

## COMUNE DI CERIGNOLA

Provincia di Foggia

# REALIZZAZIONE DI STAZIONE ELETTRICA 380/150 kV E RACCORDI ALL'ELETTRODOTTO A 380 kV "FOGGIA - BARI OVEST" NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CERIGNOLA NECESSARI PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN DI CENTRALI ELETTRICHE A FONTI RINNOVABILI

## PIANO TECNICO DELLE OPERE

### RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA

COMMITTENTE

**Inergia S.p.A.**  
Sede Legale: Via Arno, 21 - 00198 ROMA  
Tel. 06 97746380 - Fax 06 97746381  
Sede Amm.va: Via C. D'Amatrice, 1 - 63100 ASCOLI PICENO  
Tel. 0736 342490 - Fax 0736 341243  
C.F. e P.IVA: 01752630440  
www.inergia.it - info@inergia.it

GEOLOGO

#### COLLABORAZIONI

File	
Formato pagina	A4
Pagine	13 + copertina
Data	
Rev. No.	00
Doc. No.	DOCBFP0858-02

SPAZIO A DISPOSIZIONE DEGLI ENTI  
**REGIONE PUGLIA**  
DIPARTIMENTO SVILUPPO ECONOMICO - INNOVAZIONE  
- ISTRUZIONE - FORMAZIONE E LAVORO -  
SEZIONE INFRASTRUTTURE ENERGETICHE E DIGITALI  
La presente copia, composta da n°..... facciate,  
è conforme all'originale, depositato presso la Sezione  
Infrastrutture Energetiche e Digitali.  
Bari, li 12-12-2018

L'INCARICATO

CONFORME ALLE PRESCRIZIONI  
FORMULATE IN  
CONFERENZA DEI SERVIZI

Questo elaborato parte integrante  
del progetto del ..... all'atto  
Dirigenziale della ..... Infrastrutture  
Energetiche e Digitali.  
n. 202 del ..... 12-12-2018

## 1. PREMESSA

Io sottoscritto, Dott. Geol. Nicola PELLECCCHIA, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Puglia col n. 360, ho eseguito lo studio geologico dell'area in cui ricade il sito interessato dalla **Realizzazione di una STAZIONE ELETTRICA 380/150 kV e delle relative opere e infrastrutture connesse, in territorio di Cerignola (FG)**, al fine di accertare e verificare le caratteristiche geologiche dei terreni ivi presenti; committente World Wind Energy Holding S.r.l.

La normativa di riferimento è rappresentata da:

- D.M. 11/03/1988;
- D.M. 16/01/1996 \_\_ Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 e s.m.i. recepita con Deliberazione della Giunta Regionale del 02/03/2004 n. 153;

La normativa di riferimento è rappresentata da:

- D.M. 11/03/1988;
- D.M. 16/01/1996 \_\_ Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 e s.m.i. recepita con Deliberazione della Giunta Regionale del 02/03/2004 n. 153;

- "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" (NCT) Decreto Ministeriale 14 settembre 2005 che ha, come obiettivi: la descrizione della litostratigrafia, dell'idrologia superficiale, dell'idrogeologia sotterranea, della natura e origine delle formazioni geologiche affioranti nell'area di studio, della geomorfologia, dell'andamento strutturale delle rocce in sito e delle caratteristiche geologiche del terreno di fondazione. Al riguardo, la Camera ha approvato la legge di conversione del **D.Lgs. 248/2007** (decreto Milleproroghe) che, all'articolo 20, disciplina il periodo transitorio per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni. Con il comma 1 del *nuovo articolo 20* viene **prorogato al 30 giugno 2009** il termine di cui al comma 2-bis dell'articolo 5 del decreto-legge 28 maggio 2004 n.° 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n.° 186, e successive modificazioni, già prorogato al 31 dicembre 2007, ai sensi dell'articolo 3, comma 4-bis, del decreto-legge 28 dicembre 2006, n. 300, convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 2007, n. 17. Fino a tale data (30-giu. 2009) sarà possibile, pertanto, scegliere se applicare le nuove NTC approvate con il DM 14 gennaio 2008, le norme approvate col suddetto DM oppure la normativa del 1996 sopra indicata.

