



COMUNE DI PIEVE DI TECO

PROVINCIA DI IMPERIA

PROPOSTA DI INDIVIDUAZIONE E DISCIPLINA DI AMBITO URBANO DI CUI ALLA L.R. 23/2018 – DISPOSIZIONE PER LA RIGENERAZIONE URBANA ED IL RECUPERO DEL TERRITORIO AGRICOLO. RICHIESTA CONTRIBUTO PER LE ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE PER L'INDIVIDUAZIONE E LA DISCIPLINA DEGLI AMBITI URBANI DI CUI L'ARTICOLO 2 DELLA L.R. 23/2018 – DISPOSIZIONI PER LA RIGENERAZIONE URBANA ED IL RECUPERO DEL TERRITORIO AGRICOLO – D.G.R. N. 1047 DEL 29 NOVEMBRE 2019

AMBITO COMPRENDENTE INSEDIAMENTI PRODUTTIVI ,
EDIFICI E MANUFATTI STORICI ESTERNI ALL'ABITATO
STORICO, CENTRO STORICO DEL CAPOLUOGO

Indagine geologica ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» e s.m.i. e ai sensi della L.R. 36/1997 e s.m.i. e della D.G.R. 1745/2013 Regione Liguria in riferimento all'art.7 c.3 L.R. urbanistica citata.

INDICE

INDICE	1
1. PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI	2
2. PRESENTAZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI.....	6
3. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA.....	9
4. MODELLO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA	12
5. PROFILO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DI MASSIMA	17
5.1. TERRENI SCIOLTI	17
5.2. LITOLOGIE RIGIDE (SUBSTRATO ROCCIOSO)	19
6. MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1	21
7. PROGRAMMA DELLE INDAGINI PER LA FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA ..	26
8. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI.....	30
9. CONCLUSIONI	32
10. ALLEGATI	35



1. PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Su incarico della Committenza, Comune di Pieve di Teco con Determinazione dell'Ufficio Tecnico n. 692 del 27/11/2020 ad integrazione della precedente Determinazione n. 632 del 13/11/2020, in collaborazione con l'Arch. ROGGERI Cristina, sono stato incaricato grazie al finanziamento dei *"Contributi per le attività di progettazione e per l'individuazione e la disciplina degli ambiti urbani di cui all'art. 2 della L.R. n.23 del 29 novembre 2018 - Disposizioni per la rigenerazione urbana ed il recupero del territorio agricolo"* di redigere la documentazione geologica necessaria per la rigenerazione urbana ed il recupero del territorio agricolo – Decisione n. 24/RU – Ambito comprendente: INSEDIAMENTI PRODUTTIVI, EDIFICI E MANUFATTI STORICI ESTERNI ALL'ABITATO STORICO, CENTRO STORICO DEL CAPOLUOGO.

L'ambito individuato dall'A.C. contiene al proprio interno elementi che necessitano di trasformazione differenziata tra loro; sono caratterizzati da presenza di aree urbane connotate da marginalità economica e sociale con presenza di edifici contraddistinti da obsolescenza statica, tecnologica e funzionale e presenza di edifici abbandonati da recuperare e riusare per finalità turistico ricettive. Si tratta di un perimetro che abbraccia il Centro Storico di Pieve di Teco con particolare attenzione per un edificio storico di una certa consistenza, abbandonato da anni (Palazzo proprietà Fondazione Chiossone) per il quale la presente proposta intende consentire la creazione di una struttura turistico ricettiva di tipo alberghiero, e due aree a monte dell'abitato caratterizzate dall'esigenza di porre in atto il recupero di edifici e manufatti storici (chiosco e ponte medioevale) in parallelo al mantenimento/sviluppo di aree produttive esistenti e di un'area destinata all'insediamento di edifici con destinazione produttiva per la quale la normativa dell'attuale SUG ha ipotizzato meccanismi complessi che di fatto ne hanno frenato lo sviluppo.

L'ambito è stato diviso in Aree d'intervento separate per le quali si sono sinteticamente ipotizzate le tipologie di intervento previsti (ex art.3 L.R. 23/2018), le destinazioni d'uso, la disciplina degli interventi edilizi. L'identificazione dell'ambito è stata fatta in conformità al comma 3) art.2 L.R. 23/2018.

Il sito in esame è individuabile sulle C.T.R. (Tavola 1):

- n. 244151 Lavina (scala 1:5.000),
- n. 244112 Acquetico (scala 1:5.000),
- n. 244123 Lovegno (scala 1:5.000),
- n. 244164 Pieve di Teco (scala 1:5.000).

I siti di interesse occupano tre zone contraddistinte da diversi colori nella Tavola 1 e si pongono nella parte prossima all'alveo di scorrimento del Torrente Arroscia: due aree (verde e azzurro) a monte dell'abitato mentre la terza (rossa) si pone in pieno centro urbano. Le quote variano dai circa 22m slm a circa 265m slm.

Le indagini geologiche, in questa fase preliminare, hanno preso in considerazione quanto messo a disposizione dagli Uffici Tecnici Comunale e dagli altri Enti provinciali e Regionali; tali indagini sono stilate in conformità alle normative vigenti in materia e in particolare al D.M. Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme



tecniche per le costruzioni” e alla relativa Circolare esplicativa C.S.LL.PP. n. 7 del 21/01/2019.

Relativamente agli aspetti relativi alla pericolosità sismica, occorre fare riferimento alla D.G.R. 471/2010 che definisce i “Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della L.R. 29/1983, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale”, alla successiva circolare esplicativa del 09/12/2010 emanata dalla Regione Liguria e soprattutto alla D.G.R. n. 714 del 21/06/2011 “Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della DGR 471/2010”.

Per quanto riguarda il Piano di Bacino (Ambito 9 - CENTA), l'area in esame è situata in un contesto geomorfologico definibile come basso topografico o area di fondovalle in cui è necessario analizzare l'ambito di versante, posto alle spalle, in particolare l'esistenza di fenomeni franosi pregressi che abbiano interessato l'area e la possibilità che si possano avere fenomeni di esondazione delle stesse aree di interesse e dell'abitato di Pieve di Teco.

Il sottobacino del Torrente Arroscia (Ambito 9 - CENTA) è stato studiato e sono state realizzate le tavole del rischio idraulico che rappresentano le aree dove è possibile che si abbiano fenomeni di esondazione Tavola 13b in funzione del tempo di ritorno $T=50$ anni, $T=200$ anni e $T=500$ anni (Tavola 2). Vista la posizione dell'abitato di Pieve di Teco dalla verifica effettuata con il confronto della Carta della Franosità Reale (Tavole c e Tavola d del Piano di Bacino) non si evidenzia la presenza di alcun tipo di movimento gravitativo nelle zone di interesse del presente studio. In sintesi, l'analisi della cartografia a corredo del Piano di bacino ha prodotto i seguenti risultati:

- le Carta del Reticolo Idrografico Regionale adottato con D.G.R. N. 507 del 21/06/2019 – Gli Squadri 244110, 244120, 244150 e 244160 riportano l'area di interesse che rileva la presenza di alcuni corsi d'acqua che si dispongono in destra ed in sinistra idrografica del Torrente Arroscia, corso d'acqua di 5° Ordine di Strahler, corso d'acqua principale dell'omonima valle. Gli altri rii sono: Rio Barchei e Torrente Arrognà (sinistra) Rio Robine e Rio della Croce (destra). Il Torrente Arroscia costituisce anche il fondovalle su cui sorge l'abitato di Pieve di Teco. Le aree di interesse per la presente relazione sono poste tanto in destra quanto in sinistra idrografica. Il Rio Barchei, rio secondario, scorre, per un tratto tombinato all'interno dell'ambito di intervento 3, questo comporta una interferenza formale e sostanziale con l'area di interesse in quanto si vengono a creare delle fasce di alluvionabilità con $T=500$ anni (Tavola 2);
- nella cartografia allegata al Piano di Bacino tutti gli areali di interesse sono inseriti, nelle parti marginali a contatto con gli alvei dei torrenti/rii, all'interno delle fasce di inondabilità e perciò, per alcuni tratti risultano esondabili con tempi di ritorno da $T=50$ anni, $T=200$ anni e $T=500$ anni come riportato sulla Carta delle fasce fluviali che comporta la suddivisione dello stesso territorio anche in base al Rischio idraulico su una scala variabile fra R0 (rischio lieve o trascurabile) ed R4 (rischio molto elevato) (Tavola 2);



- la verifica della carta della franosità reale, documento allegato al Piano di Bacino Tavole c e d, non evidenzia la presenza di alcuna forma, processo o deposito né attivo né quiescente nella zona di interesse;
- il controllo della carta della suscettività al dissesto (Tavola c e d) propone i siti oggetto della presente relazione inseriti, tutti, nella classe di suscettività indicata come Pg1 (suscettività bassa) mentre, al contorno, le aree sono inserite in classe Pg2 (suscettività media) rimandando quindi alle norme geologiche di attuazione dello strumento urbanistico generale;
- sulla carta del rischio geologico la zona è classificata come Rg1 (rischio moderato) mentre è presente, nella parte più a nord, un'area classificata come Rg0 (rischio lieve o trascurabile);
- si precisa che solo l'area di intervento definita come ambito di intervento 3 è posta esternamente alle aree sottoposte al R.D. 3267 del 30/12/1923 "Riordinamento e riforma della Legislazione in materia di boschi e di terreni montani" ovvero a quanto definito con l'attuale L.R. n. 4 del 22/01/1999 o Vincolo Idrogeologico, l'ambito di intervento 2 ricade solo in parte in area sottoposta al Vincolo idrogeologico mentre l'ambito di intervento 1 ricade completamente nelle aree sottoposte al R.D. 3267 del 30/12/1923.

A livello comunale si deve fare riferimento agli studi geologici a corredo del P.U.C. di Pieve di Teco (Romagnolo, 2014), dove nella carta di zonizzazione e suscettività d'uso del territorio l'area di intervento ricade in Zona B – aree con suscettività d'uso condizionata (Tavola 3).

Sempre in relazione allo stesso strumento urbanistico adottato (Romagnolo, 2014), si rileva che per l'area in esame è stata redatta ex novo la carta di microzonazione sismica di 1° livello denominata carta delle MOPS; il settore in questione si inserisce nelle zone B – Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali in quanto si potrebbero verificare dei problemi nei rapporti fra substrato alterato/depositi alluvionali in relazione agli spessori della parte incoerente che può dar luogo ad incrementi sismici sul costruito. Gli interventi previsti in questa fase dalla Rigenerazione Urbana possono essere considerati come interventi di elevata incidenza sull'assetto geomorfologico, tenuto conto della loro tipologia, e anche come interventi che rivestono una particolare rilevanza in quanto si dispongono su grandi aree (Tavola 5).

In merito allo stesso intervento si è perciò cercata l'idonea soluzione che tenesse conto delle indicazioni riportate nel Regolamento Regionale 14 Luglio 2011, n. 3 (Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua) e del Regolamento Regionale 16 Marzo 2016 n. 1 che porta Modifiche al Regolamento Regionale 14 luglio 2011, n. 3 (Bollettino Ufficiale n. 20 del 20 luglio 2011)

Ai fini del presente regolamento valgono le seguenti definizioni:

a) Reticolo idrografico regionale: reticolo idrografico che comprende tutti i corsi d'acqua presenti sul territorio regionale, ovvero quelli già iscritti agli ex elenchi delle acque pubbliche e quelli per i quali la declaratoria di pubblicità è intervenuta con l'entrata in vigore del (Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della in materia di risorse idriche). Il reticolo idrografico è articolato nei seguenti livelli:



1) reticolo idrografico di primo livello: porzione del reticolo idrografico comprendente le aste fluviali con bacino sotteso con superficie maggiore di 1 Km² ;

2) reticolo idrografico di secondo livello: porzione del reticolo idrografico comprendente le aste fluviali con bacino sotteso compreso tra 1 e 0,25 Km²;

3) reticolo idrografico di terzo livello: porzione del reticolo idrografico comprendente le aste fluviali con bacino sotteso compreso tra 0,25 e 0,1 Km²;

4) reticolo idrografico minuto: porzione del reticolo idrografico regionale comprendente le aste fluviali non appartenenti alle articolazioni definite alle lettere precedenti. A fini applicativi della disciplina del presente regolamento, laddove relativa a tale articolazione, si fa riferimento alla gerarchizzazione del reticolo idrografico secondo il criterio di Horton-Strahler, associando ad ogni tratto fluviale la normativa relativa all'area sottesa al primo nodo di confluenza a valle del tratto stesso.

