

	PROGETTISTA: 	N° ORDINE 4506930206	N° PROGETTO 250001
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 1 of 28	Rev. 0

STAZIONE DI RIFORNIMENTO IDROGENO VERDE - HRS CASALE MONFERRATO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

RELAZIONE GEOLOGICA



	Emissione per Commenti	M. D'Acri	G. Vecchio	P. Gnisci	14/02/2025
	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA:		N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA':	CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO:	HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 2 of 28	Rev. 1

INDICE

1	GENERALE	4
1.1	Introduzione	4
1.2	Descrizione del progetto	4
1.3	Inquadramento geografico	5
1.4	Normativa	5
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	6
2.1	Lineamenti geologici generali	6
2.2	Lineamenti geologici locali	8
3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	10
3.1	Caratteri geomorfologici	10
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	11
4.1	Caratteri idrogeologici del sito	11
4.2	Complessi idrogeologici	12
5	INTERAZIONI DELL'OPERA CON AREE A PERICOLO SITA' IDROGEOLOGICA	13
5.1	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	13
5.2	PGRA – Piano Gestione Rischi Alluvione	15
5.3	Regio decreto-legge 30 dicembre 1923 n° 3267	16
6	SISMICITA'	17
6.1	Classificazione sismica	17
6.2	Pericolosità sismica di base	18
6.3	Sismicità del territorio	21
6.4	Database D.I.S.S.	22
6.5	Faglie attive e capaci	23
7	CONSIDERAZIONI SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	26
7.1	Stratigrafia e parametri geotecnici (desunti da bibliografia)	26
8	CONCLUSIONI	28

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 3 of 28	Rev. 1

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 4 of 28	Rev. 1

1 GENERALE

1.1 Introduzione

La presente relazione si riferisce alla realizzazione di una stazione di rifornimento di Idrogeno per autotrazione, prodotto interamente a partire da fonti rinnovabili (idrogeno verde), ricadente nel territorio comunale di Casale Monferrato (AL).

In relazione alla tipologia di interventi da eseguire per la realizzazione della stazione di rifornimento, l'obiettivo della relazione geologica è quella di fornire elementi sulla natura litostratigrafica, idrogeologica e caratteri sismici del sito, a supporto delle scelte progettuali per l'esecuzione del progetto.

Per la redazione della presente relazione, è stato raccolto del materiale bibliografico inerente studi geologici, geomorfologici, idrogeologici pregressi nonché carte tematiche dell'area, foto aeree e supporti topografici.

Le informazioni di carattere bibliografico acquisite, hanno permesso di chiarire la situazione geologica di superficie e, ancora, di definire i caratteri geo-litologici del sito in oggetto.

È necessario evidenziare che non avendo avuto la possibilità di eseguire le indagini geognostiche finalizzate al tipo d'intervento, i dati riportati nel presente studio sono dati desunti dalla bibliografia e, pertanto, devono essere considerati come dati di massima, e di rimandare ad una fase successiva l'esecuzione delle indagini geognostiche necessarie alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico.

1.2 Descrizione del progetto

Il progetto prevede la costruzione di un impianto di stoccaggio e distribuzione di idrogeno da autotrazione prodotto interamente a partire da fonti rinnovabili.

L'impianto di rifornimento, denominato anche HRS, è stato previsto all'interno di un'area nel comune di Casale Monferrato (AL), adiacente alla strada provinciale SP457, ove è già presente una stazione di rifornimento IP adibita alla distribuzione di idrocarburi.

L'approvvigionamento della quantità di idrogeno necessaria all'impianto verrà garantita dallo stabilimento di produzione di idrogeno verde situato presso la Raffineria SARPOM S.p.A. di Trecate (NO).

L'impianto di Casale Monferrato verrà rifornito mediante appositi carri bombolai che scaricheranno l'idrogeno presso una baia di scarico. Da qui l'idrogeno verrà inviato all'unità di compressione e quindi ai relativi serbatoi di stoccaggio. L'area di stoccaggio sarà a sua volta collegata con il dispenser dual pressure che potrà erogare l'idrogeno sia alle auto (alta pressione) che ai mezzi pesanti (media pressione) con una capacità massima di 400 kg/gg.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 5 of 28	Rev. 1

1.3 Inquadramento geografico

Il sito oggetto di intervento ricade nella Regione Piemonte, nella provincia di Alessandria, all'interno del territorio comunale di Casale Monferrato, in prossimità della strada provinciale SP457, ove è già presente una stazione di rifornimento IP adibita alla distribuzione di idrocarburi (Figura 1.3-A).



Figura 1.3-A Ubicazione sito di intervento e posizione stazione di rifornimento idrogeno nel comune di Casale Monferrato.

Il sito di intervento ricade, nella cartografia tecnica regionale della Regione Piemonte (1991-1995) aggiornata al 2005, all'interno dell'elemento 158060 e all'interno della cartografia Tecnica Regionale a scala 1:25.000, elemento n. 158060 IV NO B.

1.4 Normativa

Per la realizzazione della relazione in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica con le seguenti disposizioni:

- Legge n. 64 del 02 febbraio 1974 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche e successive integrazioni”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 “Norme Tecniche relative alle costruzioni antisismiche”;
- Circolare n. 218/24/3 del 09 gennaio 1996 “Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 6 of 28	Rev. 1

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02 ottobre 2003 “Modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03 maggio 2005 “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale (Allegato al voto n. 36 del 27 luglio 2007)”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Circolare applicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI), redatto, adottato e approvato ai sensi della L. 18 maggio 1989 n. 183;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto ai sensi della Direttiva Europea 2007/60/CE e del Decreto Legislativo n. 49 del 23 febbraio 2010;
- Regio decreto-legge 30 dicembre 1923 n° 3267 in materia di Vincolo Idrogeologico.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

2.1 Lineamenti geologici generali

Il sito di interesse ricade all’interno del Monferrato, un elemento strutturale compreso tra l’arco alpino-occidentale e la catena appenninica. Il Monferrato è uno dei domini tettonico-sedimentari che costituiscono il Bacino Terziario Piemontese (BTP). Con questo termine, infatti, vengono indicati in letteratura i depositi cenozoici (Eocene superiore-Messiniano) affioranti nel settore collinare del Piemonte Meridionale, all’interno dell’arco delle Alpi occidentali. Recentemente, il BTP è stato suddiviso in almeno due grandi settori separati da una struttura di estensione regionale nota come Linea Villalverina-Varzi, che separa il BTP s.s. a sud da Monferrato a nord, interpretato da alcuni autori come il prolungamento nord-occidentale della catena appenninica (Figura 2.1-A).

I sedimenti del BTP ricoprono in discordanza unità di diversa composizione e pertinenza crostale (unità metamorfiche alpine e unità sedimentarie liguri), che sono state tra loro

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 7 of 28	Rev. 1

giustapposte dalla fase collisionale eocenica meso-alpina, corrispondente alla fase ligure. Tale configurazione è il risultato dell'evoluzione collisionale, a doppia vergenza della catena alpina, che ha portato all'individuazione di un prisma orogenico complesso, riconoscibile anche nel sottosuolo fino ad una profondità di 6-7 km.

