INDICE

1. Premessa pag. 2

2. Aspetti vincolistici pag. 4

3. Aspetti geologici e tettonici generali pag. 6

4. Caratteri litologici delle formazioni affioranti pag. 10

5. Lineamenti geomorfologici e idrografici pag. 15

6. Indagini geofisiche pag. 20

6.1 Normativa di riferimento pag. 20

6.2 Prospezione sismica pag. 23

6.3 Analisi Re.Mi. pag. 27

6.4 Misure microtremori in campo libero con metodo HVSR di Nakamura pag. 30

6.5 Prospezione georadar pag. 33

6.5.1 Analisi dei risultati pag. 34

6.5.2 Conclusioni pag. 34

7. Zonazione sismica locale e individuazione delle aree a rischio pag. 35

8. Conclusioni pag. 38

Bibliografia pag.

Tavole allegate:

Tavola 1 – Carta geologica
Tavola 2 – Carta Idrogeomorfologica
Tavola 3a, 3b, 3c, 3d – Carta delle pendenze
Tavola 4a, 4b, 4c, 4d – Carta dell'esposizione dei versanti
Tavola 5 – Carta morfologica
Tavola 6 – Stralcio planimetrico degli Ambiti Territoriali Distinti del PUTT
Tavola 6a – Stralcio planimetrico degli Ambiti Territoriali Estesi del PUTT
Tavola 7 – Planimetria di inquadramento della pericolosità idraulica e geomorfologica (AdB)
Tavola 8 – Carta della categoria sismica del suolo
Tavola 9a, 9b, 9c, 9d – Carta delle aree potenzialmente a rischio
Tavola 10a, 10b, 10c, 10d – Carta morfologica dei versanti

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Mario Frate su incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale della Città di Canosa di Puglia (D.D.n.30 del 20.04.2010), ha eseguito il presente studio geologico di supporto e accompagnamento alle attività di redazione del PUG del suddetto comune.

L'area oggetto di studio si estende a tutto il territorio comunale, il quale è posto nel settore centro-settentrionale della Regione Puglia ed è caratterizzato sul fronte a nord-ovest dalla presenza continua del fiume Ofanto che ne definisce in pratica il limite comunale stesso.

Il comune di Canosa di Puglia (fig.1) confina con i comuni di Cerignola (Fg), San Ferdinando di Puglia, Minervino Murge, Andria, Barletta e Lavello (Pz); esso si estende per una superficie complessiva di circa 150 Km^2 con delle quote topografiche molto variabili e in genere comprese tra 100 e 200 m.s.l.m.

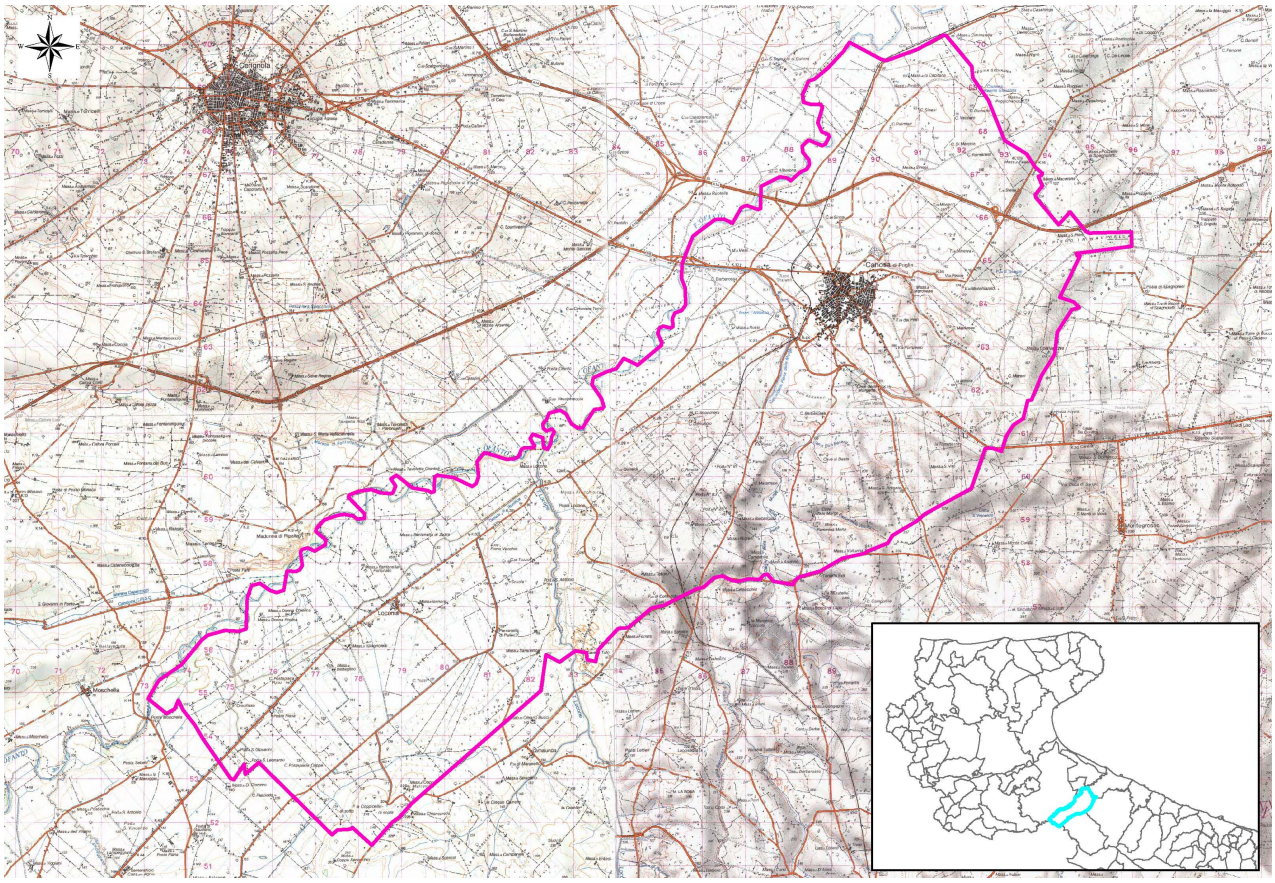


Fig. 1 – Localizzazione geografica del comune di Canosa di Puglia.

Il presente elaborato ha come finalità quella di porre attenzione sui seguenti aspetti territoriali:

- inquadramento geolitologico e tettonico generale del contesto territoriale in cui è posto il comune di Canosa di Puglia;
- aspetti morfologici e idrografici;
- caratteri sismici locali e individuazione delle aree potenzialmente più a rischio.

Per quanto concerne gli aspetti geologici e tettonici generali, essi sono stati ricostruiti ed illustrati sia sulla base di altri lavori eseguiti dal sottoscritto sul territorio di Canosa, sia sulla base di quanto ricercato in letteratura, con particolare riferimento alla cartografia geologica ufficiale inerente al territorio di Canosa, ossia la Carta Geologica d'Italia (foglio 176 "Barletta").

La conoscenza del territorio, il supporto fornito in merito dagli elaborati editi da parte dell'Autorità di Bacino della Puglia, liberamente consultabili su web, e il supporto informatico in ambiente GIS hanno permesso di effettuare un inquadramento generale di carattere morfologico e idrografico dell'intero territorio, in particolare mettendo in evidenza sia l'esposizione che la pendenza dei rilievi presenti nell'intero territorio comunale.

La caratterizzazione sismica locale è stata ottenuta sulla base di una serie di sondaggi geofisici, distribuiti omogeneamente su tutto il territorio.

Infine, intersecando tra loro i vari tematismi finora citati, è stato possibile individuare le aree maggiormente esposte a fenomeni di instabilità, per le quali sarebbe opportuno porre maggiore attenzione ed eventualmente programmare interventi di risanamento.

Il presente studio è stato corredato da elaborati grafici, prodotti in tavole opportunamente numerate, ai quali si farà progressivamente riferimento man mano che si procederà ad esporre i vari aspetti teorici già menzionati.

2. ASPETTI VINCOLISTICI

Gli aspetti vincolistici territoriali presi in considerazione sono fondamentalmente i vincoli del PUTT e del PAI.

I vincoli territoriali del PUTT si dividono in Ambiti Territoriali Estesi (Tav. 6a) e Ambiti Territoriali Distinti (Tav. 6). Dal punto di vista normativo gli Ambiti Territoriali Estesi sono menzionati e definiti nelle NTA del PUTT, in particolare nel Titolo II art. 2.01 'Definizioni', cosi come segue:

- valore eccezionale ("A"), laddove sussistano condizioni di rappresentatività di almeno un bene costitutivo di riconosciuta unicità e/o singolarità, con o senza prescrizioni vincolistiche preesistenti;
- valore rilevante ("B"), laddove sussistano condizioni di compresenza di più beni costitutivi con o senza prescrizioni vincolistiche preesistenti;
- valore distinguibile ("C"), laddove sussistano condizioni di presenza di un bene costitutivo con o senza prescrizioni vincolistiche preesistenti;
- valore relativo ("D"), laddove pur non sussistendo la presenza di un bene costitutivo, sussista la presenza di vincoli (diffusi) che ne individui una significatività;
- valore normale ("E"), laddove è comunque dichiarabile un significativo valore paesaggistico-ambientale.

In riferimento al territorio comunale di Canosa di Puglia come è possibile osservare nella Tav. 6a gli ATE prevalenti sono quelli ricadenti nella categoria B, C, D. Pertanto in relazione a tali aree si dovrà seguire per qualsiasi tipo di intervento sul territorio, quanto riportato nel Titolo II delle NTA del PUTT.

Le aree in cui sono presenti gli Ambiti Territoriali Distinti del PUTT in riferimento al comune di Canosa di Puglia sono ben definite e perimetrate (Tav. 6). Gli ATD del territorio comunale in esame sono rappresentati da 'segnalazioni architettoniche', 'vincoli architettonici', 'corsi d'acqua', 'tratturi', 'boschi', 'parchi', 'oasi', 'vincoli archeologici' e 'aree a gestione sociale'.

La normativa di riferimento in cui vengono descritti e regolamentati gli Ambiti Territoriali Distinti è rappresentata dalle NTA del PUTT ed in particolare il Titolo III.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia, individua nell'ambito del territorio comunale di Canosa di Puglia sia zone di pericolosità idraulica che aree rischio geomorfologico.