Relativamente ai tratti dei corsi d'acqua, che non sono stati oggetto di studi idraulici finalizzati alla individuazione delle fasce di inondabilità, di cui alla lett. a), del comma 2 dell'art. 12, rappresentati nelle Tav. 19 c e d, sulla base delle definizioni di cui all'art. 6 è stabilita altresì una fascia di rispetto, da misurarsi coerenza con il disposto del Regolamento regionale n. 3/2011, come di seguito articolata:

- (a) 40 metri per i corsi d'acqua del reticolo significativo definiti come principali;
- (b) 20 metri per i corsi d'acqua del reticolo significativo definiti come secondari;
- (c) 10 metri per i corsi d'acqua del reticolo significativo definiti come minori;



2. PRESENTAZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Il sito in oggetto è localizzato all'interno del tessuto urbano del Comune di Pieve di Teco. Il Borgo è il centro della Valle Arroscia, situato lungo la statale 28, a metà strada tra il mare di Imperia e il Piemonte. Cittadina dal grande valore storico e culturale offre ai visitatori dei magnifici portici medievali, edifici religiosi ed eventi di richiamo.

Le origini medioevali di Pieve di Teco caratterizzano la sua incredibile bellezza per i visitatori che attraversano le sue vie pavimentate e non di rado incontrano diversi edifici religiosi e chiese. Una delle caratteristiche distintive di Pieve di Teco sono proprio le numerose chiese, che nei secoli hanno sottolineato momenti storici importanti e quasi sempre legate all'incrementarsi dei commerci e dei collegamenti con la vicina Riviera Ligure.

Pieve di Teco si trova, infatti, nell'entroterra ligure, dove lo spazio è condiviso a nord con le Alpi liguri e a sud con la natura rigogliosa quanto generosa di bellezza e abbondanza di prodotti della Valle Arroscia. Un'altra caratteristica inconfondibile di Pieve di Teco sono i suoi portici, che ancora oggi come in passato sono il luogo preferito dai commercianti, soprattutto lungo la via Ponzoni dove si avvicendano bancarelle e mercati. È in queste occasioni che le vie si popolano di visitatori, turisti e di gente in cerca dell'affare o anche solo per fare una passeggiata.

Gli ambiti individuati (sono tre) contengono al proprio interno elementi che denotano una significativa necessità di trasformazione, diversa tra loro, anche se fattore comune trainante è la presenza di aree urbane connotate da marginalità economica e sociale con presenza di edifici caratterizzati da obsolescenza statica, tecnologica e funzionale; si registra la presenza di edifici accomunati dal degrado urbanistico ed edilizio che certamente sono da recuperare per configurarne il riutilizzo con finalità turistico ricettive.

Le condizioni di degrado urbanistico ed edilizio sono, in questo caso, particolarmente evidenti, ma cerchiamo di avere una visione di massima delle aree d'ambito:

1. L'area d'ambito n.1 denominata "Prati San Giovanni" a NW del Capoluogo.

Tale ambito viene descritto come il distretto che occupa un'ampia fascia pedecollinare posta in destra del Torrente Arroscia. È classificato dallo SUG come DISTRETTO (ZONA D). L'ambito si trova in direzione NW rispetto al Capoluogo, perciò a monte. Era già oggetto, nel previgente strumento generale di pianificazione, di previsioni di sviluppo insediativo a destinazione produttivo-artigianale, e recentemente, a seguito della realizzazione delle nuove infrastrutture della Statale 28, è stato profondamente ed ampiamente trasformato sotto il profilo ambientale e morfologico. Il nuovo assetto dell'area è difforme rispetto alla situazione originaria dei suoli, sia nella geomorfologia sia nella vegetazione, in quanto l'area è stata utilizzata come deposito dello smarino proveniente dagli scavi della galleria Pieve di Teco.

Per tale distretto il PUC si ripropone un obiettivo generale e prioritario di riqualificazione ambientale del sito, riqualificazione e rinaturalizzazione che risultano compatibili con un suo parziale utilizzo ad area produttiva per insediamenti artigianali ed attività produttive a basso impatto ambientale.



2. L'ambito n. 2 è sempre in direzione NW e fa da legante con gli altri due ambiti contiene il Complesso Monumentale degli Agostiniani.

Anche questo ambito è caratterizzato da un degrado urbanistico dovuta alla presenza di edifici artigianali a fianco del Complesso Monumentale degli Agostiniani e di porzioni di viabilità pubblica e manufatti di pregio.

Il PUC vigente prevede due scenari per il Restauro del complesso monumentale degli Agostiniani e degli spazi pertinenziali (chiostro ed aree esterne di accesso) che ne prevede o un uso "museale" o "turistico ricettivo". La norma è stringente e, anche in questo caso, deve essere semplificata poiché non risulta attuabile e non ha dato in questi termini alcun risultato né per quanto riguarda il bene pubblico né per il "riordino" delle proprietà private.

Certamente, vista la tipicità dell'area è opportuno addivenire ad una pianificazione che porti alla riduzione delle situazioni di degrado e abbandono in atto attraverso una proposta che crei un interesse maggiore rispetto al semplice "recupero" a fronte dell'uso di materiali e tecniche innovative e che consenta, nel rispetto dei reciproci interessi, il recupero di quei luoghi storici presenti nei vari ambiti. In generale gli obiettivi che hanno portato alla seguente richiesta vogliono traguardare:

- La messa in sicurezza e rigenerazione del patrimonio edilizio privato;
- La rivalutazione degli spazi pubblici, del verde urbano, dei servizi;
- La valorizzazione del centro storico e la sua rivitalizzazione;
- L'incremento delle attività produttive e quindi dei posti di lavoro;
- La messa a sistema degli investimenti privati e pubblici.

3. Nella zona d'ambito n. 3 ricade l'abitato di Pieve di Teco Capoluogo.

All'interno di tale ambito si annovera la presenza di alcuni edifici scarsamente utilizzati, in particolare si tratta di un complesso edilizio molto importante che versa ormai in stato di abbandono da anni, (l'edificio di interesse è evidenziato in rosso nella planimetria Tavola 1).

La ri-progettazione del centro storico deve prevedere la possibilità di attuare operazioni di cambio di destinazione d'uso per una ri-funzionalizzazione del certo storico con la possibilità di avere destinazioni turistico ricettive, in questo caso, di tipo alberghiero. Per molti altri fabbricati, sempre dell'ambito, si ritiene utile consentire il cambio di destinazione d'uso per attività tipo albergo diffuso, case vacanze e locande.

In tale ambito, Pieve di Teco capoluogo, la carenza di dotazioni di servizi di urbanizzazione ha visto la possibilità di creare un insieme di arredi ed attrezzature innovativi, che riutilizzando materiali e tecniche locali migliorino lo spazio urbano con tecniche e materiali finalizzati al risparmio energetico ed al rinnovamento delle dotazioni urbane. Si può perciò prevedere l'inserimento di bacheche per le opportune informazioni territoriali, georeferenziate, la messa in posizione di colonnine per la ricarica di bici elettriche, insomma la revisione degli spazi e delle attrezzature per il Turismo Outdoor che siano accoglienti ed includenti.



Le ultime due aree di riferimento ricadono in un ambito profondamente modificato dalle condizioni di antropizzazione compatta in quanto siamo in pieno centro storico (l'ambito 2 rappresenta una continuità con il centro storico): la costruzione di numerosi manufatti, alcuni in elevazione, anche di media volumetria, con le relative pertinenze e soprattutto delle vie di comunicazione carrabili e pedonali ha comportato un intenso rimaneggiamento del territorio. Lo stesso dicasi per la Zona Prati San Giovanni dove l'intervento antropico è stato molto più pesante anche se non si ha la presenza di manufatti emergenti.



3. MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA

Con riferimento alla cartografia geologica ufficiale (F. 91 Servizio Geologico d'Italia, 1934) e alla recente cartografia correlata ai rilievi operati per la stesura del Piano di Bacino Stralcio per la difesa idraulica ed idrogeologica - Torrente Arroscia (Ambito di Bacino n. 9 – Centa) Approvato con D.C.P. n. 19 in data 27/02/2003 ed in particolare alle Carte Geolitologiche n. 1c e n. 1d. Lo stesso documento urbanistico riporta il rilievo geologico delle aree di ambito sulla Tavola GEO_01 (dott. geol. Manuela ROMAGNOLO) e viene descritto sulla Tavola 4 allegata alla presente. Le litologie presenti in posto appartengono alla Formazione di Testico ed in particolare al Membro di Pieve di Teco.

In generale, nell'area di intervento sono stati rilevati affioramenti rocciosi che si pongono marginalmente alle aree d'ambito e che sono stati incontrati nelle varie indagini espletate nelle aree o in luoghi in prossimità delle stesse. Infatti, nelle indagini messe a disposizione dal Comune di Pieve di Teco, il substrato risulta sempre mascherato, in ragione del contesto geomorfologico che vede la presenza di spessi depositi alluvionali che, nella zona a NW, sono sormontati da ingenti riporti antropici. Su questi materiali sciolti si va a sovrapporre l'azione antropica che, oltre alla realizzazione di manufatti abitativi, ha portato alla realizzazione di muri in pietra a secco per andare a realizzare delle piccole superfici pianeggianti (fasce) su cui, un tempo, si andava a coltivare per il fabbisogno alimentare di ogni famiglia.

Nelle Alpi Marittime, in un ampio triangolo che ha ai suoi vertici Sanremo-Bordighera, Albenga ed il Colle di Tenda, si sviluppano vasti affioramenti sedimentari di tipo flyschoidi considerati alloctoni. Essi risultano compresi tra la copertura sedimentaria del massiccio cristallino Argentera – Mercantour (Zona Delfinese – Provenzale), ad ovest, ed i principali affioramenti del "Brianzonese Ligure", a nord, essendo l'area sud-orientale coperta dal Mar Ligure.

Sono considerati (Lanteaume, 1958) come sovrascorsi da nord (o da nord-est), cioè da zone paleogeograficamente più all'interno, secondo la vergenza alpina, del Brianzonese Ligure. Possono provenire in parte da quella zona oceanica (Piemontese-Ligure) che nel Mesozoico ha separato la zolla europea da quella insubrica; in parte, dal margine continentale europeo (zona piemontese s.l. o piemontese esterna-prepiemontese), cioè dal limite tra la già citata area oceanica e il Brianzonese.

Le unità sovrascorse hanno sepolto il contatto tra il Brianzonese Ligure e l'autocotono Delfinese -Provenzale.

I flysch della Liguria occidentale constano di diverse successioni, di età compresa tra il Cretacico superiore e l'Eocene, costituenti unità o elementi tettonici distinti, accavallati gli uni sugli altri in modo che generalmente quelli situati a SSW giacciono sotto quelli situati a NNE. L'attuale disposizione degli affioramenti delle varie unità risulta essere (da SSW a NNE) Formazione di Sanremo – Monte Saccarello, Unità di Moglio – Testico, Unità di Borghetto d'Arroscia, Formazione di Arnasco – Castelbianco.

