



REGIONE PUGLIA

PROVINCIA DI FOGGIA



Comune di FOGGIA

<p>Proponente</p>	<p>ARTEMIS SRL Via Milazzo 17 - Bologna P.IVA 03986191207 artemis_pec@pec.it</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: right;"> <p>Partnered by:</p>  </div> </div>				
<p>Progettazione</p>	<p>Ing. Fabio Domenico Amico Via Milazzo, 17 40121 Bologna E-Mail: f.amico@green-go.net</p>		<p>Studio Ambientale e Paesaggistico</p>	<p>Arch. Antonio Demaio Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: sit.vega@gmail.com</p>	
<p>Studio Incidenza Ambientale Flora fauna ed ecosistema</p>	<p>Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it</p>		<p>Studio Idraulico</p>	<p>Ing. Antonella Laura Giordano Viale degli Aviatori, 73/F14 - 71122 Foggia (FG) Tel. 0881.331935 E-Mail: lauragioradano.ing@libero.it</p>	
<p>Studio Agronomico</p>	<p>Dott. agr. Giuseppe Caputo Via Mazzini, 350 - 71010 Carpino (FG) E-Mail: giuseppecpt92@gmail.com</p>		<p>Studio Geologico</p>	<p>Studio di Geologia Tecnica & Ambientale Dott.sa Geol. Giovanna Amedei Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (FG) Tel./Fax 0884.965793 Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@fiscali.it</p>	
<p>Studio Archeologico</p>	<p>Dott. Antonio Bruscella Piazza Alcide De Gasperi, 27 - 85100 Potenza (Pz) Tel. 340.5809582 E-Mail: antoniobruscella@hotmail.it</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Odos s.n.c. di Bruscella Antonio e Russo Carla Via Vincenzo Capozzi, n. 8 71121 Foggia C.F. e P.I.: 04124960719 e-mail: info@odosarcheologia.it</p> <p><i>Antonio Bruscella</i></p> </div> </div>				
<p>Opera</p>	<p>Progetto di realizzazione di un impianto agro-voltaico provvisto di inseguitori mono-assiali e relative opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera.</p>				
<p>Oggetto</p>	<p>Folder: G1F8PR6_RelazioneGeologica.zip</p> <p>Nome Elaborato: G1F8PR6_RelazioneGeologica</p> <p>Descrizione Elaborato: DNRSS0R05-00 - Relazione Geologica</p>				
<p>00</p>	<p>Luglio 2022</p>	<p>Emissione per progetto definitivo</p>	<p>Vega</p>	<p>Arch. A. Demaio</p>	<p>Artemis srl</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala:</p>	<p>G1F8PR6</p>				
<p>Formato:</p>	<p>Codice Pratica G1F8PR6</p>				



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

INDICE

1- Premessa	Pag. 2
2- Inquadramento geografico	Pag. 5
2.1 – Ubicazione Area d’Intervento	Pag. 5
3- Cenni geologici e geomorfologici	Pag. 7
3.1 – Geologia Generale	Pag. 7
4- Caratterizzazione dei litotipi locali e Assetto Litostratigrafico	Pag. 10
4.1 – Geolitologia	Pag. 10
4.2 – Geomorfologia	Pag. 13
5 – Ambiente Idrico: Acqua Superficiale e Acque Sotterranee	Pag. 17
5.1 – Acque Superficiali	Pag. 17
5.2 – Circolazione Idrica sotterranee	Pag. 19
5.3 – Relazione tra gli interventi preposti e la falda	Pag. 25
6 – Sismicità	Pag. 26
6.1 – Inquadramento sismico	Pag. 26
7 – Indagini Eseguite	Pag. 32
8 – Considerazioni Conclusive	Pag. 35

APPENDICE

Allegato 1	Risultati indagini
-------------------	---------------------------



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

1 - PREMESSA

Su incarico della proponente Società Artemis Srl con sede legale in Via Milazzo n. 17, 40121 Bologna, la scrivente, *Dott.ssa Giovanna Amedei*, Geologa, iscritta all'O.R.G. della Puglia al n. 438 e con studio professionale in Rodi Garganico, alla Via Pietro Nenni n. 4, ha eseguito gli studi e redatto la presente relazione volta alla definizione del quadro geologico, geologico-tecnico ed ambientale dei terreni interessati da “*Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera*”.

Nel dettaglio il progetto prevede la realizzazione di un impianto impianto agrovoltaiico provvisto di inseguitori mono-assiali e relative opere connesse, di potenza di immissione in rete pari a 25,025 MW (potenza di picco pari a 30,02 MWp); l'impianto fotovoltaico sarà connesso alla rete elettrica nazionale in virtù dell'STMG proposta da Terna (Codice Pratica 201901040), nella titolarità della società proponente, con potenza in immissione pari a 25 MW. Lo schema di allacciamento prevede il collegamento alla rete di Trasmissione tramite la realizzazione di una sottostazione di trasformazione 30/150 kV collegata in antenna a 150 kV con l'allargamento della sottostazione elettrica (SE) di Foggia a 380/150 kV della RTN benestariata da Terna.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Tutto il progetto sarà eseguito secondo le caratteristiche tecniche complessive meglio esplicitate nella Relazione Descrittiva Generale a firma dei progettisti.

In particolare, lo studio geologico s'inserisce nell'ambito dei quadri conoscitivi del sistema territoriale locale, ed è stato articolato sulla base dei seguenti principali elementi di valutazione geologico-tecnica:

- Inquadramento geologico dell'area, per la definizione delle caratteristiche geologiche, tettonico/strutturali generali, geomorfologiche e idrogeologiche generali - [pericolosità geologica del territorio];
- Rilevamento geologico di dettaglio, di un'area sufficientemente ampia, entro la quale ricade l'intervento in oggetto, per la definizione geologica, geomorfologica, idrogeologica locali, con particolare riferimento alla caratterizzazione della natura e del tipo di strutture sedimentarie dei corpi geologici presenti - [controllo litologico di dettaglio];
- Riferimenti a indagini geognostiche e geotecniche esistenti, eseguite nell'ambito del territorio comunale per la definizione delle principali caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni
- Esecuzione di nuove indagini geofisiche e geognostiche con l'obiettivo di puntualizzare le conoscenze geologiche dirette e indirizzare la progettazione in direzione della sicurezza e della migliore efficienza - [accertamento litotecnico].

Per i vincoli di interesse geologico, l'area in esame:



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

☒ ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata come Zona 2 così come da Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/03.



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

2- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

2.1: Ubicazione Area d'intervento

Il territorio del Comune di Foggia è situato lungo l'asse principale del Tavoliere Settentrionale a circa 45 Km dal litorale adriatico.

L'area di progetto, la cui superficie è pari a circa 67 ha , costeggia la strada Provinciale 24 e si trova a circa 10 km a Nord rispetto al centro abitato di Foggia (Fig. 1)

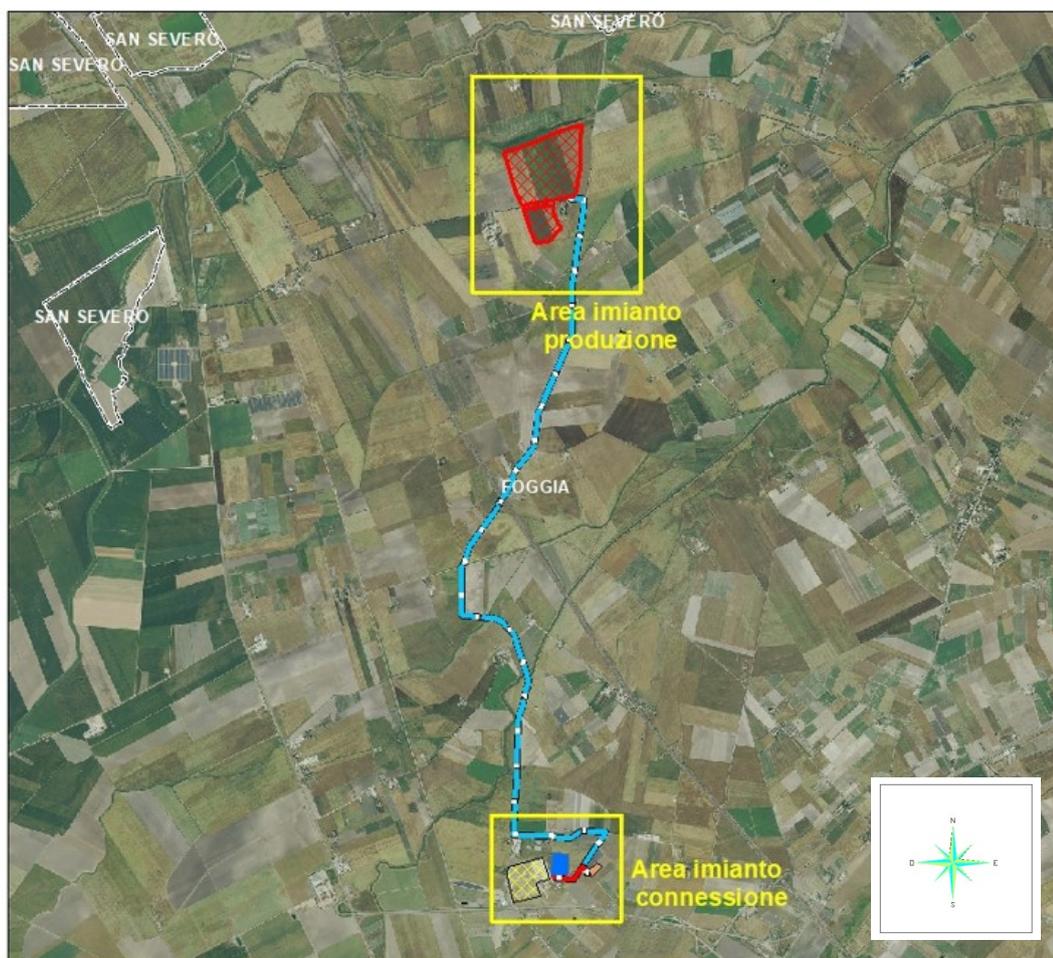


Fig. 1: Foto aerea dell'area d'intervento



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Dal punto di vista catastale l'area dell'impianto di produzione è individuabile secondo il seguente prospetto:

