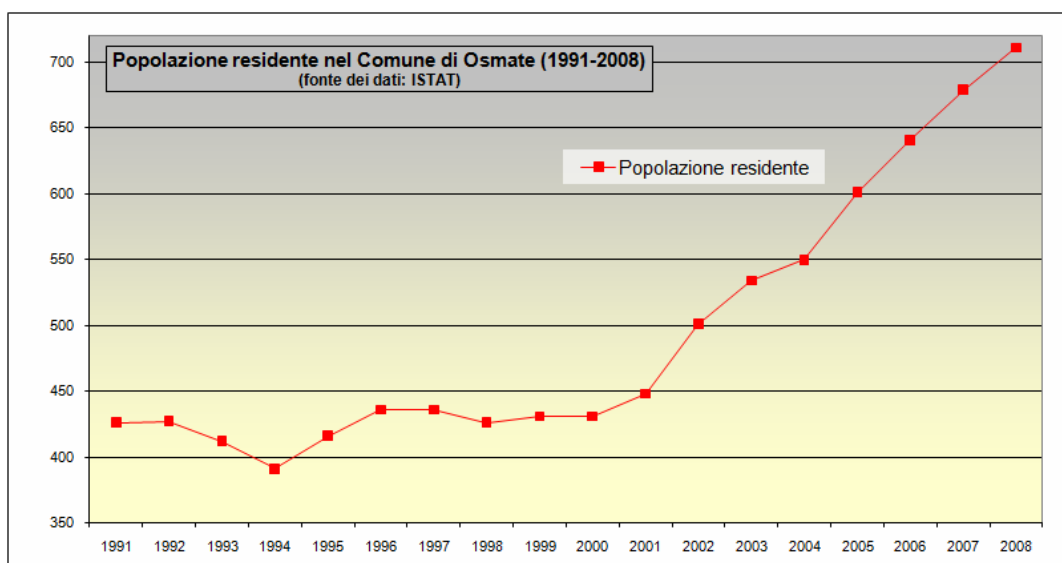
Per quanto riguarda il fabbisogno idrico per usi produttivi, esso risulta essere maggiore della massima portata erogabile per tali usi dall'acquedotto pubblico, in relazione al limite del 20% indicato dal P.T.U.A..

A tale proposito va precisato che il risultato relativo agli usi produttivi ricavato dal modello del P.T.U.A. rappresenta a tutti gli effetti una sovrastima degli effettivi fabbisogni in tale ambito. Nel calcolo si considera infatti la superficie totale delle attività produttive senza poter escludere né le attività dotate di sistemi di approvvigionamento autonomo (pozzi, sorgenti, derivazioni) effettivamente presenti nel territorio, né le attività dotate di allacciamento assimilabile esclusivamente a civile/potabile (questi ultimi già considerati negli usi potabili sulla base del numero di addetti delle attività produttive).

5.2.2 *Proiezione in previsione del compimento delle azioni di Piano*

- Usa potabile e domestico residenziale

Di seguito si riporta l'andamento della popolazione residente negli ultimi 18 anni (periodo compreso tra il 1991 e il 2008):



Gli anni 1991 - 1994 sono caratterizzati da una certa diminuzione della popolazione residente all'interno del Comune, seguita da un leggero incremento nel biennio successivo (95 - 96). Dal 1996 al 2001, la popolazione residente si mantiene perlopiù costante, variando tra le 430 e le 450 unità per tutti e 5 gli anni. Dal 2001, l'incremento è significativo e costante, con un tasso pari a circa il 6%, stimato mediante la formula seguente:

$$t_m = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_0}} - 1$$

dove t_m è il tasso di crescita geometrico, n sono gli anni del periodo considerato, P_n è il numero di abitanti al 2008 e P_0 è la popolazione al 2001.

In proiezione futura, l'attuazione delle trasformazioni previste dal P.G.T. porterà ad un incremento della popolazione residente compreso tra 90 e 120 abitanti; la popolazione residente si attesterà dunque presumibilmente attorno alle 831 unità.

Per le altre categorie di popolazione, si è scelto invece di mantenere i valori costanti e pari a quelli attuali, non avendo specifiche indicazioni di incremento prodotto dall'attuazione del P.G.T. ed essendo essi meno incidenti sul fabbisogno calcolato .

I dati del Comune di Osmate relativi alla popolazione (proiezioni al compimento delle azioni di Piano, 2014 - 2016) sono quindi riassunti nella tabella seguente:

Popolazione residente	831 ab
Popolazione stabile non residente	0 ab
Popolazione fluttuante	200 ab
Popolazione senza pernottamento	194 ab

Come nell'analisi precedente, si è scelto nuovamente di ridurre di quattro volte il dato relativo alla popolazione fluttuante (quest'ultima modifica è stata apportata solo nell'elaborazione relativa ai consumi medi).

- Usi industriali e zootecnici

Per quanto riguarda gli usi produttivi delle attività industriali e zootecniche, il dato preso in considerazione è quello relativo alla superficie delle aree destinate a questo tipo di attività. Il valore impiegato nell'elaborazione, pari a **33.047 m²**, è dato dalle aree produttive attuali attive (32.022 m²) e dall'incremento delle aree produttive previsto da P.G.T. (circa pari a 1.025 m²).

Il calcolo dei fabbisogni idrici futuri, con l'indicazione delle dotazioni idriche di riferimento, degli indici e dei coefficienti utilizzati, è riportato integralmente in **All. 4**.

Il dato assunto come riferimento per la disponibilità idrica è ancora pari a **70.000 m³** (corrispondente a **2,2 l/s**), dato relativo al 2009.

Impiegando la dotazione idrica giornaliera per abitante ottenuta dalla taratura del modello sulle condizioni attuali, pari a 130 l/abit. per la popolazione residente, i fabbisogni potabili futuri risultano pari a **1,5 l/s** mentre i fabbisogni produttivi pari a **0,3 l/s**, per un totale di **1,7 l/s**. Gli stessi parametri, nel giorno di massimo consumo, diventano rispettivamente **2,4 l/s**, **0,3 l/s** per un totale di **2,7 l/s**.

In base a tali considerazioni, il bilancio disponibilità/fabbisogni futuri, per i consumi medi, risulta pienamente soddisfatto (1,7 l/s i fabbisogni totali a fronte di una disponibilità di 2,2 l/s).

Per quanto riguarda invece i fabbisogni di punta (giorno di massimo consumo), la disponibilità attuale risulta leggermente inferiore ai fabbisogni totali (potabili e produttivi) della comunità (2,7 l/s i fabbisogni a fronte di una disponibilità di 2,2 l/s).

Occorre comunque specificare che l'acquedotto cittadino può contare su portate di punta significativamente più alte, grazie alla riserva idrica attuata mediante accumulo all'unico serbatoio appartenente alle rete acquedottistica, sicuramente in grado di erogare una portata di punta che copra la differenza riscontrata, pari a circa 0,5 l/s.

Infine, anche in questo caso e per i motivi già indicati nel paragrafo precedente, il fabbisogno idrico per usi produttivi risulta maggiore della massima portata erogabile per tali usi dall'acquedotto pubblico, in relazione al limite del 20% indicato dal P.T.U.A..

5.3 INDAGINE IMPIANTISTICA

5.3.1 Schema della rete e caratteristiche delle opere

Lo schema della rete acquedottistica del Comune di Osmate è riportato nella **Tav. 3**, mentre le opere di captazione sono riportate in **Tav. 2**.

L'unica opera di captazione dell'acquedotto comunale è la sorgente Fontanazza, a quota 392 m s.l.m. Da essa sgorga costantemente una portata variabile tra 1 e 1,5 l/s che, per gravità, mediante una condotta di adduzione, alimenta l'unico serbatoio presente nel territorio comunale, dotato di una capacità pari a 300 m³ e posto a quota 385 m s.l.m. Tale serbatoio è anche in parte alimentato dalla rete provinciale, mediante una condotta di adduzione collegata a una stazione di sollevamento in prossimità della Cascina San Giorgio.

Il serbatoio alimenta la rete di distribuzione in parte per gravità e in parte mediante altre due stazioni di sollevamento poste in prossimità al serbatoio stesso.

L'ubicazione del serbatoio, la cui presenza risulta di fondamentale importanza soprattutto per supportare il soddisfacimento dei prelievi critici durante le ore di punta giornaliere, è riportata in **Tav. 3**.

Le caratteristiche tecniche dell'opera di captazione sono riportate nell'apposita scheda in **All. 2**.

5.3.2 *Disponibilità idrica extracomunale*

La dotazione idrica potenziale del Comune di Osmate è rappresentata dal sollevato medio annuo dalla sorgente Fontanazza e dal contributo fornito annualmente dalla rete provinciale.

La disponibilità idrica potenziale comunale (pari a **70.000 m³**) è stata valutata sommando il contributo di circa **25.000 m³/anno** della sorgente e il contributo provinciale di circa **45.000 m³/anno**, dati relativi al 2009, anno di installazione di un contatore per la contabilizzazione dei volumi in ingresso al serbatoio provenienti dalla sorgente Fontanazza.

La tabella seguente mostra per il quinquennio 2005 – 2009, i contributi forniti dalla rete provinciale (dati forniti da Prealpi Servizi):

	Contributo fornito dalla Provincia (m³)
2005	67.054
2006	67.971
2007	62.310
2008	28.009
2009	44.461

Poiché il contributo sorgentizio è in generale molto variabile, l'acquedotto provinciale (Acquedotto di Barza) fornisce alla rete comunale quantitativi idrici anche molto differenti nel corso degli anni, in modo da sopperire ad una eventuale minore produttività della sorgente Fontanazza.

Ad esempio si osserva come il contributo provinciale, nel triennio 2005 – 2007, rappresenti circa il 90-95% della dotazione necessaria al soddisfacimento dei fabbisogni idrici comunali (per ipotesi considerata sempre pari a 70.000 m³/anno).

Il contributo fornito dalla sorgente Fontanazza dal 2005 al 2007 è stato infatti di ridotta entità probabilmente a causa della crisi idrica generalizzata legata alle scarse precipitazioni che hanno caratterizzato quegli anni e che hanno reso la sorgente poco produttiva.

Al contrario, nel 2008, anno caratterizzato da abbondanti precipitazioni, il contributo fornito dalla sorgente è probabilmente maggiore, risultando il contributo provinciale particolarmente esiguo rispetto a quello degli anni precedenti (pari a 28.009 m³/anno).

Va precisato che, sulla base dei dati forniti, per l'anno 2008 si osserva un prelievo idrico complessivo particolarmente contenuto rispetto alla media degli altri anni esaminati.

5.3.3 **Stima delle perdite della rete di adduzione e di distribuzione**

La tabella seguente riassume, per il biennio 2007 - 2008, i volumi totali annui immessi nella rete acquedottistica di Osmate dalla sorgente Fontanazza e dalla rete provinciale, i volumi fatturati e la conseguente valutazione delle perdite apparenti nella rete di adduzione e di distribuzione (dati forniti dal U.T. comunale e da Prealpi Servizi).

	Dotazione idrica totale stimata (m³)	Fatturato totale (m³)	Stima perdite apparenti in rete (m³)	Stima perdite apparenti in rete (%)
2007	70.000	56.342	13.658	19,5%
2008	58.000	46.845	11.155	19,2%

Il dato di dotazione idrica totale del 2008 è stato stimato sommando il contributo fornito dall'acquedotto provinciale (circa 28.000 m³/anno) al contributo massimo che potenzialmente è in grado di fornire la sorgente (circa 30.000 m³/anno).

In base a tali dati, è possibile effettuare una stima delle perdite cui è soggetta le rete comunale, le quali si attestano mediamente attorno al 19-20 %.

Va comunque precisato che tali percentuali, oltre alle perdite vere e proprie, comprendono i volumi persi per il troppo pieno del serbatoio, i volumi d'acqua sottratti per mezzo di derivazioni non autorizzate, i volumi persi in rete per disservizi e quelli non fatturati per gli errori di misura di contatori delle utenze malfunzionanti o con una bassa sensibilità.

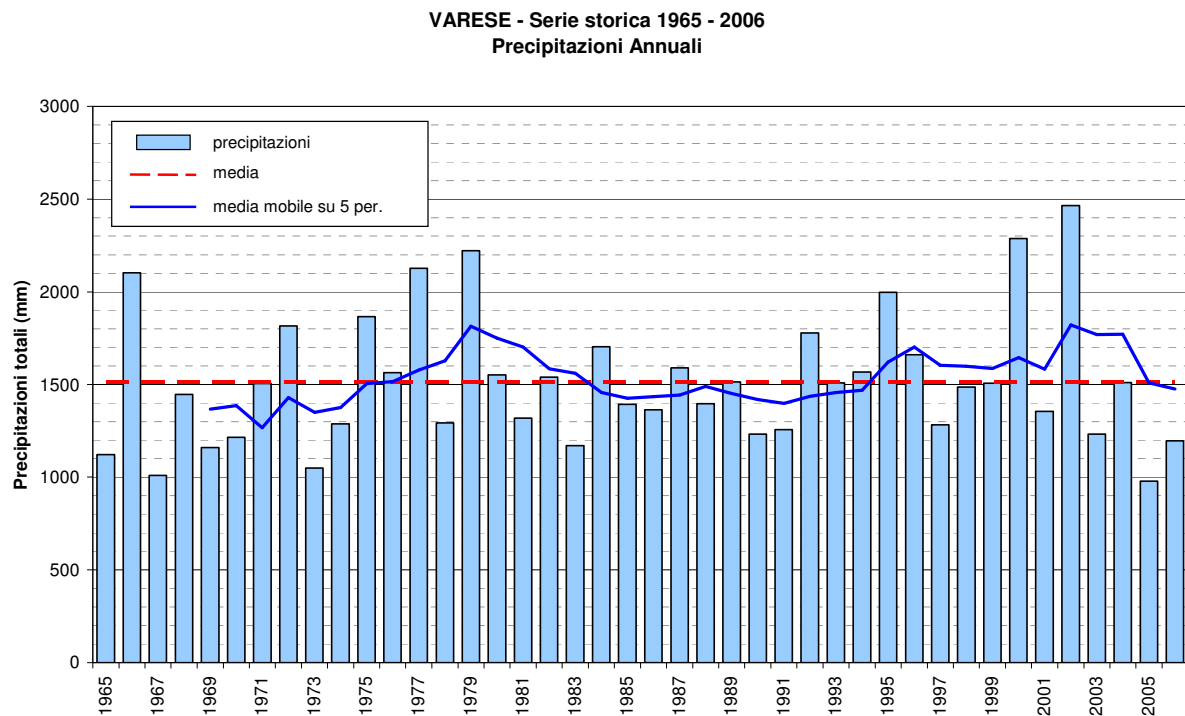
5.4 **ANALISI IDROGEOLOGICA**

5.4.1 **Analisi del regime delle precipitazioni e correlazione con il livello di falda**

L'analisi seguente è tratta dallo studio ATO (*"Studio idrogeologico ed idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili"*, 2007). In tale trattazione vi è innanzitutto un'analisi del regime delle precipitazioni negli ultimi 40 anni, seguita dalla descrizione della correlazione tra altezze di precipitazione e livelli di falda misurati in alcuni pozzi nel Comune di Varese (pozzi "Bevera").

L'andamento altimetrico della superficie piezometrica (quote di falda) è strettamente connesso al regime pluviometrico, in quanto le precipitazioni costituiscono la principale fonte di ricarica della falda. Ne consegue che la causa principale della crisi idrica degli ultimi anni (quadriennio 2003 – 2006) è data in buona parte dal decremento delle precipitazioni complessive ed in particolare di quelle efficaci ai fini della ricarica della falda.

A tal proposito risulta molto chiara l'analisi dei dati pluviometrici registrati a Varese dal 1965 al 2006 (fonte dati Centro Geofisico Prealpino), che mostra in particolare la crisi idrica verificatasi negli ultimi anni. Dopo il 2002, l'anno più piovoso dall'inizio della serie, si sono succedute, infatti, diverse annate siccitose, ossia il 2003, il 2005 (quello caratterizzato dalle precipitazioni più basse) e il 2006.



I dati di precipitazione così rappresentati sono poco rappresentativi della ricarica della falda, dipendendo quest'ultima da altri fattori che, nell'insieme, determinano la precipitazione efficace, cioè la precipitazione effettivamente in grado di infiltrarsi nel terreno e dunque di influire sul regime e sull'alimentazione delle falde sotterranee.