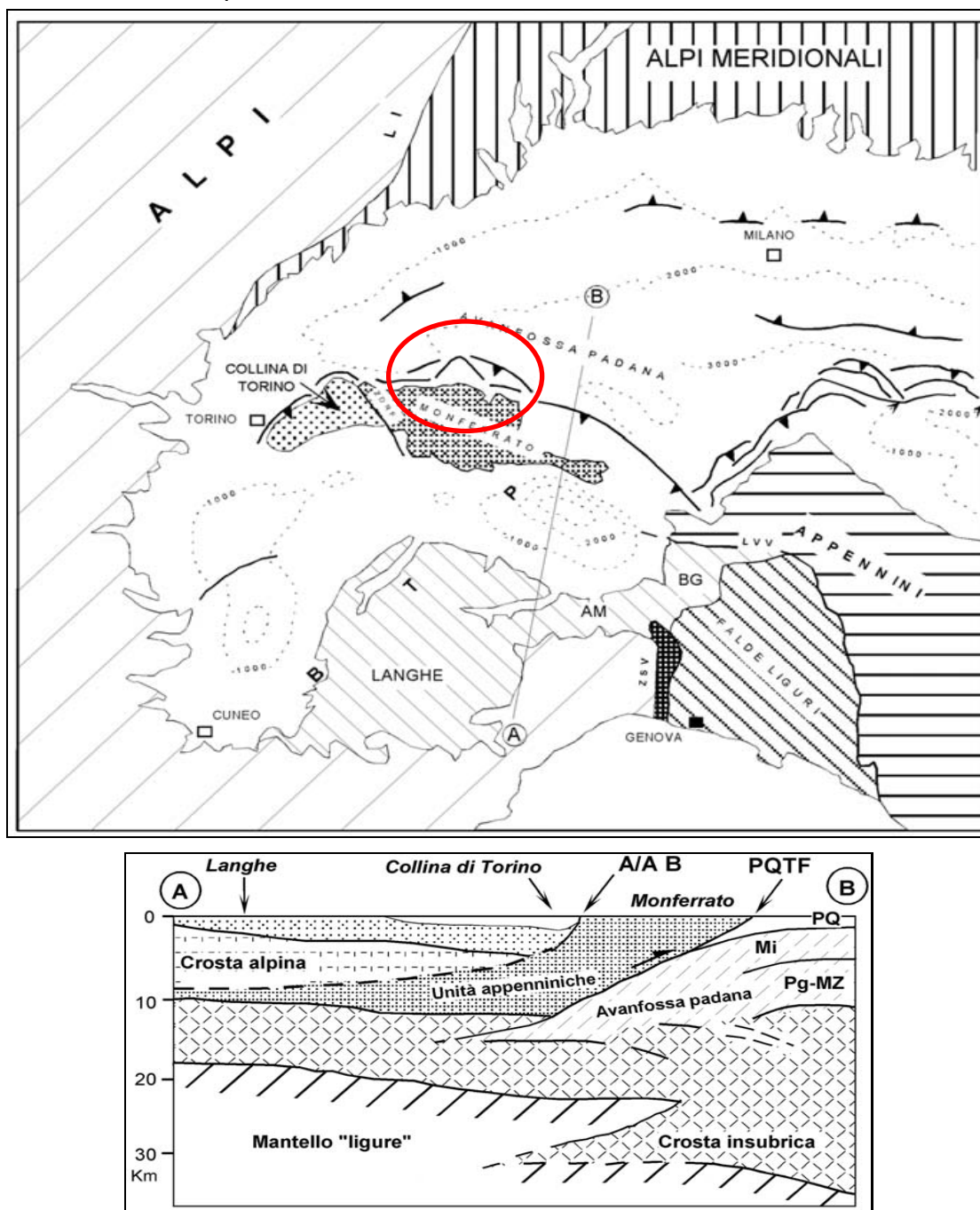


Figura 2.1-A Schema strutturale dei bacini terziari nella zona di giunzione tra Alpi ed Appennino con evidenziata l'area di interesse nel cerchio rosso e sezione A-B. LI: Linea Insubrica; LVV: Linea Villavernia-Varzi; ZDRF: Zona di deformazione di Rio Freddo; ZVS: Zona di Sestri-Voltaggio; BTP: Bacino Terziario Piemontese; AM: Alto Monferrato; BG: Zona Borbera-Grue. Le linee tratteggiate indicano la base del Pliocene (mod. da Structural Model of Italy,1990).

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 8 of 28	Rev. 1

A partire dall'Eocene e fino a tutto l'Oligocene inferiore, al di sopra della parte del prisma orogenico alpino si è sviluppato un bacino (Bacino Terziario epi-meso-alpino di Mutti et alii, 1995) che può essere considerato come un bacino di retroforeland alpino.

Esso comprende la parte basale (Oligocene inferiore) della successione classicamente descritta per il BTP e nei bacini epi-liguri dell'Appennino settentrionale e si è sviluppato in seguito al retro-scorrimento delle unità metamorfiche alpine su quelle liguri (fase meso-alpina o ligure Auct.). La principale evidenza superficiale dei retro-scorrimenti meso-alpini è rappresentata, sul lato interno della catena, dalla Zona Sestri-Voltaggio.

Alla fine dell'Oligocene inferiore, il contesto geodinamico regionale viene modificato dall'apertura del Bacino Ligure-Provenzale coevo all'individuazione, nel BTP, di bacini localizzati sede di una sedimentazione da terrigena grossolana di ambiente da continentale a marino-marginale evolvente verso l'alto a una sedimentazione pelitico-marnosa di piattaforma e/o scarpata.

Successivamente tra l'Oligocene superiore e il Miocene medio, la cinematica di questa parte della catena alpina viene influenzata dagli eventi tettonici coevi alla costruzione della catena appenninica e la parte occidentale del bacino di retroforeland alpino viene incorporato in una nuova catena, ora a vergenza appenninica, differenziandosi in diversi domini tettono-stratigrafici costituiti da successioni sedimentarie solo parzialmente confrontabili: la Collina di Torino, l'Alto Monferrato e il bacino delle Langhe, sviluppati su un substrato costituito da unità metamorfiche alpine; il Monferrato e la zona Borbera-Grue, le cui successioni si sono deposte su unità liguri non metamorfiche (Piana & Polino, 1995; Biella et alii, 1997).

A partire dal Serravalliano, le successioni del BTP vengono coinvolte nella tettonica Nord-vergente padana (Falletti et alii, 1995). I vari domini tettono-stratigrafici prima individuati sono stati interpretati come bacini satellite al di sopra del thrust belt sud-padano (Laubscher et alii, 1992; PIANA, 2000), che è attualmente sovrascorso sull'avanfossa padana (ovvero appenninica) lungo il thrust frontale padano, impostatosi a partire dal Miocene superiore.

A partire dal Serravalliano, le successioni del BTP vengono coinvolte nella tettonica Nord-vergente padana (Falletti et alii, 1995). I vari domini tettono-stratigrafici prima individuati sono stati interpretati come bacini satellite al di sopra del thrust belt sud-padano (Laubscher et alii, 1992; Piana, 2000), che è attualmente sovrascorso sull'avanfossa padana (ovvero appenninica) lungo il thrust frontale padano, impostatosi a partire dal Miocene superiore.

Dal Pliocene il Monferrato costituisce un thrust sheet a vergenza padana incorporato nella terminazione occidentale della catena appenninica. In conseguenza a tale posizione strutturale, il Monferrato subisce un graduale sollevamento e basculamento con immersione verso sud, mentre a nord e a sud di esso si originano profonde depressioni rappresentate rispettivamente dall'avanfossa padana e dai bacini di Fossano-Moretta e di Alessandria, dove sono stati riconosciuti oltre 3000 m di sedimenti plio-quadernari (Pieri & Groppi, 1981).

In questo contesto si inserisce la deposizione delle successioni pliocenico-quadernarie, attualmente preservate a sud del rilievo collinare del Monferrato, che sono caratterizzate in generale da bassi tassi di sedimentazione e da contesti deposizionali marini prossimali e continentali (Carraro, 1996).

2.2 Lineamenti geologici locali

Per il sito interessato dall'intervento in progetto, il contesto geologico è stato desunto dalla consultazione della bibliografia esistente, in particolare dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio 57 'Vercelli' e Foglio 58 'Mortara' e relative note illustrative; dal Geoportale Arpa Piemonte e stata consultata la Carta Geologica del Piemonte e il relativo geo-database

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 9 of 28	Rev. 1

(Progetto GeoPiemonte Map 2021 raggiungibile al link <https://webgis.arpa.piemonte.it/agportal/apps/webappviewer>) che costituisce la rappresentazione geologica di sintesi della Regione Piemonte, fondata su una banca dati in progressivo aggiornamento ed omogenea a scala regionale; infine è stato consultato il Piano Regolatore Generale e Varianti al link http://old.comune.casale-monferrato.al.it/Trasparenza_PianificazioneEGovernoDelTerritorio/AllegatiTecnici/VarStrutt02_PRGC/TavGeologiche/.

L'assetto geologico del territorio comunale di Casale Monferrato è caratterizzato dalla presenza di differenti unità ascrivibili al Bacino Terziario Piemontese su cui poggia un'estesa coltre alluvionale. Nello specifico le formazioni del Bacino Terziario Piemontese sono caratterizzate da una potente successione sedimentaria marina costituita da depositi derivati dallo smantellamento della catena. Questi sono interessati da strutture quali pieghe e faglie che interrompono la continuità della successione e che generano aree più o meno soggette a deformazione, conferendo caratteristiche meccaniche particolari e variabili alle stesse deposizioni. La successione presente in situ è costituita dal basso verso l'alto da:

- Formazione di Casale Monferrato, rappresentata da un flysch calcareo-marnoso-arenaceo costituito da un'alternanza di argille, calcari marnosi, calcari micritici, arenarie e calcareniti di età Eocene inferiore-medio;
- Formazione di S. Agata Fossili con marne e marne argillose con locali livelli siltoso-arenitici di età Tortoniana;
- Formazione Gessoso-Solfifera, argille e marne grigio-brunastre e biancastre localmente gessifere, a concrezioni calcaree, con subordinate intercalazioni di calcari marnosi vacuolari e di sabbie o arenarie di età Messiniana;
- Coltre alluvionale che poggia sui suddetti, costituita da depositi, depositi di megafan e/o conoidi e depositi fluvioglaciali.

In particolare, si hanno alluvioni antiche costituite da alluvioni fluviali ghiaioso-sabbiose, con debole strato di alterazione grigio-bruno, talora terrazzate; alluvioni medio-recenti prevalentemente ghiaiose e ghiaioso-sabbiose, con lenti argillose, degli alvei abbandonati dei fiumi principali, esondati in periodo storico ed ancora attualmente esondabili; alluvioni recenti ed attuali prevalentemente ghiaiose e ghiaioso-sabbiose degli alvei attuali dei fiumi principali (Po, Dora Baltea, Sesia).