La Zona Brianzonese presenta litologie appartenenti all'Unità esterna superiore di Caprauna-Armetta; il Dominio Piemontese è rappresentato dall'Unità di Arnasco-



Castelbianco, mentre le successioni flyschoidi sono costituite dalle Unità di Sanremo-Monte Saccarello, Moglio-Testico, Borghetto d'Arroscia-Alassio e Colla Domenica-Leverone.

Nella zona di interesse, dal punto di vista geologico, affiorano le litologie rigide sono ascrivibili al Dominio Piemontese-Ligure (oceanico). L'area sottoposta ad indagine occupa una porzione del territorio posto nella parte centrale della Valle del Torrente Arroscia.

L'assetto geologico delle aree di ambito è caratterizzato da un substrato roccioso non affiorante se non ai margini delle zone mentre sono largamente rappresentati i terreni più recenti quaternari quali le alluvioni del Torrente Arroscia e degli altri rii presenti (antiche e attuali). Al momento in cui si è realizzato il rilievo si è rilevata la presenza di accumuli di materiale detritico e/o riporti antropici della zona d'ambito 1.

Le litologie che dovrebbero costituire il bedrock dell'area sono definibili come appartenenti all'unità di Moglio – Testico che si pone in posizione intermedia tra le successioni di Sanremo, a ovest, e di Borghetto, ad est, con le quali presenta contatti di natura problematica. I terreni dell'Unità di Moglio-Testico presentano marcate analogie con quelli della successione di San Remo; esistono anche notevoli analogie con formazioni di pertinenza ligure, affioranti nell'Appennino Settentrionale (Formazione di Val Lavagna e Flysch di Busalla).

L'Unità di Moglio – Testico consta di una successione poco conosciuta che comprende due formazioni (Boni & Vanossi, 1972): la Formazione di Testico e le Peliti di Moglio:

- La Formazione di Testico, dubitativamente considerata come la più recente, è costituita da un Flysch pelitico – arenaceo, localmente calcareo – marnoso, nel quale sono state rinvenute rare Globorotalie di tipo paleoceanico (Membro di Cesio, superiore), e da torbiditi marnose, subordinatamente arenacee, di età non determinata (Membro di Pieve di Teco);
- Le Peliti di Moglio, argilliti talora marnose, frequentemente manganesifere, con intercalazioni di siltiti silicizzate, con piccole masse di tipo diabasico, contengono rare Globorotalie di tipo paleocenico, associate a microfaune rimaneggiate del Cretacico superiore e sono assegnate al Paleocene – Cretacico superiore (?).

I terreni di questa Unità presentano, come già accennato, delle marcate analogie con formazioni di pertinenza ligure affioranti nell'Appennino settentrionale: con la Formazione della Val Lavagna, in particolare, e con i suoi equivalenti affioranti più ad ovest.

La Formazione di Testico nella facies prevalente consta di un'alternanza ritmica, in strati sottili, di marne, di arenarie quarzoso-micacee e di peliti di colore ocraceo. In particolare, Boni e Vanossi (1972) hanno distinto al suo interno due membri, dei quali quello inferiore, Membro di Pieve di Teco, con caratteri marnosi e marno-siltosi a base calcareo-arenacea, e quello superiore, Membro di Cesio, prevalentemente siltoso-arenaceo ed assimilabile alla Formazione di San Bartolomeo. Il Membro di Pieve di Teco a sua volta può essere distinto in sub membro A e sub-membro B in base allo spessore



degli strati rocciosi che appaiono medio-sottili (circa 25 cm) nel primo caso e medio-spessi (circa 50 cm) o spessi (circa 75 cm) nel secondo caso (M. Marini, 1995).

In linea generale le condizioni geomeccaniche del litotipo sono in genere piuttosto scadenti nella fascia superficiale che, soggetta ai fenomeni esogeni, risente in modo particolare della elevata alterabilità e degradabilità degli interstrati pelitici.

Le coltri detritiche eluviali-colluviali derivanti dall'azione chimico-fisica degli agenti atmosferici sul litotipo, presentano, in linea di massima, una natura limo-argilloso-sabbiosa.

Consultando la Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio Boves 91 (1934) rilevata dall'ing. D. Zaccagna con il concorso dell'ing. S. Franchi, in quanto non si hanno studi recenti se non quelli del Piano di Bacino Stralcio e quelli redatti per la realizzazione del PUC, si è appurato che la litofacies affiorante appartiene "pr" di Franchi che definiva come "*Arenoscisti (Flysch): Arenarie in prevalenza, scisti argillosi, e zone marnose con banchi di calcare alberese, calcari cristallini, brecciole e calcari con piccole nummuliti ed altri foraminifera*".

Alcune misure di giacitura effettuate sugli strati affioranti, in prossimità dell'area d'interesse evidenziano un assetto stratigrafico con immersione prevalente a NNE e angoli d'inclinazione variabili fra 30-70°. Questa "monotonia" nella giacitura degli strati fa sì che si possa affermare come in destra idrografica del Torrente Arroscia gli strati si dispongono a franapoggio mentre in sinistra si mettono a reggipoggio. A seconda della direzione dell'alveo, quasi tutto in roccia, gli strati possono presentarsi con giacitura che mostrano gli strati praticamente verticali.



4. MODELLO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Dal punto di vista geomorfologico, la zona del Borgo Storico di Pieve di Teco, che costituisce anche la zona d'ambito 3 di interesse progettuale, si colloca su un ampio pianoro di fondovalle costituito dall'area di confluenza di due corsi d'acqua di un certo interesse che possono essere classificati fra i corsi d'acqua di 1° Livello secondo il Regolamento 14 luglio 2011, n. 3 - Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua (Bollettino Ufficiale n. 20 del 20 luglio 2011). Il Centro Storico si pone, per l'ambito, tutto in sinistra idrografica del Torrente Arroscia.

Il pianoro su cui sorge il Centro Storico, presenta una pendenza contenuta in quanto inserito nelle classi di acclività 1 e 2 che indicano un angolo di versante $\beta = 0^\circ \div 11^\circ$. Le litologie rigide di base, ovvero i terreni di fondazione, sono costituiti da uno spesso materasso alluvionale che, molto probabilmente, va ad appoggiare sulle litologie del Membro di Pieve di Teco appartenente alla Formazione di Testico. In alcune parti le alluvioni più antiche sono rimaneggiate e spesso frammiste alle coltri detritiche, specialmente nei punti a ridosso dei versanti collinari, e a materiale derivante dal riporto antropico, cioè alle variazioni impostate dall'uomo. In relazione all'area d'ambito non è stato possibile verificare l'esistenza di substrato roccioso se non a livello dell'alveo di scorrimento di alcuni dei corsi d'acqua principali; restano visibili, dove non è presente l'edificato, piccoli appezzamenti di terreno in cui è solo visibile la coltre detritica superficiale.

Gli ambiti di intervento 1 e 2 sono praticamente esterni al Centro Storico, anche se l'ambito 2 racchiude il Complesso Monumentale degli Agostiniani e porzioni di viabilità pubblica e manufatti di pregio. I due ambiti si posizionano a nord-est del Centro Storico, a valle della vecchia Strada Statale n. 28 del Colle di Nava. La loro posizione viene a collocarsi in area di deposito fluviale dove le litologie che si incontrano sono i depositi alluvionali antichi, terrazzati, su cui si era impostata l'agricoltura di tipo familiare. L'ambito 2 si sviluppa in parte in destra ed in parte in sinistra idrografica; l'ambito 1 si pone completamente in destra idrografia sempre del Torrente Arroscia.

I sopralluoghi espletati nella zona d'ambito 1, Località Pian di San Pietro, hanno permesso di evidenziare la presenza di affioramenti lungo il corso del Torrente Arroscia che corrispondono ad affioramenti di che possono essere descritti come successioni monotone e mal stratificate di marne più o meno argillose, calcaree ed arenacee, di colore grigio azzurro, con caratteristica alterazione giallo grigiastra ed intercalazioni di calcari marnosi e calcari quarzosi grossolani. Sormontano queste litologie rigide il materiale detritico alluvionale che interessa la parte posta in prossimità dell'alveo del Torrente Arroscia. La morfologia dell'area è stata tuttavia stravolta in seguito alla sistemazione in loco del materiale proveniente dalla realizzazione della galleria del nuovo tracciato della Strada Statale 28. Si tratta, in particolare, della discarica protetta a valle da grossi blocchi e trovanti che contiene lo "smarino" della galleria. Il profilo della discarica assume una forma a gradoni con una superficie sub pianeggiante alla sommità.

Tenendo conto del contesto di appartenenza, è ragionevole ritenere che la roccia risulti in condizioni di affioramento e/o sub affioramento nell'alveo del torrente. In alcuni



tratti è comunque mascherata da coperture sciolte di spessore sottile; solo localmente, in corrispondenza di settori significativamente modificati dall'uomo, i riporti possano assumere potenze rilevanti. Le alluvioni, le coltri detritiche e i riporti antropici costituiscono un elemento importante specialmente in destra idrografica e sono elemento importante e destabilizzante dell'area identificata come Località Pian di San Pietro.

Gli ambiti possono essere classificati come ambiti di fondovalle dove si rileva la presenza di importanti depositi alluvionali, antichi e disposti in vari ordini di terrazzi e mobili di spessore quasi irrilevante che interessano l'alveo di piena dei torrenti. Le alluvioni sono presenti, in particolare, lungo gli alvei di deflusso principale (Torrente Arroscia e Torrente Arrognà) e molto raramente lungo i loro affluenti e costituiscono delle aree "di deposito" molto importanti. Le alluvioni mobili cambiano in relazione alle piene, costituiscono ed occupano l'alveo attivo e, ogni volta che si registra una piena, sono continuamente mobilizzate e cambiano la forma e gli spessori. Le alluvioni mobili appoggiano direttamente sul substrato rigido affiorante visibile in alveo in molti tratti del corso d'acqua.

Nelle alluvioni si riconoscono materiali detritici di varia pezzatura, dal masso fino al sedimento più fine cui appartengono limo e argilla, trasportati e depositati dai corsi d'acqua e dai loro affluenti nelle zone/aree dove la velocità della corrente e la idrogeomorfologia del corso d'acqua lo permettono. Gli elementi che costituiscono questi depositi non coesivi trovano origine dal disfacimento delle varie "essenze" che costituiscono le complesse strutture sedimentarie che emergono in Valle Arroscia che possono comunque essere ricondotte alle sequenze dell'Unità di Sanremo – Monte Saccarello, della Moglio – Testico, della Borghetto d'Arroscia – Alassio, della Colla Domenica – Leverone, della Arnasco – Castelbianco e della Caprauna – Armetta, insomma una sequenza di materiali di ogni tipo. Lo stesso torrente, come i piccoli rivi che discendono il versante, svelano la presenza di piccoli e contenuti depositi alluvionali; tali depositi hanno la caratteristica di essere mobili e/o mobilizzabili in quanto vengono rimossi e/o spostati ad ogni evento di piena. Durante le piene costituiscono il carico di torbida, molto pericoloso, che è la principale causa della capacità erosiva del torrente e, in caso di eventi di una certa entità, può portare ad un incremento delle problematiche collegate agli eventi di alluvionamento.

La granulometria dei depositi alluvionali varia in funzione della composizione e della erodibilità delle rocce e dei suoli del bacino che il torrente attraversa; per questo all'interno dei depositi alluvionali in situ si possano trovare, in ordine di importanza decrescente: ciottoli e ghiaie, sabbie, limi e argille provenienti dalla disaggregazione del substrato lapideo che si incontra in valle in quanto le litologie presenti possono, con la loro disaggregazione essere trasformate in tutti gli elementi che sono stati elencati. Lo spessore del materasso alluvionale è molto elevato in tutte le zone d'ambito d'interesse.