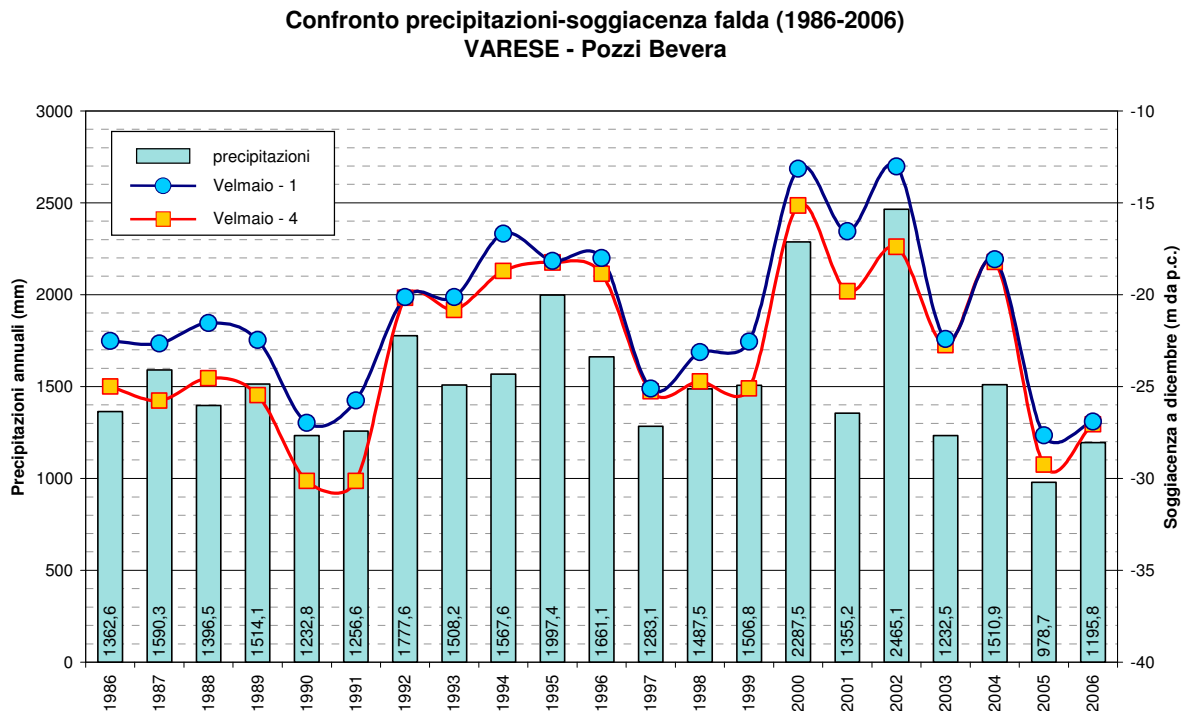
Le condizioni ideali per la ricarica delle falde, infatti, si hanno con piogge continue ma non troppo intense, in occasione delle quali l'infiltrazione prevale sullo scorrimento superficiale. Inoltre, a parità di precipitazioni, la ricarica è meno efficace nel periodo estivo, a causa della maggiore evapotraspirazione.

Per questo motivo, la semplice conoscenza del dato di pioggia non consente di conoscere l'effettiva incidenza dell'evento meteorico sulla ricarica della falda, essendoci molti fattori da tenere in conto, tra i quali il periodo dell'anno dell'evento (per il differente contributo dell'evapotraspirazione), l'intensità, il tipo di suolo su cui la pioggia impatta ecc.

Nonostante l'analisi sia molto semplificata, le pluviometrie relative all'ultimo ventennio evidenziano come, allo stato attuale, si stiano raggiungendo i livelli critici osservati nel biennio 1990 – 91, con precipitazioni inferiori alla media. Tale

condizione si riflette pertanto in un generalizzato deficit di alimentazione delle falde sotterranee, che evidenziano un progressivo decremento dei livelli.

La correlabilità di queste condizioni di causa/effetto è osservabile soprattutto per gli acquiferi superficiali ed è facilmente rappresentabile in forma grafica, come nel diagramma seguente.



5.4.2 Bilancio idrogeologico

Dopo questa introduzione descrittiva sul legame tra pluviometria e livelli della falda, anche alla luce degli esiti del bilancio idrico comunale, che tratta degli aspetti connessi all'approvvigionamento e distribuzione acquedottistica, si è proceduto a effettuare un bilancio idrogeologico per verificare l'esistenza di una condizione di equilibrio tra la ricarica delle falde e il prelievo costante effettuato dalla sorgente Fontanazza, unica opera di captazione comunale della rete acquedottistica, che attualmente fornisce una portata costante compresa mediamente tra 1 e 1,5 l/s.

Per effettuare il bilancio è stato individuato il bacino idrografico in corrispondenza dell'acquifero che alimenta la sorgente Fontanazza.

Il bilancio idrogeologico può essere descritto, in maniera sintetica, dalla formula seguente:

$$P + S = E_p + E_v + R + D \pm I$$

Gli ingressi sono rappresentati dalle precipitazioni (P), dagli afflussi dai corsi d'acqua superficiali (S) e dagli afflussi sotterranei (I). Le uscite sono invece rappresentate dall'evapotraspirazione (Ep), dall'evaporazione (Ev), dai deflussi da ruscellamento superficiale (R), dai deflussi da corsi d'acqua superficiali (D) e dai deflussi sotterranei (I).

Per l'applicazione a scala comunale, si è tuttavia scelta una formulazione semplificata, preferita perché più adeguata alla quantità e tipologia dei dati a disposizione:

$$P - E_p = R + I$$

Scopo di tale analisi è la stima del termine I, che rappresenta il volume d'acqua che, infiltrandosi nel terreno, ricarica gli acquiferi. Il termine di precipitazione efficace

$$P_{eff} = P - E_p$$

valutato nel **Cap. 2**, rappresenta la porzione di pioggia che raggiunge effettivamente il suolo; una parte di tale volume d'acqua contribuirà al ruscellamento superficiale (R), mentre la porzione rimanente s'infiltrerà nel terreno (I).

Per la stima del ruscellamento superficiale, nota la P_{eff} , è stato impiegato il metodo del Curve Number, messo a punto dal Soil Conservation Service (United State – Department of Agriculture) (SCS-CN), un metodo a metà strada tra i modelli basati sul calcolo delle perdite per infiltrazione in un punto ed i modelli formulati per essere specificatamente utilizzati in approcci integrati.

Il metodo CN si basa sulla seguente semplice equazione

$$\frac{R}{P_{eff} - I_a} = \frac{I}{S}$$

dove R è il volume specifico di deflusso superficiale, P_{eff} il volume specifico di pioggia efficace, I_a è l'assorbimento iniziale di acqua del terreno, I è il volume specifico di acqua infiltratosi nel terreno e S il volume specifico di saturazione del terreno. Ovviamente, finché P_{eff} risulta inferiore di I_a , R risulta nullo.

Poiché l'infiltrazione I è data da:

$$I = P_{eff} - I_a - R$$

Da semplici passaggi si ricava R:

$$R = \frac{(P_{eff} - I_a)^2}{P_{eff} - I_a + S}$$

Generalmente si assume un assorbimento iniziale I_a pari a $0.2S$, dove S, parametrizzato in funzione della natura del terreno e dell'uso del suolo, è dato da

$$S = S_0 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Nella formula precedente S_0 è un termine costante pari a 254 mm, mentre CN è il *Curve Number* ($0 < CN < 100$), un termine adimensionale tabulato in funzione dell'uso del suolo e del tipo di terreno.

Il metodo consente anche di tenere conto dello stato di umidità del suolo; in particolare vengono considerati tre diversi stati di umidità: I - Suolo asciutto, II - Suolo mediamente umido, III - Suolo molto umido. I valori di CN tabulati si riferiscono a questa seconda condizione, mentre esistono relazioni analitiche per ricavare il CN(I) e il CN(III)

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 - 0.0057 \cdot CN(II)}$$

Nelle analisi successive, si utilizzerà il CN(III) per tenere conto della progressiva saturazione del terreno che realmente si verifica nel corso dell'evento meteorico e che di conseguenza fa diminuire il volume specifico di acqua che si infila nel terreno.

I valori di infiltrazione I ricavati con il metodo CN sono espressi in mm, essendo volumi specifici di acqua. Tale risultato deve essere esteso al settore di bacino idrogeologico cui tale valore di infiltrazione si riferisce, per avere una stima dell'effettivo volume d'acqua che penetra nel terreno. Poiché il CN dipende sia dalla tipologia del terreno che dall'uso del suolo, si avranno diversi valori di infiltrazione I a seconda di ogni specifico uso del suolo, per ciascuno dei quali viene indicata l'estensione areale all'interno del Comune.

I risultati relativi al bilancio nel bacino idrogeologico di interesse sono riportati in **Al. 5**. I volumi d'acqua e, di conseguenza, i bilanci sono valutati a scala mensile, soprattutto per osservare con maggior dettaglio le problematiche inerenti le risorse idriche, nei diversi periodi dell'anno. Il bilancio viene realizzato semplicemente confrontando la portata d'acqua in ingresso per infiltrazione nel terreno della precipitazione meteorica (ipotizzando che tutta l'acqua che si infila nel bacino ricarica l'acquifero corrispondente) con la portata che sgorga costantemente dalla sorgente (valutata in base alla stima del contributo annuale della sorgente, effettuata nel paragrafo 5.3.2).

I risultati evidenziano in generale alcune problematiche concernenti l'alimentazione nei mesi primaverili/estivi della sorgente Fontanazza.

Nel periodo primaverile (maggio e giugno), ma soprattutto nel periodo estivo (giugno, luglio, agosto e settembre), si osserva infatti una condizione di deficit idrico, in quanto la ricarica della falda risulta inferiore ai volumi di acqua sollevati dalla sorgente.

Per il mese di luglio e agosto, il deficit è dovuto al fatto che in quei mesi l'evapotraspirazione calcolata nel modello risulta maggiore delle precipitazioni registrate, facendo risultare l'infiltrazione nei terreni e dunque la ricarica della falda nulla.

Per gli altri mesi, invece, il deficit idrico mostrato dal modello è dovuto semplicemente al fatto che in generale la ricarica risulta inferiore al prelievo.

5.5 CONSIDERAZIONI FINALI E PROPOSTE

5.5.1 Valutazioni rispetto alla dotazione idrica attuale

Gli attuali fabbisogni idrici medi del Comune di Osmate sono pienamente soddisfatti, in parte dall'unica opera di captazione dell'acquedotto comunale (sorgente Fontanazza) e in parte dal contributo fornito dall'acquedotto provinciale.

Le previsioni di incremento demografico derivanti dall'attuazione del P.G.T. (da circa 710 a circa 830 unità residenti) determinano un incremento dei fabbisogni idrici del Comune.

In tale scenario, i fabbisogni medi (potabili e produttivi) risultano ancora pienamente soddisfatti, anche nell'ipotesi di non modificare né il numero di fonti né la loro gestione.

I fabbisogni massimi (giorno di massimo consumo) risultano invece soddisfatti grazie all'effetto "polmone" che si attua con il serbatoio ubicato in prossimità della sorgente Fontanazza, di capacità sufficiente e posto ad una quota tale da consentire la distribuzione per gravità in quasi tutta la rete comunale.

Una considerazione generale da fare riguarda lo sfruttamento della sorgente Fontanazza, che attualmente risulta già al limite delle sue possibilità (1,3 l/s in media) e dunque non ulteriormente potenziabile. Poiché il contributo della sorgente Fontanazza non può essere incrementato, l'unico apporto potenziabile risulta essere quello fornito dalla rete provinciale, che al momento rappresenta più della metà della disponibilità idrica comunale.

5.5.2 Misure da adottare per il risparmio idrico

Oltre agli interventi sopraccitati, il P.G.T. deve perseguire anche misure di risparmio idrico e corretto utilizzo della risorsa idrica.

Per quanto riguarda il risparmio idrico e le misure da adottarsi in tal senso, si fa riferimento alle disposizioni regionali in materia, R.R. n. 2 del 24/03/2006, art. 6 comma1. A tal fine, successivamente al recepimento di tali disposizioni, risulta necessario l'adeguamento del regolamento edilizio comunale.

Le disposizioni regionali, finalizzate al risparmio e al riutilizzo della risorsa idrica, riguardano in generale i progetti di nuova edificazione e gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente. I contenuti del regolamento possono essere riassunti come segue:

- introduzione negli impianti idrico-sanitari di dispositivi idonei ad assicurare una significativa riduzione del consumo d'acqua;
- realizzazione di reti di adduzione duali;

- realizzazione della circolazione forzata dell'acqua calda destinata all'uso potabile al fine di ridurre il consumo dell'acqua non già alla temperatura necessaria (negli edifici condominiali con più di tre unità abitative);
- installazione, per ogni utente finale, di appositi misuratori di volume o portate erogate, omologati a norma di legge;
- adozione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici e realizzazione di vasche di invaso per l'accumulo libero delle stesse (per usi diversi dal consumo umano).

6 IDROGRAFIA

6.1 ASSETTO IDROGRAFICO

Nel territorio comunale di Osmate il reticolo idrografico è costituito da corsi d'acqua torrentizi a regime stagionale che formano una rete idrografica a carattere subdentritico.

All'interno del territorio comunale si distinguono tre diverse tipologie di corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore:

1. corsi naturaliformi di interesse sovracomunale, con deflusso quasi perenne e valenza ambientale elevata, quale il Torrente Lenza e la Roggia Riale;
2. corsi secondari, sparsi all'interno del perimetro comunale, con portata intensamente influenzata dalla piovosità;
3. derivazioni irrigue capillari di origine antropica, che svolgono anche funzione di drenaggio della zona paludosa per l'acqua proveniente dal versante adiacente del Monte Pelada.

Il drenaggio dei corsi d'acqua è controllato da una dorsale spartiacque EW sita pressappoco in corrispondenza dell'alto strutturale su cui si è situato l'abitato di Osmate.

L'unico corso d'acqua importante dal punto di vista idraulico è il Torrente Lenza, il quale si origina su pendii poco acclivi a S di Osmate, drena in alveo artificiale la piana palustre a SW e circa 6 Km a S confluisce in sinistra idrografica nel Fiume Ticino.

Nel settore NE del territorio comunale la Roggia il Riale costituisce invece un breve corso d'acqua immissario del Lago di Monate; quest'ultimo non ha invece corsi d'acqua emissari all'interno del territorio comunale di Osmate.

6.2 INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE

In attuazione alla D.G.R. 7/13950/03, il Comune di Osmate ha presentato presso gli uffici competenti la documentazione tecnica necessaria all'individuazione del reticolo idrico, delle fasce di rispetto e della relativa regolamentazione.

Il suddetto elaborato tecnico, redatto in data Gennaio 2004, è stato ritenuto conforme alle indicazioni contenute nelle citate D.G.R. dalla Regione Lombardia – Sede Territoriale di Varese (nota del 18/07/2005, prot. AD15.2005.0000009 riportata in **All. 6**).

Il reticolo è stato individuato in base ai criteri della D.G.R. 1 agosto 2003 n. 7/13950 – "Modifica della D.G.R. 25 gennaio 2002 n. 7/7868 - Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni di polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'Art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000 - Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica" la Regione

Lombardia aggiorna e approfondisce le modalità di individuazione del **reticolo idrico principale** e, per differenza, del **reticolo idrico minore** già disciplinate nella precedente delibera del 2002.

La D.G.R. 7/13950/03, inoltre, conferma la delega all'amministrazione comunale per l'individuazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua e della relativa regolamentazione con indicazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione e stabilisce il trasferimento ai Comuni, alle Comunità Montane e ai consorzi di bonifica delle funzioni concernenti la manutenzione, la polizia idraulica e l'amministrazione dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore già disposte precedentemente.

Secondo gli elenchi riportati nell'All. A della D.G.R. 7/13950/03 e l'elaborato tecnico succitato il territorio comunale di Osmate non è interessato da corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale.

Di seguito si riporta l'individuazione del reticolo idrico minore del territorio comunale di Osmate (**Tav. 5**) così come contenute nel suddetto elaborato tecnico:

Reticolo idrico minore in Comune di Osmate		
Codice assegnato	Denominazione	Note
1	<i>Roggia Riale</i>	Torrente a carattere locale immissario del Lago di Monate
2	<i>Torrente Lenza</i>	Ha origine nel territorio di Osmate, attraversa Taino e Sesto Calende dove diventa affluente in sinistra idrografica del Fiume Ticino
-	<i>Altri corsi minori privi di denominazione</i>	

6.3 INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

I corsi d'acqua del reticolo idrico minore non presentano variazioni significative di portata, se non quelle legate alla stagionalità (periodi di asciutta) ed ai regimi meteorici locali.

Non essendoci riscontro di aree di esondazione o estese aree in dissesto connesse al reticolo idrico, è stata individuata un'unica fascia di rispetto considerando congiuntamente le due seguenti caratteristiche (**Tav. 5**):

- fascia di inedificabilità assoluta estesa per 10 m dal corso d'acqua² del reticolo minore (come definito dal R.D. 523/1904), limitata a 4 m per i corsi con sezione d'alveo molto ridotta o per i tratti già attualmente intubati, previa verifica idraulica relativa all'adeguatezza della sezione d'alveo calcolata su portate di piena corrispondenti ad adeguati tempi di ritorno.
- fascia di rispetto dei corsi d'acqua individuata con criterio tecnico comprendente l'alveo, le sponde e le aree di pertinenza del corso stesso soggette a fenomeni erosivi (secondo quanto definito dalla D.G.R. 7/7868/02).

Tale fascia è applicata permanentemente a tutto il reticolo minore, comprese le derivazioni irrigue capillari (corsi d'acqua al punto 3 del Paragrafo 5.1).

La normativa di riferimento concernente i vincoli di polizia idraulica da applicare a tali fasce è stata elaborata all'interno dello specifico studio adottato dal Comune di Osmate e approvato dalla Regione Lombardia S.Ter. di Varese (**All. 6**).