Nel sito oggetto di intervento, consultando la carta Geologica del PRG del Comune di Casale Monferrato in scala 1:10.000, affiorano i 'Depositi alluvionali di natura prevalentemente limoso-argillosa legati alla dinamica del reticolo idrografico secondario'.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 10 of 28	Rev. 1

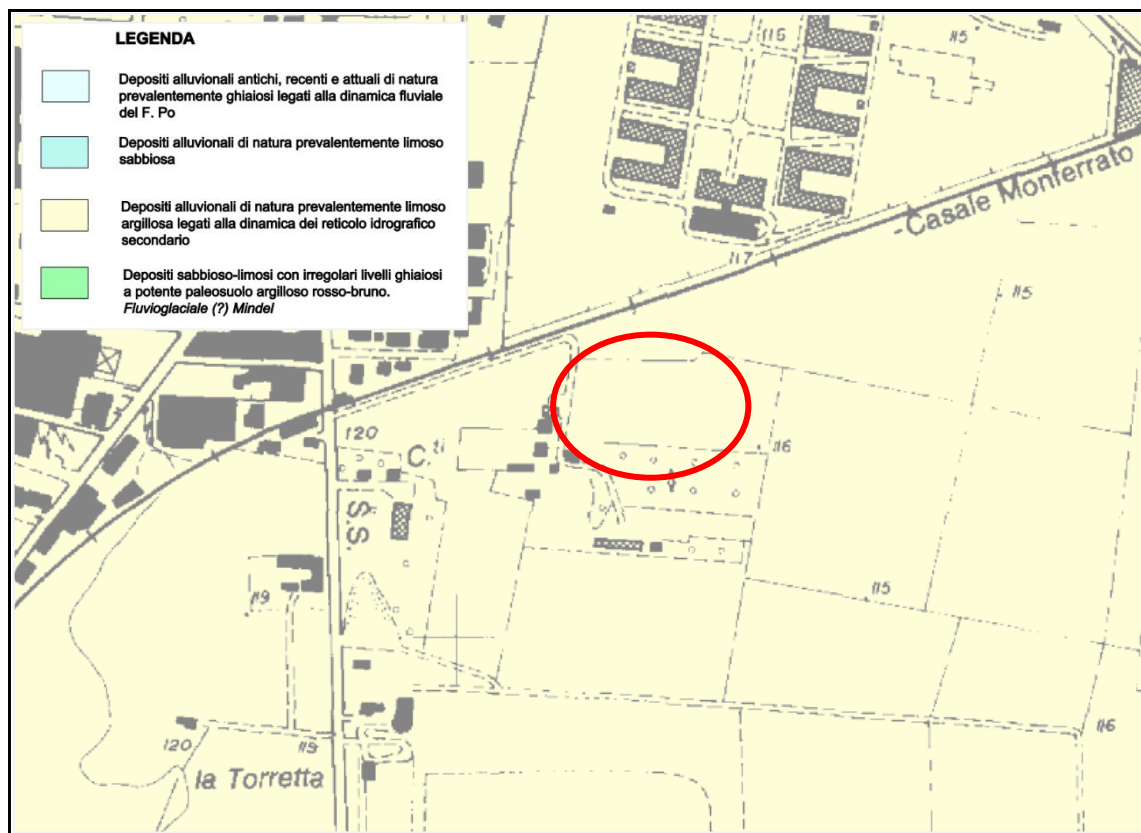


Figura 2.2-A Stralcio carta geologica del PRG del comune di Casale Monferrato in scala 1:10.000, con indicata nel cerchio rosso l'area di interesse.

3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

3.1 Caratteri geomorfologici

Il territorio comunale di Casale Monferrato si estende per circa 2/3 in pianura, riferibile ad una porzione della pianura del Fiume Po e dei suoi principali affluenti F. Sesia, Torrente Rotaldo e Torrente Gattola, e per 1/3 in collina, con rilievi che non superano i 300 metri di altezza.

La differenza morfologica tra le due aree è netta e riflette la diversità litologica affiorante: l'area di pianura è caratterizzata da un andamento sub-orizzontale e/o con blande ondulazioni mentre l'area di collina risulta maggiormente articolata con rilievi piuttosto arrotondati. L'area di pianura è caratterizzata dai soli depositi fluviali legati all'attività fluviale con variazione in granulometria dalle argille alle ghiaie; l'area collinare è caratterizzata da terreni del substrato cretaceo-oligocenico.

Ulteriore differenza è data dal fatto che le aree collinari dipendono e sono interessate da una morfogenesi di tipo gravitativo mentre per quanto riguarda le aree di pianura esse sono di dominio praticamente esclusivo della morfogenesi legata alle acque correnti. Tuttavia, in entrambe le zone domina la morfogenesi antropica che si è resa responsabile, in più casi, della profonda trasformazione del territorio e del mascheramento delle forme riferibili agli altri domini morfogenetici.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 11 of 28	Rev. 1

La morfogenesi legata alle acque correnti interessa principalmente l'area di pianura del territorio comunale. Essa è determinata soprattutto dall'azione del Fiume Po ed in misura minore da quella dei suoi affluenti che drenano l'area collinare.

Il sito di interesse si trova circa 3 km a sud del corso d'acqua principale che è rappresentato dal Fiume Po. L'alveo del fiume Po tra Casale Monferrato e la confluenza del fiume Sesia è costituito in prevalenza da materiale ghiaioso grossolano e presenta un andamento di tipo sinuoso, meandriforme, con il tratto sub-rettilineo a monte della città di Casale strettamente condizionato dal bordo dei rilievi collinari in sponda destra; la larghezza dell'alveo risulta molto variabile in relazione alla notevole variabilità dei deflussi e dell'elevato grado di energia che caratterizza la dinamica fluviale.

A sud del Po, il torrente Rotaldo segna il confine territoriale orientale di Casale. Il corso d'acqua ha origine presso Grazzano Badoglio (AT) e attraversa il territorio dei comuni di Vignale Monferrato, Conzano, Campagna, Terruggia, Casale Monferrato, Occimiano, Borgo S. Martino Ticineto e Valmacca (dove confluisce nel Po). Il suo bacino idrografico, la cui superficie totale misura circa 156 km², raccoglie le acque del versante orientale delle colline del Monferrato. Il Rotaldo è stato oggetto di indagine specifica dell'Autorità di Bacino che ne ha definito le fasce di salvaguardia (D.P.C.M. 13/11/2008). Affluente di sinistra del T. Rotaldo, è il torrente Gattola, che ha origine nei versanti orientali dei rilievi collinari che sorgono tra Ozzano e S. Giorgio Monferrato e scende in direzione est per un tratto di circa 3 km; successivamente segue un percorso meandriforme mantenendo una direzione prevalente verso nord-est.

Le forme di erosione sono ben visibili soprattutto in prossimità del corso d'acqua principale, laddove esse sono attive o recenti e non ancora completamente obliterate dall'azione antropica.

Dalla Carta geomorfologica redatta per il Piano Regolatore Generale e Varianti, nell'area di pianura (dove ricade l'area oggetto di intervento) si ha la presenza di depositi alluvionali prevalentemente limoso-argillosi; questi depositi si inseriscono in un contesto con acclività minore del 5% (3°).

Per quanto riguarda le forme del territorio, non sono state osservate particolari morfologie; le numerose tracce di canali abbandonati si osservano nella geometria dei campi, delle strade e dei corsi d'acqua artificiali, rispetto alle reali forme del territorio, probabilmente obliterate dall'azione antropica.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

4.1 Caratteri idrogeologici del sito

L'idrogeologia dell'area è strettamente connessa alle condizioni del sottosuolo, alla stratigrafia presente e ai rapporti stratigrafici esistenti tra i vari litotipi ovvero alla disposizione geometrica nel sottosuolo, alla natura geologica dei sedimenti e all'assetto geologico-strutturale in generale.

Sulla base delle conoscenze generali sull'idrodinamica sotterranea dei depositi in esame, sono state individuate le caratteristiche idrologiche, le quali influenzano in maniera significativa l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque.

Dai rilievi di superficie e dai dati stratigrafici nell'intero territorio si individua l'esistenza di litotipi con diverso comportamento sotto il profilo idrogeologico in funzione della disposizione nel sottosuolo delle litologie e dal grado di cementazione e/o addensamento delle stesse che potrebbe influire o meno sullo sviluppo di una circolazione idrica efficace.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 12 of 28	Rev. 1

PROGETTISTA:

N° CONTRATTO
4506930206

LOCALITA':
CASALE MONFERRATO

PROGETTO:
HRS CASALE MONFERRATO

Rev.
1

Il territorio di Casale Monferrato è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali eterogranulari nella zona di pianura mentre nelle aree collinari da litotipi calcareo-marnoso-arenacei.

Il sito in cui verrà ubicata la Stazione di Rifornimento Idrogeno Verde - HRS Casale Monferrato, ricade in un'area con presenza di depositi prevalentemente limoso-argillosi; per natura litologica e granulometrica ne consegue la presenza di un complesso idrogeologico a bassa permeabilità, in cui la porosità risulta inefficace e incapace di garantire un flusso sotterraneo di modesta entità; in particolare si tratta del 'Complesso alluvionale fine: depositi prevalentemente limoso-argillosi e limoso-sabbiosi di origine fluviale con bassa permeabilità (Torrenti Gattola e Rotaldo)' definito nella Carta Idrogeologica della Piano Regolatore Generale e Varianti (Figure 4.1-A).

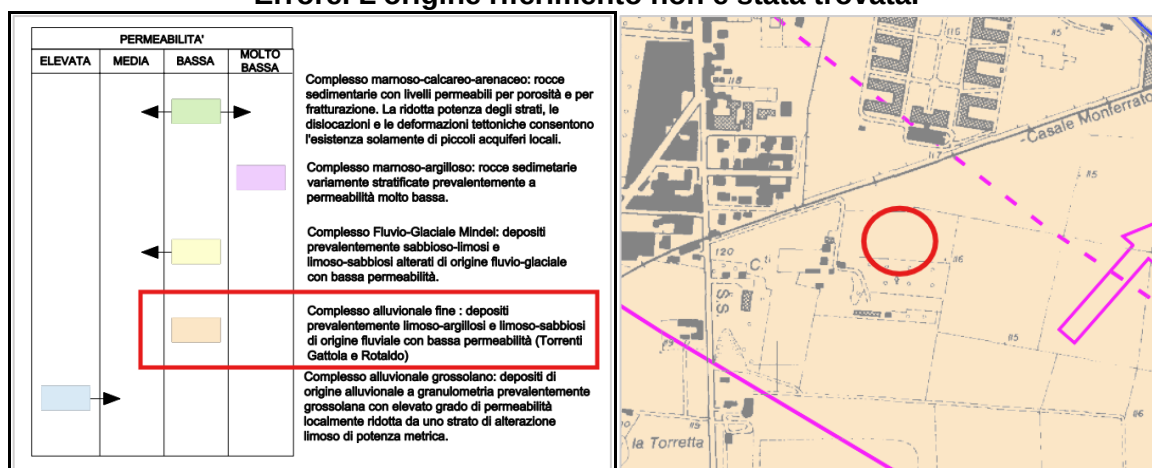


Figure 4.1-A Stralcio della Carta Idrogeologica del PRG di Calale Monferrato, in destra è indicata l'area di interesse nel cerchio rosso.

