

COMUNE DI SINNAI
Provincia di Cagliari

PROGETTO LOTTIZZAZIONE
"IS BEGURIS" COMPARTO 1C3
SUB COMPARTO A

OGGETTO

STUDIO DI COMPATIBILITA'
GEOLOGICA E GEOTECNICA

ELABORATO

C.2

I TECNICI

ING. GIACOMO CARRUS

DOTT. GEOL. PIERPAOLO PILI

DATA

LUGLIO
2014

PROGETTISTI

ING. GIUSEPPE CONCAS, P.E. SANDRO SERRELI, GEOM. GIUSEPPE CORONA

Sommario

PREMESSA	4
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
INQUADRAMENTO PROGETTUALE.....	8
DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI INSTABILITÀ POTENZIALE	9
Metodologia	9
Geologia	12
Uso del suolo	14
Acclività.....	16
Carta dell'instabilità potenziale	18
Carta della pericolosità da frana	20
AMMISSIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI .	22
RELAZIONE GEOLOGICA (Art. 25 Norme Attuazione P.A.I. – Allegato F).....	23
Assetto geologico di inquadramento.....	23
Depositi olocenici	23
Successione sedimentaria Oligo-Miocenica	24
Situazione litostratigrafica locale con definizione ed origine dei litotipi, loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità.....	26
Lineamenti geomorfologici, processi morfologici, dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l'opera da realizzare e loro tendenza evolutiva.	27
Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea	30

Circolazione idrica superficiale.....	30
Circolazione idrica sotterranea.....	30
RELAZIONE GEOTECNICA (Art. 25 Norme Attuazione P.A.I. – Allegato F).....	33
Premessa.....	33
Criteri di programmazione, risultati delle indagini in sito e di laboratorio, tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti	33
Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto, effettuata sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite.....	34
Risultati dei calcoli geotecnici (determinazione del carico ammissibile e, se necessario, dei cedimenti) realizzati sulla base dei procedimenti della meccanica delle terre e dell'ingegneria delle fondazioni.....	35
Portanza dei terreni	35
Verifica di Stabilità del Pendio	37
VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA	38
Verifica.....	41
CONCLUSIONI	42

PREMESSA

Nell'ambito del progetto di realizzazione del piano di lottizzazione "Is Beguris comparto 1C3" nel Comune di Sinnai, con incarico conferito ai sottoscritti Dott. Geol. Pierpaolo Pili e Ing. Giacomo Carrus, è stato realizzato il presente studio di compatibilità geologica e geotecnica.

L'obbligatorietà della redazione del presente elaborato deriva dall'art. 8 delle NA del PAI il quale, al comma 2, cita: *"independentemente dall'esistenza di aree perimetrare dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica e geologica e geotecnica, predisposti in osservanza degli art. 24 e 25 delle N.d.A. medesime, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione"*. Inoltre, sempre nel medesimo art. 8 al comma 5 si rileva che *"in applicazione dell'articolo 26, comma 3, delle norme negli atti di adeguamento dei piani urbanistici comunali al PAI sono delimitate puntualmente alla scala 1: 2.000 le aree a significativa pericolosità idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrare dal PAI"*. In ottemperanza con quanto sopra, il presente elaborato è stato pertanto redatto ai sensi degli artt. 25 e 26 delle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico e secondo i criteri di cui all'allegato F delle citate norme e contiene i contenuti geologici e geotecnici e la definizione degli aspetti geologici di supporto a quelli idrologici ed idraulici di compatibilità.

La parte geologica, che integra lo studio di compatibilità geologica e geotecnica, e che rappresenta il quadro di riferimento della compatibilità idraulica, illustra:

- l'assetto geologico di inquadramento;

- la situazione litostratigrafica locale;
- la definizione dell'origine e natura dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- i lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici nonché i dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l'opera da realizzare e la loro tendenza evolutiva;
- i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

L'analisi geologica è stata eseguita in rispondenza alla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008) che definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle loro caratteristiche riguardanti i requisiti essenziali di resistenza meccanica e di stabilità. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito è stata fatta effettuando la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. Il modello geologico definito costituisce inoltre elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La parte geotecnica che integra lo studio di compatibilità geologica e geotecnica illustra:

- la localizzazione dell'area interessata dall'intervento;
- i criteri di programmazione ed i risultati delle eventuali indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti;
- la scelta dei parametri geotecnici di progetto;
- la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere, effettuata sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite;

- il dimensionamento del manufatto o dell'intervento;
- i risultati dei calcoli geotecnici;
- le verifiche di stabilità del pendio;
- il piano di manutenzione degli interventi;
- il piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi di consolidamento ed il programma delle misure sperimentali.

L'analisi geotecnica è stata eseguita in conformità alle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008 che forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto e definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e più in generale trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. Inoltre si è fatto riferimento alla Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. (G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009 S.O. n. 27) Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il comune di Sinnai appartiene amministrativamente alla Provincia di Cagliari, geograficamente ricade nel Campidano di Cagliari e confina con altre due aree, il Parteolla a nord, e il Sarrabus a est. Data l'estensione territoriale piuttosto ampia, il comune di Sinnai confina a nord con i comuni di Dolianova e Villasalto; ad est con i comuni di Burcei, San Vito e Castiadas; a sud con Maracalagonis e Quartucciu. Infine ad ovest con Settimo San Pietro, Soleminis e Dolianova.

I collegamenti stradali sono assicurati da tre strade provinciali collegate a loro volta alle arterie statali S.S. 125, S.S. 554 e S.S. n.387. Tale rete viaria consente di raggiungere con relativa facilità l'abitato storico di Sinnai; esso è inoltre servito dalla linea ferroviaria del limitrofo comune di Settimo S. Pietro.

L'area interessata dal progetto è situata nella periferia nord orientale del centro abitato, in un'area compresa tra la via Sant'Elena e la via Emilia, ed è inserita in una più vasta zona di espansione residenziale. Essa confina ad ovest con il comparto di zona 2C2 e ad est con la zona agricola. Entrambe le strade suddette attraversano e chiudono il comparto e risultano essere dotate di servizi primari.



Fig. 1: Indicazione dell'area di progetto su base satellitare

Con riferimento alla cartografia nazionale IGMI in scala 1:25.000 l'area è ricompresa nel Foglio 557 Sez. I "Sinnai", mentre è ricompreso nella sezione 557070 "Sinnai" della Carta Tecnica Regionale Digitale in scala 1:10.000.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta tecnica regionale con l'indicazione dell'area interessata dal progetto.