Comune	Foglio
Foggia	11
Foggia	24
Foggia	25
Foggia	37
Foggia	51

Fig. 2: Stralcio Catastale – Impianto di produzione



3 - CENNI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

GENERALI

3.1 – Geologia Generale

Il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore settentrionale della Fossa bradanica, limitato ad O dal Subappennino dauno e ad E dal Promontorio del Gargano (Fig 3).

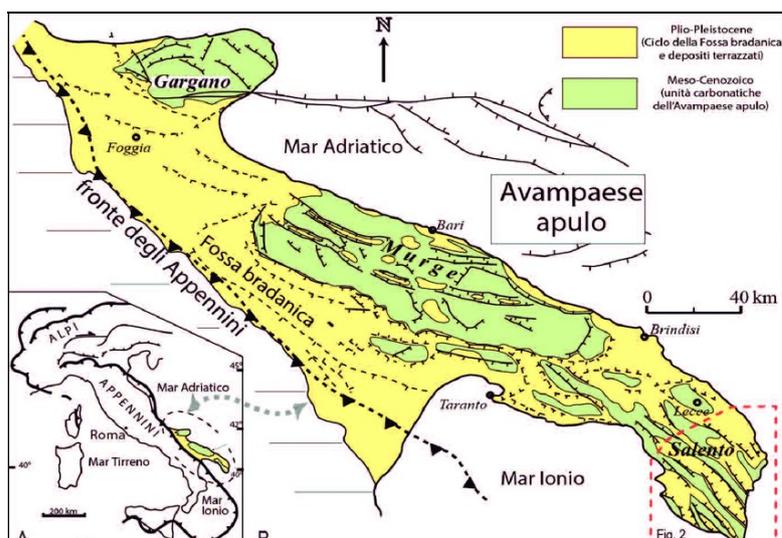


Fig.3: Schema geologico generale della Regione Puglia

La Fossa bradanica è caratterizzata nel corso del Pliocene e del Quaternario da due distinte fasi evolutive:

- 1) una marcata subsidenza, stimata attorno a 1mm/anno nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore, connessa alla subsidenza del margine interno della Piattaforma Apula;



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

2) un sollevamento, valutato incirca 0,3-0,5 mm/anno, che comincia alla fine del Pleistocene inferiore e si esplica nel Pleistocene medio-superiore.

Dal punto di vista regionale la subsidenza plio-pleistocenica è segnata dalla sedimentazione della Formazione della Calcarenite di Gravina che passa verso l'alto, e lateralmente, ad una spessa successione siltoso-argilloso-sabbiosa (argille subappennine); il sollevamento del Pleistocene medio e superiore è invece segnato sia da depositi regressivi che da depositi terrazzati (Tropeano et al., 2002).

Nel Tavoliere centrale affiora la successione marina Plio – Pleistocenica rappresentata, a partire dal basso, dalle argille subappenniniche sulle quali poggiano due unità, costituite dalle Sabbie di Monte Marano e dal Conglomerato di Irsina che rappresentano i termini regressivi della successione bradanica (Caldara & Pennetta, 1989; 1993).

Nella restante parte affiorano depositi marini terrazzati che formano modesti rilievi digradanti verso E.

Tutte le unità riconosciute sono state distinte come Sintemi, raggruppati nel Supersintema del Tavoliere di Puglia ed associati al sollevamento regionale che ha interessato l'intera area della Fossa bradanica a partire dalla fine del Pleistocene Inferiore inizio del Pleistocene medio.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Questo progressivo e rapido sollevamento ha determinato lo spostamento verso Est del livello di base e la separazione fra l'Avanfossa subsidente e l'area di accumulo dei depositi costieri in facies alluvionale; ed è proprio quest'ultima area che assume la denominazione di Tavoliere di Puglia .



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

4- CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

4.1 - Geolitologia

Dal punto di vista geologico il Comune di Foggia rientra nel Foglio n. 408 della Carta Geologica d'Italia a Scala 1:50.000 (Fig. 4).

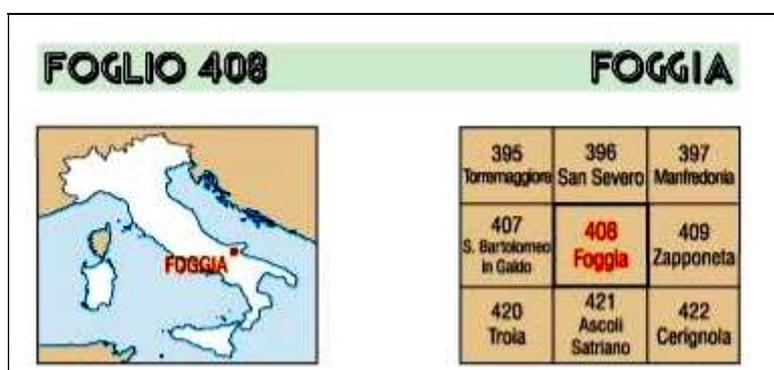


Fig. 4: Ubicazione geologica dell'area

In base alle caratteristiche riscontrate durante il rilevamento geologico di dettaglio della zona, l'impianto agrovoltaiico interessa (Fig. 5) il **Sintema di Motta del Lupo – TLP**: si tratta di un deposito alluvionale costituito da un'alternanza di silt e argille verdastre a laminazione piano – parallela e spessore di circa 8 m a cui seguono argille brune e verdi con rare lamine siltose dallo spessore massimo di circa 22m. In base al contenuto in fossili, il deposito è attribuibile al Pleistocene Superiore.

Questo sintema affiora estesamente lungo le valli dei torrenti Vulgano e Salsola a quote comprese tra 39 e 33 m s.l.m. ed è coperto dai depositi del sintema di Masseria Finamondo, dai quali è separato da una superficie erosiva. In sporadici affioramenti, dello spessore di qualche



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

metro al massimo, sono state osservate sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate, interpretabili come depositi di decantazione con debole trazione in un ambiente di piana alluvionale

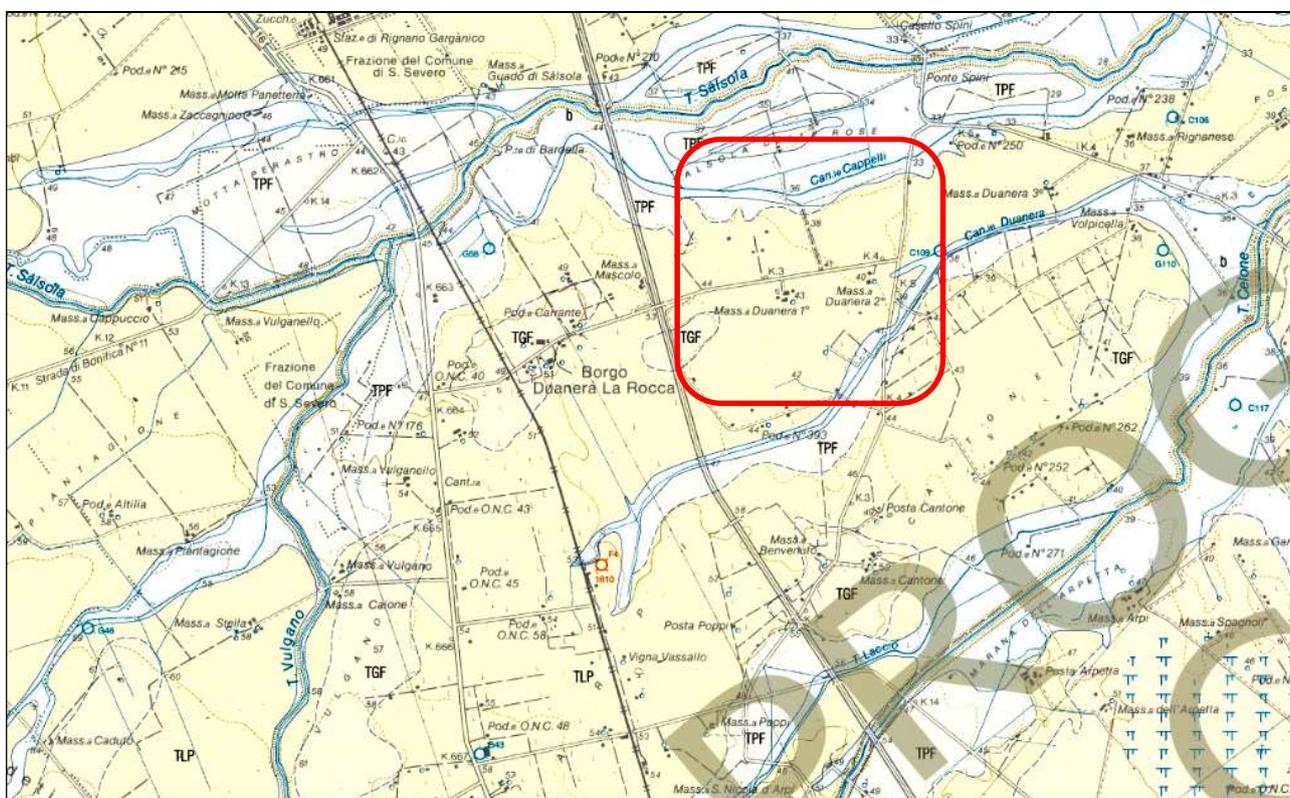
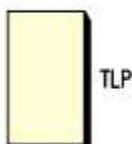


