Giornale di Geologia Applicata 3 (2006) 230-236, doi: 10.1474/GGA.2006-03.0-30.0123

Riqualificazione ambientale del settore sud dell'abitato di Castelmezzano (Basilicata)

Alessandro Guerricchio[1], Michele Lupo[2], Roberto Mastromattei[3]

[1]Alessandro Guerricchio, Università della Calabria, Facoltà d'Ingegneria, Dipartimento Difesa del Suolo, contrada San Antonello – 87040 Montalto Uffugo Sc. (CS) e-mail: guerrich@dds.unical.it
[2]Michele Lupo, Geologo Ingegnere, Viale Kennedy 3 – 75016 Pomarico (MT) e-mail: michel.lupo@tiscalinet.it
[3]Roberto Mastromattei, Ingegnere, Via Postiglione 12/a – Bari e-mail: mastro@studiomastromattei.191.it

Environmental reclamation of the south part of Castelmezzano country (Basilicata region – Potenza province)

ABSTRACT: In the S and SW area of Castelmezzano country (Basilicata Region – Potenza province) crops out widely the clay-sandstone facies of the Miocene Gorgoglione Flysch, invlolved by ancient landslides. At surface is extensively present a detritic blanket, made of landslide and alluvial-colluvial detritus. The geognostic investigation has emphasized in 3,50 m the blanket thickness, with seasonal groundwater circulation, able to affect the stability conditions of the area. These conditions make difficult all engineering works to environmental reclamation of the country area. The tourist development, to realize also with a panoramic square and a connected parking, was very difficult due to the inclined slope and fondational problems connected with the blanket instability during the digging. The lithological analysis, the boreholes and the geophysic surveying have allowed to define a lot of geological-technical patterns based on lithological local conditions and conservation degree, valued by strata attitude, alteration level and structural characteristics of the soils. The stability tests, in static and pseudostatic conditions, have been carried out with different grounfwater levels, from saturated slope (ru=1) to dry slope (ru=0). Geotechnical probes have determined the variation ranges of shear strenght parameters, so in some stability tests a variable friction angle has been used. The stability tests have been also carried out examining the present natural slope condition and the improved slope conditions, connected with the consolidation works. In the after-works layout the water table depression due to the drainage, the reinforcing action of the piles under the parking building and the stabilization effect of the embankment have been considered. The whole designed works, finally, improve a general stability condition of the area, allowing the urbanistic and environmental reclamation.

Key terms: Gorgoglione Flysch, environmental reclamation, stability analysis, stabilization works
Termini chiave: Flysch di Gorgoglione, riqualificazione ambientale, verifiche di stabilità, interventi di stabilizzazione

Riassunto

Nel settore S e SW di Castelmezzano (PZ) affiora estesamente la facies pelitico-arenacea della Formazione del Flysch di Gorgoglione, interessata a luoghi da antichi movimenti gravitativi di massa. In affioramento è presente quasi dappertutto una coltre detritica, costituita da detriti di frana ed eluvio-colluviali, di spessore che le indagini geognostiche hanno indicato mediamente in 3.50 m e sede di una falda acquifera a carattere stagionale ma in grado di condizionare la stabilità dell'area.

Una siffatta situazione litostratigrafica rendeva problematico l'inserimento di qualsiasi intervento progettuale rivolto al recupero ambientale del comparto. La proposizione di una valorizzazione turistica, consistente nella realizzazione di una piazza panoramica con sottostante parcheggio, trovava grandi difficoltà di corretto posizionamento dell'opera per la clivometria del sito ed i problemi fondazionali legati ai differenti spessori della coltre detritica e alla sua potenziale instabilità durante gli scavi. Il rilievo litologico dell'area, suffragato dai sondaggi meccanici e da prospezioni geofisiche, ha consentito la definizione di diversi modelli geologico-tecnici sulla base delle locali condizioni litologiche e dello stato di conservazione dei terreni, valutato esaminando il diverso grado di rimaneggiamento, la disposizione degli strati e i caratteri strutturali dell'ammasso. Le verifiche di stabilità, sia statiche che dinamiche, sono state effettuate parametrizzando il livello della falda da pendio saturo (ru =1) a pendio anidro (ru=0). Le prove geotecniche di laboratorio hanno evidenziato intervalli di variazione dei valori dei parametri di resistenza al taglio e, pertanto, in alcune verifiche è stata attivata una parametrizzazione dell'angolo di attrito. Le analisi di stabilità sono state fatte sia nelle condizioni di pendio naturale sia nelle condizioni post-intervento introducendo gli effetti migliorativi prodotti dalle opere di consolidamento. Nella geometria post-interventi è stata introdotta la depressione del livello della

falda per effetto delle trincee drenanti, l'azione di contrasto delle strutture di sostegno sistemate a valle dell'opera da realizzare e l'azione stabilizzante del terrapieno in terra armata, addossato al prospetto lato valle dei corpi di fabbrica. Gli interventi proposti miglioravano le condizioni di stabilità dell'area consentendone il recupero urbanistico e ambientale.