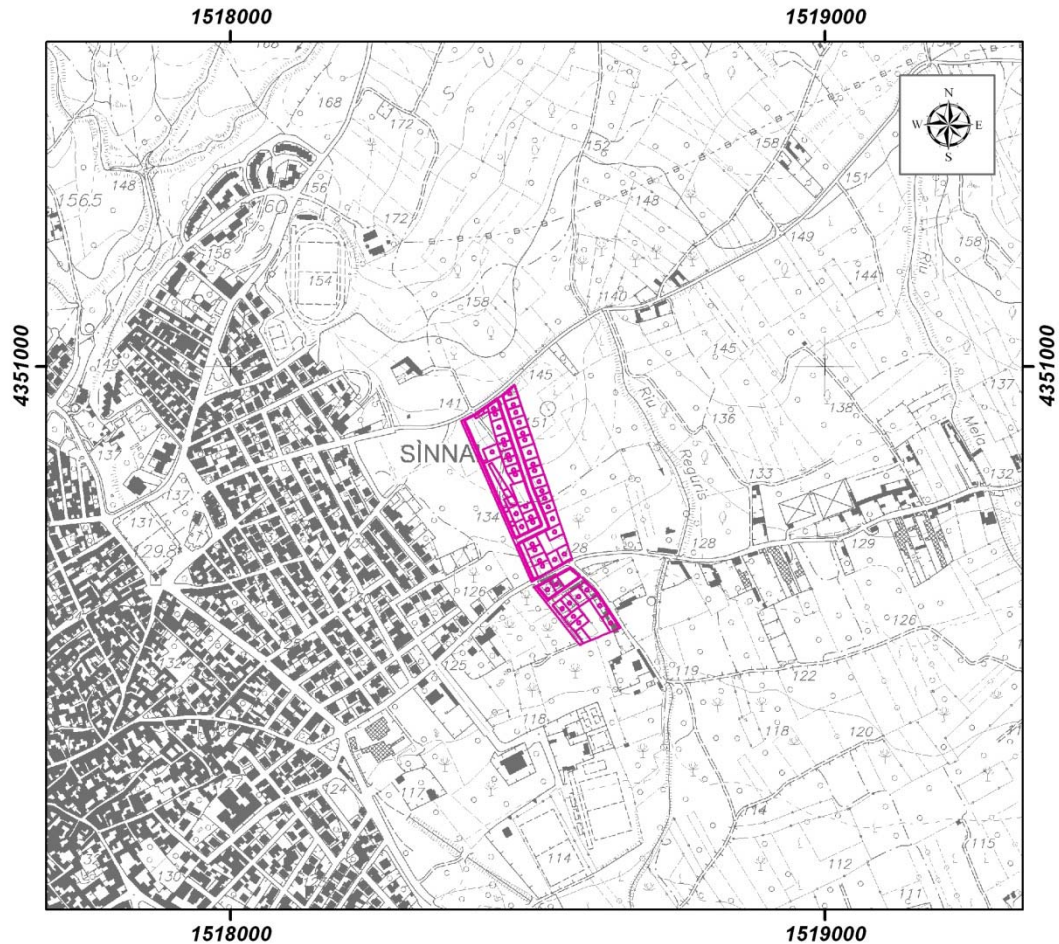


Fig.2: Indicazione dell'area di intervento su base CTR

INQUADRAMENTO PROGETTUALE

L'impostazione progettuale è fondamentalmente basata sul tentativo di utilizzare le particolari opportunità offerte dalla bassa densità insediativa prevista e i caratteri del luogo. l'area di intervento si trova in prossimità del centro abitato, più precisamente a est, ed è servita da due strade che attraversando il centro abitato lo collegano alla campagna. Si è cercato di dar corpo ad un intervento caratterizzato da un basso impatto ambientale-visivo, utilizzando tipologie edilizie contenute in altezza e articolate in case unifamiliari isolate e case binate, in modo da favorire l'ampiezza dei giardini privati.

La soluzione planimetrica proposta tende a costituire un intervento concluso nel suo insieme, ma contemporaneamente aperto verso la zona residenziale esistente ad esso vicina e, dall'altra, attraverso gli ampi cortili, alla adiacente campagna.

Il sistema viario di comparto, abbastanza semplice, è articolato in modo tale che l'accesso ai lotti avvenga unicamente dalla viabilità interna alla lottizzazione e solo per alcuni di essi direttamente dalla via S.Elena e via Emilia.

Dal punto di vista altimetrico l'area è caratterizzata da una minima pendenza degradante verso la via S.Elena.

Il progetto del piano di lottizzazione, come da prescrizioni della disciplina specifica della zona C3 sfrutta un indice territoriale di 0,7 mc/mq. Poiché la superficie complessiva relativa al comparto 1C3 è di 36.845 mq, la volumetria massima realizzabile risulta di 25.792 mc così ripartita: il 70% per la residenza, il 20% per i servizi privati di quartiere e il restante 10% per i servizi pubblici.

DETERMINAZIONE DELLE CLASSI DI INSTABILITÀ POTENZIALE

Metodologia

L'analisi del settore di territorio interessato dallo studio, dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e dell'uso attuale del suolo, ha consentito il riconoscimento dei processi geomorfologici in atto o potenziali riconducibili all'evoluzione dei versanti ed ha permesso la definizione della classificazione della pericolosità geomorfologica delle aree studiate.

Lo studio di base, condotto a seguito di un rilievo di dettaglio che ha permesso di verificare e integrare il materiale di base disponibile, ha prodotto i seguenti tematismi:

- carta geolitologica
- carta dell'uso del suolo
- carta dell'acclività

Il primo tematismo, vale a dire la carta geolitologica, deriva dalla verifica puntuale sul campo della cartografia redatta nell'ambito del Progetto Carta Geologica di Base della Sardegna; la carta dell'uso del suolo è stata predisposta sulla base della Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna ed aggiornata a seguito dell'osservazione diretta; la carta delle acclività infine è stata elaborata a partire dal Modello Digitale del Terreno (DTM) con passo pari ad 1 metro, derivante dal rilievo LIDAR disponibile per le aree oggetto di approfondimento.

Il materiale di base per la stesura dei tematismi suddetti, reperito presso il Geoportale della Regione Sardegna in formato digitale, ha permesso le successive elaborazioni effettuate mediante client GIS.

Tali tematismi contengono gli elementi necessari alle valutazioni che hanno portato alla creazione di una carta di sintesi che rappresenta la potenziale instabilità geomorfologica delle aree studiate, e successivamente alla stesura della carta della pericolosità da frana.

Ciascun elemento costituente ognuno dei tematismi di base è stato valutato in considerazione dell'importanza che esso assume nel processo di evoluzione geomorfologica di una porzione di territorio.

In accordo con quanto previsto dalle linee guida del PAI, gli elementi sono stati classificati secondo gli schemi di legenda previsti, in questo modo è stato possibile attribuire alle diverse classi una valutazione espressa sotto forma di pesi la cui combinazione ha definito una serie di classi teoriche, per valori compresi tra -3 e +13 che individuano condizioni di instabilità geomorfologica potenzialmente attribuibile. L'interpretazione dei valori suddetti segnala il

passaggio da condizioni di instabilità massima associabile a valori nulli o negativi, a situazioni di totale stabilità caratterizzate invece da valori fortemente positivi. La valutazione è stata effettuata mediante operazioni di overlay mapping eseguite sui tematismi sopra descritti e rappresentata nella carta dell'instabilità potenziale dei versanti.

La corrispondenza del modello teorico ottenuto alla realtà dei luoghi non è tuttavia sempre diretta, come nella fattispecie soprattutto in riferimento alle aree poco o nulla acclivi, soprattutto se caratterizzate da terreni sciolti e/o poco coerenti e/o da vegetazione rada.

Si è reso necessario pertanto modellizzare il territorio in funzione di osservazioni dirette che, sulla base della presenza o assenza di evidenze geomorfologiche connotanti effettive situazioni di instabilità, verificassero puntualmente la reale situazione di pericolosità. Ciò ha permesso di apportare i dovuti correttivi alla carta dell'instabilità potenziale dei versanti e di ottenere una carta della pericolosità da frana per le aree studiate.

Il lavoro verrà di seguito illustrato prendendo in considerazione tutti i parametri ambientali che hanno portato alla definizione delle nuove classi di pericolosità scaturite dal presente studio.

Per il dettaglio delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche che hanno portato a tale risultato si fa riferimento ai rispettivi paragrafi della relazione geologica facente parte integrante dell'elaborato.

Geologia

Di seguito si riporta la tabella rappresentante l'associazione dei pesi a ciascun litotipo e la carta geologica di base predisposta nell'ambito del lavoro.

Unità	Peso
Detriti immersi in matrice fine (<i>Sigla b2</i>)	5
Depositi alluvionali ghiaiosi sabbiosi (<i>Sigla ba</i>)	5
Depositi alluvionali terrazzati (<i>Sigla bna</i>)	5
Marne di Gesturi (<i>Sigla GST</i>)	5
Arenarie di Serralonga (<i>Sigla NLL2</i>)	5