La suddetta normativa approvata è riproposta nel **Cap. 12** al fine di integrarla nel P.G.T.

6.4 ULTERIORI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI ED ANTROPICI CONNESSI ALLA REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Il reticolo idrografico alla scala del territorio comunale illustrato in **Tav. 5** è stato integrato aggiungendo i seguenti elementi di interesse ai fini delle attività territoriali di regimazione idraulica e difesa del suolo:

- *aree soggette a ristagno idrico superficiale e aree palustri;*
- *aree soggette a ruscellamento diffuso;*
- *canalette di scolo;*
- *impluvi attivi durante le precipitazioni meteoriche intense;*
- *strade soggette al ruscellamento concentrato delle acque meteoriche;*
- *ponti, attraversamenti e tratti intubati.*

² In base alla giurisprudenza corrente, le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argine in rilevato, dalla sommità della sponda incisa. Nel caso di sponde stabili, consolidate o protette, le distanze possono essere calcolate con riferimento alla linea individuata dalla piena ordinaria.

6.5 VARIAZIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO DEL LAGO DI MONATE

Essendo Osmate un comune rivierasco del Lago di Monate, si è ritenuto utile riportare alcuni dati riguardanti le variazioni del livello idrometrico del lago stesso, allo scopo di osservare le aree potenzialmente allagabili in occasione di eventi meteorici eccezionali.

Allo scopo sono stati utilizzati i dati dell'idrometro posizionato nel comune di Travedona-Monate sul Torrente Acquanegra a quota 269 m s.l.m., sulla sponda opposta al Comune di Osmate.

I dati sono stati messi a disposizione da Graia s.r.l. di Varano Borghi che esegue monitoraggi regolari.

Le variazioni dei livelli idrometrici che si osservano (**Fig. 1**), mostrano i maggiori innalzamenti della superficie lacustre nei periodi autunnali, legati presumibilmente all'aumento stagionale della piovosità.

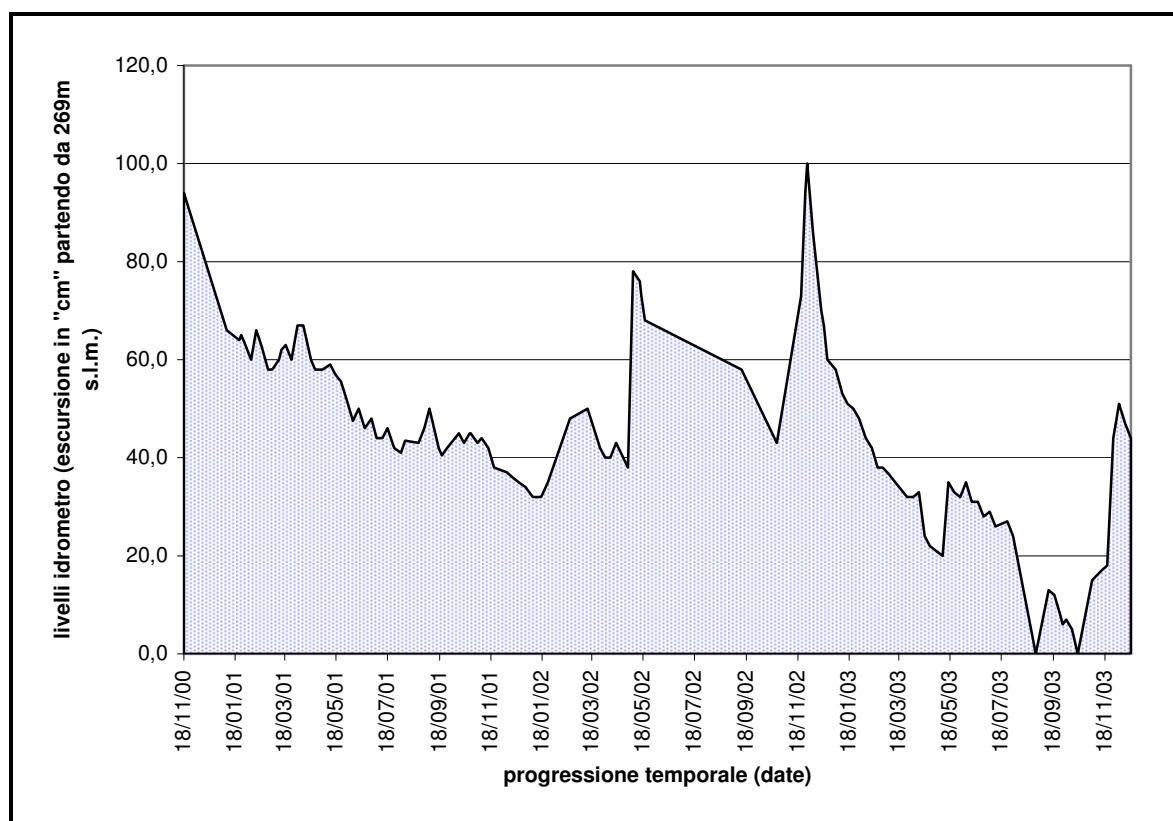


Figura 1. Variazione dei livelli idrometrici del Lago di Monate.

La somma della massima escursione del livello idrometrico e della quota di base dell'idrometro, dà in linea teorica, la massima altezza potenzialmente raggiungibile dalla superficie lacustre.

Sulla base di questa assunzione, è stato costruito il limite delle aree potenzialmente soggette ad allagamento per innalzamento della superficie lacustre, a quota 270 m s.l.m. (**Tav. 3**).

Sulla base dei dati riportati, è quindi possibile attribuire un grado di rischio alle aree interessate da esondazione lacustre, secondo la seguente gradazione suggerita dal P.A.I. nell'allegato 3 della D.G.R. 7/7365/2001:

- R1 (rischio moderato): possibili danni sociali ed economici marginali;
- R2 (rischio medio): possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- R3 (rischio elevato): possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- R4 (rischio molto elevato): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.

La quantificazione del rischio è effettuata essenzialmente sulla base dei seguenti parametri:

- probabilità di esondazione;
- livelli idrici (escursione massima pari a 1m);
- velocità di scorrimento (pari a 0 m/s, in quanto esondazione lacustre);
- analisi delle tipologie insediative (presenza di sporadiche abitazioni residenziali).

Pertanto, a tutte le aree del litorale lacustre potenzialmente interessate da allagamento per innalzamento dei livelli è stato attribuito un grado di rischio R1.

7 AZZONAMENTO GEOLOGICO-TECNICO DEL TERRITORIO

7.1 PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

La caratterizzazione geologico tecnica del territorio comunale ha contemplato l'insieme dei dati geologici di sottosuolo e geologico applicativi sino ad oggi disponibili, secondo quanto raccomandato dalla D.G.R. 8/7374/08, al fine di integrare la rappresentazione geologico tecnica dei terreni proposta nello studio precedente, che a tale scopo si era già dimostrata funzionale.

Pertanto, i tematismi utilizzati nel precedente studio sono rimasti sostanzialmente invariati e, solo in alcuni casi, sono stati aggiornati cartograficamente o più specificatamente dettagliati in legenda alla luce delle nuove informazioni disponibili (punti di osservazione stratigrafica diretta descritti al paragrafo 3.2.3).

In **Tav. 3** sono rappresentate le zone che, in base alle specifiche condizioni morfologiche e litologiche, presentano caratteristiche geotecniche omogenee. Tali aree sono riepilogate di seguito:

Zona Sr – Ambito dei versanti con substrato roccioso sub-affiorante

- Caratteri geomorfologici:* Ambito dei versanti caratterizzati da pendenze inferiori a 35° e direttamente controllati dal substrato roccioso affiorante o sub-affiorante (Formazione di Como).
- Caratteri litologici:* Conglomerati poligenici a matrice arenacea con ciottoli e blocchi subarrotondati di rocce cristalline.
- Assetto geologico tecnico:* Versanti stabili e non particolarmente acclivi; possibili locali fenomeni di erosione del suolo e dissesto gravitativo innescabili da azioni di gelo-disgelo o dalle acque di corrivazione.

Zona GI – Ambito dei versanti con depositi glaciali

- Caratteri geomorfologici:* Ambito delle aree moreniche e terrazzate comprendenti depositi glaciali e di contatto glaciale.
Gl1: presunto deposito di contatto glaciale con potenza limitata, annegato negli adiacenti depositi fluvioglaciali e con nucleo in conglomerato.
- Caratteri litologici:* Ciottoli e blocchi in matrice sabbioso-limosa e ghiaie massive eterometriche in matrice sabbiosa.
- Assetto geologico tecnico:* Aree generalmente stabili con possibile interessamento ed innesco di locali fenomeni di dissesto gravitativo legati ad azioni di antropizzazione del territorio non adeguatamente progettate e ad azioni di erosione del suolo dovute ad acque di corrivazione.

Zona Fg – Ambito delle piane fluvioglaciali

- Caratteri geomorfologici:* Ambito dei blandi pendii fluvioglaciali, ai piedi dei depositi di contatto glaciale.
- Caratteri litologici:* Sabbie, ghiaie, sabbie limose e limi argillosi.
- Assetto geologico tecnico:* Aree connesse a tipologie di terreni che colmano le depressioni intramoreniche con permeabilità media e localmente bassa con tendenza al ristagno delle acque meteoriche in superficie o nel primo sottosuolo.

Zona La – Ambito dei depositi lacustri postglaciali

- Caratteri geomorfologici:* Ambito dei depositi lacustri postglaciali in contatto con i depositi fluvioglaciali al piede del versante.
- Caratteri litologici:* Limi argillosi e sabbie fini limose intercalati a sabbie medio-grossolane e ghiaie.
- Assetto geologico tecnico:* Aree connesse alla presenza di terreni fini poco addensati, caratterizzate da permeabilità medio-bassa e tendenza al ristagno delle acque meteoriche in superficie o nel primo sottosuolo; localmente si distinguono terreni granulari poco alterati, maggiormente addensati e con permeabilità discreta.

Zona Tb – Ambito delle piane paludose e torbose

- Caratteri geomorfologici:* Ambito delle piane paludose e torbose altimetricamente depresse, impostate su depositi lacustri postglaciali con morfologia pianeggiante o sub-pianeggiante.
- Caratteri litologici:* Sabbie fini limose e limi argillosi localmente intercalati a livelli di torba.
- Assetto geologico tecnico:* Aree connesse alla presenza di terreni fini poco addensati, caratterizzati generalmente da permeabilità media e localmente bassa con tendenza al ristagno delle acque meteoriche in superficie o nel primo sottosuolo.

I limiti delle zone identificate, avendo come principale carattere distintivo la costituzione litologica, non coincidono necessariamente con i limiti delle unità geologiche di superficie.

7.3 ULTERIORI ELEMENTI DI CARATTERE GEOLOGICO - TECNICO

La caratterizzazione geologico – tecnica del territorio comunale illustrata in **Tav. 3** è stata integrata aggiungendo i seguenti elementi di interesse ai fini della pianificazione territoriale:

- *classi di acclività:*
 - aree in contesto di versante acclive che presentano inclinazione maggiore di 20°;
 - aree in contesto di versante acclive che presentano inclinazione maggiore di 35°;

- *elementi connessi al regime idraulico e all'attività morfodinamica:*
 - aree potenzialmente soggette ad allagamento per innalzamento della superficie lacustre, che può raggiungere quota di 270 m s.l.m. (dedotte da osservazioni sull'idrometro Torrente Acquanegra – Travedona Monate);
 - aree soggette a ristagno idrico superficiale e area palustre;
 - dissesti idrogeologici non fedelmente cartografabili.

- *elementi connessi all'attività antropica:*
 - rete fognaria (acque miste, nere, bianche e nere in pressione);
 - punto di scarico della rete acque bianche;
 - rete di distribuzione acquedotto;
 - serbatoio di accumulo.

- *elementi geognostici:*
 - ubicazione indagini geognostiche;
 - punto di osservazione stratigrafica descritto in relazione (*si veda il Paragrafo 3.2.3*);

8 IL RISCHIO DI ESPOSIZIONE AL GAS RADON

8.1 LA MAPPATURA DEL TERRITORIO LOMBARDO

Il *radon* è un gas nobile naturalmente radioattivo, che si genera dal decadimento del *radio*, generato a sua volta dal decadimento dell'*uranio*. Il motivo che determina la necessità di mapparne la concentrazione risiede nel fatto che il radon è un gas molto pesante e viene considerato estremamente pericoloso per la salute umana se inalato ed è ritenuto una delle possibili cause di serie patologie polmonari.

La principale fonte di questo gas risulta essere il terreno, dal quale fuoriesce e si disperde nell'ambiente, accumulandosi in locali chiusi ove può diventare pericoloso. Le aree più a rischio sono quelle che presentano formazioni geologiche originatesi da fenomeni di vulcanesimo (lave, pozzolane, tufi, granito e porfido) ma, in ogni caso, si possono ritrovare alte concentrazioni di radon anche in rocce sedimentarie, come i marmi, le marne e i flysh. La risalita in superficie del radon è anche associabile alla presenza di discontinuità tettoniche quali faglie e fratture profonde della crosta terrestre.

Altre fonti possono essere, in misura minore, i materiali di costruzione, specialmente se di origine vulcanica, come il tufo o i graniti.

Uno dei principali fattori di rischio del radon è legato al fatto che tende ad accumularsi all'interno di abitazioni. Il gas migra dal suolo (o dai materiali da costruzione) e penetra all'interno degli edifici attraverso le fessure (anche microscopiche), gli attacchi delle pareti al pavimento, i passaggi dei vari impianti (elettrico, termico, idraulico). Di conseguenza, i livelli di radon sono generalmente maggiori nelle cantine, nei vani seminterrati e nei piani più bassi delle abitazioni.

L'ARPA della Regione Lombardia ha condotto, tra il 2003 e il 2004, una campagna di misura del gas radon in tutto il proprio territorio, al fine di individuare le aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni (*radon prone areas*), come previsto dal D.Lgs 241/00, art. 10-ter, comma 2.

Il piano per la mappatura, condotto da ARPA in collaborazione con le ASL locali, ha visto il territorio regionale suddiviso secondo una griglia a maglie rettangolari, di dimensioni variabili a seconda delle caratteristiche geologiche e morfologiche del suolo, con un infittimento nella zona alpina e prealpina, dove ci si attende concentrazioni di radon più elevate e spazialmente eterogenee.

In ciascuna maglia sono stati individuati da 5 a 10 punti di misura, per un totale di 3600 punti, in 541 Comuni lombardi (1/3 del totale).

Le misure hanno avuto durata annuale e sono state effettuate attraverso l'impiego di dosimetri passivi, posizionati per 2 semestri consecutivi a partire dall'ottobre 2003.

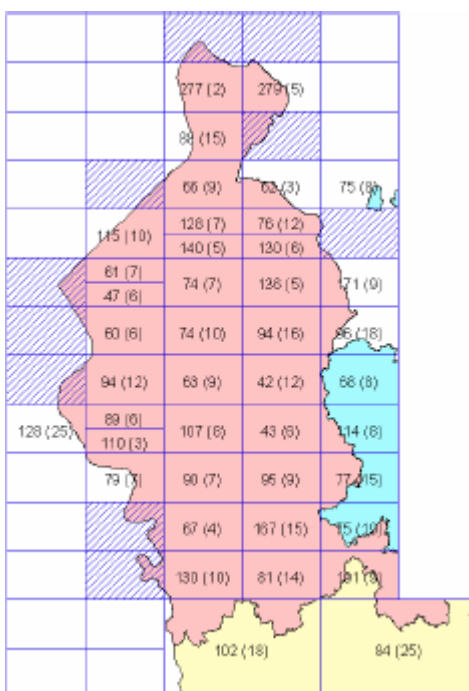
8.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel quadro normativo nazionale relativo alla problematica del radon indoor viene prevista la tutela dei lavoratori negli ambienti lavorativi, mentre non viene regolamentata l'esposizione della popolazione nelle abitazioni private. La norma cui si fa riferimento per l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro è il D.Lgs 240/00, art.10, che fissa come livello di riferimento una concentrazione pari a 500 Bq/m³.

Per quanto riguarda invece la regolamentazione dell'esposizione al radon nelle abitazioni private, il più solido riferimento è rappresentato dalla raccomandazione dell'Unione Europea 90/143/EURATOM, che fornisce indicazioni precise circa il valore oltre cui intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti (400 Bq/m³) e l'obiettivo di qualità (200 Bq/m³) per le nuove edificazioni. Tale raccomandazione prevede che, oltre all'indicazione delle misure da adottare per le nuove costruzioni, qualora il limite di riferimento per gli edifici esistenti (400 Bq/m³) sia superato, debbano essere adottati provvedimenti correttivi proporzionali all'entità di superamento del limite.

8.3 RISULTATI PRELIMINARI DELLO STUDIO ARPA

La figura seguente mostra per la Provincia di Varese la media geometrica dei valori di concentrazione di radon misurati nei punti di campionamenti all'interno della singola maglia, espressa in Bq/m³ (Bequerel per unità di volume), mentre tra parentesi è indicato il numero di misure effettuate all'interno della maglia. Il tratteggio rappresenta maglie dove non vi sono centri urbanizzati di entità rilevante.