4.2 Complessi idrogeologici

Complesso Marnoso - Calcareo - Arenaceo

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 13 of 28	Rev. 1

Complesso Alluvionale Superficiale

Tale complesso è composto da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni argillose di ambiente deposizionale continentale (fluviale, fluvio-glaciale). Raramente è riconoscibile uno strato di alterazione brunastro a granulometria mediamente fine. Sovente sono riconoscibili antichi percorsi abbandonati del fiume o lanche isolate e terrazzi più o meno marcati. Questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità generalmente elevata; nei tratti dove sussiste lo strato di alterazione superficiale, la capacità di infiltrazione (e quindi la permeabilità verticale) risulta ridotta. Lo spessore del Complesso Superficiale è compreso tra pochi metri (ai piedi della collina del Monferrato) e circa novanta metri (nei pressi della confluenza Po-Sesia). L'insieme dei livelli permeabili del Complesso Superficiale rappresenta l'acquifero superficiale che ospita la falda libera.

La base dell'acquifero superficiale, dedotta dai dati dei pozzi profondi esistenti sul territorio comunale, viene posta all'inizio dei livelli impermeabili del Complesso Villafranchiano. Naturalmente tale dato risulta piuttosto soggettivo in quanto il passaggio non è netto ma graduale. I dati di letteratura desunti dalle perforazioni profonde e dai sondaggi elettrici evidenziano un andamento a semi-conca della base dell'acquifero: la direzione di massima pendenza dell'area a sud del Po è verso nord-nord-est, mentre nell'area a nord del Po la pendenza verge decisamente a est.

Alla base del Complesso Alluvionale Superficiale, non affioranti quindi in superficie, si trovano le sequenze deposizionali plio-pleistoceniche: depositi villafranchiani, astiani e piacentini. La serie villafranchiana rappresenta un elemento di rilevante importanza e valore in quanto è sede di un acquifero multi-falda che rappresenta una risorsa naturale fondamentale per l'intera regione.

Complesso Alluvionale dei Torrenti Gattola e Rotaldo

Questi corsi d'acqua hanno prodotto, allo sbocco nella pianura, un deposito a lievissima pendenza con una incerta forma a ventaglio caratterizzato dalla presenza di materiali fini (sabbioso-limoso-argillosi) che riducono sensibilmente la permeabilità superficiale dell'area. Tali depositi in parte sono sovrapposti e in parte sono interdigitati a quelli del Complesso Alluvionale Superficiale.

Il sito dove verrà realizzata l'opera in progetto è interessato dal Complesso Alluvionale dei torrenti Gattola e Rotaldo; tale complesso è rappresentativo di un acquifero contenuto all'interno di materiali fini con permeabilità da bassa a molto bassa. In generale per sedimenti fini quali argille e limi si ha un coefficiente di permeabilità pari a $K = 10^{-9}/10^{-7}$ m/s.

5 INTERAZIONI DELL'OPERA CON AREE A PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

5.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Uno strumento normativo e di pianificazione vigente in Piemonte è rappresentato dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), strumento fondamentale della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, della quale ne costituisce il primo stralcio tematico e funzionale.

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico è stato redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 14 of 28	Rev. 1

dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000 ed ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio piemontese.

Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- La funzione conoscitiva, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- La funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- La funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli interventi.

Sul piano più generale la Regione Piemonte si occupa dell'applicazione del PAI in ambito locale e del suo aggiornamento a livello di Autorità di distretto idrografico.

L'attività tecnica è rivolta sia alle istruttorie in merito agli aspetti idraulici affrontati nell'ambito dei piani regolatori proprio nella fase di adeguamento al PAI, per i corsi d'acqua classificati di seconda e terza categoria ai sensi del Regio decreto 523/1904, sia alla verifica di conformità al Piano dal punto di vista normativo e tecnico degli interventi sottoposti a valutazione di impatto ambientale.

Le attività istruttorie sono svolte in modo coordinato con le competenze dell'A.I.Po. (Agenzia interregionale del fiume Po), costituito nel 2001.

Dal punto di vista tecnico la Regione Piemonte partecipa attivamente nella stesura di direttive su argomenti specifici che riguardano l'ambito fluviale, promuove studi su argomenti di carattere idraulico e implementa parte del Sistema informativo regionale (servizio del Geoportale) al fine di promuovere la consultazione degli elaborati cartografici del PAI.

Il quadro conoscitivo contenuto nelle mappe di pericolosità e rischio di alluvione, oltre a costituire il riferimento per la definizione del Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), consente di procedere all'aggiornamento delle fasce fluviali e delle linee di assetto del PAI per i corsi d'acqua del reticolo principale del bacino del Po, con priorità per quelli dove i nuovi quadri conoscitivi sono più aggiornati e completi e dove si sono verificati di recente eventi alluvionali.

Dalla consultazione della cartografia del PAI della Regione Piemonte, nello specifico il Foglio 158 – Casale Monferrato PO 27 in scala 1:50.000, per il sito interessato dall'intervento non emergono interferenze con le fasce di esondazione fluviale (A, B e C).

Dalla consultazione del Foglio 158 SEZ. IV 'Casale Monferrato' a scala 1:25.000 in cui sono delimitate le aree in dissesto, il sito di interesse non ricade in delimitazioni di aree in frana, aree soggette ad esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, aree di conoide e valanghe; pertanto, l'area di intervento non ricade in aree a rischio idrogeologico (Figura 5.1-A).

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 15 of 28	Rev. 1

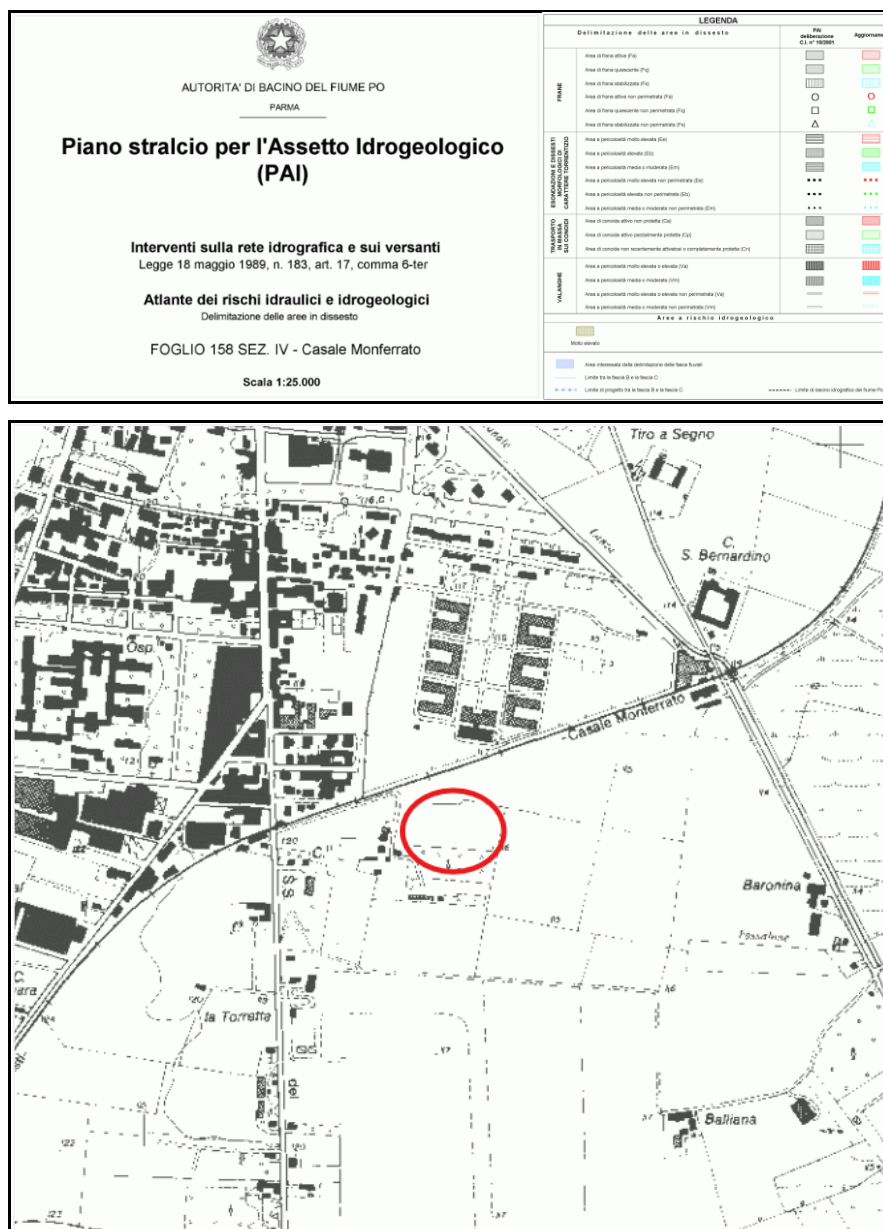


Figura 5.1-A Stralcio del Foglio 158 sez. IV del PAI Piemonte con ubicata l'area di interesse.