Fig. 5: Carta Geologica dell'Area con legenda – Tratta da CARG –



area d'interesse



SINTEMA DI MOTTA DEL LUPO

Depositi alluvionali terrazzati del VI ordine costituiti da sabbie fini alternate a peliti sottilmente stratificate. Sono riferibili ad aree di piana alluvionale o ad aree di esondazione. Poggia in erosione sulle argille subappennine e sui sintemi più antichi. Lo spessore varia da pochi metri ad un massimo di 10 m.

PLEISTOCENE SUPERIORE



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Dal punto di vista tettonico, a scala di rilevamento, non si ha il riconoscimento di lineazioni tettoniche e/o strutturali anche per la tipologia delle formazioni affioranti che, per loro natura e giacitura, di depositi sciolti o al più debolmente cementati non subiscono un comportamento fragile alle deformazioni.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

4.2 Geomorfologia

L'evoluzione geomorfologica dell'area nei suoi principali elementi è strettamente connessa con il deflusso delle acque correnti superficiali e con l'evoluzione morfologica dei principali sistemi fluviali. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale e marina, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista, dovuti all'interazione di più fattori.

Dal punto di vista morfologico l'andamento piano–altimetrico del territorio è fortemente influenzato dalla litologia dei terreni affioranti. Allo stato attuale nell'area d'intervento non si evidenziano significativi segni di erosione, fenomeni gravitativi o fenomeni superficiali di dissesto in atto, presentandosi globalmente stabile. Tale status è confermato dalla consultazione della Carta Idrogeomorfologica dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale dalla quale si rileva come l'area non risulti classificata né a pericolosità geomorfologica né idraulica, come riportato in Fig. 6



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

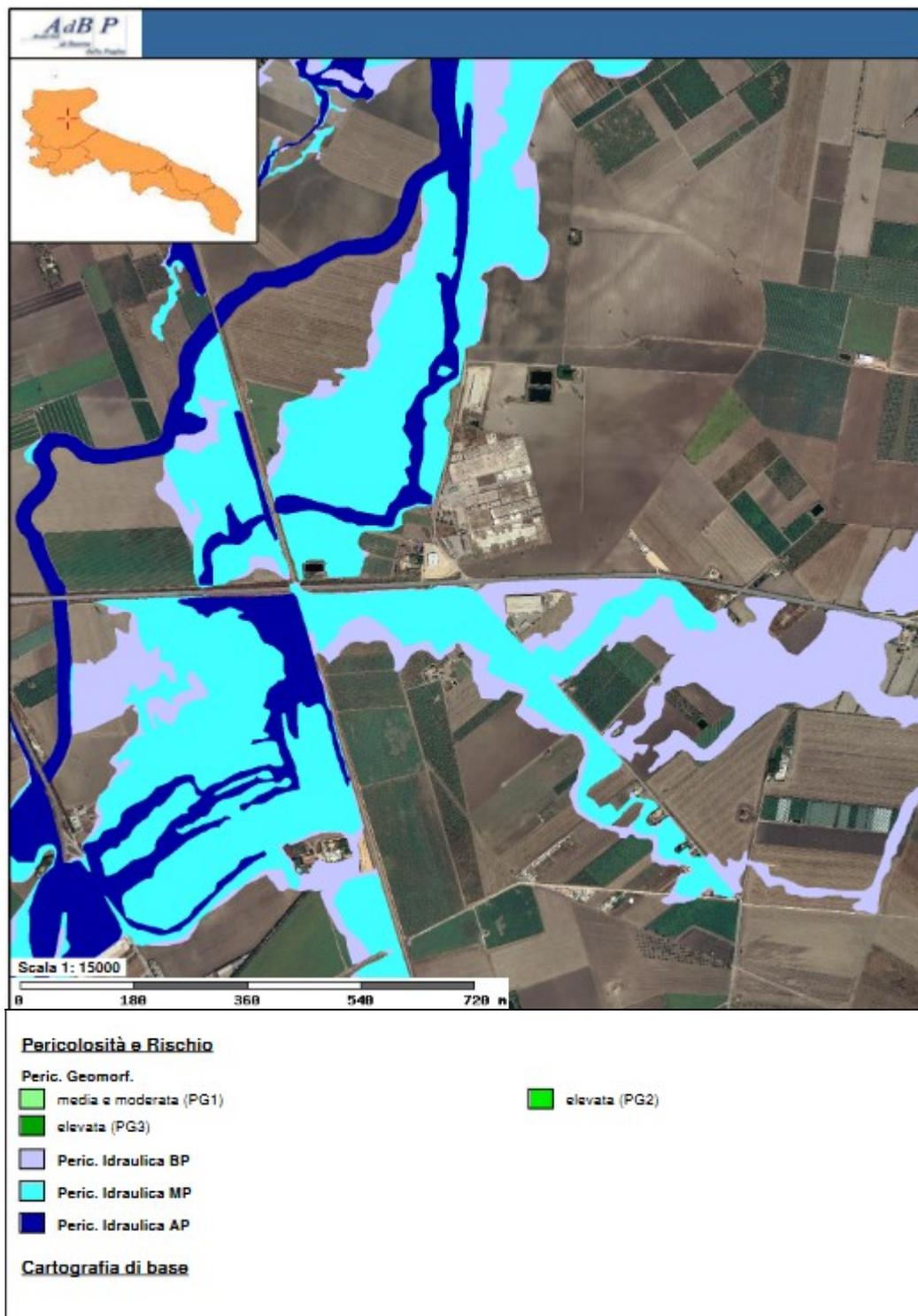


Fig 6: Aree sottoposte a vincolo P.A.I. - AdB Regione Puglia



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Preme in proposito evidenziare che, in relazione alle opere previste ed in virtù delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche e geomorfologiche descritte, oltre che delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni interessati dalle opere così come desumibili da dati di letteratura, è possibile sin d'ora escludere ragionevolmente eventuali interferenze negative delle opere con il quadro geostrutturale locale.

Va in tal senso rilevato che dalla consultazione della banca dati I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) non risulta censito per le aree in esame alcun dissesto né in atto né storico.

Pertanto, sulla base delle informazioni e dei dati sinora desunti dall'analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, e geostratigrafiche dei luoghi è possibile affermare che le aree risultano :

- geomorfologicamente stabili;
- non interessate da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo o del sottosuolo;
- caratterizzate dalla presenza di substrati costituiti da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica.

Infatti le uniche azioni morfoevolutive che si esplicano nelle aree sono costituite da deboli fenomeni di dilavamento durante i periodi di forte precipitazione che non hanno grande rilevanza geomorfologica.

Peraltro, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali (di tipo profondo) esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non inci-



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltatico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

dono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area né pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico alla realizzabilità delle opere.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

5. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI

E ACQUE SOTTERRANEE

5.1 Acque superficiali

L'idrografia superficiale della zona è costituita principalmente da alcuni Torrenti come il Salsola, Il Vulgano e il Celone entrambi caratterizzati, attualmente, da un alveo poco profondo e che generalmente presenta un deflusso idrico tipicamente occasionale con portate che assumono un valore significativo solo in seguito a precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate nel tempo.

I depositi alluvionali del territorio Comunale ospitano, in generale, una estesa falda idrica, generalmente frazionata su più livelli; si evidenzia, infatti, l'esistenza di una successione di terreni ghiaioso-ciottoloso-limosi con scarsa sabbia e/o ghiaioso-sabbiosi, permeabili per porosità (con coefficiente di permeabilità $K < 10^{-3}$ m/sec), con il ruolo di acquiferi, interstratificati con livelli limoso-argillosi, a minore permeabilità, con il ruolo di acquitardi (strati semipermeabili) o acquicludi (strati impermeabili).

