



Committente:

**RWE**

**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

**PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS"**

- Comune di Florinas (SS) -

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

RWE-AVF-RP4

ID PROGETTO:

RWE - AVF

DISCIPLINA:

**P**

TIPOLOGIA:

FORMATO:

A4

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

FOGLIO:

SCALA:

-

Nome file:

RWE-AVF-RP4\_Relazione Geologica e Geotecnica

**A cura di:**



www.iatprogetti.it

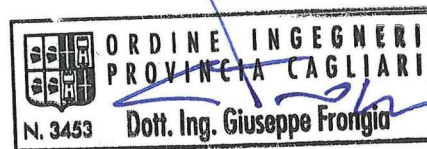


**A cura di:**



I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.  
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

**Gruppo di lavoro:**

Ing. Giuseppe Frongia  
(coordinatore e responsabile)  
Ing. Marianna Barbarino  
Ing. Enrica Batzella  
Dott. Pian. Terr. Andrea Cappai  
Dott. Michele Dessi  
Ing. Paolo Desogus  
Dott. Pian. Terr. Veronica Fais  
Ing. Gianluca Melis  
Dott. Ing. Fabrizio Murru  
Ing. Andrea Onnis  
Dott.ssa Pian. Terr. Eleonora Re  
Ing. Elisa Roych  
Ing. Marco Utzeri  
  
Dott. Agr. Federico Corona  
Ing. Antonio Dedoni  
Dott. Geol. Maria Francesca Lobina  
Agr. Dott. Nat. Francesco Mascia  
Dott. Nat. Maurizio Medda  
Dott. Luca Sanna





Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	LUGLIO 2023	PRIMA EMISSIONE	IAT	GF	RWE

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS"  PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	<b>PAGINA</b>  2 di 43	

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>1</b>
1.1	Premessa.....	1
1.2	Riferimenti normativi .....	1
1.3	Inquadramento topografico e territoriale.....	2
1.4	Descrizione sommaria del progetto .....	6
<b>2</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>7</b>
2.1	Contesto geologico dell'area vasta.....	7
2.2	Aspetti tettonici e strutturali .....	9
2.3	Assetto litostratigrafico locale.....	10
2.4	Assetto idrogeologico.....	16
2.5	Assetto morfologico .....	19
2.5.1	Settore 1 "Ovest".....	22
2.5.2	Settore 2 "Est".....	25
2.6	Idrografia.....	28
2.7	Modello stratigrafico di riferimento.....	30
2.7.1	Sub areali "Est" e "Ovest".....	30
2.7.2	Sottostazione .....	31
2.7.3	Cavidotto – Tratti su litologie calcareo marnose e marnoso–arenacee.....	32
2.7.4	Cavidotto – Tratti su depositi alluvionali del Rio Pedra Longa: .....	33
<b>3</b>	<b>PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....</b>	<b>34</b>
3.1	Pericolosità idrogeologica .....	34
3.2	Subsidenza .....	34
3.3	Pericolosità idraulica .....	34
3.4	Pericolosità da frana .....	34
3.5	Pericolosità sismica .....	36
<b>4</b>	<b>MODELLO GEOTECNICO .....</b>	<b>37</b>
4.1	Assetto litostratigrafico .....	37
4.2	Parametrizzazione geotecnica preliminare.....	37
4.3	Stima della capacità portante dei terreni di fondazione .....	39
4.4	Suscettibilità alla liquefazione .....	39
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>40</b>

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 1 di 43	

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

Nell'ambito delle attività a supporto della progettazione un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica nella Provincia di Sassari, in agro del comune di Florinas su iniziativa della RWE Renewables Italia S.r.l.<sup>(1)</sup>, lo scrivente geologo *Dott.ssa MARIA FRANCESCA LOBINA*<sup>(2)</sup> ha ricevuto incarico per l'espletamento dello studio geologico, geotecnico e sismico.

Gli argomenti in questa sede sviluppati hanno come base informativa dati originali acquisiti da rilievi diretti all'uopo eseguiti nell'area di intervento ed un suo adeguato intorno, coadiuvati da altri estrapolati da varie campagne geognostiche – mediante sondaggi geognostici, pozzetti esplorativi, prove geotecniche in situ ed in laboratorio – condotte dalla medesima scrivente per altre iniziative edilizie nel medesimo ambito territoriale comunale, oltreché dalla miscellanea e cartografia geotematica regionale.

Con le analisi attuate in questa sede si ritiene di aver analizzato con il dettaglio confacente al livello di progettazione in essere aspetti geologico-litologici, morfologici, idrogeologici e geotecnici interagenti con le opere in progetto, nonché di aver valutato le condizioni di pericolosità geologica ed idraulica in atto e/o potenziali od altre criticità in grado di condizionare la fattibilità dell'intervento nel suo complesso. Ciò al fine di poter predisporre il programma di indagini più consono ad approfondire e meglio specificare gli aspetti atti a supportare adeguatamente la successiva fase di progettazione in relazione alla natura dell'intervento e dell'assetto geologico s.l. e geotecnico dei luoghi.

Si rimanda all'elaborato specialistico per quanto attiene la caratterizzazione sismica del sito di intervento.



### 1.2 Riferimenti normativi

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- Circolare C.S. LL.PP. n. 7 del 21.01.2019 «*Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni*» di cui al D.M. 17.01.2018»;
- D.M. 17.01.2018 «*Norme Tecniche per le Costruzioni*»;

<sup>(1)</sup> Sede legale in Via Andrea Doria n. 4/G a Roma.

<sup>(2)</sup> Albo Geologi della Regione Sardegna N. 222 – Sezione A.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 2 di 43

- Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*»;
- Delibera G.R. n. 15/31 del 30.03.2004 «*Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003*»;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005;
- Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del 21.03.2008 «*Norme di Attuazione del P.A.I.*»;
- Norme di Attuazione del P.A.I. - Testo coordinato, aggiornamento a maggio 2018;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali della Sardegna (PSFF) adottato in via definitiva con Delibera n. 1 del 20.06.2013;
- D.P.C.M. 27.10.2016 «*Piano di gestione del rischio di alluvioni (P.G.R.A)*», approvato con C.I. n. 2 del 15/03/2016 ed integrato con Deliberazione C.I. n. 3 del 17/05/2017.

### 1.3 Inquadramento topografico e territoriale

Il settore in studio è ubicato nella Sardegna nord-occidentale, Provincia di Sassari, entro le pertinenze comunali di Florinas, circa 3 km a sud sud-ovest dell'abitato. Questo comune appartiene alla subregione storica del *Logudoro Turritano* e confina ad est con la regione del *Monte Acuto* ed a sud quella del *Meilogu*.

Gli areali designati per ospitare gli impianti sono raggiungibili dall'abitato di Florinas percorrendo la centrale Via Roma in direzione sud fino alla periferia sud del paese per imboccare al bivio, la viabilità locale. Immediatamente fuori dall'abitato, lungo la via Roma è localizzata anche la centrale elettrica di trasformazione, recapito dell'impianto in progetto.



I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio IGM 459 "Cuglieri" [scala 1:50.000]
- Foglio IGM 460 "Ploaghe" [scala 1:50.000]
- Sezione IGM 514-II "Ossi" [scala 1:25.000]
- Sezione IGM 514-III "Ploaghe" [scala 1:25.000]
- Sezione CTR 459-160 "Monte Corona'e Teula" [scala 1:10.000]
- Sezione CTR 459-130 "Campu Lasari" [scala 1:10.000]



Figura 1.1 – Inquadramento geografico del Comune di Florinas.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 3 di 43

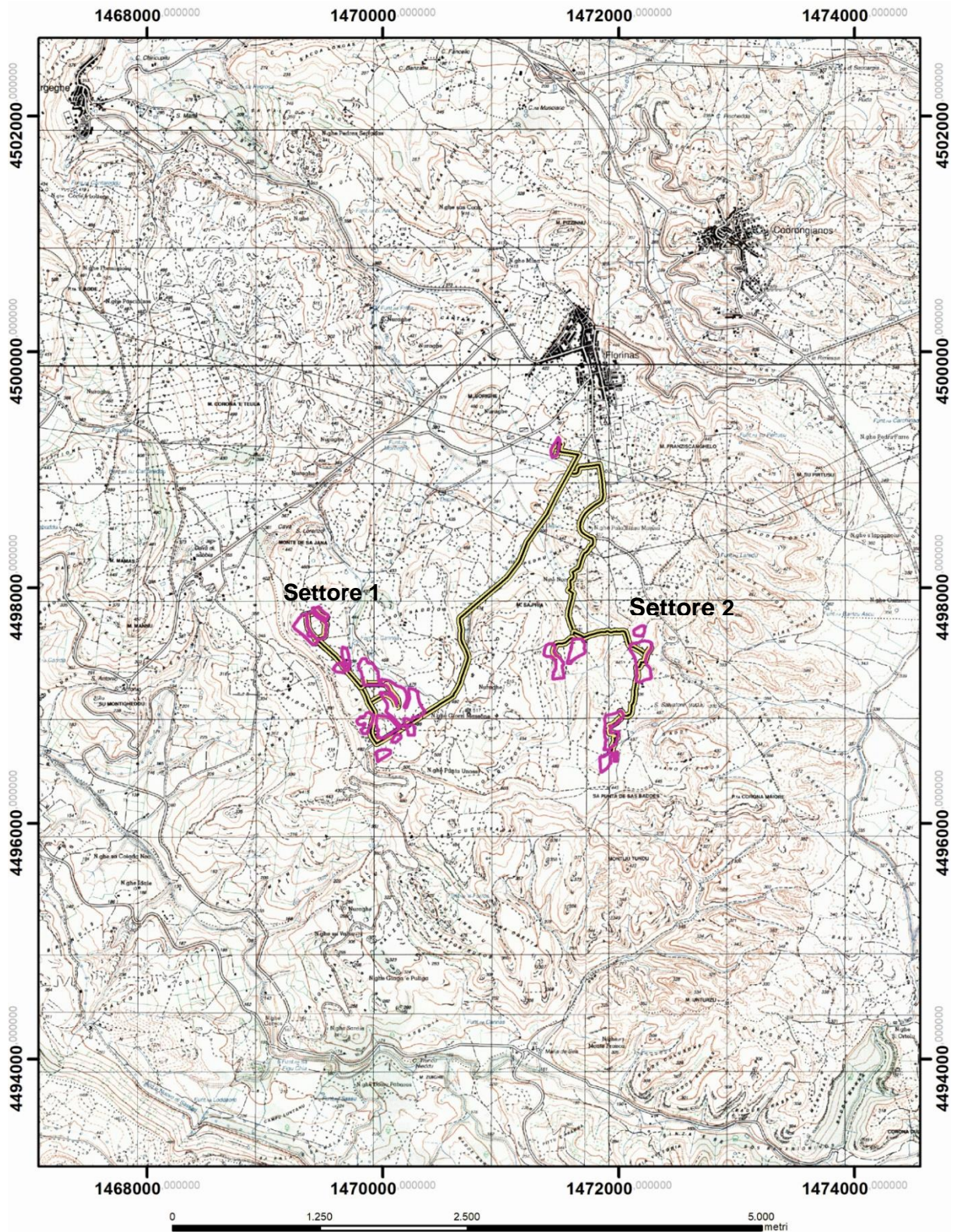




Figura 1.2 - Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio cartografia IGMI (scala 1:50.000).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 4 di 43