- Norme tecniche di attuazione del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) redatto dall'Autorità di Bacino (AdB) della Puglia, approvato il 30-11-2005.

L'interpretazione geologica dell'area interessata è il risultato dell'utilizzazione di dati dalla consultazione della bibliografia esistente.

*Le figure riportate in APPENDICE fanno parte integrante della presente relazione.*

## 2 - UBICAZIONE SITO

Il sito interessato è ubicato in territorio di Cerignola (FG) a Nord del centro abitato in località: *Mass.a Cafiero (a nord), Mass.a Paletta (a sud)*. Esso ricade nel Foglio n.° 408 "Foggia" della Carta d'Italia\_I.G.M. in scala 1:50.000, nonché nel Fg. n.° 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia (cfr. Fig. 2).

## 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Come si desume dal Fg. n.° 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000), il sito in studio in territorio di Cerignola (FG), ricade nel Tavoliere delle Puglie a sua volta ricadente nella "Fossa Bradanica" ovvero nell'ampia depressione tettonica in direzione appenninica che si sviluppa dal fiume Biferno al monte Vulture. Il territorio di Cerignola è caratterizzato dalla presenza di sedimenti plio-pleistocenici sia in facies marina che continentale. Tali sedimenti hanno colmato la parte orientale dell'avanfossa appenninica compresa tra la Daunia ed il Promontorio del Gargano. La depressione tettonica di che trattasi ha avuto origine all'inizio del Pliocene per effetto di concomitanti cedimenti tettonici che interessarono gli opposti margini della catena appenninica e dell'Avanpaese. Durante il Pliocene inferiore, il settore di avanfossa, a causa di fenomeno di subsidenza fu sede della formazione di un bacino di sedimentazione marino. Tale subsidenza s'interruppe a seguito della fase tettonica del Pliocene medio con conseguente accavallamento del settore orientale della catena app. sull'avanfossa. Un cedimento successivo, fece sì che si tornasse ad un ambiente deposizionale di tipo marino che durò fino al Pleistocene inferiore. Da questo momento in poi, l'avanfossa subì un progressivo, anche se discontinuo, sollevamento che, con ogni probabilità, sembra essere ancora in atto. Durante il Pliocene e parte del Pleistocene inf., pertanto, il comportamento tettonico dell'avanfossa è stato controllato, sul lato appenninico, dall'accavallamento di cui sopra a sua volta da porre in relazione con importanti strutture longitudinali d'origine crostale. L'avanpaese è stato, invece, condizionato dall'attività di fasci di faglie distensive con prevalente direzione NW-SE, che ha interessato il basamento carbonatico mesozoico dislocandolo in un'ampia gradinata ribassata verso SW. Le fasi di sollevamento iniziate alla fine del Pliocene inf., possono collegarsi ad azioni combinate di riaggiustamento isostatico e/o rilascio elastico crostale, conseguenti ad una progressiva attenuazione delle spinte tangenziali; (Ricchetti & Mongelli, 1980).

### 3.1 - Geomorfologia

Si è in presenza di terrazzi alluvionali alternati ad ampie spianate caratteristici del paesaggio del Tavoliere foggiano, cui si accennava al paragrafo precedente. I versanti che collegano i terrazzi con le loro parti basse, sono caratterizzati da valori delle pendenze tali non costituire in loco causa predisponente a fenomeni franosi. I terreni in esame fanno parte di una dorsale che degrada

blandamente verso Est, ad assetto suborizzontale; essi sono privi di disturbi meccanici e tettonici sia di tipo plicativo che disgiuntivo. Non sono emersi fenomeni di dissesto in atto. La quota è compresa tra ca. m33 e ca. m26 s.l.m.m. (da sud verso nord).