1. Caratteri geologici territoriali

L'abitato di Castelmezzano sorge sul lato della dorsale appenninica lucana prospiciente la valle del fiume Basento ed è caratterizzato dalla presenza di terreni appartenenti al Flysch di Gorgoglione (Miocene medio-sup. Langhiano-Tortoniano) contraddistinto da quattro principali facies:
Facies arenaceo-pelitica: alternanza di arenarie quarzose ed argille siltose di colore grigiastro. Le arenarie, a grana da media a fine, sono in genere laminate e gradate e con intercalazioni conglomeratiche di circa un metro di spessore. Nell'ambito della successione fliscioide, Questa facies occupa la posizione stratigrafica più bassa ed è ben evidente lungo la strada di collegamento Basentana-Castelmezzano-Pietrapertosa e forma l'ossatura della dorsale dell'abitato di Castelmezzano.
Facies arenaceo-conglomeratica: conglomerati ed arenarie conglomeratiche miste ad arenarie quarzose grossolane in strati e banchi. Questa facies costituisce le singolari guglie-pinnacoli che sovrastano l'abitato.
Facies conglomeratica: conglomerati mal cementati formati da ciottoli ed abbondante matrice sabbioso-argillosa.
Facies pelitico-arenacea: argilliti, argille marnose ed argille siltose sottilmente stratificate con intercalazioni di livelli e banchi arenaci laminati e di conglomerati con spessore di qualche metro.

2. Litologia, geomorfologia e morfologia dell'area di riqualificazione ambientale

Le caratteristiche litologiche dell'ambito territoriale oggetto di riqualificazione ambientale sono rappresentate nella Fig.1, mentre la composizione del sottosuolo, ricostruita sulla base dei sondaggi meccanici e delle prospezioni sismiche sia in foro che di superficie, è indicata nella sezione di Fig.2. Dalla Fig.1 si evince che, oltre ai terreni delle facies pelitico-arenacea e arenaceo-conglomeratiche del Flysch di Gorgoglione, vi sono estese coperture detritiche (eluvio-colluviali e di frana) e di terreno di riporto. La facies pelitico-arenacea è stata attraversata dai sondaggi meccanici per una profondità di 26 m. I sondaggi e le indagini geofisiche hanno evidenziato che i livelli e i banchi arenacei, intercalati agli orizzonti pelitici, sono prevalenti nella fascia di sottosuolo compresa tra i 6 e i 14 m di profondità.

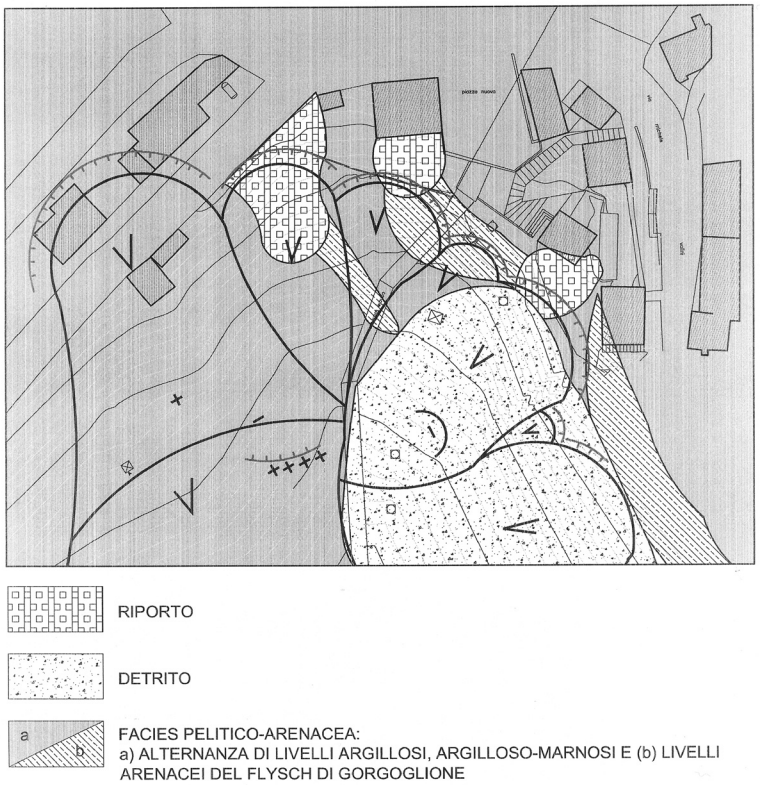

Fig.1 – Carta litologica dell'area di intervento
Geomorphological map of the intervention area