5.2 PGRA – Piano Gestione Rischi Alluvione

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), introdotto dalla Direttiva europea 2007/60/CE (recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 per ogni distretto idrografico), deve orientare, nel modo più efficace, l'azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le amministrazioni e gli

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 16 of 28	Rev. 1

enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Le misure del piano si devono concentrare su tre obiettivi principali:

- migliorare nel minor tempo possibile la sicurezza delle popolazioni esposte utilizzando le migliori pratiche e le migliori tecnologie disponibili a condizione che non comportino costi eccessivi;
- stabilizzare nel breve termine e ridurre nel medio termine i danni sociali ed economici delle alluvioni;
- favorire un tempestivo ritorno alla normalità in caso di evento.

L'articolazione su più livelli territoriali e la conseguente declinazione delle linee di azione generali in obiettivi locali sempre più precisi e pertinenti è un passaggio importante per organizzare le azioni in ordine di priorità e meglio allocare i finanziamenti sulle azioni più efficaci ed urgenti. Il piano tiene conto della attuale organizzazione del sistema nazionale per la prevenzione, previsione e gestione dei rischi naturali per favorire l'attuazione delle misure e per confermare che le autorità statali, regionali e locali, con le loro azioni congiunte, lavorano insieme per la gestione dei rischi di alluvioni.

Dalla consultazione della Carta della Pericolosità alluvione e della Carta del Rischio Alluvione Tav. 158 NW (http://osgis2.csi.it/direttiva_alluvioni/cartografia_direttivaalluvioni.html), l'areale di intervento non interferisce con aree perimetrate secondo il PGRA.

5.3 Regio decreto-legge 30 dicembre 1923 n° 3267

Da tempo è riconosciuta l'importanza che i territori ricoperti da boschi, ubicati in contesti geomorfologici particolari, rivestono in relazione alla finalità della prevenzione del dissesto e della difesa del suolo.

A tale proposito, sin dalla produzione legislativa dell'epoca preunitaria, furono predisposti diversi provvedimenti attraverso cui disciplinare il taglio dei boschi, il dissodamento dei terreni e qualsiasi altra forma di utilizzazione impropria che rechi danno pubblico e faccia perdere la stabilità del terreno o turbi il regime delle acque. In tale produzione legislativa si annovera il R.D.L. 3267 del 30 dicembre 1923 "riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani" ed il successivo Regolamento di applicazione (R.D.L. 1126/26), che contengono le indicazioni per l'applicazione del vincolo idrogeologico.

Il R.D.L. 3267/23 prevede il riordino della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. In particolare, esso vincola per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che possano subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

Un secondo vincolo è posto sui boschi che, per loro speciale ubicazione, difendono terreni o fabbricati da caduta di valanghe, dal rotolamento dei sassi o dalla furia del vento. La presenza del vincolo idrogeologico su un determinato territorio comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra.

La necessità di tale autorizzazione riguarda anche gli interventi di trasformazione colturale agraria, che comportano modifiche nell'assetto morfologico dell'area o intervengono in profondità su quei terreni. Il vincolo consente l'inibizione di particolari coltivazioni sul terreno agricolo tutelato previa corresponsione di un indennizzo.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 17 of 28	Rev. 1

Dalla consultazione della perimetrazione del Vincolo Idrogeologico dal sistema informativo Geoportale della Regione Piemonte (<https://geoportale.arpa.piemonte.it>) emerge che l'area interessata dall'intervento non è sottoposta a vincolo idrogeologico.

6 SISMICITA'

6.1 Classificazione sismica

La caratterizzazione sismogenetica dell'area di studio è stata elaborata considerando la zonazione sismogenetica del territorio nazionale, così come indicato nell'appendice 2, prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Nella figura sottostante si riporta la Zonazione Sismogenetica ZS9 per il territorio nazionale.

In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, è stato redatto a cura di un Gruppo di Lavoro dell'I.N.G.V. un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, I.N.G.V., Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici". Tale documento elabora un modello che riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti.

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche sopra riportata.

Ciascuna zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico, il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazioni stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale sia europeo.

Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica.

I primi criteri di classificazione sismica seguivano essenzialmente il verificarsi degli eventi fino all'emanazione dell'O.P.C.M. n. 3274/2003, il cui perfezionamento dei criteri individuati con l'Ordinanza di cui sopra, ma soprattutto la conclusione dei nuovi e più approfonditi studi pubblicati dal Gruppo di Lavoro (2004), ha condotto all'adozione di una nuova Ordinanza per la classificazione sismica, ossia l'O.P.C.M. n. 3516/2006.

In tale Ordinanza sono stati forniti nuovi criteri di riferimento a scala nazionale per le zone sismiche e per l'aggiornamento delle medesime zone basati sugli studi svolti dall'I.N.G.V. e resi disponibili nel 2004.

Tale Ordinanza prevedeva, inoltre, alla conclusione del periodo di applicazione sperimentale delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 (N.T.C. 08), la definizione di criteri generali per la classificazione sismica armonizzati con le eventuali modifiche delle Norme Tecniche per le Costruzioni da parte di un apposito Gruppo di lavoro istituito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 18 of 28	Rev. 1

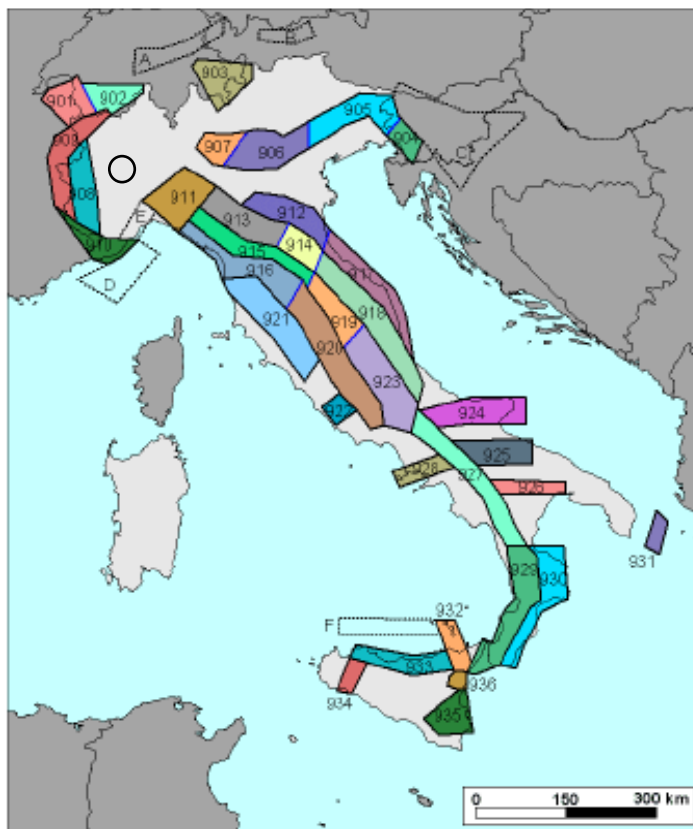


Figure 6.1-A Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il colore nero dei bordi delle zone definisce quei limiti il cui tracciamento è esclusivamente derivato da informazioni tettoniche o geologico-strutturali (es. presenza di una faglia di trasferimento, oppure terminazione di un determinato sistema di faglie-sorgenti). Il colore blu definisce suddivisioni di zone con uno stesso stile deformativo ma con differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc., differenze che per una corretta valutazione della pericolosità sismica sono significative (il cerchietto nero indica l'area di studio).

In Piemonte ricadono le zone sismogenetiche 902, 908, 909 e 910. Nello specifico l'area in esame, in cui ricade il territorio comunale di Casale Monferrato (AL), non intercetta alcuna zona sismogenetica individuata.

6.2 Pericolosità sismica di base

Il metodo probabilistico, con cui è stata costruita la carta nazionale della pericolosità di base, considera il processo sismico come un processo statistico ed utilizza l'intero database o catalogo dei terremoti al di sopra di una prefissata soglia di magnitudo.

In base a questo approccio la pericolosità viene definita come la probabilità di eccedenza di un parametro descrittivo del moto del terreno in un determinato intervallo di tempo. Tale parametro è espresso generalmente in termini di accelerazione al bedrock mediante metodi probabilistici che consentono di associare una probabilità e quindi una incertezza a un fenomeno tipicamente aleatorio quale il terremoto.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 19 of 28	Rev. 1

Tra i parametri maggiormente utilizzati per scopi ingegneristici ci sono l'intensità macrosismica, la PGA, e i valori spettrali. I risultati di questa metodologia sono riportati nell'Ordinanza 3274 del 20 marzo 2003 che aggiorna la normativa sismica italiana recependo gli indirizzi europei (Eurocodice 8). Essi sono in genere riferiti ad un certo livello di probabilità in un dato periodo di tempo; il valore presentato dalla norma, per l'indicatore di pericolosità è quello che si prevede non venga superato nel 90% dei casi in 50 anni. I risultati possono anche essere interpretati come quel valore di scuotimento che nel 10% dei casi si prevede verrà superato in 50 anni, oppure la vibrazione che mediamente si verifica ogni 475 anni (cosiddetto periodo di ritorno). Si tratta di una scelta convenzionale utilizzata nel mondo ed in particolare in campo europeo è il valore di riferimento per l'Eurocodice sismico. Non corrisponde pertanto né al massimo valore possibile per la regione, né al massimo valore osservato storicamente, ma è un ragionevole compromesso legato alla presunta vita media delle strutture abitative. Va sottolineato che i due indicatori di pericolosità più utilizzati (PGA e I-MCS) rappresentano due aspetti diversi dello stesso fenomeno. L'accelerazione orizzontale di picco illustra l'aspetto più propriamente fisico: si tratta di una grandezza di interesse ingegneristico che viene utilizzata nella progettazione in quanto definisce le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica. L'intensità macrosismica rappresenta, invece, in un certo senso le conseguenze socio-economiche; descrivendo infatti il grado di danneggiamento causato dai terremoti.