#### **4 - IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA**

Il sistema idraulico generale dell'intera area in studio è condizionato dalle strutture morfologiche ivi presenti in cui i corsi d'acqua superficiali, a regime torrentizio, si sviluppano con andamento prevalente da SO a NE. Le valli fluviali in cui scorrono i detti torrenti, presentano, in genere, profili asimmetrici ovvero con sponde sud, ripide e sponde nord, a blanda pendenza. Tali caratteri sono stati generati dal sollevamento differenziato dell'area, che è massimo nelle aree appenniniche e minimo in quelle piane. I torrenti di cui sopra hanno andamento meandriforme e scorrono su alvei di magra reinciati ed in parte incassati nei sedimenti alluvionali recenti ed attuali. L'andamento dei detti corsi d'acqua è in continua evoluzione ed è generato dalle diverse attività erosive / deposizionali che gli stessi hanno nelle varie zone attraversate. Tali modificazioni sono notevolmente influenzate dalle piene pluriennali che causano, a volte, significative migrazioni degli alvei. Tali reticoli idrografici sono, comunque, abbastanza distanti dalla zona specifica d'intervento, pertanto, ininfluenti nei confronti del sito interessato dall'intervento. Si fa presente che, in funzione delle proprietà dei terreni ivi presenti ovvero in quelli conglomeratici e sabbiosi nella parte alta ed in quelli argilloso-limosi nella parte bassa, è possibile l'esplicarsi di una debole circolazione idrica del sottosuolo, solo nella facies superficiale. Le formazioni rocciose permeabili superficiali, dunque, chiuse da quelle impermeabili profonde, rappresentano potenziali acquiferi. Le facies alluvionali ivi presenti sono caratterizzate da un buon grado di permeabilità del tipo per porosità interstiziale ed è, in genere, variabile da alta a medio alta. In tali aree, pertanto, le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi nel sottosuolo formando falde freatiche che hanno la loro base sul tetto del substrato argilloso. Nelle zone dove sono presenti i crostoni, la permeabilità cala drasticamente ed il drenaggio verticale, conseguentemente, si esplica con maggior difficoltà. Nelle aree, invece, dove sono presenti lenti o straterelli limoso-argillosi, la permeabilità è medio-bassa. In corrispondenza del limite geologico tra le alluvioni terrazzate antiche ed il sottostante substrato argilloso impermeabile, a luoghi, si riscontrano piccole manifestazioni acquifere che determinano il formarsi di sorgenti di contatto. Queste, comunque, sono notevolmente influenzate dalle precipitazioni invernali.

##### **4.1 - Compatibilità idrogeologica, in conformità al P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico)**

Dall'analisi delle carte redatte dalla Autorità di Bacino (AdB) della Puglia aggiornate al 05-06-2008 si rileva, per l'area in studio, assenza di: *Aree a Pericolosità Geomorfologica, di Aree a Pericolosità da Frana, di Aree a Pericolosità Idraulica e di Aree a Rischio*. Sono da escludersi, inoltre, dissesti di versante, fasce di pertinenza idraulica ed aree a rischio d'inondazione. L'area interessata non rientra tra le aree a rischio idrogeologico censite dalla stessa AdB; *cfr. Fig. 4 in Appendice*.

#### **5 - MODELLO GEOLOGICO: stratigrafia del sito in studio**

Sulla base dei dati estrapolati dalla bibliografia esistente, partendo dal piano campagna (p.c. = m 0,00), la situazione stratigrafica ipotizzata è la seguente:



- presenza di *sabbie giallastre pulverulente, con concrezioni calcaree e molluschi marini di facies litorale. Quasi ovunque ricoperte da un crostone calcareo-sabbioso straterellato*; sono terreni del Pleistocene indicati con  $Qm_2$  in Fig. 2; cfr. Figg. 2-3.

- In talune porzioni, in particolare ad ovest dell'area interessata, è possibile riscontrare la presenza di *alluvioni recenti ed attuali*; sono terreni dell'Olocene indicati con  $Q$  in Fig. 2.

