

NUOVA LINEA TORINO LIONE - NOUVELLE LIGNE LYON TURIN
PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE - PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE

LOTTO COSTRUTTIVO 1 / LOT DE CONSTRUCTION 1
CANTIERE OPERATIVO 02C/CHANTIER DE CONSTRUCTION 02C
RILOCALIZZAZIONE DELL'AUTOPORTO DI SUSÀ
DEPLACEMENT DE L'AUTOPORTO DE SUSE
PROGETTO ESECUTIVO - ETUDES D'EXECUTION
CUP C11J05000030001 - CIG 682325367F

STUDIO GENERALE GEOLOGICO, GEOTECNICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO
RELAZIONE GEOLOGICA

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/04/2017	Première diffusion / Prima emissione	M. CASALE (Studio CASALE)	F.ALPE (MUSINET Eng.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.)
A	31/08/2017	Revisione a seguito commenti TELT Révision suite aux commentaires TELT	M. CASALE (Studio CASALE)	F.ALPE (MUSINET Eng.)	C.GIOVANNETTI (MUSINET Eng.)
B	30/04/2018	Recepimento istruttoria validazione RINA Check	M. CASALE (Studio CASALE)	F.ALPE (MUSINET Eng.)	F.ALPE (MUSINET Eng.)

1	0	2	C	C	1	6	1	6	7	O	O	A	0	O	G
Lot Cos. Lot. Con.	Cantiere operativo/ Chantier de construction		Contratto/Contrat				Opera/Oeuvre		Tratto Tronçon	Parte Partie					

E	G	E	R	E	0	0	8	0	B
Fase Phase	Tipo documento Type de document		Oggetto Objet		Numero documento Numéro de document			Indice Index	

IL GEOLOGO/ LE GEOLOGUE



Dott. Geol. Federico ALPE
Albo di Torino
N° 706

SCALA / ÉCHELLE

-

IL PROGETTISTA/LE DESIGNER



Dott. Arch. Corrado GIOVANNETTI
Albo di Torino
N° 2736

L'APPALTATORE/L'ENTREPRENEUR

IL DIRETTORE DEI LAVORI/LE MAÎTRE D'ŒUVRE

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	5
2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRSI	5
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
4. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	7
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	7
5.1 Depositi quaternari.....	8
6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	9
6.1 Inquadramento geomorfologico regionale.....	9
6.2 Geomorfologia dell'area di progetto	11
6.3 Pericolosità geomorfologica ed interventi di mitigazione del rischio	14
7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	20
7.1 Inquadramento idrogeologico regionale	20
7.2 Inquadramento dei complessi idrogeologici	20
7.3 Idrogeologia dell'area di progetto	21
7.4 Indicazioni provenienti dal piano di assetto idrogeologico (PAI).....	22
7.4.1 Rischio idraulico	23
7.5 Piano di Gestione Alluvioni.....	25
8. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	27
8.1 Indagini geognostiche per la redazione del Modello geologico di riferimento dell'area di progetto	28
8.2 Indagini geofisiche.....	31
8.2.1 Sintesi dei risultati delle indagini geofisiche	32
9. CLASSIFICAZIONE SISMICA DI SITO	35

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– Planimetria schematica dell'ipotesi progettuale di delocalizzazione dell'Autoporto nel comune di San Didero	6
Figura 2	– Inquadramento geografico dell'area di progetto	6
Figura 3	– Estratto della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 154 Susa. In rosso è evidenziata l'area di progetto per la Delocalizzazione dell'Autoporto	8
Figura 4	– Vista dell'area di progetto per la Delocalizzazione dell'Autoporto.....	12
Figura 5	– Cumuli di terreno granulare sull'area in esame	13
Figura 6	– Accumuli di blocchi da scogliera	13
Figura 7	– Mantellata antierosiva sul rilevato arginale	14
Figura 8	– Estratto Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - PRGC San Didero. La linea verde continua rappresenta l'area di intervento	15
Figura 9	– Estratto Legenda Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - PRGC San Didero	16
Figura 10	– Estratto Carta di Sintesi - PRGC Bruzolo. La linea verde continua rappresenta l'area di intervento	17
Figura 11	– Estratto Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - PRGC Borgone Susa. La linea verde continua rappresenta l'area di intervento	18
Figura 12	– Andamento della soggiacenza nel piezometro pz-7 nel periodo 2004-2016.....	22
Figura 13	– area di San Didero: estratto della cartografia PAI dell'area di progetto. Con tratto rosso è rappresentata l'area di intervento.....	24
Figura 14	– stralcio Carta della pericolosità da alluvione. Con tratto rosso è rappresentata l'area di intervento	26
Figura 15	– stralcio Carta del rischio da alluvione. Con tratto verde è rappresentata l'area di intervento	27
Figura 16	– Ubicazione delle indagini geofisiche realizzate nell'area di progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo	31

Figura 17	– Risultati delle indagini in tomografia elettrica: sezione tomografica E1 (in alto) – sezione tomografica E2 (in basso).....	32
Figura 18	– Tabella riassuntiva delle categorie di sottosuolo estratta dalle “Norme tecniche per le costruzioni” (D.M. 14 gennaio 2008)	36

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	– Livelli piezometrici della falda superficiale misurati durante la campagna di indagini PD 2013.....	21
Tabella 2	– Principali caratteristiche delle indagini realizzate nell’area di Progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo	29
Tabella 3	– Principali caratteristiche delle indagini geofisiche realizzate nell’area di Progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo.....	30
Tabella 4	– Elenco delle indagini preesistenti realizzate in prossimità dell’area di Progetto	30
Tabella 5	– Profilo verticale di Vs dell’area di progetto	33
Tabella 6	– Sintesi dei valori di Vs30 ricavati attraverso le prove MASW	33
Tabella 7	– Tabella di sintesi dei risultati della prova Down-hole realizzata nel foro di sondaggio Sc-6	34
Tabella 8	– Coefficiente di amplificazione topografica	36

1. Introduzione

Il presente rapporto ha come oggetto l'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del settore di territorio interessato dal Progetto di Delocalizzazione dell'area dell'Autoporto e dell'area di servizio, dall'attuale ubicazione nel comune di Susa (TO). L'area individuata per la realizzazione del nuovo Autoporto è localizzata all'interno del territorio comunale di San Didero (TO).

Questo rapporto analizza e descrive il contesto geomorfologico, stratigrafico ed idrogeologico ricostruito durante le seguenti fasi operative:

- ricerca bibliografica di tutti i dati disponibili sulle aree interessate dal progetto, mirata ad acquisire i dati più recenti sull'assetto geodinamico e tettonostratigrafico dell'area indagata;
- rilevamenti geologici e geomorfologici effettuati per la redazione del progetto definitivo;
- analisi fotogeologica;
- analisi dei risultati delle campagne di indagini geognostiche;
- caratterizzazione idrogeologica dei litotipi affioranti mediante definizione dei complessi idrogeologici;

2. Descrizione degli interventi da eseguirsi

Il Progetto di Delocalizzazione dell'Autoporto prevede la realizzazione di due edifici principali destinati a posto di controllo centralizzato ed area di servizio e la realizzazione di aree di sosta per i mezzi pesanti. Fanno parte di tale progetto anche una serie di interventi di adeguamento e modifica della viabilità esistente, sia di quella autostradale sia di quella ordinaria.

In particolare, l'ipotesi progettuale di delocalizzazione dell'autoporto nell'area di San Didero prevede, oltre la realizzazione degli edifici sopramenzionati, anche una serie di interventi di adeguamento dell'attuale tracciato autostradale con la realizzazione di rampe di ingresso e di uscita in viadotto per il traffico da e verso Torino e da e verso Bardonecchia. Sono parte integrante del progetto anche la realizzazione di un ponte strallato per lo scavalco del canale artificiale NIE e la realizzazione di una nuova rotatoria sulla SS25 per il collegamento con la viabilità ordinaria. Nell'area sono inoltre presenti alcuni edifici in stato d'abbandono che dovranno essere demoliti.

L'ipotesi progettuale oggetto di studio è riportata schematicamente nella figura sottostante:

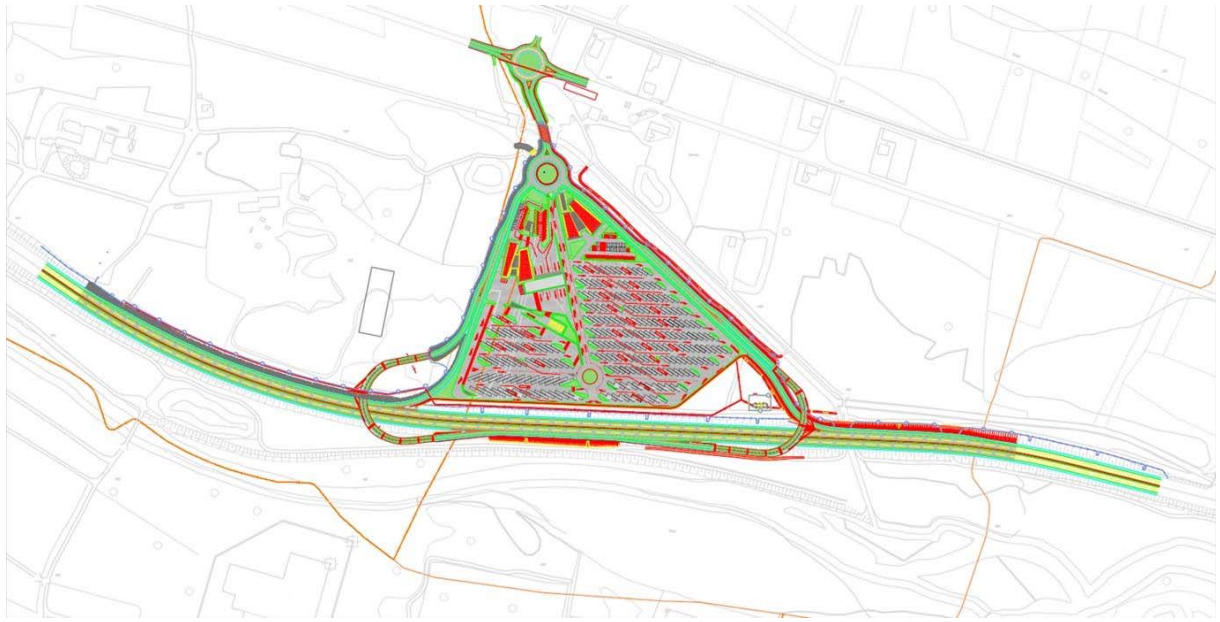


Figura 1 – Planimetria schematica dell'ipotesi progettuale di delocalizzazione dell'Autoporto nel comune di San Didero

3. Inquadramento geografico

L'area di progetto si trova nella bassa Valle di Susa, all'interno del territorio del Comune di San Didero in provincia di Torino, circa 35 km a Ovest del capoluogo piemontese.

Gli interventi previsti dal progetto interesseranno marginalmente anche i territori dei comuni limitrofi di Bruzolo e Borgone di Susa.

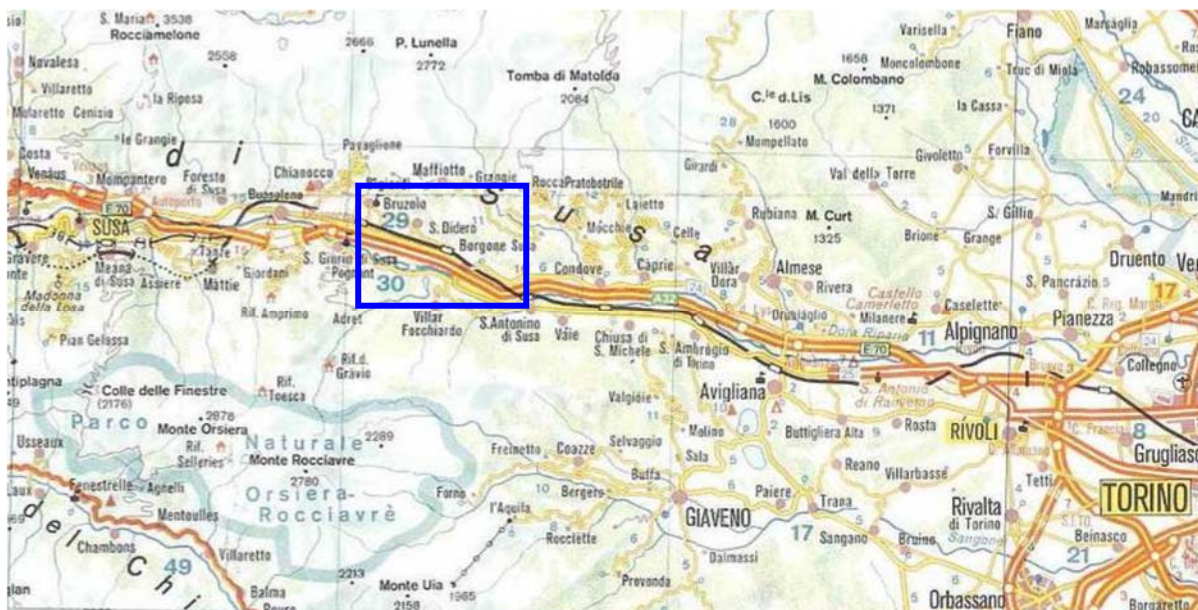


Figura 2 – Inquadramento geografico dell'area di progetto

4. Documentazione di riferimento

Il Modello Geologico di riferimento descritto nel presente studio si basa principalmente sui dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici acquisiti mediante indagini puntuali e rilevamenti precedenti sul terreno nonché su dati preesistenti provenienti da studi non finalizzati alla realizzazione dell'infrastruttura in oggetto.