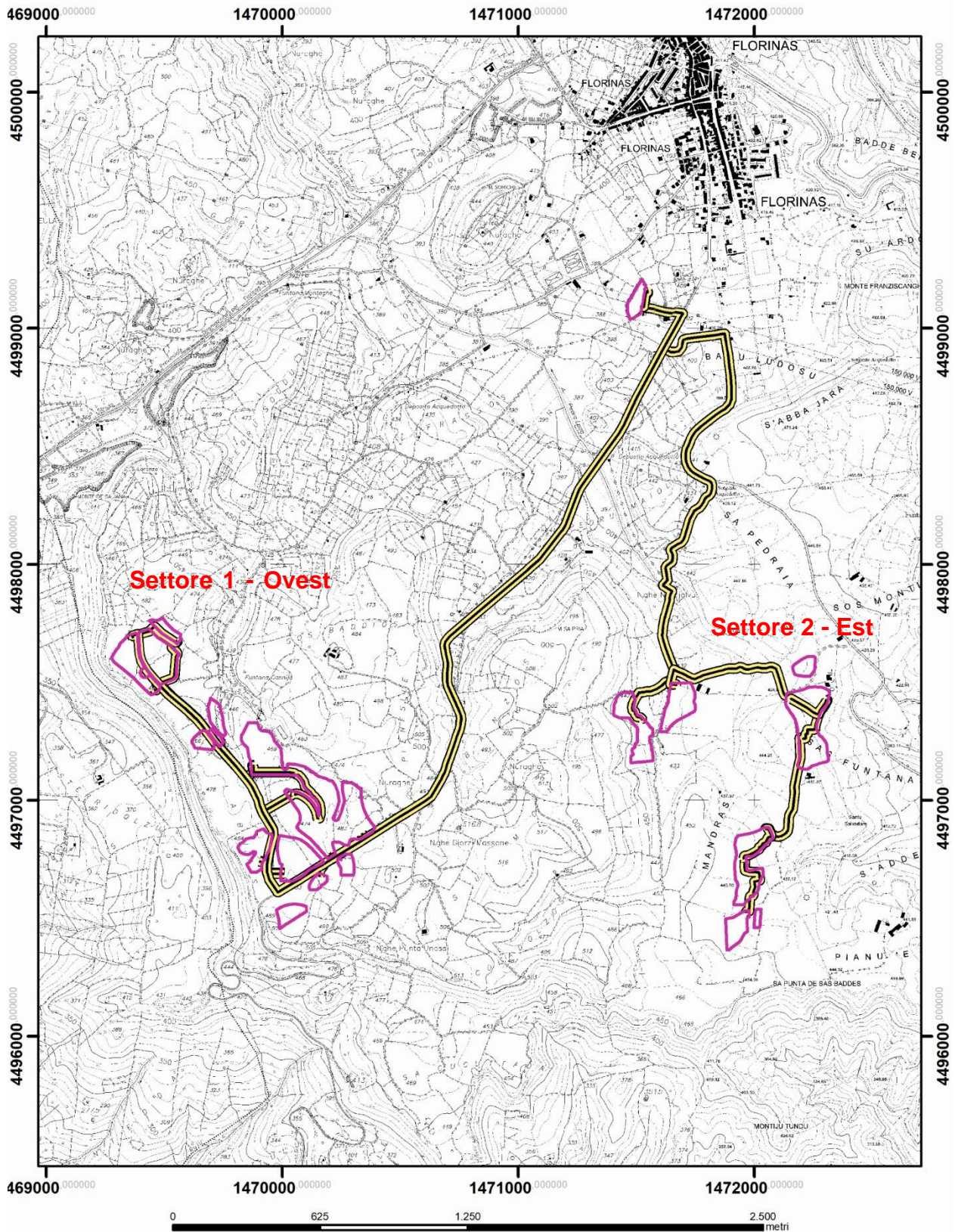




Figura 1.3 – Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio cartografia CTR (scala 1:10.000).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 5 di 43

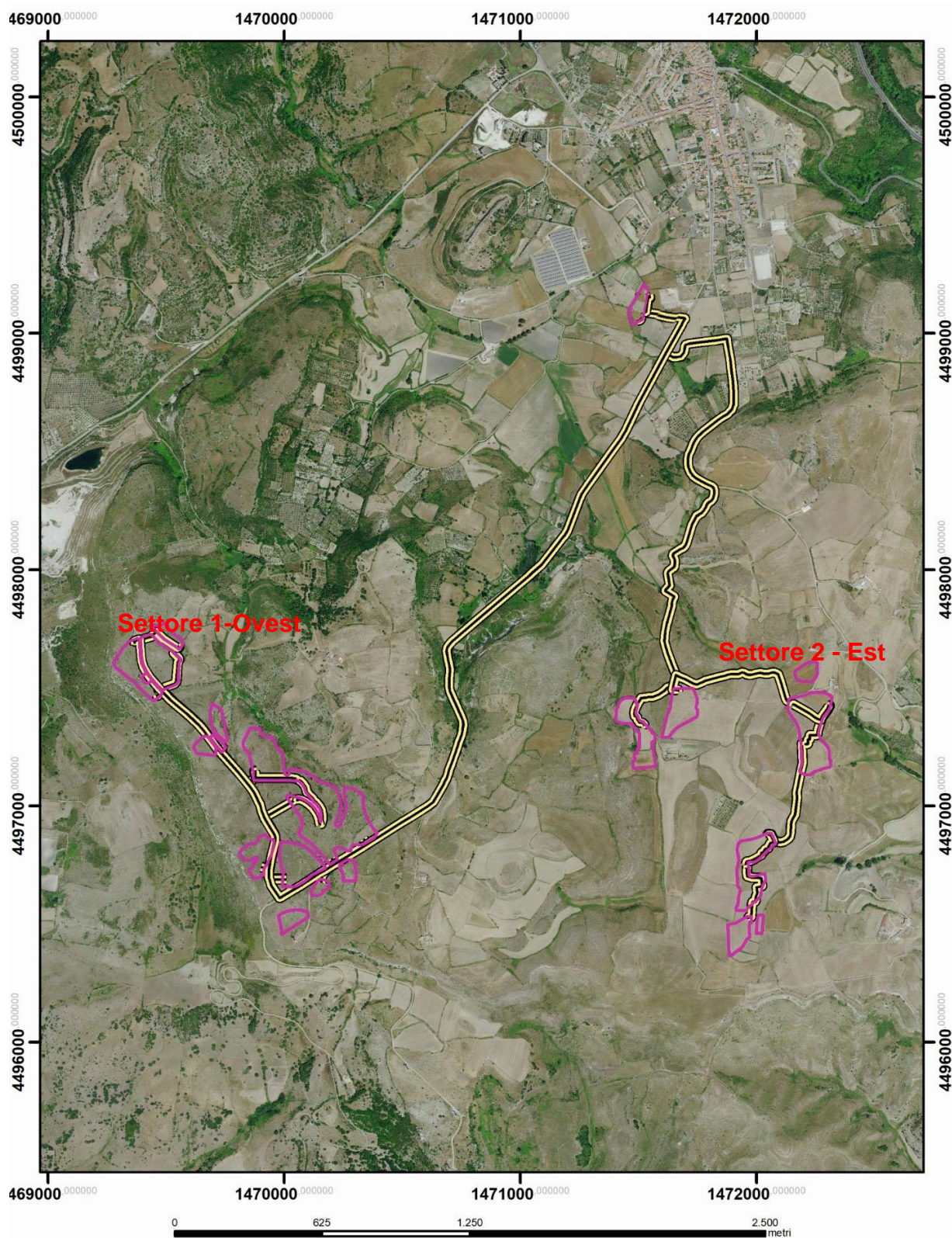




Figura 1.4 - Ubicazione dell'area di pertinenza dell'impianto su stralcio ortofotogrammetrico (scala 1:25.000).

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 6 di 43

#### **1.4 Descrizione sommaria del progetto**

L'impianto solare in progetto avrà una potenza nominale AC di 21 MW, data dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter, e sarà costituita da n. 1002 strutture fisse (n. 226 strutture da 2x13 moduli FV e n. 776 strutture da 2x26 moduli FV) per una potenza lato DC pari a 26,812 MW<sub>P</sub>; l'impianto sarà altresì integrato con un sistema di accumulo elettrochimico da 19,75 MW/37,939 MWh.

I lotti che ospiteranno l'impianto saranno distribuiti su due areali, di seguito denominati "Settore 1 Ovest" e "Settore 2 - Est". In quest'ultimo settore i pannelli fotovoltaici verranno collocati nei terreni adiacenti agli aerogeneratori del parco eolico tutt'ora in esercizio e che sarà oggetto di nuovo intervento di manutenzione e sostituzione dei manufatti in elevazione.



Stante il fatto che la viabilità locale è interamente e agevolmente camionabile per il trasporto della componentistica degli impianti si prevede sin d'ora l'adeguamento temporaneo di alcune tratte.

Il campo solare sarà suddiviso in n. 2 cluster di potenza, ciascuno dei quali invierà l'energia prodotta alle cabine di trasformazione equipaggiate con n. 1 trasformatore elevatore da 1/1,25 MW. All'interno di suddette cabine si eleverà la tensione dal livello BT di 800 V, fornita in uscita dagli inverter, alla tensione MT di 30 kV per il successivo vettoriamento dell'energia alla sopracitata SSE utente.

L'elettrodotto interrato si sviluppa a partire dalla cabina di consegna, posta in corrispondenza dei lotti di intervento occidentali, lungo la viabilità interpodereale esistente fino al suo collegamento con la cabina primaria di trasformazione e distribuzione.

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 7 di 43	

## 2 MODELLO GEOLOGICO

### 2.1 Contesto geologico dell'area vasta

Gli areali che ospiteranno parco agrivoltaico ricadono nella sub-regione del *Logudoro*, sin dal Terziario interessata dai movimenti tettonici distensivi legati all'apertura del bacino balearico ed alla rotazione del blocco sardo-corso che, in Sardegna, ha avuto come conseguenza più evidente la formazione della "Fossa Sarda" che si estende in direzione NW-SE dal *Golfo dell'Asinara* sino al *Golfo di Cagliari*. Il riempimento di tale depressione, impostata lungo zone di debolezza ercinica, è avvenuto tramite potenti successioni di sedimenti marini – appartenenti al 2° ed al 3° ciclo sedimentario miocenico – e continentali, nonché di prodotti vulcanici calco-alcalini. A questa fossa principale si associano altri bacini di origine tettonica e, tra questi, proprio il bacino del Logudoro, un semi-graben orientato NNW, la cui colmata ha originato due sequenze stratigrafiche principali.



La più antica è la successione burdigaliana-langhiana, poggiate sulle vulcaniti oligo-aquitane e costituita da calcari litorali e sabbie alla base, a cui fanno seguito tipiche marne di ambiente marino profondo, delimitata in sommità da una superficie erosiva sulla quale si sono deposte prima le sabbie fluvio-marine e poi i calcari di piattaforma interna. Tra le due sequenze sono evidenti movimenti tettonici responsabili dei sollevamenti differenziali che, in parte, hanno causato l'erosione dei sedimenti più antichi e la deposizione di termini silicoclastici d'ambiente continentale e transizionale.

Subito dopo la traslazione del blocco sardo-corso, dal Burdigaliano medio si conclude il vulcanismo andesitico e si manifesta una momentanea emersione con la conseguente deposizione, in ambiente di conoide alluvionale e fluvio-deltizio, di sabbie e conglomerati riferibili alla *F.NE DI OPPIA NUOVA*, che rappresentano la base della successione sedimentaria miocenica.

A partire dal Burdigaliano superiore e contemporaneamente ad una nuova fase trasgressiva, si ha la messa in posto dei sedimenti ascrivibili al 2° ciclo sedimentario miocenico, rappresentati in un primo momento da sedimenti sabbiosi e carbonatici (*F.NE DEI CALCARI DI MORES*) relativi ad un ambiente marino poco profondo e poi con il graduale approfondimento del bacino di sedimentazione marnoso-argillosi (*F.NE DELLE MARNE DI BORUTTA*) di ambiente circalitorale-epibatiale. A questa fase trasgressiva segue, nel Serravalliano, una fase regressiva che porta all'emersione, erosione e messa in posto di sedimenti prevalentemente sabbiosi (*F.NE DELLE SABBIE DI FLORINAS*).

A partire dal Serravalliano superiore e sino al Messiniano inferiore, una terza fase trasgressiva – corrispondente al 3° ciclo sedimentario miocenico – si manifesta con la messa in posto di calcari di piattaforma con batimetria sicuramente non superiore a 20 m (*CALCARI SUPERIORI DI MONTE SANTO*).

Durante il Pliocene medio-superiore ed il Pleistocene, la Sardegna viene nuovamente interessata da importanti eventi tettonici distensivi come conseguenza dell'apertura del Mar Tirreno, accompagnati da un'intensa attività vulcanica a carattere alcalino, sotto forma di estesi flussi basaltici che hanno sepolto le sequenze mioceniche.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 8 di 43