La base della circolazione idrica è rappresentata dalle Argille grigio-azzurre (Argille Subappennine), praticamente impermeabili (acquicludi), con tetto presente nell'area in parola ad una profondità di circa di 20-30 mt. dal piano campagna.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Questi corpi idrici sotterranei, in virtù delle caratteristiche geologiche della stessa formazione acquifera, generalmente presentano una superficie piezometrica che rispecchia sostanzialmente quella topografica, ovvero sub-orizzontale e, quindi, con gradienti idraulici molto bassi (0,5%, direzione SW-NE).

Va peraltro rilevato che l'originaria morfologia dei luoghi sia stata in gran parte rimodellata e ulteriormente addolcita dalle pratiche antropiche. L'orografia assume così, un andamento complessivamente dolce. Le evidenze geomorfologiche, analizzate sia attraverso l'esame di foto aeree che attraverso il rilevamento geologico, hanno consentito di accertare che l'area esaminata presenta generali condizioni di stabilità non essendo interessata da alcun sensibile fenomeno morfoevolutivo in atto né potenziale.

Anche la sovrapposizione delle caratteristiche geolitologiche con quelle dell'acclività dei versanti porta ad escludere il verificarsi di processi e fenomeni erosivi di modellamento sia profondi che superficiali.

È quindi possibile affermare che l'area è geomorfologicamente stabile ed escludere ogni possibile alterazione e/o impatto diretto e indiretto dell'opera sugli attuali equilibri geodinamici.



5.2 Circolazione Idrica Sotterranea

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni che affiorano nell'area esaminata sono costituite da litotipi aventi diversi gradi di permeabilità.

Dati bibliografici consentono di ricostruire per l'area del Tavoliere Centrale una situazione stratigrafica e strutturale che porta a riconoscere, trascurando l'acquifero fessurato carsico profondo, due unità acquifere principali (Maggiore et al., 1996) :

acquifero poroso superficiale

acquifero poroso profondo

L'acquifero poroso superficiale corrisponde agli interstrati sabbioso-ghiaiosi dei depositi marini e continentali di età Pleistocene superiore-Olocene che ricoprono con notevole continuità laterale le sottostanti argille.

Più dettagliatamente, le stratigrafie dei pozzi per acqua realizzati in zona, evidenziano l'esistenza di una successione di terreni limo-sabbioso-ghiaiosi, permeabili ed acquiferi, intercalati da livelli limo-argillosi a minore permeabilità. Questi, tuttavia, non costituiscono orizzonti separati ma idraulicamente interconnessi e danno luogo ad un unico sistema acquifero.

L'acqua può rinvenirsi in condizioni di falda libera, nei livelli idrici più superficiali, e solitamente in pressione, con locale carattere di artesianità, in quelli più profondi.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

La base della circolazione idrica è rappresentata dalle argille grigio-azzurre (Argille subappennine), impermeabili.

Come già accennato, i diversi livelli idrici sono idraulicamente interconnessi e le diverse falde possono essere dunque ricondotte ad un'unica circolazione idrica sotterranea, giacché il particolare tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti determina l'esistenza di soluzioni di continuità tra i depositi permeabili e i depositi relativamente meno permeabili. A ciò bisogna aggiungere gli scambi di acqua in senso verticale dovuti al fenomeno di drenanza, attraverso strati semipermeabili (acquitardi). A tale sistema acquifero, nel suo complesso, si dà il nome di "falda superficiale del Tavoliere".

Trattandosi di un acquifero costituito da una successione di terreni di diversa granulometria e spessore, la trasmissività idraulica varia da zona a zona.

A scala regionale l'andamento delle curve isopieze segue quello della topografia, rivelando una generale diminuzione delle quote piezometriche da SO verso NE, con gradienti di norma inferiori a 0,5 % (Tadolini et al., 1989).

In linea generale, si può affermare che i sedimenti più permeabili prevalgono nella zona di monte mentre, procedendo verso la costa, si fanno più frequenti ed aumentano di spessore le intercalazioni limoso-sabbiose che svolgono il ruolo di acquitardo. Essendo le modalità di deflusso della falda fortemente influenzate da tali caratteristiche, ri-



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

sulta che l'acqua circola in condizioni freatiche nella fascia pedemontana e localmente in pressione nella zona medio-bassa.

La carta delle isopieze relativa all'acquifero superficiale, rileva che i massimi valori del gradiente idraulico si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale verso i quadranti nord orientali.

L'acquifero poroso profondo è costituito dai diversi livelli sabbiosi intercalati nella formazione plioleistocenica delle "Argille grigio-azzurre". I livelli acquiferi sono costituiti da corpi discontinui di forma lenticolare, localizzati a profondità superiori ai 150 m dal piano campagna, il cui spessore non supera le poche decine di metri. Nelle lenti più profonde, si rinvengono acque connate che si caratterizzano per i valori piuttosto elevati della temperatura. La falda è ovunque in pressione e presenta quasi sempre caratteri di artesianità.

La produttività dei livelli idrici, pur essendo variabile da luogo a luogo, risulta sempre molto bassa con portate di pochi litri al secondo.

In genere, la produttività tende a diminuire rapidamente a partire dall'inizio dell'esercizio del pozzo facendo registrare, in alcuni casi, il completo esaurimento della falda.

La restituzione della sezione geologica interpretativa (Fig. 7) proposta da Maggiore et alii (2004) realizzata attraverso dati stratigrafi-



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

ci, desunti da pozzi per acqua presenti nell'area, sia da perforazioni eseguite a scopi geognostici e per la ricerca di idrocarburi (Agip, 1971; 1994), chiarisce il modello geologico e idrogeologico presente nell'area del tavoliere centro-settentrionale (Fig. 8).

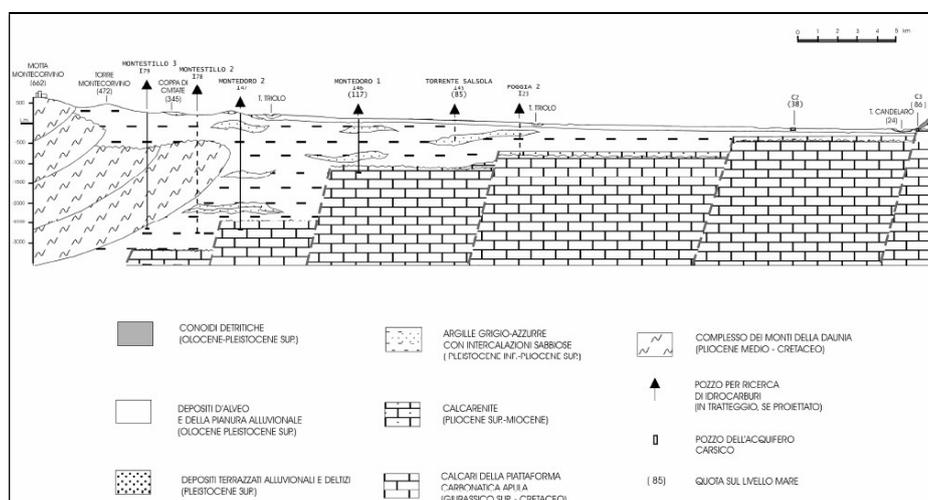


Fig. 7: Sezione geologica da Motta monte Corvino a Rignano Garganico.
(Maggiore et alii 2004)



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

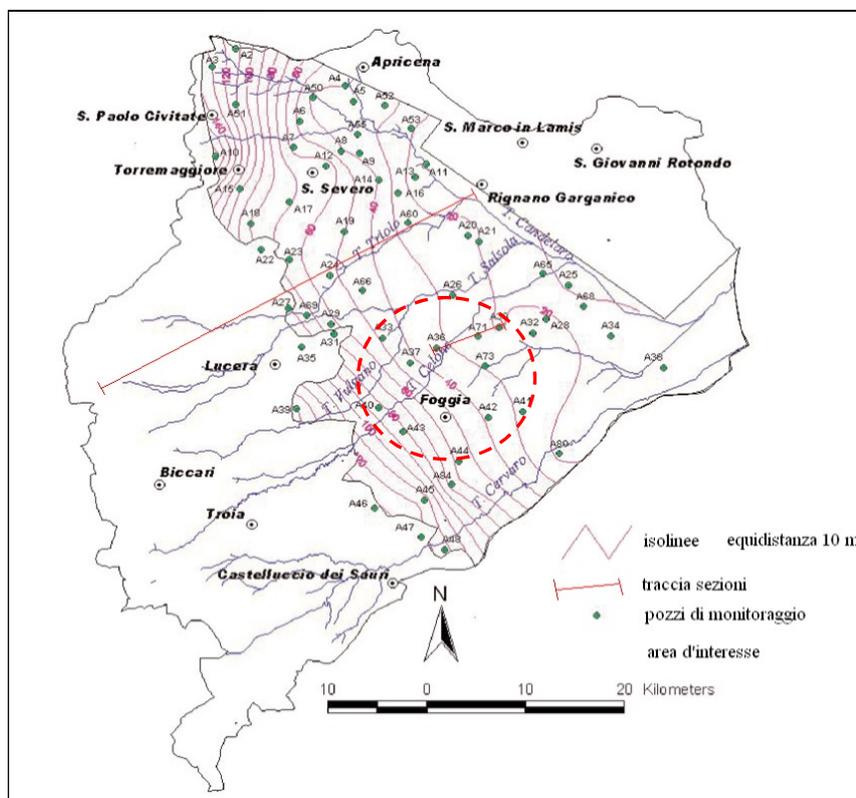


Fig. 8: Carta della piezometria gennaio-febbraio 2003

(Masciale R. 2004) modificata

Ulteriori utili dati sono contenuti nello studio “Caratteri idrogeologici del Tavoliere di Puglia e stato ambientale della falda superficiale nell’area compresa tra il T. Fortore e il T. Cervaro.” (Masciale R. 2004). Da esso sono riproposte le fig. 7 e 8. In particolare la carta della piezometria (Fig. 8), relativa ad una campagna di misura del 2002, consente di valutare l’andamento della superficie piezometrica nonché le relazioni esistenti tra l’acquifero superficiale e i principali corsi d’acqua.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Dalla carta si rileva che i massimi valori del gradiente idraulico, evidenziati dalle isoipse ravvicinate, si registrano nella parte più interna, corrispondente alla zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire nella parte centrale e ancor più verso il T. Candalaria dove le isoipse si fanno più rade. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, osservabile verso il T. Candalaria che funge da asse drenante; non si evidenzia l'esistenza di marcati spartiacque idrologici.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