In sintesi, i dati considerati provengono dalle seguenti fonti:

- Carta Geologica d'Italia scala 1:100000, Foglio 55 Susa & Note illustrative;
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 154 Susa & Note illustrative;
- Foto aeree volo Regione Piemonte alluvione 2000, in scala 1:14.000 circa, a colori (F154);
- Geoportale ARPA Piemonte (Banca dati Geotecnica);
- Elaborati del Piano Regolatore generale comunale vigente del comune di San Didero;
- Elaborati del Piano Regolatore generale comunale vigente del comune di Bruzolo;
- Elaborati del Piano Regolatore generale comunale vigente del comune di Borgone;
- Risultati della campagna indagini 2013 per il Progetto Definitivo;
- Risultati delle indagini effettuate nel 1989 per la realizzazione dell'Autostrada A32;
- Monitoraggio del piezometro pz-7 (Impianto di monitoraggio delle falde superficiali Autostrada A32) effettuato da Musinet Engineering nel periodo 1997-2016;
- Campagna di indagini effettuata all'interno dell'area di progetto per conto della DIERRE Holding SpA, nell'ambito del piano di caratterizzazione ex D.M. 471/99.

5. Inquadramento geologico generale

L'area di progetto fa parte della bassa Valle di Susa ed è impostata sui depositi alluvionali quaternari della Dora Riparia che scorre nelle sue immediate vicinanze. Si tratta di sedimenti prevalentemente medio-grossolani costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose in matrice sabbiosa o sabbioso-limosa, passanti localmente a sabbie limose con ghiaia e locali ciottoli.

Il basamento roccioso, che non verrà interessato dalle opere in progetto, è costituito dai litotipi appartenenti all'Unità tettonometamorfica del Dora-Maira; tale unità è costituita da una serie di copertura di età mesozoica rappresentata in tale settore della valle dai calcemicascisti affioranti nei pressi dell'abitato di San Giorio e dalle metadolomie affioranti in corrispondenza dell'abitato di Chianocco. Il basamento pretriassico invece è costituito da una sequenza di ortoderivati, qui rappresentati dagli gneiss fengitici tipo "Luserna" e dal metagranito di Borgone e da una serie di paraderivati costituiti dai micascisti a granato e cloritoide del Complesso Polimetamorfico.

Le principali formazioni affioranti nell'area di progetto, ovvero i depositi quaternari, sono descritte più approfonditamente nel seguito.

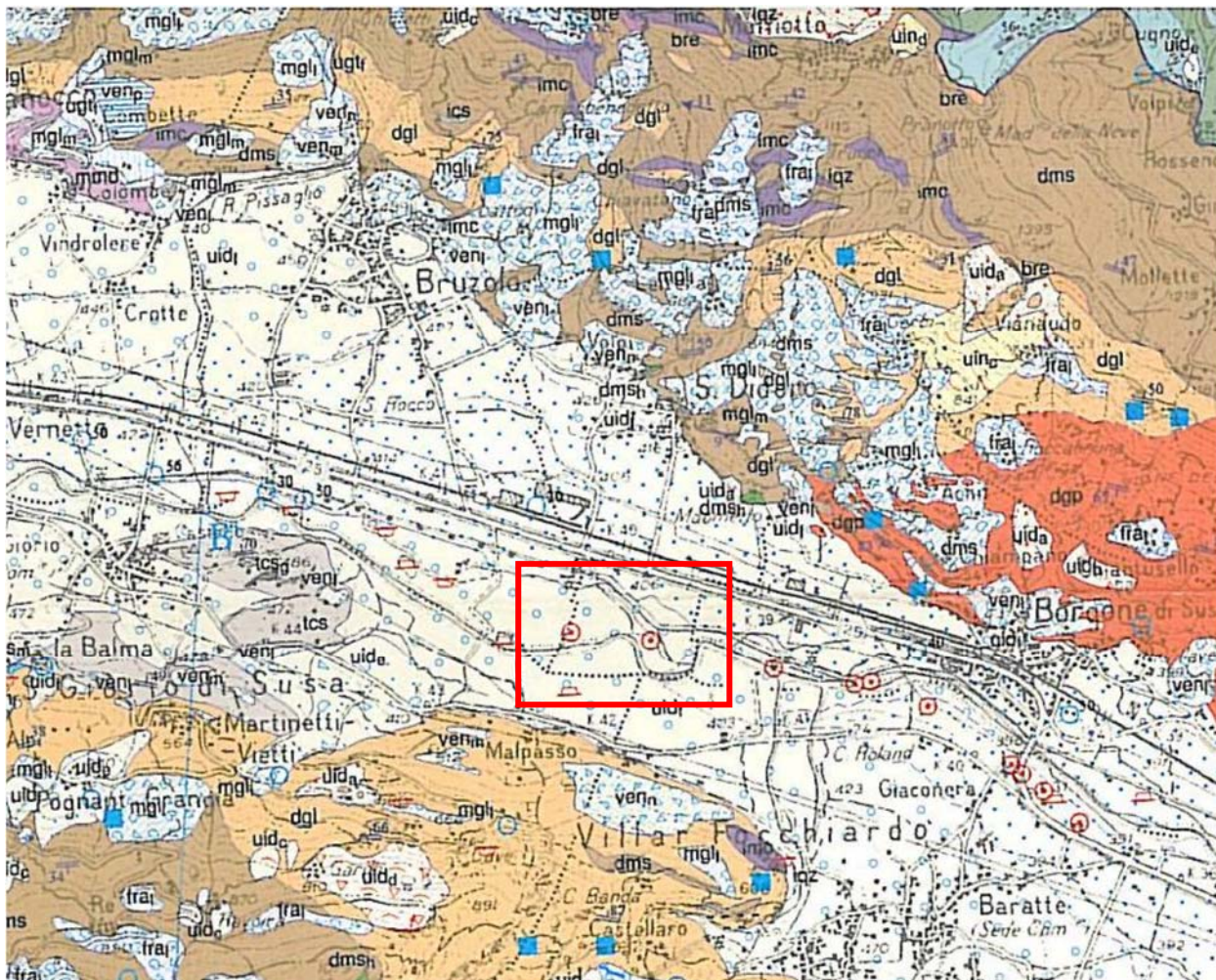


Figura 3 – Estratto della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 154 Susa. In rosso è evidenziata l'area di progetto per la Delocalizzazione dell'Autoporto.

5.1 Depositi quaternari

L'area di progetto si imposta su una potente serie di depositi di età quaternaria, che costituiscono i terreni di appoggio degli interventi in progetto; tali depositi nell'area di studio sono rappresentati principalmente dai depositi alluvionali, al cui interno è possibile distinguere:

- depositi di fondovalle; all'interno dei sedimenti alluvionali di fondovalle si possono distinguere una litofacies ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa prevalente, costituita da ghiaie e ghiaie ciottolose in scarsa matrice sabbioso-ghiaiosa (clast-supported), una litofacies prevalentemente sabbioso-limosa con subordinata ghiaia e ciottoli ed una facies limoso-sabbiosa subordinata che forma livelli discontinui, di potenza metrica, all'interno delle facies più grossolane;
- depositi torrentizi dei tributari minori; si tratta di depositi recenti costituiti prevalentemente da ciottoli e blocchi eterometrici con scarsa o nulla matrice ghiaioso-sabbiosa, presenti con modesto spessore lungo le aste dei tributari minori;
- depositi di conoide; tali depositi sono particolarmente sviluppati allo sbocco nel fondovalle dei rii principali e originano dei potenti accumuli costituiti da materiali che presentano caratteristiche granulometriche e tessiturali comparabili con quelle dei

depositi fluviali di fondovalle, ma che sono caratterizzati da maggiori vuoti interstiziali, un grado di classazione inferiore ed un minor coefficiente di arrotondamento dei blocchi.

6. Inquadramento geomorfologico

6.1 Inquadramento geomorfologico regionale

L'attuale morfologia della Valle di Susa è il risultato di un complesso modellamento operato da diversi agenti morfogenetici che si sono susseguiti a partire dal Pliocene, anche se solo a partire dal Pleistocene medio si hanno testimonianze geologiche e geomorfologiche. Si riconoscono forme e depositi associati al modellamento glaciale i cui relitti sono conservati prevalentemente alla fronte e ai lati dell'originaria massa glaciale, la cui distribuzione consente di ricostruire le fasi principali di espansione e di ritiro del ghiacciaio vallivo. Dopo l'ultimo ritiro, la morfologia glaciale è stata rimodellata ad opera dei processi di dinamica fluviale della Dora Riparia, fluviale torrentizia dei bacini laterali e dei processi gravitativi di versante.

Successivamente alla deposizione dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, di cui si ha traccia a partire dal Pleistocene medio, il deterioramento climatico avviatosi alla fine del Pleistocene inferiore ha infatti determinato il passaggio da condizioni di tipo caldo-umido a un periodo caratterizzato da forti contrasti climatici: a fasi "interglaciali", caratterizzate da un clima umido-temperato simile a quello attuale a cui si sono alternati periodi "glaciali" sensibilmente più freddi.

Dopo la fase di massima espansione dell'ultima glaciazione (Pleistocene sup., Last Glacial Maximum - LGM) nella valle principale persisteva ancora il ghiacciaio della Val Cenischia, trasformando la media Val di Susa in valle sospesa ("gradino di Gravera").

I depositi più antichi sono rappresentati dall'Allogruppo di Bennale che forma lembi di depositi caratterizzati da un forte rimodellamento ed ubicati in una fascia altimetrica più o meno elevata, funzione della posizione rispetto allo sbocco vallivo. Tali depositi, che costituiscono la cerchia più esterna attualmente conservata, sono riferibili al Pleistocene medio (Unità di La Cassa). Nella parte superiore del Pleistocene medio ha luogo una nuova espansione glaciale. L'avanzata della fronte glaciale verso Sud ha comportato radicali variazioni nell'andamento del corso del T. Sangone il cui deflusso, originariamente impostato lungo la depressione dei Laghi di Avigliana, è stato sospinto a ridosso del rilievo del M. Pietraborga dando luogo al solco epigenetico che corrisponde alla "stretta" di Trana.

Le fasi successive (Allogruppo del Moncenisio) sono testimoniate da depositi distribuiti su fasce altimetriche progressivamente più basse; tra queste la più alta e più antica è attribuibile, in base alla sua correlabilità altimetrica, con le cerchie maggiori dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana (Alloformazione di Frassinere), e le successive ai diversi stadi di ritiro attribuibili al Pleistocene superiore (Alloformazione di Magnoletto e Alloformazione di Venaus).

Nella parte inferiore del Pleistocene superiore, a seguito di un nuovo deterioramento climatico, nell'arco alpino prende avvio una nuova glaciazione: nella Valle di Susa l'avanzamento della fronte glaciale comporta la deposizione delle cerchie intermedie dell'Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana, dei corrispondenti depositi fluvioglaciali e di quelli fluviolacustri. La riavanzata della fronte glaciale verso Sud ha nuovamente sospinto il T. Sangone comportando un ulteriore approfondimento della "stretta" di Trana.

Nella parte terminale del Pleistocene superiore, il ghiacciaio della Dora Riparia è interessato da altre tre fasi di espansione, alle quali è connessa la formazione di altrettante cerchie. La sequenza cataglaciale è stata accompagnata e seguita dalla nascita di alcuni bacini lacustri: i dati relativi a sondaggi e pozzi per acqua attestano infatti che nel fondovalle principale sono esistite diverse configurazioni di un esteso lago proglaciale, ora colmato, le cui uniche tracce rilevabili in superficie sono conservate ai margini dell'incisione della Dora Riparia, in forma di lembi di superfici terrazzate localizzate sul versante destro tra Avigliana e Alpignano. In corrispondenza della depressione di Avigliana le tracce di questi antichi bacini lacustri corrispondono alla torbiera di Trana ed alla Palude dei Mareschi; il Lago Grande e il Lago Piccolo rappresentano invece gli unici bacini lacustri postglaciali conservati, sebbene anch'essi risultino in lento ma graduale colmamento.

Contemporaneamente all'ultima fase di ritiro glaciale, lo sbarramento costituito dalle cerchie frontali formatesi durante l'LGM ha determinato la formazione di un esteso bacino lacustre. L'areale di distribuzione dei depositi di interrimento di questo bacino, attualmente quasi completamente sepolti dai depositi alluvionali postglaciali, è compresa tra Sant'Antonino e Avigliana. Presso Villardora, le analisi polliniche, effettuate nella parte alta della successione di colmamento, deposta dalla Dora e dai suoi affluenti laterali, hanno consentito di datare questa sequenza tra la fine del Pleistocene superiore e l'Olocene medio.

Indagini di sismica ad alta risoluzione, effettuate nel tratto terminale della Valle di Susa, indicherebbero la presenza dei sedimenti "Villafranchiani" Auct. (rappresentati dall'Unità di La Cassa come riportato nel Foglio Torino Ovest della Carta Geologica d'Italia 1:50000) anche al di sotto del complesso lacustre post-glaciale localizzato nel settore interno dell'anfiteatro.

L'alta energia dei versanti, provocata dall'esarazione e dal ritiro delle masse glaciali (rilascio di stress da deglaciazione), le caratteristiche lito-strutturali e geomeccaniche ed i legami fra deformazioni gravitative ed evoluzione geodinamica sono le principali cause predisponenti delle numerose frane che coinvolgono estese porzioni di versanti. Per alcune frane è anche possibile ipotizzare, come causa predisponente, la presenza di forti riduzioni di volume dell'ammasso roccioso in profondità a seguito di generalizzati processi di dissoluzione di rocce carbonatiche e solfatiche.

Tali frane, il cui riconoscimento è basato sulla presenza di forme tipiche, sono denominate "Deformazioni Gravitative Profonde di Versante" (DGPV) ed hanno un peso determinante nella morfogenesi dei versanti.

Altri processi morfogenetici, attualmente in atto, ossia tuttora in rapporto diretto con l'agente (corso d'acqua, ghiacciaio, nicchie di distacco, ecc.) dal quale hanno preso origine, sono arealmente diffusi e rappresentati dai depositi fluviali, che formano in superficie i fondovalle delle Valli di Susa e Cenischia, da depositi di origine mista, dai detriti di falda e dalla coltre eluvio-colluviale.