Risalendo il versante i depositi alluvionali lasciano spazio ai corpi/depositi detritici dell'area pedemontana, dove poi l'acclività tende a crescere. Gli spessori sono contenuti e si può intendere che solo in alcuni casi siano superiori ai tre metri.

Tutte le coltri presenti in situ si possono considerare come di tipo eluvio-colluviale con la presenza di varie componenti quali i materiali derivanti dal versante (colluvium), dovuti al disfacimento e/o disaggregazione degli ammassi sottostanti (eluvium), e i riporti antropici, relazionabili con l'azione dell'uomo che ha profondamente modellato il



paesaggio negli anni andandone a cambiare la geomorfologia originaria al fine di andare a realizzare delle superfici pseudo pianeggianti su cui andare a coltivare e a realizzare delle infrastrutture.

I materiali "naturali" delle coltri detritiche, come per le alluvioni, sono da ricercare fra i componenti degli ammassi rocciosi del substrato rigido della zona prossima all'area di deposizione (coltri detritiche) in quanto le coltri non hanno subito trasporti notevoli, al contrario delle alluvioni, e i coni detritici si depositano proprio a valle delle zone d'erosione in quanto il motore principale è solo la forza di gravità. Infatti, all'interno di questi ridotti coni detritici, è facile trovare dei clasti spigolosi e di varia pezzatura dispersi in una abbondante matrice costituita da miscugli di sabbie, talora fini, limi con componente limo-argillosa che, nell'area di interesse, può essere anche molto abbondante. Al loro interno lo scheletro solido annovera la presenza di variabili quantità di ciottoli, poco e/o scarsamente arrotondati in relazione al trasporto subito. Le litologie che costituiscono il bedrock dell'area sono facilmente degradate ed alterate dall'azione esogena (termoclastismo), anche per il loro colore scuro, in particolare si alterano costituendo dei piccoli ciottoli squadrati, in base alle lineazioni riscontrate lungo i vari affioramenti che si è avuto modo di visionare (K1, K2 e K3); successivamente possono essere trasportati dall'azione della forza di gravità e delle acque dilavanti.

La matrice è in via generale di tipo limo-argilloso-sabbiosa. Dal punto di vista geomeccanico la formazione, in affioramento, si presenta in uno stato da discreto a scadente, con medio/basse resistenze alla compressione uniassiale e forte tendenza all'alterazione ad opera degli agenti esogeni.

Proprio in ordine a tale affermazione, le aree d'ambito, direttamente interferenti con zone dove si registra la presenza di accumuli e/o di depositi antropici, dovranno restare all'esterno delle fasce di esondazione del Torrente Arroscia come definito dal Regolamento della Regione Liguria n. 3 del 14 luglio 2011 e dalla modifica allo stesso regolamento da parte della Regione Liguria del 23 dicembre 2015 e/o comunque si dovrà garantire che tali depositi non possano essere erosi ed asportati dalle acque dilavanti e dalle acque dello stesso torrente durante le piene in quanto, oltre agli eventuali danni, si andrebbe ad incrementare il carico di torbida del torrente stesso.

Entro l'areale stretto dei tre ambiti di intervento non sono stati riscontrati, né tantomeno sono censiti, episodi di dissesto idrogeologico e geomorfologico, né in atto né potenziale e neppure indizi d'instabilità geomorfologica; la consultazione del catalogo IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) mostra, a margine delle aree di interesse la presenza, nei quadranti di NE, di alcuni movimenti franosi che sono indicati come "*frane complesse e scivolamenti rotazionali/traslativi*" non interferenti con le aree d'ambito.

Le attente valutazioni effettuate a seguito degli studi e delle osservazioni attuate nei luoghi d'ambito sono state confermate anche dalle informazioni rese disponibili dalla Regione Liguria riguardo agli studi di interferometria radar satellitare, reperibili sul portale "Ambiente in Liguria", che hanno evidenziato la presenza di numerosi bersagli (vista anche la particolare esposizione delle zone d'ambito, a dimostrazione che mostrano movimenti, nel periodo di osservazione disponibile, che sono contenuti, in media, in 4mm/anno per la zona d'ambito 1, in circa 1mm/anno nella zona d'ambito 2 e circa 3mm/anno nella zona d'ambito 3 (Tavola 6).



Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, i terreni descritti presentano, in rapporto alla loro capacità di far circolare l'acqua sotterranea e quindi di accumularla, caratteristiche di permeabilità tra loro differenti.

Il modello idrogeologico dell'area si ottiene direttamente dalle tavole di piano di bacino e dall'analisi delle litologie presenti e affioranti nell'area di interesse del presente studio. Per questo motivo, rifacendoci a quanto inserito nel capitolo dedicato, i litotipi affioranti in tutte le aree fanno sempre parte della Formazione di Testico, precisamente dal Membro di Pieve di Teco pelitico – arenaceo, localmente calcareo – marnoso. Queste litologie sono definite come semi-permeabili legata in particolar modo alla granulometria e alla scistosità delle litologie rigide, come permeabilità primaria, mentre può essere presente una permeabilità secondaria per dissoluzione direttamente relazionabile con la presenza della parte calcarea nella roccia (carsismo). La permeabilità primaria, già molto bassa, tende a diminuire con la profondità in quanto sotto il peso le fratture/fessure tendono sempre più ad avvicinarsi ed a ridursi costituendo un ostacolo alla percolazione dell'acqua verso il basso.

Le coperture eluvio-colluviali e i riporti sono considerati terreni permeabili per porosità con Coefficiente di permeabilità molto variabile, inversamente proporzionale al contenuto in fini, mentre i depositi alluvionali, sempre permeabili per porosità, presentano dei coefficienti che possono risultare più elevati, anche se subordinati al contenuto percentuale di frazione fine. In particolare, nell'ambito 3, le alluvioni sono "mascherate" dal tessuto urbano che viene considerato, ai fini della idrogeologia, come porzione di suolo impermeabile. Questa affermazione permette di affermare come l'ambito 3 sia da considerare come impermeabile mentre gli altri due ambiti sono da considerare con permeabilità molto variabile.

Lo schema dei deflussi superficiali non è facilmente definibile, stante la significativa antropizzazione dell'area e la consistente presenza di superfici impermeabilizzate: si ritiene che le acque meteoriche per quanto concerne il Centro Storico e le due altre zone d'ambito facciano riferimento direttamente al Torrente Arroscia tramite un reticolo di drenaggio artificiale e naturale; l'adeguatezza idraulica dovrà essere dimostrata analiticamente all'atto della progettazione dei dispositivi di smaltimento delle acque di competenza dell'ambito di rigenerazione urbana. Per quanto concerne la Zona d'ambito 1 non si rileva la presenza di collettori artificiali atti a raccogliere le acque provenienti dalle superfici rese impermeabili con l'edificazione. Si dovrà provvedere a realizzare e a dotare l'area di opportuni sottoservizi.

L'infiltrazione delle acque nel sottosuolo è limitata alle superfici sottratte all'azione antropica, dove nei periodi di normale piovosità avviene solo un modesto ruscellamento diffuso e le acque scorrono distribuite seguendo l'andamento delle linee di massima pendenza grazie anche alla acclività.

Il substrato roccioso, sostanzialmente impermeabile nelle condizioni in cui si presenta all'emersione, in considerazione del grado di fratturazione acquisito, risulta limitatamente dotato di una bassa permeabilità, anche nei livelli superficiali, dove le discontinuità rappresentano vie di deflusso preferenziale delle acque. Si deve ritenere infatti che l'acqua, più in profondità, quando le fratture diminuiscono la loro luce, possa saturare le fratture stesse e possa trovare vie di percolazione secondo i rapporti geometrici esistenti tra i giunti caratteristici dell'ammasso roccioso.



All'atto delle indagini non è stata riscontrata una circolazione idrica sotterranea; si ritiene tuttavia possibile che, al verificarsi di eventi intensi e concentrati, i terreni di copertura si trovino in condizione di marcata saturazione, localizzata in particolare in corrispondenza dell'interfaccia con il basamento lapideo.



5. PROFILO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DI MASSIMA

Sulla base del rilevamento di superficie, tenendo conto di una serie di indagini in sito e accertamenti in fase di cantiere effettuati in aree limitrofe, si può descrivere una situazione stratigrafica media, che dovrà essere oggetto di puntuale verifica nella fase di progettazione definitiva, come meglio descritto in seguito.

Sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche che saranno condotte nel corso della fase suddetta, sarà possibile preparare sezioni stratigrafiche e geotecniche di dettaglio che consentano di visualizzare i rapporti geometrici tra i livelli individuati e valutare l'incidenza delle opere a progetto con l'assetto geotecnico e idrogeologico del sottosuolo.

Sono di seguito attribuiti ai livelli individuati i parametri geotecnici e geomeccanici medi, desunti dall'esperienza personale, dai dati ottenuti dalla libreria in rete, dalla consultazione delle relazioni presenti in ambito comunale e dai risultati ottenuti con le indagini in sito condotte nel comparto di studio.

5.1. TERRENI SCIOLTI

Le coltri detritiche e i riporti antropici si trovano sul versante e negli spazi dove l'azione dell'uomo non ha portato all'edificazione e sovrastano certamente le alluvioni o quantomeno le ricoprono in parte. Questo è materiale usato per poter ottenere il riempimento dietro ai muri a secco al fine di andare a realizzare il piano su cui poter andare a coltivare ortaggi ed alberi da frutta in prossimità delle abitazioni. Le alluvioni da poco a mediamente consistenti costituiscono la base su cui appoggiano questi suoli. Le tre categorie di terreni sono praticamente presenti, seppur con spessori diversi, in tutti i tre ambiti di interesse cui si rivolge la presente relazione geologica; durante gli interventi proposti sarà basilare indicarne le effettive potenze, attraverso varie indagini in modo da poter ottenere le loro corrette caratteristiche geotecniche.

In generale si tratta di terreni molto rimaneggiati costituiti in genere da limo e sabbia argillosa debolmente addensati, con piccoli trovanti e scaglie di lapidei; localmente possono essere presenti riporti eterogenei ed eterometrici di varia natura. Tale orizzonte assume una potenza variabile, in genere contenuta entro pochi metri, anche se può raggiungere localmente spessori superiori in rapporto alle attività di rimaneggiamento. In funzione del prevalente contenuto di frazione granulare, il comportamento geotecnico deve essere considerato tipico dei terreni a grana grossa.

Le alluvioni costituiscono, per età, i depositi sciolti più antichi e questo comporta il fatto che si possano pensare come dei depositi da poco a molto consistenti. Gli elementi costitutivi sono modificati nella forma in misura variabile con la dinamica del corso d'acqua e vengono depositati e distribuiti, in senso sia orizzontale sia verticale, in base alle loro dimensioni gradatamente per valori decrescenti.



Modellamenti successivi all'accumulo possono provocare nei depositi citati la comparsa di forme secondarie, quali terrazzi, altopiani alluvionali isolati, meandri, lanche, dune, ecc.; i depositi alluvionali sono tendenzialmente delle zone pianeggianti, con estensione estremamente variabile, risultanti dal colmamento per deposizione fluviale di preesistenti depressioni topografiche. Derivano, in pratica, dalla fusione di tutti i grandi conoidi di deiezione dei corsi d'acqua facenti capo a dette depressioni. Le superfici delle pianure alluvionali non sono mai perfettamente orizzontali, ma leggermente concave, con blande pendenze dai margini verso l'alveo del collettore principale e nel senso di deflusso di quest'ultimo.