Le coperture detritiche (detriti di frana ed eluvio-colluviali), di spessore pari a circa 3,50 metri, a luoghi, sono formate da terreni limoso-argillosi con rari elementi lapidei dispersi nella massa, a luoghi risultano costituite da frammenti e blocchi lapidei eterogenei ed eterometrici in scarsa matrice limosa e limoso-argillosa. In genere, rappresentano i prodotti dell'azione dei fenomeni gravitativi di massa, a prevalente componente traslazionale, che hanno nel passato coinvolto la fascia più superficiale del sottosuolo. A valle di via Volini sono evidenti antiche forme di dissesto riconducibili a movimenti di scivolamento superficiale della coltre alterata della parte argilloso-marnosa della facies pelitico-arenacea.

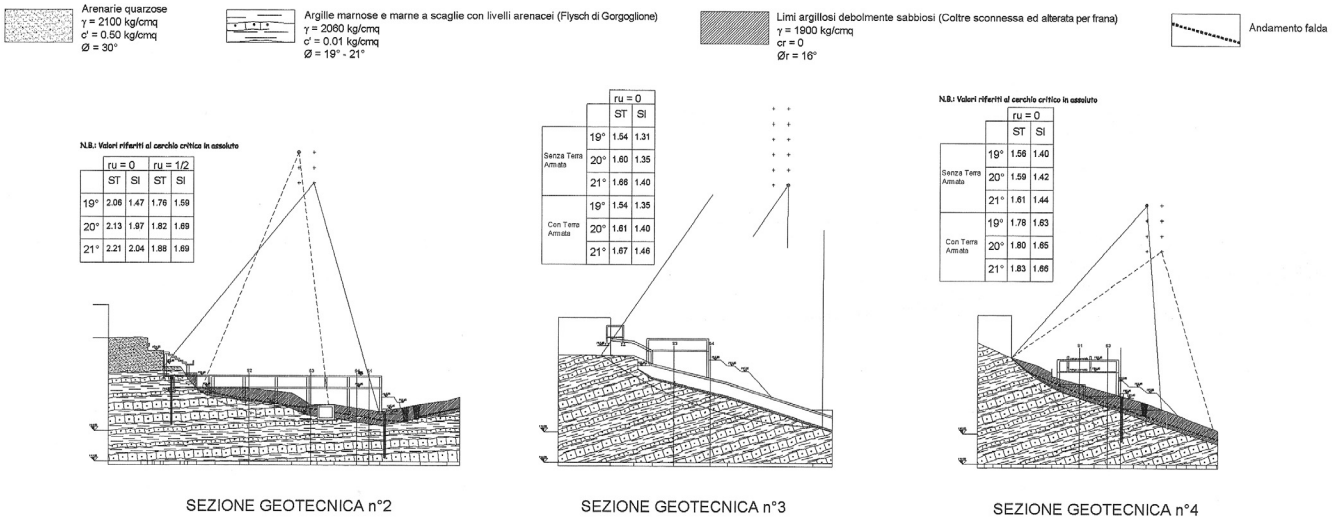

Fig.2 – Sezione geologica tipo con indicazione dei parametri geotecnici
Geological section with geotechnical strenght parameters

Dal punto di vista morfologico, nell'area sono presenti forme di erosione differenziata che si è sviluppata per la presenza di terreni con diverse caratteristiche di resistenza all'azione degli agenti esogeni. Nell'ambito della facies pelitico-arenacea, dove prevale la componente pelitica argillosa siltosa, si riscontrano pendenze lievi e configurazioni morfologiche dolci, dove, invece, prevale la componente argillitica, argillosa marnosa ed arenacea si hanno morfologie più aspre. Il reticolo idrografico è caratterizzato dalla presenza di un impluvio naturale, con sviluppo longitudinale, le cui acque sono convogliate in un canale tombato.