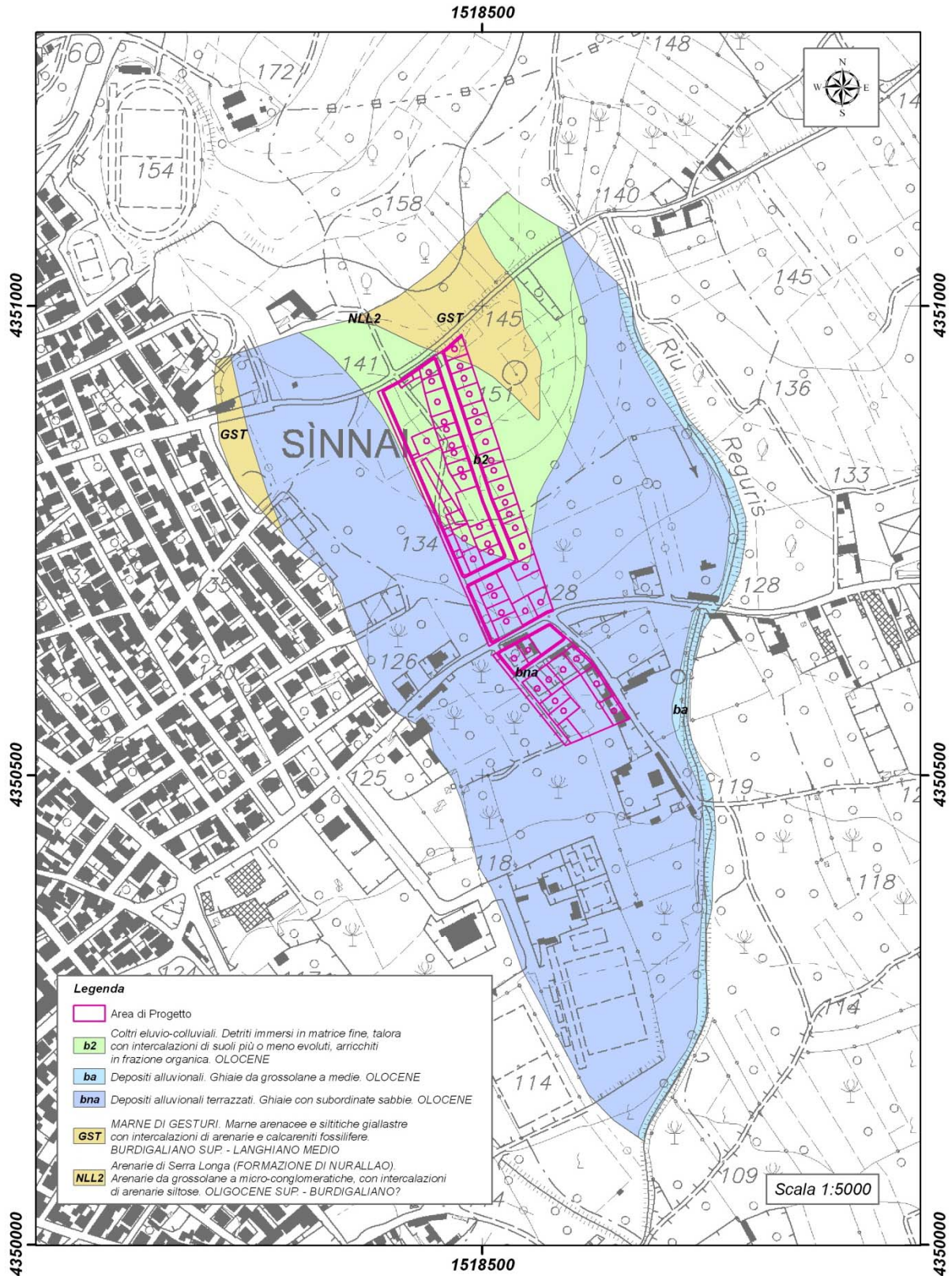


Fig.3: Carta geologica

Uso del suolo

Per quanto riguarda l'uso del suolo, l'area strettamente dal progetto, si trova in un'area di frangia situata a NE del centro abitato di Sinnai, e risulta ascrivibile alle categorie dei seminativi in aree non irrigue e Colture temporanee associate all'olivo (Codici 2111 e 2411 della Legenda Corine Land Cover). Si tratta di superfici coltivate, regolarmente arate.

A Est le superfici sono sostanzialmente caratterizzate da un tessuto urbano residenziale nel quale gli spazi sono strutturati dagli edifici e dalla viabilità, mentre a Sud le superfici sono occupate da frutteti (Codice 222), e da sistemi colturali e particellari complessi (Codice 242). A Nord si rinviene la presenza di prati artificiali (Codice 2112) oltre che dei medesimi seminativi in aree non irrigue.

Di seguito si riporta la tabella rappresentante l'associazione dei pesi a ciascuna classe di uso del suolo e la carta dell'uso del suolo di base predisposta nell'ambito del lavoro.

Codice UDS		Peso
1111	Tessuto residenziale compatto e denso	0
1421	Aree ricreative e sportive	0
2111	Seminativi in aree non irrigue	-2
2112	Prati artificiali	-2
222	Frutteti e frutti minori	0
2411	Colture temporanee associate all'olivo	-2
242	Sistemi colturali e particellari complessi	-1

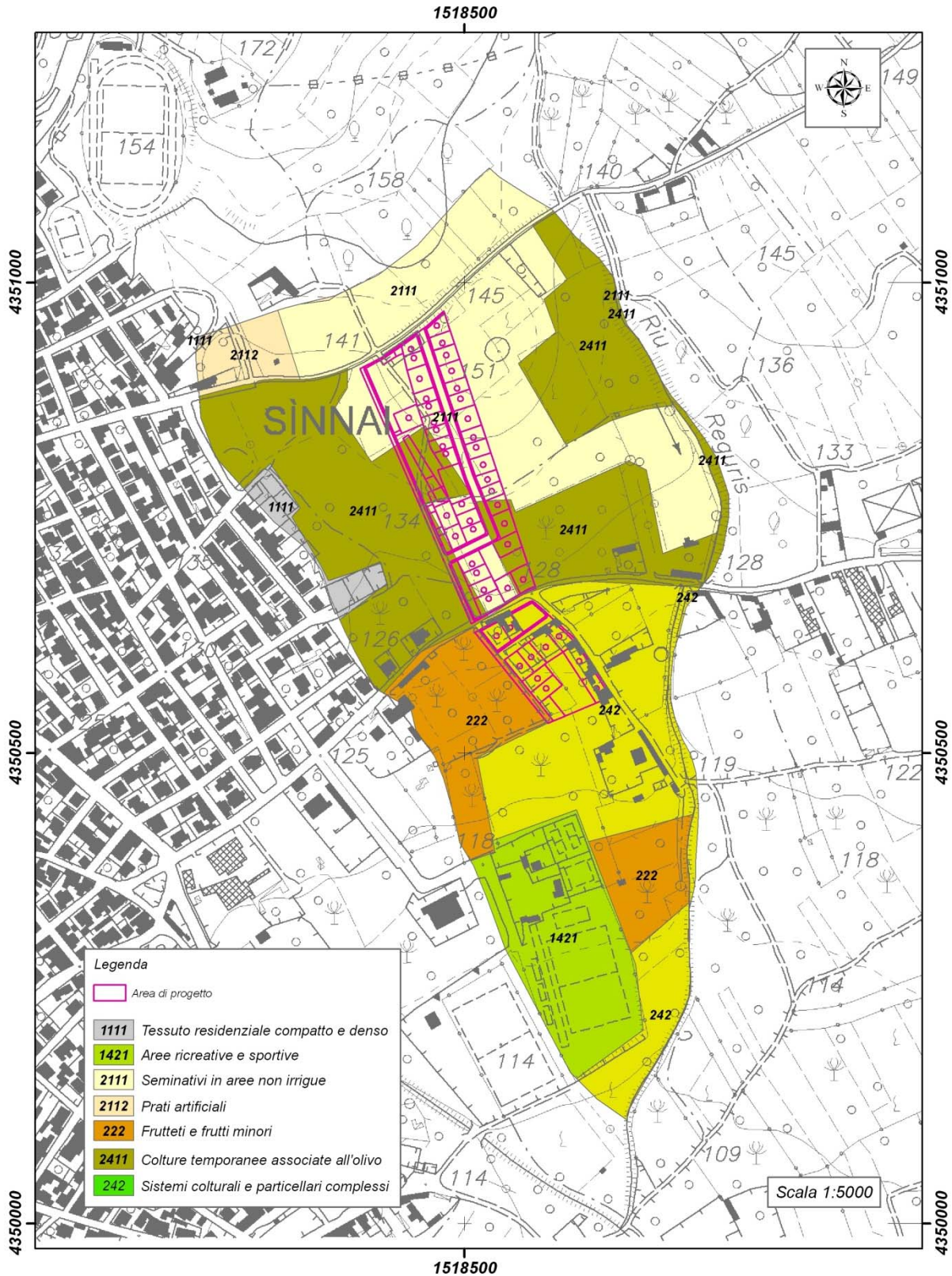


Fig.4: Carta dell'Uso del Suolo

Acclività

In generale, in tutta l'area l'acclività è prevalentemente molto bassa, ad eccezione degli alti morfologici a Nord del comparto di interesse e dei tagli realizzati per la costruzione della strada.

Nello specifico, nella zona studiata l'acclività è ascrivibile esclusivamente alle due classi inferiori, vale a dire minore del 10% e compresa tra il 10% e il 20%.