I depositi alluvionali si possono perciò dividere in due categorie:

1. Recenti che sono mediamente compattati costituiti da sabbie da medie a fini con presenza di ciottoli dispersi, a cui localmente si intercalano lenti e sottili livelli di limi e argille, rimaneggiato superficialmente da attività antropica, frammisto a terreno di riporto antropico, con presenza di pietrame di ridotte/medie dimensioni. Lo spessore di tale strato è certamente da identificare;

2. Antichi e compattati con inizio di diagenesi, oppure contenenti scheletro e/o cemento intergranulare, che sfumano in profondità nel cappellaccio roccioso e ad alluvioni antiche, costituito da sabbie limose con presenza di ciottoli di dimensioni variabili a costituire le alluvioni più antiche che appoggiano poi direttamente sul bedrock e/o sul cappellaccio dello stesso con costipazione che aumenta con l'aumentare del carico litostatico dei sedimenti sovrastanti, che man mano sedimentano, inducendo sia una diminuzione della porosità ed una prima cementazione tanto che questi orizzonti, con la profondità, presentano valori delle onde Vs facilmente paragonabili ad un cappellaccio. Lo spessore di tale strato è certamente da identificare.

I dati esposti nella prima caratterizzazione geotecnica di massima (dati successivi) vogliono definire le caratteristiche geotecniche generiche (medie) del primo sottosuolo delle aree d'ambito; i valori introdotti sono da intendersi come valori medi e derivano dall'elaborazione delle analisi condotte in situ mediate da valori bibliografici e/o da prove eseguite in aree analoghe opportunamente valutate. I dati sono stati interpretati con i vari software in commercio; nelle serie si evidenziano dei range di valori da utilizzarsi:

Terreno superficiale e coltre detritica più profonda

$\gamma = 15,54 - 19,82 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume)
$\gamma_{\text{sat}} = 18,85 - 20,60 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume saturo)
$\phi = 25^\circ - 28^\circ$	(angolo di attrito medio)
$c = 0 - 5 \text{ KPa}$	(coesione)

Depositi alluvionali recenti

$\gamma = 13,14 - 18,65 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume)
$\gamma_{\text{sat}} = 18,24 - 20,00 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume saturo)



$\varphi = 21^\circ - 30,5^\circ$	(angolo di attrito medio)
$c =$ cautelativamente trascurabile	(coesione)

Depositi alluvionali compattati

$\gamma = 17,46 - 19,82 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume)
$\gamma_{\text{sat}} = 18,83 - 21,10 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume saturo)
$\varphi = 24^\circ - 35^\circ$	(angolo di attrito medio)
$c = 0 - 50 \text{ KPa}$	(coesione)

5.2. LITOLOGIE RIGIDE (SUBSTRATO ROCCIOSO)

Il substrato roccioso è mascherato da varie tipologie di coperture sciolte. Preponderante nella zona dei tre ambiti sono certamente le alluvioni che rappresentano l'elemento principale presente in tutte e tre le zone. Gli spessori non sono ben noti, ma da alcune indagini ritrovate presso l'archivio tecnico si sono riscontrati valori che, seppur oscillanti, in genere superano la decina di metri. La parte rigida vede la presenza di marne più o meno argillose, calcaree ed arenacee, tipicamente di colore grigio-azzurro, con presenza, sulle superfici alterate, di una patina giallo grigiastria. Si possono trovare, intercalati nelle litologie evidenziate, calcari marnosi e calcari quarzosi grossolani.

Lo spessore del cappellaccio di alterazione può risultare anche dell'ordine di 6.0-7.0 m in quanto il sovrascorrimento durante l'orogenesi alpina le ha carreggiate per molto spazio. Se poi si parla di bedrock sismico gli spessori aumenteranno notevolmente in quanto le litologie si mostrano, in affioramento, sempre molto alterate.

Per poter avere una situazione geotecnica della roccia affiorante/sub affiorante si renderà necessaria l'esecuzione di un rilevamento strutturale e geomeccanico di dettaglio lungo l'alveo del Torrente Arroscia dove il substrato è affiorante (in alcuni punti).

Per quanto concerne le condizioni di conservazione dell'ammasso roccioso, anche in questo caso, si ritiene necessario ottenere le opportune informazioni attraverso l'esecuzione di almeno un paio di sondaggi geognostici. Nella presente relazione si è fatto riferimento ai dati bibliografici e alle risultanze di rilievi effettuati sulla stessa Formazione del Flysch di Testico – Membro di Pieve di Teco in aree limitrofe a quella in esame.

Di seguito, avendo voluto integrare le indagini ed i rilievi condotti con alcuni dati sulle litologie rigide affioranti si sono realizzate alcune analisi condotte con il Martello di Schmidt (Sclerometro da roccia) su litologie appartenenti allo stesso Membro di Pieve di Teco, nello stesso Comune di Pieve di Teco, anche se in aree esterne rispetto alle tre zone d'ambito. Le indagini hanno permesso di ottenere un indice di qualità del substrato roccioso mediante le classificazioni Rock Mass Rating (R.M.R.) di Bieniawski (1989) e la più recente classificazione Geological Strength Index (G.S.I.) di Marinos & Hoek (2000) e Marinos (2007) che è stato preso a riferimento e che dovrà essere verificato comunque



in loco. Con le indagini condotte si è ottenuto il valore dell'R.M.R. di base, ossia a prescindere dall'orientamento delle discontinuità (riferito al parametro roccia), che ricade, tenuto conto dei vari parametri (vedi Tabella 1), che mediamente può essere valutato nell'intervallo fra 30-45, cioè tra la classe IV (scadente) e la classe III (discreta), in accordo con indicazioni sulla stessa Formazione flyschoidale (Falcioni et al., 1995). Il 69% dei dati ricade in classe IV (scadente) mentre il restante 31% è inserito in classe III (discreta).

Utilizzando la classificazione G.S.I. (Geological Strength Index) il flysch in esame è assimilabile alle tipologie VIII e X indicate dagli Autori per ammassi rocciosi eterogenei – V. Marinos, 2007 (Tabella 2).

I dati esposti nella tabella che segue definiscono le caratteristiche geotecniche del substrato sano e del cappellaccio emerse dagli studi predetti; i valori indicati sono da intendersi come valori medi e derivano dall'elaborazione delle analisi condotte in situ (con analisi sclerometriche) mediate da valori bibliografici e/o da prove eseguite in aree analoghe opportunamente valutate. I dati sono stati interpretati con i vari software in commercio; nelle serie si evidenziano dei range di valori da utilizzarsi:

Cappellaccio

$\gamma = 18,99 - 21,85 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume)
$\gamma_{\text{sat}} = 19,62 - 23,45 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume saturo)
$\phi = 25^\circ - 30^\circ$	(angolo di attrito medio)
$c = 20 - 80 \text{ KPa}$	(coesione)

Bedrock

$\gamma = 20,89 - 23,25 \text{ KN/m}^3$	(peso di volume)
$\gamma_{\text{sat}} = \text{-----} \text{ KN/m}^3$	(peso di volume saturo)
$\phi = 27^\circ - 33^\circ$	(angolo di attrito medio)
$c = 100 - 200 \text{ KPa}$	(coesione)



6. MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

La classificazione sismica della Regione Liguria pone il Comune di Pieve di Teco, sulla Mappa di zonizzazione sismica del territorio della Regione Liguria, di cui all'Allegato 1 della DGR. 261/2017, attribuendogli la classe di pericolosità sismica per la Zona 3.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. La zona sismica per il territorio di Pieve di Teco, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Deliberazioni della Giunta Regionale della Liguria n.1362 del 19 novembre 2010 e successivamente con la D.G.R. n.216 del 17 marzo 2017 è equivalente alla Zona 3 - Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

Per il Comune di Pieve di Teco, non essendo un comune inserito in Zona 3s non si sono prodotti studi di Microzonazione sismica di primo livello, ma la Regione Liguria ha già provveduto a realizzare (2021) la MS1: Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.). Lo strato informativo contiene le risultanze degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1, svolte sui Comuni liguri ricompresi nel programma nazionale. Gli studi sono stati condotti con le finalità definite negli «Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica» e nel rispetto degli Standard di Archiviazione e Rappresentazione Informatica concepiti dal Dipartimento Nazionale PC. La carta delle MOPS divide il territorio di studio in tre microzone omogenee in prospettiva sismica - che rappresentano, in termini qualitativi, il comportamento dei terreni sotto gli effetti del moto sismico e forniscono una indicazione della pericolosità sismica a scala locale - come di seguito indicate: - zone stabili senza amplificazione sismica attesa; - zone stabili soggette a fenomeni di amplificazione sismica; - zone instabili soggette a fenomeni cosismici.

Relativamente agli aspetti di pericolosità sismica, alla luce delle N.T.C. 2018, si sottolinea che gli spettri sismici dipendono dalle coordinate geografiche del sito e costituiscono la zona baricentrica rispetto alla zona d'ambito 2 che sono (Dati mappa ©2021 Immagini ©2021 , Maxar Technologies):

- latitudine: 44.047516 (coordinate ED50)
- longitudine: 7.917115 (coordinate ED50)

Occorre, tuttavia, considerare che il moto generato da un sisma in un sito dipendente è influenzato dalle particolari condizioni locali, ovvero dipende dalle caratteristiche stratigrafiche e topografiche e cioè dalla presenza di coltri detritiche/alluvioni (terreni sciolti), dalla presenza di ammassi rocciosi affioranti e/o sub affioranti o dalla sovrapposizione di entrambe le categorie di terreni. Oltre a quanto definito altra condizione è determinata dalla posizione topografica in cui si trova il sito (piana, versante, vetta), nonché dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che costituiscono il sottosuolo. Tutti questi fattori contribuiscono a modificare le caratteristiche del segnale sismico rispetto a quello di un sito di riferimento rigido definito, secondo i dettami di legge, come substrato di Tipo A definendo così gli effetti locali che possono portare ad amplificazioni: alcuni depositi (es. sedimenti recenti poco consolidati) e particolari forme



del territorio (creste, cocuzzoli, ...) possono modificare l'ampiezza, la frequenza e la durata del moto sismico in superficie; si possono così avere effetti temporanei, che cessano quando cessa il terremoto (es. amplificazione del moto sismico), e modifiche permanenti del paesaggio (cedimenti, frane, rotture del terreno, ...)

Per valutare l'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

dove

con - h = si intende lo spessore dell'i-esimo strato;

con - V_s = si intende la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

con - N = si intende il numero di strati;

con - H = si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Con riferimento al profilo stratigrafico proposto nel presente documento, in attesa che possa essere validato nel corso della campagna geognostica e geofisica da eseguire in fase di progettazione definitiva, e alla quota fondazionale presunta dei manufatti già esistenti e presenti nelle aree di ambito, in generale, in questa fase si può ritenere plausibile una categoria di sottosuolo di tipo E in quanto, in base alle affermazioni contenute nella normativa sismica di riferimento attuale, esiste un contrasto elevato fra le velocità del bedrock e le velocità misurate all'interno delle coltri/alluvioni con un rapporto >4. La classificazione come sottosuolo di tipo E è essenzialmente collegabile alla presenza di un substrato a profondità inferiori a venti metri dal piano campagna con $V_s > 800$ m/s con velocità sismiche, negli strati superiori, inferiori a 300 m/s.

La Categoria di sottosuolo E vede la presenza di *"Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m"*. Occorre ricordare che la Norma Geologica di attuazione del P.U.C., per interventi ricadenti in Zone E, prima della presentazione della domanda di concessione, è prevista una Fase 0 – Pre-progettuale durante la quale dovrà essere valutato dal Comune lo studio generale di fattibilità tecnica ed economica dell'intervento.