5.3 Rapporti tra l'intervento proposto e la falda superficiale

Una verifica eseguita sulla carta delle isopieze, relativa alla campagna di misura 2002, rileva che i massimi valori del gradiente idraulico si registrano nella zona di maggiore ricarica dell'acquifero, mentre tendono a diminuire verso il Torrente Candelaro. La particolare morfologia assunta dalla superficie piezometrica permette, innanzitutto, di definire una direttrice di deflusso idrico preferenziale più marcata, osservabile verso il Canale Candelaro che funge da asse drenante. La superficie piezometrica è stata verificata direttamente misurandone il livello nei diversi pozzi presenti nell'intero comprensorio ed è stata determinata a profondità comprese tra -30 e -45 metri dal piano di campagna, con oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro.

Tenuto conto delle opere progettate e del tipo di fondazione che verrà utilizzato si può concludere che non c'è nessuna interferenza tra le stesse opere fondali e la superficie piezometrica della falda superficiale.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

6 SISMICITÀ

6.1: Inquadramento Sismico

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i. sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuovi opere, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale (Fig.9).



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

ZONE A PERICOLOSITÀ SISMICA	
Zona	DEFINIZIONE
1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	I comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti
4	È la zona meno pericolosa

Fig. 9 – Zone a pericolosità sismica

In sintesi viene eliminato il territorio “non classificato”, che diventa zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l’obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell’azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g). Il nuovo studio di pericolosità, allegato all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche (Fig. 10)

SUDDIVISIONE DELLE ZONE SISMICHE	
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	ag > 0.25
2	0.15 < ag ≤ 0.25
3	0.05 < ag ≤ 0.15
4	ag ≤ 0.05

Fig. 10 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all’accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

La Regione Puglia, con D.G.R. n. 153 dell'02/03/2004, ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Puglia dalla quale si rileva che il Comune di Foggia rientra in zona 2 come da tabella che segue:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)	I
071024	Zona 2	0.25 g	8,7 MCS

Dove:

- *PGA (g)=accelerazione orizzontale di picco del terreno (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 457 anni).*
- *I=intensità macrosismica (MCS) valore di intensità MCS atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni).*
- *$g=981 \text{ cm/sec}^2$ (accelerazione di gravità).*

La caratterizzazione sismica del terreno è la seguente:

Dati Generali																															
Località	Dati opera																														
Indirizzo Foggia	Tipo opera 2 - Opere ordinarie																														
Lat. Long. 41.902783 12.496365	Classe d'uso Classe II																														
	V. Nominale 50 V. Rif. 50																														
Parametri sismici su sito di riferimento																															
<table border="1"><thead><tr><th>SL</th><th>TR [Anni]</th><th>ag [m/s²]</th><th>F0 [-]</th><th>TC* [sec.]</th></tr></thead><tbody><tr><td>SLO</td><td>30.00</td><td>0.422</td><td>2.527</td><td>0.257</td></tr><tr><td>SLD</td><td>50.00</td><td>0.539</td><td>2.504</td><td>0.270</td></tr><tr><td>SLV</td><td>475.00</td><td>1.177</td><td>2.620</td><td>0.297</td></tr><tr><td>SLC</td><td>975.00</td><td>1.471</td><td>2.615</td><td>0.307</td></tr></tbody></table>	SL	TR [Anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec.]	SLO	30.00	0.422	2.527	0.257	SLD	50.00	0.539	2.504	0.270	SLV	475.00	1.177	2.620	0.297	SLC	975.00	1.471	2.615	0.307	Categoria sottosuolo C Categoria topografica T1					
SL	TR [Anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec.]																											
SLO	30.00	0.422	2.527	0.257																											
SLD	50.00	0.539	2.504	0.270																											
SLV	475.00	1.177	2.620	0.297																											
SLC	975.00	1.471	2.615	0.307																											
Coefficienti sismici orizzontali e verticali																															
Opera Muri di sostegno (NTC 2018)	<table border="1"><thead><tr><th>SL</th><th>amax [m/s²]</th><th>Beta</th><th>khk [-]</th><th>kvk [-]</th><th>Khi [-]</th></tr></thead><tbody><tr><td>SLO</td><td>0.633</td><td>1.0</td><td>0.0646</td><td>0.0323</td><td>0.0</td></tr><tr><td>SLD</td><td>0.8085</td><td>0.47</td><td>0.0388</td><td>0.0194</td><td>0.0</td></tr><tr><td>SLV</td><td>1.7655</td><td>0.38</td><td>0.0684</td><td>0.0342</td><td>0.0</td></tr><tr><td>SLC</td><td>2.1545</td><td>1.0</td><td>0.2197</td><td>0.1099</td><td>0.0</td></tr></tbody></table>	SL	amax [m/s ²]	Beta	khk [-]	kvk [-]	Khi [-]	SLO	0.633	1.0	0.0646	0.0323	0.0	SLD	0.8085	0.47	0.0388	0.0194	0.0	SLV	1.7655	0.38	0.0684	0.0342	0.0	SLC	2.1545	1.0	0.2197	0.1099	0.0
SL	amax [m/s ²]	Beta	khk [-]	kvk [-]	Khi [-]																										
SLO	0.633	1.0	0.0646	0.0323	0.0																										
SLD	0.8085	0.47	0.0388	0.0194	0.0																										
SLV	1.7655	0.38	0.0684	0.0342	0.0																										
SLC	2.1545	1.0	0.2197	0.1099	0.0																										
Stato limite di riferimento SLO																															



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Per quanto riguarda l'aspetto sismo-tettonico, anche se l'area non è direttamente interessata da lineamenti strutturali visibili sulla superficie del suolo, ha subito influenze distruttive durante gli eventi sismici passati, i cui epicentri si sono localizzati in aree limitrofe. Essa infatti risente della vicinanza delle strutture sismo-genetiche dell'Appennino Dauno, i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin da tempi storici.

Oltre al terremoto dell'Irpinia (1980) l'ultimo evento significativo, in ordine temporale, è stato il terremoto con epicentro in Molise del 31/10/2002. La magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli.

Gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell'area in studio sono (Fig. 11):

- la sequenza appenninica del dicembre 1456, di cui si ricordano danni gravi a Casacalenda;
- la sequenza del 5 giugno 1688 nel Sannio;
- il terremoto dell' 8 settembre 1694 in Irpinia e Basilicata;
- il terremoto del 14 marzo 1702 in Baronia;
- l'evento del 29 novembre 1732 in Irpinia.
- l'evento del 14 agosto 1851 in Basilicata.
- l'evento del 16 dicembre 1857 in Basilicata.
- l'evento del 23 luglio 1930 in Irpinia



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

- l'evento del 21 agosto 1962 in Irpinia
- il terremoto del 23 novembre 1980 in Irpinia - Basilicata.

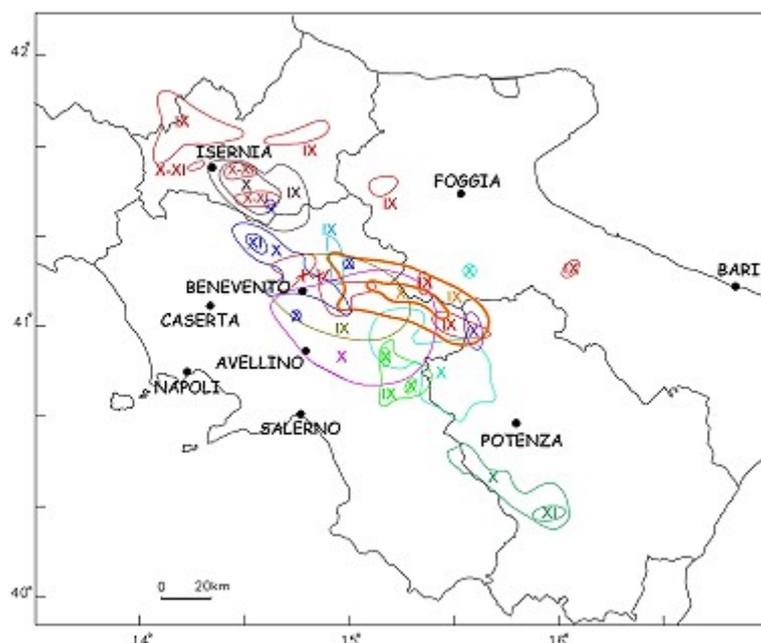


Fig. 11: Rappresentazione delle isosiste di intensità superiore al IX grado della scala Mercalli rilevate per i terremoti distruttivi avvenuti in Appennino Meridionale negli ultimi 600 anni.