Alle classi di acclività sopra descritte, coerentemente con le indicazioni espresse nelle linee guida del PAI, sono stati attribuiti gli opportuni pesi, secondo lo schema di seguito riportato:

<i>Classi di pendenza</i>	<i>Peso</i>
10 – 20%	1
<10%	2

Di seguito viene riportata la carta delle acclività relativamente all'area studiata e al suo intorno

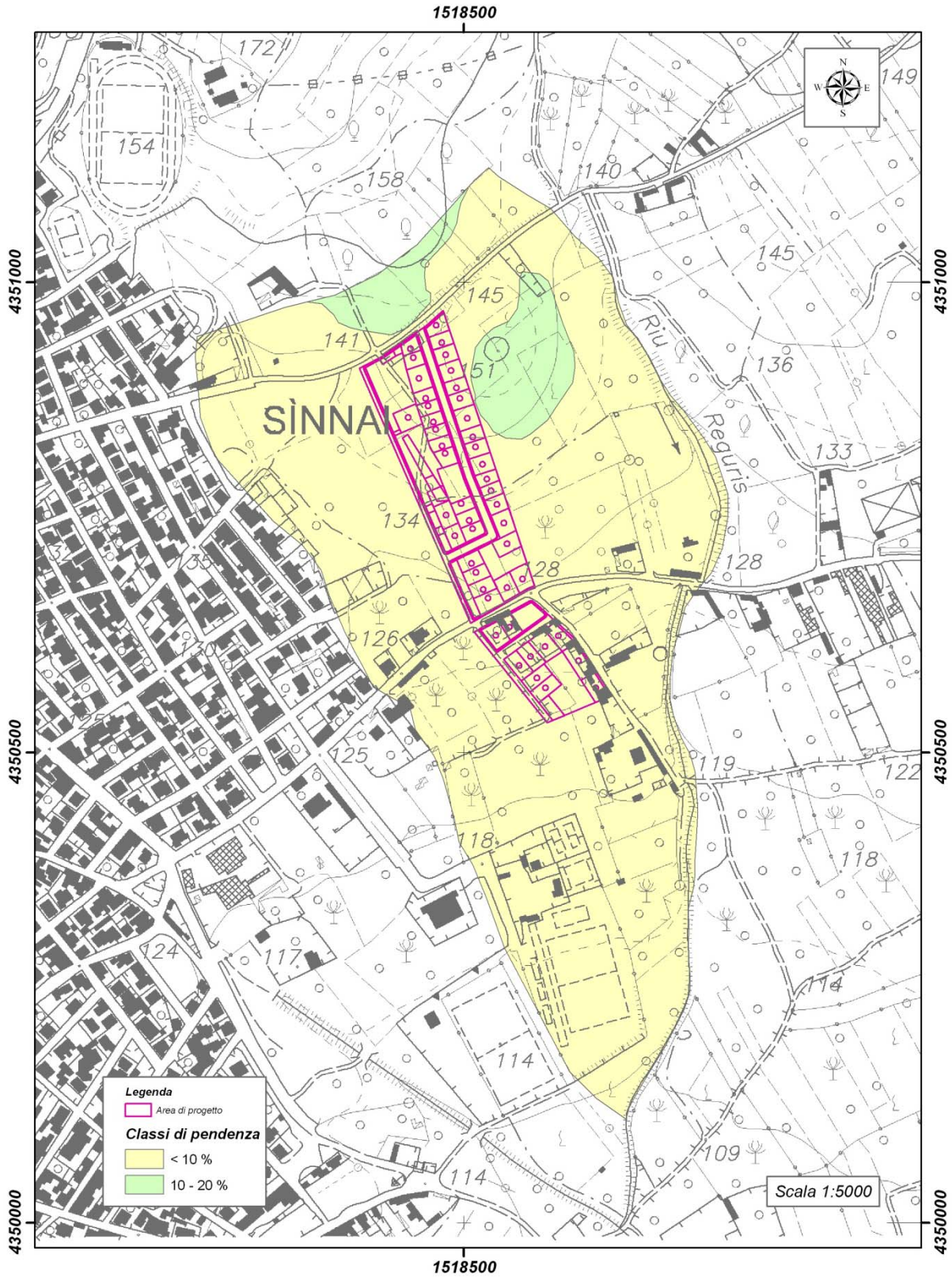


Fig.5: Carta delle acclività (pendenze)

Carta dell'instabilità potenziale

I pesi associati alle differenti litologie presenti risultano sostanzialmente gli stessi, e anche per quanto riguarda i valori di acclività non si riscontrano praticamente differenze sostanziali, pertanto l'andamento dell'instabilità potenziale dell'area è condizionato principalmente dai valori attribuiti derivanti dall'uso del suolo. L'effetto combinato di questi parametri produce instabilità potenziale in prevalenza medio limitata su tutto il settore.

In particolare l'area nella quale sono stati focalizzati gli studi mostra valori di instabilità potenziale prevalentemente limitati che diventano medi solo in corrispondenza delle zone dove l'acclività subisce, seppure in minima parte, un incremento.

Si sottolinea che per la maggior parte, l'area è caratterizzata da una classe di pendenza inferiore al 10%.

Di seguito viene mostrata la distribuzione dell'instabilità potenziale nell'area di indagine e nel suo intorno.

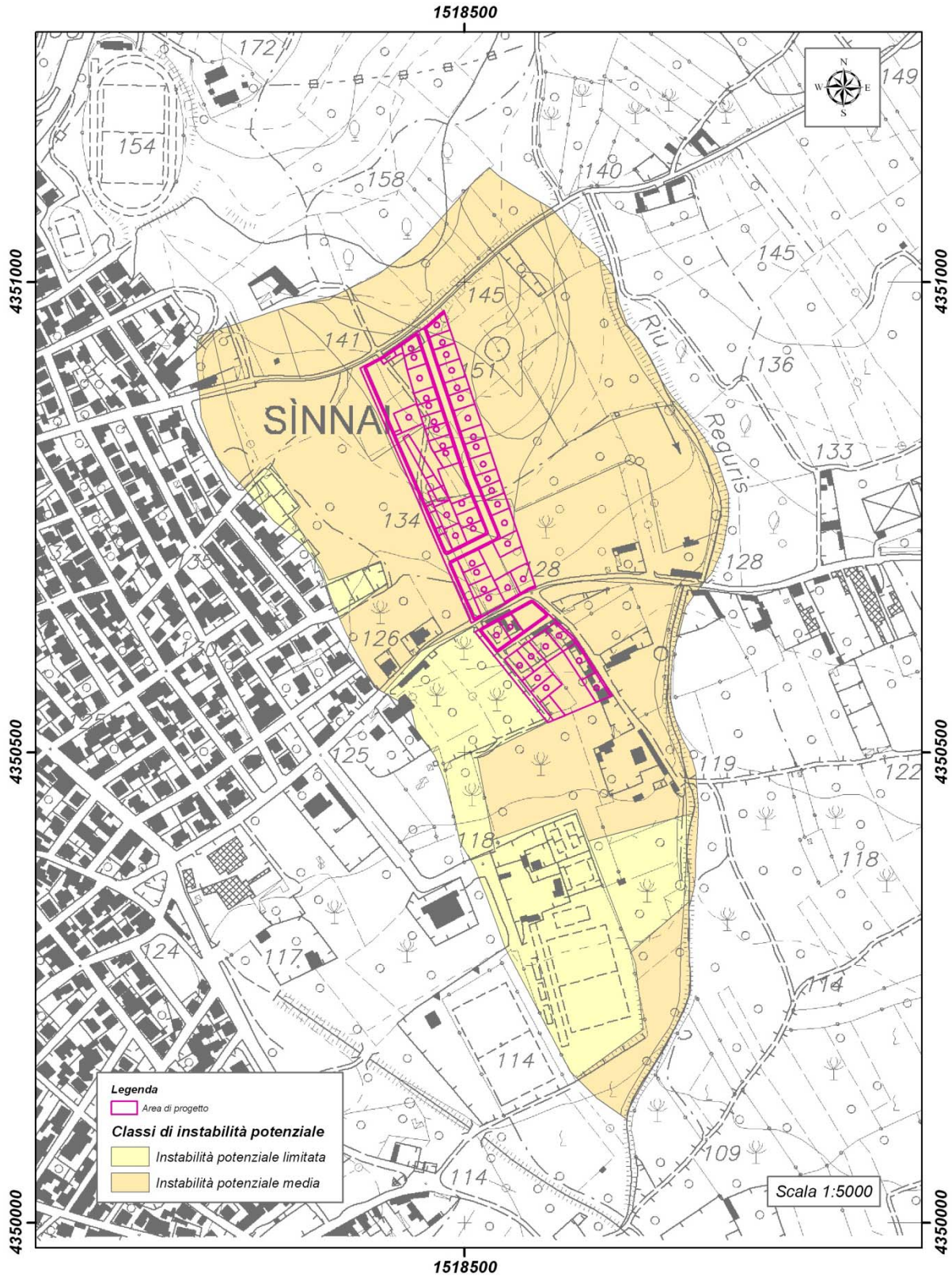


Fig.6: Carta dell'instabilità potenziale

Carta della pericolosità da frana

Le considerazioni di carattere geomorfologico precedentemente espresse hanno permesso di affinare i risultati riportati nella carta dell'instabilità potenziale sopradescritta.