A tal proposito si fa presente che sulla Tavola GEO_05 – Carta di zonizzazione e suscettività d’uso del territorio facente parte del P.U.C. (parte geologica redatta dalla dott.ssa geol. Manuela ROMAGNOLO) tutto il territorio inserito nelle tre zone d’ambito è inserito in *Zona B (Aree con suscettività d’uso parzialmente condizionata)* che fa riferimento, come *“Norme Geologiche di Attuazione”*, all’art. 14 del PIANO URBANISTICO COMUNALE DEL COMUNE DI PIEVE DI TECO - NORME GEOLOGICHE. La stessa situazione si riscontra anche dal confronto con la Tavola MOPS_ (*Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*) facente sempre parte degli studi del P.U.C. redatti dalla dott.ssa geol. Manuela ROMAGNOLO che inserisce l’area in *Zona B – Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* che definisce nelle *“Norme Geologiche di Attuazione”*.

Questa situazione ha trovato evoluzione negli ultimi studi approntati dalla Regione Liguria che ha recepito ed ha deliberato con D.G.R. 216 del 17 marzo 2017 la Nuova classificazione sismica regionale cui hanno fatto seguito i nuovi studi di Microzonazione sismica di livello 1 che ha prodotto le nuove situazioni di riferimento che hanno portato, come si indicherà più avanti nella presente relazione ad un nuovo condizionamento di tutte e tre le zone d’ambito (Tavola 5).

Prendendo a riferimento le Norme Geologiche di Attuazione, redatte dalla Collega dott.ssa geol. Manuela ROMAGNOLO, all’art. 14, si indicano i passaggi necessari per addivenire alla progettazione esecutiva ricordando che siamo inseriti in *Zona B (Aree con suscettività d’uso parzialmente condizionata)* che riporta quanto segue:

“... Nelle aree comprese in questa classe non sono presenti fenomeni geologici negativi in atto; possono riscontrarsi, comunque, problemi legati ai rapporti tra il substrato roccioso e le coltri detritiche o i depositi alluvionali.

Studi ed indagini dovranno quindi essere finalizzati alla localizzazione in profondità del substrato lapideo, alla definizione delle caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti e geomeccaniche del substrato e alla valutazione dell’escursione di falda.

Dal punto di vista sismico tali aree ricadono fra le zone suscettibili di amplificazione locale della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Le indagini geologiche dovranno accertare i seguenti aspetti:

A) natura, origine, potenza, caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche delle coperture detritiche, al fine di determinarne le condizioni di equilibrio naturale e di valutarne il comportamento nel tempo in rapporto agli interventi in progetto;

B) natura, giacitura, assetto strutturale, stato di conservazione del substrato roccioso al fine di accertare preventivamente quali accorgimenti si debbano adottare prima dell’esecuzione dell’intervento al fine di non compromettere l’attuale assetto geologico – geomorfologico e il regime idrologico ed idrogeologico dell’area interessata;

C) esistenza di problemi di equilibrio del versante e dei fronti di scavo;

D) escursione del livello della falda con particolare riferimento ad opere che possano interferire con la falda stessa; nel caso vengano interessate zone con presenza di captazioni idriche dal sottosuolo, occorrerà valutare anche l’impatto sulla circolazione idrica sotterranea che possono esercitare eventuali opere di consolidamento (pali, ancoraggi).



Gli accertamenti geologici e geotecnici sull'area di intervento, estesi ad un suo adeguato intorno, dovranno contenere, quale standard minimo:

2a) la documentazione cartografica di dettaglio dell'assetto geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, geologico – tecnico e sismico;

2b) la valutazione delle caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso e delle condizioni geotecniche delle coperture detritiche, ricostruite con elementi desunti da rilevamenti eseguiti e/o da bibliografia e con eventuale ricorso a prospezioni geognostiche dirette o indirette;

2c) la documentazione grafica (stratigrafie, sezioni geologico – tecniche) relativa agli accertamenti nell'ambito del volume significativo del terreno interessato dalle opere oppure spinti al substrato roccioso in posto e non alterato per una profondità non inferiore a 3 m.

I dati dovranno essere ricavati, oltre che da spaccati naturali significativi, anche da prospezioni geognostiche dirette o indirette con pozzetti esplorativi, trincee o sondaggi meccanici e/o prospezioni geofisiche, con prove geotecniche e geomeccaniche in situ e/o in laboratorio.

La scelta dei metodi di indagine dovrà essere adeguatamente discussa nella relazione geologica, rapportata all'effettiva estensione del volume significativo da parametrizzare e ai limiti di attendibilità delle correlazioni adottate;

2d) la verifica di stabilità del pendio e dei fronti di scavo temporanei e permanenti; nelle analisi di stabilità dovranno essere sempre valutate le escursioni di falda.

La documentazione di cui sopra dovrà essere presentata in due fasi:

1ª fase - alla presentazione della domanda:

a) Relazione Geologica di fattibilità, di caratterizzazione e modellazione geologica del sito (paragrafo 6.2.1 delle NTC 2008), con i contenuti dei punti 2a e 2b, accompagnata da valutazione di compatibilità tra progetto e caratteristiche geologiche e da progetto esecutivo delle prospezioni geognostiche, delle prove geotecniche in situ e delle prove ed analisi di laboratorio di cui al punto 2c. La "Relazione Geologica di fattibilità" dovrà contenere, in fascicolo separato o capitolo specifico, relazione specialistica sulla "Modellazione sismica del sito" concernente la pericolosità sismica locale per la definizione dell'azione sismica di progetto.

b) Per interventi in zone urbanizzate, studio finalizzato alla verifica delle ripercussioni dell'intervento sull'equilibrio statico e sulla funzionalità dei manufatti adiacenti;

c) Per gli interventi nei quali siano previste nuove superfici impermeabilizzate superiori a 200 mq, l'assetto idrologico dovrà essere approfondito mediante apposita stima idrologica, secondo quanto prescritto all'art. 7 della presente normativa (NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE n.d.r.).

2ª fase - all'inizio lavori:

Relazione Geotecnica sulle indagini, di caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito (paragrafo 6.2.2 delle NTC 2008), con i contenuti di cui ai punti 2c e 2d.



3ª fase - alla fine dei lavori:

a) *Relazione geologica e geotecnica di fine lavori, a firma congiunta del geologo, del progettista delle strutture e del direttore dei lavori, contenente una attestazione, ciascuno per quanto di competenza, della corretta esecuzione degli interventi, a garanzia della stabilità delle opere realizzate e di quelle preesistenti, nonché a tutela dell'equilibrio geomorfologico e dell'assetto idrogeologico e idraulico della zona di intervento;*

b) *documentazione fotografica commentata relativa alle fasi più significative dell'intervento ...".*

Da un punto di vista sismico è necessario tenere in considerazione, la posizione topografica delle aree di intervento e l'acclività dei luoghi. Per quanto concerne tale caratteristica, le tre zone d'ambito possono essere racchiuse in un'unica categoria dove l'azione sismica indotta dalla topografia del terreno è associabile alla categoria T1 (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*) secondo delle N.T.C. 2018 § C3.2.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche - Supplemento Ordinario n. 5 alla GAZZETTA UFFICIALE Serie generale - n. 35 del 11/02/2019 (Azioni sulle costruzioni).

Queste sono le norme attuative in vigore dopo l'approvazione del P.U.C. che però non hanno potuto tener conto delle modifiche apportate sul territorio d'interesse dalla Regione Liguria che, nell'ambito degli studi propedeutici alla microzonazione sismica, nell'anno 2021 ha redatto le indagini per i Comuni Liguri, fra cui anche il Comune di Pieve di Teco. Il territorio comunale è stato, così, suddiviso in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie riscontrabili, in particolare la carta conoscitiva propedeutica agli studi di microzonazione sismica riporta le seguenti distinzioni:

- A. zone stabili senza amplificazione sismica attesa;
- B. zone stabili soggette a fenomeni di amplificazione sismica;
- C. zone instabili soggette a fenomeni cosismici.

Le tre zone d'ambito sono inserite, in questo nuovo studio reperibile all'URL <http://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html?id=2228> fra le zone instabili soggette a fenomeni cosismici in quanto aree ZAlq1 cioè Zona di attenzione per liquefazione in quanto un sedimento sottoposto a pressione e/o vibrazione può perdere temporaneamente, ma improvvisamente, resistenza e si comporta come un liquido denso. Può accadere su terreni sabbiosi o argillosi, ossia con poca coesione, in zone ricche d'acqua. In genere lo spessore dello strato liquefatto varia da pochi centimetri a mezzo metro, e può avere conseguenze molto serie: dalle improvvise valanghe di fango - se la liquefazione interessa un versante collinare - al cedimento di edifici, che sprofondano per diversi centimetri nel terreno e possono perfino crollare o comunque diventare inagibili.

Considerata la totale assenza di indagini, si ritengono necessari ulteriori approfondimenti per il centro abitato di Pieve di Teco, interessato dalla presenza di estese piane alluvionali, coltri di versante e riporti antropici poco o scarsamente compattati, e corpi franosi stabilizzati". Occorre tener presente come il fattore di qualità non sia definito con alcuna percentuale in quanto la quantità di studi effettuata sul borgo è molto deficitaria.



7. PROGRAMMA DELLE INDAGINI PER LA FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Al fine di definire la presente Relazione Geologica di Fattibilità si è effettuata un'attenta ricerca dei dati (geologie e geotecnici) che però è risultata infruttuosa in quanto non si sono identificate indagini "recenti" (in numero ritenuto idoneo e sufficiente) negli ambiti/siti di interesse del presente intervento. Per questo motivo, si sono cercate di indicare, preliminarmente, le principali problematiche e le relative prescrizioni di ordine geologico-tecnico da prendere in considerazione in base alla casistica di interventi che si vogliono andare a realizzare e che sono stati desunti dalla Relazione Illustrativa a firma dell'Architetto Cristina Roggeri. Il Progetto di Rigenerazione dell'Ambito è molto ambizioso poiché tende a invertire la tendenza da tempo in atto dell'abbandono di tessuti urbani assolutamente periferici ma oggi perseguibile in maniera concreta a fronte di politiche in atto di più' ampio respiro come il progetto "Alta Valle Arroscia" strategia d'area approvata con nota prot. DPCOE – 0004681 – P – 31/10/2019; per questo motivo, e per tanti altri meglio specificati nella relazione a firma dell'architetto, si prevedono i seguenti interventi - Tipologia di interventi previsti (lett. b art.3 L.R.23/2008):

- *Interventi fino alla ristrutturazione urbanistica anche con mutamento destinazione d'uso, anche con opere edilizie, di fabbricati esistenti all'interno dell'abitato storico, per funzioni turistico ricettive con inserimento di norme che facilitino l'innovazione tecnologica, statica e funzionale (punti 1)-6);*
- *Interventi fino alla ristrutturazione edilizia di fabbricati esistenti, anche mediante demolizioni ove necessario, per valorizzare il patrimonio storico esistente (complesso Agostiniani) e riqualificare l'area 2) mediante processi urbanistici semplificati senza ricorso a PUO estesi all'intera area ma sulla base di un disegno preordinato e preciso consentire l'attivazione di azioni "singole" in regime di titolo edilizio convenzionato con contestuale miglioramento spazi pubblici e recupero viabilità storica (punti 1)-3)-4)7)9));*
- *Interventi di mantenimento della funzione residenziale all'interno dell'abitato storico e aree edificate ai margini, con attenzione particolare all'uso di tecniche costruttive a basso consumo energetico (punto 2);*
- *Interventi di nuova costruzione di complessi produttivi caratterizzati da modalità e tecniche costruttive a basso consumo energetico con contestuale realizzazione di spazi pubblici ,anche al di fuori dell'ambito, mediante ricorso a titoli edilizi singoli convenzionati .Questo intervento (area 1) consentirà la graduale messa in sicurezza del suolo interessato da modifica per realizzazione S.S. n.28 (punti 1)-3)5)8)10);*
- *Realizzazione di arredi urbani ed attrezzature pubbliche innovative caratterizzati da modalità e tecniche costruttive a basso consumo energetico per il capoluogo mediante uso di pavimentazioni non impermeabilizzanti, introduzione di alberature, illuminazione a basso consumo energetico con inserimento di speciali infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici (punti (1)5)6)7)8)9).*

La prima caratterizzazione riguarda certamente la conoscenza geologica delle aree d'ambito in quanto gli interventi potrebbero comportare degli sbancamenti veri e



propri che potrebbero non essere solo limitati alla sola posa delle fondazioni superficiali, ma alla realizzazione di interrati/seminterrati, ecc., per questo motivo si dovranno determinare una serie di parametri geotecnici necessari alla conoscenza ed alla realizzazione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo come richiesto dalla NTC2018.