All'interno dei depositi alluvionali di fondovalle si possono distinguere due litofacies: una ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa e l'altra limoso-sabbiosa. La litofacies grossolana, che trova una distribuzione più generalizzata, è costituita da ghiaie e ghiaie ciottolose-sabbiose clast-supported, mal stratificate, passanti a sabbie ghiaiose con stratificazione planare. La litofacies limoso-sabbiosa è costituita da limi sabbiosi localmente con livelli torbosi verso l'alto, debolmente stratificati, con uno spessore medio di qualche metro. Essi costituiscono tipicamente il letto attuale di piena dei corsi d'acqua, le superfici suborizzontali di fondovalle fiancheggianti i corsi d'acqua (corrispondenti alle aree di potenziale esondazione) ed i conoidi allo sbocco dei bacini tributari.

I depositi di origine mista comprendono i depositi di debris flow, torrentizi e di valanga: negli areali più rappresentativi i corpi da questi costituiti tendono a mascherare i depositi glaciali o gli accumuli gravitativi completamente formati. Sono costituiti da litofacies molto variabili tra le quali prevale generalmente un diamicton a matrice sabbiosa con intercalazioni di sabbie ghiaiose.

Gli accumuli gravitativi costituiscono depositi caratterizzati dalla presenza di clasti e massi angolosi, eterometrici, con tessitura da open work a partially open work, privi di qualsiasi classazione granulometria che corrispondono geneticamente ai fenomeni classificati come crolli. Inoltre comprendono gli accumuli delle frane per colamento (earth/mud flows) e derivano dalla mobilitazione prevalentemente della coltre detritico-colluviale o della porzione più superficiale del substrato alterato e/o disgregato.

I detriti di falda occupano estesi areali di distribuzione e rappresentano il prodotto del processo di disgregazione meccanica, termo-clastica e crio-clastica. Sono costituiti da ghiaie ad elementi generalmente spigolosi clast-supported localmente con tessitura open work e scarsa matrice, talora ad elementi di grandi dimensioni. La natura dei clasti rispecchia strettamente quella delle unità tettonostratigrafiche locali.

La coltre eluvio-colluviale affiora molto estesamente e rappresenta il prodotto della degradazione superficiale di formazioni del substrato particolarmente alterabili. Si tratta di prodotti matrix-supported a prevalente matrice argilloso-limosa nerastra nella quale sono immersi clasti angolosi (del tutto subordinatamente arrotondati) di calcescisti e dei litotipi ad essi associati e della copertura. Gli spessori sono estremamente variabili (da decimetrico a metrico).

6.2 Geomorfologia dell'area di progetto

L'area oggetto di studio è un settore debolmente inclinato localizzato nella pianura alluvionale della Dora Riparia. L'attuale morfologia della Piana di Susa è il risultato di un complesso modellamento operato da diversi agenti morfogenetici che si sono susseguiti a partire dal Pliocene. Si riconoscono forme e depositi associati al modellamento glaciale i cui relitti sono conservati prevalentemente al fronte ed ai lati dell'originaria massa glaciale e la cui distribuzione consente di ricostruire le fasi principali di espansione e di ritiro del ghiacciaio vallivo. Dopo l'ultimo ritiro, la morfologia glaciale è stata rimodellata ad opera dei processi di dinamica fluviale della Dora Riparia, di dinamica torrentizia dei bacini laterali e dei processi gravitativi di versante.

L'area di progetto è una superficie pianeggiante di circa 74500 m² ubicata in prossimità della zona industriale siderurgica di Bruzolo; la maggior parte dell'area di progetto è ubicata nel comune di San Didero ma i lavori sulla viabilità autostradale e locale interesseranno anche i comuni limitrofi di Bruzolo e Borgone di Susa. Sulla base del PRGC del comune di San Didero la destinazione d'uso prevista per questa zona è quella di "Area di nuovo impianto per la piccola industria - Attività terziarie". L'area è caratterizzata dalla presenza, pressoché ubiquitaria in superficie, di depositi ghiaiosi di riporto. Il sito è limitato a Sud dal rilevato della A32, ad Ovest dalle aree di cava attive ubicate nel comune di Bruzolo, a Nord e ad Est dal canale artificiale NIE. Tale area attualmente è inutilizzata e sono presenti alcuni fabbricati dismessi da demolire.



Figura 4 – Vista dell'area di progetto per la Delocalizzazione dell'Autoporto.

La superficie dei riporti pur non essendo pedogenizzata è interessata da una copertura vegetativa pioniera, rappresentata da sterpaglie, arbusti ed alberi decennali, che ricoprono l'intera area in modo diffuso.

Sono presenti inoltre cumuli di materiale granulare, diffusi in modo irregolare su tutta l'area, anch'essi parzialmente vegetati (Cfr. fig. 5), in qualche caso associati ad accumuli di blocchi lapidei metamorfici da scogliera (Cfr. fig. 6).



Figura 5 – Cumuli di terreno granulare sull'area in esame.



Figura 6 – Accumuli di blocchi da scogliera.

Oltre l'autostrada A32, al limite meridionale del settore in studio, il corso della Dora Riparia è separato dal tracciato autostradale da un rilevato arginale protetto con mantellata antierosiva (Cfr. fig. 7). Nel corso di un sopralluogo effettuato sull'area, durante il mese di dicembre 2016, successivamente all'evento alluvionale del 21-26 novembre 2016, non sono stati ravvisati processi geomorfologici attivi (processi erosivi, attività legate alla dinamica fluviale, ecc...) a carico della sponda idrografica sinistra e delle difese spondali presenti.



Figura 7 – Mantellata antierosiva sul rilevato arginale.

6.3 Pericolosità geomorfologica ed interventi di mitigazione del rischio

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, come già rilevato precedentemente, l'area interessata dal progetto ricade per la maggior parte nel territorio comunale di San Didero.

Riferendosi dunque alla Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica – Tav. 8 (Cfr. Figura 8), allegata al P.R.G.C. di San Didero, si rileva come tutta l'area in esame sia classificata in Classe III: *“Aree nelle quali la condizione di pericolosità geomorfologica è significativa e penalizzante per l'utilizzo ai fini urbanistici. Omissis...”*.

Più nel dettaglio (Cfr. Figura 8 e 9), la maggior parte dell'area è classificata in classe IIIb2 *“Aree caratterizzate fondamentalmente da potenziali problematiche di natura idraulica.*

Omissis...”, una porzione limitata, all’estremità Sud-orientale, ricade in classe III indifferenziata, sempre in connessione alle problematiche idrogeologiche, mentre tutta la fascia meridionale dell’area, a partire dal tracciato autostradale fin oltre l’alveo della Dora Riparia, è classificata in classe IIIA “*aree non urbanizzate potenzialmente interessate da fenomeni di dissesto... omissis*” anche in questo caso legati alla dinamica fluviale della Dora Riparia e del reticolo idrografico secondario.

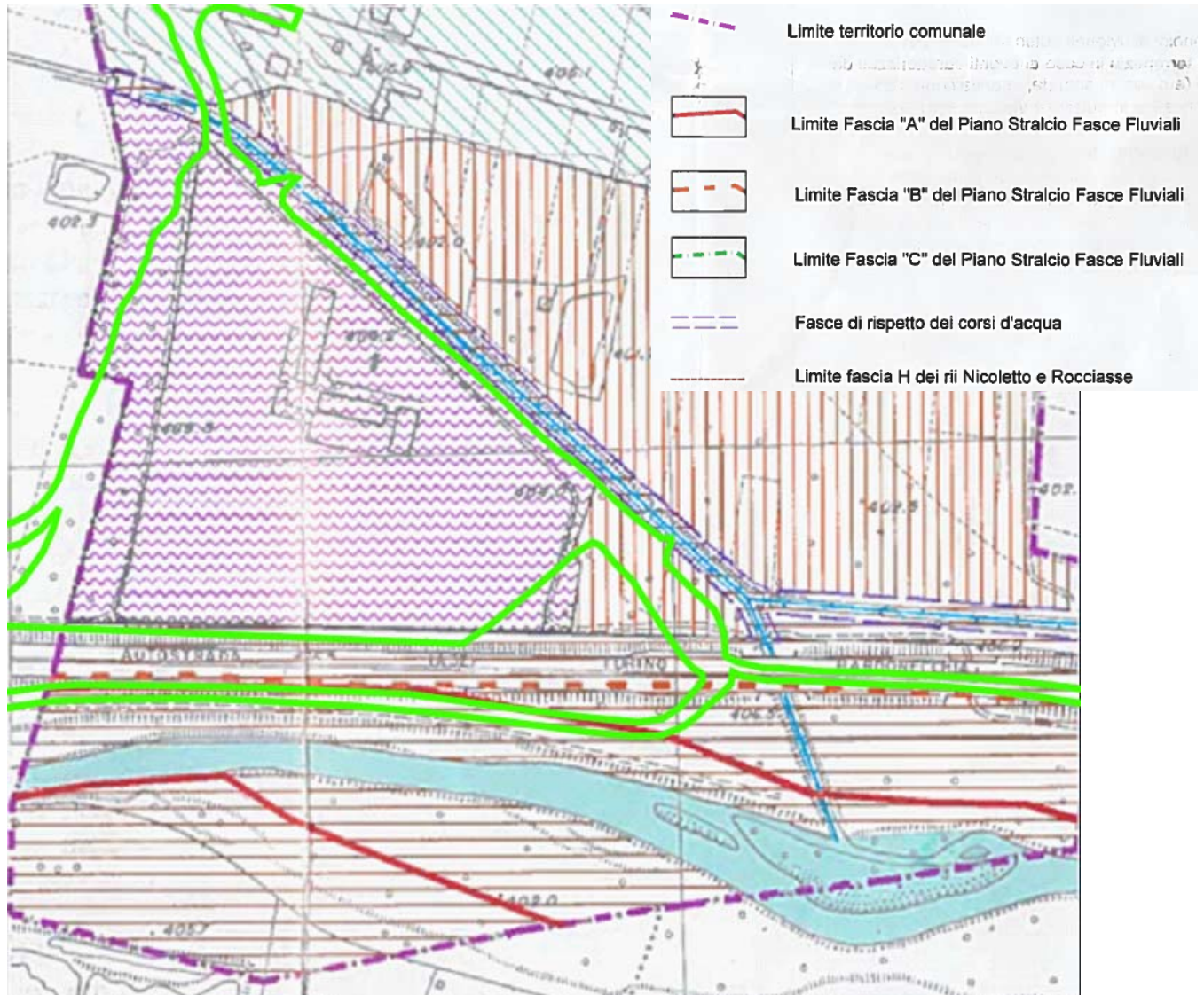


Figura 8 – Estratto Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica - PRGC San Didero. La linea verde continua rappresenta l’area di intervento.

Classe III

Aree nelle quali le condizioni di pericolosità geomorfologica è significativa e penalizzante per l'utilizzo a fini urbanistici. In tale classe ricadono tutte le aree ricadenti all'interno delle zone A, B del Piano Stralcio, le aree apicali e mediane dei conoidi torrentizi, le aree ad elevata acclività e quelle interessate da fenomeni dissestivi. In particolare:

**Classe III indifferenziata**

Si tratta di una zona complessivamente di classe IIIa con locali aree di classe IIIb ed aree di classe IIb non cartografate. L'analisi di dettaglio necessaria ad individuare eventuali situazioni locali meno pericolose potenzialmente attribuibili a classi meno condizionanti (IIb e IIIb) è rinviata ad eventuali future varianti di piano in relazione a significative esigenze di sviluppo urbanistico o di opere pubbliche che dovranno essere supportate da studi geomorfologici, idrogeologici ed idraulici adeguatamente dettagliati. Sino ad ulteriori indagini di dettaglio valgono le limitazioni della classe IIIa per le aree inedificate e della

classe IIIb4 per gli edifici sparsi e/o isolati esistenti.

Qualora le condizioni di pericolosità dell'area lo consentano tecnicamente, è possibile la realizzazione di nuove costruzioni che riguardino edifici per attività agricola e residenze rurali connesse all'attività stessa. Tali edifici dovranno risultare non diversamente localizzabili nell'ambito dell'attività esercitata e la loro fattibilità dovrà essere accertata da specifiche indagini geologiche e idrogeologiche.

Si è assegnata tale classe a gran parte dei versanti dove a fronte di una classificazione generale ascrivibile alla classe IIIa non si possono escludere limitate aree a pericolosità ridotta.

**Classe IIIA**

Comprende aree non urbanizzate potenzialmente interessate da fenomeni di dissesto legati sia alla dinamica fluviale e torrentizia che a quella di versante. Rientrano in questa classe le aree in fascia fluviale A e B nel fondovalle, parte di quella in fascia C, quelle interne alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua minori, il settore apicale del conoide del Rio Nicoletto e gran parte del conoide del Rio Rocciase.