Ad ogni modo, il territorio del Comune di Foggia, secondo la classificazione sismica (O.P.C.M. 20.03.2003 e succ. mod. ed integr.) ricade in Zona 2.

Circa la categoria di suolo l'indagine geosismica effettuata ha consentito di ricavare i valori di V_{S30} sperimentali che ci permettono di attribuire i suoli indagati alla **categoria C** ($360 \text{ m/s} < V_{S30} < 800 \text{ m/s}$), ai sensi delle NTC 2018.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Pertanto, con riferimento al D.M. 17.01.2018, le azioni sismiche di progetto e gli spettri di risposta rappresentativi della componente delle azioni sismiche possono essere definite considerando il terreno di fondazione classificabile come “Categoria C”.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

7 - INDAGINI ESEGUITE

Ai fini della definizione di un quadro geologico preliminare, sono stati eseguiti 2 stendimenti secondo l'ubicazione di Fig. 12



Fig. 12: Ubicazione Stendimento Sismico

Le prospezioni sismiche hanno visto la realizzazione di profili sismici a rifrazione, aventi uno sviluppo di 36 ml ognuno, e nella realizzazione di profili sismici di tipo MASW per la determinazione delle V_{s30} .



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Per tale scopo è stato utilizzato un sismometro a rifrazione tipo M.A.E.-A6000S, in configurazione a 24 canali con acquisizione computerizzata dei dati, massa battente di 10 kg quale sorgente generatrice di onde sismiche e sensori (geofoni) con frequenza di 4,5 Hz; questo ha permesso di caratterizzare elastomeccanicamente i terreni in posto.

Il metodo della sismica a rifrazione mediante profili a scoppi coniugati ed intermedi (e cioè con energizzazioni del terreno esterne (in andata e ritorno) ed interne relativamente alla lunghezza del profilo stesso) e l'utilizzo di software dedicato per l'interpretazione dei dati ottenuti, ha permesso di determinare la geometria degli orizzonti (sismostrati) a differente comportamento elasto-meccanico.

Il metodo consiste nella propagazione d'onde sismiche (onde rifratte prodotte artificialmente) nel sottosuolo da indagare. La velocità di propagazione delle onde così prodotte dipende dalle caratteristiche di densità dei terreni attraversati e sono rilevate per mezzo di geofoni, posti ad intervalli regolari lungo lo stendimento.

L'individuazione (mediante sismogrammi) degli arrivi delle onde rifratte, ai vari geofoni disposti a distanze uguali, e la determinazione dei tempi d'arrivo (ritardi), ha consentito di ricavare la potenza dei vari strati attraversati e la definizione della stratigrafia e delle sezioni del sottosuolo.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Inoltre con il metodo MASW è stata parametrizzata la velocità delle onde Vs in profondità ricavando un “modello di velocità del sottosuolo” correlabile con i diversi litotipi presenti in profondità.

La categoria di suolo così determinata, ai sensi dell’O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003, risulta la categoria C ($180 \text{ m/s} < VS_{30} < 360 \text{ m/s}$)

I risultati delle indagini sismiche sono riportati nella relazione sismica in appendice.



8 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Considerate le risultanze delle indagini e le finalità del presente studio geologico, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche connesse con le previsioni realizzative del progetto, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico e geologico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

✚ In relazione agli aspetti geomorfologici e a possibili dissesti superficiali e profondi, la conformazione della zona non fa emergere situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta globalmente stabile;

✚ Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali.

✚ Il terreno è costituito da litologie dotate di discrete caratteristiche tecniche. Sarà comunque cura del tecnico progettista valutare le più opportune scelte tecniche ed il dimensionamento delle opere di fondazione in virtù delle verifiche tecniche e dei carichi dinamici e statici trasmessi al terreno;

✚ Ai fini sismici si tenga conto, nei calcoli di verifica, che il suolo è classificabile come terreno di "Categoria C", con una penden-



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

za topografica media inferiore ai 15°, pertanto riferibile ad una categoria di tipo T1.

Tanto in adempimento all'incarico conferitomi

Rodi Garganico Luglio 2022





Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

APPENDICE

REPORT SISMICO

FOGGIA



RISULTATI INDAGINI

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali,



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

REPORT SISMICO S1

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	17.00 mt [SX]	17.00 mt [DX]	36.50 mt
5.07 ms	27.60 ms		37.07 ms
11.07 ms	24.13 ms		35.87 ms
12.93 ms	22.67 ms		34.53 ms
15.20 ms	19.60 ms		33.73 ms
16.80 ms	18.13 ms		32.93 ms
18.67 ms	16.13 ms		31.87 ms
20.53 ms	14.53 ms		30.93 ms
21.87 ms	12.93 ms		29.60 ms
23.20 ms	11.47 ms		28.00 ms
24.00 ms	9.33 ms		26.40 ms
24.53 ms	7.73 ms		25.07 ms
25.60 ms	3.73 ms		22.93 ms
26.67 ms		3.73 ms	22.00 ms
28.00 ms		6.27 ms	20.67 ms
29.47 ms		10.27 ms	19.20 ms
31.07 ms		12.27 ms	17.87 ms
32.27 ms		14.67 ms	16.00 ms
33.47 ms		17.33 ms	13.60 ms
34.40 ms		18.80 ms	10.40 ms
35.60 ms		21.73 ms	9.07 ms
37.60 ms		23.20 ms	7.47 ms
39.47 ms		25.20 ms	6.53 ms
40.67 ms		27.07 ms	4.53 ms
41.60 ms		28.40 ms	2.93 ms