3. Acque sotterranee

A monte del lavatoio si registra la presenza di una serie di risorgenze. I terreni arenacei affioranti, in relazione alloro stato di fessurazione e fatturazione, hanno un certo grado di permeabilità e sono sede di una circolazione idrica sotterranea. La componente pelitica dell'affioramento allo stato integro e pseudo-integro, ha una scarsa permeabilità; pertanto, la circolazione idrica, correlata agli eventi meteorici e alla loro intensità, è limitata alla parte superficiale più aerata ed alterata. Quanto detto è confermato dai sondaggi meccanici che, nel periodo di perforazione (novembre 2002) non hanno intercettato alcuna falda acquifera. Le letture piezometriche, dopo 10 giorni dalla realizzazione delle terebrazioni, a seguito di piogge, hanno riscontrato livelli idrici alle seguenti profondità: S1 m 2.00 dal p.c.; S3 m 2.00 dal p.c.; S4 m 6.50 dal p.c..

4. Caratteristiche geotecniche dei terreni pelitici

Le analisi granulometriche rivelano una frazione argillosa ($d \leq 0.002$ mm)variabile tra il 18% e il 40%. Le percentuali "ghiaiose" e "sabbiose" sono ascrivibili alle argilliti più dure non disgregabili con le normali tecniche di analisi. Il campo di variazione delle frazioni granulometriche è rappresentato nel fuso di Fig.3.

Per quanto concerne i caratteri di plasticità, il limite liquido (LL) oscilla tra il 26.7% ed il 41.9%, il limite plastico (LP) tra il 17% ed il 23.4 %. L'indice di plasticità (IP) varia tra l'8,2% ed il 18,5%. Nell'abaco di plasticità di Casagrande i terreni sono classificati come argille a bassa e media plasticità (Fig.4).

Il contenuto in acqua (18 determinazioni) ha fornito valori compresi tra il 14.8% e il 21.6%. Il peso dell'unità di volume (24 determinazioni) presenta un minimo di 20 kN/m^3 e un massimo di 21.2 kN/m^3. Il valore medio è 20.63 kN/m^3, la deviazione standard 0.387 kN/m^3.

La resistenza al taglio è stata determinata con prove di taglio diretto di tipo CD su 4 campioni, tre dei quali hanno dato valori dell'angolo d'attrito di picco (ϕ) molto vicini tra loro, variabili tra 18.6° e 19.3°. L'altro campione ha fornito

un valore di ϕ nettamente discordante, pari a 26.6°. La spiegazione va ricercata nella eterogeneità di questi terreni, che sono costituiti da un'alternanza irregolare di livelletti di argilliti, di argille marnose e di limi argillosi. Il loro comportamento meccanico alla prova di taglio diretto è, pertanto, condizionato dalla presenza dell'una o dell'altra componente lungo il piano di taglio. La coesione assume sempre valori bassi, pari a 1-9 kPa. La retta di regressione (Fig.5), ottenuta dalla correlazione dei valori σ-τ relativi ai provini dei tre campioni con valori di ϕ poco dissimili tra loro, individua in termini di tensioni effettive i seguenti valori medi dei parametri di resistenza al taglio: $c' = 4$ kPa, $\phi' = 18.9°$. Il coefficiente di correlazione è elevato: 0.993. Nella stessa Fig.5 è riportata la retta rappresentativa del valore sperimentale più elevato di ϕ'. I parametri di resistenza al taglio residuo variano tra: c_r = 0-1 kPa, ϕ_r = 15.6°-16.8°.