Classe IIIb

Si tratta di aree edificate caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica tali che, in linea generale, per motivi di tutela idrogeologica, si può prevedere una utilizzazione urbanistica limitata al solo patrimonio esistente. In relazione alla efficacia delle opere di riassetto territoriale mirate alla riduzione del rischio idrogeologico sono state distinte le seguenti sottoclassi:

**Classe IIIb2**

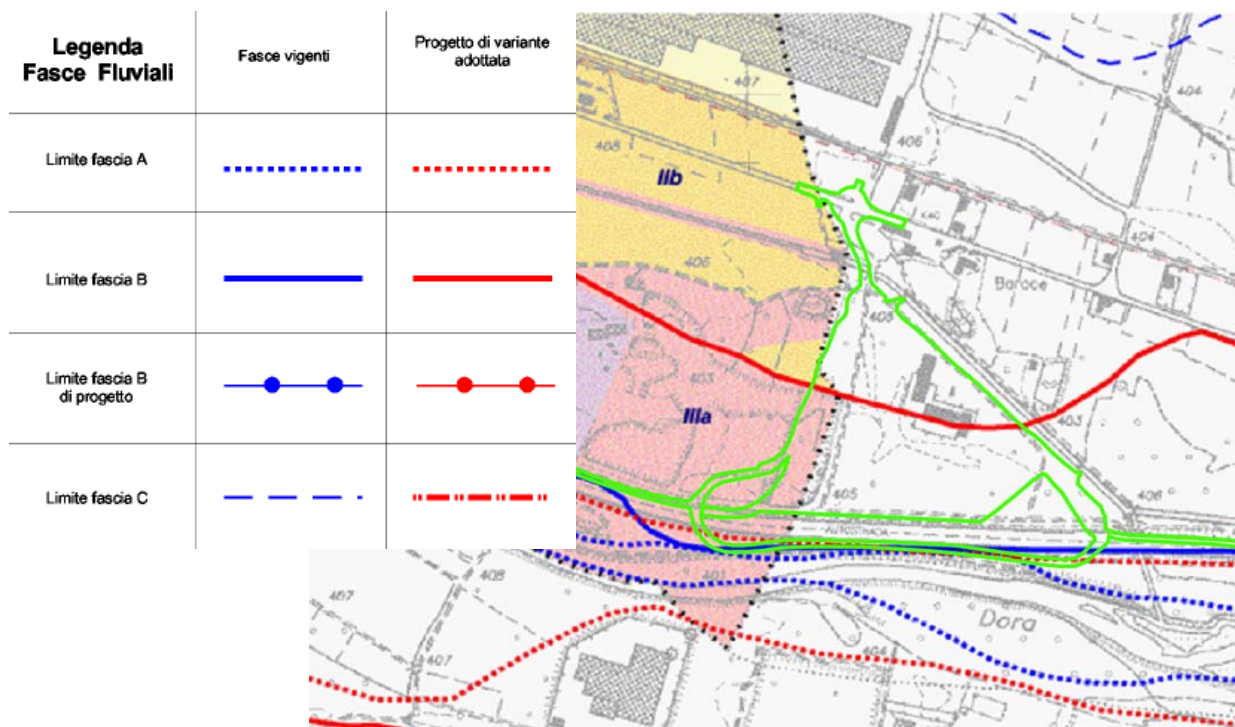
Aree caratterizzate fondamentalmente da potenziali problematiche di natura idraulica. Si tratta di aree ubicate nella parte mediana e terminale del conoide del rio Nicoletto per le quali non si possono escludere fenomeni di alluvionamento legato ad eventi di piena eccezionale del torrente associati a colate detritiche. Sono pertanto previsti interventi di riassetto idrogeologico da realizzare a tutela del patrimonio esistente.

Sono inoltre comprese le aree ubicate sul fondovalle in fascia C oggetto della variante strutturale al PRG, approvata con D.G.R. n.15-28817 del 13 aprile 2000, per le quali è stato già definito un cronoprogramma delle opere di riassetto territoriale volto alla riduzione del rischio di allagamento da parte della Dora e del reticolo idrografico secondario.

Qualora siano realizzati gli interventi di messa in sicurezza previsti nel cronoprogramma è possibile prevedere anche la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti e completamenti. In assenza di tali interventi sono ammessi invece solo interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, risanamento conservativo, ristrutturazioni e ampliamenti per adeguamento igienico funzionale dell'esistente.

Figura 9 – Estratto Legenda Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - PRG San Didero.

Analogamente, per la porzione occidentale e Sud-occidentale dell'area di intervento, che ricade nel territorio comunale di Bruzolo, si rileva come la Carta di Sintesi – Tav. 8 (Cfr. Figura 10) del P.R.G.C. del comune di Bruzolo, classifichi il settore in esame, parte in classe IIIa e parte in classe IIb, in evidente disuniformità rispetto al P.R.G.C. di San Didero, che risulta essere più cautelativo in questo settore. La pericolosità dell'area è comunque sempre legata alla dinamica fluviale della Dora Riparia e del reticolo idrografico secondario.



CLASSE II (Rischio moderato)

Porzioni di territorio nelle quali esistono condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, idrogeologiche e litotecniche che possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici ai sensi del D.M. 11 marzo 1988.

- Classe IIa (Conoide alluvionale del Torrente di Pissaggio)
- Classe IIb (Fondovalle)
- Classe IIc (Versante montano)

CLASSE III (Rischio elevato)

Classe IIIa: settori ineditati e inidonei a nuovi insediamenti.

- Settori di versante ad elevata acclività (maggiore di 25°), frane attive, conoidi attivi e alvei attivi. I caratteri geomorfologici, idrogeologici, litotecnic e strutturali possono favorire fenomeni di crollo, mobilitazione dei depositi sciolti superficiali e trasporti di massa, settori di fondovalle allagabili e alluvionabili.

Figura 10 – Estratto Carta di Sintesi - PRGC Bruzolo. La linea verde continua rappresenta l'area di intervento.

Infine, una porzione molto limitata degli interventi, all'estremità Sud-orientale del settore in studio, in corrispondenza dell'esistente tracciato autostradale, interessa almeno indirettamente il territorio comunale di Borgone Susa. La relativa Carta di Sintesi della Pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, allegata al PRGC (Cfr. Figura 11), classifica tale area in classe IIIA, a pericolosità elevata, in correlazione alla dinamica fluviale della Dora Riparia e del reticolo idrografico secondario.

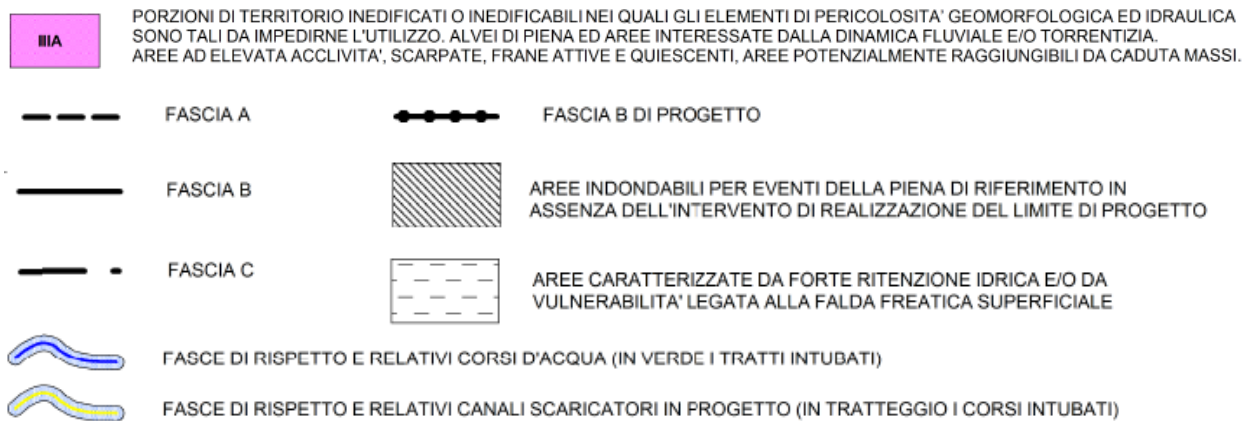
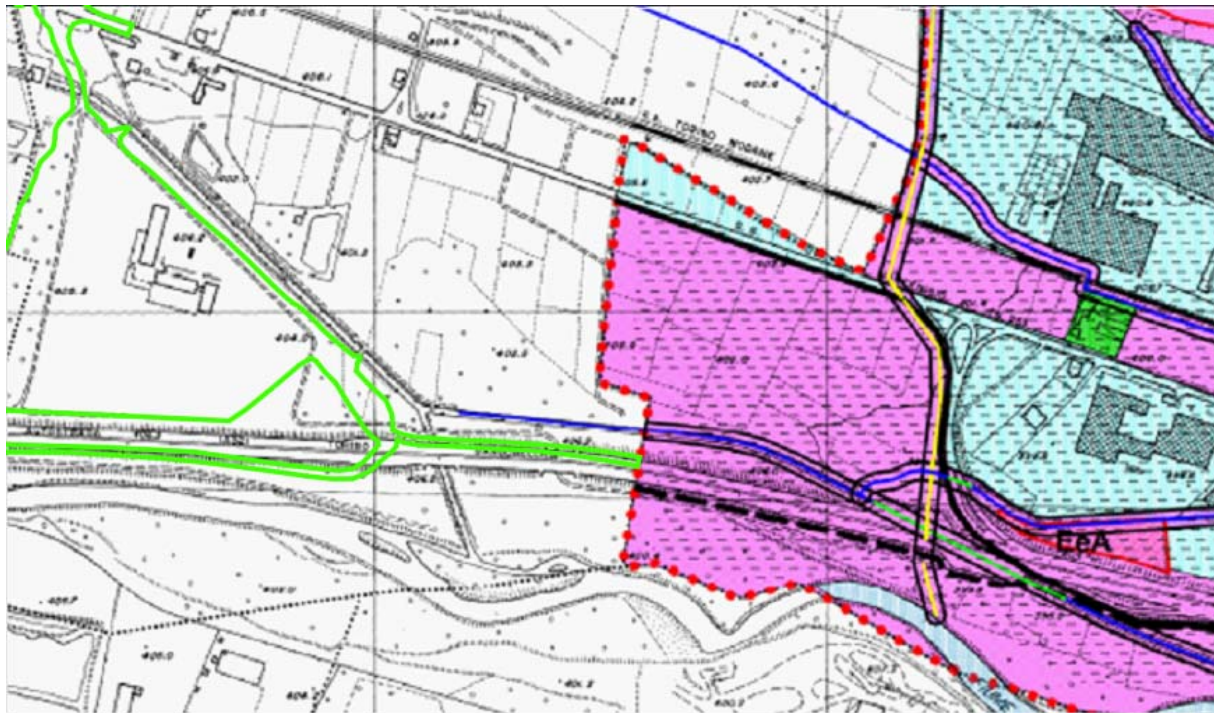


Figura 11 – Estratto Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - PRGC Borgone Susa. La linea verde continua rappresenta l'area di intervento.

Nella "Relazione idrologica e di compatibilità idraulica" (doc.: 1_02C_C16167_OIA0_O_C_E_ID_RE_0090B) è stato elaborato un modello idraulico bidimensionale per verificare la compatibilità idraulica degli interventi previsti in progetto con il contesto di riferimento.

Le analisi hanno ipotizzato vari scenari:

- **SIM-A** scenario attuale;
- **SIM-B** scenario di progetto attuativo del limite B di progetto del PAI, così come progettato dal comune di Bruzolo ed approvato dagli Enti competenti nella seduta di CdS del 19-09-2013;
- **SIM-C** scenario di progetto di completamento in cui vengono adeguatamente estese verso valle le chiusure dei fornicci previste nel progetto approvato di cui al punto precedente e sono completate tutte le altre opere in progetto dell'Autoporto.

Nello scenario attuale **SIM-A** lo studio evidenzia come in realtà le maggiori esondazioni avvengono in golena destra della Dora Riparia, che presenta quote di piano campagna più ribassate rispetto alla golena sinistra; ciò nonostante anche quest'ultima è soggetta a discreti flussi di esondazione, alimentati attraverso il ponticello ed i tombini autostradali presenti nel tratto in esame, nonché dagli apporti provenienti da nord dal reticolo idrografico secondario.

L'intera area di intervento dell'Autoporto è soggetta ad esondazione, attraversata da flussi che la percorrono parallelamente alla sede autostradale, che in parte sono intercettati dal canale di scarico dell'impianto idroelettrico NIE e che in parte scavalcano quest'ultimo per procedere poi verso valle ancora in golena o per rientrare parzialmente verso l'alveo della Dora Riparia, attraverso i ponticelli autostradali presenti in quel tratto.

Nello scenario attuativo del limite B di progetto del PAI, chiamato **SIM-B** è ipotizzata la realizzazione delle opere necessarie ad ottenere, a monte della zona interessata dall'Autoporto, il limite B di progetto previsto dal PAI.

Rispetto allo scenario attuale SIM-A, gli interventi previsti dal comune di Bruzolo eliminano le esondazioni della Dora Riparia in golena sinistra, dove pervengono solo le acque di esondazione generate dal reticolo idrografico secondario.

Lo scenario finale **SIM-C** ha analizzato la configurazione di progetto complessiva delle opere previste per la realizzazione dell'Autoporto, la cui descrizione è riportata negli elaborati progettuali.

Contestualmente alla realizzazione dell'autoporto si è ipotizzato il completamento delle opere di arginatura previste nel progetto del comune di Bruzolo, attuative del limite di fascia B di progetto del PAI lungo il rilevato autostradale, a monte dell'area in esame.

Come ulteriore intervento di mitigazione è stato introdotto un collettore di diametro 1,5 m di drenaggio delle aree di allagamento nei pressi della rotatoria, con sbocco in prossimità del ponticello autostradale di attraversamento dello scarico del canale idroelettrico NIE.

L'area dell'Autoporto, nella sua configurazione finale di progetto, con la preventiva/contestuale realizzazione di tutti gli interventi previsti per attuare il limite B di progetto del PAI, nel settore immediatamente a monte (scenario SIM-C), non risulta interessata da fenomeni di esondazione e/o allagamento ad opera della Dora Riparia o del reticolo idrografico secondario.

Nello studio è stato dimostrato inoltre che gli interventi in progetto dell'Autoporto non alterano in nessun modo gli effetti di laminazione dell'onda di piena della Dora Riparia con tempo di ritorno 200 anni.

Allo stesso modo si evidenzia come non vengano assolutamente modificate e tantomeno aggravate le condizioni di pericolosità e di rischio in sponda destra e nei tratti di valle rispetto all'area interessata dalla costruzione dell'Autoporto.

7. Inquadramento idrogeologico

In questo capitolo sono illustrati la schematizzazione del sottosuolo in complessi idrogeologici ed il modello idrogeologico di riferimento ricostruito sulla base delle caratteristiche litologiche dedotte dalle stratigrafie dei sondaggi disponibili, dei risultati delle prove di permeabilità realizzate durante la campagna delle indagini per il Progetto Definitivo e dell'interpretazione dei dati piezometrici disponibili.

7.1 Inquadramento idrogeologico regionale

Il settore di fondovalle in studio è caratterizzato dalla presenza di depositi continentali di varia natura (glaciale, fluvioglaciale, fluviale, lacustre, palustre) che poggiano su di un substrato cristallino.