In considerazione del fatto che nell'area non è presente alcuna evidenza di dissesto geomorfologico in atto o potenziale, le aree classificate ad instabilità potenziale media e limitata possono essere ragionevolmente accorpate nelle classi di pericolosità geomorfologica Hg1, e Hg0, vale a dire cioè moderata e nulla.

Di seguito si riporta la carta dell'instabilità derivante dalle considerazioni sopra espresse.

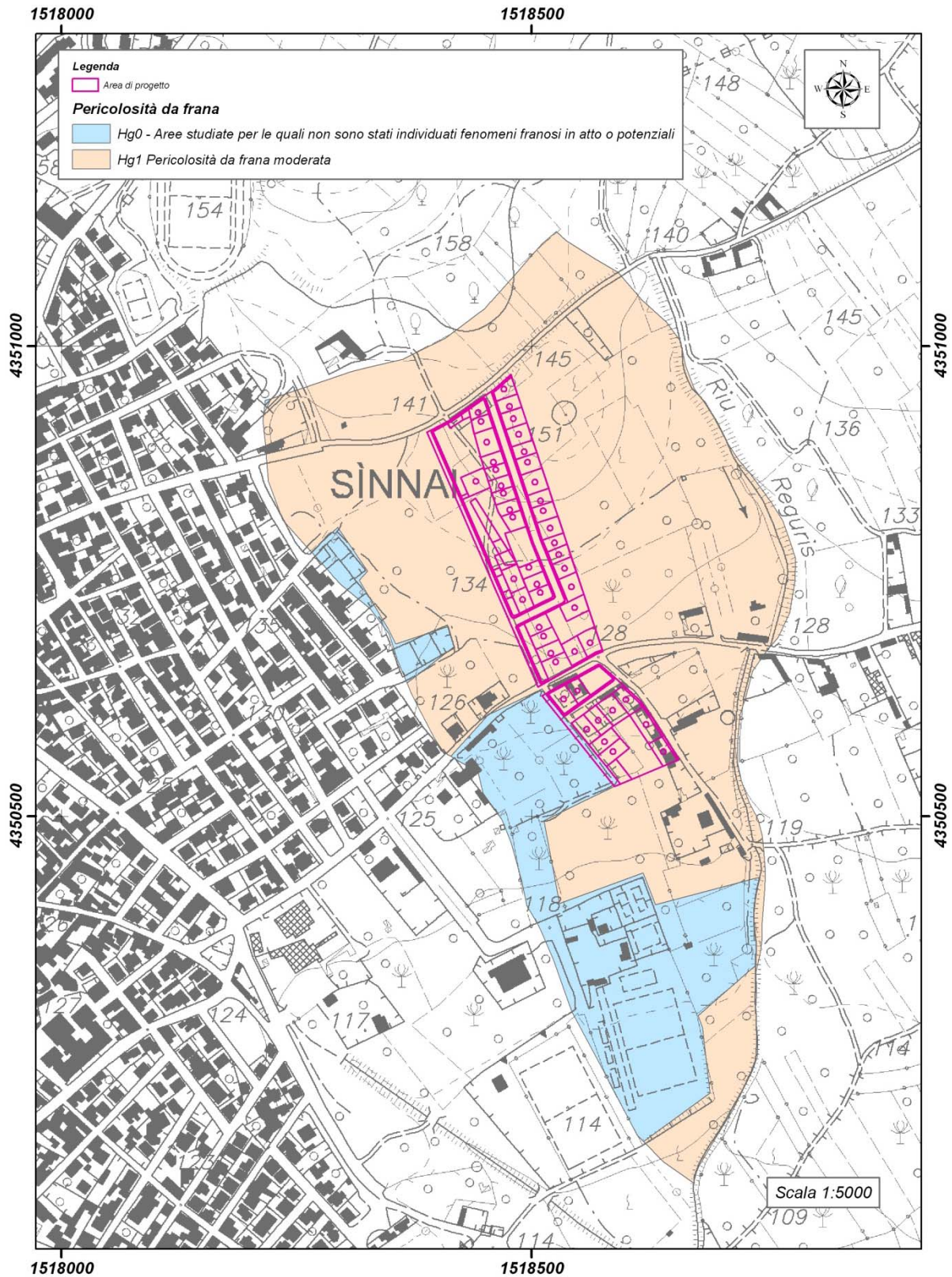


Fig.6: Carta della pericolosità da frana

AMMISSIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI

Come affermato precedentemente, l'intervento ricade in un'area non studiata dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), e pertanto non inquadrata in nessuna delle tavole relative al suddetto Piano. I risultati scaturiti dal presente studio hanno portato a definire, per l'areale di progetto e per la porzione di territorio ad esso adiacente, un livello di pericolosità da frana da limitato a nullo; nell'area infatti non si rilevano indizi di attività geomorfologica che possa costituire un innesco per fenomeni di dissesto geomorfologico in atto o potenziali.

La disciplina di tali aree è demandata all'art. 34 delle suddette NA che riporta "*Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi*".

Alla luce delle disposizioni di cui l'opera è da considerarsi ammissibile.

RELAZIONE GEOLOGICA (ART. 25 NORME ATTUAZIONE P.A.I. – ALLEGATO F)

Assetto geologico di inquadramento

Il settore su cui insiste l'opera in progetto si caratterizza in generale in prevalenza per la presenza di un substrato costituito da depositi marini ed in particolare marne, sulle quali si rinvengono, in netta discordanza stratigrafica depositi alluvionali terrazzati e non.

A partire dai litotipi più recenti a quelli più antichi la stratigrafica del settore può essere così descritta:

Depositi olocenici

I depositi olocenici maggiormente rappresentati nell'area in esame sono costituiti da sedimenti alluvionali e costieri che hanno caratterizzato sia le dinamiche attuali che quelle passate.

Si tratta sia di depositi di pianura alluvionale che di estese conoidi alluvionali.

Coltri eluvio colluviali (sigla b2)

Si tratta di depositi in cui sono presenti percentuali variabili di materiali fini (sabbia, limo), più o meno pedogenizzati ed arricchiti in frazione organica, mescolati con sedimenti più grossolani. La elevata presenza di frazione organica suggerisce una loro derivazione dall'erosione del suolo durante l'Olocene e successivo mescolamento a sedimenti provenienti per degradazione fisica direttamente dal substrato. Il loro spessore è in genere esiguo (qualche metro) ma data la natura pelitico-arenacea del substrato terziario, sono estremamente diffusi ovunque ai piedi dei versanti e sulle testate delle vallecicole. La genesi di tali depositi è legata a condizioni climatiche con forte contrasto stagionale e con scarsa copertura vegetale forestale, in condizioni non dissimili da quelle attuali.

Depositi alluvionali terrazzati (sigla bna)

Affiorano nella parte più piana dell'area, e sono strettamente correlati ad un reticolo idrografico simile a quello attuale di cui costituiscono i letti di piena straordinaria o le pianure alluvionali legate alle dinamiche passate, quando un maggiore carico solido proveniva dai versanti. Si tratta di depositi a tessitura grossolana contenenti limitate lenti e livelli di sabbie e di ghiaie fini, simili a quelli che si osservano sul letto attuale. Questi depositi sono posti ai lati dei letti attuali o dei tratti di alveo regimati, o su depositi alluvionali terrazzati, ed in genere non sono interessati dalle dinamiche in atto.

Depositi alluvionali terrazzati (sigla ba)

Si tratta di depositi alluvionali recenti ed attuali a granulometria grossolana costituiti da ghiaie con intercalazioni di sabbie, legati prevalentemente alle fasce golenali.

Depositi antropici h1r

Dato il grado di antropizzazione che caratterizza l'area, i depositi antropici assumono importanza notevole, sono infatti diffusi sia i manufatti antropici che i riporti soprattutto al fine edilizio.