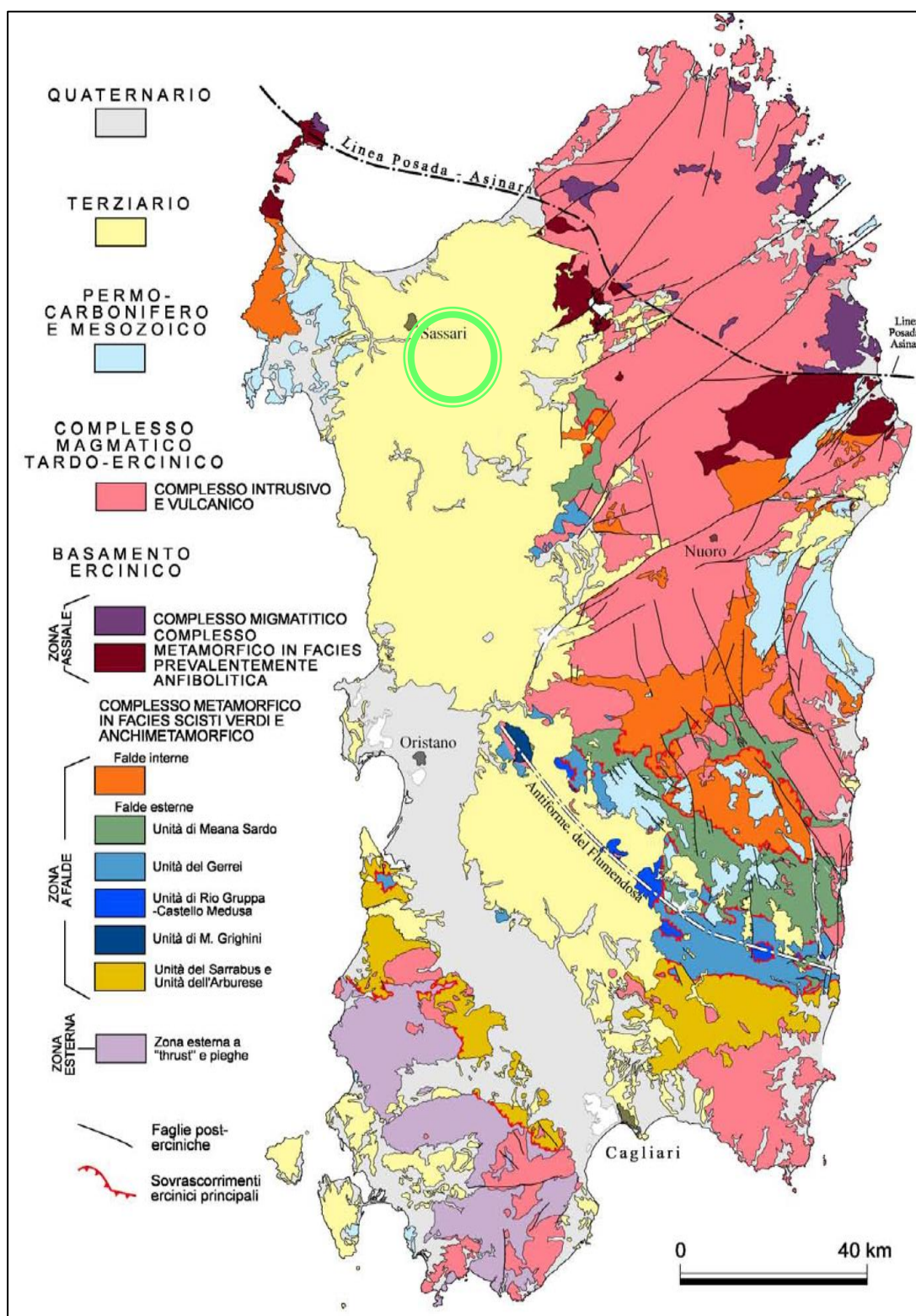




Figura 2.1 – Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (estratto da "Guida all'escursione nel Basamento ercinico della Sardegna centro meridionale", a cura di A. Funedda e P. Conti, 2011).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 9 di 43

Nella regione in studio le formazioni vulcaniche più rappresentate sono i basalti alcalini della *SUBUNITÀ DI MONTE RUIU (BASALTI DEL LOGUDORO)*, dei quali si osserva un vasto affioramento in un settore a Sud Est dell’abitato di Florinas, al contatto con le marne mioceniche della *FORMAZIONE DI BORUTTA*, che ricopre parzialmente.

Nel Quaternario recente il modellamento dei versanti si sono esaurite prevalendo le dinamiche di accumulo dei depositi detritici. Le litologie prevalenti sono infatti rappresentate da alluvioni e altri sedimenti di genesi colluviale/gravitativa.

In definitiva l’ambito territoriale di intervento presenta una limitata variabilità litologica: il substrato comprende termini esclusivamente calcareo-marnosi e marnoso-arenacei, sormontate dai prodotti del modellamento dei versanti avvenuto nel Quaternario e della pedogenesi. In generale, negli areali di progetto questa dinamica non è stata predominante, avendo interessato in maniera limitata alcune aree di fondovalle del settore orientale.



## 2.2 Aspetti tettonici e strutturali

I principali sistemi di faglie che interessano la regione in studio, facente del bacino sedimentario del Logudoro, sono tre: i primi due, ad orientazione rispettivamente NNW e circa E-W, hanno avuto un ruolo importante nell’evoluzione tettono-sedimentaria dei bacini del Logudoro e di Porto Torres, mentre il terzo, orientato circa N-S, è responsabile in parte dell’attuale assetto geometrico dell’area occupata dai due bacini.

Le faglie NNW che strutturano i due bacini non affiorano con continuità: si configurano perlopiù come ristrette zone di taglio, più che come singole superfici e, spesso, sono state riattivate a più riprese durante l’evoluzione dei bacini miocenici che nel Pliocene.

Il secondo sistema di faglie orientato circa E-W, ha cinematica perlopiù diretta ed è in genere ben evidente nella parte occidentale del bacino del Logudoro (“Faglia di Ittiri”). Lungo i lineamenti tettonici ad andamento meridiano si è inoltre instaurata una zona di trasferimento orientata circa E-W che separa il bacino di Porto Torres a nord da quello del Logudoro a sud e la cui presenza giustifica l’opposta direzione di ribaltamento dei due bacini: verso est il primo e verso ovest il secondo.

Il sistema N-S interessa tutte le successioni del settore, fino ai basalti alcalini plio-pleistocenici, dislocando la parte centrale del bacino, nella quale ricadono gli areali che ospiteranno l’impianto in progetto. In particolare, un’importante discontinuità si riscontra nel settore orientale dell’areale in studio interessando direttamente i due lotti centrali del “Settore 2 - Est”, parzialmente coperta dai depositi alluvionali olocenici che affiorano diffusamente in gran parte dell’areale. Un’altra faglia diretta, orientata circa E-W, localizzata immediatamente a sud, mette in contatto la formazione effusiva andesitica del Miocene inferiore (*LAVE DI PALA MANTEDDA*) con le formazioni calcareo marnose delle soprastanti formazioni mioceniche superiori variamente dislocate e separate da diffuse coperture alluvionali.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 10 di 43

### 2.3 Assetto litostratigrafico locale

Rispetto al contesto geologico e stratigrafico del settore, caratterizzato da elevata complessità tettonico-strutturale, l'assetto geologico e litostratigrafico dell'areale di intervento risulta molto più semplificato in quanto si limita di fatto a poche tipologie di rocce e di conseguenza ad ampi settori monolitologici dai caratteri molto omogenei.

Il substrato dell'area di studio vede, infatti, una successione marnoso-arenacea riconducibile alla FORMAZIONE DI BORUTTA [RTU] e ai sovrastanti calcari bioclastici di piattaforma riconducibili alla FORMAZIONE DI MONTE SANTO [NST].

La prima affiora unicamente in un lotto del "Settore 2" ed in particolare in quello più orientale, ubicato in località "Sa Funtana". Rappresentano il substrato su cui poggia buona parte della locale viabilità di penetrazione agraria e interpodereale e sulla quale andranno posti i cavidotti e le strutture delle strutture fotovoltaiche.

A luoghi ed in particolare in alcune tratte del cavidotto e in corrispondenza del sito designato per la sottostazione, affiorano i depositi alluvionali olocenici costituiti da sabbie e ghiaie da grossolane a medie [ba]. Questi sono presenti diffusamente in corrispondenza della valle del *Rio Perda Longa*, nel settore immediatamente a Sud del centro abitato, dove è presente la sottostazione elettrica e il tratto terminale del cavidotto relativo al settore Ovest dell'impianto.

Di seguito viene richiamata sinteticamente la stratigrafia dell'ambito di intervento, che comprende l'impianto agrivoltaico, i cavidotti e le cabine elettriche, a partire dalle unità litostratigrafiche più recenti, con riferimento alla simbologia ufficiale della cartografia geologica edita dell'APAT [Agenzia per la protezione dell'Ambiente e per i Servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia]<sup>(3)</sup>.



Pertanto, con diretto riferimento alla succitata carta a partire dalle più recenti, nell'area vasta sono state distinte le unità richiamate anche nella corrispettiva legenda in Figura 2.2:

<b>ba</b>	Depositi alluvionali	[Olocene]
<b>b2</b>	Coltri eluvio-colluviali	[Olocene]
<b>NST</b>	Formazione di Monte Santo	[Serravalliano – Tortoniano]
<b>RTU</b>	Formazione di Borutta	[Langhiano]

di seguito descritte per quanto attiene i caratteri significativi per gli obiettivi del presente lavoro.



<sup>(3)</sup> Scaricabile dal sito <https://www.sardegneoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>, con modifiche.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 11 di 43

	<b>h</b>	Depositi antropici costituiti da materiali di riporto e aree bonificate ( <b>h1r</b> ) e discariche minerarie ( <b>h1m</b> ) (Olocene).
	<b>ba</b>	Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
	<b>bb</b>	Depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi e argille (Olocene).
	<b>e2</b>	Calcarei lacustri talvolta con gasteropodi polmonati (Olocene).
	<b>b2</b>	Coltri eluvio-colluviali costituite da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica (Olocene).
	<b>a</b>	Depositi di versante costituiti Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati (Olocene).
	<b>a1</b>	Depositi di frana costituiti da corpi di frana recenti (Olocene).
	<b>a1a</b>	Depositi di frana costituiti da corpi di frana antichi (Olocene).
	<b>BGD3</b>	<i>Subunità di Monte Ruju (Basalti del Logudoro)</i> – Basalti alcalini, porfirici per fenocristalli, e frequenti xenocristalli; rare xenoliti quarzosi a struttura granoblastica, frequenti noduli gabbrici e peridotitici, e megacristalli di taglia fino al centimetro; in estese colate (Pleistocene inferiore – medio).
	<b>BGD6</b>	<i>Subunità di Punta Sos Pianos (Basalti del Logudoro)</i> – Basalti transizionali e subordinati basalti alcalini, afirici, ipocristallini, con noduli peridotitici; in limitate colate (Pleistocene inferiore - medio).
	<b>NST</b>	<i>Formazione di Monte Santo</i> – Calcari bioclastici di piattaforma interna con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali, calcareniti (Serravalliano - Tortoniano).
	<b>LNS</b>	<i>Formazione di Florinas</i> – Sabbie quarzo-feldspatiche biancastre, poco o nulla cementate, di ambiente fluvio-marino, con alla base siltiti scure e conglomerati continentali (Serravalliano).
	<b>LNSa</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Florinas</i> – Sabbie (Serravalliano).
	<b>RTU</b>	<i>Formazione di Boruta</i> – Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi (Langhiano).
	<b>RESc</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Alla base della formazione di Mores, conglomerati quarzosi fossiliferi di ambiente litorale (Burdigaliano superiore).
	<b>RESb</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati von intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Burdigaliano superiore).
	<b>RESa</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Calcareniti, calcari bioclastici, calcari con fauna a gasteropodi, ostreidi ed echinidi ("Calcari inferiori" Auct.) di ambiente litorale (Burdigaliano superiore).
	<b>LGS</b>	<i>Unità di Monte Longos</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore nerastro (Burdigaliano).
	<b>OPN</b>	<i>Formazione di Oppia Nuova</i> - Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici, ad elementi di basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici (Nurra) di ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio (Burdigaliano medio - superiore).
	<b>LRM</b>	<i>Formazione del Rio Minore "Lacustre" Auct.</i> – Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marne con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre (Burdigaliano).
	<b>ILV</b>	<i>Piroclastiti di Monte sa Silva</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, pomiceo-cineritici, bianco-grigiastri, non saldati (Burdigaliano).
	<b>UUI</b>	<i>Piroclastiti di Uri</i> - Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, variamente saldati, grigiastri, ricchi in frammenti litici e cristalli liberi (Burdigaliano).
	<b>UNV</b>	<i>Lave di Nuraghe Vittore</i> - Andesiti e daciti porfiriche per fenocristalli; in colate (Burdigaliano).
	<b>SSU</b>	<i>Piroclastiti di Suerzu</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre (Burdigaliano).
	<b>MTD</b>	<i>Lave di Pala Mantedda</i> – Lave da andesitiche a dacitiche talora scoriacee ipocristalline, porfiriche; in domi e colate separate da livelli conglomeratici (Aquitano - Burdigaliano).
	<b>Faglie</b>	

Figura 2.2 – Legenda della "Carta geologica" fuori fascicolo (edita dell'APAT con modifiche).

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 12 di 43

## **b2 – Coltri eluvio-colluviali**

Depositi olocenici formati da percentuali variabili di sedimenti fini (sabbie fini e silt) più o meno pedogenizzati, arricchiti in frazione organica e mescolati a sedimenti più grossolani, in genere detriti da fini a medi. L'elevata frazione organica indica sedimenti derivanti dall'erosione del suolo durante l'Olocene, mescolati a sedimenti provenienti per degradazione fisica del substrato. Localmente contengono suoli ad accumulo di carbonato di calcio in noduli, croste e lenti, più o meno induriti.

Lo spessore di questa coltre è generalmente inferiore al metro ma, in corrispondenza delle aree depresse, può superare il metro.



*Figura 2.3 – Coperture eluvio-colluviali nel “Settore orientale” del sito in progetto.*



## **b – Depositi alluvionali**

Sono rappresentate da alluvioni ghiaioso-sabbio-limose e sabbioso-limose con una significativa componente argillosa infra-matrice, legata all'evoluzione olocenica del locale reticolo idrografico.

Si distinguono depositi alluvionali grossolani, prevalentemente formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [**ba**] e depositi alluvionali in prevalenza sabbiosi [**bb**] ma con intercalazioni sia di ghiaie poligeniche sia di limi e argille.

Gli spessori variano in genere da submetrici a plurimetrici e interessano gli attuali fondivalle formati a seguito dei più recenti episodi di terrazzamento. Spessori decametrici si rilevano nel settore immediatamente a sud dell'abitato di Florinas, in corrispondenza dell'alveo e dell'area golenale del *Rio Pedra Longa*.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 13 di 43

### **NST – Formazione di Monte Santo**



Si compone di calcari bioclastici di piattaforma interna con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali e da calcareniti. Nel settore in esame si rinviene in eteropia di facies con le marne di Borutta con litologie detritico–organogene di colore biancastro compatte, con stratificazione poco marcata alla piccola scala ma che diventa evidente nella visione allargata.