L'analisi delle stratigrafie di alcuni pozzi, realizzati in sinistra idrografica del Fiume Dora Riparia e le indagini geognostiche profonde pregresse disponibili (Autostrada A32, Nuova linea ferroviaria Torino-Lione) hanno messo in evidenza una potenza dei depositi continentali di oltre 100 m.

7.2 Inquadramento dei complessi idrogeologici

L'idrogeologia profonda di questo settore di pianura non è nota con precisione, poiché non sono disponibili perforazioni profonde in prossimità dell'area in studio. Tuttavia, si può fare riferimento alle conoscenze su aree limitrofe.

All'interno dei depositi continentali superficiali si possono distinguere due litofacies principali: una ghiaiosa e ghiaioso-sabbiosa, e l'altra più marcatamente sabbiosa, a tratti limoso-argillosa. La litofacies grossolana, che trova una distribuzione più generalizzata e dominante, è costituita da ghiaie e ghiaie ciottolose, sabbioso-ghiaiose passanti a sabbie ghiaiose; la litofacies più fine compare invece solo localmente ed è costituita da sabbie limose e limi talvolta argillosi, con potenze medie di 1-2 metri.

E' possibile dunque distinguere, dall'alto verso il basso, almeno due complessi omogenei per caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche il cui livello di separazione viene generalmente collocato in corrispondenza del primo consistente orizzonte argilloso-limoso a bassa permeabilità, di significato regionale in termini di estensione e continuità spaziale, anche se le diverse fonti bibliografiche non sono tutte concordi nell'individuare la profondità di tale orizzonte impermeabile.

Al proposito si rileva come il documento prodotto dall'amministrazione provinciale di Torino "*Le acque sotterranee della pianura di Torino - Carta della base dell'acquifero superficiale*", nel territorio comunale di San Didero individui la base del Complesso Superficiale ad una profondità compresa tra i 14 ed i 16 m.

Nell'ambito della campagna di indagini dirette eseguite in sito per il Progetto Definitivo, è stata invece riscontrata la presenza di una sequenza pressoché ininterrotta di ghiaie e sabbie, fino ad almeno 30 m di profondità. I livelli più fini rinvenuti nel corso delle

perforazioni sono infatti troppo limitati, discontinui, non propriamente impermeabili e posti a profondità significativamente diverse da un sondaggio all'altro, per rappresentare l'orizzonte di base dell'acquifero superficiale. E' lecito dunque ritenere che la potenza del Complesso Superficiale sia localmente superiore a 30 m.

Il Complesso Superficiale ospita la falda freatica in equilibrio idraulico con il reticolato idrografico. Essa presenta la massima soggiacenza al termine dei periodi invernale ed estivo, generalmente siccitosi, mentre la minima soggiacenza è riscontrabile generalmente nel mese di giugno, a causa dei copiosi apporti meteorici primaverili e per l'irrigazione, con valori localmente prossimi ad un metro. La Dora Riparia, nel tratto di interesse, drena generalmente le falde sia della sponda destra che di quella sinistra (Perino, 1988).

7.3 Idrogeologia dell'area di progetto

Le opere in progetto interesseranno unicamente i depositi afferenti al complesso idrogeologico superficiale, corrispondente ai depositi alluvionali e torrentizi recenti non cementati ed ai riporti di origine antropica, sede dell'acquifero superficiale descritto al paragrafo precedente. Localmente questo complesso presenta valori del coefficiente di permeabilità compresi tra circa $8 \cdot 10^{-5}$ m/s e circa $1 \cdot 10^{-4}$ m/s, indicativi di un grado di permeabilità elevato.

Tale complesso è sede dell'acquifero libero superficiale e risulta costituito da depositi di origine continentale rappresentati da prevalenti ghiaie e sabbie con ridotto contenuto in limo ed argilla e da subordinati livelli limoso-sabbiosi per i quali è ipotizzabile una permeabilità media o bassa.

La falda libera nei depositi quaternari è molto superficiale data anche la vicinanza dell'alveo del fiume Dora Riparia. La ricostruzione dell'andamento della falda superficiale è stata effettuata sulla base dei dati piezometrici disponibili sul Geoportale ARPA e delle misure realizzate nei sondaggi effettuati durante la campagna indagini per il Progetto Definitivo. La soggiacenza della falda, nel settore in studio, oscilla tra circa 1.2 e 3.8 m (mediamente 2.5 m) mentre i livelli piezometrici sono compresi tra 397 e 407 m s.l.m. La tabella che segue riporta i dati piezometrici disponibili.

Codice sondaggio	Profondità (m)	Quota boccaforo (m s.l.m.)	Falda	
			Soggiacenza (m da p.c.)	Livello piezometrico (m s.l.m.)
S4B	60.00	407.00	3.80	403.20
B55	30.00	408.00	1.20	406.80
B14	21.00	400.00	3.00	397.00
Sc1	30.00	404.00	2.45	401.55
Sc4	30.00	405.00	3.40	401.60
Sc6 piez	12.00	401.00	1.12	399.88
PE2	2.50	404.00	2.10	401.90
PE6	3.00	403.00	2.80	400.20
PE7	2.60	404.00	2.20	401.80

Tabella 1 – Livelli piezometrici della falda superficiale misurati durante la campagna di indagini PD 2013.

Ulteriori informazioni derivano dal monitoraggio del piezometro pz-7 (Impianto di monitoraggio delle falde superficiali - Autostrada A32) effettuato da Musinet Engineering nel periodo 1997-2016, la cui ubicazione è interna all'area di progetto, all'estremità sud-orientale.

I valori di soggiacenza indicati dal piezometro pz-7 rientrano nel range di valori individuati precedentemente.

**ANDAMENTO DELLA SOGGIACENZA
e delle precipitazioni (dati ARPA Piemonte)**

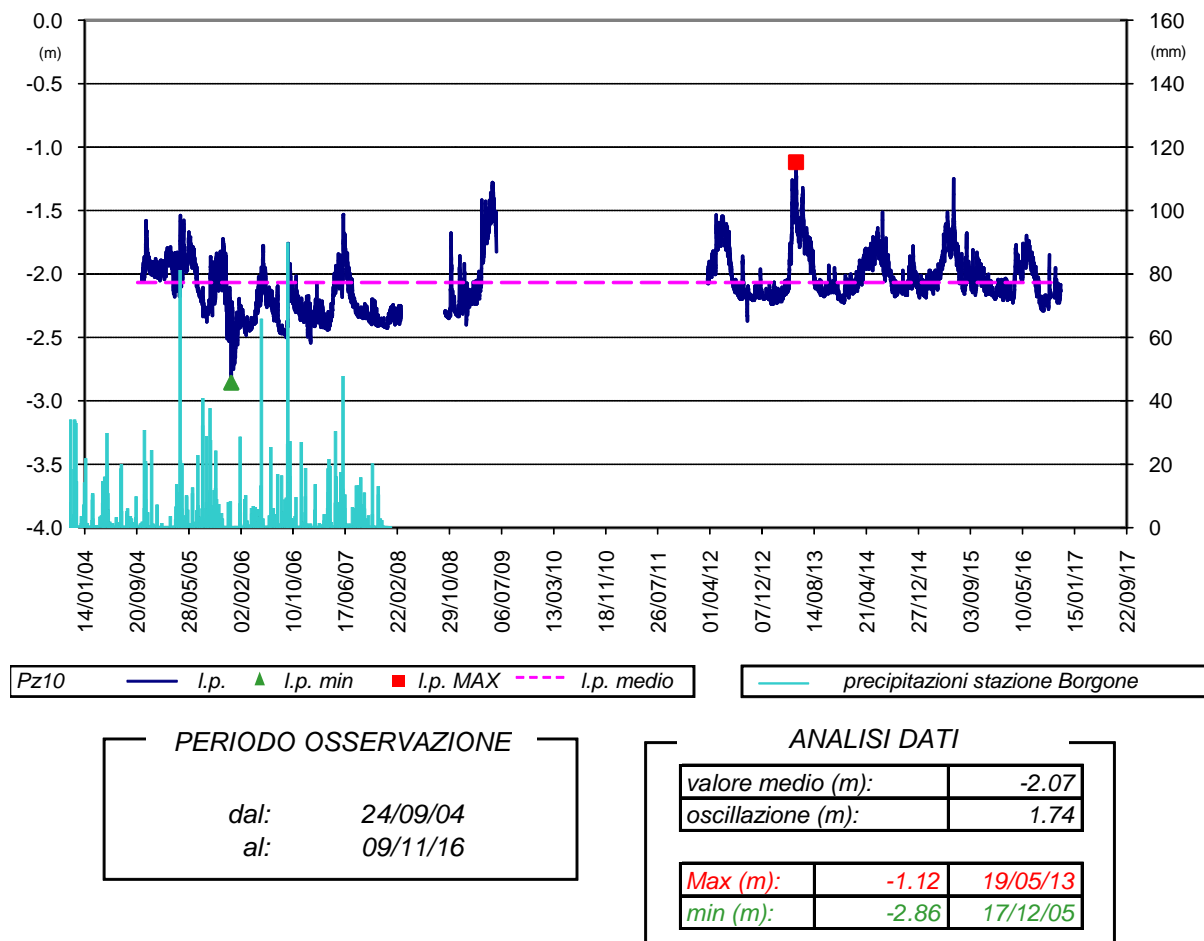


Figura 12 – Andamento della soggiacenza nel piezometro pz-7 nel periodo 2004-2016.

7.4 Indicazioni provenienti dal piano di assetto idrogeologico (PAI)

In questo capitolo è illustrato lo studio dell'interazione tra gli interventi in progetto e quanto indicato dalla carta del Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (D.L.180/98) denominata "Carta Inventario dei Centri Abitati Instabili, in scala 1:10000", realizzata dall'Autorità di Bacino della Regione Piemonte.

Il Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico è finalizzato alla valutazione del rischio di frana ed alluvione. Per "rischio" si intende "l'entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso". L'entità dei danni attesi può essere valutata attraverso l'equazione:

$$R = H \times V \times E$$

dove:

- H = la pericolosità ovvero la probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso entro un certo intervallo di tempo, in una zona tale da influenzare l'elemento a rischio;
- V = la vulnerabilità, ovvero il grado di perdita (espresso in una scala da 0 = "nessun danno" a 1 = "perdita totale") prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio dal verificarsi dell'evento calamitoso temuto;
- E = valore dell'elemento a rischio, ovvero il valore (che può essere espresso in termini monetari o di numero o quantità di unità esposte) della popolazione, delle proprietà e delle attività economiche, inclusi i servizi pubblici, in una data area.

Sia la valutazione che la mitigazione del rischio richiedono quindi l'acquisizione di informazioni territoriali sui caratteri geologico-ambientali e su quelli socio-economici dell'area in esame. Dunque, con riferimento ad esperienze di pianificazione, è quindi possibile definire quattro classi di rischio, secondo le classificazioni di seguito riportate:

- moderato R1: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- medio R2: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- elevato R3: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- molto elevato R4: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

Di seguito sono presentati i dati cartografici del PAI per il rischio idraulico, relativi all'area in esame.

7.4.1 Rischio idraulico

L'individuazione delle aree a rischio idraulico operata nel PAI, si basa sulla stima della portata di piena prevedibile in un determinato tratto di corso d'acqua. I valori delle portate di piena, caratterizzate da un tempo di ritorno, sono di norma dedotte sulla base di valutazioni idrologiche qualitative ed elaborazioni statistiche di dati idrometrici storici. La perimetrazione delle aree a rischio è il prodotto della sovrapposizione di carte delle aree inondabili, distinte in base ai tempi di ritorno degli eventi di piena all'origine del fenomeno e di corografie delle aree abitate, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale. Attraverso questo procedimento sono quindi individuate diverse classi di rischio e zone di attenzione per le quali sono necessarie misure di prevenzione o interventi di mitigazione del rischio stesso.

Dalla cartografia del PAI riportata di seguito (variante alle fasce fluviali della Dora Riparia approvata con deliberazione n° 9 del 19/07/200/) si osserva che l'intervento ricade parzialmente in fascia B naturale e per la rimanente parte in fascia C del fiume Dora Riparia:

- a monte dell'intervento è prevista una fascia B di progetto che verrà realizzata dal comune di Bruzolo;

- la fascia A e la fascia B di progetto corrono in fregio alla sponda immediatamente a monte dell'opera in progetto;
- la fascia B naturale interessa le aree oggetto dell'intervento (una significativa parte della superficie destinata alla sosta dei mezzi pesanti ricade in fascia B);
- la fascia C corre in corrispondenza della linea ferroviaria.

Come detto precedentemente, nella “Relazione idrologica e di compatibilità idraulica” (doc.: 1_02C_C16167_OIA0_O_C_E_ID_RE_0090B) è stata verificata la compatibilità delle opere in progetto, con l'attuazione dell'assetto di progetto del fiume Dora Riparia definito dal piano vigente.

In sintesi, dalle analisi condotte nei vari scenari, stato attuale e di progetto, si determina che le opere in progetto non comportano diminuzione dei volumi di invaso o effetti negativi sul deflusso della piena, inoltre le opere sono state progettate e verificate per eventi con tempo di ritorno 200 anni.

In definitiva, ai sensi delle norme di attuazione del PAI, le opere risultano compatibili con il corretto assetto idrogeologico dell'area.