Le aree a rischio idraulico sono individuate come “aree ad alta pericolosità idraulica” e sono ubicate, come è possibile osservate in cartografia (Tav.7), nelle zone alluvionali dell’Ofanto e dei suoi corsi d’acqua tributari.

Le aree contrassegnate da una pericolosità geomorfologica sono individuate come “aree a pericolosità geomorfologica elevata e molto elevata” (Tav.7). Esse sono ubicate sostanzialmente in corrispondenza del centro urbano e tendono a circoscrivere, individuando con diverso grado di pericolosità, aree che come è noto sono caratterizzate da cavità e gallerie antropiche prevalentemente ricavate all’interno di rocce di natura calcarenitica.

La normativa che definisce e regolamenta da un punto di vista ambientale, sia le aree a rischio idraulico che quelle a rischio geomorfologico, è rappresentata dalle Norme Tecniche di Attuazione del PAI ed in particolare il Titolo II ‘Assetto idraulico’ e il Titolo III ‘Assetto geomorfologico’.

3. ASPETTI GEOLOGICI E TETTONICI GENERALI

Il comune di Canosa di Puglia ricade nel settore occidentale del Foglio geologico n. 176 "*Barletta*" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Fig. 2) con la particolarità di avere il suo perimetro comunale confinante con il fiume Ofanto a nord-ovest del foglio e con il limite di regione tra Puglia e Basilicata ad ovest.

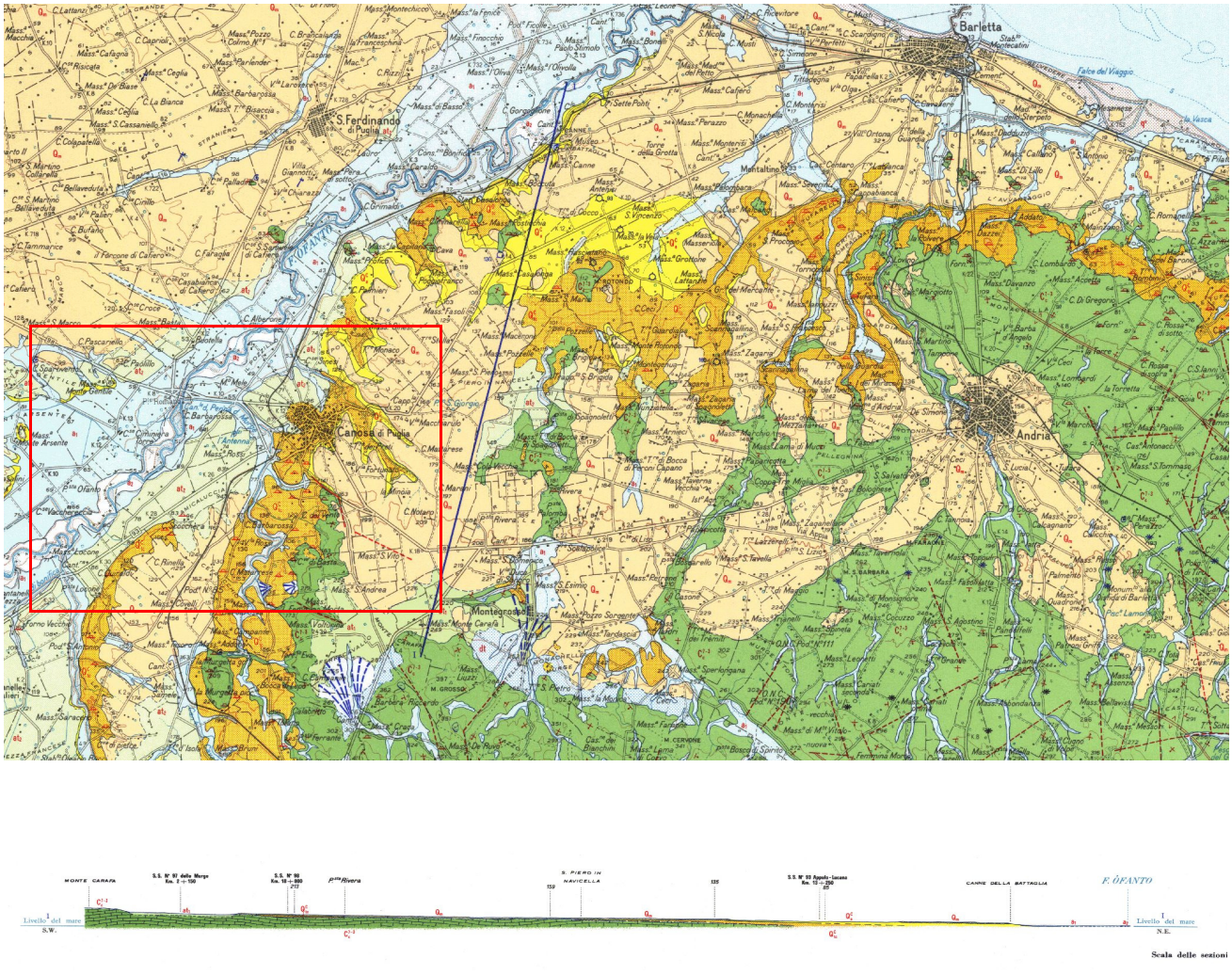


Fig. 2 - Stralcio del Foglio 176 'Barletta' della Carta Geologica d'Italia e sezione geologica di riferimento.

Il contesto geologico generale in cui ricade il comune di Canosa di Puglia è quello del foglio «Barletta» la cui superficie di terra emersa è di circa 1500 kmq mentre la restante parte del foglio è occupata dal mare Adriatico. Il Foglio «Barletta» comprende l'estremità nord-occidentale delle Murge che degrada a ovest verso la Fossa bradanica, a nord-ovest verso la valle dell' Ofanto e a nord-est verso il mare Adriatico.

L'unità litostratigrafica più antica è il Calcare di Bari il quale affiora nella parte murgiana. Essa è costituita da strati di calcari detritici, in parte dolomitizzati, con macrofaune a Rudiste e gasteropodi e microfaune a foraminiferi bentonici ed alghe. Nel foglio «Barletta» l'età della parte affiorante del Calcare di Bari risulta estesa dal Barremiano al Turoniano.

Sul Calcare di Bari, lungo i margini del rilievo delle Murge, poggia in trasgressione una serie marina riferibile al Pliocene superiore (?) e al Calabriano. Si tratta della serie affiorante lungo l'intero margine murgiano della Fossa bradanica.

Nell'area del Foglio «Barletta» questa si estende anche sul versante a sud-ovest della valle dell'Ofanto e, parallelamente alla costa adriatica, fino a sud di Trani.

Lungo tutta la fascia di affioramento mostra però lacune, a vari livelli. Particolarmente degni di nota per spessore ed estensione sono i suoi termini più antichi, rappresentati dalla Calcarenite di Gravina e dalle Argille subappennine.

Secondo quanto appreso in letteratura, lembi di depositi litorali di età post-calabriana poggiano direttamente sul Caricare di Bari (dintorni di Andria e di Corato) o su termini della serie plio-pleistocenica (valle dell'Ofanto, zona costiera di Barletta e di Trani); inoltre in più luoghi questi depositi si mostrano evidentemente disposti in terrazzi, di età via via più recente verso l'esterno del rilievo murgiano. Fra i depositi stessi predominano sabbie fini e calcareniti grossolane.

La valle dell'Ofanto, così come si nota lungo il perimetro a nord-ovest di Canosa, è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali in più ordini di terrazzi dei quali quelli appartenenti ai depositi più recenti costituiscono un'estesa fascia pianeggiante lungo il corso del fiume.

Osservazioni tettoniche sul substrato sono possibili solo nell'area del foglio Barletta e quasi esclusivamente sul Calcare di Bari. Questo mostra un assetto monoclinale, con prevalenti immersioni di strati a SSO, complicato da blande pieghe e da faglie variamente orientate.

La topografia del terreno, priva di grandi sbalzi, e la diffusa copertura pleistocenica o recente, non consente di individuare con sicurezza le dislocazioni/deformazioni che hanno determinato il

sollevamento del rilievo murgiano. Ad ogni modo, in base a quanto appreso in letteratura, un'importante serie di faglie a gradinata corre, coperta dai sedimenti marini pleistocenici, lungo il margine Murge-Fossa bradanica. Un'altra probabile faglia (che forse rientra solo per un breve tratto nell'area del foglio Barletta) corre lungo la costa adriatica, ed entro i limiti dello stesso foglio va poi individuata un'altra importante linea di dislocazione, anch'essa coperta, lungo l'asse della Valle dell'Ofanto o parallela ad essa.

Per un esteso tratto a sud di Canosa la serie di faglie che separa le Murge dalla Fossa bradanica ha forse direzione nord-sud.

In generale si può affermare che nella maggior parte delle strutture tettoniche di cui si è parlato, è sempre stato un grosso problema l'individuazione e la valutazione dei rigetti a causa, come già detto, sia dei caratteri topografici della regione che della scarsa presenza di livelli-guida.

L'evoluzione protrattasi nel Terziario, è di certo continuata fino a periodi recenti (alcune faglie interessano ad es. i depositi marini post-calabriani).

Tutto ciò ha determinato nella fase di emersione delle Murge, iniziata con ogni probabilità nella parte più interna, per poi coinvolgere le porzioni più esterne, lo sviluppo di depositi marini post-calabriani disposti su una serie di piattaforme, degradanti verso l'attuale valle dell'Ofanto e verso la costa adriatica.

Tuttavia secondo quanto affermato dagli Autori della Carta Geologica, la tettonica può essere riferita sia alle osservazioni fatte sugli affioramenti delle rocce appartenenti al Cretaceo (Calcare di Bari), sia al contesto geologico dei terreni Plio-pleistocenici.

Per quanto concerne le osservazioni fatte sul Calcare di Bari, gli strati del Calcare di Bari immergono in prevalenza a SSO con valori dell'inclinazione variabili da 5° a 15°, che aumentano gradualmente dal margine adriatico a quello bradanico. Si ha quindi una estesa monoclinale immersa a SSO, complicata da una serie di pieghe ad assi diretti ONO-ESE.