Questa formazione affiora diffusamente o risulta sormontata da esili spessori di alterazione. Lo spessore varia da pochi metri fino a 80÷90 m, come rilevato nel settore occidentale adiacente agli areali in studio, impostati alle quote più elevate.



*Figura 2.4 – Affioramento calcareo della Formazione di Monte Santo in un taglio stradale nella propaggine meridionale del “Settore occidentale”.*





<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 14 di 43



*Figura 2.5 – Affioramento calcareo della Formazione di Monte Santo, osservato nel “Settore Orientale”*



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 15 di 43

## RTU – Formazione di Borutta

Trattasi di marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi che localmente si presentano in fitte alternanze ritmiche, di colore da grigio-bruno a bianco-giallastro.



Nella parte sommitale si riscontrano livelli più francamente carbonatici, mentre negli strati marnosi si osservano talora nuclei più compatti e duri. Le facies più arenacee contengono elementi di quarzo e muscovite e sono ricche in bioturbazioni, sia sui singoli piani di strato che ortogonalmente ad essi.

Anche questa formazione si rinviene in affioramento o sotto copertura detritica di riporto e/o colluviale ad elevato contenuto scheletrico: stante l'irregolarità del tetto del basamento litoide sepolto, lo spessore di questa coltre potrebbe variare da pochi centimetri sino a oltre 0,50 m anche a brevissima distanza, ma comunque sempre inferiore al metro.

Per la suscettibilità del substrato a fenomeni di "dissoluzione carsica", non possono escludersi locali "vuoti" attualmente mascherati dai materiali di riempimento, per cui di non facile individuazione.



Figura 2.6 – Affioramento marnoso-arenaceo e calcareo-marnoso in alternanza della Formazione di Borutta, osservato in un taglio stradale nella propaggine meridionale del "Settore orientale"

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 16 di 43

## 2.4 Assetto idrogeologico

L'assetto idrogeologico locale è condizionato dalla presenza di un basamento litificato costituito da alternanze di livelli calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici più o meno fratturati e alterati. La permeabilità di tali litologie è in genere media, a meno di locali condizioni di elevata fratturazione o di presenza di livelli arenaceo-sabbiosi e/o detritico-carbonatici entro i quali può instaurarsi una discreta circolazione idrica profonda. Nei calcari la presenza di flussi idrici è connessa alle fratture e ad altre forme di dissoluzione (carsismo), mentre nelle calcareniti alla permeabilità di tipo secondario si aggiunge quella primaria per porosità interstiziale. Dalle verifiche circa il grado di fratturazione e di alterazione della roccia nonché i dati di bibliografia è stata attribuita alla *F.NE DI MONTE SANTO* [NST] una permeabilità medio-alta con coefficiente  $k = 10^{-6} \div 10^{-4}$  cm/s ed alla *F.NE DI BORUTTA* [RTU] una permeabilità media con  $k = 10^{-6}$  cm/s.

Dalle analisi effettuate su base cartografica e da letteratura, risutano numerose sorgenti, peraltro utilizzate per l'acquedotto comunale, con una portata complessiva di circa 11 l/s: sono localizzate perlopiù al contatto tra i termini permeabili dei calcari della *F.NE DI MONTE SANTO* o delle sabbie della *F.NE DI FLORINAS* e le marne della *F.NE DI BORUTTA*: ricadono nel settore nord, in prossimità dell'alveo del *Rio Pedra Lada*, immediatamente a ridosso dell'abitato di Florinas, dove sono anche presenti due depositi idrici acquedottistici, senza interferenza alcuna con il vasto areale di intervento.



Si segnala, nella periferia sud del paese nella Via Funtana Noa, circa 300 m a nord dalla cabina elettrica di recapito dell'impianto in progetto, una sorgente con fontana comunale a modesta produttività. In considerazione della distanza e della localizzazione geografica della risorgiva rispetto al sito della cabina di recapito e del cavidotto, localizzata a nord e quindi completamente al di fuori degli areali di intervento, si escludono interferenze potenzialmente indotte dai manufatti presenti e da quelli in progetto, compresi i tratti di cavidotto che conducono alla sottostazione di recapito.

Nei vasti areali di intervento, invece, sia orientale che occidentale, come confermato anche da informazioni acquisite verbalmente, le risorgive sono sporadiche e limitate ad alcune fontane, a regime stagionale, in corrispondenza delle aree di compluvio ed al contorno delle cornici carbonatiche, dove sono presenti anche alcuni pozzi trivellati.

Sorgenti di una certa significatività sono rappresentate, nel "Settore Occidentale", da *Funtana 'e Furros* localizzata nell'estrema propaggine sud al limite dell'altopiano calcareo e nell'estremo nord dello stesso, da "*Funtana Cannija*" in corrispondenza di un'area di compluvio. Entrambe le sorgenti sono ubicate ad una distanza di oltre a 500 m e quindi non ragionevolmente interferenti con le opere in progetto.

Nel "Settore Orientale" si segnalano due modestissime emergenze idriche di scarsa rilevanza: la prima è localizzata circa 85 m ad est del lotto settentrionale, mentre la seconda è stata individuata ad ad est del lotto più meridionale, ad una distanza di circa 53 m, in località *S'adde S'Enida* in un compluvio che ospita anche una piccola vasca freatica ad uso presumibilmente irriguo.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 17 di 43

Per la tipologia delle opere in progetto ed il carattere temporaneo del flusso idrico in ragione della tipologia dell'acquifero ospite, si esclude qualsiasi alterazione del loro regime idrico conseguente alla realizzazione delle opere in programma.

A causa della presenza di una fitta vegetazione erbacea, anche di altezza superiore 1,50 m, presente al momento dei sopralluoghi e dei rilievi effettuati, non è stato possibile documentare fotograficamente le emergenze idriche sopra descritte, anche a causa dell'assenza di manufatti di attingimento, quali vasche e abbeveratoi e della relativa viabilità di accesso.

Altre modeste e sporadiche venute idriche sono presenti a distanze sempre superiori a 300 m dai siti di sedime dei pannelli fotovoltaici e delle aree attraversate dai cavidotti e dalla nuova viabilità di collegamento e quindi assolutamente ininfluenti sul regime idrologico.



Le coltri detritiche sommitali sono molto permeabili e sede di una modesta falda freatica alimentata dalle acque meteoriche, tale da consentire l'immagazzinamento di deflussi idrici ove il loro spessore e l'andamento del substrato consentono; per le condizioni locali, si può ragionevolmente escludere la formazione di accumuli idrici degni di nota alle quote di progetto, se non quelli strettamente legati alla infiltrazione delle acque zenitali in occasione di precipitazioni abbondanti.

La distribuzione areale delle classi di permeabilità è rappresentata nella tavola fuori fascicolo, di cui si richiama di seguito la legenda estratta dal Geoportale della Sardegna<sup>(4)</sup>.

La profondità della falda, nella maggior parte dei casi si attesta, in base alle condizioni morfologiche ed altimetriche locali, a profondità comprese tra 15÷30 m e talora anche superiori, nel caso di livelli acquiferi più produttivi, del tutto ininfluenti per gli obiettivi del presente lavoro.

Per questo motivo la realizzazione degli scavi e degli sbancamenti avverrà verosimilmente senza interazione alcuna con flussi idrici interni all'ammasso roccioso.



<sup>(4)</sup> Scaricabile dal sito <https://www.sardegnaageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>, con modifiche

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 18 di 43

	<b>Permeabilità alta</b>
<b>h</b>	Depositi antropici costituiti da materiali di riporto e aree bonificate ( <b>h1r</b> ) e discariche minerarie ( <b>h1m</b> ) (Olocene).
<b>ba</b>	Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
<b>bb</b>	Depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi e argille (Olocene).
	<b>Permeabilità medio alta</b>
<b>b2</b>	Coltri eluvio-colluviali costituite da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli (Olocene).
<b>a</b>	Depositi di versante costituiti Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati (Olocene).
<b>a1</b>	Depositi di frana costituiti da corpi di frana recenti (Olocene).
<b>a1a</b>	Depositi di frana costituiti da corpi di frana antichi (Olocene).
<b>NST</b>	<i>Formazione di Monte Santo</i> – Calcari bioclastici di piattaforma interna con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali, calcareniti (Serravalliano - Tortoniano).
<b>LNS</b>	<i>Formazione di Florinas</i> – Sabbie quarzo-feldspatiche biancastre, poco o nulla cementate, di ambiente fluvio-marino, con alla base siltiti scure e conglomerati continentali (Serravalliano).
<b>LNSa</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Florinas</i> – Sabbie (Serravalliano).
<b>RESa</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi, calcari nodulari con faune a gasteropodi, ostreidi ed echinidi ("Calcari inferiori" Auct.). Ambiente litorale (Burdigaliano superiore).
<b>OPN</b>	<i>Formazione di Oppia Nuova</i> – Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici di ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio (Burdigaliano medio - superiore).
	<b>Permeabilità media</b>
<b>e2</b>	Depositi lacustri costituiti Calcari lacustri talvolta con gasteropodi polmonati (Olocene).
<b>RTU</b>	<i>Formazione di Boruta - Marne</i> , marne arenacee bioturbate e calcari marnosi (Langhiano).
	<b>Permeabilità medio bassa</b>
<b>BGD3</b>	<i>Subunità di Monte Ruju (Basalti del Logudoro)</i> – Basalti alcalini, porfirici, rare xenoliti quarzosi a struttura granoblastica, frequenti noduli gabbrici e peridotitici, e megacristalli di taglia fino al centimetro; in estese colate (Pleistocene inferiore - medio).
<b>BGD6</b>	<i>Subunità di Punta Sos Pianos (Basalti del Logudoro)</i> – Basalti transizionali e subordinati basalti alcalini, afirici, ipocristallini, con noduli peridotitici; in limitate colate (Pleistocene inferiore - medio).
<b>RESc</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Alla base della formazione di Mores, conglomerati quarzosi fossiliferi. Ambiente litorale (Burdigaliano superiore).
<b>RESb</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Burdigaliano superiore).
<b>RESa</b>	<i>Litofacies nella Formazione di Mores</i> – Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi, ostreidi ed echinidi ("Calcari inferiori" Auct.). Ambiente litorale (Burdigaliano superiore).
<b>LGS</b>	<i>Unità di Monte Longos</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore nerastro (Burdigaliano).
<b>LRM</b>	<i>Formazione del Rio Minore "Lacustre" Auct.</i> – Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, siltiti e marne con resti di piante, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre (Burdigaliano).
<b>UUI</b>	<i>Piroclastiti di Uri</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, variamente saldati, grigiastri (Burdigaliano).
<b>UNV</b>	<i>Lave di Nuraghe Vittore</i> – Andesiti e daciti porfiriche per fenocristalli (Burdigaliano).
<b>SSU</b>	<i>Piroclastiti di Suerzu</i> – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, di colore rossastro (Burdigaliano).
<b>MTD</b>	<i>Lave di Pala Mantedda</i> – Lave da andesitiche a dacitiche talora scoriacee ipocristalline, porfiriche; in domi e colate separate da livelli conglomeratici (Aquitano - Burdigaliano).
	<b>Permeabilità bassa</b>
<b>ILV</b>	<i>Piroclastiti di Monte sa Silva</i> - Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici (Burdigaliano).

Figura 2.7 – Legenda della “Carta delle permeabilità” fuori fascicolo (edita dell’APAT con modifiche).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 19 di 43

## 2.5 Assetto morfologico

L'impianto agrivoltaico verrà realizzato in un ambito collinare con quote assolute medie di 350 m e massime di 581 m s.l.m. raggiunte in corrispondenza di *Monte Mesu 'e Roccas* nel settore settentrionale dell'areale di intervento.

La regione si caratterizza dall'abbondante presenza di rilievi tabulari sub-orizzontali o debolmente immergenti verso nord-ovest, che danno luogo a morfologie a "mesas" ed a "cuestas". Nel primo caso, tali rilievi si originano per un processo geomorfologico detto "inversione del rilievo" che si attua per erosione differenziale che agisce di preferenza sui contrasti litologici a differente competenza. Nelle aree limitrofe a quella di indagine, questo fenomeno è frequente nei punti di contatto tra le sequenze mioceniche ed i basalti plio-pleistocenici che ricoprirono, sotto forma di colate, i sedimenti miocenici lungo le aree di fondovalle ed i paleoalvei. Successivamente, le dinamiche erosive hanno smantellato le formazioni mioceniche, modellando le colline e generando forme dalla cima piatta.