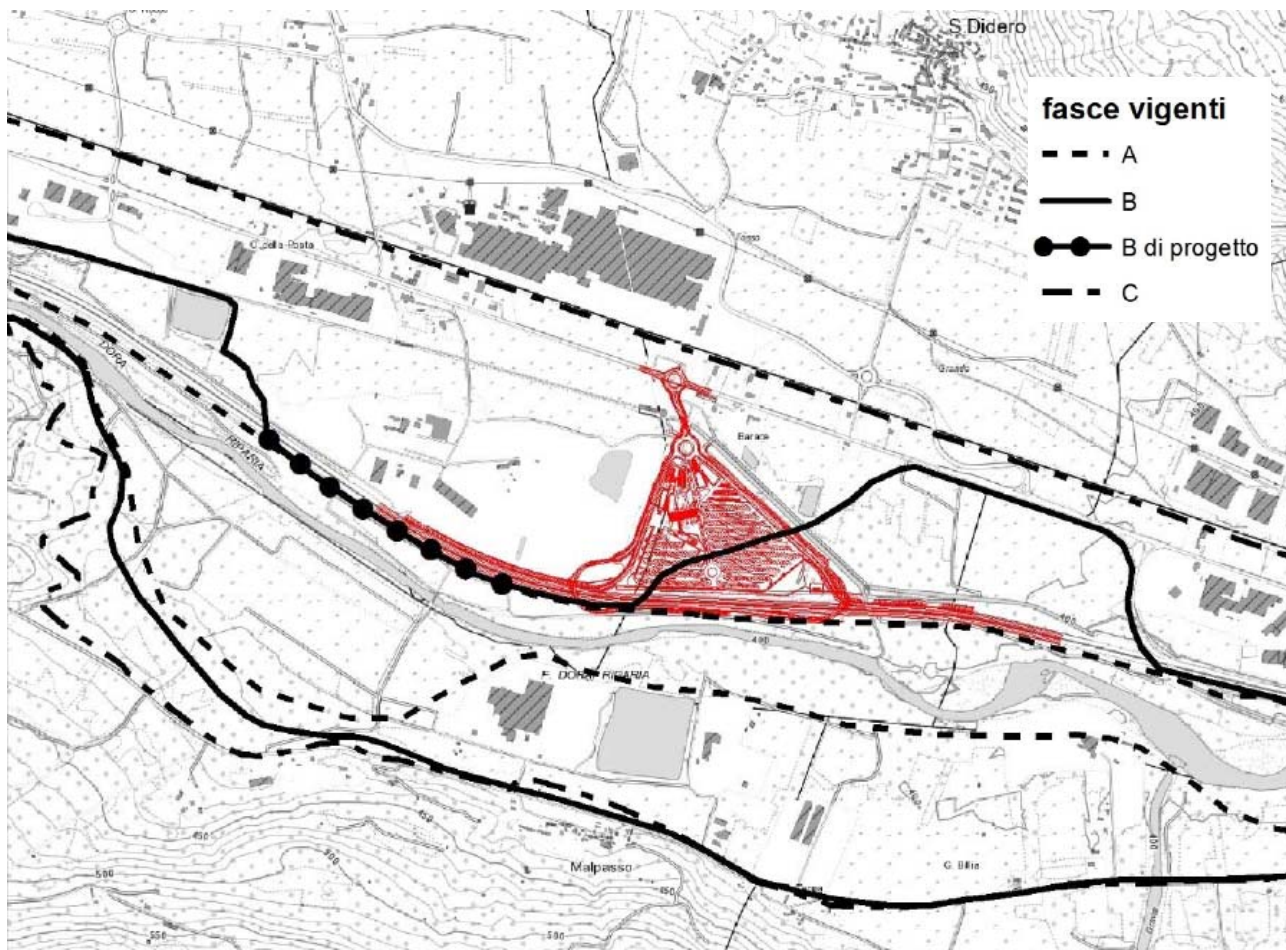


Figura 13 – area di San Didero: estratto della cartografia PAI dell'area di progetto. Con tratto rosso è rappresentata l'area di intervento.

7.5 Piano di Gestione Alluvioni

Recentemente, in attuazione alla direttiva 2007/60/CE del 23/10/2007 recepita con D.lgs. 23 Febbraio 2010 n 49 recante come titolo “*attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione della gestione dei rischi di alluvione*” è stato approvato con decreto del segretario n 122/2014 del 20/06/2014 lo schema di progetto del piano di gestione del rischio alluvioni e successivamente approvato il piano con decreto n 2/2016 del 03/marzo 2016 del segretario dell’autorità di bacino del fiume PO e approvato definitivamente con DPCM 27/10/2016.

Gli elaborati cartografici del piano alluvione, riportati nelle figure seguenti, suddividono il territorio in fasce di probabilità di alluvione definite rara, poco frequente e frequente (Figura 14) e individuano gli scenari di rischio (Figura 15) suddivisi in rischi lineari, sostanzialmente attribuibili alle vie di comunicazione ed in rischi areali, anche in questo caso differenziati per classi di rischio.

L’area in progetto ricade in parte in area considerata a rischio alluvione frequente (tratto marginale ad Ovest, in corrispondenza dello svincolo di entrata nell’Autoporto) ed in parte a rischio alluvione rara (innesto sulla S.S. 25); la rimanente area è considerata priva di rischio alluvione.

Lo scenario di rischio generale (Figura 15) individua una piccola porzione dell’area dell’Autoporto in progetto a rischio moderato, mentre indica il resto dell’area come priva di rischio.

Come evidenziato nella “Relazione idrologica e di compatibilità idraulica” (doc.: 1 02C C16167 OIA0 O C E ID RE 0090B), a fronte degli interventi di mitigazione previsti e delle verifiche idrauliche condotte, le opere in progetto risultano compatibili con gli scenari di rischio ipotizzati dalla direttiva alluvioni.

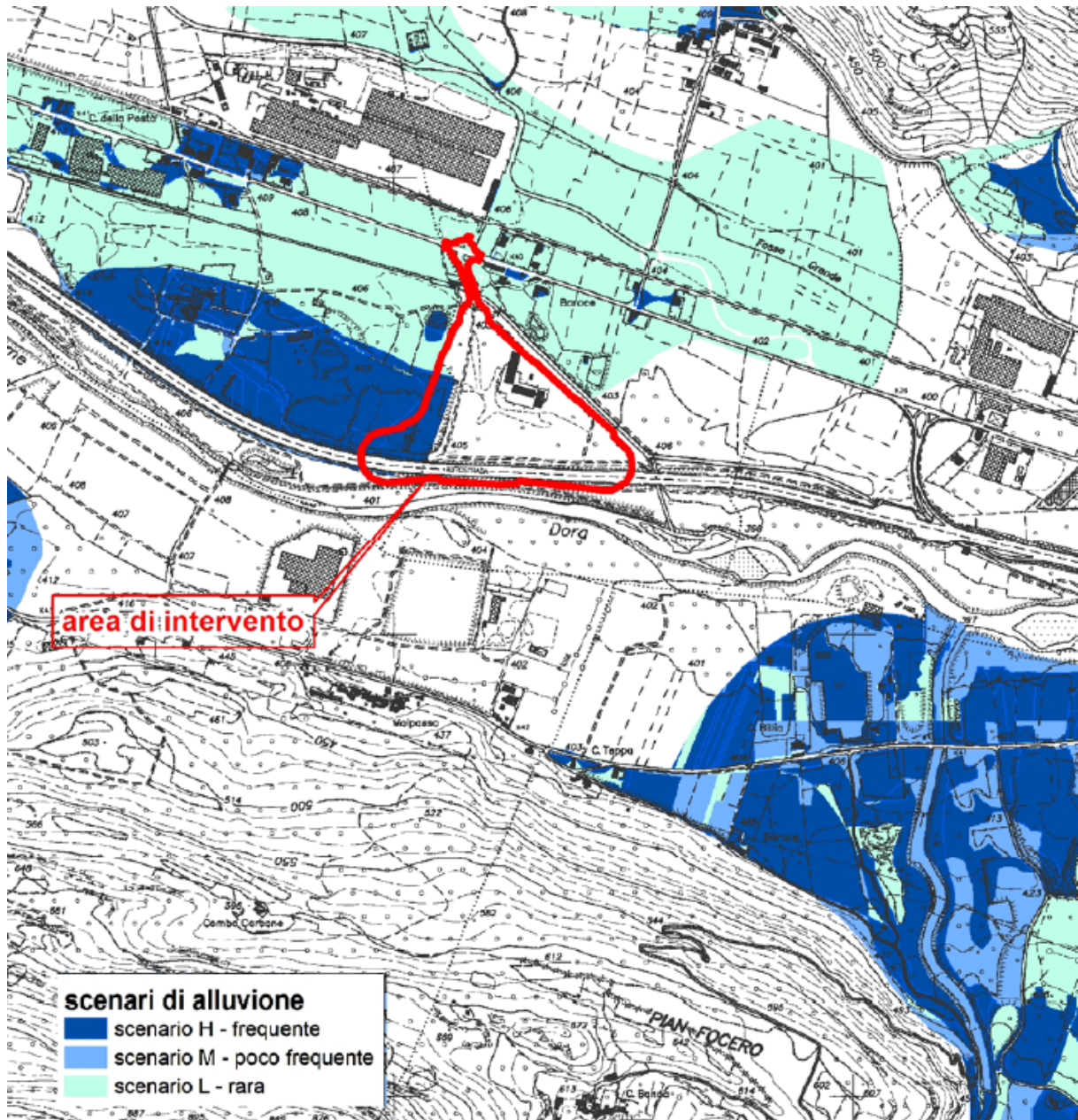


Figura 14 – stralcio Carta della pericolosità da alluvione. Con tratto rosso è rappresentata l'area di intervento.

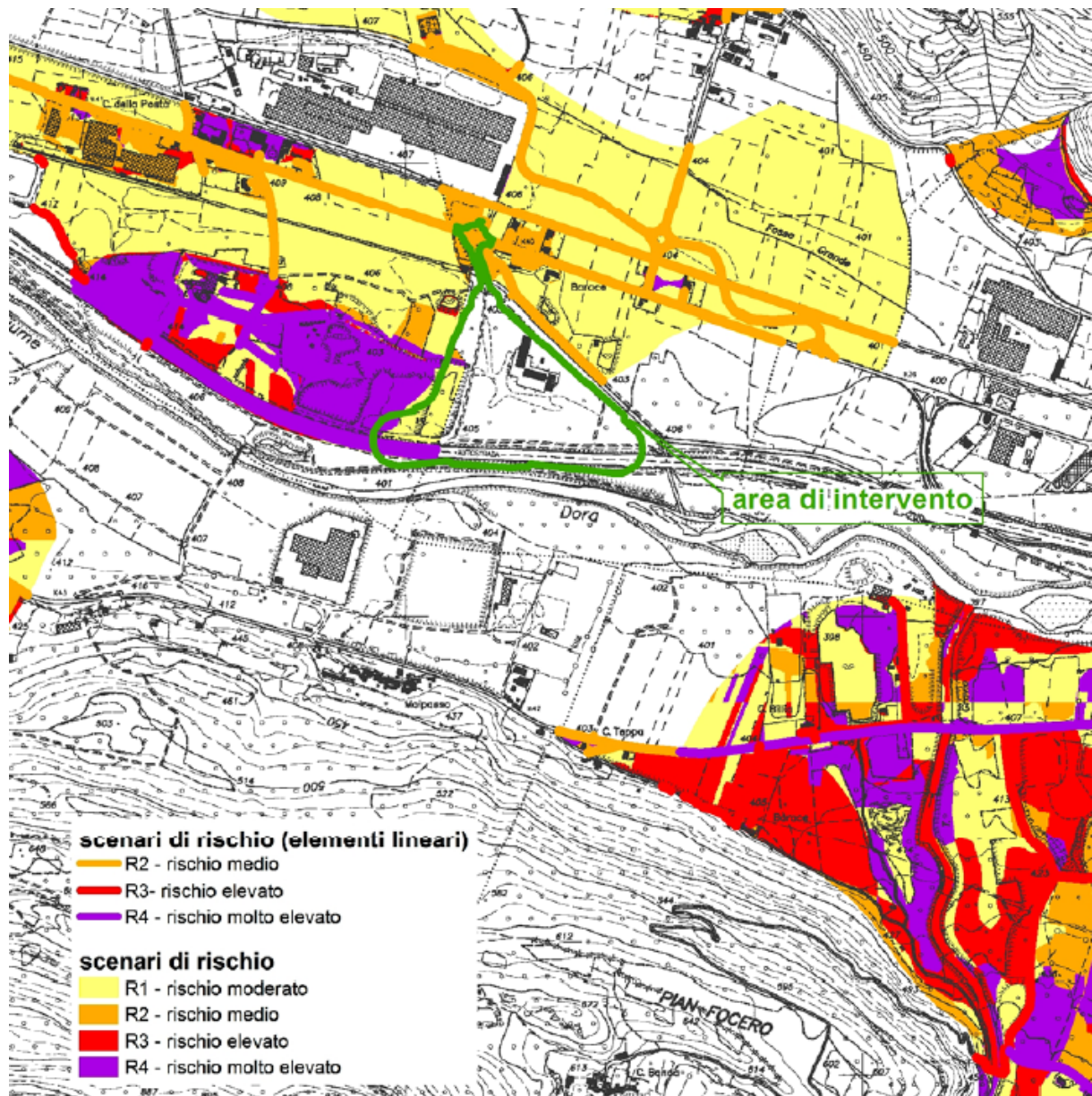


Figura 15 – stralcio Carta del rischio da alluvione. Con tratto verde è rappresentata l'area di intervento.

8. Modello geologico di riferimento

Per la redazione del Modello geologico di riferimento dell'area di progetto sono stati presi in considerazione principalmente i risultati della campagna indagini realizzata a supporto della progettazione definitiva ed anche i dati disponibili (principalmente stratigrafie dei sondaggi geognostici con relative prove in foro) provenienti dagli studi realizzati per la progettazione di altre infrastrutture, in particolare dell'autostrada A32 (Cfr. Tabella 4) e dalla campagna di indagini effettuata all'interno dell'area di progetto per conto della DIERRE Holding SpA, nell'ambito del piano di caratterizzazione ex D.M. 471/99.

8.1 Indagini geognostiche per la redazione del Modello geologico di riferimento dell'area di progetto

L'ubicazione dei sondaggi disponibili è riportata nella Planimetria con ubicazione delle indagini.