La mappa di pericolosità, in termine di accelerazione di picco, è rappresentata in Figura 6.2-A.

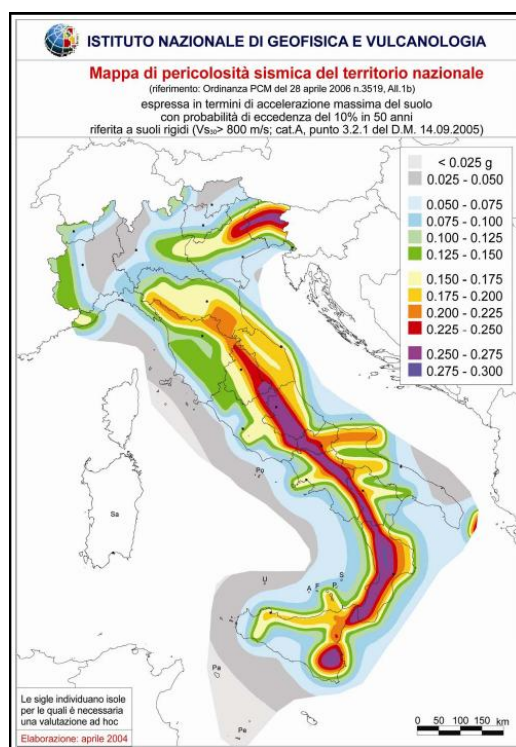


Figura 6.2-A Mappa di pericolosità del territorio sismico nazionale

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere però descritta in modo da renderla compatibile con le NTC 08 e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

In base alle Norme Tecniche del 2018 l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate.

La parte relativa alla determinazione delle azioni sismiche (allegati A e B del DM 08) rappresenta una delle principali novità del nuovo testo normativo: definitivamente abbandonato il concetto di "Zone Sismiche", il documento introduce un nuovo metodo di calcolo che considera la maglia elementare di riferimento come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio.

Il territorio nazionale ora viene catalogato con ben 10751 punti disseminati in modo omogeneo sul territorio nazionale; quindi, si è in grado di determinare dato un certo punto geografico, quale terremoto ha una certa probabilità di verificarsi.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 20 of 28	Rev. 1

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la tabella A1 delle NTC, è costituita da mappe di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato. Le Norme Tecniche utilizzano gli stessi nodi su cui sono state condotte le stime di pericolosità sismica da parte di INGV.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> o da vari altri software.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Queste ultime sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi parametri sono definiti sempre in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento suddetto, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Si riporta nel seguito la mappa di pericolosità sismica su griglia di riferimento.

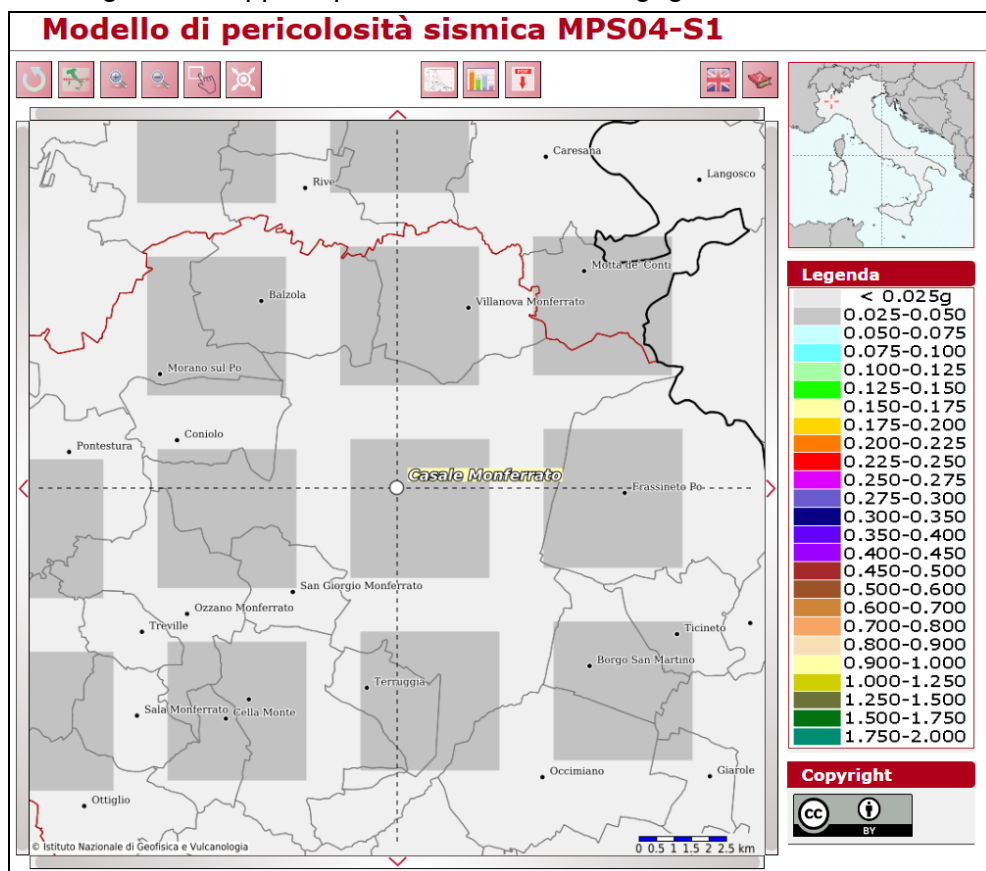


Figure 6.2-B Stralcio Modello di pericolosità sismica relativo al comune di Casale Monferrato.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 21 of 28	Rev. 1

Il punto dove ricade l'opera in progetto si trova in zona a pericolosità sismica con PGA compreso tra 0,025g e 0,050g.

6.3 Sismicità del territorio

Le notizie sulla sismicità storica dell'area sono state consultate sul sito dell'I.N.G.V. – Database Macrosismico Italiano 2015 ed i terremoti storici, per quanto riguarda la zona di Casale Monferrato, sono quelli sotto riportati:

File downloaded from CPTI15-DBMI15						
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano						
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)						
Listed entries 1						
PlaceID	Place Name	Lat	Lon	Prov	Imax	EQs
IT_08343	Casale Monferrato	45.132	8.450	AL	6	14

Di seguito si riporta il grafico relativo alla storia sismica del comune interessato dall'intervento in progetto tratta dal Database Macrosismico Italiano versione DBMI15 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

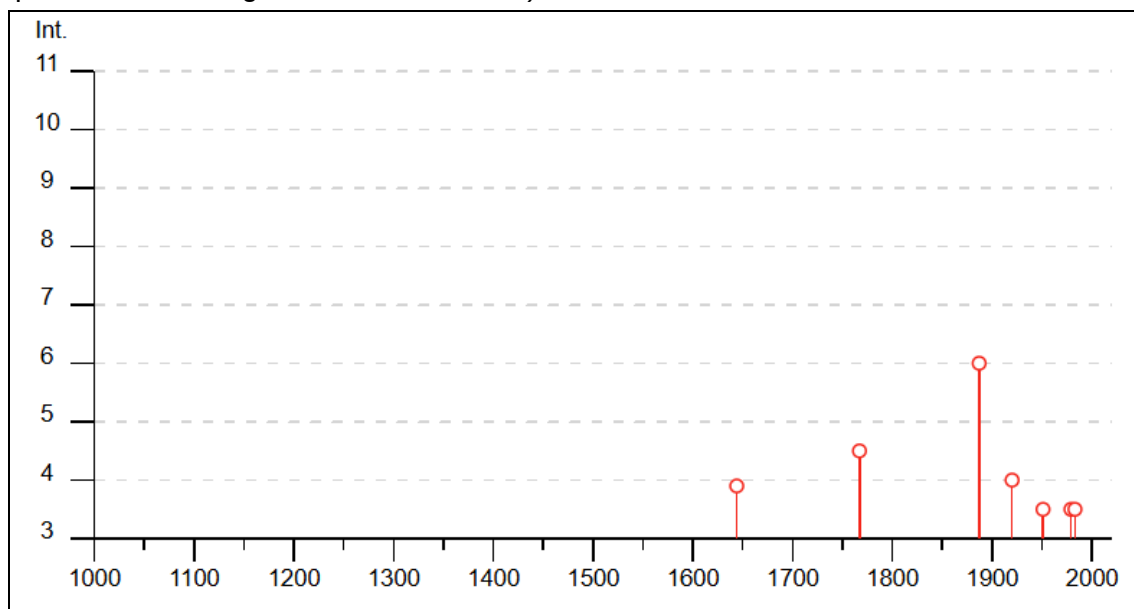


Figure 6.3-A Storia sismica Casale Monferrato (AL).