## **6 - MODELLO GEOTECNICO: illustraz. dei parametri geotecnico-geomeccanici dei terreni**

Di seguito sono indicati, a puro titolo esemplificativo, i parametri geotecnico-geomeccanici delle litologie caratterizzanti l'area in studio, utili per una progettazione di massima. Si fa presente che per la determinazione dei carichi ammissibili risulta indispensabile applicare coefficienti riduttivi ai dati geotecnici ottenuti da prove in laboratorio che tengano conto della presenza di materiale compressibile, della presenza della falda acquifera e, più in generale, di tutti i difetti strutturali e tessiturali delle litologie interessate:

### **facies superficiale (riguarda l'area in esame):**

- peso di volume  $\gamma = 1750 \text{ kg/cm}^3$
- angolo d'attrito  $\phi = 14-15^\circ$
- coesione drenata  $c' = 0,05 \text{ kg/cm}^2$
- coesione non drenata  $c_u = 0,4 \div 0,5 \text{ kg/cm}^2$

Il modulo di compressibilità edometrica, nell'intervallo di pressione compreso tra 1 e 2  $\text{kg/cm}^2$  è dell'ordine di  $30 \div 40 \text{ kg/cm}^2$ ; mentre il coefficiente di sottofondo  $K_w$  (coeff. di Winkler) è dell'ordine di  $1 \text{ kg/cm}^3$ ; in presenza d'acqua è molto compressibile;

### **facies sabbioso-argillosa (riguarda l'area in esame):**

- peso di volume  $\gamma = 1700 \div 2000 \text{ kg/cm}^3$
- angolo d'attrito  $\phi = 20^\circ \div 24^\circ$
- coesione drenata  $c' = 0,15 \div 0,20 \text{ kg/cm}^2$
- coesione non drenata  $c_u = 0,35 \div 0,8 \text{ kg/cm}^2$
- velocità onde longitudinali  $V_l = 0,4 \div 0,9 \text{ km/sec.}$

Il modulo di compressibilità edometrica, nell'intervallo di pressione compreso tra 1 e 2  $\text{kg/cm}^2$  è compreso tra  $80 \div 100 \text{ kg/cm}^2$ ; mentre il coefficiente di sottofondo  $K_w$  (coeff. di Winkler) è dell'ordine di  $2,5 \div 3,5 \text{ kg/cm}^3$ ;

### **facies limoso-sabbiosa:**

- peso di volume  $\gamma = 1900 \div 2050 \text{ kg/cm}^3$
- angolo d'attrito  $\phi = 22^\circ \div 25^\circ$
- coesione drenata  $c' = 0,1 \div 0,2 \text{ kg/cm}^2$
- coesione non drenata  $c_u = 2,0 \div 4,5 \text{ kg/cm}^2$

Il modulo di compressibilità edometrica, nell'intervallo di pressione compreso tra 1 e 2  $\text{kg/cm}^2$  è compreso tra  $60 \div 120 \text{ kg/cm}^2$ ; mentre il coefficiente di sottofondo  $K_w$  (coeff. di Winkler) è dell'ordine di  $4 \div 5 \text{ kg/cm}^3$ ; sono terreni dalle buone caratteristiche fisico-meccaniche;

### **facies costituita da conglomerati:**

- coesione drenata  $c' = 0,00 \text{ kg/cm}^2$
- angolo d'attrito  $\phi = 25^\circ \div 35^\circ$
- peso di volume  $\gamma = 1900 \div 2000 \text{ kg/cm}^3$

Il modulo di compressibilità edometrica, nell'intervallo di pressione compreso tra 1 e 2  $\text{kg/cm}^2$  è compreso tra  $200 \div 350 \text{ kg/cm}^2$ ; mentre il coefficiente di sottofondo  $K_w$  (coeff. di Winkler) è

dell'ordine di  $6,5 \div 7,5 \text{ kg/cm}^3$ .

Al fine della determinazione della pressione ammissibile, si prende a riferimento la formula generale di "Terzaghi e Meyerhof":  $\sigma_r = c N_c S_c + \gamma H N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$ ; in cui:  $c$  = coesione;  $\phi$  = ang. di attrito interno;  $S_c$  e  $S_\gamma$  = fattori di forma;  $\gamma$  = peso di volume del terreno;  $H$  = profondità di posa delle fondazioni;  $B$  = larghezza della fondazioni. Si lascia al calcolatore, comunque, la verifica dimensionale delle fondazioni in funzione dei carichi trasmessi. L'entità dei cedimenti assoluti, associata ai valori assoluti della pressione di contatto trasmessa dalle opere in progetto, è da ritenersi trascurabile per cui si può omettere il calcolo analitico. Si fa presente che possibili infiltrazioni di acqua potrebbero determinare fenomeni di liquefazione/plasticizzazione locale oltre un decadimento della resistenza a taglio dei terreni interessati.