- PROFONDITA' STRATI -

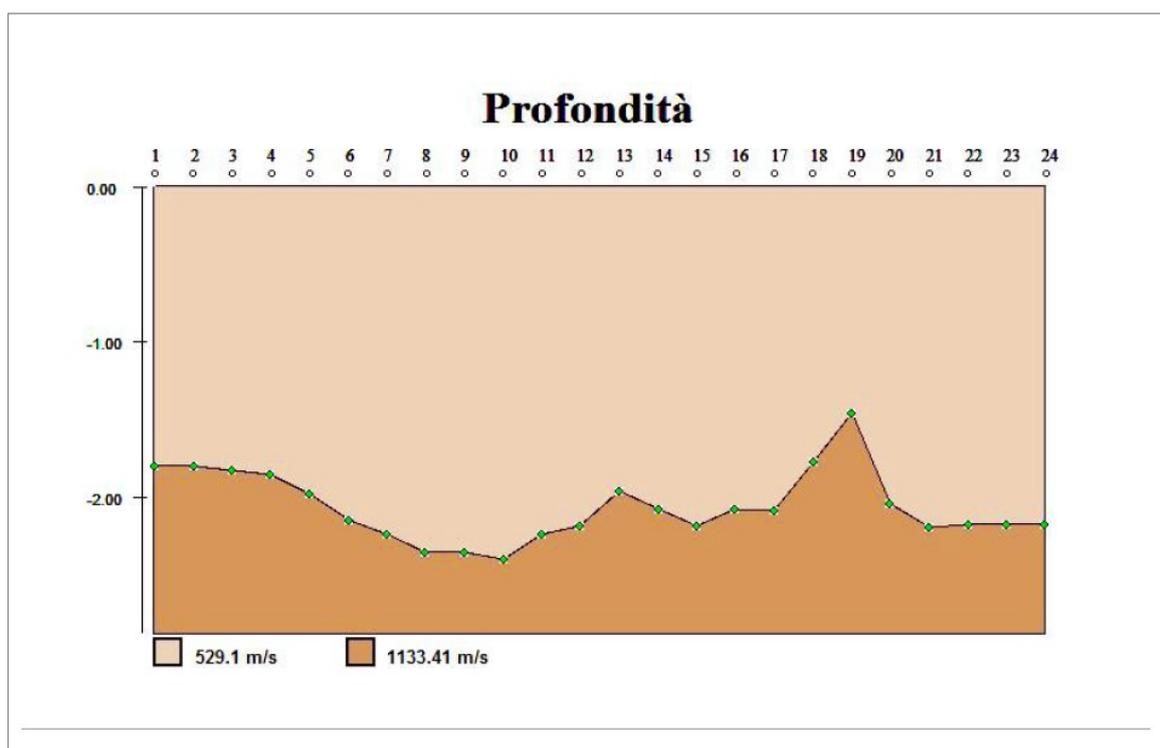
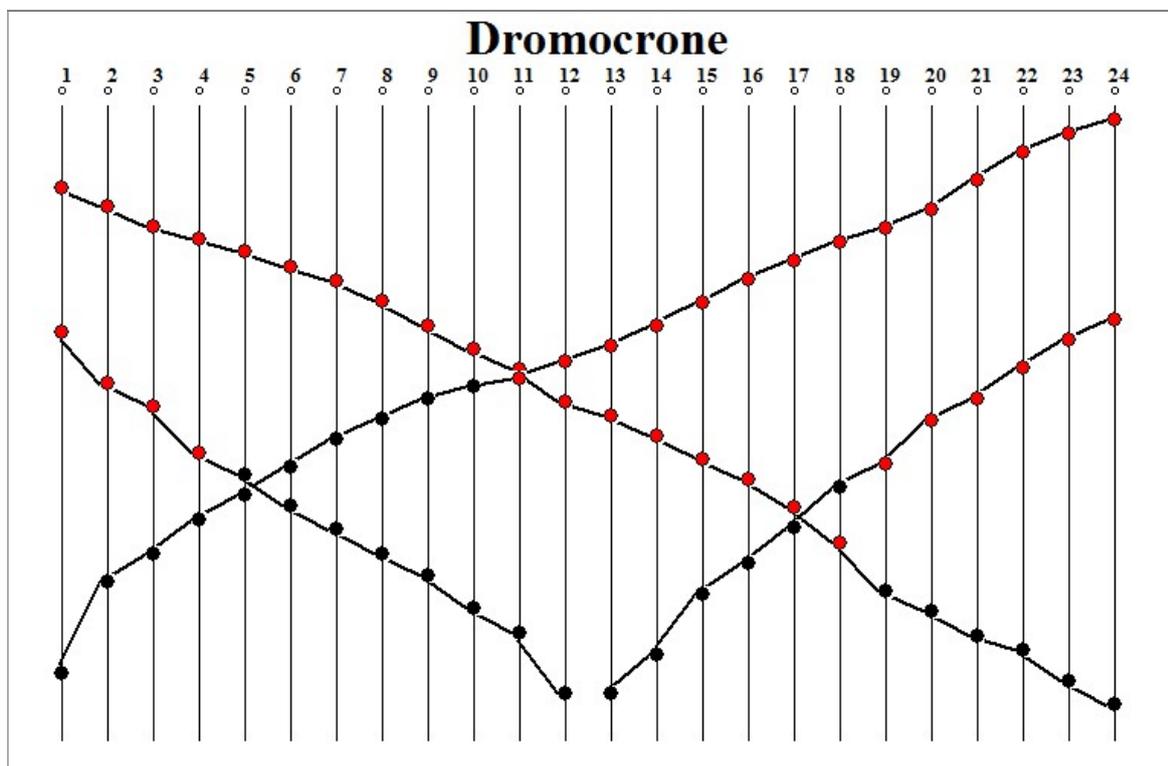
Geofoni	2° strato
1	-1.80 mt
2	-1.80 mt
3	-1.83 mt
4	-1.86 mt
5	-1.99 mt
6	-2.16 mt
7	-2.25 mt
8	-2.36 mt
9	-2.37 mt
10	-2.40 mt
11	-2.24 mt
12	-2.19 mt
13	-1.97 mt
14	-2.08 mt
15	-2.19 mt
16	-2.08 mt
17	-2.10 mt
18	-1.78 mt
19	-1.47 mt
20	-2.05 mt
21	-2.20 mt
22	-2.18 mt
23	-2.18 mt
24	-2.18 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	529.10 m/s
Velocità strato n.2	1133.41 m/s



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera





Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

REPORT SISMICO S2

- PRIMI ARRIVI -

-3.00 mt	17.00 mt [SX]	17.00 mt [DX]	37.50 mt
6.00 ms	34.00 ms		49.60 ms
14.80 ms	30.93 ms		48.67 ms
19.47 ms	28.80 ms		48.00 ms
23.20 ms	27.73 ms		46.67 ms
28.67 ms	26.67 ms		45.20 ms
30.13 ms	24.93 ms		44.27 ms
31.33 ms	23.20 ms		43.07 ms
33.47 ms	22.00 ms		41.60 ms
34.67 ms	19.20 ms		39.87 ms
36.00 ms	14.93 ms		38.27 ms
37.07 ms	9.33 ms		37.60 ms
38.40 ms	4.00 ms		37.20 ms
39.07 ms		6.00 ms	35.73 ms
40.27 ms		14.27 ms	34.67 ms
41.20 ms		17.87 ms	33.47 ms
42.67 ms		19.33 ms	32.80 ms
43.87 ms		22.27 ms	31.60 ms
45.07 ms		23.47 ms	30.53 ms
45.87 ms		26.53 ms	28.93 ms
46.53 ms		27.87 ms	26.13 ms
48.27 ms		28.93 ms	21.60 ms
49.07 ms		30.53 ms	17.60 ms
49.73 ms		31.60 ms	13.73 ms
50.53 ms		34.40 ms	8.13 ms

- PROFONDITA' STRATI -

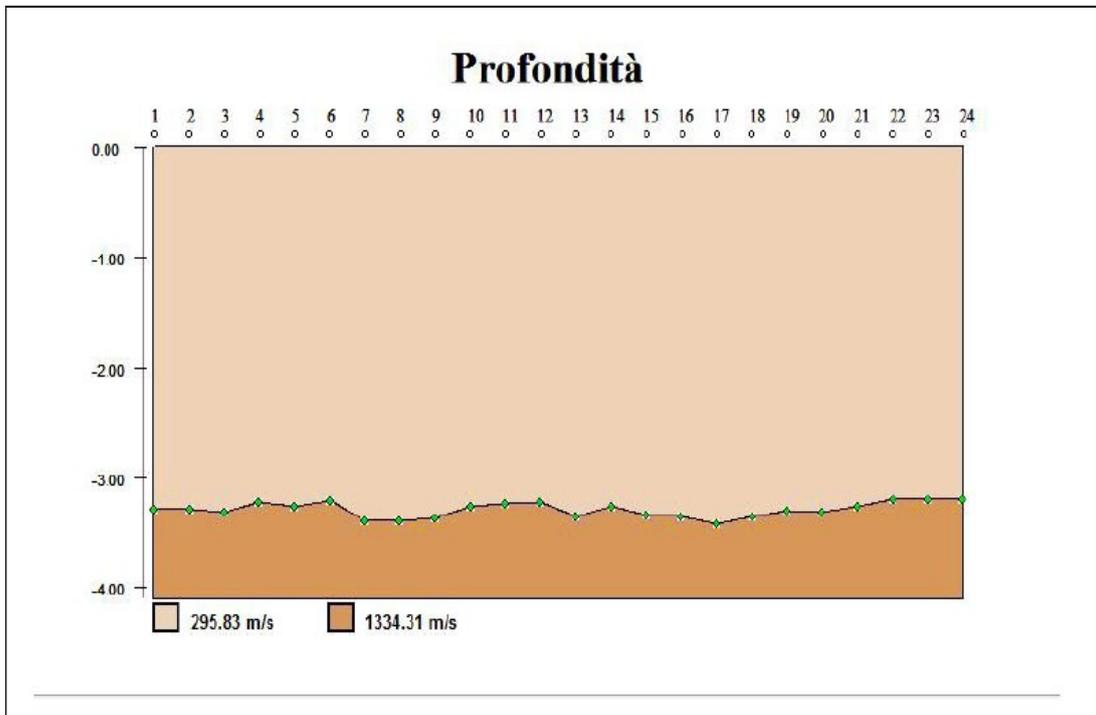
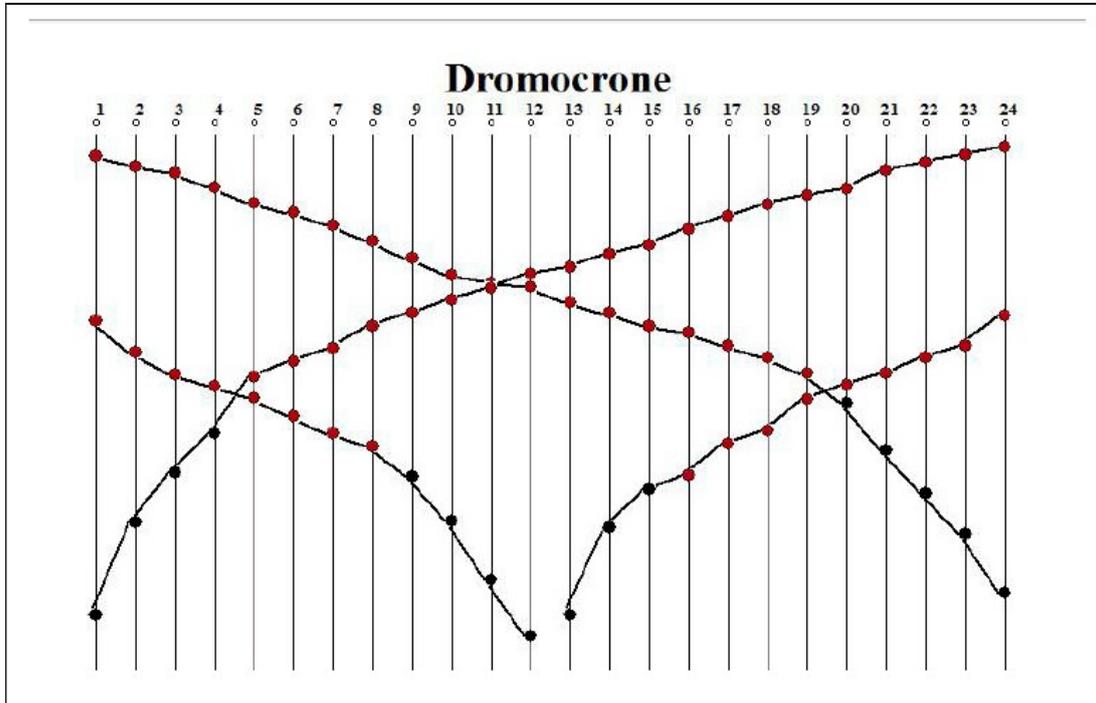
Geofoni	2° strato
1	-3.29 mt
2	-3.29 mt
3	-3.32 mt
4	-3.23 mt
5	-3.26 mt
6	-3.22 mt
7	-3.40 mt
8	-3.40 mt
9	-3.38 mt
10	-3.27 mt
11	-3.24 mt
12	-3.23 mt
13	-3.36 mt
14	-3.27 mt
15	-3.34 mt
16	-3.35 mt
17	-3.42 mt
18	-3.36 mt
19	-3.31 mt
20	-3.32 mt
21	-3.27 mt
22	-3.20 mt
23	-3.20 mt
24	-3.20 mt