Successione sedimentaria Oligo-Miocenica

Marne di Gesturi GST

Le Marne di Gesturi sono rappresentate da una successione monotona, potente diverse centinaia di metri, di marne arenacee e siltitiche con subordinate intercalazioni di arenarie e, localmente, di calcari a "*Lithothamnium*" e calcareniti. All'interno di questa formazione vengono distinte due facies: una marnoso arenacea ed una piroclastico- epiclastica.

Nell'area in esame si trova in affioramento la prima, che è rappresentata da marne arenacee, arenarie marnose e siltiti che, con subordinate intercalazioni di arenarie, soprattutto nelle parti basale e sommitale. La porzione basale è caratterizzata da alternanze di arenarie da medie a grossolane, talora ben cementate, localmente contenenti bivalvi, gasteropodi, briozoi e noduli algali, siltiti laminate e marne siltose e/o argillose, in strati di spessore variabile, fino al metro. Le marne si presentano di colore giallo, giallo verdastro, con marcata fissilità nei termini più siltitici e fratturazione pseudo concoide in quelli più argillosi. Eventuali laminazioni piano parallele e rare ondulazioni sono associate ad evidenti alternanze tessiturali. Il substrato delle Marne di Gesturi è rappresentato dal membro delle Arenarie di Serralonga (NLL2) mentre al tetto si può osservare sia il passaggio graduale, eteropico, alle Argille di Fangario che direttamente alle arenarie di Pirri.

Formazione di Nurallao (NLL2)

Nota in letteratura come arenarie di Gesturi, in seguito proposta come membro di Serralonga, la Formazione di Nurallao è costituita da sedimenti silicoclastici e carbonatico – silicoclastici in cui sono stati distinti due membri: quello basale ("conglomerato di Duidduru" NLL1) è rappresentato da facies clastiche grossolane; quello sommitale ("Arenarie di Serralonga" NLL2) è rappresentato da facies sabbioso arenacee e calcarenitiche. Questi sedimenti sono riconducibili ad ambienti da transazionale a marino litorale. Questa successione rappresenta il passaggio laterale e superiore dalla formazione di Ussana ed è costituita da arenarie medio grossolane a stratificazione incrociata localmente canalizzata da conglomerati e da arenarie siltose fini che evolvono ritmicamente a marne. Gli ambienti deposizionali vanno da transazionali a distali, talora mostrano accumuli gravitativi (torbiditi e slumping). Sono frequenti le alternanze di arenarie e sabbie talora conglomeratiche riconducibili ad ambiente marino ad alta energia, di spiaggia sommersa (shoreface).

Situazione litostratigrafica locale con definizione ed origine dei litotipi, loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità.

Dal dettagliato sopralluogo effettuato nell'area e dal raffronto con dati disponibili in letteratura e dati relativi a lavori eseguiti nella zona, si evince che la situazione litostratigrafica locale è rappresentata sostanzialmente da un substrato costituito da depositi sabbioso arenacei sciolti distinguibili in due tipi, uno più fine limoso, compatto e sovra consolidato verosimilmente per essiccazione e uno più grossolano rappresentato da sabbie e ghiaie localmente ciottolose.

Su tale substrato specificatamente nell'area in esame si osservano spessori di suolo sabbioso dell'ordine di pochi decimetri e un esame dettagliato delle caratteristiche di questi litotipi permette di associarli all'Unità di Paesaggio "*Paesaggi su alluvioni ed arenarie eoliche del Pleistocene*" nella quale il substrato è impostato su aree con forme da subpianeggianti a pianeggianti. In esse si rinvengono generalmente suoli da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie e da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da sub alcalini ad acidi, da saturi a desaturati.

Questi suoli sono classificati come Typic, Aquic ed Ultic Parexeralfs, ad essi si attribuisce una classe di capacità d'uso III - IV e sono soggetti a limitazioni d'uso dovute a eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo d'erosione.

Lineamenti geomorfologici, processi morfologici, dissesti in atto e potenziali che possono interferire con l'opera da realizzare e loro tendenza evolutiva.

Lo smantellamento delle litologie costituenti i rilievi presenti nell'area, ad opera degli agenti esogeni, ed il loro successivo accumulo nelle parti inferiori dei versanti e nei fondovalle, ha portato alla formazione di significative coperture di sedimenti fini, a prevalente componente argillosa; il deflusso superficiale dei corsi d'acqua, più o meno incanalato, successivamente, è stato responsabile della deposizione di depositi a granulometria mista lungo gli impluvi e nelle aree di depressione morfologica, pertanto in generale nell'area è possibile distinguere sia forme di erosione che di deposizione.

Le forme d'erosione sono rappresentate principalmente dalle incisioni vallive presenti lungo i pendii dei rilievi collinari, le forme di deposizione, per contro, caratterizzano con rilevanza le aree a maggiore attitudine irrigua; sono rappresentate dalle aree di fondovalle, con incisioni attuali o non più attive, e dalle depressioni morfologiche, chiuse e aperte.

La morfologia nel settore di studio appare pertanto in generale dolce, ma a scala maggiore si presenta più complessa, articolata in una serie di strutture minori individuate da solchi vallivi che tagliano le strutture principali. Il maggiore agente morfogenetico di queste aree è rappresentato dal processo erosivo, in particolare l'erosione lineare ad opera delle acque correnti che, agendo su un substrato variamente erodibile determina una morfologia accidentata, con valli a v impostate lungo i pendii. Al passaggio dal sistema collinare alle aree pianeggianti, affiorano i depositi di versante e i depositi alluvionali derivanti dall'apporto di materiale solido ad opera dei corsi d'acqua. Questi materiali vanno a costituire il raccordo con la pianura e danno luogo ad una morfologia molto dolce derivante dall'azione di erosione regolare e continua su litologie a granulometria prevalentemente sabbiosa e ghiaiosa. I rilievi sono poco

elevati con versanti uniformi, debolmente inclinati e ben raccordati ai fondovalle. L'immagine seguente mostra una panoramica dell'area in esame.



Fig.7: Panoramica dell'area in studio

L'area è caratterizzata da morfologia sub orizzontale e debolmente inclinata, con una pendenza inferiore al 10%, con dolci rotture di pendio in corrispondenza dei bordi caratterizzati dalla presenza di più ordini di terrazzi fluviali, con frequenti conoidi alluvionali allo sbocco dei corsi d'acqua nella valle.

Dal punto di vista litologico sono caratterizzate dalla presenza di materassi alluvionali a granulometria fortemente eterogenea e spessore variabile all'interno dei quali sono presenti antiche strutture sedimentarie quali paleoalvei e paleococonoidi.



Fig.8: Vista dell'area di progetto

Come si evince dalle immagini dal punto di vista morfologico l'area interessata dal progetto è caratterizzata da una elevata uniformità e appare come un tabulato ad andamento leggermente concavo convesso immergente verso sud con modestissima pendenza, come detto dappertutto inferiore al 10%, interrotto al suo interno da lievi incisioni e segni dovuti all'azione delle acque di ruscellamento superficiale diffuso impostatosi verosimilmente sulle direzioni determinate dai percorsi di aratura e manutenzione antropica del territorio. Le caratteristiche morfologiche del territorio regionale, unitamente a quelle litologiche e strutturali, condizionano, naturalmente, la localizzazione e le caratteristiche dei corpi idrici sia superficiali sia sotterranei.

Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea

Circolazione idrica superficiale

In generale, l'idrografia superficiale dell'area in esame, comprendente il centro urbano e il contesto rurale circostante, è rappresentata da corsi d'acqua e da incisioni fluviali che vanno a formare un reticolo dendritico. I corsi d'acqua principali che attraversano l'area sono il Riu Reguris e il Rio Mela, che si sviluppano entrambi quasi parallelamente ad est dell'area in esame. Per una caratterizzazione dettagliata dell'idrografia superficiale si rimanda allo studio idrologico ed idraulico sviluppato nell'ambito del presente lavoro e ad esso associato.

I corsi d'acqua minori, rappresentati nella zona dagli affluenti dei suddetti rii, presentano invece un alveo non sempre ben definito a causa del regime estremamente variabile delle portate; essi sono infatti percorsi dalle acque solo in occasione di piogge intense.