### 7 - CARATTERI SISMICI

Il comune di Cerignola (FG), con O.P.C.M. n. 3274/03 classificato con **grado di sismicità S = 9**, ricade in **zona sismica 2**, a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, prevista nelle norme tecniche, pari a **0,25g**;  $g$  è l'accelerazione di gravità. Sulla base delle indicazioni scaturite dal rilevamento geologico nonché da osservazione eseguita su scavo limitrofo al sito in studio, il suolo di fondazione è ascrivibile alla **categoria B** ovvero: *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille consistenti*, di cui alle "Norme Tecniche per le Costruzioni", caratterizzato da velocità di propagazione delle onde sismiche, stimata *entro 30 m di profondità, ( $V_{s30}$ ) compresa tra 360 m/s e 800 m/sec*. Il valore del fattore  $S$  (accelerazione spettrale), che tiene conto delle condizioni stratigrafiche e geotecniche del sito ovvero della categoria del suolo, è pari a:  $S = 1,25$ ; altri parametri da prendere in considerazione sono: il valore dello spostamento e della velocità orizzontale del suolo  $d_g$  e  $v_g$  che sono dati dalle seguenti espressioni:  $d_g \text{ (m)} = 0,025 * S * T_c * T_0 * a_g$ ;  $v_g \text{ (m/s)} = 0,16 * S * T_c * a_g$ , in cui  $T$  rappresentano il periodo che separa i diversi rami dello spettro, a sua volta dipendenti dalla categoria di suolo. Al riguardo, in chiave sismica, i terreni interessati (alluvioni da grossolane a finissime) rientranti nell'"Unità fisiografica del Tavoliere foggiano" sono predisposti a subsidenza e, localmente, anche a liquefazione oltre che a cedimenti.

### 8 - PRESCRIZIONI

In riferimento al paragrafo precedente, per eventuali integrazioni degli interventi annessi all'opera in progetto, con la finalità di addivenire ad un risparmio economico e ad una maggiore precisione degli stessi, si consiglia una campagna di indagini geognostiche oltre prove di laboratorio su campioni rappresentativi dei terreni ivi affioranti, finalizzate a caratterizzare gli stessi terreni, a livello puntuale. La campagna d'indagini potrà essere articolata nell'esecuzione di *indagini dirette* tipo "fiorettature", "sondaggi a carotaggio continuo" e/o di *indagini indirette* tipo "prospezioni

geofisiche" e "prospezioni georadar" oltre l'esecuzione di prove geotecniche in situ (es. prove penetrometriche dinamiche \_\_ S.P.T., su terreni sciolti) e, come accennato, prove di laboratorio, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente.

## **9 - CONCLUSIONI**

Lo studio, sulla base dei dati disponibili in letteratura, ha consentito di caratterizzare dal punto di vista geologico, idrogeologico e geomorfologico i terreni interessati dall'opera in progetto, in maniera abbastanza soddisfacente.

La falda freatica è presente; non sono presenti corsi d'acqua; per quanto riguarda i lineamenti tettonici, non sono state osservate strutture tettoniche e/o plicative *attive* che possono interessare l'opera in progetto. Si prescrive la progettazione antisismica, dando al committente, in accordo con il progettista, la facoltà di avvalersi della precedente normativa sulla progettazione antisismica.

In conclusione, non ci sono controindicazioni tecniche alla realizzazione dell'opera, pertanto, **si esprime parere geologico favorevole.**

Resta fermo il fatto che:

- 1) i dati ed i parametri tecnici sono stati ottenuti dall'estrapolazione di dati bibliografici;
- 2) venga rispettato quanto indicato al paragrafo n.° 8.

*Tanto in assolvimento all'incarico professionale conferitomi.*

Giugno 2008

***Geol. Nicola Pellecchia***

# APPENDICE





Fig. 1 – Stralcio IGM del comune di Cerignola (FG); con indicazione dell'area interessata.