Come si può vedere dal grafico sopra riportato, il Comune di Casale Monferrato è stato interessato da alcuni fenomeni sismici, tra cui quello del 23/02/1887 noto come terremoto della 'Liguria Occidentale'; esso è un evento sismico con magnitudo momento pari a 6.27, che colpì una vasta area della Liguria occidentale.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 22 of 28	Rev. 1

6.4 Database D.I.S.S.

Dalla consultazione del “Database of Individual Seismogenic Sources (D.I.S.S., vers. 3.3.0)” redatto dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), l’area oggetto di studio risente dell’azione di alcune sorgenti simogenetiche, come si evince dalla figura sottostante (Figura 6.4-A). Esso è consultabile al seguente link: <http://diss.rm.ingv.it/diss/>.

Il D.I.S.S. (Database of Individual Seismogenic Source) è una banca dati dell’I.N.G.V. delle sorgenti sismogenetiche in termini di scuotimento. Tale database contiene le informazioni relative a:

- La singola fonte sismogenetica, una rappresentazione semplificata e tridimensionale di un piano di faglia rettangolare. Si presume che le singole sorgenti sismogenetiche mostrino un comportamento “caratteristico” rispetto alla lunghezza/larghezza della rottura e all’ampiezza prevista;
- La fonte sismogenetica composita, una rappresentazione semplificata e tridimensionale di una faglia crostale contenente un numero imprecisato di fonti sismogenetiche che non può essere individuato. Le sorgenti sismogenetiche composite non sono associate a un insieme specifico di terremoti o distribuzione dei terremoti;
- La zona di subduzione, una rappresentazione semplificata e tridimensionale del complesso sistema di subduzione, è principalmente identificata dai contorni di profondità della lastra subdotta. Analogamente alle fonti sismogenetiche composte, le zone di subduzione non sono associate a una serie specifica di terremoti o distribuzione dei terremoti.

Nel D.I.S.S. è riportata la localizzazione e la geometria delle principali sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili dei terremoti aventi magnitudo $M > 5.5$, individuate nell’area interessata dal progetto.

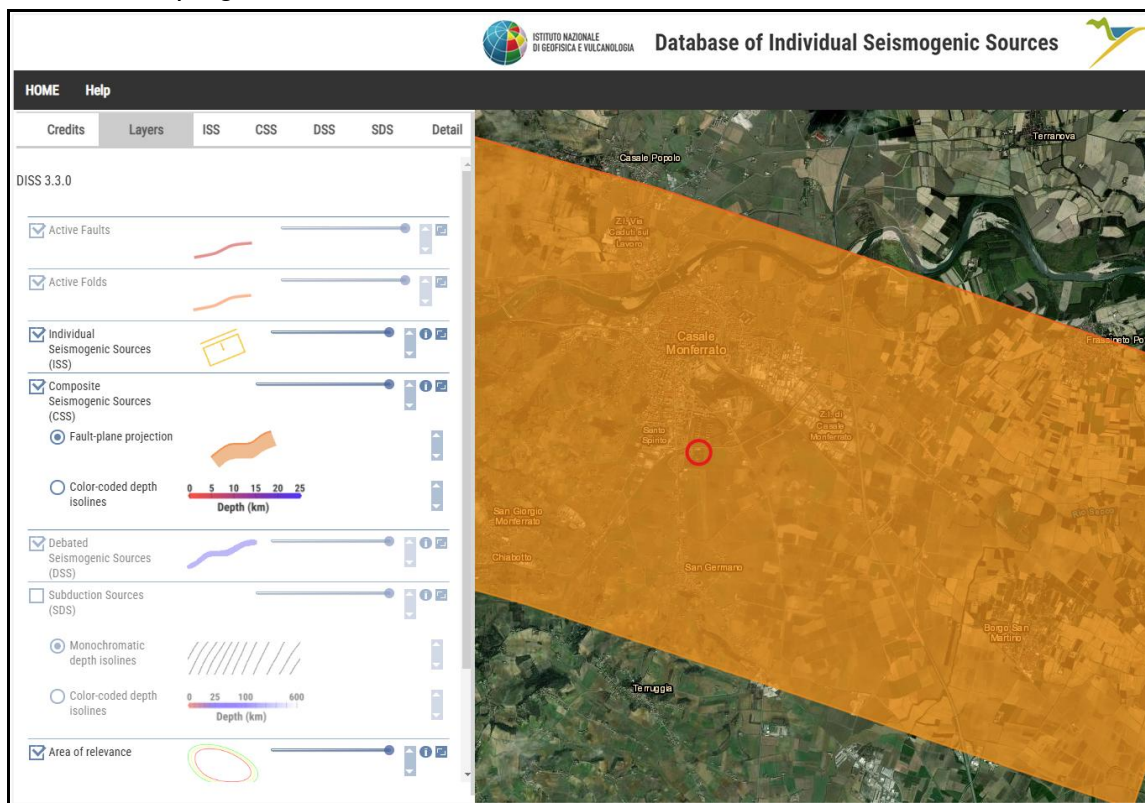


Figura 6.4-A Stralcio delle sorgenti sismogenetiche presenti nell’area di studio (cerchio rosso sullo stralcio cartografico). Fonte: <https://diss.ingv.it/mapper/>.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 23 of 28	Rev. 1

Dalla Figura 6.4-A, il comune di Casale Monferrato (AL) e l'areale di intervento ricadono all'interno della sorgente sismogenetica composita denominata "Western Monferrato", con codice ITCS179; essa comprende i sovrascorrimenti appartenenti alla porzione centro-occidentale dell'Arco di Monferrato. Si individuano 3 archi, che da ovest a est sono: l'arco del Monferrato, quello dell'Emilia e quello ferrarese-romagnolo. Nel settore centrale e orientale (cioè gli archi Emiliano e Ferrarese-Romagnolo) sono sepolti sotto i sedimenti della Pianura Padana e sono stati mappati utilizzando dati di esplorazione geofisica del sottosuolo. I cataloghi storici mostrano pochi terremoti che hanno colpito l'arco del Monferrato. Gli eventi più grandi si sono verificati a sud-ovest di Torino, alle Prealpi, durante una sequenza sismica che comprendeva due scosse di Mw 5.6 e Mw 5.3 il 2 e 16 aprile 1808 (CPTI15; Rovida et al., 2016).

La direzione di questa sorgente è stata desunta dall'orientazione generale delle strutture tettoniche mappate, così come l'immersione è stata dedotta dalle sezioni trasversali geologiche e dalla forma delle anticlinali. Il rake è stato rappresentato con una componente laterale destra, basato su considerazioni geodinamiche generali.

A seguire si riporta la tabella riassuntiva con i parametri associati alla sorgente sismogenetica composita "Western Monferrato", la cui massima magnitudo attesa è pari a 6.4.

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter	Quality	Evidence	
Min depth [km]	1.0	LD	Based on subsurface geological and geophysical data.
Max depth [km]	8.0	EJ	Inferred from geological considerations.
Strike [deg] min... max	60...130	LD	Based on geological observations.
Dip [deg] min... max	40...50	EJ	Inferred from geological considerations.
Rake [deg] min... max	70...110	EJ	Inferred from geological and tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ	Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude [Mw]	6.4	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.
LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement			

Figura 6.4-B Caratteristiche sorgente sismogenetica composita "Western Monferrato".

6.5 Faglie attive e capaci

Una faglia viene definita attiva quando si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni ed è considerata capace se raggiunge la superficie topografica.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 24 of 28	Rev. 1

Sia la comunità scientifica e sia gli strumenti di pianificazione mostrano un grande interesse relativamente alle zone interessate da Faglie Attive e Capaci.

Infatti, la conoscenza e l'ubicazione delle suddette strutture tettoniche è di fondamentale importanza per definire la pericolosità sismica locale, al fine di dare delle soluzioni progettuali adeguate alla mitigazione del rischio sismico.

Le strutture antropiche (infrastrutture e costruzioni) dovrebbero essere collocate ad adeguata distanza dalle faglie attive e capaci o comunque essere progettate con opportuni accorgimenti tecnici.

In Italia, il recepimento della normativa europea (Eurocodice 2008) soltanto per alcuni siti di importanza strategica. è previsto che questi non siano costruiti nelle immediate vicinanze delle strutture tettoniche riconosciute come sismicamente attive.

Bisogna però evidenziare che negli ultimi tempi, anche in Italia c'è una particolare attenzione sull'argomento; infatti, il Dipartimento della Protezione Civile e la Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome hanno emanato delle linee guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), da applicare soprattutto nelle microzonazioni sismiche.

Le faglie capaci, allo stato attuale, sono contenute in una banca dati (ITHACA-CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia) suddivisa in due parti. Una struttura GIS per la consultazione delle informazioni geografiche ed una parte alfanumerica dove sono contenuti tutti i dati associati. Tale database è liberamente consultabile al seguente link <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>.

Dalla consultazione del catalogo ITHACA e del portale "ITHACA Mapviewer Portale" in prossimità del sito interessato dal progetto sono cartografate le seguenti faglie capaci:

- **Fault 6a-Po2** (Cod. 94173) a circa 1 km di distanza indicata come faglia inversa;
- **Fault 5a-Po2** (Cod. 94175) a circa 1,5 km di distanza indicata come faglia inversa;
- **Roncaglia Fault** (Cod. 94181) a circa 3 km di distanza indicata come faglia normale obliqua destra.