Al fine di implementare le conoscenze relative al modello geologico – geotecnico dei siti d'intervento e identificare le idonee soluzioni fondazionali per il corretto inserimento delle opere edilizie nel profilo del versante e della stessa piana alluvionale, si ritiene necessario effettuare contestualmente alla progettazione definitiva una campagna di indagini integrative dirette e indirette volte a precisare:

- l'assetto stratigrafico del volume geotecnico significativo interessato dalle opere;
- la natura e le proprietà meccaniche dei terreni sciolti (materasso alluvionale, coltre detritica e riporti antropici) e del substrato roccioso;
- lo stato di conservazione del substrato roccioso;
- la dinamica e le fluitazioni del livello della falda idrica presente nel sottosuolo al fine di andare ad evitare (o a ridurre al minimo) la possibilità che si possano verificare degli inquinamenti della stessa;
- la determinazione della categoria di sottosuolo necessaria ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Nel corso di tale fase d'indagine geognostica-geofisica è indispensabile la presenza del Geologo, per l'esatta definizione del grado d'approfondimento conoscitivo, in rapporto alle problematiche che potranno originarsi durante gli accertamenti. La relativa documentazione inerente ai risultati delle indagini dovrà essere trasmessa attraverso una Relazione geologica definitiva-esecutiva, come previsto dalle normative vigenti anche in funzione del fatto che tutte le aree d'ambito sono indicate in Zona ZAlq1 cioè Zona di attenzione per liquefazione.

Al fine di poter avere a disposizione una serie di "dati minimi" che possano permettere di avere un ventaglio di dati si indica un programma minimo che viene esposto nel seguito, tenendo presente che l'Indice di affidabilità dei dati in oggi conosciuti per tali ambiti sono molto bassi. Di seguito si elencano una serie di attività tenendo presente il principio che fra il ventaglio di ipotesi proposte si dovranno scegliere ed eseguire quelle più idonee, anche in base delle caratteristiche di accessibilità dei luoghi e con il supporto di apposite specifiche tecniche da fornire alla Committenza (Tavola 7a, Tavola 7b e Tavola 7c):

- si dovrà prevedere l'esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, realizzato ad asse verticale, spinto fino a profondità minima compresa tra 10 m e 30 m dal p.c., condizionati con tubi piezometrici per la determinazione delle pressioni neutre nel tempo, la cui ubicazione potrà essere definita una volta stabilita la collocazione plano-altimetrica e gli ingombri dei manufatti a progetto;
 - durante lo svolgimento della perforazione dovranno essere condotte prove geotecniche in foro e prelevati campioni rappresentativi di terreno (alluvioni, coltre detritica e riporti antropici) e roccia da sottoporre ad analisi di laboratorio;



- si dovrà prevedere l'esecuzione di una prova di permeabilità in ogni foro, si consiglia una prova tipo Lugeon per la definizione della conducibilità idraulica dell'ammasso roccioso;
- in relazione alla situazione riscontrata, ovvero l'inserimento di tutte e tre le zone d'ambito in Zona ZAlq1 (Zona di attenzione per liquefazione) si rende opportuno, al fine di giungere ad una chiara definizione del problema, l'esecuzione di alcune prove di laboratorio tanto sui campioni di terreni sciolti quanto sul substrato rigido che possono essere sintetizzate come di seguito:
 - esecuzione Analisi granulometriche complete (secco e umido) per la verifica del D.M. 17/01/2018 Punto 7.11.3.4.2 per Verifica a liquefazione se sarà ritenuto necessario dalla normativa comunale;
 - verifica dei limiti di consistenza o Limiti di Atterberg;
 - verifica delle proprietà delle terre: Peso dell'unità di volume secco, Peso dell'unità di volume saturo, ecc.;
 - determinazione delle caratteristiche di Resistenza al taglio (di picco, di stato stazionario, residua) su provini consolidati in condizioni K0 mediante controllo di sforzi normali e tangenziali (tre provini);
 - esecuzione di Prova triassiale ciclica (TXC) o prove a livelli deformativi elevati e Prova di colonna risonante (RC) e di taglio torsionale ciclico (TTC) ovvero prove a livelli deformativi bassi e medi quale testing avanzato per la dinamica dei terreni, queste prove permettono la misurazione locale delle deformazioni e delle tensioni, nonché di imporre deformazioni e percorsi tensionali simili a quelli che si verificano in sito in caso di sisma;
 - la determinazione indice di Point Load sugli spezzoni di carota di roccia, resistenza alla compressione monoassiale;
- si dovrà prevedere l'esecuzione di alcune prove penetrometriche dinamiche (DPSH) spinte alla profondità di almeno 10 metri dal p.c. o rifiuto, al fine della ricostruzione della prima stratigrafia del sottosuolo e la prima parametrizzazione geotecnica di massima del substrato fondazionale (tali prove in caso di difficoltà di accesso potranno essere sostituite da Prove penetrometriche leggere);
- si dovrà prevedere l'esecuzione di indagini sismiche a rifrazione per lo studio del sottosuolo con la sismica a rifrazione in onde longitudinali (onde P) e indagini in tipologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Questa tecnica di indagine non invasiva consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza. Tramite le MASW è possibile determinare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, e quindi: il tipo di suolo sismico (A, B, C, D,



E) a differenza della sismica a rifrazione si usano in qualunque situazione stratigrafica anche in presenza di falda (minimo due prove).

- si dovrà prevedere la realizzazione di prove HVSR con Tromino Zero e Theremino per ottenere la stima della velocità delle onde S (parametro $V_{s,eq}$ come da NTC 2018) e per determinare la categoria e la stratigrafia del sottosuolo. Inoltre, in funzione delle tipologie di interventi si potrà effettuare una campagna di indagini con tromometro digitale per la ricerca ed il controllo del livello di rifrazione/riflessione di interesse, e per l'individuazione della frequenza di vibrazione delle strutture presenti e del suolo naturale. La misura della frequenza di risonanza viene utilizzata solitamente, per ciascuna delle componenti, in modo tale da escludere eventuali effetti di risonanza dovuti al terreno.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle suddette indagini si dovrà, se necessario, predisporre uno specifico piano di monitoraggio geotecnico da attuare in fase esecutiva/operativa; a tal proposito, si sottolinea che gli interventi negli ambiti di intervento 2 e 3 sono da considerare come effettuati all'interno di tessuto urbano consolidato, limitrofi a preesistenze edilizie, perciò in grado di creare interferenze con il volume significativo degli edifici al contorno. Per questo motivo, tra le relazioni a corredo del progetto esecutivo, in questi ambiti, dovrà essere incluso uno studio finalizzato alla verifica delle ripercussioni dell'intervento (in corso d'opera e successivamente alla fine dei lavori) sui terreni di fondazione su cui gravano tutti i manufatti circostanti.

I carichi ammissibili potranno essere valutati dallo strutturista sulla base dei parametri forniti nella relazione geologica esecutiva.

Come ribadito in precedenza, le indagini da eseguirsi prima della fase di progettazione definitiva renderanno possibile la ricostruzione dell'assetto stratigrafico del sito, daranno informazioni sull'eventuale presenza della falda, consentiranno l'elaborazione di sezioni stratigrafiche e geotecniche constatate in corrispondenza degli sbancamenti principali e dei piani di posa delle strutture in c.a., al fine di ricercare soluzioni ottimali ai problemi di scavo e fondazionali e del corretto mantenimento dell'assetto geotecnico e idrogeologico dell'area.



8. COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

Sulla base di quanto emerso nel corso delle ricerche/indagini geologiche espletate per addivenire alla presente relazione geologica preliminare, stante la tipologia dei possibili interventi ipotizzati nell'ambito di rigenerazione urbana, la porzione di territorio esaminato può ritenersi idonea sotto il profilo geologico geomorfologico ad ospitare le opere in progetto, resta da chiarire il nodo idrogeologico e sismico.

La presentazione delle istanze di autorizzazioni e permessi a costruire dovranno essere conformi con quanto prescritto dalle Norme del Piano di Bacino vigente, come detto in precedenza. In particolare, si fanno presente i vincoli urbanistico-edilizi da applicarsi sulle aree a suscettibilità al dissesto bassa (Pg1) e suscettività al dissesto media (Pg2); si riporta integralmente lo stralcio dall'Art. 16 Aree classificate a diversa suscettività al dissesto del Piano di Bacino comma 4 in vigore per le aree suddette (D.G.P. n.19 del 27/02/2003) in relazione ai vincoli urbanistico-edilizi nelle aree citate:

- *4. Nelle aree a suscettività al dissesto media (Pg2), bassa (Pg1) e molto bassa (Pg0) si demanda ai Comuni, nell'ambito della norma geologica di attuazione degli strumenti urbanistici o in occasione dell'approvazione, sotto il profilo urbanistico-edilizio, di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali, la definizione della disciplina specifica di dette aree, attraverso indagini specifiche, che tengano conto del relativo grado di suscettività al dissesto. Tali indagini devono essere volte a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità, ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, nonché ad attestare che gli stessi non aggravino le condizioni di stabilità del versante.*
- *4. bis. Nelle classi di suscettività al dissesto si applicano, in ogni caso, le norme generali di carattere idrogeologico per la prevenzione del dissesto di cui all'art. 5.*

In relazione alle fasce di inedificabilità assoluta e di rispetto dai corsi d'acqua si riportano gli articoli del Regolamento Regionale n. 3 del 2011 e si fa riferimento ai possibili contenuti della Variante in corso (DSG n. 53 del 23/06/2021):

- *Art.4 Regolamento Regionale n.3 del 2011 - Fasce di Tutela;*
- *Art.5 Regolamento Regionale n.3 del 2011 - Interventi nelle fasce di inedificabilità assoluta;*
- *Art.8 D.G.P. n. 19 del 27/02/2003- Distanze dai corsi d'acqua.*

Pertanto, qualsiasi intervento edilizio ubicato all'interno delle fasce di inedificabilità assoluta e/o di rispetto, ricadente negli articoli esposti in precedenza, sarà soggetto a parere vincolante o ad autorizzazione da parte del Settore Difesa del Suolo della Provincia di Imperia.

Per quanto concerne i possibili interventi ricadenti in Zone soggette a vincolo per scopi idrogeologici secondo il R.D. 30/12/1923 n. 3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani" (solo l'area d'ambito 2 è posta esternamente al Vincolo Idrogeologico, l'ambito 3 ricade in parte in area sottoposta al Vincolo idrogeologico mentre l'ambito 1 ricade completamente nelle aree sottoposte al



R.D. 3267 del 30/12/1923) dovranno adeguarsi a quanto prescritto alla L.R. 22/01/99 n. 4 "Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico" (area soggetta a vincolo idrogeologico) e necessitano di nulla-osta da parte dell'Ente preposto.

In base ad analisi effettuate da Colleghi e di cui si è avuto odo di visionare le relazioni, le terre provenienti dagli scavi e sbancamenti, molto probabilmente, potranno essere utilizzate per i riporti e le colmature in progetto, compatibilmente con le loro caratteristiche geotecniche. Si dovrà comunque ottemperare al DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 giugno 2017, n. 120 Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164. (17G00135) (GU Serie Generale n.183 del 07-08-2017), che disciplina la caratterizzazione ambientale, le metodologie e le procedure di campionamento e di caratterizzazione chimico-fisica dei materiali di scavo, nonché la procedura per la formulazione del Piano di utilizzo.