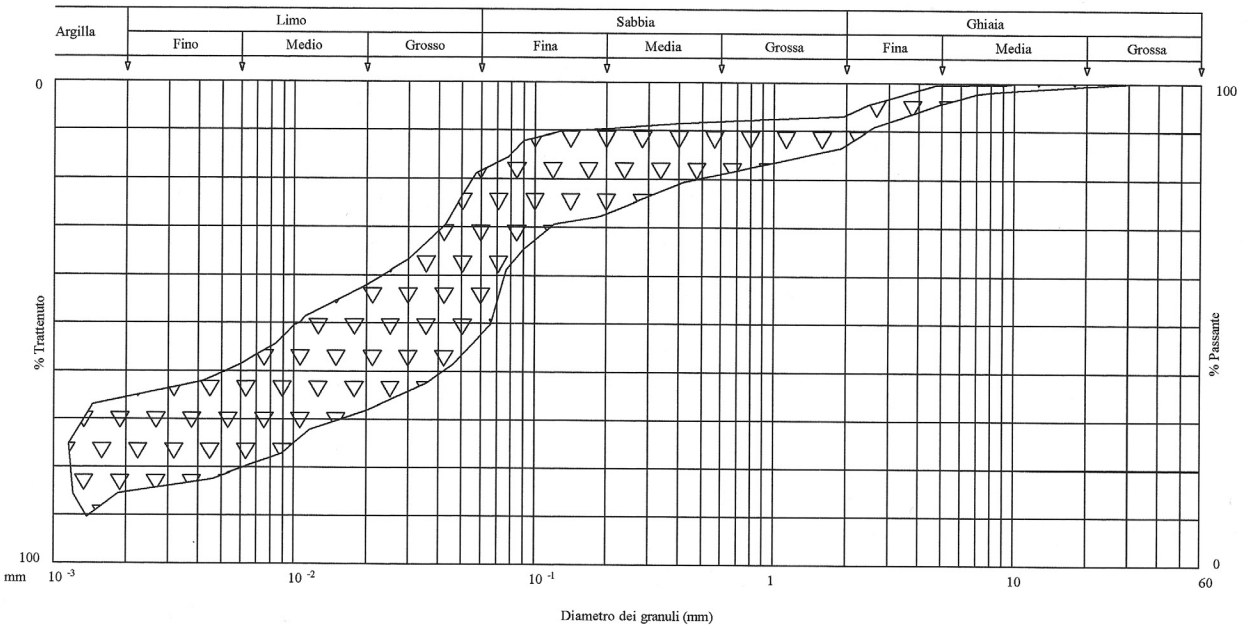

Fig.3 – Fuso granulometrico
Grain size distribution

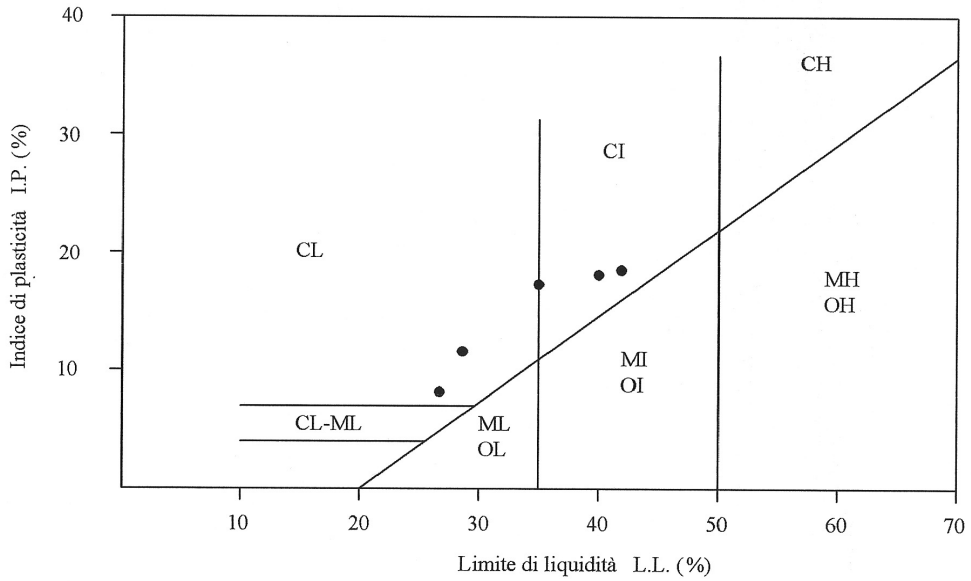

Fig.4 – Carta di plasticità
Plasticity Casagrande chart

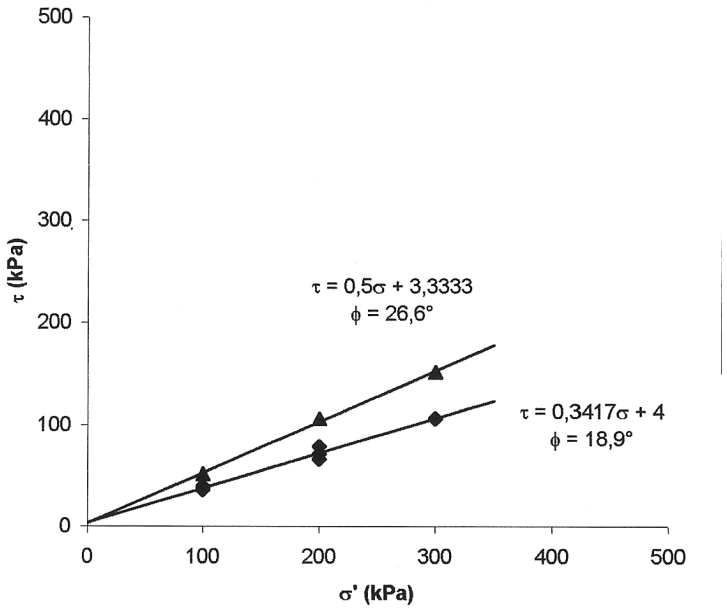

Fig.5 – Esiti delle prove meccaniche sul piano di Mohr con retta di regressione
Mechanical probes results in Mohr plane, representation with regression lines

5. Modello geotecnico del sottosuolo

Il modello geotecnico di riferimento per le verifiche di stabilità è rappresentato dai seguenti termini litologici, con le rispettive caratteristiche fisico-meccaniche:

- Arenarie quarzose:
  $\gamma = 21.0$ kN/m^3 $c' = 0.50$ kPa $\phi' = 30°$
- Terreni pelitico-arenacei:
  $\gamma = 20.6$ kN/m^3 $c' = 1$ kPa $\phi' = 19°$
- Coltre detritica:
  $\gamma = 19$ kN/m^3 $c_r = 0$ $\phi_r = 16°$

Le arenarie quarzose, intervengono solo nelle sezioni 1 e 2 per uno spessore poco significativo, nella parte sommitale attigua a via Volini. Per completezza di analisi esse sono state considerate, ma assumono importanza marginale nel modello geotecnico e non influenzano, pertanto, le valutazioni analitiche.

La coltre superficiale, dato il suo stato di alterazione e rimaneggiamento, è stata caratterizzata con i valori residui di resistenza al taglio, i terreni pelitici con il valore sperimentale più basso della coesione e con il valore medio dell'angolo di attrito.

La falda acquifera, nonostante le indagini geognostiche non ne abbiano rilevato una continuità sotterranea rimarcandone il carattere di adunamenti idrici stagionali condizionati dal maggiore o minore stato di disarticolazione della coltre detritica, è stata inserita con profondità pari a 2 m con il livello piezometrico che tende a rastremarsi verso le zone topograficamente più elevate.

6. Verifiche di stabilità