Dalle misure effettuate sono state ricavate valutazioni geostatistiche sulle concentrazioni medie annuali attese nelle unità immobiliari site al piano terra dei vari comuni della provincia.

I risultati relativi al Comune di Osmate sono i seguenti:

Comune	% delle unità immobiliari esistenti site al pian terreno, che potrebbero superare un valore di concentrazione media annuale di 200 Bq/m ³	% delle unità immobiliari esistenti site al pian terreno, che potrebbero superare un valore di concentrazione media annuale di 400 Bq/m ³
Osmate	15%	2%

L'ARPA sottolinea tuttavia che le stime sopra riportate sono da ritenersi indicative in quanto la concentrazione di radon indoor dipende molto anche dalle caratteristiche costruttive di ogni singolo edificio (materiali utilizzati, modalità di aerazione e ventilazione, ecc.) oltre che dalla zona geografica e quindi dalle caratteristiche geologiche locali.

Il valore limite per le nuove edificazioni pari a 200 Bq/m³ è oltrepassato, per il 15% delle unità immobiliari. Tale risultato è pertanto indicativo della necessità di adottare provvedimenti obbligatori in campo edilizio al fine di ridurre il rischio radon indoor nelle nuove costruzioni.

Poiché il livello di concentrazione di riferimento pari a 400 Bq/m³ è anch'esso superato, teoricamente per il 2% delle unità immobiliari esistenti, se ne deduce che risulterebbe necessario adottare provvedimenti volti alla riduzione della concentrazione di radon anche per le abitazioni esistenti.

8.4 ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI PER LE NUOVE EDIFICAZIONI

Nonostante i risultati rassicuranti per il Comune di Osmate, si riportano le raccomandazioni che ARPA propone per le nuove edificazioni allo scopo di minimizzare l'esposizione della popolazione al radon indoor.

Si tratta di alcuni accorgimenti costruttivi da applicare singolarmente o in combinazione tra loro, che possono variare in funzione delle caratteristiche morfologiche e litologiche del sito, nonché dalla tipologia di edificio e dalle specifiche esigenze degli occupanti.

In sintesi si elencano gli accorgimenti ritenuti più efficaci:

- Ventilazione naturale tramite formazione di vespaio aerato;
- Ventilazione meccanica controllata;
- Drenaggio delle fondazioni per l'allontanamento dell'eventuale gas presente nel terreno;

- Sigillatura delle fonometrie per il passaggio di impianti, scarichi e canalizzazioni.

La presenza di collegamento (scale), in una stessa unità immobiliare, fra seminterrato e piani superiori, può convogliare il radon, di norma presente in maggiori concentrazioni nel seminterrato, verso i piani superiori.

Infine, nei locali di abitazione e particolarmente nelle zone notte, dovrebbe essere evitato l'uso di materiali costruttivi e di finitura contenenti significative concentrazioni di radionuclidi naturali, quali i tufi, i graniti, le sieniti, i basalti, le pozzolane, i cementi contenenti polveri e scorie di altoforno, le calci eminentemente idrauliche.

Si rimanda alla competenza urbanistica la valutazione circa l'eventuale inserimento delle indicazioni fornite da ARPA all'interno del Piano delle Regole o del Regolamento Edilizio.

9 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ PER FRANA

9.1 INDIVIDUAZIONE AREE PERICOLOSITÀ PER FRANA

Dalla Tavola RIS 3 – Carta della pericolosità frane del P.T.C.P., si osserva come il territorio di Osmate non sia interessato da aree potenzialmente franose.

Anche l'Inventario frane della Regione Lombardia (Geolffi) e le altre fonti a disposizione non segnalano all'interno del Comune di Osmate frane e dissesti esistenti.

Tuttavia, parte del territorio comunale comprende le pendici occidentali del Monte Pelada, caratterizzato da versanti relativamente ripidi, modellati dal substrato roccioso gonfolitico e con esigue coperture glaciali.

Al fine di valutare con maggior dettaglio le condizioni di pericolosità in corrispondenza dei versanti che presentano connotazione di aree potenzialmente franose, sono state effettuate analisi approfondite sul territorio interessato.

Una prima discretizzazione della effettiva pericolosità è stata effettuata mediante un'analisi di tipo clivometrico, realizzata mettendo in evidenza le aree del territorio comunale appartenenti alle seguenti classi di inclinazione i:

- $i < 20^\circ$
- $20^\circ < i < 35^\circ$
- $i > 35^\circ$

Tali classi fanno riferimento alla letteratura tecnica di settore, in quanto l'inclinazione di 20° è considerata la soglia minima per il possibile sviluppo di dissesti gravitativi in corrispondenza di versanti costituiti da terreni sciolti. Viceversa, l'inclinazione di 35° è considerata una pendenza critica in valore assoluto, oltre la quale possono generarsi con più frequenza dissesti franosi o addirittura crolli in corrispondenza dei versanti rocciosi.

Per mezzo di questo tipo di valutazioni, che hanno permesso di suddividere il territorio comunale in zone omogenee tenendo conto sia della classe di pendenza che di quella litologica di appartenenza della zona in questione, è stato perciò possibile escludere, dalle successive analisi di dettaglio, vaste aree del territorio di Osmate.

Conseguentemente, è stato possibile focalizzare l'attenzione esclusivamente sulle porzioni di versante del Monte Pelada ritenute significative, sulle quali sono state successivamente effettuate analisi specifiche di stabilità.

9.2 METODOLOGIA DI ANALISI DELLA STABILITÀ DEI VERSANTI

9.2.1 Analisi di stabilità di pendii in terreni sciolti

In linea con i criteri regionali, la verifica delle condizioni di stabilità di versante è stata effettuata mediante un'analisi all'equilibrio limite con i metodi di Janbu, Bishop e Spencer, con il supporto di un modello di calcolo dedicato e implementato nel software Slide 5.0 (1998-2008 Rocscience Inc.).

Tale procedura consente di individuare, per differenti masse di terreno, le superfici di scivolamento critiche caratterizzate dal coefficiente di sicurezza più basso, attraverso l'analisi di 5000 superfici geometricamente possibili.

In **Tav. 4** è riportata la traccia delle sezioni geognostiche per le quali è stata realizzata l'analisi di stabilità. Le sezioni si riferiscono alle aree di maggior interesse all'interno del territorio di Osmate dal punto di vista della pericolosità da frana, ottenute grazie all'analisi geomorfologica effettuata in precedenza considerando litologia e pendenza.

Il livello di sicurezza (Fattore di Sicurezza FS) è espresso come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio necessaria a garantire l'equilibrio lungo la potenziale superficie di scivolamento. I principali fattori destabilizzanti sono quelli dovuti all'effetto della forza di gravità, all'aumento delle sovrappressioni interstiziali, al peggioramento dei parametri di resistenza al taglio dei terreni e all'incremento di sollecitazioni esterne (carichi accidentali, azione sismica etc).

Le verifiche di stabilità sono state realizzate in condizioni drenate, in condizioni di parziale saturazione e in corrispondenza di un eventuale evento sismico, applicando ai parametri geotecnici caratteristici dei differenti strati di terreno i coefficienti parziali di riduzione previsti dal D.M. 14/01/08.

L'analisi di stabilità in condizioni sismiche necessita in ingresso di un valore di accelerazione sismica orizzontale (k_h) e di un valore di accelerazione verticale (k_v). Noti questi parametri, è possibile definire l'azione sismica di progetto ricorrendo ad analisi semplificate per via pseudostatica. Tale metodo consente di schematizzare l'azione sismica come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno.

L'entrata in vigore del D.M. 14/01/08 ha fatto in modo che la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica debba essere effettuata direttamente per il sito in esame. I dati relativi allo specifico sito di interesse si ricavano mediante l'interpolazione dei parametri relativi a 4 punti appartenenti al reticolo di riferimento che circondano il punto in esame. I parametri dei punti costituenti il reticolo sono riportati nella Tabella 1 dell'Allegato B del suddetto decreto. Per questo motivo ogni sezione di interesse, anche se all'interno dello stesso comune, risulta caratterizzata da valori di k_h e k_v differenti.

In base a quanto appena detto, i siti corrispondenti alle sezioni in esame sono caratterizzati da un valore di accelerazione massima al suolo a_g pari a 0,056 g, riferito ad una probabilità di superamento non maggiore del 5% in 200 anni, corrispondente ad un tempo di ritorno dell'evento critico di 2475 anni (Stato limite di Collasso).

Considerando la categoria sismica dei terreni, le caratteristiche topografiche del sito e il valore di accelerazione massima è quindi possibile calcolare i valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale K_h e verticale K_v , in relazione all'evento sismico simulato, come specificato al punto 7.11.3.5.2 del D.M. 14/01/08.

9.3 ATTESTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DELLE AREE POTENZIALMENTE FRANOSE

L'analisi di stabilità, condotta con il supporto di un modello di calcolo dedicato, è finalizzata all'attestazione della pericolosità nel territorio del Comune di Osmate, mediante attribuzione delle rispettive classi. L'attestazione della pericolosità avviene in base al seguente criterio:

Fattore di sicurezza	Livello di pericolosità
$FS > 2.0$	H1
$1.4 < FS < 2.0$	H2
$1.2 < FS < 1.4$	H3
$1.0 < FS < 1.2$	H4
$FS < 1.0$	H5

Il fattore di sicurezza FS, utilizzato come riferimento per l'attestazione della pericolosità, è quello più basso ottenuto nelle analisi di stabilità in condizioni drenate.

Poiché i livelli di pericolosità sono 5 (H1 – H5) e le classi di pericolosità sono invece 4, si ha che

Classe di pericolosità	Livello di pericolosità
Pericolosità molto bassa o nulla	H1 – H2
Pericolosità bassa	H2 – H3
Pericolosità media	H3 – H4
Pericolosità alta	H4 – H5

per cui, per l'attribuzione delle classi di pericolosità il criterio adottato è il seguente:

Fattore di sicurezza	Livello di pericolosità	Classe di pericolosità
FS > 2.00	H1	Pericolosità molto bassa o nulla
1.7 < FS < 2.0	H2	Pericolosità molto bassa o nulla
1.4 < FS < 1.7	H2	Pericolosità bassa
1.3 < FS < 1.4	H3	Pericolosità bassa
1.2 < FS < 1.3	H3	Pericolosità media
1.1 < FS < 1.2	H4	Pericolosità media
1.0 < FS < 1.1	H4	Pericolosità alta
FS < 1.0	H5	Pericolosità alta

Per ciascuna area omogenea è stata inoltre individuata un'area di possibile ampliamento a valle, alla quale è stata assegnata classe di pericolosità inferiore di un grado, rispetto all'area di origine a cui si riferisce. Per la delimitazione di tale zona di ampliamento è stata impiegata la formula empirica seguente

$$L = 46.91 \cdot \log(H + 3) - 22.38$$

GOVI et al.(1985)

dove L è la distanza massima (in m) di arresto dei materiali franati mentre H rappresenta il dislivello tra il punto di distacco della superficie di scivolamento con FS più basso e il punto di inizio della zona di accumulo. L'ampiezza dell'area stimata con questo metodo è essenzialmente indicativa, perciò il tracciamento vero e proprio della zona di ampliamento è stato realizzato seguendo soprattutto la morfologia dell'area di interesse.

10 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

10.1 ASPETTI NORMATIVI E METODOLOGICI

Con la pubblicazione sul B.U.R.L. del 12 giugno 2008, 2° supplemento straordinario, della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, la Regione Lombardia ha aggiornato le linee guida e le procedure operative per la valutazione degli effetti sismici di sito a cui uniformarsi nella definizione del rischio sismico locale, già definiti nella precedente D.G.R. 8/1566/05.

Nel caso specifico, nell'ambito dei tre livelli di approfondimento previsti dalla suddetta normativa e tenuto conto:

- della classificazione del territorio comunale di Osmate in Zona Sismica 4 ai sensi della OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" e s.m.i.;
- della D.G.R. 7 novembre 2003 n. 7/14964 *Disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM n. 3274 del 20/03/2003*;
- del D.M. 14 gennaio 2008 *Norme tecniche per le costruzioni*,

l'analisi del rischio sismico è stata condotta adottando la **procedura di I livello** che, a partire dalle informazioni territoriali di base disponibili, consente di individuare le zone caratterizzate da specifici scenari di pericolosità sismica locale (PSL).

La procedura di I livello rappresenta il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione, per la caratterizzazione semi-quantitativa (II livello) o quantitativa (III livello) degli effetti di amplificazione sismica attesi.

Il livello III è obbligatorio nel caso in cui si stia progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e le costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali. Tali edifici sono definiti nel D.D.U.O. 21 novembre 2003 n. 19904 "Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui all'art. 2, commi 3 e 4 dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, in attuazione della D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003".

Per l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale si è fatto riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/7374/08, riportata di seguito:

SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, etc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, etc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Ai fini dell'individuazione dei possibili scenari di pericolosità sismica locale elencati in tabella, si sono analizzati criticamente i dati geologici e geotecnici acquisiti nell'ambito del presente studio e descritti nei capitoli precedenti.

10.2 ANALISI SISMICA DI BASE DEL TERRITORIO COMUNALE

Il D.M. 14/01/2008, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per gli interventi edificatori prevede una classificazione del suolo di fondazione, ovvero del terreno compreso tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento (bedrock sismico), nelle seguenti categorie:

- A. *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B. *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
- C. *Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità

e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

- D. *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
- E. Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Pertanto, tale classificazione si basa sulla specifica caratterizzazione del suolo di fondazione secondo la stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , ovvero del numero di colpi N_{SPT} ottenuti mediante prova penetrometrica dinamica e, nel caso di terreni coesivi, della coesione non drenata C_u .

Inoltre risulta determinante la valutazione della profondità del bedrock sismico inteso come il livello in cui le velocità di propagazione delle onde di taglio raggiungono valori pari o superiori a 800 m/s.

Tenuto conto della classificazione sopra citata, in **Tav. 7** è stata pertanto descritta la classificazione sismica di base estesa all'intero territorio comunale di Osmate, suddividendo con apposito segno grafico cinque aree omogenee con peculiari caratteristiche litologico stratigrafiche.

L'analisi è stata condotta sulla base delle conoscenze geologiche e geomorfologiche del territorio. Inoltre, al fine di definire con maggior precisione il valore medio delle velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno nelle aree di maggior interesse urbanistico, sono state effettuate due analisi multicanale delle onde superficiali (Masw) per il calcolo delle V_{s30} e relativa classificazione del suolo di fondazione secondo quanto riportato nel D.M. 14/01/2008. I risultati di tali analisi sono riportati nel paragrafo **10.2.1**.

Le aree omogenee così individuate sono descritte di seguito, ciascuna con un'indicazione media della categoria di suolo di fondazione:

- (A) Substrato gonfolitico continuo affiorante o subaffiorante – *suolo di tipo A*;
- (B) Depositi glaciali e di contatto glaciali costituiti da ciottoli e blocchi in matrice sabbioso limosa e ghiaie massive eterometriche in matrice sabbiosa – *suolo di tipo B ed E*;
- (C) Depositi fluvioglaciali costituiti da sabbie, ghiaie, sabbie limose e limi argillosi – *suolo di tipo B ed E*;
- (D) Depositi lacustri costituiti da limi argillosi e sabbie fini limose intercalati a sabbie medio grossolane e ghiaie – *suolo di tipo C e D*;

- (E) Sabbie fini limose e limi argillosi localmente intercalati a livelli di torba – suolo di tipo D.

10.2.1 Analisi multicanale delle onde superficiali (Masw)

Nelle aree comunali di maggior interesse urbanistico, a titolo di approfondimento rispetto all'analisi di 1° livello, è stata effettuata un'indagine geofisica mediante una prova MASW (*Multichannel Analysis Surface Waves*) per la valutazione della stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro Vs30, ossia la velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di terreno, col fine di una classificazione dei terreni indagati in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

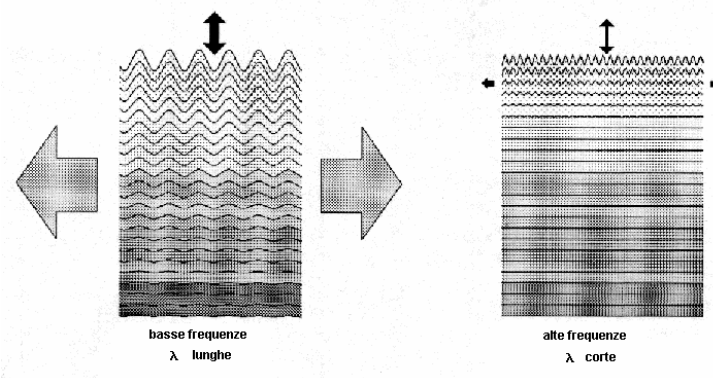
All'interno del territorio del Comune di Osmate, si sono realizzate due prove MASW, la prima lungo Via Verdi e la seconda in prossimità di Via Virgilio; l'ubicazione degli stendimenti è stata riportata in dettaglio in **Tav. 7**.

10.2.1.1 Descrizione del metodo, strumentazione e criteri di acquisizione

La determinazione delle Vs30 risulta fondamentale per la definizione dei suoli, secondo l'inquadramento della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica.