Circolazione idrica sotterranea

I complessi interessati dalla circolazione idrica sotterranea sono quello dell'*Unità detritico carbonatica oligo-miocenica inferiore* costituita da conglomerati, arenarie, marne e calcari di ambiente marino, caratterizzati da permeabilità complessiva medio alta per porosità e subordinatamente per fessurazione e localmente medio bassa in corrispondenza dei termini marnosi compatti, e dell'*Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie* che comprende i depositi alluvionali conglomeratici, arenacei e argillosi del Pleistocene e dell'Olocene caratterizzati da una permeabilità per porosità complessiva medio-bassa, localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana. In ragione dell'assetto geologico precedentemente descritto è presumibile la presenza di circolazioni idriche profonde (40 m – 50 m) controllate sia dalle condizioni di fessurazione sia dalle caratteristiche di permeabilità localizzate nei litotipi più

fratturati. Le unità idrogeologiche saranno pertanto contraddistinte da un grado di permeabilità variabile a seconda delle litologie interessate e quindi da basso a nullo per quanto riguarda i litotipi marnosi compatti fino a buono in presenza di apprezzabili valori di porosità efficace, riferibili ai litotipi arenacei.

Al fine di fornire un quadro di massima della condizione della circolazione idrica sotterranea sono stati consultati i dati riferiti alle prospezioni nel sottosuolo disponibili sul geoportale di ISPRA all'indirizzo <http://sgi1.isprambiente.it/GeoMapView/index.html> e relativi ad un'opera di presa poste nell'intorno dell'area in esame. Per il punto suddetto è disponibile una scheda che contiene i dati salienti del pozzo, la tipologia di uso della risorsa, la corrispondente stratigrafia del sottosuolo e la quota delle eventuali falde incontrate nel corso della perforazione. Il quadro d'insieme che si evince dall'analisi mostra la possibilità di riscontrare piccole falde lenticolari dello spessore di pochi metri (1÷2) alle basse profondità, e una falda più produttiva alla profondità di oltre 50 metri.

L'immagine seguente mostra l'ubicazione del punto di presa rilevato con la descrizione della tipologia di uso.

Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

Scheda indagine	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p>Codice: 194465 Regione: SARDEGNA Provincia: CAGLIARI Comune: SINNAI Tipologia: PERFORAZIONE Uso: IRRIGUO Profondità (m): 55.00 Quota pc slm (m): 163 Anno realizzazione: 1995 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 1 Portata esercizio (l/s): 0.8 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): ND Numero strati: 4 Longitudine ED50 (dd): 9.213056 Latitudine ED50 (dd): 39.310833 Longitudine WGS84 (dd): 9.212074 Latitudine WGS84 (dd): 39.309835</p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	55	55	200

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	50	51	1

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
DIC / 1995	41	43	2	0.8

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	1	1.0		SUOLO AGRARIO
2	1	6	5.0		CONGLOMERATI AD ELEMENTI ARROTONDATI
3	6	26	20.0		ARENARIE IN BANCHI ALTERNATE A STRATI ARGILLOSI
4	26	55	29.0		ALTERNANZA DI ARENARIE E MARNE ARGILLOSE

Fig.9: Scheda illustrativa dell'opera di captazione presente in prossimità dell'area in esame

RELAZIONE GEOTECNICA (ART. 25 NORME ATTUAZIONE P.A.I. – ALLEGATO F)

Premessa

Per quanto concerne la classificazione sismica dell'area si evidenzia che sulla scorta dei contenuti dell'Allegato A dello O.P.C.M. 20 Marzo 2003 n. 3274, tutto il territorio della Sardegna è stato classificato nella zona 4, vale a dire a rischio sismico molto basso.

In ragione di quanto sopra esposto, benché le NTC di cui al D.M 14 Gennaio 2008 impongano la verifica col metodo degli Stati Limite (SL), nel caso di costruzioni di classe II e ridotta pericolosità sismica è ammessa la verifica col metodo delle Tensioni Ammissibili (TA).

Le considerazioni geotecniche che seguono sono fatte sulla base del metodo delle TA.

Criteria di programmazione, risultati delle indagini in sito e di laboratorio, tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti

Per la redazione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica relativo alle opere previste in progetto, ci si è avvalsi di considerazioni effettuate sulla scorta di dati di letteratura e di dati acquisiti precedentemente grazie ad indagini svolte nel settore di Sinnai in terreni simili dal punto di vista delle caratteristiche geomeccaniche. La ricostruzione litostratigrafica e la caratterizzazione geotecnica si sono basate pertanto sul raffronto con un buon numero di indagini conoscitive geologico-geotecniche precedentemente realizzate in aree affini a quella di progetto. Si sottolinea che le considerazioni scaturite dal presente studio non hanno messo in evidenza problematiche geotecniche legate alla portanza del substrato.

Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto, effettuata sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite.

Il rilevamento geologico tecnico ha permesso di distinguere all'interno dell'area di progetto due unità litostratigrafiche principali:

Coltre eluvio-colluviale

rappresentata da un materiale costituito da sabbie fini limose compatte, sovraconsolidate verosimilmente per essiccazione. Si osservano nell'area per spessori variabili. Le caratteristiche geotecniche associabili a tale litotipo sono da ritenersi buone e pertanto idonee a sopportare i carichi trasmessi in generale dalle strutture. Ai fini progettuali vengono assunti i seguenti parametri geotecnici minimi, determinati su un campione prelevato in un'area considerata affine al terreno in esame dal punto di vista delle caratteristiche geotecniche:

$$\gamma_{\text{nat}} (\text{Peso di volume}) = 1,80 \text{ g/cm}^3$$

$$\varphi (\text{Angolo di Attrito Interno}) = 28^\circ$$

$$c (\text{coesione}) = 0$$

Depositi alluvionali terrazzati

rappresentati da ghiaie con subordinate sabbie. Si tratta sostanzialmente di materiali dalle buone caratteristiche geomeccaniche anche in condizioni di rimaneggiamento, idonei a sopportare i carichi trasmessi da fondazioni, anche isolate, senza manifestare cedimenti apprezzabili.

Ai fini progettuali vengono assunti i seguenti parametri geotecnici minimi, determinati su un campione prelevato in un'area considerata affine al terreno in esame dal punto di vista delle caratteristiche geotecniche:

$$\gamma_{\text{nat}} \text{ (Peso di volume)} = 1,90 \text{ g/cm}^3$$

$$\varphi \text{ (Angolo di Attrito Interno)} = 32^\circ$$

$$c \text{ (coesione)} = 0$$

Risultati dei calcoli geotecnici (determinazione del carico ammissibile e, se necessario, dei cedimenti) realizzati sulla base dei procedimenti della meccanica delle terre e dell'ingegneria delle fondazioni

Portanza dei terreni

Viene di seguito proposta una valutazione analitica indicativa della capacità portante dei terreni di fondazione, in relazione alla quale è doveroso premettere che, ai sensi delle norme vigenti e come peraltro previsto al paragrafo 2.7 del D.M. 14.01.2008, questa verrà effettuata con il metodo delle tensioni ammissibili; in questo contesto la norma consente infatti l'utilizzo di approcci semplificati e l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 11.03.1988.

Le indagini geotecniche, così come previsto dal citato D.M. 11.3.1988 alla sez. B4 comm. 3, possono essere omesse, come del resto previsto alla sez. C3 comma 4 e non esistendo le condizioni di cui alla sez. C3 comma 3 lo studio può essere condotto sulla base dei dati ottenuti per lo studio geotecnico di terreni interessati da manufatti ricadenti in zone già note. Nota è

anche la stratigrafia superficiale dei terreni ed alcuni parametri meccanici dei terreni, per i quali esistono delle correlazioni.

La pressione limite di rottura del terreno è stata indicativamente valutata utilizzando la formula di Terzaghi nella forma:

$$PLIM = C \times N_c \times \cdot c + \gamma_1 \times t \times N_t \times \cdot t + \gamma_2 \times B \times N_b \times \cdot b \quad (DIN 4017, T1)$$

relativamente ad una fondazione nastriforme avente larghezza pari a 1 m, impostata alla profondità di 1 m dal P.C. nella condizione di risultante dei carichi centrata.