- VELOCITA' STRATI -

Velocità strato n.1	295.83 m/s
Velocità strato n.2	1334.31 m/s



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera





Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

PROVA SISMICA MULTICANALE MASW

Per gli stendimenti eseguiti al fine di ricavare il parametro sismico V_{s30} è stata eseguita una elaborazione dei dati con il metodo **MASW** (Multichannel Analysis of Surface Waves), che si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato.

Per ciò che riguarda l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il software

“SURF SAIS 2.05” del *Kansas Geological Survey*.

Strumentazione e configurazione geometrica utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale **M.A.E. A6000S**, avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)
 - filtri High Pass e Band Reject
 - “Automatic Gain Control”
 - convertitore A/D a 24 bit
 - 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
 - massa battente pesante di 10 Kg.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

La configurazione spaziale in sito è equivalente ad un dispositivo geometrico punto di scoppio-geofoni "base distante in linea". In particolare è stato utilizzato il seguente set-up:

- 24 geofoni con interspazio (Gx) di 1.5metri;
- n.1 energizzazione ad offset (Sx) -3 m ;
- passo di campionatura pari a 1000 Hz;
- lunghezza delle tracce sismiche pari a 4.096 sec.

Tale configurazione ha consentito di mitigare gli effetti near-field dovuti alle onde di volume ed ha altresì consentito di avere le seguenti risoluzioni spazio-temporali: lungo i numeri d'onda k la risoluzione è di 0.261, mentre la risoluzione in frequenza è pari a 0.488 Hz.

Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro V_{s30} , richiesto dalla nuova normativa sismica (NTC-08), in maniera semplice ed economica ma decisamente affidabile. Tramite questa prova vengono misurate le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica. Lo scopo della prova consiste nel determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura della velocità di propagazione delle onde di superficie di *Rayleigh* (VR) ed un successivo processo di inversione.



PROVA SISMICA MULTICANALE MASW

Elaborazione dati

L'analisi MASW può essere ricondotta in quattro fasi :

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali (fig. 1) nel dominio frequenza f – numero d'onda K ;

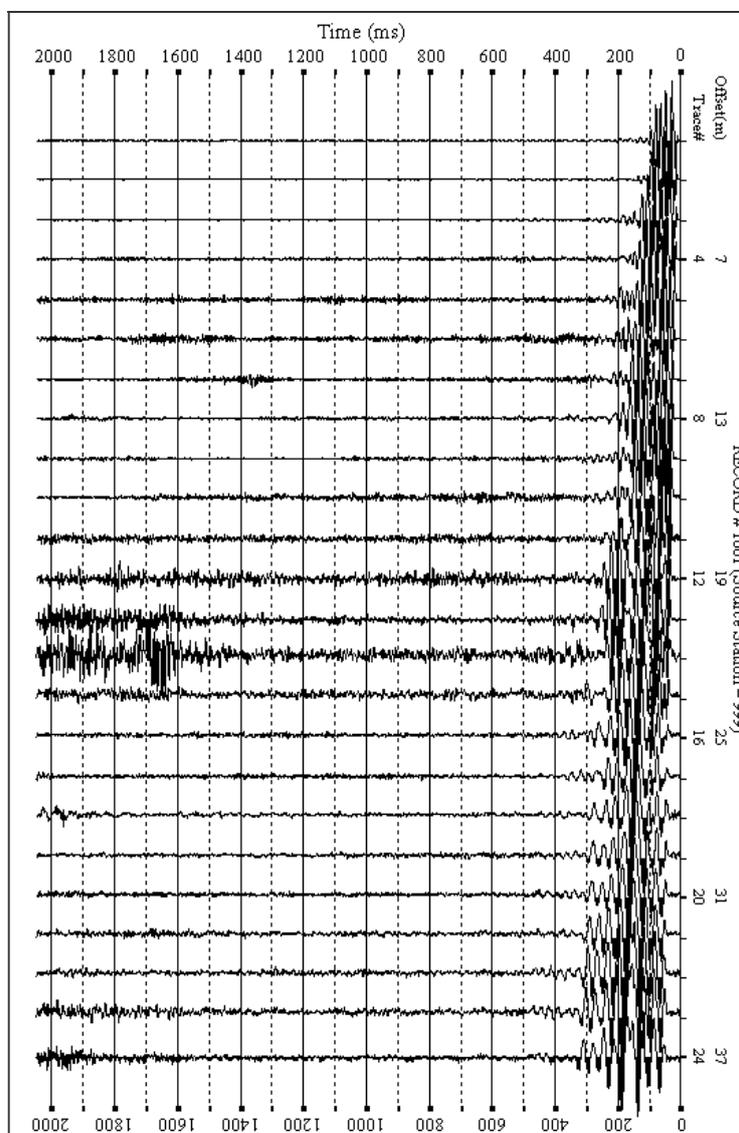


Fig. 1 – Sismogramma ottenuto.



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

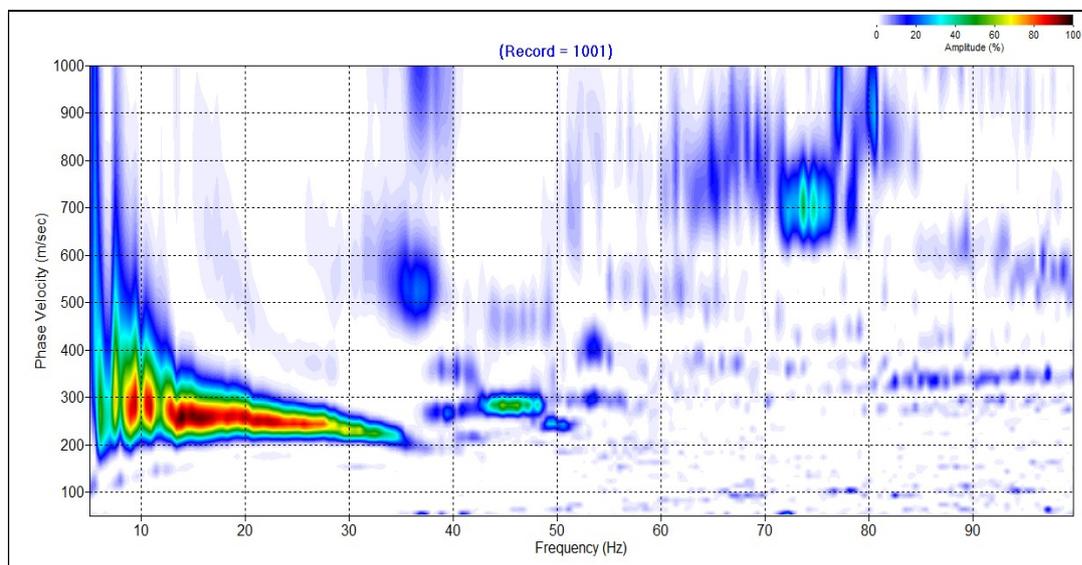
- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie f-k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) che consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano Vfase (m/sec) – frequenza (lentezza(s/m) – frequenza (Hz) (fig.2).
- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs, di compressione Vp e la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo (fig. 3);
- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

RISULTATI

La velocità di fase risulta dispersa nel piano velocità (sec/m)-frequenza (Hz) in un intervallo di frequenza compreso tra 0 Hz e 35 Hz. La corrispondente velocità di fase apparente è compresa, rispettivamente, tra 200 m/sec e 500 m/sec (Fig.2).



Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaiico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera



*Fig. 2 – Densità spettrale normalizzata nei piani
Velocità di fase apparente /frequenza e Lentezza/frequenza*

La curva di dispersione teorica calcolata attraverso l'*inversione* del modello di velocità evidenzia un buon accordo con la curva di dispersione sperimentale.



Progetto di realizzazione di un impianto agrolvoltaico e opere connesse nel Comune di Foggia (FG), denominato Duanera