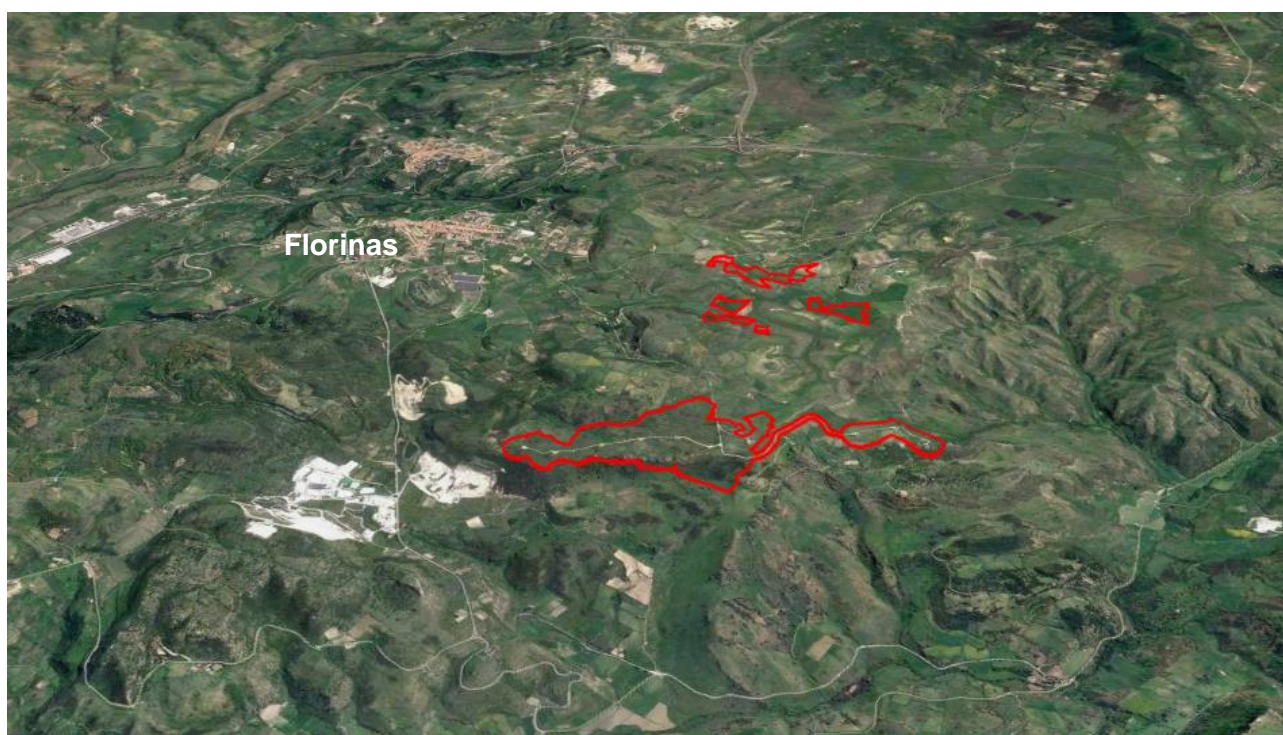




Figura 2.8 – Vista satellitare del settore in studio (estratta da Google Earth, 2017).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 20 di 43	

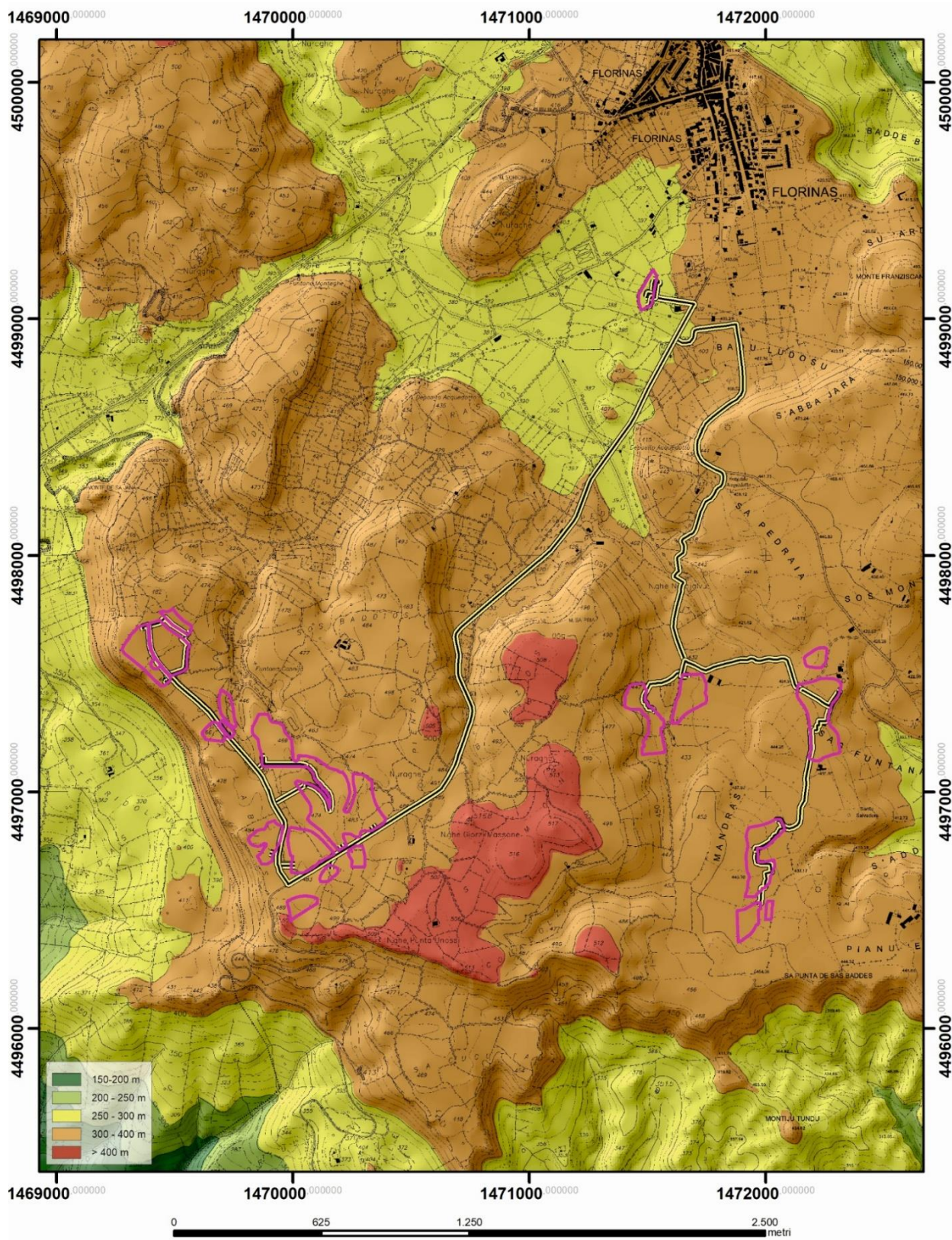




Figura 2.9 – Carta delle altimetrie (estratta dal Geoportale della Sardegna).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 21 di 43	

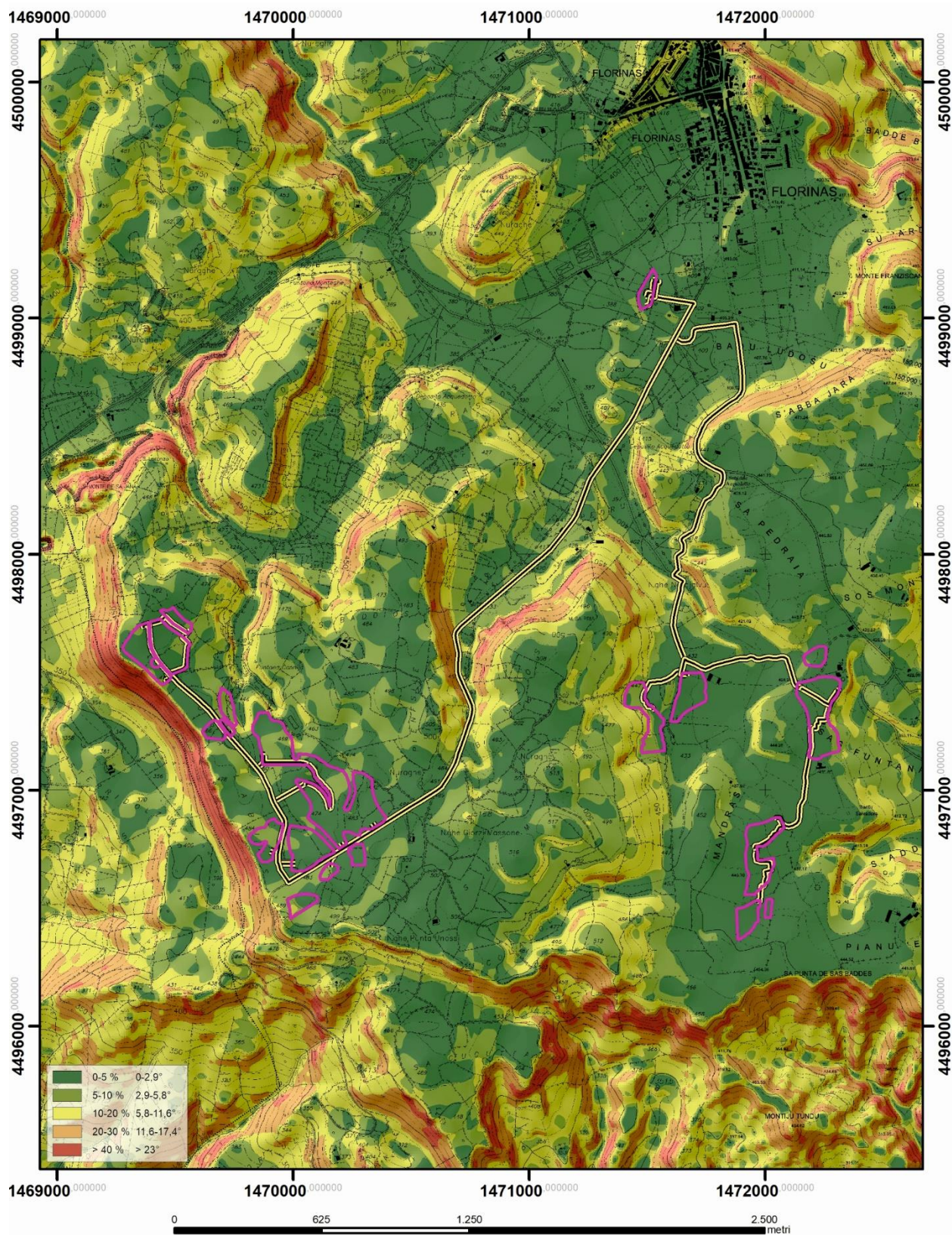




Figura 2.10 – Carta delle acclività (estratta dal Geoportale della Sardegna).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 22 di 43	

La morfologia a *cuestas*, che è quella più rappresentata nel settore di intervento, è invece connessa agli eventi tettonici più recenti che hanno smembrato gli originari vasti tabulati in rilievi isolati e determinato il loro basculamento. Tali rilievi, che raggiungono approssimativamente la stessa quota, sono reciprocamente separati da vaste valli di origine tettonica delimitate da versanti poco acclivi o occasionalmente da scarpate più o meno ripide in funzione della tenacità delle litologie.

Nello specifico dell'impianto in parola, questo si prevede in corrispondenza di aree debolmente acclivi e ben modellate dall'azione erosiva, con modeste pendenze (di norma comprese tra 5÷10%), che si presentano come veri e propri pianori, sostanzialmente stabili da un punto di vista morfologico e con quote massime generalmente non superiori a 470 m s.l.m.

Il territorio è altresì attraversato da una serie di valli fluviali impostate sulle principali direttrici tettoniche, che lo suddividono in blocchi tabulari di natura calcarea e marnosa variamente dislocati. A causa di questa impostazione, le aree designate per ospitare il parco, pur ricadenti nel medesimo tavolato calcareo-marnoso, risultano nettamente distribuite in due comparti separati dalla valle del *Rio Pedra Lada*, principale corso d'acqua locale.

### 2.5.1 Settore 1 "Ovest"

In questo settore ed esattamente nel rilievo tabulare "*Fora Labias*" ad una quota media di circa 460 m s.l.m., sorge un parco eolico.

Nel pianoro immediatamente adiacente al Nuraghe "*Punta Unoss*", quasi al bordo della scarpata, si raggiunge la quota massima di 499 m s.l.m., proprio in corrispondenza di un lineamento tettonico di direzione E-W che qui ha dislocato la compagine calcarea, ribassando la porzione a sud.

Nel versante occidentale e meridionale, al contatto con le sabbie quarzoso-feldspatiche della *F.NE DI FLORINAS [LNS]* e con le arenarie della *F.NE DI BORUTTA [RTU]*, il tavolato è delimitato da scarpate subverticali con pendenza superiore al 60% ed altezza fino a 50÷60 m. Le pareti mostrano strutture longitudinali nei livelli arenacei e marnoso-arenacei più erodibili, nei quali sono attivi i processi di alterazione chimico-fisica che creano una tipica struttura a gradoni.

Nel versante occidentale al piede della parete in particolare al contatto tra le formazioni calcaree di Monte Santo [**NST**] e quelle marnoso-arenacee di Borutta [**RTU**] sopra descritte, è presente un vasto deposito di frana costituito da corpi di frana antichi [**a1a**] ormai consolidati e quindi stabili, sormontati da una modesta copertura eluvio-colluviale.