Gli elementi plicativi più importanti sono l'anticlinale di M. Caccia, la sinclinale di S. Magno - M. Grosso e l'anticlinale di M. Acuto; tutte queste strutture sono molto blande, con fianchi a pendenza non superiore ai 10°. Le pendenze sono comunque maggiori nelle Murge occidentali (margine bradanico) e vanno diminuendo verso NE. Alcune pieghe (ad es. l'anticlinale di M. Caccia) hanno il piano assiale fortemente inclinato a SO.

Le fratture sembrano raggruppabili in due sistemi preferenziali uno diretto all'incirca SO-NE, l'altro approssimativamente N-S.

Tali fratture, data anche la natura e l'uniformità litologica dei terreni, nonché la copertura detritica, solo in pochi casi sono state osservate sul terreno; in genere si tratta di allineamenti riconosciuti con l'ausilio delle foto aeree e cartografati come probabili. I motivi strutturali ora descritti (pieghe e faglie) sono forse contemporanei, anche se alcune faglie sembrano posteriori alla tettonica plicativa.

Gli affioramenti plio-pleistocenici mostrano invece caratteristiche stratigrafiche e tettoniche con prevalente assetto suborizzontale, mostrano cioè di aver essenzialmente subito un sollevamento in blocco. Solo gli affioramenti presso l'angolo sud-occidentale del foglio Barletta mostrano gli effetti di una tettonica più intensa.

In questa parte del foglio, la serie di riempimento della Fossa bradanica mostra una leggera pendenza verso nord, provocata da un sollevamento della regione bradanica più intenso e precoce a sud. Vi si riconosce una serie di faglie, in gran parte orientate NO-SE, che hanno interessato terreni molto recenti con rigetto di qualche metro.

Pertanto nell'area del foglio geologico in esame si riconoscono due zone con caratteri strutturali diversi. In superficie la tettonica del Calcare di Bari (foglio Barletta) risulta plicativa e disgiuntiva, mentre quella dei depositi plio-pleistocenici sembra almeno parzialmente attribuibile ad una ripresa di faglie, che in passato avevano già interessato il substrato calcareo.

In tale contesto tettonico e stratigrafico si inserisce il territorio del comune di Canosa di Puglia.

4. CARATTERI LITOLOGICI DELLE FORMAZIONI AFFIORANTI

Le principali litologie e formazioni geologiche affioranti e descritte in questo lavoro sono quelle che di fatto affiorano in tutto il territorio di Canosa di Puglia (Tav.1).

Nell'area di interesse affiorano parte dei complessi litologici affioranti in tutto il foglio geologico di riferimento, ed in particolare essi appartengono al dominio geologico dell'Avampaese apulo e della Fossa bradanica ai quali si associano coperture sedimentarie più recenti.

Le caratteristiche litologiche dei terreni affioranti nella porzione del foglio geologico in cui ricade l'area di studio sono di seguito riportate a partire dalla descrizione dei termini più antichi fino a quelli più recenti:

- *Calcare di Bari (Cc^{7}-^{3}): calcari detritici a grana fine, di colore bianco o nocciola, stratificati. Calcari dolomitici e dolomie con un livello di breccia (età: Turoniano-Barremiano) spessore circa 1300 metri.*

La formazione del Calcare di Bari è costituita da una potente successione di strati di calcari in prevalenza detritici, generalmente a grana fine, spesso dolomitizzati, dal colore bianco, rosato o grigio. I calcari caratterizzano i livelli alti della sequenza, mentre dolomie e calcari dolomitici ricorrono frequentemente nella parte inferiore e in quella media.

Lo spessore dell'unità calcarea affiorante nel foglio Barletta non è calcolabile con precisione, ma comunque gli Autori della Carta Geologica hanno stimato uno spessore dell'ordine dei 1300 metri.

Gli strati più antichi si rilevano nel territorio di Barletta, Andria e Trani in corrispondenza della blanda Anticlinale di MonteAcuto (MARTINIS, 1961). Si tratta, di una successione costituita dal basso verso l'alto da dolomie massicce, per uno spessore di circa 100 metri e di calcari, per circa 200 metri. Al contatto tra dolomie e calcari è presente un banco biostromale con numerosi resti fossili, scoperto solo molto recentemente, segnalato con il nome di «Livello Andria» (v. CAMPOBASSO, LUPERTO SINNI RICCHETTI, 1971) il quale è riferibile al Barremiano.

Questa successione basale termina con un orizzonte ad Orbitoline, segnalato anch'esso di recente (RICCHETTI, 1969). Al di sopra prende inizio una sequenza di strati calcarei potente circa 300 metri, nella quale si distinguono dal basso il «Livello Corato» (VALDUGA, 1965) e il «Livello Palese» (VALDUGA, op. cit.).

La serie continua in alto con strati di dolomie, di calcari dolomitici e (dopo un livello di breccia) di calcari detritici, per uno spessore di circa 700 metri.

Verso la metà di questo spessore è osservabile un altro livello guida, riconosciuto in gran parte delle Murge, il «Livello Sannicandro», costituito da un banco di calcare ceroide, bianco, con numerose testimonianze fossili che hanno condotto gli Autori a datare tale livello al Cenomaniano.

Una bancata di calcare macrorganogeno riferibile al Turoniano («Livello Toritto») si nota infine nella parte alta del Calcare di Bari.

Nel complesso, l'unità mostra di essere stata generalmente deposta in ambiente di piattaforma, o addirittura costiero e in alcuni livelli vi si riconoscono anche facies salmastre.

- *Calcarenite di Gravina (Qtc-C): calcareniti bianche o giallastre {Calabriano-Pliocene sup.); spessore variabile, fino ad alcune decine di metri.*

L'affioramento del Calcare di Bari è bordato da una fascia pressochè continua di depositi trasgressivi, arenitici, scarsamente coerenti, (indicati col nome di «Tufi») che costituiscono la base della serie di riempimento della Fossa bradanica. Verosimilmente questi depositi sono presenti solo lungo il bordo del bacino.

Si tratta di calcareniti e a luoghi di bioclastiti biancastre o giallastre, di ambiente litorale, generalmente prive di stratificazione; solo in alcuni affioramenti (ad es. negli immediati dintorni di Canosa di Puglia) la parte superiore della formazione appare clinostratificata. La superficie di contatto sul Cariare di Bari è caratterizzata in genere da un livello di conglomerato con elementi provenienti dallo stesso Calcare. Tale conglomerato, che a luoghi può anche mancare, è scarsamente cementato da una matrice calcarenitica.

La formazione della Calcarenite di Gravina in più punti manifesta una grande abbondanza di fossili, infatti si riconoscono in essa due livelli a macrofossili, uno in prossimità della base (in prevalenza Ostreidi) e uno al contatto con le soprastanti Argille subappennine (a Pectinidi, Coralli, ecc.); in generale sono presenti 'nidi' di macrofossili (a Ostreidi, Pettinidi, Echinidi, ecc.) distribuiti nel corpo della formazione stessa.

I campioni prelevati dalla formazione non hanno dato una fauna tale da consentirne una datazione precisa; tuttavia la formazione affiorante nel foglio «Barletta» ha la medesima posizione stratigrafica ed è in continuità con le calcareniti affioranti a Gravina (Foglio 188 «Gravina di

Puglia») nelle quali è stata segnalata (CANTELLI, 1960) un'associazione con *Hyalinea balthica* (SCHROETER), ciò consente di riferire tale formazione al Calabriano anche nell'area del foglio «Barletta». Le parti più profonde possono anche essersi deposte nel Pliocene superiore.

- *Argille subappennine ($Q^{c}a$): argille, argille marnose e siltose grigio-azzurre (Calabriano-Pliocene sup.?); spessore variabile da qualche metro ad alcune centinaia di metri.*

Nelle parti più basse dei fianchi vallivi dei maggiori corsi d'acqua (specie del T. Locone e dei suoi affluenti) affiorano largamente argille e argille marnose, a vari livelli anche siltose, di color grigio-azzurro. Si tratta di un deposito probabilmente di ambiente neritico (CANTELLI, 1960) privo di stratificazione, fatta eccezione per la parte alta, dove si ha una fitta alternanza di straterelli argillosi e sabbiosi.

Tali argille poggiano in continuità stratigrafica sulla Calcarenite di Gravina, ma forse a luoghi sono anche in eteropia con la stessa.

L'appoggio su *Qtc-C* è ben evidente ad es. nell'incisione di Lama Caprara o nel T. Locone, subito a ovest di Lamalunga, o meglio ancora negli immediati dintorni di Canosa di Puglia; si verifica bruscamente senza che l'approssimarsi del contatto venga accompagnato da variazioni sensibili nei caratteri litologici delle formazioni stesse. Il passaggio alle sabbie sovrastanti si verifica invece per alternanze. L'approssimarsi della transizione è posto in evidenza dalla presenza nelle Argille di sempre più frequenti livelli e straterelli di sabbie.

Nella formazione argillosa e più marcatamente nella parte alta, sono presenti nidi di macrofossili (in gran prevalenza Pettinidi e Ostreidi), come ad es. nei dintorni di Masseria Rossi, sulla sponda destra della Valle Occhiatello.

Si segnala che le Argille subappennine poggiano in alcuni luoghi direttamente sul Calcare di Bari (fra Canosa e Barletta, ad es., nei dintorni di Mass. Posticchio e nei dintorni del km 15 della S.P. 93). La locale mancanza della calcarenite di Gravina fra i Calcari e le Argille è dovuta al fatto che la stessa Calcarenite si depositava solo in prossimità della costa, mentre più al largo il bacino di sedimentazione veniva riempito dalle argille. Prova di ciò sembra essere il fatto che i punti dove le Argille poggiano direttamente sul Calcare di Bari, sono distanti dalla costa plio-calabriana.

I campioni raccolti nelle Argille hanno dato una fauna scarsamente significativa dal punto di vista cronologico; va comunque ricordato che in zone vicine a quella del Foglio «Barletta» (Foglio 188 «Gravina di Puglia») le stesse Argille contengono numerosi esemplari di *Hyalinea balthica* e

di altre specie di ambiente freddo, indicanti un'età calabriana (CANTELLI, 1960). Anche nel contiguo Foglio 175 «Cerignola», argille in continuità di affioramento con quelle del Foglio «Barletta», sono state riferite al Calabriano inferiore (MONCHARMONT ZEI, 1955). Ciò induce a ritenere calabriane anche le argille affioranti in quest'ultimo foglio, pur se non si esclude che le parti più basse possono essere state deposte nel Pliocene superiore.