Per tale valutazione, oltre alla sismica in foro (downhole e crosshole) ed alla sismica di superficie (rifrazione e riflessione ad onde S), metodi alternativi di modellazione del sottosuolo basati sull'analisi delle onde superficiali (Rayleigh) hanno assunto importanza progressivamente crescente negli ultimi anni.

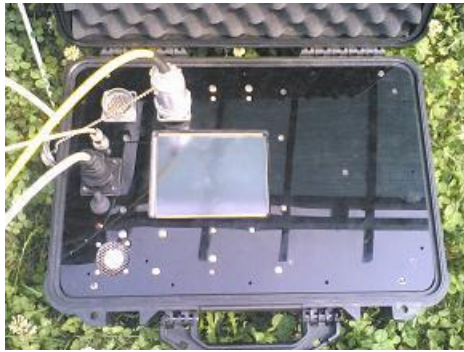
Sebbene le onde superficiali siano spesso considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.



L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori) sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta

frequenza (lunghezze d'onda corte) hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La costruzione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, è una delle pratiche più comuni di impiego delle proprietà dispersive delle onde superficiali.



Tra le varie tecniche che si basano sull'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vi è l'analisi multicanale delle onde superficiali (MASW, *Multichannel Analysis of Surface Waves*). L'intero processo comprende tre fasi successive: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s occorre innanzitutto produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde: le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza in base alla distanza dalla sorgente. La scelta dei parametri di elaborazione, così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza. La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. La MASW consente in generale la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di

inversione.

L'inversione della curva di dispersione serve per ricavare il profilo verticale delle Vs; tale operazione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento, sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati. Per ricavare il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione occorrono i valori approssimati del rapporto di Poisson e della densità, solitamente stimati utilizzando i risultati di misure effettuate in loco o valutando le tipologie dei materiali presenti.

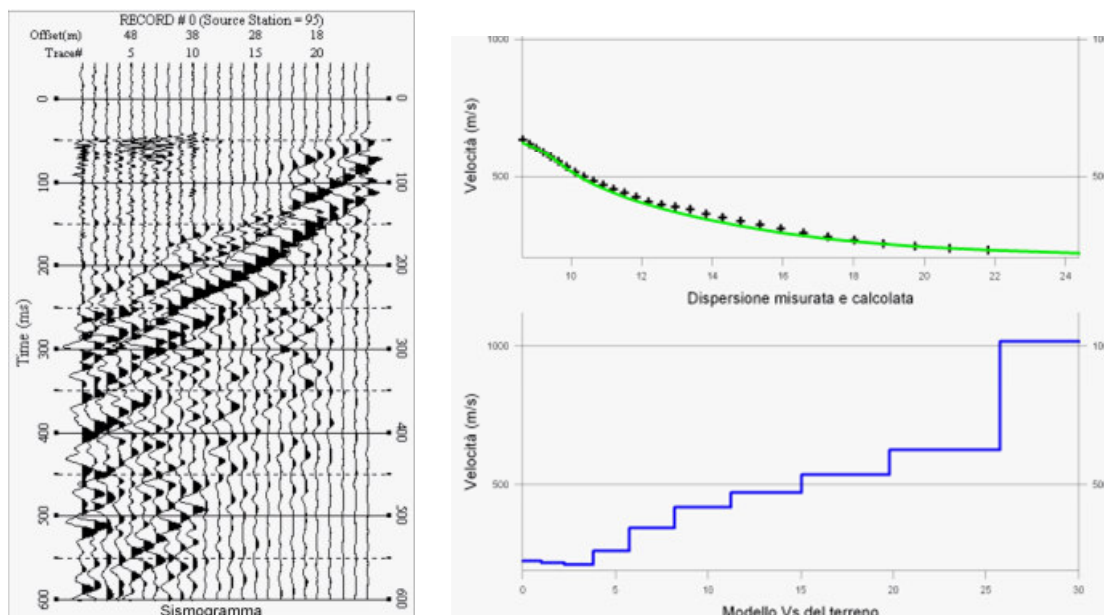


Per l'acquisizione sismica è stato impiegato un sismografo EEG BR24 a 24 canali e un doppio stendimento, ciascuno dotato di 12 geofoni a 4.5 Hz con spaziatura costante pari a 2 metri, per un totale di 24 geofoni. La generazione di onde sismiche avviene mediante l'impiego di un fucile sismico o di una mazza battente da 6 kg.

L'analisi MASW può fornire risultati con un buon grado di attendibilità anche impiegando solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz). L'impiego di due stendimenti costituiti da 12 geofoni contribuisce ad ottimizzare ulteriormente i risultati.

10.2.1.2 Analisi dei risultati e calcolo delle Vs30

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi MASW effettuata nel Comune di Osmate, in Via Verdi.



Sismogramma registrato, curva di dispersione e modello Vs del terreno
(MASW1 Osmate – Via Verdi)

Il grafico in alto mostra la sovrapposizione della curva di dispersione misurata (curva a dispersione in nero) e di quella calcolata (polilinea in verde), mentre il grafico sotto mostra l'andamento della velocità Vs nei primi 30 m di terreno, ottenuto grazie all'inversione della curva di dispersione.

L'inversione della curva di dispersione ha condotto ai seguenti risultati:

Tabella di calcolo Vs30			
Da profondità	A profondità	Vs	Hi/Vi
0	1	223	0.0045
1	2.2	216	0.0058
2.2	3.8	210	0.0074
3.8	5.8	258	0.0075
5.8	8.2	341	0.0072
8.2	11.2	415	0.0074
11.2	15	472	0.0081
15	19.8	537	0.0089
19.8	25.8	625	0.0095
25.8	30	1018	0.0042

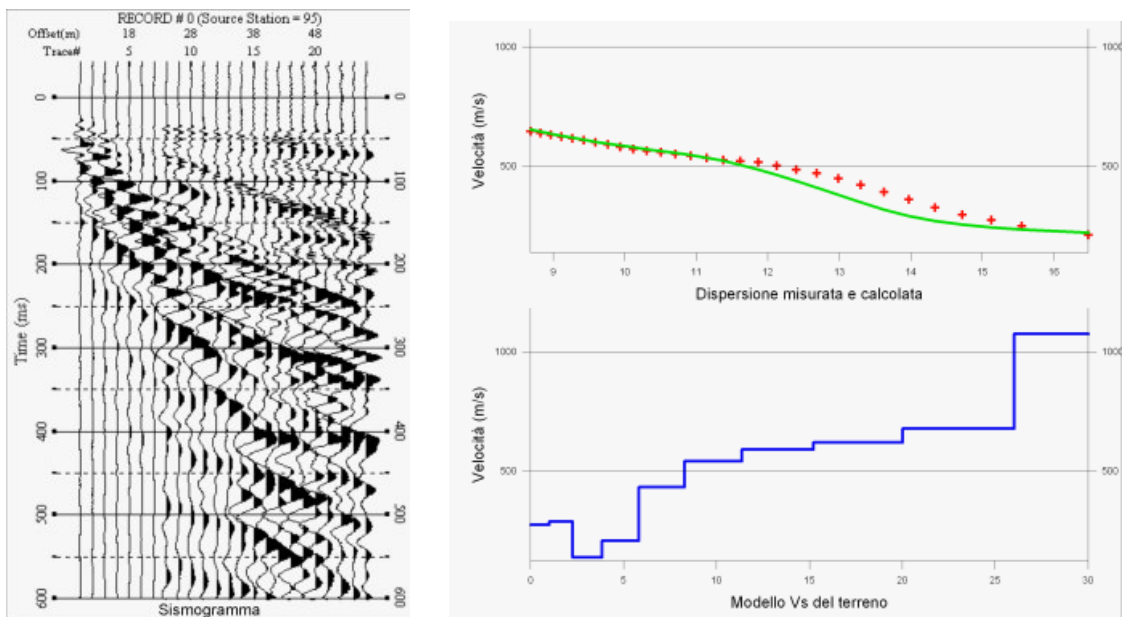
Per il calcolo della Vs30 è stata impiegata la formula riportata nel D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" così di seguito enunciata:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove:

h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (m/s) (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori. Nel sito in esame l'analisi MASW ha condotto ad un valore di Vs30 pari a **426 m/s**.

Si riportano infine i risultati dell'analisi MASW effettuata nel Comune di Osmate, in Via Virgilio, in prossimità del cimitero.



Sismogramma registrato, curva di dispersione e modello Vs del terreno (MASW2 Osmate – Via Virgilio)

L'inversione della curva di dispersione ha condotto ai seguenti risultati:

Tabella di calcolo Vs30			
<i>Da profondità</i>	<i>A profondità</i>	<i>Vs</i>	<i>Hi/Vi</i>
0	1	275	0.0037
1	2.3	288	0.0044
2.3	3.8	138	0.0115
3.8	5.8	208	0.0095
5.8	8.3	433	0.0057
8.3	11.4	541	0.0057
11.4	15.2	590	0.0065
15.2	20	620	0.0078
20	26	679	0.0089
26	30	1075	0.0037

Impiegando la formula precedentemente descritta, i dati illustrati in tabella hanno condotto a un valore di Vs30 pari a **446 m/s**.

Poiché nello strato di terreno compreso tra 26 m e 30 m, in entrambi i siti indagati, la Vs misurata risulta molto superiore agli 800 m/s, velocità di propagazione delle onde di taglio caratterizzante il bedrock sismico, si può presumere la presenza di substrato ad una profondità dell'ordine di 30 m.

10.3 SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE E POSSIBILI EFFETTI INDOTTI

Come già accennato, l'esame della documentazione analitica di base (geologia, geomorfologia, tettonica, caratteri geologico – tecnici, etc.) e l'osservazione dettagliata dell'assetto topografico del territorio consente di individuare gli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) descritti nel seguito.

La distribuzione delle aree di pericolosità sismica locale individuate all'interno del territorio esaminato è mostrata nella **Tav. 7** redatta in scala 1:5.000.

Z2 – Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc)

Le aree individuate all'interno di questa categoria, caratterizzate da terreni con depositi lacustri e torbosi postglaciali, sono quelle in prossimità dell'attuale superficie del Lago di Monate e della zona paludosa a SW al confine con Cadrezzate e Sesto Calende.

In tali aree potrebbero innescarsi fenomeni di addensamento in occasione dell'evento sismico atteso con conseguenti prevedibili fenomeni di cedimento differenziale, in funzione della tipologia dei materiali di riempimento utilizzati e del loro grado di addensamento.

Z3 – Zone con potenziali effetti di amplificazione topografica

Le aree potenzialmente interessate da fenomeni di amplificazione sismica in prossimità delle scarpate e delle creste sono state perimetrare in base ai parametri riportati nelle apposite schede di valutazione dell'All. 5 della D.G.R. n. 8/7374/08 (vedi profili topografici esemplificativi riportati in **Tav. 6**).

In particolare nella classe Z3 sono incluse:

- le zone di scarpata e di cresta del Monte Pelada;
- le zone di scarpata a S del Lago di Monate;

Z3a – Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo o di natura antropica)

Sono state considerate scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un pendio con inclinazione maggiore o pari a 10° e un dislivello minimo di 10 m;
- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15 – 20 m;
- un fronte superiore con inclinazione (β) inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione (α) del fronte principale (per $\beta > 1/5\alpha$ la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpata in contropendenza (per $h > 1/3H$ la situazione è da considerarsi una cresta appuntita).

L'estensione dell'area di influenza delle linee di scarpata è stata determinata in funzione dell'altezza della scarpata in accordo alle indicazioni di cui all'All. 5 alla D.G.R. n. 8/7374/08, basate su considerazioni relative alla modalità di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo, come riportato nella seguente tabella:

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = 3/4 H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$A_i = 2/3 H$

In tali zone, estese fino alla base del pendio sotteso al ciglio di scarpata, sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica al suolo conseguenti a fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione tra l'onda incidente e l'onda diffratta.

Z3b – Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo

Sono state considerate creste solo quelle situazioni che presentano:

- un pendio con inclinazione maggiore o pari a 10°;
- un dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo dal dislivello altimetrico massimo (H).

In tali zone, estese fino alla base del pendio sotteso alla linea di cresta, sono prevedibili effetti di amplificazione della sollecitazione sismica al suolo conseguenti a fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione tra l'onda incidente e l'onda diffratta.

Z4 – Zone con potenziali effetti di amplificazione litologica

Le aree potenzialmente interessate da fenomeni di amplificazione litologica sono localizzate in corrispondenza delle sottili coperture superficiali quaternarie, caratterizzate da presenza di substrato roccioso a debole profondità.

Tale situazione litostratigrafica influenza l'amplificazione del moto sismico in superficie per effetti di risonanza, quando le frequenze del moto sismico sono prossime alle frequenze di risonanza dei sedimenti; e di "intrappolamento" delle onde sismiche all'interno del deposito sedimentario, quando aumenta il contrasto di impedenza tra sedimenti e bedrock.

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

Fanno parte di questa zona le aree subpianeggianti dei terrazzi fluvio-glaciali nelle porzioni N ed W del territorio comunale.

Z4c – Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)

Fanno parte di questa classe i rilievi morenici con substrato a debole profondità in corrispondenza della zona W del Monte Pelada e dell'alto strutturale sul quale è sito l'abitato di Osmate.

FASE DI SINTESI – VALUTAZIONE – PROPOSTA

Allegati

All. 6 Approvazione dello Studio per l'individuazione del reticolo idrico minore da parte della Regione Lombardia

Tavole

Tav. 8 Quadro dei dissesti con legenda P.A.I. – scala 1:10.000

Tav. 9 Sintesi degli elementi conoscitivi – scala 1:5.000

Tav. 10 Carta dei vincoli – scala 1:5.000

Tav. 11 Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:5.000

Tav. 12 Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano – scala 1:10.000

11 QUADRO DEI DISSESTI CON LEGENDA P.A.I.

All'interno del territorio comunale di Osmate sono state individuate aree classificabili conformemente alle tavole di delimitazione delle aree in dissesto del P.A.I. (Elaborato 2 – Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici).

Nell'ambito delle tipologie dei fenomeni idrogeologici previsti dalle suddette tavole PAI, si sono rilevate esclusivamente aree classificate come "dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua".

In dettaglio, nel corso del presente lavoro, si è stabilita una classificazione della fascia di inedificabilità assoluta dei corsi d'acqua naturaliformi in ambito di versante, definita nel **Par. 6.3**, in accordo con le definizioni del P.A.I., identificandola come area coinvolgibile da fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee).

Rispetto alla precedente individuazione contenuta nello studio del 2004, nella quale sono stati considerati tutti i corsi d'acqua indistintamente, nel presente elaborato sono stati esclusi i corsi d'acqua in ambito pianeggiante e le derivazioni irrigue capillari di origine antropica, in quanto non coinvolgibili da fenomeni di carattere torrentizio.

Le aste dei corsi d'acqua così definiti sono indicati in **Tav. 8**.

12 QUADRO DEI VINCOLI NORMATIVI

Il quadro dei vincoli in materia ambientale, geologica, idrogeologica e di difesa del suolo esistenti sul territorio comunale di Osmate è da riferirsi sia a normative nazionali che a direttive e regolamenti regionali.

Nella *Carta dei vincoli* (**Tav. 10**) sono rappresentati i limiti degli ambiti territoriali sottoposti a limitazioni d'uso secondo quanto previsto dalla D.G.R. 8/7374/08.

I vincoli geologico – ambientali in vigore sono di seguito elencati con particolare riferimento alle specifiche tecniche previste dalla normativa.

12.1 VINCOLI DERIVANTI DALLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Le aree di salvaguardia delle opere di captazione per acque sotterranee sono porzioni territoriali prestabilite per forma ed estensione, con lo scopo di proteggere le risorse idriche da contaminazioni di origine antropica.

Il **D.Lgs. 152/06** disciplina le aree di salvaguardia con diverso grado di tutela:

- *Zona di Tutela Assoluta*: è l'area immediatamente adiacente all'opera di captazione (comprende un intorno di 10 m di raggio dal pozzo) recintata e adibita esclusivamente ad opere di presa e a costruzioni di servizio;
- *Zona di Rispetto*: è la porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata.

La zona di rispetto della Sorgente Fontanazza è definita con criterio geometrico (porzione di cerchio con $r=200m$) in base alla D.G.R 15137/96;

In particolare nella Zona di Rispetto, in base all'art. 94 del D.Lgs. 152/06, sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- A. dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;*
- B. accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*
- C. spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*
- D. dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;*
- E. aree cimiteriali;*

- F. apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*
- G. apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;*
- H. gestione di rifiuti;*
- I. stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*
- J. centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*
- K. pozzi perdenti;*
- L. pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.*

Per gli insediamenti o le attività suddette, preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Nella direttiva **D.G.R. 10/04/2003 n. 7/12693** sono descritti i criteri e gli indirizzi in merito alla realizzazione di strutture e all'esecuzione di attività ex novo nelle zone di rispetto delle opere di captazione esistenti; in particolare, all'interno dell'All. 1 – punto 3 della detta delibera, sono elencate le direttive per la disciplina delle seguenti attività all'interno delle zone di rispetto:

- realizzazione di fognature;
- realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- realizzazione di infrastrutture viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- pratiche agronomiche e contenuti dei piani di utilizzazione.