A distanze maggiori di 3 km si hanno le seguenti faglie capaci:

- **Fault 5-Po1** (Cod. 94177) indicata come faglia inversa;
- **Fault 5b-Po2** (Cod. 94176) indicata come faglia inversa;
- **Fault 3-Po2** (Cod. 94280) indicata come faglia inversa;
- **Rotaldo Fault** (Cod. 94184) indicata come faglia normale obliqua sinistra;

Le suddette faglie non interferiscono e non si intersecano in modo diretto con l'areale di intervento, ma alle distanze sopra indicate.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 25 of 28	Rev. 1

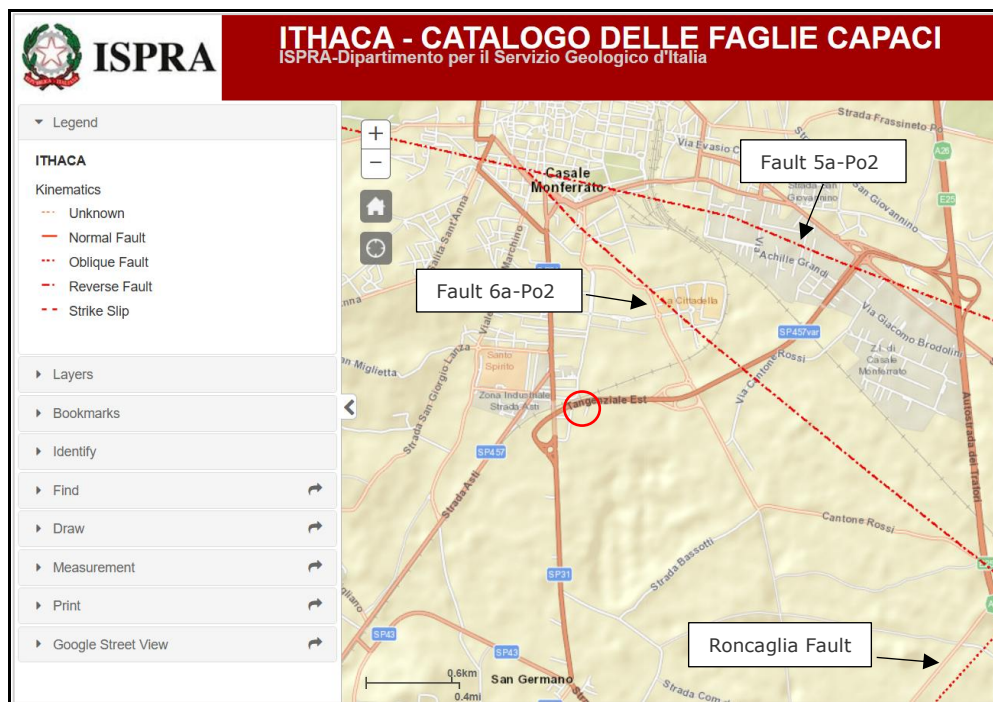


Figura 6.5-A Stralcio con ubicazione area di interesse (cerchio rosso) e faglie capaci estrapolato dal portale <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html> dell'I.S.P.R.A.

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 26 of 28	Rev. 1

7 CONSIDERAZIONI SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

7.1 Stratigrafia e parametri geotecnici (desunti da bibliografia)

Le caratteristiche geologico-tecniche dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area d'intervento sono state definite avvalendosi della consultazione di dati esistenti in bibliografia; nello specifico è stato consultato il Piano Regolatore Generale e relative Varianti.

Sulla base del rilevamento geologico effettuato per il PRG e Varianti, si è operata un'analisi geologico-tecnica dei terreni costituenti l'area comunale di Casale Monferrato mediante la caratterizzazione degli stessi e suddividendoli in complessi geologico-tecnici omogenei: lo scopo è stato quello di passare da informazioni di carattere strettamente geologico a dati utili per la pianificazione e la gestione delle risorse. Consultando la Tav. 3 – Carta litotecnica riferita alle formazioni affioranti in superficie, l'area su cui dovrà essere realizzata la stazione di rifornimento idrogeno HSR Casale Monferrato ricade su: **Terreni coerenti limoso-argillosi**.

Questi comprendono i depositi alluvionali connessi all'attività di trasporto e deposizione del reticolo idrografico secondario, in particolare i torrenti Gattola e Rotaldo nonché i depositi di natura eluviale e colluviale che si rinvencono diffusamente nell'area collinare. Si tratta di terreni prevalentemente limoso-argillosi, coesivi, con caratteristiche geotecniche generalmente scadenti, con vario grado di plasticità.

Inoltre, sono state consultate le risultanze delle indagini geognostiche effettuate nel 1990 dallo Studio Tecnico dott. L. Baratti per la Progettazione del Palazzetto dello Sport; esso è ubicato non distante dall'area di intervento (a circa 800 m). Dai dati reperiti si evince la seguente successione stratigrafica:

Profondità (m)	Litologia
0.00 – 2.00/2.50	Suolo e coltre di alterazione di natura argillosa
2.00/2.50 – 3.00/4.70	Limo sabbioso compatto con ghiaietto
3.00/4.70 – 6.50/7.50	Sabbia medio-fine da addensata a compatta con subordinata frazione ghiaiosa
6.50/7.50 – 10.50/12.00	Sabbia media debolmente limosa mediamente addensata mista a ghiaia
10.50/12.00 – 15.00	Limo sabbioso consistente debolmente argilloso

In tale studio sono indicati, inoltre, i parametri geotecnici dell'orizzonte sabbioso al di sotto dello strato limoso-sabbioso con ghiaietto:

$$\gamma = 1.8 - 2.0 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$c = 0 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$\phi = 24^\circ - 32^\circ$$

$$I_c = 0.009-0.014$$

	PROGETTISTA: 	N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002	
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 27 of 28	Rev. 1

Tali dati reperiti sono da considerarsi indicativi poiché riferiti ad un'opera progettuale distante circa 800 metri dall'area di interesse. Ne consegue che nelle successive fasi progettuali è indispensabile l'esecuzione della campagna geognostica preventivata con l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo per la caratterizzazione litologica dei terreni, l'esecuzione di prove penetrometriche per definire il grado di addensamento dei litotipi attraversati e l'esecuzione dello stendimento geofisico MASW finalizzato alla ricostruzione simostratigrafica dei terreni e per la definizione della Categoria di Sottosuolo secondo le NTC 2018.

	PROGETTISTA:		N° CONTRATTO 4506930206	N° PROGETTO 250002
	LOCALITA': CASALE MONFERRATO	DOC. 10-RT-E-8002		
	PROGETTO: HRS CASALE MONFERRATO	Foglio 28 of 28	Rev. 1	

8 CONCLUSIONI

In considerazione dei dati emersi dalla presente relazione geologica circa la situazione geologico-geomorfologica, idrogeologica e sismica dell'area oggetto d'intervento ed in virtù dell'opera progettuale da realizzarsi, si evidenzia quanto segue:

- dal punto di vista dei vincoli idraulici e geomorfologici, il sito di intervento non ricade in aree a rischio e/o pericolosità e aree interessate da fenomeni franosi o ricadenti in fasce fluviali, così come censite dal PAI e dal PGRA;
- l'area secondo il regio decreto-legge 30 dicembre 1923 n° 3267 "Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani" non ricade all'interno di aree perimetrate con vincolo idrogeologico;
- dal punto di vista litologico il sito, ubicato nei pressi della SP457, a sud dell'abitato di Casale Monferrato (AL), è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali di natura prevalentemente limoso-argillosa legati alla dinamica del reticolo idrografico secondario;
- il sito dove verrà realizzata l'opera in progetto è interessato dal Complesso Alluvionale dei torrenti Gattola e Rotaldo; tale complesso è rappresentativo di un acquifero contenuto all'interno di materiali fini con permeabilità da bassa a molto bassa, per tali sedimenti (argille e limi) si ha un coefficiente di permeabilità pari a $K = 10^{-9}/10^{-7}$ m/s;
- il sito si trova in zona a pericolosità sismica con PGA compresa tra 0,025g e 0,050g; inoltre, l'areale di intervento ricade all'interno della sorgente sismogenetica denominata "Western Monferrato" e risulta ubicata in prossimità di alcune faglie capaci (distanza >1 km) censite nel catalogo delle faglie capaci ITHACA;
- dal punto di vista geologico-tecnico, da studi reperiti nelle vicinanze, il sito è caratterizzato da un orizzonte superficiale di alterazione (argilloso) fino a circa 2.00/2.50 metri; segue un orizzonte limoso-sabbioso con ghiaietto che si spinge fino a 3.00/4.70 metri di profondità. Al di sotto (fino a circa 10.50-12/00 m) predomina la frazione sabbiosa con subordinata frazione limosa e ghiaiosa; infine, fino a 15.00 m, è presente un orizzonte limoso sabbioso debolmente argilloso;
- l'area in oggetto non presenta particolari condizionamenti di carattere geomorfologico (area sub-pianeggiante priva di criticità geomorfologiche). Ai fini cautelativi e preventivi si consiglia l'importanza di una corretta gestione della rete di canalizzazione delle acque superficiali e di drenaggio, affinché non sussistano interferenze; l'area in oggetto è classificata secondo la Classificazione delle aree di idoneità all'utilizzo urbanistico in **Classe IIa**: Aree di pianura (inedificate o edificate) dove le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica sono legate ad una bassa soggiacenza del livello della falda idrica e/o problematiche relative alle insufficienze della rete idrografica di drenaggio. Queste sono aree per cui le moderate pericolosità geomorfologiche possono essere superate attraverso l'adozione di accorgimenti durante le fasi esecutive di progetto.