Coerentemente con questo assetto morfologico generale del settore, la copertura di materiale sciolto costituito da suoli e depositi eluvio-colluviali è comunque generalmente limitata ad uno spessore decimetrico.





<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 23 di 43	



Figura 2.11 – Panoramiche del contesto morfologico del “Settore Ovest” del parco agrivoltaico.





<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 24 di 43	





Figura 2.12 – Vista satellitare del “Settore Ovest” (estratto da Google Earth, 2017).



Figura 2.13 – Vista satellitare del “Settore Est” (estratto da Google Earth, 2017).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 25 di 43

### 2.5.2 Settore 2 “Est”

In questo settore, su una vasta area collinare a debolissima acclività, vi ricadono cinque distinti lotti di intervento con il relativo cavidotto e viabilità di collegamento. La morfologia è nel complesso dolce in virtù della diffusa presenza di un’esile copertura detritica di natura eluviale che ha arrotondato i versanti, riducendo l’altitudine e l’acclività generale.

Lo spessore della coltre eluviale è, comunque, sempre molto ridotta e generalmente dell’ordine di 10÷30 cm, mentre solo localmente supera i 50 cm, nelle aree leggermente più depresse.



Figura 2.14 – Panoramiche del contesto morfologico del “Settore Est” del parco agrivoltaico.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 26 di 43



Figura 2.15 – Altra panoramica del contesto morfologico del “Settore Est” del parco agrivoltaico.

Alla luce di quanto prima descritto ed in estrema sintesi, gli areali designati per la realizzazione del parco agrivoltaico in progetto si presentano sostanzialmente omogenei dal punto di vista morfologico, senza tagli significativi e con una acclività d'insieme  $\leq 10\%$ , scevri da evidenze di processi geodinamici dovute all'erosione e/o alla gravità, attivi o potenziali. Infatti né i pannelli fotovoltaici né tanto meno gli scavi per la posa del cavidotto e la realizzazione viabilità di collegamento inoltre, andranno ad intercettare affioramenti litoidi o forme residuali la cui stabilità nel tempo possa essere condizionata da interventi di scavo o sbancamento.



Nell'area di progetto la limitata e/o nulla dinamica morfo-evolutiva è garantita dalla combinazione delle caratteristiche strutturali, geomeccaniche dei terreni nonché dalla bassa acclività delle coperture eluvio-colluviali. L'analisi geomorfologica non ha infatti ravvisato indizi geologici e morfologici d'instabilità predisponenti a condizioni di pericolo idro-geomorfologico.

La morfologia locale sopra descritta è da intendersi conservativa, in quanto i potenziali processi gravitativi o idrogeomorfologici sono deboli o assenti, e tendono a permanere in equilibrio, con le giuste precauzioni, anche dopo le perturbazioni derivate dalla realizzazione dei manufatti, anche in considerazione delle modeste opere di scavo e movimento terra previste per la posa dei pannelli e del cavidotto, che non superano il metro e mezzo di profondità.

La geomorfologia generale del settore è rappresentata nella tavola fuori fascicolo, di cui si richiama di seguito la legenda estratta dal Geoportale della Sardegna<sup>(5)</sup>.

<sup>(5)</sup> Scaricabile dal sito <https://www.sardegnaegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=mappetematiche>, con modifiche.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 27 di 43

- A2.1 Depositi di flusso piroclastico**
  - LGS** *Unità di Monte Longos* – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica di colore nerastro (Burdigaliano).
  - ILV** *Piroclastiti di Monte sa Silva* – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica (Burdigaliano).
  - UUI** *Piroclastiti di Uri* - Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica grigiastri (Burdigaliano).
  - SSU** *Piroclastiti di Suerzu* – Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica di colore rossastro (Burdigaliano).
- A2.3 Basalti alcalini**
  - BGD3** *Subunità di Monte Ruju (Basalti del Logudoro)* – Basalti in estese colate (Pleistocene inferiore – medio).
  - BGD6** *Subunità di Punta Sos Planos (Basalti del Logudoro)* – Basalti in limitate colate (Pleistocene inferiore - medio).
- A2.4 Andesiti e andesiti basaltiche**
  - UNV** *Lave di Nuraghe Vittore* – Andesiti e daciti porfiriche per fenocristalli, in colate (Burdigaliano).
  - MTD** *Lave di Pala Mantedda* – Lave da andesitiche a dacitiche in domi e colate (Aquitano - Burdigaliano).
- C1.1 Depositi terrigeni antropici**
  - h** Depositi antropici costituiti da materiali di riporto, aree bonificate e discariche minerarie (Olocene).
- C1.2 Depositi terrigeni continentali di conoide e plana alluvionale**
  - ba** Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
  - bb** Depositi alluvionali costituiti da sabbie con subordinati limi e argille (Olocene).
  - OPN** *Formazione di Oppia Nuova* – Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici di ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio (Burdigaliano medio - superiore).
- C1.3 Depositi terrigeni continentali legati a gravità**
  - b2** Coltri eluvio-colluviali costituite da detriti immersi in matrice fine (Olocene).
  - a** Depositi di versante costituiti da detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati (Olocene).
  - a1** Depositi di frana costituiti da corpi di frana recenti (Olocene).
  - a1a** Depositi di frana costituiti da corpi di frana antichi (Olocene).
- C1.5 Depositi terrigeni litorali**
  - RESc** *Litofacies nella Formazione di Mores* – Conglomerati quarzosi di ambiente litorale (Burdigaliano superiore).
  - RESb** *Litofacies nella Formazione di Mores* – Arenarie e conglomerati a cemento carbonatico (Burdigaliano sup.).
- C1.8 Depositi terrigeni fluvio-deltizi**
  - LNS** *Formazione di Florinas* – Sabbie quarzo-feldspatiche biancastre di ambiente fluvio-marino (Serravalliano).
  - LNSa** *Litofacies nella Formazione di Florinas* – Sabbie (Serravalliano).
- C2.1 Depositi carbonatici lacustri e carbonatici**
  - e2** Depositi lacustri costituiti da calcari talvolta con gasteropodi polmonati (Olocene).
  - LRM** *Formazione del Rio Minore "Lacustre" Auct.* – Depositi epiclastici con intercalazioni di selci, silti e marne, conglomerati, e calcari silicizzati di ambiente lacustre (Burdigaliano).
- C2.2 Depositi carbonatici marini**
  - NST** *Formazione di Monte Santo* – Calcari bioclastici di piattaforma interna (Serravalliano - Tortoniano).
  - RTU** *Formazione di Bonufa* – Mame, mame arenacee bioturbate e calcari mamosi (Langhiano).
  - RESa** *Litofacies nella Formazione di Mores* – Calcarenti e calcari bioclastici (Burdigaliano superiore).

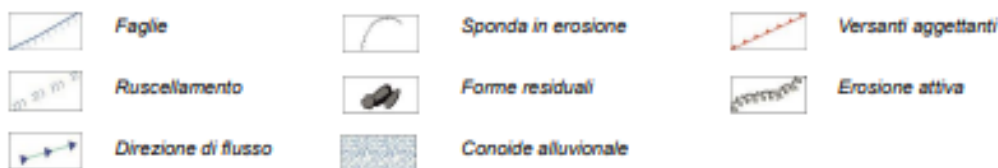




Figura 2.17 – Legenda della “Carta geomorfologica” fuori fascicolo (edita dell’APAT con modifiche).

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 28 di 43

## 2.6 Idrografia

La struttura tettonica ha influenzato notevolmente anche l'idrografia della zona, con i corsi d'acqua che seguono i lineamenti principali e gli allineamenti dei rilievi calcareo-marnosi variamente dislocati.



L'idrologia generale dell'area in esame è semplice con una scarsa densità di drenaggio data da una bassa ramificazione delle linee di impluvio, che si identificano unicamente a nord e nord-est del settore, in corrispondenza del *Rio Pedra Lada* e dei compluvi ad esso afferenti.

Nel settore orientale, nel quale il reticolo fluviale è più fitto, il paesaggio è contraddistinto da processi fluviali con forme di incisione profonda, che riprendono i lineamenti tettonici e smembrano le superfici più o meno tabulari, creando valli coperte da folta vegetazione.

La circolazione superficiale è prevalentemente limitata a fenomeni di ruscellamento superficiale che si manifestano in occasione di piogge intense e da modestissime aree di drenaggio, orientate lungo le linee tettoniche principali. Non si esclude la possibilità, in concomitanza di eventi pluviometrici di grande intensità, di locali formazioni di pozze di ristagno.

Le modestissime pendenze degli areali di intervento e la totale assenza di corsi d'acqua al contorno, non fanno quindi prevedere interferenze tra il reticolo di idrografico superficiale e le opere in progetto. Tutt'al più in concomitanza ad eventi meteorologici di una certa intensità (piogge intense e perdurevoli), potrà instaurarsi un ruscellamento di tipo areale di scarsa significatività, favorito dalla carenza della copertura vegetale (attualmente il comparto è interessato da una copertura erbacea con rarissime essenze arbustive) e dalla scarsa permeabilità del sottosuolo.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 29 di 43

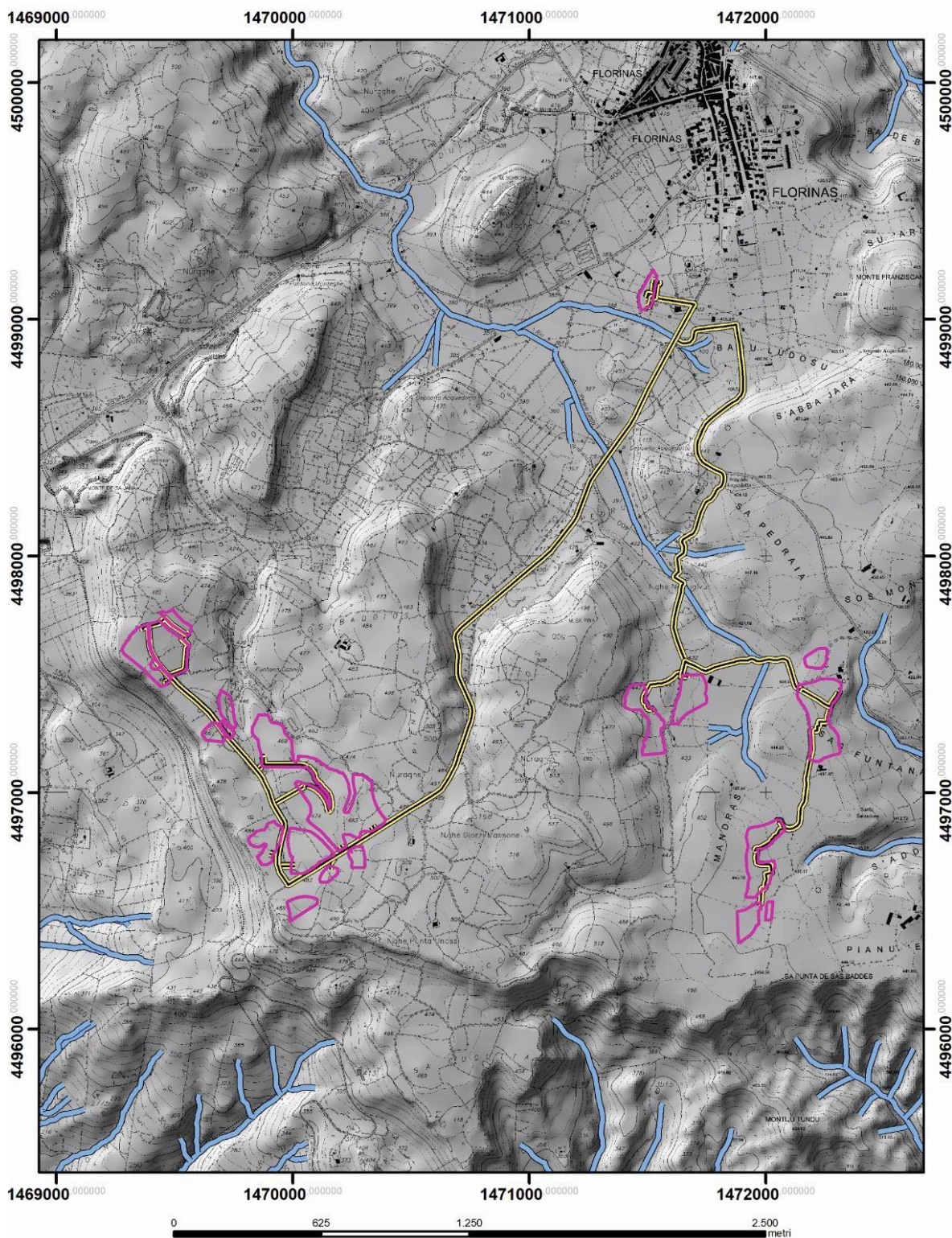




Figura 2.16 – Reticolo idrografico dell'area vasta (estratta dal Geoportale della Sardegna).

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 30 di 43

## 2.7 Modello stratigrafico di riferimento

Le aree di intervento si caratterizzano per la diffusa presenza di calcari bioclastici e di alternanze di marne e marne arenacee in potenti bancate a giacitura suborizzontale piuttosto che con lieve immersione verso S-SW, afferenti alla *F.NE DI MONTE SANTO [NST]* e alla *F.NE DI BORUTTA [RTU]*.