Per quanto riguarda la realizzazione di fognature (punto 3.1) la delibera cita le seguenti disposizioni:

- i nuovi tratti di fognatura da situare nelle zone di rispetto devono:
 - costituire un sistema a tenuta bidirezionale, cioè dall'interno verso l'esterno e viceversa, e recapitare esternamente all'area medesima;
 - essere realizzati evitando, ove possibile, la presenza di manufatti che possano costituire elemento di discontinuità, quali i sifoni e opere di sollevamento.
- nella Zona di Rispetto di una captazione da acquifero non protetto:

- non è consentita la realizzazione di fosse settiche, pozzi perdenti, bacini di accumulo di liquami e impianti di depurazione;
- è in generale opportuno evitare la dispersione di acque meteoriche, anche provenienti da tetti, nel sottosuolo e la realizzazione di vasche di laminazione e di prima pioggia.
- per tutte le fognature nuove (principali, secondarie, allacciamenti) insediate nella Zona di Rispetto sono richieste le verifiche di collaudo.

Per quanto riguarda la realizzazione di opere e infrastrutture di edilizia residenziale e relativa urbanizzazione (punto 3.2), nelle zone di rispetto la delibera dispone:

- per la progettazione e la costruzione degli edifici e delle infrastrutture di pertinenza non possono essere eseguiti sondaggi e indagini di sottosuolo che comportino la creazione di vie preferenziali di possibile inquinamento della falda;
- le nuove edificazioni possono prevedere volumi interrati che non dovranno interferire con la falda captata [...].

In tali zone, inoltre, non è consentito:

- la realizzazione, a servizio delle nuove abitazioni, di depositi di materiali pericolosi non gassosi, anche in serbatoi di piccolo volume a tenuta, sia sul suolo sia nel sottosuolo;
- l'insediamento di condotte per il trasporto di sostanze pericolose non gassose;
- l'utilizzo di diserbanti e fertilizzanti all'interno di parchi e giardini [...].

Nelle zone di rispetto è consentito l'insediamento di nuove infrastrutture viarie e ferroviarie, fermo restando che:

- le infrastrutture viarie a elevata densità di traffico (autostrade, strade statali, provinciali, urbane a forte transito) devono essere progettate e realizzate in modo da garantire condizioni di sicurezza dallo sversamento ed infiltrazione di sostanze pericolose in falda [...];
- lungo tali infrastrutture non possono essere previsti piazzali per la sosta, per il lavaggio di mezzi di trasporto o per il deposito, sia sul suolo sia nel sottosuolo, di sostanze pericolose non gassose;
- lungo gli assi ferroviari non possono essere realizzati binari morti adibiti alla sosta di convogli che trasportano sostanze pericolose.

Nei tratti viari o ferroviari che attraversano la Zona di Rispetto è vietato il deposito e lo spandimento di sostanze pericolose, quali fondenti stradali, prodotti antiparassitari ed erbicidi, a meno di non utilizzare sostanze che presentino una ridotta mobilità nei suoli.

Per le opere viarie o ferroviarie da realizzare in sottosuolo deve essere garantita la perfetta impermeabilizzazione delle strutture di rivestimento e le stesse non dovranno interferire con l'acquifero captato.

Nelle zone di rispetto è inoltre vietato lo spandimento di liquami e la stabulazione, l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi e di fanghi di origine urbana o industriale (punto 3.4).

12.2 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Le attività di "polizia idraulica" riguardano il controllo degli interventi di gestione e trasformazione del demanio idrico e del suolo in fregio ai corpi idrici, allo scopo di salvaguardare le aree di espansione e di divagazione dei corsi d'acqua, al fine della moderazione delle piene, e mantenere l'accessibilità al corso stesso.

I riferimenti normativi fondamentali per la determinazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione sono:

- R.D. n. 523 del 25/07/1904 – Testo unico sulle opere idrauliche;
- D.Lgs. 152/99 modificato dal D.Lgs. 258/2000;
- N.T.A. del P.A.I., approvate con D.P.C.M. 24/05/2001;
- D.G.R. n. 7/7868 del 25/01/2002 modificato dalla D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003.

Nella carta sono riportati i limiti delle fasce di rispetto individuate sul reticolo idrico principale e minore, definite come:

- Fascia di rispetto assoluto estesa a 4 o 10 m dagli argini
- Fascia di pertinenza dei corsi d'acqua

Conformemente alla suddetta normativa, all'interno dello specifico studio adottato dal Comune di Osmate e approvato dalla Regione Lombardia S.Ter. di Varese (**Al. 6**), sono state definite le norme di polizia idraulica, contenenti l'indicazione delle attività vietate o soggette ad autorizzazione all'interno delle fasce di rispetto individuate.

La suddetta normativa approvata viene di seguito riproposta al fine di integrarla nel P.G.T., precisando che di essa si è tenuto conto nella redazione del presente studio e delle norme geologiche di piano, affinché risultassero armonizzate.

[estratto]

2.4.1 Attività vietate

Per il reticolo minore, all'interno della fascia di rispetto dei corsi d'acqua, vale quanto previsto nell'articolo 96 del R.D. n. 523 del 25/07/1904, e sono quindi **attività vietate** in modo assoluto:

- entro una distanza dal piede esterno degli argini inferiore a **4 m**: le coltivazioni erbacee ed arboree, gli scavi, i movimenti di terra e le nuove edificazioni;
- in tutta la fascia di rispetto ed in particolare entro una distanza dal piede esterno degli argini inferiore a **10 m** (o **4 m**): gli scavi e le nuove edificazioni.
- la piantumazione di ogni tipo di alberi ed arbusti sul piano e sulle scarpe degli argini, loro banche e sotto banche lungo i fiumi, e torrenti canali navigabili e le coltivazioni che s'inoltrino dentro gli alvei dei fiumi, torrenti, rivi e canali, tanto da restringere la sezione normale e necessaria al libero deflusso delle acque;
- lo sradicamento o la bruciatura degli alberi che sostengono gli argini e le sponde dei fiumi e dei torrenti per una distanza orizzontale inferiore a 9 m dalla linea a cui arrivano le acque ordinarie. Per i rivi, canali e scolatori pubblici la stessa proibizione è limitata ai piantamenti aderenti alle sponde;
- qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini, loro accessori e manufatti attinenti e le variazioni ed alterazioni ai ripari di difesa delle sponde dei fiumi, torrenti, rivi, canali e scolatori pubblici sia arginati che non arginati.

È **vietato**, inoltre, il deposito, anche temporaneo, di materiale di qualsiasi genere, compresi i residui vegetali.

2.4.2 Attività consentite previa autorizzazione

Secondo quanto disposto dalla D.G.R. n. 7/13950/03, in linea generale sul reticolo idrografico minore **possono essere consentiti**, previa autorizzazione dell'Amministrazione Comunale e sotto l'osservanza delle condizioni imposte dalla stessa:

- gli interventi che non siano suscettibili di influire né direttamente, né indirettamente sul regime del corso d'acqua;
- le difese "radenti", cioè senza restringimento della sezione dell'alveo e a quota non superiore al p.c., realizzate in modo da non deviare la corrente verso l'altra sponda, né provocare restringimenti d'alveo;
- i dissodamenti dei terreni boscati e cespugliati laterali ai fiumi e torrenti a distanza inferiore a 100 m dalla linea a cui giungono le acque ordinarie, ferme le disposizioni vigenti sopra elencate per la fascia di rispetto.

Nel corso del presente lavoro, inoltre, è stata stabilita una corrispondenza tra la fascia di rispetto individuata e la classificazione P.A.I, stabilendo così un collegamento con la regolamentazione da applicare in dette fasce secondo l'Art. 9 delle N.T.A. dello stesso P.A.I..

Pertanto, fatto salvo quanto previsto dall'Art. 3 ter del D.L. 12/10/2000, n. 279, convertito in L. 11/12/2000, n. 365, nelle aree **Ee**, (aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata), corrispondenti alla fascia di rispetto dei corsi d'acqua, sono **esclusivamente consentiti**:

- Gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'Art. 3 del D.P.R. 380/01 ad eccezione degli interventi di "modifica delle destinazioni d'uso" e "rinnovazione" in quanto concetti non compatibili con il R.D. 523/1904.
- Gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- Gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- I cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio di sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- Gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- Le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- La ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente e secondo le disposizioni e i limiti indicati nel seguito (paragrafo Tombinature e attraversamenti). Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- L'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;

- L'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5/02/1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'Art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dall'autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

2.4.3 Tombinature e attraversamenti

Su tutto il reticolo idrografico vige il **divieto di tombinatura** dei corsi d'acqua, ai sensi dell'Art. 41 - comma 1 del D.Lgs. 152/99 modificato dal D.Lgs. 258/2000:

[...] al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino della vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente i corpi idrici, con funzioni di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, di stabilizzazione delle sponde e di conservazione della biodiversità da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo, [...] le Regioni disciplinano gli interventi di trasformazione e di gestione del suolo e del soprassuolo previsti nella fascia di almeno 10 metri dalla sponda di fiumi, laghi, stagni e lagune comunque vietando la copertura dei corsi d'acqua, che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità e la realizzazione di impianti di smaltimento dei rifiuti.

Per quanto riguarda le opere di tombinatura dei corsi d'acqua naturali già esistenti, l'Art. 21 delle N.T.A. del P.A.I. prevede una verifica idraulica delle opere stesse da parte dei soggetti proprietari o concessionari e una conseguente individuazione e progettazione degli eventuali interventi di adeguamento, privilegiando ove possibile il ripristino delle sezioni di deflusso a cielo aperto.

Per *attraversamenti* si intendono manufatti quali ponti stradali e ferroviari, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere. Le norme che regolano la costruzione di nuove opere d'attraversamento e la manutenzione di quelle esistenti sono contenute nelle N.T.A. del P.A.I. e nella D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003.

In ogni caso i manufatti di attraversamento **non dovranno**:

- restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
- avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna;
- comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

Per le stesse motivazioni **non è ammesso** il posizionamento di infrastrutture longitudinalmente in alveo che ne riducano la sezione; in caso di necessità e/o impossibilità di diversa localizzazione le stesse potranno essere interrato.

In ogni caso gli attraversamenti e i manufatti realizzati al di sotto dell'alveo dovranno essere posti a quote inferiori a quelle raggiungibili in base all'evoluzione morfologica prevista dell'alveo e dovranno comunque essere adeguatamente difesi dalla possibilità di danneggiamento per erosione del corso d'acqua.

L'Art. 19 - comma 1 delle N.T.A. del P.A.I. indica che *le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture a rete interessanti il reticolo idrografico non oggetto di delimitazione delle fasce fluviali [...], devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino, "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", paragrafi 3 e 4, approvata con delibera dell'Autorità di Bacino n. 2/99.*

Tale direttiva è obbligatoria per gli attraversamenti con luce superiore a 6 m, mentre è facoltà del Comune richiedere l'applicazione in tutto o in parte della stessa anche per i manufatti di dimensioni inferiori.

In ogni caso la progettazione delle nuove opere di attraversamento e delle infrastrutture a rete deve essere accompagnata da apposita **relazione idrologico - idraulica** attestante che le stesse sono state dimensionate per una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni e un franco minimo di 1 m. In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di modesta importanza, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori, in relazione ad esigenze tecniche specifiche adeguatamente motivate.

È comunque **necessario** verificare che le opere non comportino un significativo aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per piene superiori a quella di progetto. Le portate di piena dovranno essere valutate secondo le direttive idrologiche di Autorità di Bacino e Regione.

Per quanto concerne i manufatti di attraversamento già esistenti, l'Art. 19 - comma 2 delle N.T.A. del P.A.I. **obbliga** gli Enti proprietari delle opere viarie di attraversamento del reticolo idrografico a predisporre una **verifica di compatibilità idraulica** delle stesse sulla base di apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino; tale verifica verrà poi inviata all' Autorità di Bacino. In seguito, gli Enti proprietari, dovranno individuare e progettare gli eventuali interventi strutturali correttivi e di adeguamento necessari, in relazione ai risultati della verifica menzionata.

2.4.4 Scarichi in corsi d'acqua

Le autorizzazioni di scarico in corso d'acqua rientrano tra i compiti di polizia idraulica, in particolare per quanto riguarda le quantità di acque recapitate.

L'Art. 12 - comma 1 delle N.T.A. del P.A.I. prevede che le modalità e i limiti a cui sono soggetti gli scarichi della rete di drenaggio vengano definiti dall'Autorità di Bacino tramite direttiva. In quest'ultima potranno essere individuati i comuni per i quali gli strumenti urbanistici devono contenere il calcolo delle portate da smaltire tramite reti di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, l'individuazione dei punti di scarico nei corpi idrici ricettori e la verifica di compatibilità dello scarico nello stesso (Art. 12 - comma 3 N.T.A. P.A.I.).

In linea generale, nelle more dell'emanazione della suddetta direttiva e in assenza di più puntuali regolamentazioni, **dovranno essere rispettate** le seguenti indicazioni:

1. nella realizzazione di nuovi interventi di urbanizzazione e di nuove infrastrutture deve essere limitato lo sviluppo di aree impermeabili e devono essere definite aree opportunamente destinate all'infiltrazione e all'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche;
2. deve essere verificata da parte del richiedente l'autorizzazione allo scarico la capacità del corpo idrico di smaltire le portate scaricate;
3. il manufatto di recapito dovrà essere realizzato in modo da scaricare nella stessa direzione del flusso e da evitare l'innescò di fenomeni erosivi nel corso d'acqua;
4. i limiti ammissibili di portata di scarico (D.G.R. 7/13950/03) sono:
 - a. 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziale e industriale;
 - b. 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di rete fognaria;

In caso di realizzazione di opere abusive o difformi a quanto autorizzato può essere disposta la diffida a provvedere alla riduzione in pristino, tramite apposita Ordinanza Sindacale ai sensi dell'Art. 14 della L. 47/85.

2.5 - NORME PER LA MANUTENZIONE

Con il D.P.C.M. 24/05/2001 è stato approvato ed è entrato definitivamente in vigore il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), così come adottato con la deliberazione n. 18 del 26/04/2001 del Comitato istituzionale dell'Autorità del Bacino del Po.

Nell'Art. 14 delle N.T.A. del suddetto piano - *Interventi di manutenzione idraulica e idrogeologica* - si fa esplicitamente riferimento alla necessità di promuovere gli **interventi di manutenzione** del territorio e delle opere di difesa, in quanto elementi essenziali per il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio.

Per attività di manutenzione si intendono tutte le azioni volte al mantenimento e al ripristino della funzionalità ecologica del territorio e idraulica di tutte le opere, manufatti e strutture necessarie per il perseguimento degli obiettivi del P.A.I. Sono da considerarsi interventi di manutenzione del territorio anche gli interventi di rinaturazione, se volti al ripristino della funzionalità ecologica di un ecosistema o parte di esso.

In particolare, il Piano ha l'obiettivo di mantenere:

- in buono stato idraulico e ambientale il reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e in golena;
- in buone condizioni idrogeologiche e ambientali i versanti;
- in piena funzionalità le opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica.

A questo proposito è pertanto indispensabile tenere presente la distinzione tra **manutenzione ordinaria** e **manutenzione straordinaria**.

La manutenzione ordinaria è un'azione continua e periodica con l'obiettivo di mantenere in buono stato idraulico-ambientale gli alvei fluviali, in buone condizioni idrogeologiche i versanti e in efficienza le opere idrauliche e quelle di sistemazione idrogeologica; dovrebbe essere caratterizzata, possibilmente, da progetti di modeste dimensioni, che possano essere affidati e realizzati da soggetti, anche non istituzionali, legati al territorio, da effettuarsi con procedure differenti da quelle di assegnazione dei grandi appalti.

La manutenzione straordinaria è quella che interviene normalmente dopo eventi calamitosi (quali frane, smottamenti, interrimento di opere idrauliche, etc.) per ripristinare le condizioni di sicurezza e di stabilità e per ripristinare la funzionalità idraulico/ambientale del territorio; dovrebbe essere caratterizzata da interventi non necessariamente periodici da effettuarsi, prevalentemente, con procedure tradizionali di affidamento lavori.

Per di garantire le finalità elencate in precedenza è possibile dare in concessione le aree demaniali dei fiumi e dei torrenti allo scopo di destinarle a riserve naturali, a parchi fluviali o a interventi di ripristino e recupero ambientale, come indicato nell'Art. 41 - comma 3 del D.Lgs. 152/99 e successive modifiche.

Va sottolineato che, in pianura la manutenzione riguarda prevalentemente la rete idrografica naturale ed artificiale; invece, nelle zone collinari e montane, dove normalmente si generano le piene che producono i maggiori danni nella pianura, la manutenzione va intesa ed estesa opportunamente a tutto il territorio, comprensivo degli alvei e dei versanti. Tali interventi (riguardanti anche le opere di consolidamento o protezione dai fenomeni di dissesto) devono *tendere al mantenimento di condizioni di stabilità, alla protezione del suolo da fenomeni di erosione accelerata e instabilità, al trattenimento idrico ai fini della riduzione del deflusso superficiale e dell'aumento dei tempi di corrivazione, privilegiando il ripristino dei boschi, la ricostituzione di boschi degradati e di zone umide, i*

reimpianti, il cespugliamento, la semina di prati e altre opere a verde (Art. 14 - comma 4 delle N.T.A. del P.A.I.).