Le caratteristiche geomeccaniche delle terre e dell'ammasso roccioso che ne costituisce la base d'appoggio, ed in taluni casi l'acclività del versante, possono comportare problematiche di stabilità geologica laddove siano previsti degli sbancamenti con altezze significative. Si prescrive pertanto che in fase di istanza di permesso a costruire, oltre al rilievo geostrutturale e geomeccanico di dettaglio sull'ammasso roccioso e le necessarie analisi sulle terre, vengano effettuate analisi di stabilità, in corrispondenza dei fronti di sbancamento, fornendo le indicazioni sulle eventuali opere di sostegno da realizzare per garantirne la stabilità.

Le opere in progetto dovranno essere opportunamente fondate su terreno consistente e compatto (la roccia è molto in profondità per alcuni degli ambiti) al fine di evitare le possibili differenziazioni laterali del piano di appoggio, in modo da poter escludere pericolosi cedimenti differenziali. Le relazioni geologiche redatte in fase di richiesta di permesso a costruire dovranno analizzare in dettaglio le problematiche idrologiche, relative al ruscellamento superficiale in quanto l'area d'ambito 3 (Centro Urbano) può essere considerato, a tutti gli effetti, come un tessuto permeabile compatto mentre, per gli altri due ambiti, si dovrà prendere in considerazione il ruscellamento proveniente dalle aree di monte, oltre ai fenomeni di ristagno, ed alle altre tematiche a sfondo idrogeologico, con particolare riferimento all'infiltrazione delle acque sotterranee, ed alle opere di drenaggio da realizzare per eliminarle, individuando, in fase di permesso di costruire, le tecniche più idonee.

Le indagini necessarie al rilascio del titolo edilizio dovranno essere realizzate, secondo quanto stabilito dall'art. 52 del D.P.R. 380/2001 per le costruzioni pubbliche o private, in osservanza delle normative tecniche emanate dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici di concerto con il Ministero dell'interno per quanto riguarda gli aspetti relativi alle costruzioni in zona sismica. Dal 22/03/2018 è entrata in vigore la nuova normativa tecnica per le costruzioni (30 giorni dopo la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale), il D.M. 17/01/2018, subentrando alle vecchie norme approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2018 e rimaste in vigore per 10 anni, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC 2018).



9. CONCLUSIONI

Sulla base di quanto emerso nel corso delle presenti indagini geologiche preliminari, stante la tipologia dei possibili interventi ipotizzati nell'ambito di rigenerazione urbana, la porzione di territorio esaminato può ritenersi idonea sotto il profilo geologico ad ospitare le opere in progetto. Questa premessa consente di poter affermare che *l'analisi prodotta consente di esprimere un giudizio positivo circa la compatibilità della suddetta rigenerazione urbana viste le norme vigenti degli strumenti di pianificazione del territorio tanto alla scala di bacino quanto a scale comunale, non ravvisando interferenze negative sul livello di pericolosità geologica dell'area.*

Si ritiene opportuno ai fini del rilascio del necessario titolo, specialmente nel caso di aree sulle quali gli interventi siano soggetti alla preliminare formazione di Piani Urbanistici Operativi, il progetto urbanistico dovrà essere corredato di tutti gli elaborati tecnici previsti dalla circolare della Regione Liguria n. 4551 del 12/12/89, riferita all'art.2 della L.R. n. 24/87.

Ai sensi e per gli effetti della D.G.R. n. 470/2010 il P.U.O. dovrà altresì contenere uno studio di Microzonazione Sismica di livello 2 visti gli sviluppi degli studi di approfondimento redatti dalla Regione Liguria. Gli studi e le indagini di carattere geologico e geotecnico della fase esecutiva del P.U.O. dovranno comunque essere condotti secondo quanto disposto, per ogni area a diversa suscettività d'uso, dalle presenti norme (*Art. 12 Strumenti Urbanistici Attuativi – Norme Geologiche di Attuazione*) e, negli ambiti interessati dalla Rigenerazione Urbana, si dovrà far riferimento ai contenuti **dell'Art. 14 Zone B** (Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata – Norme Geologiche di Attuazione).

In generale, per ogni intervento dovranno essere effettuati degli approfondimenti sismici, geomorfologici e geologico-tecnici, predisporre le relative verifiche di stabilità e, imprescindibilmente, identificare le opere di difesa più appropriate. Si dovranno comunque prendere in considerazione alcuni indirizzi metodologici e tecnico-esecutivi da attuare nelle varie aree di intervento che devono riguardare:

- Lo smaltimento delle acque meteoriche in relazione alla morfologia delle aree ed alle coperture in progetto (nuova impermeabilizzazione del suolo) e delle aree rese impermeabili al fine di non gravare con incrementi di carico idraulico e di portata per le opere di allontanamento esistenti in loco;
- Il drenaggio delle acque sotterranee e lo smaltimento delle stesse vista l'opportunità di realizzare sistemi di drenaggio a tergo dei muri contro terra, che consentano l'allontanamento delle acque di infiltrazione sotterranee ed evitino l'insorgenza di sovrappressioni interstiziali ad incremento dello stato di sollecitazione sui muri stessi. Si prescrive inoltre il completo isolamento dal terreno delle strutture in progetto e la realizzazione di vespai al di sotto degli edifici in progetto per impedire fenomeni di risalita capillare di umidità dal suolo;
- Gli scavi per poter predisporre le opere fondazionali non dovrebbero prevedere particolari difficoltà considerato il sedime fondazionale che potrà essere costituito da commistioni fra alluvioni, coltre detritica e materiali di riporto; gli sbancamenti potranno essere eseguiti con il semplice ausilio di pala



meccanica, limitando l'utilizzo di martello demolitore per la demolizione di eventuali massi dispersi nel materasso alluvionale. Si prevede che la maggior parte del materiale proveniente dallo sbancamento sia costituito da materiale sciolto costituito da ciottoli di varia pezzatura in una matrice limo-sabbioso o, più difficilmente, dal cappellaccio di alterazione della roccia in posto. Questi materiali potrebbero essere riutilizzati per la sistemazione finale dell'area.

Per quanto concerne le indagini e gli studi di approfondimento geologici, descritte con molta precisione all'Art. 14 Zone B (Aree con suscettività d'uso parzialmente condizionata – Norme Geologiche di Attuazione), da attuarsi per le aree d'ambito, occorre effettuare alcune precisazioni a seguito dei risultati degli studi realizzati dalla Regione Liguria che ha portato alla suddivisione del territorio in microzone sismiche (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) per la valutazione della pericolosità sismica a scala locale e prevede l'identificazione areale di tre classi (o microzone) principali che possono essere, ulteriormente, suddivise in più livelli, definiti in relazione all'assetto litostratigrafico dei terreni. Le tre principali microzone omogenee in prospettiva sismica - che rappresentano, in termini qualitativi, il comportamento dei terreni sotto gli effetti del moto sismico - sono di seguito indicate:

- zone stabili senza amplificazione sismica attesa;
- zone stabili soggette a fenomeni di amplificazione sismica;
- zone instabili soggette a fenomeni cosismici (dissesti di versante, zone soggette a liquefazione, zone con presenza di faglie attive e capaci, zone soggette a cedimenti differenziali).

Lo strato informativo contiene, quindi, le risultanze degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1, svolte sui Comuni liguri ricompresi nel programma nazionale, quelli nei quali l'accelerazione massima al suolo "ag" è superiore a 0.125g. Gli studi sono stati condotti con le finalità definite negli «*Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica*» e nel rispetto degli Standard di Archiviazione e Rappresentazione Informatica concepiti dal Dipartimento Nazionale PC.

I risultati ottenuti per le tre aree d'ambito collocano, come già definito nel capitolo dedicato della presente relazione, le aree in Zona ZA1q1 cioè Zona di attenzione per liquefazione che comporta la necessità di un implemento di indagini rispetto a quanto segnalato per tali aree nelle Norme Geologiche di Attuazione a corredo del P.U.C. vigente. Facendo riferimento sempre all'art. 14 si vuole indicare le variazioni proposte alla normativa al fine di rispondere alle nuove esigenze legate alla possibile liquefazione dei suoli e, in particolare, facendo riferimento agli standard minimi si vogliono incrementare i punti 2b) e 2c) come segue:

- Punto 2b) le caratteristiche geomeccaniche devono essere valutate attraverso prospezioni geotecniche che comportino il prelievo di campioni di terreno su cui poter effettuare le necessarie indagini di laboratorio al fine di poter escludere la liquefazione;
- Punto 2c) vista la presenza di falda superficiale e la presenza di un sottosuolo costituito da materiale alluvionale saturo, la profondità di investigazione non deve essere inferiore ai cinque metri dal piano campagna al fine di verificare la presenza di terreni liquefacibili. Sempre in relazione alla stima del volume geotecnico significativo, a seconda del tipo di soluzione



fondativa si decida di utilizzare, anche in funzione del fatto che dalle indagini sismiche si possano riscontrare (si rilevino) “contrastanti di impedenza” significativi per cui, nella fattispecie, occorrerà procedere con analisi di R.S.L. (Risposta Sismica Locale).

Nella fase operativa, propedeutica alla progettazione strutturale esecutiva, dovrà essere redatta, sulla base del programma di indagini di approfondimento sopra illustrato, una Relazione geologica di livello definitivo, contenente la documentazione descrittiva di quanto eseguito, l'elaborazione e l'interpretazione di tutti i dati, la parametrizzazione geotecnica e geomeccanica (parametri medi) oltre che sismica, i criteri d'intervento e di sistemazione dell'area, con riferimento e seguito alla ricostruzione geologica della presente fase.

Si ricorda che, alla fine dei lavori, dovrà essere presentata una Relazione geologica e geotecnica di fine lavori, con indicazione delle problematiche riscontrate all'atto esecutivo, dei lavori di carattere geologico effettivamente eseguiti, dei criteri fondazionali messi in atto, dei monitoraggi posti in opera, del tipo di opere speciali effettivamente adottate, del piano della manutenzione e dei sistemi di drenaggio messi in opera.

Questa relazione sarà accompagnata da una Certificazione, a firme congiunte, sulla corretta esecuzione degli interventi eseguiti sul suolo e nel sottosuolo a garanzia della stabilità delle opere realizzate, nonché per la tutela dell'equilibrio geomorfologico e dell'assetto idrogeologico e idraulico della zona di intervento e da una documentazione fotografica commentata, relativa alle fasi più significative dell'intervento.

Sanremo, 06 Dicembre 2021

Dott. Geol. Gianfranco SECONDO



10. ALLEGATI

Segue elenco della documentazione allegata alla presente relazione

- Tavola 1: corografia dell'area;
- Tavola 2: estratti cartografici Piano di Bacino (Ambito 9 Centa);
- Tavola 3: estratto carta di zonizzazione e suscettività d'uso P.U.C.;
- Tavola 4: estratto carta geologico-geomorfologica P.U.C.;
- Tavola 5: estratto carta di microzonazione sismica (M.O.P.S.);
- Tavola 6: estratto cartografia Risknat e IFFI;
- Tavola 7a: carta delle indagini geognostiche e geofisiche per la fase di progettazione definitiva (Zona d'ambito 1);
- Tavola 7b: carta delle indagini geognostiche e geofisiche per la fase di progettazione definitiva (Zona d'ambito 2);
- Tavola 7c: carta delle indagini geognostiche e geofisiche per la fase di progettazione definitiva (Zona d'ambito 3);
- Tabella 1: classificazione geomeccanica degli ammassi rocciosi di Z.T. Bieniawski (1989)
- Tabella 2: indice di resistenza geologica per ammassi rocciosi eterogenei come il flysch (GSI).