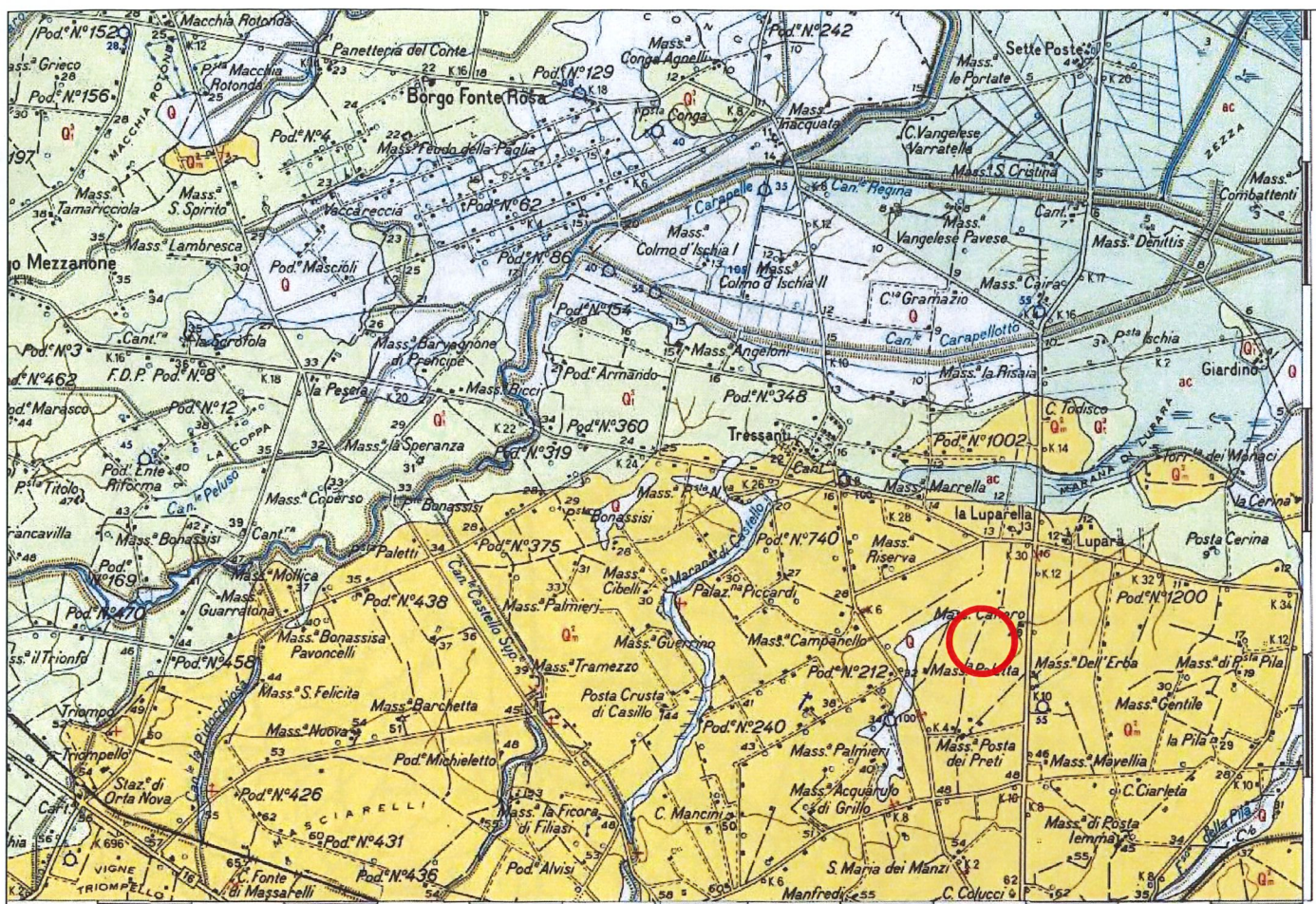