- *Sabbie quarzose fini e calcareniti (Qm), a luoghi in terrazzi {Pleistocene). Spessore variabile da alcuni metri a poche decine di metri.*

In trasgressione sui terreni sopra descritti poggia una serie di depositi marini, a luoghi terrazzati, in gran prevalenza sabbiosi. Tali depositi, difficili a rilevarsi quando poggiano su termini litologcamente simili della Fossa bradanica (Sabbie di M. Marano), sono costituiti da sabbie, sabbie calcaree e da calcareniti con frequente stratificazione incrociata. Alla base è sempre presente un livello ad *Ostrea* ai quali conferisce una facies tipicamente litorale.

I depositi stessi sono posti a quote via via decrescenti verso il mare e, a luoghi, come ad es. lungo l'allineamento Canosa-foce Ofanto, formano una serie di ripiani, limitati in basso da scarpate. Essi costituirebbero una successione di lembi analoga a quella presente all'estremo meridionale della Fossa bradanica, ad es. nell'area del Foglio 201 «Matera», dove si riconoscono sei ordini di depositi marini terrazzati post-calabriani. Nei Fogli «Barletta» e «Trinitapoli» una netta distinzione in terrazzi non è stata possibile, perché le scarpate che separano un deposito dall'altro non sono dappertutto visibili.

L'attribuzione a un generico Pleistocene è basata esclusivamente sulla posizione che i depositi *Qm* occupano nella successione stratigrafica dei fogli in esame; campioni raccolti in questi depositi si sono mostrati sterili, oppure hanno presentato una fauna cronologicamente non significativa.

Quasi dappertutto i depositi stessi hanno nella parte superficiale un livello di «crosta» (MINIERI, 1955) dovuto a risalita capillare di soluzioni ricche di $CaC0_3$, in clima caldo.

- *Depositi alluvionali antichi (at_1 e at_2)*

I fianchi delle maggiori valli incise nell'area del Foglio «Barletta» sono coperti a luoghi da depositi alluvionali in terrazzi. Tali depositi affiorano a quote diverse e sembrano riferibili a due cicli.

II deposito più elevato (terrazzo alto del Fiume Ofanto e dei suoiaffluenti) è situato generalmente al di sopra della quota 250 m.s.l.m.; è in gran prevalenza piroclastico (proviene dall'attività .del vicino Vulture) ma a luoghi contiene detriti calcarei provenienti dalle Murge.

Il deposito terrazzato più recente (terrazzo medio del F. Ofanto e dei suoi affluenti) si riconosce in lembi lungo i fianchi della valle del Torrente Locone e del Fiume Ofanto. E' in gran prevalenza costituito da sedimenti ciottolosi o ciottoloso-sabbiosi; ha uno spessore che a luoghi supera i dieci metri.

Subito a est di Canosa di Puglia, un deposito fluviale correlabile con quello ora descritto è costituito da ciottoli e da materiali terrosi provenienti dagli affioramenti dei calcari cretacei.

- *Depositi alluvionali recenti (a_1; a_2)*

(a_1) - Entro l'area del foglio «Barletta», gli alvei di gran parte dei corsi d'acqua mostrano sottili spessori di depositi alluvionali terrazzati in gran prevalenza ciottolosi; nei solchi erosivi («lame») incisi nei calcari cretacei, questi depositi sono essenzialmente ciottoloso-terrosi.

(a_2) - Nell'alveo dell'Ofanto i depositi a_2, risultano incisi più o meno profondamente dal corso d'acqua, in vicinanza del quale si riconosce un ultimo deposito, anch'esso quasi esclusivamente ciottoloso.

- *Conoidi attuali di deiezione (dt)*

5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFICI

Il territorio di Canosa di Puglia è caratterizzato da quote topografiche significativamente più elevate nel settore a sud-est del centro abitato laddove affiorano i termini litologici del Cretaceo e pertanto appartenenti al rilievo murgiano. In questa porzione del territorio comunale compresa tra il centro abitato di Canosa, il 'Canale della piena delle Murge' e località 'Valle Marchesa' le quote topografiche oscillano tra i 140 e 225 m.s.l.m.. La restante parte del territorio, soprattutto nel settore a sud-ovest presenta quote variabili tra i 65 e 150 m.s.l.m., in questa area del territorio comunale affiorano prevalentemente coperture sedimentarie di origine fluviale e ciò conferma una morfologia quasi tabulare, ad eccezione dell'area in cui affiorano rocce calcarenitiche nei pressi del T. Locone.

Gli elementi morfologici e gli aspetti dell'idrografia superficiale sono ben illustrati rispettivamente nella Tavola 5 (carta morfologica)e nella Tavola 2 (carta idrogeomorfologica).

I principali elementi morfologici che caratterizzano il territorio comunale di Canosa di Puglia (Tav. 5) sono sostanzialmente: punti sommitali, argini fluviali, assi di displuvio, cigli di sponda fluviale, ripe di erosione fluviale e orli di terrazzo morfologico.

I punti sommitali sono distribuiti, come già accennato prima, nella porzione compresa tra nord-est e sud-est rispetto all'abitato, laddove affiorano le propaggini più settentrionali del dominio murgiano; gli argini fluviali sono prevalentemente dislocati lungo tutto il margine a nord-ovest del limite comunale, in corrispondenza del corso del F. Ofanto, laddove si nota con elevata frequenza la presenza di cigli di sponda fluviale, i quali bordano e seguono esattamente l'attuale corso del F.Ofanto; è possibile apprezzare come tali elementi morfologici siano strettamente legati al deflusso attuale dei corsi d'acqua. Tali elementi morfologici sono presenti anche in corrispondenza del deflusso attuale del T. Locone e del Canale di bonifica che in esso confluisce, in corrispondenza del deflusso attuale del Canale della Piena delle Murge ad ovest dell'abitato di Canosa e in corrispondenza di un altro canale di deflusso, ubicato a nord di Canosa, il quale e bordato dai cigli di sponda fluviale a partire da loc. Masseria Sinesi fino alla sua confluenza nel F. Ofanto.

Elementi morfologici spesso ricorrenti sul territorio di Canosa sono le ripe di erosione; esse sono presenti nel settore posto da nord-est a sud-ovest dell'abitato di Canosa. In questo settore, posto a quote topografiche maggiori e caratterizzato anche da gradienti topografici più elevati, si è sviluppato nella storia geologica un processo di deflusso superficiale tale da produrre quelle che in letteratura vengono definite 'lame'. Le lame assumo carattere di veri e propri solchi erosivi con

un regime idraulico spesso effimero, ed è proprio in corrispondenza di esse che si sviluppano incisioni che in alcuni casi manifestano discrete pendenze sui fianchi delle stesse. L'andamento delle ripe fluviali infatti, come è possibile osservare nella Tavola 5, borda il perimetro e le parti sommitali delle aree incise dal deflusso superficiale in corrispondenza delle quali si nota anche un infittimento delle curve di livello a testimonianza di un aumento del gradiente topografico.

Ripe di erosione fluviale sono anche presenti in corrispondenza di alcune incisioni che confluiscono nel T. Locone, nell'area centrale del territorio comunale, in corrispondenza del canale di bonifica che affluisce nel T. Locone e infine nel settore più a sud del territorio comunale, in prossimità di loc. Mass. Coppa Maltempo a quote comprese tra 226 e 248 m.s.l.m. individuata da un punto sommitale.

Nella carta morfologica sono anche presenti assi di displuvio, essi sono elementi significativi ai fini idrografici per poter individuare il deflusso superficiale; sono stati individuati nel settore immediatamente ad est e sud-est di Canosa e nella porzione di territorio compresa tra il T.Locone e il Canale della Piena delle Murge, tali elementi morfologici sono ovviamente in stretta corrispondenza con i punti sommitali infatti nella maggior parte dei casi tali creste seguono proprio l'allineamento topografico delle principali vette.

Un elemento morfologico ampiamente diffuso in tutto il territorio comunale è quello rappresentato degli orli di terrazzo morfologico. Essi rappresentano l'evoluzione morfologica dei processi di terrazzamento dovuto sia a processi di natura fluviale che marina. Infatti le variazioni eustatiche, dovute all'azione combinata del sollevamento e abbassamento del livello del mare e dalla terraferma, hanno determinato nella storia geologica una forte attività di modellamento morfologico. I terrazzi morfologici sono la testimonianza di fenomeni di erosione o deposizione sedimentaria sia dei corsi d'acqua che del mare; in particolare nell'ambito del territorio di Canosa di Puglia sembra che i terrazzi siano stati generati per una prevalente attività di deposizione ed erosione fluviale. Essi si sviluppano con un'orientazione prevalente nord-est/sud-ovest, all'incirca parallela a quella del F. Ofanto; tutto ciò spiega come essi possano essere il risultato dell'evoluzione morfologica dettata dall'attività di deposizione ed erosione dell'Ofanto stesso. Orli di terrazzo morfologico sono presenti sia ad est che a sud-ovest dell'abitato di Canosa, in particolare quelli posti a sud-ovest dell'abitato sono attribuibili, in relazione alla loro posizione rispetto al Canale della Piena delle Murge, proprio all'attività deposizionale ed erosiva di quest'ultimo.

La carta idrogeomorfologica (Tav.2), consente di avere una visione d'insieme di tutti gli elementi morfologici appena elencati con l'aggiunta di ulteriori informazioni ed elementi caratteristici del territorio; ad esempio è importante relazionare l'informazione topografica e idrografica con quella litologica. Il reticolo idrografico, così come tracciato da parte dell'AdB della Puglia, nel territorio di Canosa presenta corsi d'acqua più importanti quali il Torrente Locone, il Canale della Piena delle Murge e l'incisione di Valle Marchesa i quali hanno un andamento orientato in direzione nord-ovest/sud-est e rappresentano reticoli tributari del F. Ofanto che scorre lungo il confine comunale del territorio in oggetto in direzione nord-est/sud-ovest. Vi è inoltre una serie di incisioni che alimentano, nonostante il presumibile regime idraulico effimero, i suddetti corsi d'acqua il cui andamento topografico è ben visibile nella cartografia allegata (Tav.2). Si sottolinea inoltre che il reticolo idrografico risulta in alcuni punti obliterato, in particolare in corrispondenza di piccoli reticoli tributari del Canale della Piena delle Murge e del T. Locone.