Nelle tabelle seguenti sono elencate le indagini realizzate durante la campagna indagini 2013 per il PD e le indagini preesistenti ricadenti in prossimità dell'area di progetto; tali indagini sono state prese in considerazione per la redazione del Modello Geologico locale di Riferimento e per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti sul sito (Cfr. Relazione Geotecnica).

All'interno dei sondaggi della campagna indagini 2013 e di alcuni dei sondaggi preesistenti sono state inoltre realizzate sistematicamente prove in foro soprattutto di tipo S.P.T.. Nei sondaggi per la progettazione definitiva, inoltre, sono state realizzate delle prove pressiometriche tipo Menard e delle prove di permeabilità Lefranc; sono inoltre stati prelevati una serie di campioni di terreno per la realizzazione di prove in laboratorio. La campagna di indagini per la progettazione definitiva è stata completata con la realizzazione di indagini geofisiche (tomografie elettriche, prove MASW e down-hole) le cui principali caratteristiche sono riassunte nella Tabella 3.

Non è stato invece possibile eseguire una campagna di indagini mirata per il progetto esecutivo; per tale motivo il progetto esecutivo prevede una campagna di indagini integrative cui sarà dato corso nelle fasi preliminari della realizzazione dell'opera.

Sulla base dei dati ad oggi disponibili, è possibile individuare nell'area di studio un'unica unità litotecnica costituita dai depositi alluvionali quaternari; si tratta di prevalenti depositi granulari ghiaioso-sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi ai quali si possono trovare intercalati subordinati sedimenti più fini, costituiti da limi-sabbiosi con ghiaia, i quali possono formare orizzonti discontinui di potenza generalmente ridotta (mediamente 1 m). Le stratigrafie dei sondaggi disponibili segnalano la presenza di un orizzonte superficiale di potenza variabile da circa 1m sino a oltre 3m di terreno di riporto di tipo ghiaioso-sabbioso.

L'elaborazione geotecnica dei dati relativi alle prove effettuate in situ, la caratterizzazione geotecnica dei litotipi e la definizione dei parametri geotecnici caratteristici sono riportate nell'allegata Relazione Geotecnica. In tale documento vengono identificate 4 unità geotecnicamente omogenee, per ciascuna delle quali si propone la caratterizzazione. Tali unità vengono poi utilizzate per la definizione dei Modelli Geotecnici di riferimento e per l'elaborazione di 2 profili geotecnici orientati rispettivamente da Nord a Sud e da Ovest ad Est dell'area di progetto (Cfr. tavola "Sezioni geotecniche").

Delocalizzazione Autoporto nel sito di San Didero: sondaggi e pozzetti esplorativi della campagna indagini per la Progettazione Definitiva									
Codice sondaggio	Profondità (m)	Tipo sondaggio	Opera di pertinenza	Straumentazione in foro	Falda (m da p.c.)	Litotipo	Prove Permeabilità (n°)	Prove pressiometriche (n°)	prove SPT (n°)
Sc6	30.00	carotato verticale	rampe di uscita dalla A32	tubo per down-hole		0-0,2: terreno di riporto vegetale 0,2-1,4: terreno di riporto: sabbia medio-fine limosa grigiastra con ghiaia 1,4-2,2: blocco di gneiss 2,2-3,4: terreno di riporto: sabbia grossa e media limosa nocciola e ghiaia poligenica ed eterometrica 3,4-3,8: limo sabbioso nocciola 3,8-10,4: ghiaia eterometrica poligenica in matrice sabbiosa grigiastra 10,4-11,6: ghiaia eterometrica poligenica e sabbia da limosa a con limo di colore bruno 11,6-18,9: ghiaia eterometrica poligenica con rari ciottoli e sabbia limosa di colore nocciola 18,9-19,5: limo argilloso-sabbioso grigiastro 19,5-30: ghiaia eterometrica poligenica e sabbia limosa di colore nocciola	2	2	9
Sc1	30.00	carotato verticale	ponte su canale NIE	piezometro	2.50	0,2-1,7: terreno di riporto ghiaioso con ciottoli in matrice sabbioso-limosa 1,7-3: sabbia grossa e media limosa grigia e ghiaia poligenica ed eterometrica 3-9: ghiaia eterometrica poligenica con rari ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa grigiastra 9-14,4: ghiaia eterometrica poligenica, rari ciottoli, con sabbia limosa di colore nocciola 14,4-15: limo argilloso-sabbioso grigiastro 15-18: ghiaia eterometrica poligenica con rari ciottoli con sabbia limosa di colore nocciola 18-19,3: limo argilloso-sabbioso debolmente ghiaioso nocciola-grigiastro 19,3-30: ghiaia eterometrica poligenica con rari ciottoli e sabbia limosa di colore nocciola	2	2	9
Sc4	30.00	carotato verticale	rampe di entrata sulla A32	piezometro	3.40	0,2-3: terreno di riporto ghiaioso con ciottoli in matrice sabbioso-limosa 3-10,5: ghiaia eterometrica poligenica con ciottoli in matrice sabbioso-limosa nocciola 10,5-16,4: ghiaia eterometrica poligenica con rari ciottoli in abbondante matrice sabbioso-limosa nocciola 16,4-17: limo argilloso-sabbioso nocciola 17-22,1: ghiaia eterometrica poligenica con rari ciottoli con sabbia limosa di colore da nocciola a grigio 22,1-24,1: limo argilloso-sabbioso con livelli sabbiosi di colore nocciola-grigiastro 24,1-30: ghiaia eterometrica poligenica in matrice sabbioso-limosa di colore nocciola	2	2	9
Sc6 piez	12.00	carotato verticale	rampe di uscita dalla A32	piezometro	1.50	0-0,1: terreno di riporto vegetale 0,1-3: terreno di riporto: sabbia medio-fine limosa grigiastra con ghiaia e rari ciottoli 3-12: ghiaia eterometrica poligenica in matrice sabbiosa e limosa di colore nocciola			
PE1	2.50	escavatore	area sosta		no	0-1,8: terreno di riporto ghiaioso con ciottoli in matrice sabbioso-limosa grigia 1,8-2,5: ghiaia eterometrica poligenica con ciottoli in matrice sabbioso-limosa grigiastra			
PE2	2.50	escavatore	area sosta		2.10	0-0,4: sabbia-limosa o limo-sabbioso grigia 0,4-2,5: ghiaia eterometrica poligenica con ciottoli in matrice sabbioso-limosa grigiastra			
PE3	2.80	escavatore	area sosta		no	0-1,1: sabbia-limosa o limo-sabbioso grigia passante a sabbia ghiaiosa 1,1-2,8: ghiaia eterometrica poligenica con ciottoli in matrice sabbioso-limosa grigiastra			
PE4	2.60	escavatore	area sosta		no	0-2: terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in scarsa matrice sabbioso-limosa grigia			
PE5	2.00	escavatore	area sosta		no	0-1,6: terreno di riporto ghiaioso in matrice sabbioso-limosa grigia 1,6-2,6: ghiaia eterometrica poligenica con ciottoli in matrice sabbioso-limosa grigiastra			
PE6	3.00	escavatore	area sosta		2.80	0-1,7: terreno di riporto: sabbia-limosa o limo-sabbioso passante a ghiaia con ciottoli 1,7-2,6: limo argilloso di colore grigio 2,6-3: limo sabbioso grigiastro con ghiaia			
PE7	2.60	escavatore	area sosta		2.20	0-0,7: sabbia-limosa o limo-sabbioso grigia con rara ghiaia 0,7-2,6: ghiaia eterometrica poligenica con ciottoli in matrice sabbioso-limosa grigiastra			

Tabella 2 – Principali caratteristiche delle indagini realizzate nell'area di Progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo.

TIPOLOGIA INDAGINE	IDENTIFICATIVO RILIEVO	LUNGHEZZA (M)
Tomografia elettrica	E1	430
	E2	320
<i>Totale</i>		750
MASW	M1	56
	M2	56
	M3	56
	M4	56
	M5	56
	M6	56
	M7	56
	M8	56
	M9	56
	M10	56
	M11	56
	M12	56
	M13	56
	M14	56
<i>Totale</i>		784
Down-Hole	Sc-6	30
<i>Totale</i>		30

Tabella 3 – Principali caratteristiche delle indagini geofisiche realizzate nell'area di Progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo.

Delocalizzazione Autoporto nel sito di San Didero: indagini esistenti (GEOportale ARPA)							
Codice sondaggio	Profondità (m)	Tipo sondaggio	Opera di pertinenza	Straumentazione in foro	Falda (m da p.c.)	Litotipo	prove SPT (n°)
S4B	60.00	carotato verticale	Acciaierie Beltrame	piezometro	3.80	0-1,2: terreno di riporto 1,2-2: ghiaia con sabbia limosa 2-3,4: limo sabbioso con rara ghiaia 3,4-5,9: sabbia limosa con ghiaia e rari ciottoli 5,9-8,3: ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso-limosa 8,3-10,6: sabbia limosa con ghiaia 10,6-16,6: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa 16,6-17,7: limo sabbioso con ghiaia 17,7-26,8: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa 26,8-28,6: sabbia da limosa a con limo con ghiaia 28,6-42: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa-limosa 42-47: sabbia da limosa a con limo con ghiaia e rari ciottoli 47-51: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa-limosa 51-52,2: sabbia da limosa a con limo con ghiaia e rari ciottoli 52,2-60: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa-limosa	8
B55	30.00	carotato verticale	autostrada Torino-Bardonecchia	assente	1.20	0-0,5: terreno vegetale 0,5-3: ghiaia con ciottoli in matrice sabbiosa 3-3,6: limo sabbioso con ghiaia 3,6-12,5: ghiaie poligeniche con ciottoli in matrice sabbiosa grossolana 12,5-12,8: limo sabbioso con ghiaia 12,8-30: ghiaie poligeniche con rari ciottoli in matrice sabbiosa grossolana	18
B14	21.00	carotato verticale	autostrada Torino-Bardonecchia	piezometro	3.00	0-21: ghiaie grosse e medie ciottoli con debole matrice sabbiosa grossolana	14
B15	10.50	carotato verticale	autostrada Torino-Bardonecchia	assente		0-1,5: terreno vegetale 1,5-3: sabbie grosse e ghiaie mediamente addensate 3-10,5: ghiaie grosse e medie con debole matrice sabbiosa grossolana	7

Tabella 4 – Elenco delle indagini preesistenti realizzate in prossimità dell'area di Progetto.

8.2 Indagini geofisiche

Durante il mese di Luglio 2013 a supporto della progettazione definitiva del progetto di delocalizzazione dell'autoporto è stata effettuata anche una campagna di indagini di tipo geoelettrico e sismico in foro e superficie; in particolare:

- Tomografia elettrica (n. 2 stendimenti) effettuata allo scopo di determinare la distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo.
- Prova down-hole (n. 1 prova) effettuata allo scopo di determinare le velocità di propagazione delle onde compressionali P e delle onde di taglio S per la definizione delle proprietà meccaniche dei materiali indagati e per la caratterizzazione sismica di sito.
- Prospezioni MASW Multichannel Analysis of Surface Waves (n. 14 prove) finalizzate a definire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio S attraverso l'analisi della dispersione delle onde di superficie di Rayleigh e per la caratterizzazione sismica di sito.

I risultati delle indagini geofisiche sono riassunti nel capitolo seguente; la relazione geofisica e i rispettivi certificati sono presentati nella Relazione delle Indagini geognostiche. L'ubicazione delle indagini geofisiche è riportata nella Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche e schematicamente nella figura seguente.

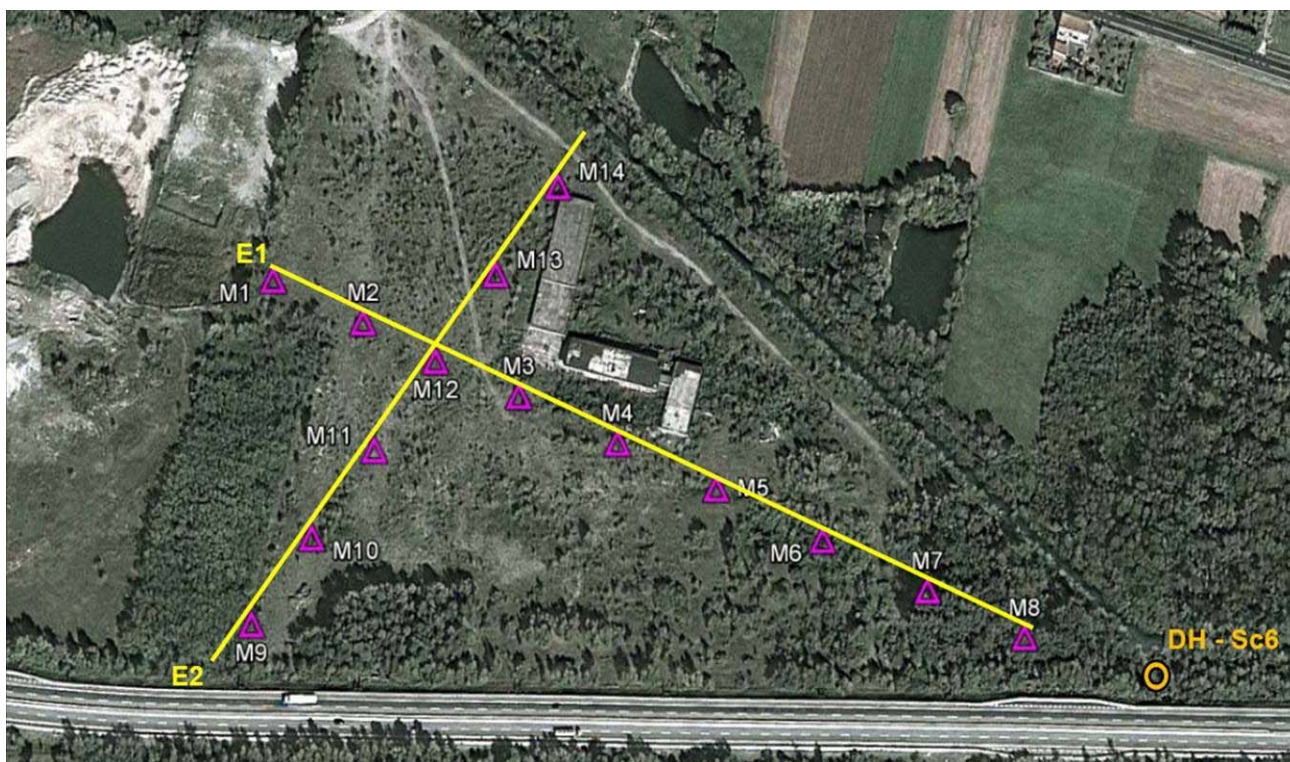


Figura 16 – Ubicazione delle indagini geofisiche realizzate nell'area di progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo.