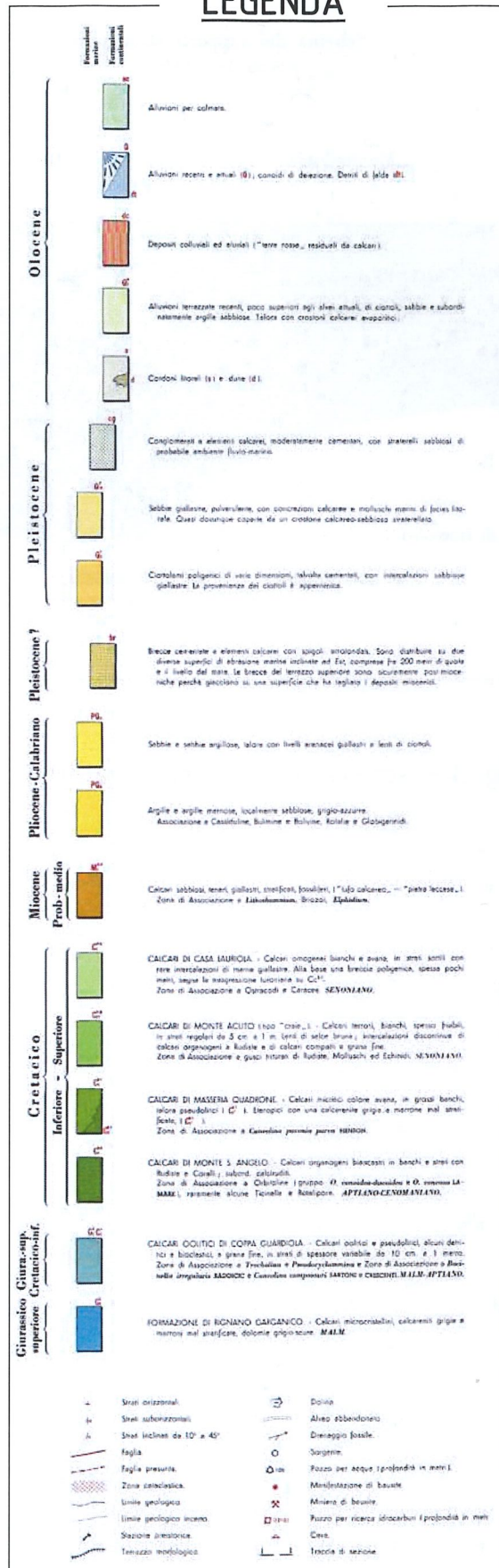