Una particolarità del territorio di Canosa è la presenza di piccole sorgenti posizionate nel settore a sud-ovest del territorio comunale in prossimità del limite litologico tra terreni a prevalente componente ruditica e terreni a prevalente componente pelitica; tale terreni in relazione alla granulometria fine e a bassi valori di permeabilità fungono il genere da materiale 'tampone' rispetto al deflusso delle acque sotterranee determinando, in corrispondenza del contatto tra terreni a maggiore permeabilità e terreni a minore permeabilità, venute naturali d'acqua.

Si inseriscono nello scenario morfologico del territorio anche opere antropiche quali cave e discariche, accuratamente riportate nello stralcio della carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia (Tav. 2). Le discariche sono in genere di tipo controllato e ubicate alcune a sud di Canosa su affioramenti rocciosi prevalentemente calcareo-dolomitici ed altre in vicinanza del T. Locone su substrati a componente arenitica e siltoso/sabbiosa. Le cave sono state ricavate prevalentemente su substrato arenitico (Calcarenite di Gravina) e sono ubicate a sud di Canosa, nei pressi del T.Locone, vi sono inoltre cave isolate rispettivamente in prossimità di Masseria Protico e Masseria Sinesi nord-est di Canosa, in località Quiraldi, in loc. Posta Locone e in prossimità di Masseria Spagnoletti.

Al fine di approfondire la caratterizzazione morfologica del territorio sono state prodotte le carte della pendenza (Tav. 3a, 3b,3c,3d) in scala 1:10000, realizzate mediante elaborazione digitale in ambiente GIS finalizzata a produrre un DTM locale (Digital Terrain Model) sulla base del quale elaborare nel dettaglio tutti i ranges di pendenza espressi in gradi per l'intero territorio comunale.

Nella Tav. 3a si osserva come la porzione di territorio posta a sud-ovest sia caratterizzata da pendenze molto blande comprese prevalentemente tra 0 e 1 grado. Sono più ridotte le aree in cui le pendenze sono comprese tra 1 e 4 gradi e infine ci sono solo aree ristrette laddove la pendenza è compresa tra 4 e 9 gradi e 9 e 16 gradi.

Anche nella Tav. 3b si osservano vaste aree con pendenza compresa tra 0 e 4 gradi; pendenze maggiori comprese tra 4 e 9 gradi sono ubicate in corrispondenza degli orli di terrazzo morfologico, e in corrispondenza degli affioramenti calarenitici in prossimità del T. Locone. Pendenze comprese tra 9 e 16 gradi si manifestano lungo il corso del T. Locone subito al piede degli orli di terrazzo morfologico che bordano in sinistra idraulica il torrente; stesso range di pendenza si rileva anche in corrispondenza di alcune aree costituite da roccia calcarenitica in affioramento. Infine aree a pendenza decisamente più elevata compresa tra 16 e 47 gradi si sono rilevate in corrispondenza delle aree estrattive prossime al Locone, le cui pareti evidentemente mostrano pendenze elevate così come elaborato dal software.

Nella Tav. 3c si evidenziano con maggiore frequenza aree a maggiore pendenza con ranges compresi tra 9 e 47 gradi. In realtà ciò è dovuto alla presenza in questa parte di territorio di diverse incisioni naturali in corrispondenza delle quali si sviluppano valli con fianchi anche parecchi ripidi.

Situazione analoga si evidenzia nella Tav. 3d; anche in questo caso si osservano ampie aree con debole pendenza e aree in cui si evidenziano pendenze significative in corrispondenza delle valli incise dal deflusso superficiale.

A completamento dello scenario geomorfologico si è ritenuto dover produrre delle carte tematiche che potessero individuare l'orientazione dei versanti. Le carte dell'esposizione dei versanti (Tav. 4a, 4b, 4c, 4d), sono state anch'esse elaborate a partire da un DTM locale, e consentono di individuare sulla base di particolari scale cromatiche, l'orientazione di un versante rispetto al nord geografico. Ciò consente di individuare in maniera più immediata la presenza di displuvi o impluvi, o statisticamente osservare nell'ambito del territorio interessato quali sono le aree maggiormente esposte ad agenti esogeni erosivi predominanti, quali ad esempio gli effetti di impatto con i venti o le precipitazioni.

Poichè il territorio di Canosa di Puglia è caratterizzato da diverse incisioni che nel corso del tempo hanno dato luogo, in relazione a fenomeni erosivi, allo sviluppo sia di particolari lineamenti morfologici che di versanti più o meno estesi, sono state prodotte 'Carte morfologiche dei versanti' (Tav. 10a, 10b, 10c, 10d), nelle quali si evidenziano tali tematismi.

Nelle suddette tavole sono riportati per l'intero territorio comunale tutte le aree in cui sono stati rilevati sia cigli di versante/orli di scarpata, sia ripe di erosione fluviale (art. 3 09 NTA PUTT/P Regione Puglia). Sono state inoltre evidenziate nella porzione a monte, sia dei cigli di versante/orli di scarpata che delle ripe di erosione fluviale, delle fasce di pertinenza definite come "aree annesse" in virtù del fatto che tali elementi morfologici possano far pensare a processi di destabilizzazione in corrispondenza del versante e pertanto si è ritenuto opportuno segnalare un'area di rispetto, avente a monte dell'elemento morfologico evidenziato, un'ampiezza planimetrica di 50 metri.

A valle dei cigli di versante/orli di scarpata e delle ripe di erosione fluviale sono state evidenziate aree con "potenziale di instabilità medio e elevato" (Tav. 10a, 10b, 10c, 10d). Tali aree sono ubicate, come è possibile osservare sulle tavole, proprio in corrispondenza dei versanti aventi una pendenza compresa tra 9 e 16 gradi per le aree a medio potenziale di instabilità e compresa tra 16 e 47 gradi per le aree a elevato potenziale di instabilità.

Esse si sviluppano prevalentemente a valle degli elementi morfologici precedentemente definiti e sono state direttamente ricavate dall'analisi di un DTM locale e riconducibili alle Tavole 3a, 3b, 3c, 3d (Carta delle pendenze).

Infine essendo tali aree definite e guidate dalla reale morfologia del terreno, hanno un'estensione planimetrica non definibile secondo un buffer prestabilito, come è stato invece possibile fare per i tratti a monte degli elementi morfologici in questione, lasciando supporre che tutte le aree che rientrano tra quelle definite come a potenziale medio ed elevato di instabilità debbano essere considerate come aree potenzialmente instabili.

6. INDAGINI GEOFISICHE

6.1 Normativa di riferimento

La città di Canosa ricade in zona 2 (nuova classificazione sismica del territorio italiano, O.P.C.M. 3274) con un'accelerazione orizzontale massima convenzionale (ag), su suolo di categoria A, di 0,25g, come si evince dalla seguente tabella.

Zona	Intervallo di pertinenza della PGA (10% in 50 anni)	Ag max
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Le più recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (14/01/2008) e l'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di ag e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito http://esse1.mi.ingv.it/.

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra 0.175-0.200 g, come evidenziato nella figura a, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno TR=475 anni), riferita a suoli rigidi (categoria A, Vs30>800m/sec).

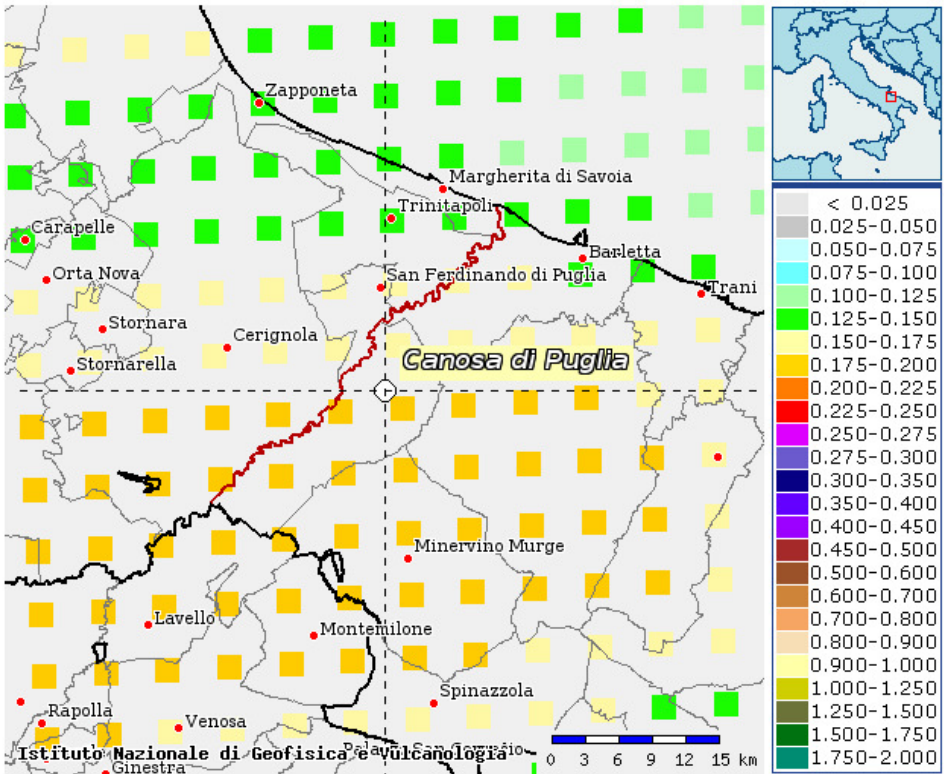


Figura a - Mappa della pericolosità sismica per il sito in esame (Ordinanza PCM. n. 3519/2006)

La sismicità storica di Canosa è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04. Il database è stato realizzato nell'ambito delle attività del TTC (Tema Trasversale Coordinato) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile.

Per ciò che concerne la sismicità del territorio comunale di Barletta, essa è riassunta graficamente nel diagramma di Figura b.