Detto substrato è spesso affiorante, talora alterato nella parte sommitale fino a litoide a breve profondità, sormontato da una esile coltre terrigena eluvio-colluviale rappresentata da detritici di pendio e di fondovalle, con intercalazioni di suoli più o meno evoluti. Per questi depositi, il grado d'alterazione è molto basso così come i processi di pedogenizzazione superficiali.

Talvolta il detrito è costituito da piccole coltri terroso-argillose con livelli grossolani, di spessore generalmente decimetrico. Gli spessori massimi si raggiungono nelle aree depresse per ridursi verso gli spartiacque, ove i processi erosivi hanno determinato l'affioramento del substrato roccioso.

Questi livelli detritici, che si susseguono agli affioramenti rocciosi, sono sfruttati ai fini agricoli. Una volta superato lo spessore submetrico di alterazione corticale, che verrà meglio definito in fase di progettazione definitiva mediante specifiche indagini geognostiche, si rinviene un livello litoide compatto, con elevate proprietà litotecniche, di portanza e di stabilità. Si ritiene che il passaggio tra la coltre eluviale ed il substrato roccioso alterato e detensionato possa avvenire con gradualità.

Nel tratto terminale del cavidotto relativo al settore occidentale, ed in un limitatissimo tratto di quello est, in corrispondenza di *Nuraghe Norajalvu*, affiorano i sedimenti alluvionali del *Rio Pedra Longa*, costituiti da ghiaie grossolane e medie con abbondante matrice sabbio-limosa, di spessore metrico.

### 2.7.1 Sub areali "Est" e "Ovest"

Sequenza stratigrafica schematica a partire dall'alto:

**LL\_A** Suoli e terreni agrari

**LL\_B1** Depositi detritici eluvio-colluviali

**LL\_C** Substrato calcareo-marnoso e marnoso-arenaceo

di seguito descritti per i caratteri salienti ai fini del presente lavoro.

#### **LL\_A – Suoli e terreni agrari**



Spessore min 0,00 m

Spessore max 0,10 m

Terre limo-sabbiose debolmente argillose più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore perlopiù marroncino, poco o moderatamente consistenti, riconducibili a prodotti di colmata di zone depresse in condizioni di ristagno idrico. Localmente si rinvencono concentrazioni di clasti di arenacei e carbonatici, poco elaborati.

Per lo spessore esiguo, in contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 31 di 43

### **LL\_B1 – Depositi detritici eluvio-colluviali**

Spessore min 0,20 m

Spessore max 0,80 m

Questa unità annovera accumuli detritici immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, spesso arricchiti in frazione organica.

### **LL\_C – Basamento calcareo marnoso e marnoso-arenaceo**

Spessore pluridecametrico

Formazione litoide massiva mediamente fratturata, costituita da calcari bioclastici di piattaforma interna con rare intercalazioni silicoclastiche e da alternanze ritmiche di marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi.

#### *2.7.2 Sottostazione*

Sequenza stratigrafica schematica a partire dall'alto:

**LL\_A** Suoli e terreni agrari

**LL\_B2** Depositi alluvionali

di seguito descritti per i caratteri salienti ai fini del presente lavoro.

### **LL\_A – Suoli e terreni agrari**

Spessore min 0,10 m

Spessore max 0,80 m

Per queste terre valgono le medesime descrizioni e limitazioni d'uso del paragrafo precedente colore perlopiù marroncino, poco o moderatamente consistenti, riconducibili a prodotti di colmata di zone depresse in condizioni di ristagno idrico.



Localmente si rinvengono concentrazioni di clasti di arenacei e carbonatici, poco elaborati.

Per lo spessore esiguo, in contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.

### **LL\_B2 – Depositi alluvionali**

Spessore plurimetrico

Depositi alluvionali grossolani, prevalentemente formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [ba] con rare intercalazioni argillose.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 32 di 43

### 2.7.3 Cavidotto – Tratti su litologie calcareo marnose e marnoso–arenacee

Sequenza stratigrafica schematica a partire dall'alto:

**LL\_A** Suoli e terreni agrari

**LL\_B1** Depositi detritici eluvio-colluviali

**LL\_C** Substrato calcareo-marnoso e marnoso-arenaceo

di seguito descritti per i caratteri salienti ai fini del presente lavoro.

#### **LL\_A – Suoli e terreni agrari**

Spessore min 0,00 m

Spessore max 0,10 m

Terre limo-sabbiose debolmente argillose più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore perlopiù marroncino, poco o moderatamente consistenti, riconducibili a prodotti di colmata di zone depresse in condizioni di ristagno idrico.

Localmente si rinvencono concentrazioni di clasti di arenacei e carbonatici, poco elaborati.

Per lo spessore esiguo, in contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.

#### **LL\_B1 – Depositi detritici eluvio-colluviali**

Spessore min 0,20 m

Spessore max 0,50 m



Questa unità annovera accumuli detritici immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, spesso arricchiti in frazione organica.

#### **LL\_C – Basamento calcareo marnoso e marnoso-arenaceo**

Spessore pluridecametrico

Formazione litoide massiva mediamente fratturata, costituita da calcari bioclastici di piattaforma interna con rare intercalazioni silicoclastiche e da alternanze ritmiche di marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 33 di 43

#### 2.7.4 Cavidotto – Tratti su depositi alluvionali del Rio Pedra Longa:

Sequenza stratigrafica schematica a partire dall'alto:

**LL\_A** Suoli e terreni agrari

**LL\_B2** Depositi alluvionali

di seguito descritti per i caratteri salienti ai fini del presente lavoro.

#### **LL\_A – Suoli e terreni agrari**

Spessore min 0,10 m

Spessore max 0,80 m

Terre limo-sabbiose debolmente argillose più o meno rimaneggiate dalle pratiche agricole, di colore perlopiù marroncino, poco o moderatamente consistenti, riconducibili a prodotti di colmata di zone depresse in condizioni di ristagno idrico.



Localmente si rinvencono concentrazioni di clasti di arenacei e carbonatici, poco elaborati.

Per lo spessore esiguo, in contenuto organico e le scarse proprietà fisico-meccaniche non rivestono alcuna significatività ai fini applicativi che interessano.

#### **LL\_B2 – Depositi alluvionali**

Spessore plurimetrico

Depositi alluvionali grossolani, prevalentemente formati da ghiaie ± ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa [ba] con rare intercalazioni argillose.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 34 di 43

### 3 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

#### 3.1 Pericolosità idrogeologica

L'assetto idrogeologico del settore interessato dall'impianto è condizionato dalla presenza di un substrato roccioso sostanzialmente poco permeabile e da una modestissima coltre detritica prevalentemente eluviale di spessore poco significativo, non favorevole alla formazione di una circolazione idrica sotterranea a carattere freatico.

Altri flussi idrici sotterranei possono impostarsi entro gli ammassi rocciosi a profondità maggiori rispetto alle quote di progetto per cui non si prevedono alcuna interazione.

Per le stesse ragioni non sussistono i presupposti affinché l'opera in progetto possa influenzare in qualche modo le caratteristiche qualitative o idrodinamiche delle acque sotterranee.

#### 3.2 Subsidenza

Se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, la subsidenza è irrilevante tra i processi morfodinamici dell'Isola: gli unici fenomeni riconducibili a subsidenza sono i "sink-hole" localizzati negli hinterland di Carbonia ed Iglesias.

Non sono noti nell'area sink-hole o altre tipologie di subsidenza naturale.

Analogamente, non si è a conoscenza di abbassamenti del suolo provocati dallo sfruttamento delle falde acquifere.

#### 3.3 Pericolosità idraulica

In ragione della posizione marginale rispetto al deflusso delle acque di ruscellamento concentrate, non si ravvisano pertanto elementi predisponenti a condizioni di pericolosità idraulica.



A suffragio di quanto, dai piani di settore ufficiali consultabili nel Geoportale della Sardegna, risulta che nessuna delle aree designate ad ospitare gli aerogeneratori siano gravate da alcuna criticità da idraulica (esondazioni, allagamenti con ristagni).

#### 3.4 Pericolosità da frana

Dalle carte della pericolosità da frana del PAI consultabili nel Geoportale della Sardegna le aree di intervento non risultano entro la perimetrazione a rischio di frana, seppur in stretta adiacenza, ricadendo nei pianori delimitati da scarpate rocciose.

Ad ogni buon conto, qualora le verifiche puntuali nella fase progettuale più avanzata mettessero in evidenza condizioni morfodinamiche potenzialmente capaci di interagire negativamente con le opere in progetto, verranno definiti opportuni accorgimenti operativi, onde evitare problematiche sia in fase di esecuzione dei lavori sia in fase di esercizio.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 35 di 43

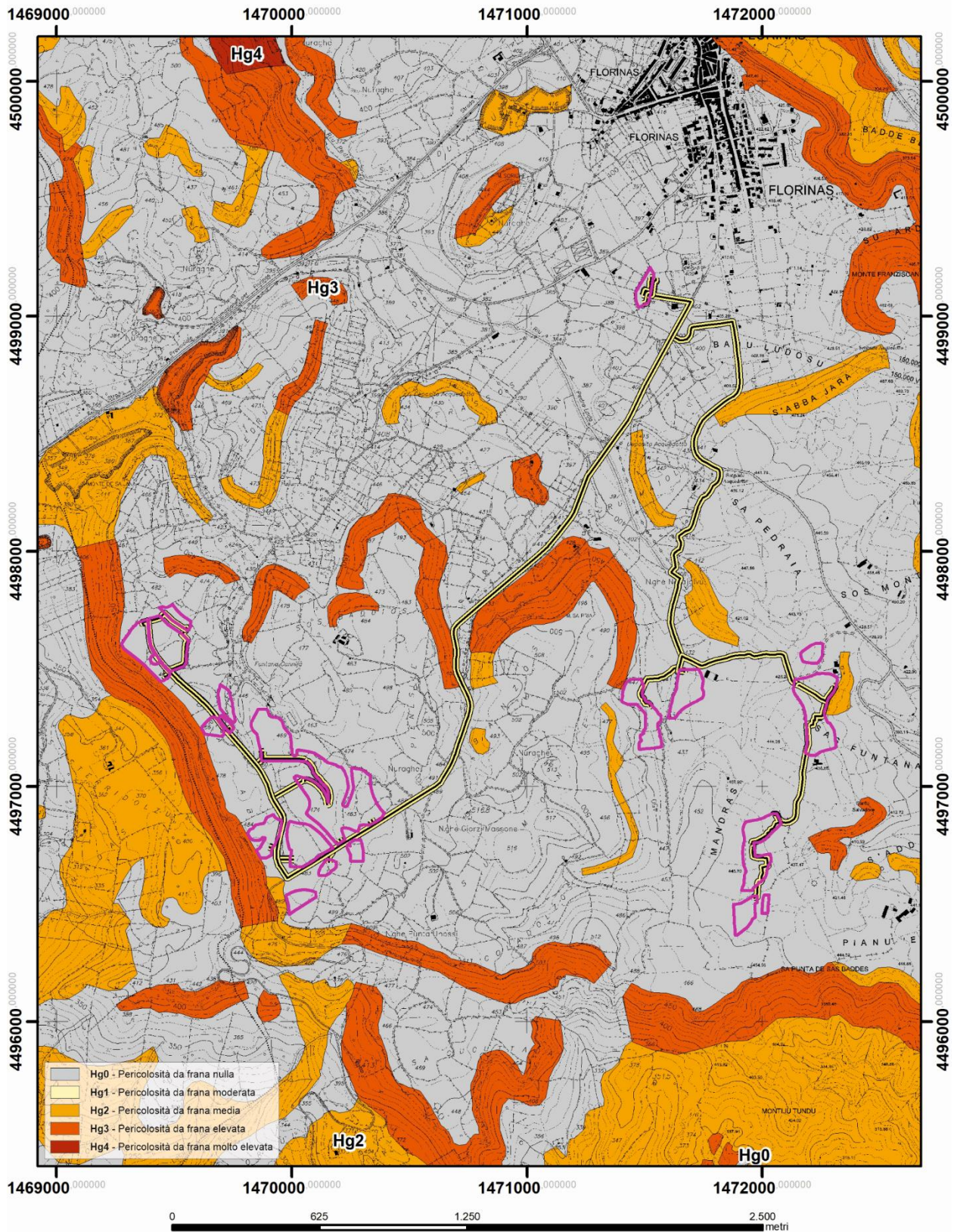




Figura 3.1 – Carta della pericolosità da frana - art. 8 del PAI (tratta da Geoportale Sardegna).



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 36 di 43

### 3.5 Pericolosità sismica

La bassissima sismicità dell'Isola fa escludere elementi di pericolosità sismica che possano compromettere l'integrità e la fruibilità delle opere in progetto.

Dal *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from Capable faults*) non risulta la presenza di alcun elemento tettonico capace di interferire direttamente con i luoghi di intervento (Figura 3.2).