Nella Tabella 3 sono riassunte le principali caratteristiche di ciascuna delle indagini geofisiche realizzate nell'ambito della progettazione definitiva.

8.2.1 Sintesi dei risultati delle indagini geofisiche

Di seguito si fornisce una sintesi dei principali risultati ottenuti dalle indagini geofisiche realizzate a supporto della progettazione definitiva del progetto di delocalizzazione dell'autoporto.

Tomografie elettriche:

n. 2 stendimenti (E1 ed E2) effettuati allo scopo di determinare la distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo; le due indagini realizzate presentano risultati comparabili e non evidenziano anomalie significative. I valori di resistività registrati lungo le sezioni, escludendo i primissimi metri, sono generalmente ridotti (< circa 650 Ohm/m) presumibilmente per la presenza di terreni saturi essendo la falda superficiale (mediamente circa 2 m da p.c.).

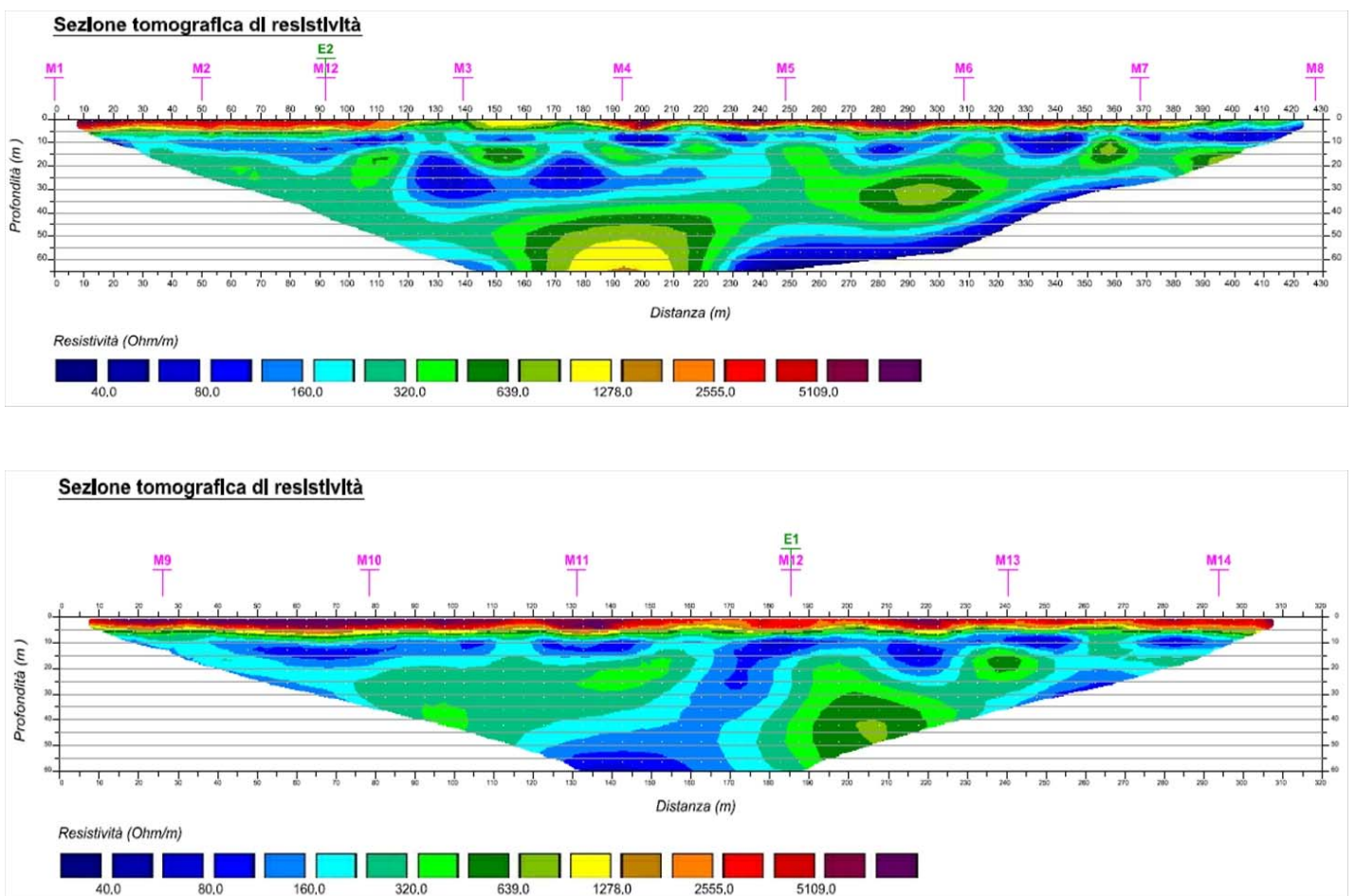


Figura 17 – Risultati delle indagini in tomografia elettrica: sezione tomografica E1 (in alto) – sezione tomografica E2 (in basso).

Prospezioni MASW:

n. 14 prove finalizzate a definire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio S. Le indagini hanno permesso di individuare un profilo di Vs caratterizzato dalla presenza di 4 orizzonti principali con differenti velocità; di seguito sono riportati i risultati ottenuti:

Orizzonte	Spessore medio orizzonte (m)	Velocità onde S (m/s)
Orizzonte 1	7	240-370
Orizzonte 2	8	390-500
Orizzonte 3	5	500-650
Orizzonte 4	10	780-970

Tabella 5 – Profilo verticale di Vs dell'area di progetto.

L'esecuzione delle indagini MASW ha permesso di definire il parametro VS30 (velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio), che viene calcolato con la seguente espressione:

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

Dove:

hi = spessore (in m);

Vi = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori;

N = numero di strati;

Nella tabella seguente sono sintetizzati tutti i valori di Vs30 ricavati attraverso le prove MASW realizzate nell'area di progetto durante la campagna di indagini per il Progetto Definitivo:

Codice indagine	Tipologia indagine	Vs30 (m/sec)
M1	MASW	509
M2	MASW	475
M3	MASW	499
M4	MASW	470
M5	MASW	472
M6	MASW	473
M7	MASW	476
M8	MASW	482
M9	MASW	493
M10	MASW	491
M11	MASW	488
M12	MASW	493
M13	MASW	479
M14	MASW	483
Sc6-DH	Down-hole	485
	valore min.	470
	valore max.	509
	valore medio	485

Tabella 6 – Sintesi dei valori di Vs30 ricavati attraverso le prove MASW.

Prova Down-hole:

Il sondaggio carotato Sc-6 (30 m di profondità) è stato attrezzato con tubo in PVC cementato per l'esecuzione di una prova geofisica in foro tipo Down-hole allo scopo di determinare le velocità di propagazione delle onde di compressione P e delle onde di taglio S.

Nella tabella di riepilogo successiva sono riportati, in funzione della profondità, il tempo di arrivo delle onde P (Tp) e S (Ts) in secondi, le velocità calcolate delle onde P (Vp) e S (Vs) in m/s, il rapporto Vp/Vs, la densità ipotizzata (γ) in kN/m³, il coefficiente di Poisson (ν), il modulo di Young (E), il modulo di taglio (G) in Mpa ed il parametro Vs30 (m/s) calcolata da piano campagna.

Profondità	ONDE P		ONDE S		Rapporto Vp/Vs	Densità (γ)	Coefficiente di Poisson (ν)	Modulo di Young (E)	Modulo di taglio (G)
	Tempo (Tp)	Velocità (Vp)	Tempo (Ts)	Velocità (Vs)					
m	s	m/s	s	m/s		kN/m ³		MPa	MPa
-1.0	0.0042	390	0.0082	199	2.0	19.0	0.32	204	77
-2.0	0.0058	475	0.0118	208	2.3	19.0	0.38	231	83
-3.0	0.0072	632	0.0150	274	2.3	19.0	0.38	403	146
-4.0	0.0084	760	0.0180	320	2.4	20.0	0.39	581	209
-5.0	0.0094	960	0.0205	378	2.5	20.0	0.41	819	291
-6.0	0.0104	1011	0.0229	414	2.4	20.0	0.40	977	349
-7.0	0.0113	1035	0.0252	426	2.4	20.0	0.40	1036	370
-8.0	0.0122	1079	0.0273	454	2.4	20.0	0.39	1169	420
-9.0	0.0132	1037	0.0296	439	2.4	21.0	0.39	1148	413
-10.0	0.0140	1185	0.0316	485	2.4	21.0	0.40	1412	504
-11.0	0.0148	1214	0.0335	533	2.3	21.0	0.38	1677	607
-12.0	0.0156	1224	0.0353	550	2.2	21.0	0.37	1779	648
-13.0	0.0164	1292	0.0371	549	2.4	21.0	0.39	1794	645
-14.0	0.0172	1232	0.0389	573	2.2	21.0	0.36	1913	702
-15.0	0.0181	1205	0.0406	581	2.1	21.0	0.35	1948	722
-16.0	0.0189	1179	0.0423	585	2.0	21.0	0.34	1960	733
-17.0	0.0198	1102	0.0441	554	2.0	21.0	0.33	1747	656
-18.0	0.0207	1128	0.0458	567	2.0	21.0	0.33	1831	688
-19.0	0.0216	1103	0.0477	546	2.0	21.0	0.34	1706	638
-20.0	0.0225	1157	0.0494	581	2.0	21.0	0.33	1925	723
-21.0	0.0233	1170	0.0511	588	2.0	22.0	0.33	2066	776
-22.0	0.0241	1309	0.0526	650	2.0	22.0	0.34	2531	947
-23.0	0.0248	1421	0.0540	710	2.0	22.0	0.33	3017	1131
-24.0	0.0254	1555	0.0553	765	2.0	22.0	0.34	3518	1313
-25.0	0.0260	1659	0.0565	829	2.0	22.0	0.33	4109	1541
-26.0	0.0266	1800	0.0576	904	2.0	22.0	0.33	4882	1834
-27.0	0.0271	1820	0.0587	921	2.0	22.0	0.33	5056	1904
-28.0	0.0277	1879	0.0598	930	2.0	22.0	0.34	5193	1941
-29.0	0.0282	1880	0.0608	948	2.0	22.0	0.33	5362	2017
-30.0	0.0287	1993	0.0618	996	2.0	22.0	0.33	5933	2225

Vs30 (m/s)	485
-------------------	------------

Tabella 7 – Tabella di sintesi dei risultati della prova Down-hole realizzata nel foro di sondaggio Sc-6.

9. Classificazione sismica di sito

In materia di classificazione del rischio sismico, la normativa in vigore fa riferimento al Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (Norme Tecniche per le Costruzioni, GU n.29 del 04/02/2008). Le NTC definiscono la pericolosità sismica di un sito in termini della specifica accelerazione orizzontale massima su roccia (condizione per la quale ag coincide con PGA - Peak Ground Acceleration, accelerazione massima al suolo) e del corrispondente spettro elastico di risposta al sisma. Il metodo deriva direttamente dagli studi realizzati dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) commissionati dalla Protezione Civile che hanno discretizzato il territorio nazionale creando una griglia con passo pari a 5 km nelle due direzioni orizzontali. In corrispondenza dei nodi di questo reticolo si è attribuito, tramite analisi probabilistica, i valori utili di a_g e dello spettro elastico. Tali valori sono direttamente forniti dalle NTC (nel loro Allegato B). Posizionando il sito di indagine sul reticolo è quindi possibile attribuire mediante interpolazione specifici valori di a_g che sono amplificati considerando la categoria di suolo, l'effetto topografico e gli effetti di bordo di valli alluvionali.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni distinguono i terreni in 5 diverse classi (A, B, C, D, E, più due classi speciali S1 e S2) sulla base delle caratteristiche litologiche, del profilo stratigrafico e dei valori della velocità delle onde di taglio V_{s30} (m/sec) registrati nei primi 30 m di profondità. In mancanza di disponibilità di quest'ultimo dato, si consente l'utilizzo del valore medio di SPT che può essere anche correlato al valore della resistenza al taglio non drenata c_u (kPa).

Dal momento che nel settore di studio sono disponibili indagini sismiche per la determinazione dei valori della V_{s30} , queste ultime sono state utilizzate per la definizione della classe sismica di suolo; in particolare tutte le indagini hanno fornito dei valori di V_{s30} variabili tra un minimo di 470 ed un massimo di 509 m/sec, per un valore medio di 485 m/sec. Sulla base di questi risultati pertanto i terreni presenti nell'area di progetto ricadono nella categoria di suolo di tipo **B** ovvero "depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti".

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Figura 18 – Tabella riassuntiva delle categorie di sottosuolo estratta dalle “Norme tecniche per le costruzioni” (D.M. 14 gennaio 2008).

Con riferimento all’amplificazione dell’azione sismica per effetto della categoria topografica espressa dal coefficiente S_T , in base alla topografia del sito si adottano i seguenti coefficienti:

Opera	Categoria	Caratteristica della sup. topografica	S_T
Sovrappasso rampa di ingresso, sovrappasso rampa di uscita, ponte canale Nie, muri di sostegno, cuspidi rampe di svincolo carreggiata A32, adeguamento tombini e sottopassi Pk 24+358 e Pk 24+497, centrale antincendio, tombino faunistico, tombini idraulici, ecc...	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1.0

Tabella 8 – Coefficiente di amplificazione topografica