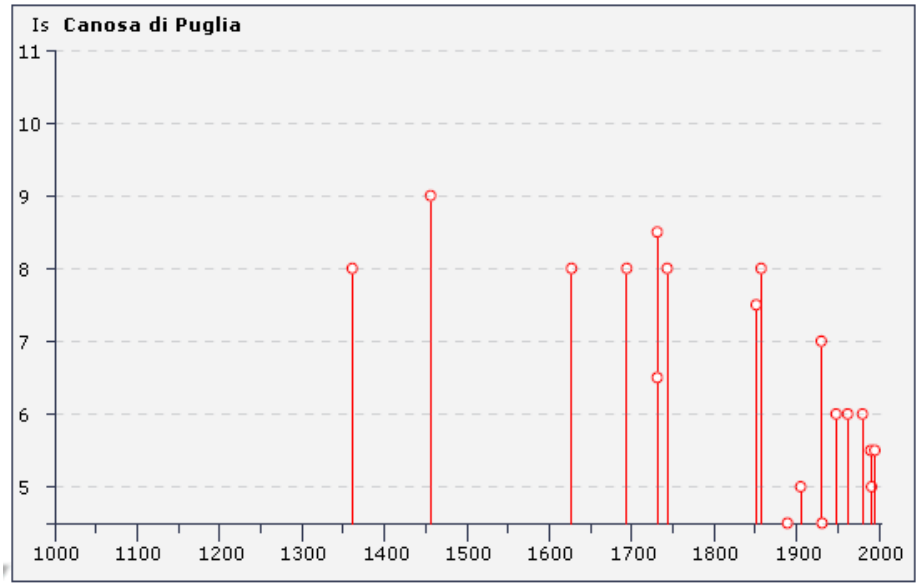


Figura b

Nella successiva Tabella 1, invece, sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Nella tabella sono indicate oltre alla stessa intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi) e l'ora (Or) in cui si è verificato l'evento, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la magnitudo momento (Mw).

Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
8	1361 07 17 19 30	Ascoli Satriano	9	6.06
9	1456 12 05	MOLISE	10	6.96
8	1627 07 30 10 50	Gargano	10	6.73
8	1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata	10-11	6.87
8-9	1731 03 20 03	Foggiano	9	6.34
6-7	1731 10 17	FOGGIA	6-7	5.21
8	1743 02 20 16 30	Basso Ionio	9-10	6.90
7-8	1851 08 14 13 20	Basilicata	9-10	6.33
8	1857 12 16 21 15	Basilicata	10-11	6.96
4-5	1889 12 08	APRICENA	7	5.55
3	1892 04 20	GARGANO	6-7	5.15
3-4	1892 06 06	TREMITI	6-7	5.07
NF	1899 08 16 00 05	IRPINIA	6	4.83
5	1905 09 08 01 43 11	Calabria	11	7.06
2-3	1905 11 26	IRPINIA	7	5.32
4	1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata	8-9	5.87
3	1925 07 28 03 33	CERIGNOLA	6	4.83
7	1930 07 23 00 08	Irpinia	10	6.72
4-5	1931 12 03 09 32	CERIGNOLA	6-7	4.62

Tabella 1

4	1933 03 07 14 39	BISACCIA	6	5.13
4	1937 07 17 17 11	SAN SEVERO	6-7	5.07
6	1948 08 18 21 12 20	Puglia settent.	7-8	5.58
4	1951 01 16 01 11	GARGANO	7	5.27
4	1953 07 19 18 46	S.GIOVANNI ROTONDO	5-6	4.70
3	1956 01 09 00 44	GRASSANO	6-7	5.03
6	1962 08 21 18 19 30	Irpinia	9	6.19
3	1963 02 13 12 45	TITO	7	5.26
3	1967 12 09 03 09	ADRIATICO MER.	6	4.83
6	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
NF	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68
NF	1984 05 07 17 49 42	Appennino abruzzese	8	5.93
5-6	1990 05 05 07 21 17	POTENTINO	7	5.84
5	1991 05 26 12 25 59	POTENTINO	7	5.22
5-6	1995 09 30 10 14 34	GARGANO	6	5.22
2-3	1996 04 03 13 04 35	IRPINIA	6	4.92

Tabella 1

6.2 Prospezione sismica

L'indagine sismica è consistita nell'esecuzione di 20 profili sismici a rifrazione con onde longitudinali (onde P) e con l'analisi delle onde superficiali (metodo "Re.Mi.").

Tutti i profili hanno lunghezza di 60 metri, sono stati eseguiti con 12 geofoni e distanze intergeofoniche di 5 metri; sono stati effettuati scoppi coniugati con l'aggiunta di uno scoppio interno ai profili.

L'ubicazione di dettaglio per ogni profilo è mostrata nel rispettivo Allegato A.

E' stato utilizzato un sismografo OYO a 48 canali (mod. MC SEIS–SX 48), con acquisizione computerizzata dei dati.

Per generare le onde sismiche longitudinali è stata utilizzata una sorgente del tipo "mazza battente" su piastra. Come rilevatori sono stati adoperati geofoni verticali a 14 Hz.

I tempi di arrivo delle onde P, letti sui sismogrammi sperimentali mostrati, sono riportati nei diagrammi tempo-distanza "dromocrone" allegate (Allegato A).

L'interpretazione delle dromocrone è stata effettuata con il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M).

Negli allegati (Allegato A) "sezioni sismolitostrafigrafiche" vengono mostrati i risultati della sismica a rifrazione ed una loro interpretazione litologica. I risultati hanno permesso di suddividere l'area d'indagine in 6 diverse litologie, in buon accordo con la letteratura geologica locale.

Dalla più recente alla più antica si può schematizzare l'area in questo modo:

- **Terreno vegetale e/o di riporto** di natura variabile da sabbioso-calcarenitica a limoso-sabbioso-argillosa (Vp compresa tra 400-950 m/sec e Vs tra 120-400 m/sec);
- **Depositi alluvionali misti** in prevalenza costituiti da sabbie e ghiaie in matrice limoso-argillosa (Vp compresa tra 710-1450 m/sec e Vs tra 270-450 m/sec);
- **Depositi marini** costituiti prevalentemente da sabbie quarzose talvolta leggermente limose e limi-sabbioso-argillosi (Vp compresa tra 650-950 m/sec e Vs tra 240-430 m/sec);
- **Terreni argillosi e limosi e/o marne argillose** (Vp compresa tra 1250-1920 m/sec e Vs tra 310-640 m/sec);
- **Calcareniti** da poco a mediamente cementate (Vp compresa tra 880-2150 m/sec e Vs tra 420-1050 m/sec);
- **Calcari detritici** a grana fine (Vp compresa tra 2600-3000 m/sec e Vs tra 1450-1600 m/sec).

Per ciò che concerne le caratteristiche fisiche dei mezzi investigati nella tabella che segue sono mostrati tutti i valori delle velocità sismiche, il coefficiente di Poisson ed i valori dei moduli dinamici E (di Young), G (di taglio) e K (di incompressibilità), espressi in Kg/cm^2.

Questi valori sono calcolati per densità unitaria (1,0 g/cm^3), dunque per ottenere i moduli corretti è sufficiente moltiplicarli per la densità reale dei terreni.

I valori di Vs, sono stati ottenuti tramite l'analisi delle onde superficiali (metodo Re.Mi.).

Vp = velocità onde longitudinali in m/sec

Vs = velocità onde trasversali in m/sec

P = coefficiente di Poisson

γ= densità in g/cm^3

E = modulo dinamico di Young in Kg/cm^2

G = modulo dinamico di taglio in Kg/cm^2

K = modulo dinamico di incompressibilità in Kg/cm^2

PROFILO 1

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
480	200	0,39	1	1139	408	1807
1250	310	0,47	1	2878	981	14636

Vs30= 330 m/sec
Classe "C"

PROFILO 2

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
450	130	0,45	1	502	172	1836
1100	540	0,34	1	7982	2976	8380
1630	850	0,31	2	38727	14745	34563

Vs30= 600 m/sec
Classe "B"

PROFILO 3

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
500	240	0,35	1	1587	588	1767
800	240	0,45	1	1705	588	5747
1850	400	0,48	1	4818	1633	32747

Vs30= 310 m/sec
Classe "C"

PROFILO 4

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
480	240	0,33	1	1567	588	1567
840	400	0,35	1	4419	1633	5023
1750	400	0,47	1	4808	1633	29073

Vs30= 390 m/sec
Classe "B"

PROFILO 5

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
460	220	0,35	1	1335	494	1501
720	300	0,39	1	2562	918	4065
1300	400	0,45	1	4727	1633	15068

Vs30= 330 m/sec
Classe "C"

PROFILO 6

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
500	230	0,37	1	1475	540	1831
1150	580	0,33	1	9127	3433	8918

Vs30= 490 m/sec
Classe "B"

PROFILO 7

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
480	200	0,39	1	1139	408	1807
1280	650	0,33	1	11436	4311	10970

Vs30= 420 m/sec
Classe "B"

PROFILO 8

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
540	230	0,39	1	1500	540	2256
1300	370	0,46	1	4068	1397	15382
1700	580	0,43	1	9846	3433	24913

Vs30= 460 m/sec
Classe "B"

PROFILO 9

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
420	150	0,43	1	655	230	1494
1450	280	0,48	1	2369	800	20387
1830	580	0,44	1	9915	3433	29596

Vs30= 350 m/sec
Classe "C"

PROFILO10

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
450	130	0,45	1	502	172	1836
1250	270	0,48	1	2195	744	14952
1900	520	0,46	1	8054	2759	33158

Vs30= 340 m/sec
Classe "C"

PROFILO 11

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
420	150	0,43	1	655	230	1494
740	340	0,37	1	3223	1180	4015
1200	450	0,42	1	5861	2066	11939
1800	640	0,43	1	11934	4180	27488

Vs30= 460 m/sec
Classe "B"

PROFILO12

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
400	150	0,42	1	651	230	1327
1920	490	0,47	1	7179	2450	34350

Vs30= 380 m/sec
Classe "B"

PROFILO13

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
950	400	0,39	1	4546	1633	7032
2150	1050	0,34	1	30226	11250	32168
3000	1600	0,30	1	67983	26122	57007

PROFILO14

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
440	210	0,35	1	1217	450	1376
950	430	0,37	1	5174	1887	6694
1400	720	0,32	1	13967	5290	12947

PROFILO15

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
400	170	0,39	1	820	295	1239
710	320	0,37	1	2868	1045	3751
1600	500	0,45	1	7377	2551	22721

PROFILO16

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
740	350	0,36	1	3390	1250	3921
2600	1450	0,27	1	54677	21454	40374

Vs30= 1280 m/sec
Classe "A"

PROFILO17

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
400	170	0,39	1	820	295	1239
950	430	0,37	1	5174	1887	6694

PROFILO18

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
410	120	0,45	1	427	147	1519
650	290	0,38	1	2361	858	3167
1600	500	0,45	1	7377	2551	22721

Vs30= 355 m/sec
Classe "C"

PROFILO19

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
540	260	0,35	1	1861	690	2056
1020	520	0,32	1	7309	2759	6937

Vs30= 405 m/sec
Classe "B"

PROFILO20

Vp	Vs	P	γ	E	G	K
480	220	0,37	1	1350	494	1693
880	420	0,35	1	4869	1800	5502
1300	650	0,33	1	11497	4311	11497

Vs30= 495 m/sec
Classe "B"

6.3 Analisi Re.Mi.

Il metodo Re.Mi. (refraction microtremor), mediante lo studio della dispersione delle onde di superficie (onde di Rayleigh e di Love), consente di ricavare un profilo verticale di velocità (Vs) delle onde trasversali.