In ogni caso, tutte le attività di manutenzione devono essere effettuati in modo da non compromettere le caratteristiche naturali degli ecosistemi e mantenere le caratteristiche naturali dell'alveo e salvaguardare la varietà e la molteplicità delle biocenosi riparie (Art. 14 - comma 2 delle N.T.A. del P.A.I. e Art. 3 - comma 3 della L. 16/12/1991, n. 394 - *Legge quadro sulle aree protette*).

I riferimenti normativi per determinare il programma di manutenzione sono contenuti in:

- *Deliberazione 1/98 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po - Direttiva per la progettazione degli interventi e la formulazione dei programmi di manutenzione - Allegato n. 3 - Tab. 1;*
- *Relazione Generale del P.A.I. - Allegato n. 1.*

Tali direttive riprendono quelle fornite nel D.P.R. 14/04/1993 - *Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale* e forniscono i criteri generali per la manutenzione degli alvei e delle opere di difesa dai dissesti idrogeologici, al fine di mantenere in buone condizioni idrauliche, idrogeologiche e ambientali l'intero reticolo idrografico e mantenere la funzionalità delle opere di difesa.

Qui di seguito vengono elencate le principali tipologie di interventi di manutenzione, estrapolate dalle normative citate in precedenza e suddivise per area di interesse.

2.5.1 Interventi sugli alvei

- rimozione di ciò che ostacola il deflusso regolare delle piene ricorrenti (con periodo di ritorno orientativamente trentennale) inteso come:
 - a) eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei rifiuti solidi, provenienti dalle varie attività umane e collocazione in discarica autorizzata;
 - b) taglio di vegetazione arbustiva ed arborea nell'alveo, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché, delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;
- ripristino della sezione d'alveo con eliminazione dei materiali litoidi ostacolanti o paralizzanti il regolare deflusso. La sistemazione degli stessi di norma deve avvenire nell'ambito dello stesso alveo; solo in casi eccezionali o di manifesto sovralluvionamento può essere prevista l'asportazione dall'alveo del materiale estratto, nel rispetto delle vigenti normative;

- rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantumazione di essenze autoctone;
 - ripristino della sezione di deflusso in corrispondenza di ponti tramite: rimozione dei tronchi d'albero e di altro materiale che costituisca ostruzione, rimozione di depositi alluvionali che ostacolano il regolare deflusso, protezione delle fondazioni delle pile dai fenomeni di scalzamento;
- 2) ripristino della funzionalità di tratti tombati opere minori di attraversamento stradale (ponticelli, tombini, sifoni) con rimozione dei depositi e di altri materiali accumulati, inteso come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;
- realizzazione di opere idrauliche e di consolidamento delle sponde e del letto a carattere locale e di modeste dimensioni.

2.5.2 Interventi sui versanti

- ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le sponde dei corsi d'acqua, mediante tecniche di ingegneria ambientale;
- ripristino delle reti di scolo e di drenaggio superficiali;
- rimodellamento e chiusura delle fessure di taglio;
- disingaggi di massi;
- ripristini localizzati di boschi, pascoli degradati, opere a verde;
- realizzazione di opere di sostegno a carattere locale e di modeste dimensioni.

2.5.3 Interventi sulle opere di difesa idraulica

- manutenzione degli argini e delle opere accessorie, mediante taglio della vegetazione sulle scarpate, ripresa di scoscendimenti, ricarica di sommità arginale, ripristino del paramento, manutenzione dei manufatti connessi (chiaviche, scolmatori, botti a sifone, ecc.);
- rimozione di materiale di sedime dalle banchine pavimentate, intesa come allontanamento a discariche autorizzate del materiale presente sulle banchine del corso d'acqua;
- rinnovo di pavimentazioni di banchine, inteso come rimozione e ripristino di tratte di pavimentazione fatiscenti con analoghi materiali;
- ripristino di protezioni spondali a diversa tipologia (scogliere in materiali sciolti, gabbionate, muri in calcestruzzo o in c.a.) deteriorate o dissestate per scalzamento al piede;

- ripristino o consolidamento di briglie o soglie da effetti di scalzamento delle fondazioni a valle, aggiramento o erosione;
- ripristino opere di ingegneria naturalistica.

2.5.4 Interventi sulle opere di difesa idrogeologica

- manutenzione delle reti di drenaggio;
- ripristino opere di drenaggio superficiali;
- ripristino di opere di sostegno a carattere locale e di modeste dimensioni.

[fine estratto]

12.3 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO (L. 183/89)

In **Tav. 10** è stato riportato alla scala dello strumento urbanistico comunale il **Quadro del Dissesto con legenda P.A.I.**, così come rilevato nel presente studio.

Sono state riconosciute tipologie di fenomeni idrogeologici definiti come dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua.

Sulle aree in dissesto così individuate si applicano le norme di cui all'Art. 9 delle N.T.A. del P.A.I.

13 SINTESI DELLE CONOSCENZE ACQUISITE

La sintesi degli elementi conoscitivi ha permesso di perimetrare zone del territorio comunale che presentano caratteristiche generali omogenee dal punto di vista della pericolosità – vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno geologico ed idrogeologico, o aree su cui insistono specifici vincoli.

La classificazione del territorio che sintetizza le conoscenze emerse dalla fase di analisi è illustrata in **Tav. 9 – Sintesi degli elementi conoscitivi**.

L'elaborato riporta pertanto elementi areali e puntuali di interesse, quali:

- Forme e processi legati all'evoluzione morfologica di versante:
 - ambito dei versanti caratterizzati da pendenze accentuate, anche prossime a 35°, direttamente controllate dal substrato roccioso affiorante o subaffiorante (Formazione di Como).
 - area in contesto di versante acclive che presentano inclinazione maggiore di 20°;
 - area in contesto di versante poco acclive, generalmente stabile, con inclinazione minore di 20°, ma caratterizzata da condizioni geomorfologiche che possono favorire ruscellamento diffuso.
 - aree potenzialmente franose e aree di possibile espansione;

- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:
 - aree potenzialmente soggette ad allagamento per innalzamento della superficie lacustre, che può raggiungere quota 270 m s.l.m. (dedotte da rilevazioni sull'idrometro T. Acquanegra – Travedona Monate);
 - aree adiacenti ai corsi d'acqua, direttamente coinvolgibili dai fenomeni di dissesto con pericolosità elevata, estese per 10 m dagli argini e ridotte a 4 m per i corsi con sezione d'alveo molto ridotta o per i tratti già attualmente intubati;
 - aree di pertinenza dei corsi d'acqua soggette a fenomeni erosivi.

- Aree vulnerabili dal punto di vista geotecnico:
 - aree di piana lacustre al piede del versante, caratterizzate da morfologia pianeggiante o sub-pianeggiante, prive di problematiche particolari con terreni fini poco addensati, non sempre con buone caratteristiche geotecniche;

- ambito delle piane paludose e torbose altimetricamente depresse, impostate su depositi lacustri postglaciali con morfologia pianeggiante o sub-pianeggiante;
- aree palustri;
- aree soggette a temporaneo ristagno idrico superficiale soprattutto a seguito di eventi meteorici.

14 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME GEOLOGICHE DI PIANO

14.1 CONSIDERAZIONI GENERALI E METODOLOGICHE

Sulla base dell'analisi effettuata nella prima fase del presente studio e dell'azonamento di sintesi, ad ogni area omogenea del territorio comunale è stata proposta una classe di **fattibilità geologica** delle azioni di piano e delle **norme geologiche** di piano.

Le 4 classi di fattibilità geologica sono qui di seguito riassunte, riprese direttamente dalla D.G.R. 8/7374/08:

Classe 1 (bianca) - Fattibilità senza particolari limitazioni

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

Classe 2 (gialla) - Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico - costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3 (arancione) - Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Classe 4 (rossa) - Fattibilità con gravi limitazioni

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

Le classi di fattibilità geologica, individuate su base fotogrammetrica a scala 1:2.000, sono state rappresentate nella **Tav. 11** alla scala 1:5.000 e nella **Tav. 12** alla scala 1:10.000, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale, al fine di consentire l'aggiornamento della banca dati del SIT – Regione Lombardia.

Il conferimento delle classi di fattibilità avviene attraverso l'attribuzione a ciascun poligono della carta di sintesi di un valore di ingresso, seguendo le prescrizioni della Tabella 1 della D.G.R. 8/7374/08, che in seguito può essere modificato in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito.

Per l'intero territorio comunale sono risultate prioritarie nell'azzoneamento della carta della fattibilità geologica le caratteristiche geomorfologiche, geologico – tecniche ed idrogeologiche delle aree omogenee individuate.

In generale, per l'attribuzione della classe di fattibilità è stato seguito il principio della "classe più limitante", cioè ogni area è stata classificata in base alla pericolosità/vulnerabilità di grado più elevato, o a parità di rischio, in base alla maggior probabilità di accadimento di un dato fenomeno.

La legenda descrittiva è strutturata tipo "matrice azioni – risorse", ponendo in relazione le caratteristiche di ogni area al parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso.

Per ciascuna area inoltre sono state definite ed indicate le indagini minime di approfondimento che si ritengono necessarie preventivamente alla progettazione e realizzazione di interventi od opere, suddivise in 5 grandi tipologie:

TIPOLOGIA DELLE AZIONI EDIFICATORIE E OPERE AMMISSIBILI (IN RELAZIONE AL CONTESTO GEOMORFOLOGICO)	
Tipo 1	edilizia singola di limitata estensione (es. edifici uni-bifamiliari)
Tipo 2	edilizia intensiva pianificata (es. PL con edifici uni-bifamiliari, isolati o a schiera)
Tipo 3	edilizia produttiva e commerciale di significativa estensione areale (> 500 mq)
Tipo 4	opere infrastrutturali, posa di reti tecnologiche con lavori che prevedano escavazione o sbancamento
Tipo 5	interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche

In attuazione del DM 14/01/2008, per ogni tipo di azione edificatoria, in relazione al contesto geologico locale, dovranno essere programmati approfondimenti geologici e geotecnici così strutturati:

APPROFONDIMENTI ED INDAGINI MINIME NECESSARIE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE	
IGT	indagine geognostica commisurata alla tipologia e all'entità delle opere in ottemperanza al D.M. 14/01/2008
SV	valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo in ottemperanza al D.M. 14/01/2008
VCI	valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la normativa P.A.I.

Analogamente, ogni azione edificatoria necessita di interventi da prevedere già in fase progettuale così suddivisi:

INTERVENTI DA PREVEDERE IN FASE PROGETTUALE	
RE	opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque superficiali e meteoriche in quanto il deflusso naturale è ostacolato da cause geomorfologiche/geolitologiche (zone di ristagno, rischio di erosione accelerata, ecc.)
DS	opere per la difesa del suolo e la stabilizzazione dei versanti interessati in quanto gli interventi potrebbero alterare le condizioni di equilibrio e innescare situazioni di dissesto
SR	adozione di tecniche di scavo in roccia
DR	opere per il drenaggio delle acque sotterranee che si potrebbero rinvenire a debole profondità e che potrebbero interferire con le fondazioni e i vani interrati

Le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità individuate nel presente studio (classe 2, 3 e 4 limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi, in quanto propedeutici alla pianificazione e alla progettazione degli stessi.

Nel caso di Piani Attuativi potrà essere presentata per l'approvazione urbanistica una relazione geologica preliminare che attesti la compatibilità del piano con le classi di fattibilità definite dallo studio. Nel qual caso, tale approfondimento preliminare non sostituisce, anche se può comprendere, le indagini previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, comunque da eseguirsi a supporto della progettazione.

Le singole classi di fattibilità geologica riconosciute e perimetrare sul territorio comunale di Osmate hanno le caratteristiche descritte nel seguente paragrafo.

14.2 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA E NORME TECNICHE

Classe 2a – Aree modellate con blanda inclinazione

Principali caratteristiche

Aree prive di problematiche particolari con terreni eterogenei di origine glaciale e fluvioglaciale, che presentano discrete caratteristiche geotecniche, ma localmente permeabilità bassa e tendenza al ristagno delle acque meteoriche.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Favorevole con modeste limitazioni determinate dalla variabilità litologica dei terreni glaciali e fluvioglaciali.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

È ammissibile qualunque tipo di azione edificatoria non sussistendo alcuna particolare limitazione di carattere geotecnico.

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili è sempre necessaria un'indagine geognostica (IGT) commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono da prevedere opere per la regimazione (RE) e opere per il drenaggio delle acque sotterranee (DR), al fine di evitare ristagni idrici superficiali nelle aree pianeggianti ed il degrado dei vani interrati o seminterrati.

Classe 3a – Aree palustri o con ristagni idrici

Principali caratteristiche

Aree pianeggianti che presentano terreni poco permeabili o torbosi e aree soggette a ristagno idrico superficiale a seguito di eventi meteorici.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Condizionato per le consistenti limitazioni determinate dalla presenza di terreni saturi.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono ammissibili opere edilizie di limitata estensione (tipo 1), opere infrastrutturali (tipo 4) e di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili è sempre necessaria un'indagine geognostica (IGT) commisurata alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono da prevedere opere per la regimazione (RE) e opere per il drenaggio delle acque sotterranee (DR), al fine di evitare ristagni idrici superficiali nelle aree pianeggianti ed il degrado dei vani interrati o seminterrati.

Classe 3b – Aree del litorale lacustre

Principali caratteristiche

Aree litorali del Lago di Monate, con terreni eterogenei dalle discrete caratteristiche geotecniche, interessate da acque di corrivazione del versante retrostante e dal potenzialmente allagamento per innalzamento della superficie lacustre, per le quali è stato valutato un grado di rischio moderato (R1).

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Condizionato per le consistenti limitazioni determinate dalle specifiche problematiche idrauliche e non favorevole ad insediamenti residenziali.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) (tipo 4) e sono auspicabili interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (opere tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008. Risulta inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio, secondo la normativa P.A.I. (VCI).

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere di drenaggio delle acque sotterranee (DR), regimazione delle acque meteoriche (RE) e opere per la difesa del suolo (DS).

Classe 3c – Aree di versante con inclinazione minore di 20°

Principali caratteristiche

Aree stabili di versante (con inclinazione minore di 20°), per le quali non sussistono attualmente problematiche geologiche, e aree potenzialmente franose per le quali è stata valutata con studio specifico una pericolosità bassa (H2) o molto bassa o nulla (H1). Non si esclude il possibile sviluppo di erosione accelerata del suolo o dissesti a causa di interventi antropici non adeguatamente progettati.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Condizionato per le consistenti limitazioni geomorfologiche e geotecniche.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Sono ammissibili opere edilizie di limitata estensione (tipo 1), opere infrastrutturali (tipo 4) e di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (tipo 5).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere di drenaggio delle acque sotterranee (DR) e regimazione delle acque meteoriche (RE), nonché opere per la difesa del suolo (DS).

Classe 3d – Aree di attenzione a contorno dei torrenti

Principali caratteristiche

Aree individuate graficamente a contorno dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore (20 m) al fine di segnalare le necessarie attenzioni da porre in prossimità di questi ultimi.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Condizionato per le consistenti limitazioni di carattere idraulico

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Previo esito favorevole delle indagini e delle verifiche locali, possono essere ammissibili azioni edificatorie di ogni tipologia.

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008. Risulta inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio, secondo la normativa P.A.I. (VCI).

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere di drenaggio delle acque sotterranee (DR) e regimazione delle acque meteoriche (RE), nonché opere per la difesa del suolo (DS).

Classe 3e – Aree di attenzione a contorno dei versanti

Principali caratteristiche

Area individuata graficamente a contorno dei versanti acclivi (20 m) di raccordo tra classe 2 e classe 4.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Condizionato per le consistenti limitazioni di carattere geotecnico e geomorfologico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per la prossimità di versanti acclivi.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Previo esito favorevole delle indagini e delle verifiche locali, possono essere ammissibili azioni edificatorie di ogni tipologia.

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche (RE), l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR) e opere per la difesa del suolo (DS).

Classe 4a – Aree adiacenti ai corsi d'acqua e aree di pertinenza

Principali caratteristiche

Aree adiacenti ai corsi d'acqua, direttamente coinvolgibili dai fenomeni di dissesto con pericolosità elevata, estese per 10 m dagli argini e ridotte a 4 m per i corsi con sezione d'alveo molto ridotta o per i tratti già attualmente intubati, e aree di pertinenza dei corsi stessi soggette a fenomeni erosivi, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa.

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Non favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Non sono ammissibili nuove edificazioni e sono auspicabili interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (opere tipo 5). Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'Art. 27 comma 1 della L.R. 12/2005, in ogni caso ad eccezione degli interventi di modifica delle destinazioni d'uso e rinnovo degli elementi costitutivi degli edifici, in quanto concettualmente non compatibili con il R.D. 523/1904. Sono altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (Tipo 4).