Fig. 2 - Stralcio del Fg. n.° 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia



AREA INTERESSATA

# LEGENDA





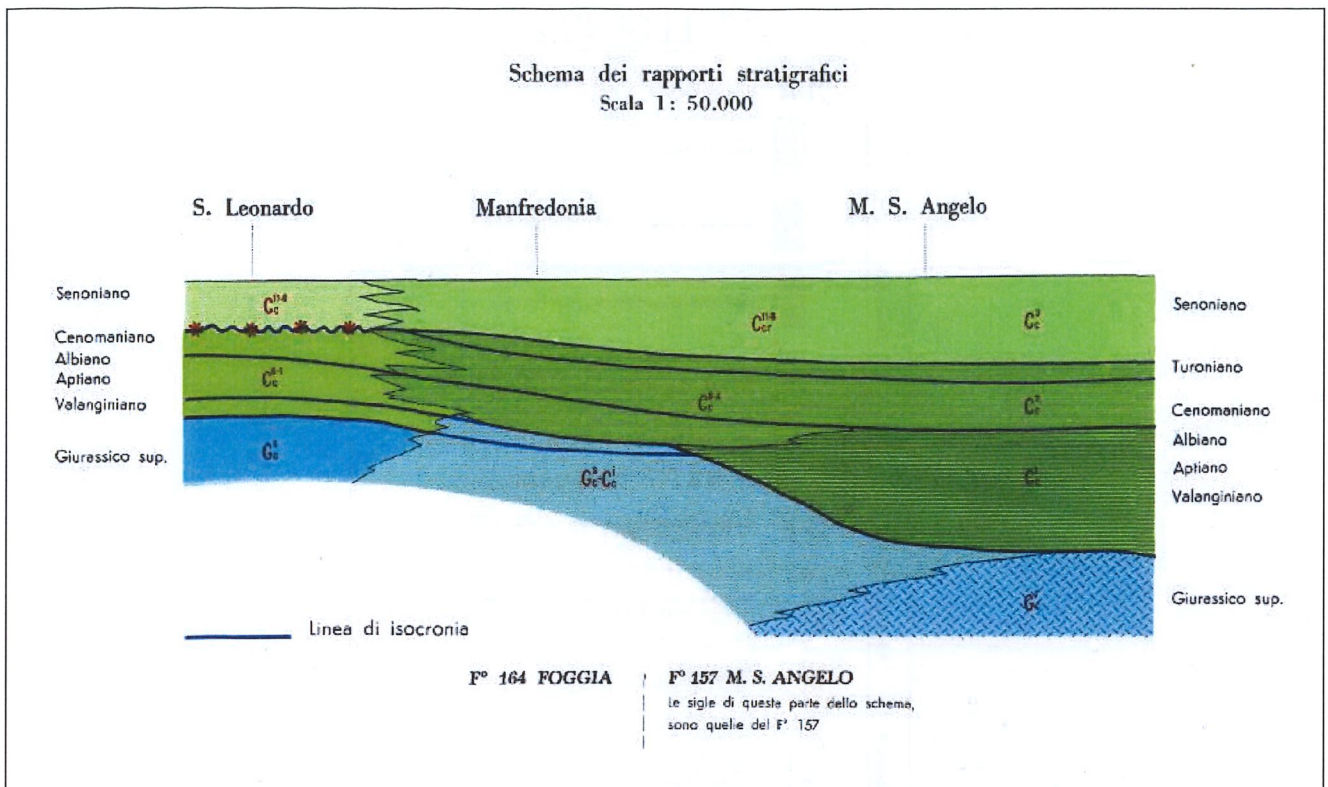


Fig. 3 - schema dei rapporti stratigrafici

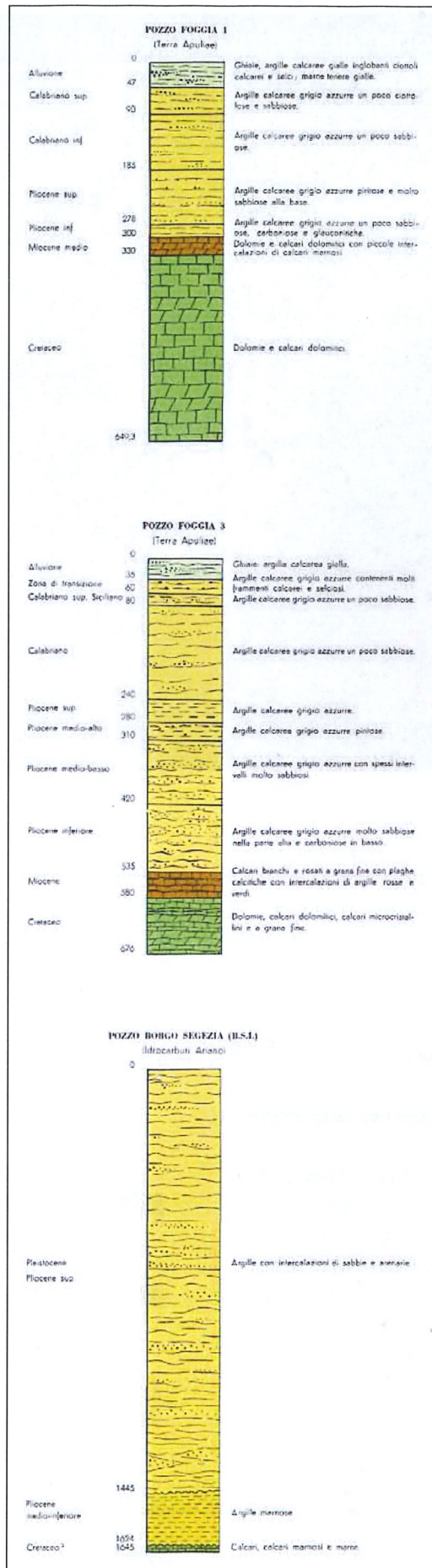


Fig. 4 - colonne stratigrafiche rappresentative del territorio in studio



## Autorità di Bacino della Puglia