Le onde di Rayleigh e di Love si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo omogeneo e isotropo e derivano dall'interferenza tra onde longitudinali (P) e onde trasversali (Sv). In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo; ovvero la velocità di propagazione cambia con la frequenza e le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità e, generalmente, hanno velocità di fase maggiore.

Tramite la registrazione di microtremori, usando uno stendimento con almeno 12 geofoni a bassa frequenza, il metodo ReMi permette un'acquisizione veloce senza sorgenti attive. Tale metodo risulta particolarmente idoneo ed efficace proprio in ambito urbano, laddove risulta abbastanza problematico l'utilizzo di tecniche a rifrazione per indagini fino a 30 m di profondità. Infatti, in ambito urbano l'abbondanza di rumore artificiale pluridirezionale e casuale, rappresenta un' abbondante ed efficiente sorgente di onde superficiali.

Nel nostro caso, è stato usato lo stesso sismografo adoperato per la prospezione sismica a rifrazione e geofoni da 4,5 Hz. Per ogni profilo sono state acquisite sei registrazioni di 16 secondi e frequenza di campionamento di 500 Hz.

I sismogrammi ottenuti sono stati elaborati con una trasformazione bidimensionale dal dominio tempo-distanza (t-x), al dominio velocità di fase-frequenza (p-f). E' stato così possibile analizzare l'energia di propagazione del rumore lungo tutte le direzioni della linea sismica e riconoscere le onde superficiali con carattere dispersivo.

I sei spettri di potenza p-f ottenuti per ogni profilo sono stati sommati e sullo spettro risultante sono stati individuati una serie di punti sul confine inferiore dell'area ad alta energia. Tali valori sono stati riportati su un grafico periodo-velocità di fase ed è stata analizzata la relativa curva di dispersione. E' stato poi calcolato un modello ottimale di velocità di onde trasversali che giustifichi la curva di dispersione.

Negli allegati (Allegato A) "Analisi Re.Mi." sono riportati l'immagine p-f, il grafico periodo-velocità e il modello di velocità.

Sulla base dei valori di **Vs30** è possibile classificare il sottosuolo di fondazione in:

- **categoria A** profili 13 e 16 con **Vs30** rispettivamente di **1280** e **1300** m/sec;
- **categoria B** profili 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 17, 19 e 20 **Vs30** compresa tra **380-600** m/sec
- **categoria C** profili 1, 3, 5, 9, 10, 18 con **Vs30** compresa tra **310-355** m/sec

come prescritto dalle NTC (D.M. 14/01/2008), vedi tabella seguente.

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE	**PROFILO STRATIGRAFICO**	**PARAMETRI**		
		Vs30 (m/s)	**Nspt**	**Cu (kPa)**
A	*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi*	> 800		
B	*Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità*	< 800 > 360	> 50	> 250
C	*Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	*Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*	< 180	< 15	< 70
E	*Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800m/s*			
S1	*Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua*	< 100		< 20 > 10
S2	*Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti*			

6.4 Misure microtremori in campo libero con metodo HVSR di Nakamura

La campagna di indagini è stata completata con la realizzazione di n° 20 misure di microtremori in campo libero effettuate secondo il metodo "HVSR" di Nakamura che, attraverso il rapporto spettrale fra la componente orizzontale e quella verticale del *noise* (rumore), ha permesso di stimare la frequenza fondamentale di vibrazione del sottosuolo (Allegato B).

Le misure sono state effettuate con un TROMINO (Firmware aggiornato al 20/10/2007) che dispone di tre canali analogici connessi a tre velocimetri disposti secondo tre direzioni ortogonali:

- NS
- EW
- Alto-Basso.

Prima di dare inizio a ciascuna prova si è posta molta attenzione al posizionamento sul terreno dello strumento al fine di ottenere una buona interazione tra terreno e strumento, avendo cura di orientare lo stesso verso Nord.

Le misure sono state eseguite con una frequenza di campionamento di 128 Hz, e con tempo di acquisizione di 20 minuti.

Il moto del terreno amplificato e convertito in forma digitale è stato successivamente elaborato, secondo le direttive dal progetto di ricerca europeo SESAME, con il programma Grilla della Micromed per ottenere i parametri richiesti.

In fase di elaborazione è stata utilizzata una finestra di campionamento di 20 secondi, che è risultata la migliore in relazione al tempo totale di acquisizione.

Le misure che presentano disturbi dovuti a rumore antropico istantaneo o di breve durata sono state ripulite escludendo dall'analisi le finestre temporali interessate dal disturbo.

Le risultanze di ogni misura sono riassunte in un grafico, in cui in ascissa è riportata la frequenza di vibrazione f, ed in ordinata il rapporto H/V (Horizontal to Vertical spectral ratio) fig.1.

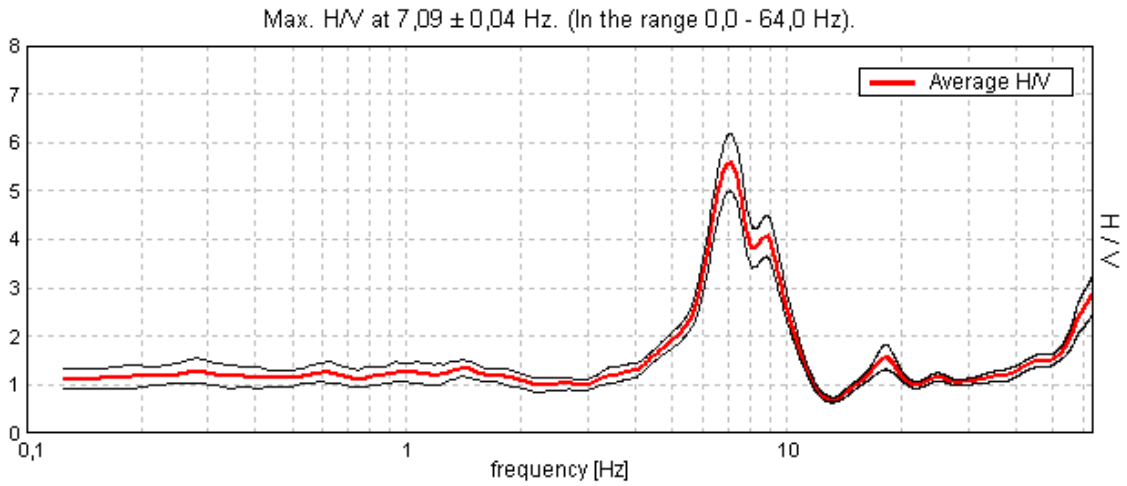


fig 1. grafico f H/V

La frequenza fondamentale di vibrazione del suolo è definita dal valore in frequenza corrispondente al massimo valore H/V registrato e visualizzato nel grafico con un picco.

Per definire un chiaro picco, devono essere soddisfatte le condizioni definite dalle direttive del progetto SESAME riportate in tabella 1

Va ricordato che il valore del rapporto H/V è tanto più grande quanto più è alta l'impedenza sismica di due sismostrati a contatto e che il valore di frequenza dipende dallo spessore del sismostrato e dalla velocità delle onde S ad esso riferite, così come descritto dalla seguente relazione

$$f = \frac{V_S}{4H}$$

Di seguito si riportano le risultanze delle 20 misure effettuate.

Max. H/V at 7.09 ± 0.04 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	4.34 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3822.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz**	Exceeded 0 out of 210 times	OK	
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.531 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.00 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.00465| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02021 < 0.21719	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1589 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Tab. 1

6.5 Prospezione georadar

La metodologia G.P.R. (Ground Penetrating Radar) (Allegato C) consiste nella trasmissione-ricezione di impulsi elettromagnetici nella banda di frequenze radar (1-1000 Mega Hertz), attraverso appropriate antenne. Le onde elettromagnetiche ricevute, generalmente contenenti segnali riflessi, sono acquisite digitalmente tramite computer. Esse sono visualizzate, secondo sezioni tempo, in profili. Queste sezioni successivamente sono elaborate e interpretate. Per l'indagine effettuata sono stati eseguiti profili con la strumentazione radar "PULSE EKKO IV", con coppia d'antenne da 100 MHz. L'acquisizione dei dati è stata estesa fino a 400 nanosecondi.

Tali tempi, con velocità di propagazione normali degli impulsi radar e basse attenuazioni, sono sufficienti a raggiungere circa 20 metri di profondità di indagine. E' ben noto che, le frequenze più alte sono caratterizzate da una minore penetrazione ed una maggiore risoluzione, mentre le frequenze più basse sono caratterizzate da una più alta penetrazione ed una minore risoluzione.

La velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche è stata misurata con la tecnica CMP (COMMON MID POINT) e valutata anche attraverso l'analisi dei segnali riflessi iperbolici presenti sulle sezioni tempo.

Il processing dei dati è stato effettuato con software "GRADIX" della INTERPEX Ltd. Per migliorare il rapporto segnale/rumore le sezioni tempo sono state ottenute operando con diversi tipi di filtraggio di frequenza (dewow, passa alto, passa banda), rimuovendo attenuazioni e sfondo, amplificando con funzione esponenziale per finestre di tempo in AGC (controllo automatico dell'amplificazione), eliminando spikes, ecc. Le sezioni tempo sono state convertite in sezioni profondità, operando con velocità costante di 10 cm/nanosec, ricavata dall'analisi di velocità effettuata.

La profondità dei profili radar è stata visualizzata fino a 15 metri dal piano campagna, in quanto non sono stati rilevati segnali utili oltre tale profondità, per cui si è preferito ingrandire e visualizzare meglio i segnali presenti fino ai limiti fissati.