Più specificatamente in queste aree sono esclusivamente consentiti gli interventi così come definiti dall'art. 9, comma 5 delle N.T.A. del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (P.A.I.).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie indagini geognostiche (IGT) commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008. Risulta inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio, secondo la normativa P.A.I. (VCI).

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono raccomandabili unicamente gli interventi di regimazione idraulica e opere per la difesa dell'esistente (RE).

Classe 4b – Aree di versante acclive con substrato subaffiorante

Principali caratteristiche

Aree acclivi, in continuità morfologica con il versante orientale del Monte Pelada, caratterizzate da pendenze accentuate, anche prossime a 35°, e con substrato roccioso sub affiorante, pertanto meritevoli di tutela benché dall'analisi di stabilità effettuata risultino caratterizzate da pericolosità per frana bassa o molto bassa (H1/H2).

Parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso

Non favorevole per le gravi limitazioni dovute all'acclività del versante e al potenziale dissesto gravitativo.

Azioni edificatorie e opere ammissibili

Non sono ammissibili nuove edificazioni e sono auspicabili interventi di consolidamento dei versanti, prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche (opere tipo 5); sono altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico (reti tecnologiche) non altrimenti localizzabili (tipo 4).

Approfondimenti ed indagini minime necessarie

Per tutte le azioni edificatorie e opere ammissibili sono sempre necessarie un'indagine geognostica (IGT) e la valutazione di stabilità dei versanti e dei fronti di scavo (SV), commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 14/01/2008.

Interventi da prevedere in fase progettuale

Sono da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche (RE) e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo (DR). Sono inoltre da prevedere opere di difesa del suolo (DS) e il ricorso a tecniche di scavo in roccia (SR).

14.3 NORME ANTISISMICHE

14.3.1 Norme di carattere generale

Su tutto il territorio comunale gli interventi di nuova costruzione, di ristrutturazione edilizia, di restauro e risanamento conservativo e di manutenzione ordinaria/straordinaria così come definiti all'Art. 27 comma 1 della L.R. n. 12 dell'11/03/2005 "Legge per il Governo del Territorio" dovranno essere progettati adottando i criteri antisismici di cui al D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Tale decreto indica che per qualsiasi opera/intervento interagente con i terreni e le rocce deve essere prevista la caratterizzazione geologica e la modellazione geotecnica dei terreni ottenuta per mezzo di studi, rilievi, indagini e prove commisurate all'importanza ed estensione dell'opera in progetto e alle conseguenze che gli interventi possono produrre sull'ambiente circostante.

Le relazioni geologiche e geotecniche previste dal D.M. 14/01/2008 hanno lo scopo di valutare la fattibilità delle opere, garantire la stabilità e la sicurezza dei manufatti limitrofi e l'idoneità delle scelte progettuali ed esecutive. Pertanto esse dovranno comprendere:

- indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni delle opere da realizzare;

- definizione della categoria del suolo di fondazione sulla base valore di V_{S30} calcolato sulla base del profilo di V_S ottenuto a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole), indagini geofisiche di superficie (SASW – *Spectral Analysis of Surface Waves* -, MASW - *Multichannel Analysis of Surface Waves* - o REMI – *Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity* o attraverso correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica e, responsabilmente, attraverso la correlazione e l'estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo e definizione dello spettro di risposta elastico di progetto.

La scelta della metodologia di indagine dovrà essere commisurata all'importanza dell'opera e in ogni caso dovrà essere adeguatamente motivata.

A tale proposito, in presenza di azioni sismiche e con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, il D.M. 14/01/2008 suddivide le costruzioni in quattro classi d'uso così definite:

Classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

14.3.2 Indagini per la caratterizzazione sismica locale

A titolo orientativo, fatte salve le condizioni per cui il D.M. 14/01/2008 ammette l'applicazione di metodi di progetto – verifica semplificati, la tipologia di indagine minima da adottare per la caratterizzazione sismica locale è definibile in base alla suddivisione in classi d'uso del D.M. 14/01/2008 (**Par. 14.3.1**) ed è riassunta nella seguente tabella:

Tipologia opere	Indagine minima
Classe I	Correlazioni empiriche di comprovata validità con prove di resistenza alla penetrazione dinamica o statica integrate in profondità con estrapolazione di dati litostratigrafici di sottosuolo.
Classe II (edifici residenziali di piccole dimensioni, singoli edifici industriali e opere infrastrutturali di minore importanza)	
Classe II (complessi residenziali ed industriali strutturalmente consistenti e opere infrastrutturali di maggiore importanza, anche se non ricadenti nel D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904)	indagini geofisiche di superficie: SASW – Spectral Analysis of Surface Waves -, MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves - o REMI – Refraction Microtremor for Shallow Shear Velocity.
Classe III	indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole).
Classe IV	

14.3.3 Norme relative agli ambiti di amplificazione sismica locale

L'analisi della sismicità effettuata sul territorio di Osmate ha permesso di individuare di diversi scenari di Pericolosità Sismica Locale (**Cap. 10 e Tav. 7**):

- **Z2** – Zone con possibili fenomeni di cedimento e/o liquefazione
- **Z3** – Zone con possibili effetti di amplificazione topografica
- **Z4** – Zone con possibili effetti di amplificazione litologica

Fermo restando l'applicazione del D.M. 14/01/2008, all'interno dei suddetti ambiti di amplificazione sismica, la documentazione di progetto delle opere rientranti nelle seguenti classi d'uso:

- **Classe II** in parte (complessi residenziali ed industriali strutturalmente consistenti e opere infrastrutturali di maggiore importanza),
- **Classe III**,
- **Classe IV**,

anche se non comprese nel D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904, dovrà comprendere la definizione degli effetti di amplificazione sismica attesi per i singoli scenari. In particolare, la documentazione di progetto dovrà comprendere:

- la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 2 dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08) nell'ambito degli scenari di Pericolosità Sismica Locale Z3 e Z4;
- la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 3 dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08) nell'ambito degli scenari di Pericolosità Sismica Locale Z2;

Inoltre, in corrispondenza degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z3**, dovranno essere eseguite analisi di stabilità del complesso opere/pendio nelle condizioni finali di progetto comprensive delle azioni sismiche di progetto.

14.3.4 Norme specifiche per gli edifici ed opere infrastrutturali di cui alla D.D.U.O. 21/11/2003 (opere ed edifici strategici e rilevanti)

Su tutto il territorio comunale, per le opere e gli edifici strategici e rilevanti, così come definiti nel D.D.U.O. 21/11/2003 n. 19904 (opere il cui uso prevede affollamenti significativi, edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali), la documentazione di progetto degli interventi edilizi dovrà comprendere la definizione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi (livello 3 dell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374/08) e dovrà perciò comprendere i seguenti elementi:

- indagini geognostiche per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, in termini di caratteristiche granulometriche e di plasticità e di parametri di resistenza e deformabilità, spinte sino a profondità significative in relazione alla tipologia di fondazione da adottare e alle dimensioni dell'opera da realizzare;
- determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità al di sotto del prescelto piano di posa delle fondazioni ottenibile a mezzo di indagini geofisiche in foro (down-hole o cross-hole);
- definizione del modulo di taglio G e del fattore di smorzamento D dei terreni di ciascuna unità geotecnica individuata e delle relative curve di decadimento al progredire della deformazione di taglio ϕ ;
- definizione del modello geologico-geotecnico di sottosuolo a mezzo di un congruo numero di sezioni geologico-geotecniche atte a definire compiutamente l'assetto morfologico superficiale, l'andamento dei limiti tra

i diversi corpi geologici sepolti, i loro parametri geotecnici, l'assetto idrogeologico e l'andamento della superficie piezometrica;

- individuazione di almeno tre diversi input sismici relativi al sito, sotto forma di accelerogrammi attesi al bedrock;
- valutazione della risposta sismica locale consistente nel calcolo degli accelerogrammi attesi al suolo mediante codici di calcolo bidimensionali o tridimensionali in grado di tenere adeguatamente conto della non linearità del comportamento dinamico del terreno e degli effetti di amplificazione topografica di sito; codici di calcolo monodimensionali possono essere impiegati solo nel caso in cui siano prevedibili unicamente amplificazioni litologiche e si possano escludere amplificazioni di tipo topografico;
- definizione dello spettro di risposta elastico al sito ossia della legge di variazione della accelerazione massima al suolo al variare del periodo naturale;
- valutazione degli indici di stabilità dei singoli movimenti franosi in condizioni statiche, pseudostatiche e dinamiche all'interno degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z1**;
- valutazione dei fenomeni di liquefazione in condizioni sismiche e dei cedimenti indotti all'interno degli **ambiti con possibili fenomeni di cedimento e/o liquefazione Z2**. La valutazione della liquefacibilità dei terreni sarà ottenuta facendo ricorso a prove penetrometriche statiche, o, in alternativa, a prove penetrometriche dinamiche o a prove SPT in foro di sondaggio con frequenza non inferiore a 1 prova ogni 1.5 m di avanzamento, integrate, ad esclusione delle prove penetrometriche statiche, da analisi di identificazione geotecnica su campioni rimaneggiati prelevati in foro di sondaggio con frequenza di campionamento non inferiore ad 1 campione ogni 3 m di avanzamento. Le indagini saranno spinte a profondità non inferiore a 20 m da p.c. e dovranno consentire la determinazione del rapporto R tra lo sforzo ciclico normalizzato generato dal sisma atteso per l'area in esame ed i valori critici tali da generare liquefazione ed il confronto con i valori di soglia stabiliti al punto 2.3 dell'Allegato 4 della O.P.C.M n. 3274/03;
- esecuzione di analisi di stabilità del complesso opere/pendio nelle condizioni finali di progetto comprensive delle azioni sismiche di progetto determinate ai sensi del D.M. 14/01/2008, in corrispondenza degli **ambiti suscettibili di amplificazione sismica locale Z3**.

14.4 NORME GENERALI PER L'ACCERTAMENTO DELLA SALUBRITÀ DEI TERRENI NELL'AMBITO DELLA RICONVERSIONE DI ATTIVITÀ INDUSTRIALI DISMESSE

Sulla base dei contenuti della Delibera Regionale D.G.R. n. 6/17252 del 01 Agosto 1996 "standard di qualità dei suoli" vanno sottoposte a verifica per la tutela ambientale del territorio:

- le discariche incontrollate di rifiuti speciali e/o tossico-nocivi e/o rifiuti solidi urbani e assimilabili;
- le attività industriali dismesse;
- le aree su cui si abbia fondata ragione di ritenere che vi sia un'alterazione della qualità del suolo in seguito a sversamenti o spandimenti incidentali o volontari, ricadute da emissioni in atmosfera o a seguito dell'attività mineraria condotta sull'area.

Per tali aree, l'accertamento delle condizioni di salubrità del suolo deve seguire i criteri tecnici dettati dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (e relativi allegati tecnici) e pertanto si dovranno prevedere opportune indagini ambientali "preliminari" e/o di "caratterizzazione" e successivamente, nel caso si ravvisassero superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione, i necessari interventi di "bonifica" o "messa in sicurezza" opportunamente progettati e supportati con "analisi di rischio".

Sempre secondo il citato decreto, ognuno dei suddetti passaggi tecnico amministrativi necessita di approvazione da parte del Comune che dovrà acquisire parere della Conferenza di Servizi (Regione, Provincia, ARPA).

In particolare, per le attività industriali dismesse, l'accertamento della salubrità del suolo deve essere condotta in previsione di un riutilizzo futuro dell'area, sia esso ancora di tipo produttivo/commerciale che di tipo residenziale, facendo riferimento alle rispettive concentrazioni soglia di contaminazione imposte dal decreto.

15 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico, condotto a supporto della pianificazione urbanistica del Comune di Osmate con la specifica finalità di fornire un quadro conoscitivo dei caratteri fisici del territorio comunale ed orientare le scelte di pianificazione territoriale, costituisce un aggiornamento della versione datata Gennaio 2010, integrata e modificata per recepire criticamente le osservazioni contenute dal parere della Provincia di Varese (allegato alla D.G.P. n. 1 del 12 gennaio 2010).

L'attività svolta ha consentito la redazione degli elaborati in linea con i riferimenti metodologici ed i criteri attuativi delle L.R. 12/05 per il Piano di Governo del Territorio (D.G.R. 8/1566 del 22/12/2005 e D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008) e con quanto prescritto dagli Enti competenti.

Date le specifiche finalità, lo studio ha privilegiato gli aspetti pratico – applicativi che hanno condotto alla redazione di elaborati cartografici tematici facilmente rapportabili agli interventi attuabili sul territorio ed alla loro possibile interazione con suolo e sottosuolo. Il quadro conoscitivo di base dello stato fisico del territorio è descritto dalle cartografie redatte in fase di "analisi".

Inoltre, sono stati effettuati degli approfondimenti specifici relativamente alla verifica della disponibilità della risorsa idrica sotterranea nel territorio comunale, in relazione alle trasformazioni previste dal Piano di Governo del Territorio e alla valutazione della pericolosità per frana in corrispondenza di dissesti accertati e/o di versanti potenzialmente franosi.

Nella successiva fase di "sintesi, valutazione e proposta" l'esame d'insieme degli elementi conoscitivi ha quindi permesso la redazione della carta di sintesi, con rappresentate le aree omogenee in funzione della pericolosità geologico – geotecnica e della vulnerabilità idrogeologica. In questa fase è stata aggiornata la carta del quadro dei dissesti con legenda uniformata P.A.I. ed è stata redatta la carta dei vincoli.

L'elaborazione finale e più specificatamente finalizzata alla pianificazione territoriale è stata comunque l'attribuzione delle classi di fattibilità geologica alle aree omogenee riconosciute. La *carta di fattibilità geologica alle azioni di piano* esprime le principali limitazioni agli interventi edificatori attuabili sul territorio ed è stata redatta secondo le indicazioni della D.G.R. n. 8/7374/08 indicante i criteri relativi alla componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T.

La legenda descrittiva della tavola stessa fornisce indicazioni sulle principali caratteristiche di ogni area esprimendo un parere geologico sulla edificabilità ed indicando le indagini minime necessarie e gli interventi da prevedere in fase progettuale. In sovrapposizione sono state individuate le zone di amplificazione sismica locale dipendenti da caratteristiche litologiche e/o geometrico – topografiche.

La suddetta classificazione deve essere utilizzata congiuntamente alle “norme geologiche di piano” che ne riportano la relativa normativa d’uso (cfr. Cap. 12). Tale documentazione deve costituire parte integrante del Piano delle Regole ai sensi dell’art. 10, comma 1, lettera d) della L.R. 12/05.

Il presente studio geologico deve invece essere contenuto complessivamente nel Documento di Piano del P.G.T. ai sensi dell’art. 8, comma 1, lettera c) della L.R. 12/05.

Il Tecnico
Dott. Geol. Marco Parmigiani

BIBLIOGRAFIA

- BARNABA P.F. (1991) - Situazione idrogeologica della zona di Comabbio (Varese) e proposte per l'approvvigionamento idrico.
- BINI A.(1987) - L'apparato glaciale Wurmiano di Como. - Tesi di Dottorato, AA.1987, Università di Milano.
- BINI A. (1997) - Stratigraphy, chronology and paleogeography of quaternary deposits of the area between the Ticino and Olona rivers (Italy – Switzerland).
- CESTARI F. (1990) - Prove geotecniche in sito.
- CIVITA M. (1990) - Legenda unificata per la carta della vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei/ Unified legend for the aquifer pollution vulnerability maps. Pitagora Edit., Bologna, 13 p.
- CIVITA M. (1991) - La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. - Atti 1° Convegno Nazionale "Protezione e gestione delle acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi". Marano s.P., 3, 39-86.
- CIVITA, PARMIGIANI, UGGERI, VIGNA (1994) - Protezione delle sorgenti sepolte di M. Campo dei Fiori - Atti 4° Convegno internazionale di geoingegneria "Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi". Torino.
- CITA M.B., GELATI R., GREGNANIN A. (1990) – Alpi e Prealpi Lombarde - Guide geologiche regionali a cura della società geologica italiana.
- CNR - G.N.D.C.I - FRANCANI V, CIVITA M. (1988) - Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee.
- DA ROLD O.(1991) - L'apparato glaciale del Lago Maggiore, settore orientale. - Tesi di Dottorato, AA.1990, Università di Milano.
- FUNARI E., BASTONE A., VOLTERRA L. (1992) - Acque potabili, Parametri chimici, chimico-fisici e indesiderabili.
- MAESTRELLO H, RIGAMONTI, I, UGGERI A. (1996) - Carte della vulnerabilità intrinseca in ambiente di anfiteatro morenico: due esempi dalla Brianza Comasca. - Atti II Convegno Internazionale di Geoidrologia, Firenze, Dicembre 1993.
- PARMIGIANI (2004) – Indagini geologico tecniche di supporto alla variante generale del Piano Regolatore Comunale ai sensi della L.R. 41/97 (D.G.R. 7/6645/01 - D.G.R. 7/7365/01 - D.G.R. 7/13950/03) – Comune di Osmate.
- POLO SCIENTIFICO TECNOLOGICO LOMBARDO S.p.A. (2007) – Studio idrogeologico ed idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione delle risorse idropotabili.