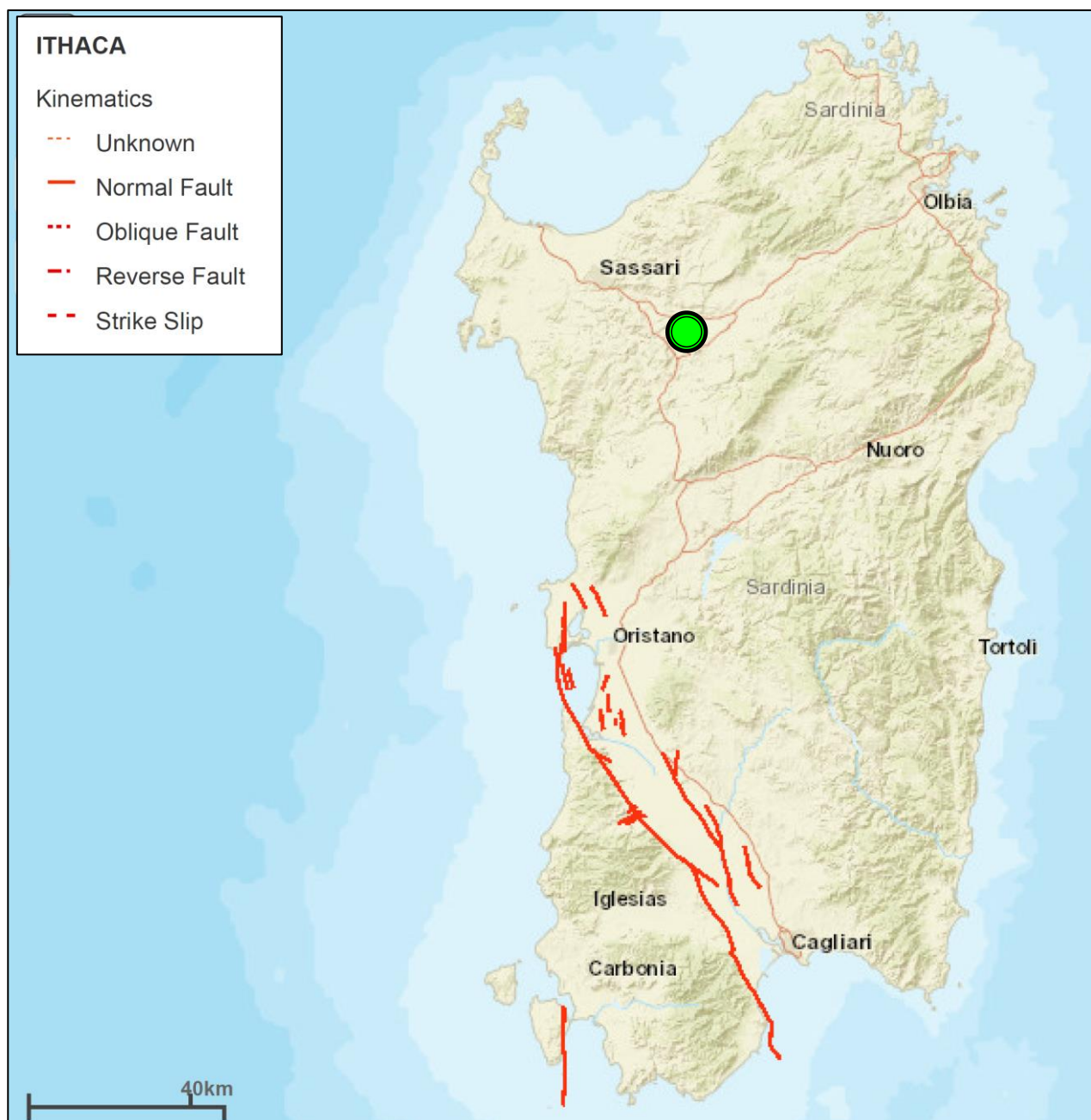




Figura 3.2 – Mappa con l'ubicazione delle faglie capaci scaricato dal catalogo del progetto ITHACA.



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 37 di 43

## 4 MODELLO GEOTECNICO

### 4.1 Assetto litostratigrafico

Le aree di intervento si caratterizzano per la diffusa presenza di calcari bioclastici e di alternanze di marne e marne arenacee in potenti bancate a giacitura suborizzontale piuttosto che con lieve immersione verso S-SW, afferenti alla *F.NE DI MONTE SANTO [NST]* e alla *F.NE DI BORUTTA [RTU]*.

Detto substrato è spesso affiorante, talora alterato nella parte sommitale fino a litoide a breve profondità, sormontato da una esile coltre terrigena eluvio-colluviale rappresentata da detritici di pendio e di fondovalle, con intercalazioni di suoli più o meno evoluti.

Talvolta il detrito è costituito da piccole coltri terroso-argillose con livelli grossolani, di spessore generalmente decimetrico. Gli spessori massimi si raggiungono nelle aree depresse per ridursi verso gli spartiacque, ove i processi erosivi hanno determinato l'affioramento del substrato roccioso.

Questi livelli detritici, che si susseguono agli affioramenti rocciosi, vengono attualmente utilizzati per le attività agricole. Una volta superato lo spessore submetrico di alterazione corticale, che verrà meglio definito in fase di progettazione definitiva mediante specifiche indagini geognostiche, si rinviene un livello litoide compatto, con elevate proprietà litotecniche, di portanza e di stabilità.

### 4.2 Parametrizzazione geotecnica preliminare

Come esposto, il settore di prossima realizzazione del parco agrivoltaico si caratterizza per la presenza, in affioramento o talora mascherato da un'esile copertura detritica eluvio-colluviale, di rocce di natura sedimentaria, costituite da calcari più o meno arenacei di colore bianco-grigiastro e da marne arenacee e calcari marnosi. Ai fini geotecnici tali litologie rappresentano ottimi terreni di fondazione, perché praticamente incompressibili e con elevate caratteristiche di resistenza al taglio, che vengono meno solo in caso di forte alterazione, fratturazione e/o carsismo.

Coerentemente con quanto precedentemente illustrato, intendendo Strato LL "strato geologico" e Strato LT "strato litotecnico" che può comprendere più strati geologici, ai fini applicativi che, la successione assunta per rappresentare il sottosuolo dei luoghi di intervento vede, a partire dall'alto, le seguenti:

**LT\_A** Suoli e terreni agrari



**LT\_B1** Depositi detritici eluvio-colluviali

**LT\_B2** Depositi alluvionali

**LT\_C1** Basamento calcareo e marnoso-arenaceo tenera e fratturata

**LT\_C2** Basamento calcareo e marnoso-arenaceo compatto ed integro

Esulando dallo strato sommitale poco significativo ai fini che interessano, vengono di seguito, in via del tutto indicativa, i caratteri geotecnici dei terreni interagenti con le opere in progetto.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 38 di 43

### **LT\_B1 – Depositi detritici eluvio-colluviali**

Depositi detritici eluvio-colluviali a granulometria sabbio-limosa con grado di pedogenesi variabile, incoerenti, da poco a moderatamente addensati.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale  $\gamma_{nat} = 17,00 \div 17,50 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi = 27 \div 28^\circ$
- Coesione  $c = 0,00 \div 0,10 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di comprimibilità  $E = 70 \div 100 \text{ daN/cm}^2$

### **LT\_B1 – Depositi alluvionali**

Depositi alluvionali grossolani, prevalentemente formati da ghiaie  $\pm$  ciottolose poligeniche con abbondante matrice sabbio-limosa e rare intercalazioni argillose.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale  $\gamma_{nat} = 19,00 \div 19,50 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi = 32 \div 34^\circ$
- Coesione  $c = 0,00 \div 0,10 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di comprimibilità  $E = 200 \div 250 \text{ daN/cm}^2$

### **LT\_C1 – Substrato marnoso litoide tenero e fratturato**

Formazione carbonatica, costituita da calcari bioclastici e da alternanze ritmiche di marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi in facies tenera e fratturata.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale  $\gamma_{nat} = 21,50 \div 22,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi = 25 \div 28^\circ$
- Coesione  $c = 1,50 \div 2,50 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di comprimibilità  $E = 1.000 \text{ daN/cm}^2$



### **LT\_C2 – Substrato litoide integro**

Formazione carbonatica, costituita da calcari bioclastici e da alternanze ritmiche di marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, integri e molto compatti.

Parametri geotecnici indicativi:

- Peso di volume naturale  $\gamma_{nat} = 25,00 \div 26,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi = 30 \div 35^\circ$
- Coesione  $c = 2,00 \div 4,00 \text{ daN/cm}^2$
- Modulo di comprimibilità  $E = 2.500 \text{ daN/cm}^2$



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 39 di 43

### 4.3 Stima della capacità portante dei terreni di fondazione

Sulla base di quanto esposto, le strutture di fondazione dei pannelli fotovoltaici e del relativo cavidotto andranno a poggiare sui substrati marnoso-arenacei e calcarei in posto che offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere in programma [**Strato LT\_C**].

Fermo restando la necessità di supportare le valutazioni in questa sede con i dati provenienti dalle indagini geognostiche puntuali eseguite ad hoc, orientativamente si possono assumere valori di capacità portante dell'ordine di **2,5 daN/cm<sup>2</sup>**, senza che si manifestino cedimenti di entità apprezzabile o comunque pregiudizievoli per la stabilità delle strutture in progetto.



### 4.4 Suscettibilità alla liquefazione

Le N.T.C. 2018 (punto 7.11.3.4.2) prevedono che la verifica nei confronti della liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,10 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella FIGURA 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in FIGURA 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Nel caso dello specifico intervento edilizio, poiché sono certamente soddisfatte le condizioni 1 (ricadendo il Comune di Florinas in zona sismica 4 ove  $ag \leq 0,05 g$ ) e 2

**la verifica alla liquefazione può essere omessa**

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 40 di 43

## 5 CONCLUSIONI

L'analisi geologica e geotecnica, eseguita a supporto del progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico nel territorio comunale di Florinas, ha permesso di evidenziare, in conformità alla normativa vigente in materia, quanto di seguito esposto.

L'assetto geologico si caratterizza per la predominanza di un substrato roccioso in facies calcarea e marnoso-arenacea variamente fratturato interessato nei primi 50 cm da fenomeni più o meno spinti di alterazione eluvio-colluviale.

La configurazione planoaltimetrica dei luoghi favorisce diffuse condizioni di stabilità morfologica e non sono state ravvisate criticità predisponenti a fenomeni di denudazione o erosione accelerata da parte delle acque di scorrimento superficiale, crolli o frane innescate dall'arretramento dei versanti, piuttosto che alterazioni del tracciato o del regime dei corsi d'acqua, sovraescavazioni in alveo, anche in ragione della posizione ininfluyente rispetto al reticolo idrografico.

Sotto il profilo idrogeologico, la presenza di un basamento litificato costituito da alternanze di livelli calcarei, calcareo-marnosi e calcarenitici a permeabilità media che permette un'infiltrazione solo ed esclusivamente attraverso una porosità secondaria per fratturazione, consente di escludere significative interazioni tra le opere tra le opere in progetto ed i flussi idrici sotterranei se non con quelli temporanei dovuti a particolari condizioni meteorologiche (piogge intense, scioglimento di eventuali accumuli nevosi) capaci di saturare il modesto spessore detritico eluvio-colluviale e lo strato di alterazione della roccia.



Lo studio in questa sede illustrato non ha ravvisato situazioni ostative alla stabilità delle aree interessate dal progetto né rischi potenziali legati ai fattori puramente geomorfologici, in quanto le opere saranno inserite in un ambiente morfoevolutivo e geologico che non impone limitazioni per le opere d'ingegneria civile.

L'assetto geologico si caratterizza per la predominanza di un substrato roccioso dotato di buona consistenza meccanica globale, stabile e indeformabile, in grado di sostenere in sicurezza carichi unitari superiori alla resistenza a compressione uniaassiale dell'ammasso roccioso.

Questa configurazione consente l'adozione di fondazione dirette purché si preveda il superamento della coltre detritica superficiale piuttosto che delle facies corticali di alterazione della roccia [Unità LT\_B] e l'individuazione del piano di posa entro il basamento calcareo-marnoso [Unità LT\_C] le cui caratteristiche meccaniche offrono elevate garanzie di stabilità nel tempo per le opere fondali.

Per detti motivi si ritiene che nulla osti alla realizzazione dell'intervento in progetto, **fatta salva l'esigenza di acquisire riscontri diretti attraverso l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche che dovrà obbligatoriamente supportare la successiva fase progettazione esecutiva.**



<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO AGRIVOLTAICO "FLORINAS" - Comune di Florinas (SS) – PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> RWE-AVF-RP4
 www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> RELAZIONE GEOLOGICA E GETECNICA	<b>PAGINA</b> 41 di 43	

Tale campagna dovrà chiarire gli aspetti litostratigrafici indefiniti e dissipare qualsiasi incertezza sulle caratteristiche litologiche del sottosuolo (ad esempio lo spessore e caratteristiche litotecniche del cosiddetto “cappellaccio di alterazione della roccia”), con valutazione della tipologia dei prodotti di alterazione, proprietà geomeccaniche dei diversi substrati rocciosi, ovvero affinare il modello geologico per orientare al meglio le scelte progettuali, nonché per individuare l’ottimale profondità per la posa delle opere fondali dei pannelli fotovoltaici, della viabilità di accesso e del cavidotto.