Nell'area oggetto d'indagine (Allegato C) (Fig.1 – Ubicazione aree d'indagine) sono stati eseguiti 11 profili radar, di cui 8 nell'Area "A" (Fig. 2 – Ubicazione profili radar Area "A") e 3 nell'Area"B" (Fig. 3 – Ubicazione profili radar Area "B").

La lunghezza lineare totale degli 11 profili è di 1077.5 metri.

6.5.1 Analisi dei risultati

Occorre precisare che tutti i segnali radar registrati si mostrano disturbati e complessi poiché l'ambiente investigato è circondato da edifici al di sopra del piano stradale e da sottoservizi al di sotto di questo.

Dallo studio dettagliato delle sezioni radar allegate sono state individuate ed evidenziate le anomalie, costituite da segnali iperbolici che sono generati da contrasti di costanti dielettriche e, quindi, da discontinuità litologiche, presenti nel sottosuolo.

Tutte le anomalie riconosciute sono state distinte per entità, indicando in rosso quelle di maggiore entità ed in blu quelle minori, e sono state evidenziate sulle sezioni radar allegate.

Nella figura 4 "Carta delle anomalie radar Area "A"" e nella figura 5 "Carta delle anomalie radar Area "B"" vengono mostrate posizione e profondità di rinvenimento delle anomalie individuate (Allegato C). Queste anomalie possono essere riconducibili a piccoli vuoti o discontinuità dovute a cambiamenti litologici e/o cavità riempite con materiale inerte.

6.5.2 Conclusioni

Dall'analisi dei dati acquisiti possono desumersi le seguenti considerazioni:

- sotto l'aspetto geologico-strutturale, il sottosuolo indagato sembra costituito da roccia calcarenitica piuttosto disomogenea, diversamente fratturata e carsificata. A profondità diverse potrebbero rinvenirsi, a luoghi, discontinuità dell'ammasso roccioso.
- Le anomalie riscontrate potrebbero associarsi a cambiamenti litologici e/o cavità riempite con materiale inerte.

7. ZONAZIONE SISMICA E INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A RISCHIO

Sulla base di quanto fino ad ora esposto in termini di sondaggi geofisici eseguiti sul territorio di Canosa è stato possibile estrapolare dai risultati ottenuti una mappa relativa alle caratteristiche sismiche e geotecniche dei terreni affioranti in tutto il territorio interessato (Tav. 8).

Il criterio che ha guidato la campagna geognostica è stato fondamentalmente quello di voler caratterizzare la risposta sismica locale, ossia 'tipizzare' da un punto di vista sismico le litologie affioranti. I punti di indagine sono stati pilotati dalla distribuzione areale delle varie litologie; pertanto, a guidare la caratterizzazione sismica locale, sono stati proprio i limiti litologici tra le varie formazioni, così come è possibile dedurre dalla Carta Geologica d'Italia, della quale per il territorio di Canosa si riporta uno stralcio nella già citata Tavola 1.

Sono stati eseguiti dei sondaggi geofisici, la cui tipologia e ubicazione con i relativi risultati sono menzionate nel paragrafo 6 e negli allegati grafici (Allegato A, B, C), attraverso i quali si è giunti a sintetizzare la stratigrafia e quindi la caratterizzazione sismica locale rappresentata in 5 classi.

Le 5 classi sismiche dei terreni sono individuate nella Tavola 8, dalla quale oltre a percepire l'esatta distribuzione planimetrica delle stesse, guidata da ben definite classi cromatiche, si ottengono informazioni relative alla categoria di suolo, alla velocità di propagazione delle onde sismiche di tipo Sh fino a 30 metri di profondità (Vs30) e anche alla frequenza 'tipo' di oscillazione dei terreni investigati.

Risulta evidente che la caratterizzazione sismica eseguita, non essendo riferita ad aree confinate, ma all'intero territorio comunale, ci consente di esprimere dei ranges di valori per le varie grandezze rilevate, in quanto esse sono comunque oggetto di oscillazione del valore assoluto del dato spostandosi da un luogo all'altro.

Pertanto, effettuando una media dei dati ottenuti per ogni area investigata ed un accorpamento per litologie molto simili tra loro, si è giunti ad una 'Carta della categoria sismica del suolo' (Tav. 8) per l'intero territorio comunale di Canosa di Puglia.

Nell'ottica delle finalità del presente studio è stato possibile individuare, nell'ambito dell'intero territorio di Canosa di Puglia, aree potenzialmente a rischio (Tav. 9a, 9b, 9c, 9d).

Queste aree si suddividono in due categorie: aree a potenziale rischio geomorfologico e aree a potenziale rischio per la presenza nel sottosuolo di cavità antropiche, con l'aggiunta di tutte le cavità ad oggi censite.

Per quanto concerne l'aspetto relativo alle cavità antropiche, sono state riportate nella Tavola 9c e 9d tutte le cavità antropiche e le aree coinvolte da crolli planimetricamente mappate e distribuite sull'abitato di Canosa.

Questa perimetrazione si è basata principalmente sui dati forniti dai tecnici comunali; inoltre si è considerato sia un precedente studio sui cedimenti e crolli nell'area urbana effettuato dal sottoscritto in occasioni di altri incarichi professionali (Frate–Paglionico Sogeo 1985) e sia sulla base delle indagini radar condotte in corrispondenza di due siti campione in aree urbane(cfr. par. 6.5), che hanno evidenziato la presenza di anomalie che potrebbero indicare la presenza di discontinuità e/o riempimenti dovute a bonifiche già effettuate.

Le aree a potenziale rischio geomorfologico (Tavole 9a, 9b, 9c, 9d) sono state ottenute intersecando tra loro informazioni riguardanti la pendenza delle aree e informazioni riguardanti la classe di suolo.

L'informazione areale sulle pendenze è stata ottenuta dall'elaborazione di un DTM locale in ambiente GIS. Lo step successivo è consistito nell'estrapolare le aree aventi valori di pendenza in gradi più significativi ai fini della stabilità (da 9° a 47°). Sono state inoltre messe in evidenza tutte le aree aventi categoria sismica di suolo più scadente (B-C) e dall'intersezione tra questi dati è stato possibile individuare le aree ritenute potenzialmente più esposte ad instabilità geomorfologica.

8. CONCLUSIONI

Il PUG.(Piano Urbanistico Generale) è uno strumento di disciplina urbanistica a livello comunale che definisce le direttrici di sviluppo nel territorio comunale degli insediamenti, dei sistemi delle reti infrastrutturali e delle connessioni con i comuni limitrofi, stabilendo quali siano le trasformazioni fisiche e funzionali ammissibili. Appare chiaro, quindi che le scelte di fondo sullo sviluppo urbanistico della Città vengano precedute da studi sui caratteri fisici del territorio.

Il presente studio, quindi, è stato condotto, attraverso indagini dirette ed indirette, alla definizione di particolari problematiche geologiche, morfologiche ed idrografiche, rapportate alla caratterizzazione sismica locale, per l'individuazione di aree a maggior rischio di degrado del suolo e del sottosuolo. (Tav. 9a, 9b, 9c, 9d).

La mappatura delle aree a rischio ha tenuto conto di due aspetti: quello relativo al problema delle cavità antropiche e delle aree di pertinenza ad esse connesse, e quello relativo ad aree con potenziale rischio geomorfologico.

In particolare nelle Tavole 9c e 9d si è ritenuto riportare in verde tutta l'area urbana che si presume ad oggi possa essere interessata da fenomeni di dissesto, nella quale ricadono tutte le cavità antropiche attualmente censite e che pertanto andrebbe sottoposta ad uno studio di estremo dettaglio, per poter definire con esattezza sia l'ubicazione che lo sviluppo planimetrico delle stesse, sia l'entità del rischio che da esse può scaturire su tutto l'abitato.

Infine, si tiene a precisare che il contorno esterno della superficie contraddistinta con il verde nelle Tavole 9c e 9d, laddove possibile, è stato posto ad una distanza di 30 m dalle cavità più prossime censite nell'eventualità, in accordo con quanto affermato nell'*Atto di indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio cavità sotterranee* (25 Luglio 2006) emanato dall'Autorità di Bacino della Puglia, che esse possano essere definite come aree di tipo PG3 (aree a rischio geomorfologico molto elevato), regolamentate dalle NTA del PAI della Puglia.

In riferimento alle Tavole 9a, 9b, 9c, 9d, le aree contrassegnate dal retino viola, rappresentano porzioni del territorio con un potenziale rischio geomorfologico. In tale contesto si è preferito usare il termine di 'potenziale rischio' in quanto non è stato sviluppato un modello di stabilità di tali aree; tuttavia sulla base di un'analisi della pendenza, della classe sismica di suolo e della natura dei terreni sui quali esse si trovano, si ritiene possano essere aree potenzialmente instabili.

Appare chiaro, quindi, che le risultanze di questi studi rappresentino uno strumento per determinate scelte territoriali ed un supporto di base per successivi approfondimenti ed analisi di dettaglio necessari per qualsiasi intervento puntuale.

Dall'analisi dei risultati ottenuti, inoltre, si possono formulare delle direttrici d'intervento pubblico per l'attenuazione del rischio di instabilità del suolo e del sottosuolo di Canosa.

Si ritiene, quindi, per le aree segnalate a maggior rischio morfologico, di programmare studi specifici di analisi di stabilità con precedenza a quelle aree più vicine al centro urbano.

Per le aree a rischio per cavità sotterranee si ritiene procedere con il programma già in atto di censimento e di risanamento dei vuoti e alla formulazione di un programma di indagini teso alla definizione tridimensionale di dettaglio della formazione calcarenitica presente nel sottosuolo di tutto il territorio comunale, al fine di una ben precisa delimitazione dell'ambiente in cui potrebbero collocarsi le stesse cavità.

Non si potrà inoltre prescindere dal controllo sia delle acque meteoriche che delle falde superficiali e sospese che quasi sempre rappresentano la causa principale di tutti i fenomeni di instabilità descritti.

BIBLIOGRAFIA

F. Boenzi, G. Palmentola, P. Pieri, A. Valduga, – Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 del Foglio 165-176 'Trinitapoli e Barletta' (1971)

M. Frate., A. Paglionico SOGEO 1985 – Indagini geologiche e geologico-tecniche nel territorio di Canosa di Puglia. Cedimenti e crolli nell'area urbana.

www.sit.puglia.it

www.adb.puglia.it