Si avrà pertanto:

C	≥ 0 Kg/cm ²	= Coesione
γ ₁	= 1,8 T/m ³	= Peso di Volume al di sopra della fondazione
γ ₂	= 1,8 T/m ³	= Peso di Volume al di sotto della fondazione
φ	= 28°	= Angolo di Attrito Interno
B	= 1,0 m	= Lato della fondazione
t	= 1,0 m	= Incastro della fondazione

N _c	= 25	} = Coefficienti di portanza adimensionali
N _t	= 14	
N _b	= 7	

· c	= 1,00	} = Coefficienti di forma adimensionali
· t	= 1,00	
· b	= 1,00	

Sostituendo i valori precedentemente assegnati si ottiene:

$$PLIM = 4,2 \text{ Kg/cm}^2$$

Dividendo tale dato per un appropriato valore di p (Coefficiente di sicurezza) ≥ 3 , si ottiene un valore di Pressione Ammissibile pari a:

$$\text{PAMM} = 1,4 \text{ Kg/cm}^2$$

Verifica di Stabilità del Pendio

L'Allegato F "Criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'articolo 25 delle NTA del PAI" prevede che la relazione geotecnica prevista all'interno dello studio di compatibilità, debba contenere la verifica di stabilità del pendio in assenza ed in presenza di interventi di stabilizzazione (condizioni ex ante ed ex post).

Come già illustrato in precedenza, i tipi litologici prevalenti sono rappresentati da depositi sabbiosi fini e da depositi alluvionali ghiaiosi sabbiosi. Lo studio predisposto nell'ambito del presente lavoro ha determinato per l'area interessata una pendenza generale molto bassa, dell'ordine del $6 \div 7 \%$, vale a dire in ogni caso inferiore all'angolo di naturale declivio caratteristico di questi litotipi.

Come sopra esposto, le caratteristiche geotecniche associate a questi materiali sono buone, e ciò, unitamente al fatto che dal rilievo geomorfologico di dettaglio non sono scaturite osservazioni in merito alla presenza di indizi di attività geomorfologiche in atto, permette di affermare che per quanto riguarda l'area di progetto non sono riscontrabili fenomeni di dissesto in atto o potenziali.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA

Il lotto interessato dall'intervento ricade in un'area classificata a pericolosità geomorfologica limitata (Hg1). Per la definizione del grado di rischio, e di sue eventuali alterazioni a seguito della realizzazione del progetto, si è fatto riferimento alla metodologia indicata nelle linee guida del PAI. Il rischio di frana è definito come prodotto fra la pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio E e la loro vulnerabilità V.

$$R_g = H_g E V$$

Il rischio di frana totale R_g è quantificato secondo 4 livelli riportati in Tabella 1, dove sono evidenziati gli estremi superiori delle classi.

Rischio di frana totale			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
R_{g1}	Moderato	$\leq 0,25$	Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R_{g2}	Medio	$\leq 0,50$	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R_{g3}	Elevato	$\leq 0,75$	Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R_{g4}	Molto elevato	$\leq 1,00$	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Descrizione delle classi di rischio di frana e loro quantificazione.

La pericolosità geologica H_g è di non agevole definizione in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso. Per tale motivo si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi le cui definizioni sono riportate nella successiva tabella.

Pericolosità da frana			Descrizione
Classe	Intensità	Valore	
H_{g0}	Nulla	0	Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze < 20%;
H_{g1}	Moderata	0.25	Aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%
H_{g2}	Media	0,50	Aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente. e con pendenze comprese tra 35 e 50%, falesie lungo le coste
H_{g3}	Elevata	0,75	Aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza
H_{g4}	Molto elevata	1.00	Aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro

Classi di pericolosità (H_g) e quantificazione lineare nell'intervallo [0, 1]

Gli elementi a rischio **E**, ai sensi del DPCM 29.09.1998, sono classificati in base al danno relativo, all'incolumità delle persone e alla presenza di agglomerati urbani, insediamenti produttivi, infrastrutture a rete, servizi pubblici o presenza di elementi a cui è attribuita particolare valenza in termini di patrimonio ambientale, beni culturali, storici e architettonici.

Nel caso specifico della Sardegna, si è proceduto ad aggregare le tipologie di elementi e classificare il territorio in base alle caratteristiche essenziali di urbanizzazione e di uso del suolo, come indicate nella successiva Tabella 3.

Classe	Elementi	Peso
E ₁	<ul style="list-style-type: none"> - Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4; - Zona boschiva; - Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso); - Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione 	0.25
E ₂	<ul style="list-style-type: none"> - Zona agricola generica; - Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni; - Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...) 	0.50
E ₃	<ul style="list-style-type: none"> - Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali); - Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti; - Beni naturali protetti e non, beni archeologici; - Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette; - Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva; - Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili) 	0.75
E ₄	<ul style="list-style-type: none"> - Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); - Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi; - Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale; - Aree di intensa frequentazione turistica (zone residenziali estive, alberghiere; zone campeggi e villaggi turistici, spiagge e siti balneari, centri visita etc.); - Beni architettonici, storici e artistici; - Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali); - Porti vari, aeroporti, stazioni 	1.00

Classificazione degli elementi a rischio e attribuzione del relativo peso.

Per quanto riguarda la vulnerabilità **V**, essa è stata assunta cautelativamente pari all'unità (1), al fine di elevare al massimo grado di rischio le situazioni di pericolo per le vite umane, ritenendo i manufatti in ogni caso non idonei a limitare i danni derivanti dai potenziali eventi franosi.

Come già detto, l'area in questione non è inquadrata nella cartografia del PAI e a seguito del presente studio è stata classificata a *rischio geomorfologico limitato* (R_{g1}).

Verifica

La verifica per l'attribuzione del livello di pericolosità effettuata in seguito all'inserimento dell'opera in progetto nel contesto territoriale in esame (ex post), permette di affermare che, non variando in alcun modo le condizioni litologiche, morfologiche, di pendenza e di uso del suolo del lotto, non viene in alcun modo alterato il suo livello di pericolosità, che viene confermato in H_{g1} . Pertanto si evidenzia che **viene rispettato il vincolo di non incrementare il livello di pericolosità esistente**.

La matrice di valutazione del rischio di frana permette di incrociare i valori di pericolosità assegnata all'area con la classe di elemento a rischio, secondo il seguente schema illustrato nella tabella seguente:

	H_{g1}	H_{g2}	H_{g3}	H_{g4}
E_1	R_{g1}	R_{g1}	R_{g1}	R_{g1}
E_2	R_{g1}	R_{g1}	R_{g2}	R_{g2}
E_3	R_{g1}	R_{g2}	R_{g3}	R_{g3}
E_4	R_{g1}	R_{g2}	R_{g3}	R_{g4}

Matrice di valutazione del rischio di frana.

Come si evince dall'osservazione della matrice sopra riportata, il grado di rischio che si ottiene dall'incrocio tra un livello di pericolosità pari a H_{g1} e un elemento a rischio classificato E_4 è pari a R_{g2} , pertanto non viene incrementato il grado di rischio reale dell'area oggetto di analisi.

CONCLUSIONI

L'area oggetto di intervento rientra in un livello di pericolosità geomorfologica Hg1. Nelle aree classificate in tale livello di pericolosità Il PAI consente la realizzazione degli interventi in progetto. La disciplina di tali aree è demandata all'art. 34 delle suddette NA che riporta *"Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi"*.

Per pervenire ad un giudizio di compatibilità geologica e geotecnica delle opere in oggetto è stato condotto uno studio di dettaglio di tipo geologico, morfologico e geotecnico dell'area dal quale è emerso che l'area non presenta indizi di dissesto geomorfologico in atto o potenziali. È stata inoltre proposta una verifica della capacità portante dei terreni di sedime con riferimento ad una fondazione di tipo continuo (nastriforme) avente larghezza di 1,00 m e posta ad una profondità di 1,00 m, ottenendo risultati più che sufficienti per sopportare i carichi in progetto senza manifestare cedimenti apprezzabili.

Da quanto fin qui esposto si può quindi concludere quanto segue:

Non sono presenti nell'areale esaminato evidenze di dissesti attivi a carico del substrato sedimentario e alluvionale o della modesta copertura superficiale eluvio – colluviale;

Non sono state osservate faglie che possano costituire piani preferenziali di scorrimento;

È altresì da ritenere che la realizzazione delle opere come quelle in progetto, non diano luogo a condizioni che possano aumentare il livello di pericolosità presente. Le opere previste in progetto, ricadenti all'interno di aree di pericolosità morfologica limitata (Hg1), non daranno quindi luogo al verificarsi di situazioni o criticità geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche tali da impedire la loro realizzazione.

Con il rispetto delle prescrizioni di legge e delle indicazioni progettuali, le analisi fin qui condotte portano a concludere che è verificata la compatibilità geologica e geotecnica dell'intervento proposto.

I tecnici incaricati:

Dott. Geol. Pierpaolo Pili

Dott. Ing. Giacomo Carrus