Per fornire un quadro più esaustivo delle condizioni di stabilità è stata effettuata una valutazione parametrica, facendo variare il valore dell'angolo d'attrito della formazione basale da 19° a 21°. Nel caso della sezione geotecnica 1, dove, procedendo in direzione via Volini, le pendenze diventano repentinamente più acclivi, è stato adottato il valore massimo dell'intervallo di variazione dell'angolo di attrito pari a 26°, in considerazione di differenti situazioni geologico-tecniche, con condizioni di resistenza al taglio nettamente migliori rispetto a quelle delle aree limitrofe, giustificate dalle seguenti circostanze locali:

- situazione litostratigrafica caratterizzata dall'emergenza della facies pelitico-arenacea con rastremazione della coltre detritica;
- conservazione di una struttura più integra della componente argillitico-marnosa.

Il livello piezometrico è stato considerato variabile dal piano campagna, per le sezioni della fascia centrale dell'area esaminata dove la configurazione morfologica favorisce la raccolta delle acque superficiali, a metà altezza della coltre detritica per le sezioni trasversali rispetto alla linea di massima pendenza, sino a falda depressa secondo il contatto coltre detritica – formazione basale. In particolare, le condizioni idrauliche sono state espresse dal rapporto $r_u = u/\gamma h$, dove u esprime il carico della pressione neutra sulla superficie di scivolamento e γh il carico della pressione del terreno situato tra il piano campagna e la superficie critica.

Le verifiche, in condizioni statiche e dinamiche, sono state eseguite secondo le quattro tracce riportate in planimetria, adottando una doppia configurazione, stato attuale e situazione post interventi.

Per le condizioni post interventi sono state messe in

conto la funzione drenante delle trincee che si spingono sino a 3.50 m dal piano campagna, l'azione di contrasto esercitata dalle strutture di sostegno sistemate a valle dell'opera da realizzare, per le quali sono state introdotte tensioni di taglio pari a quelle ammissibili (τ_{co} = 533 kPa) e l'azione stabilizzante del terrapieno in terra armata, addossato al prospetto lato valle dei corpi di fabbrica, finalizzato all'inserimento paesaggistico delle strutture.

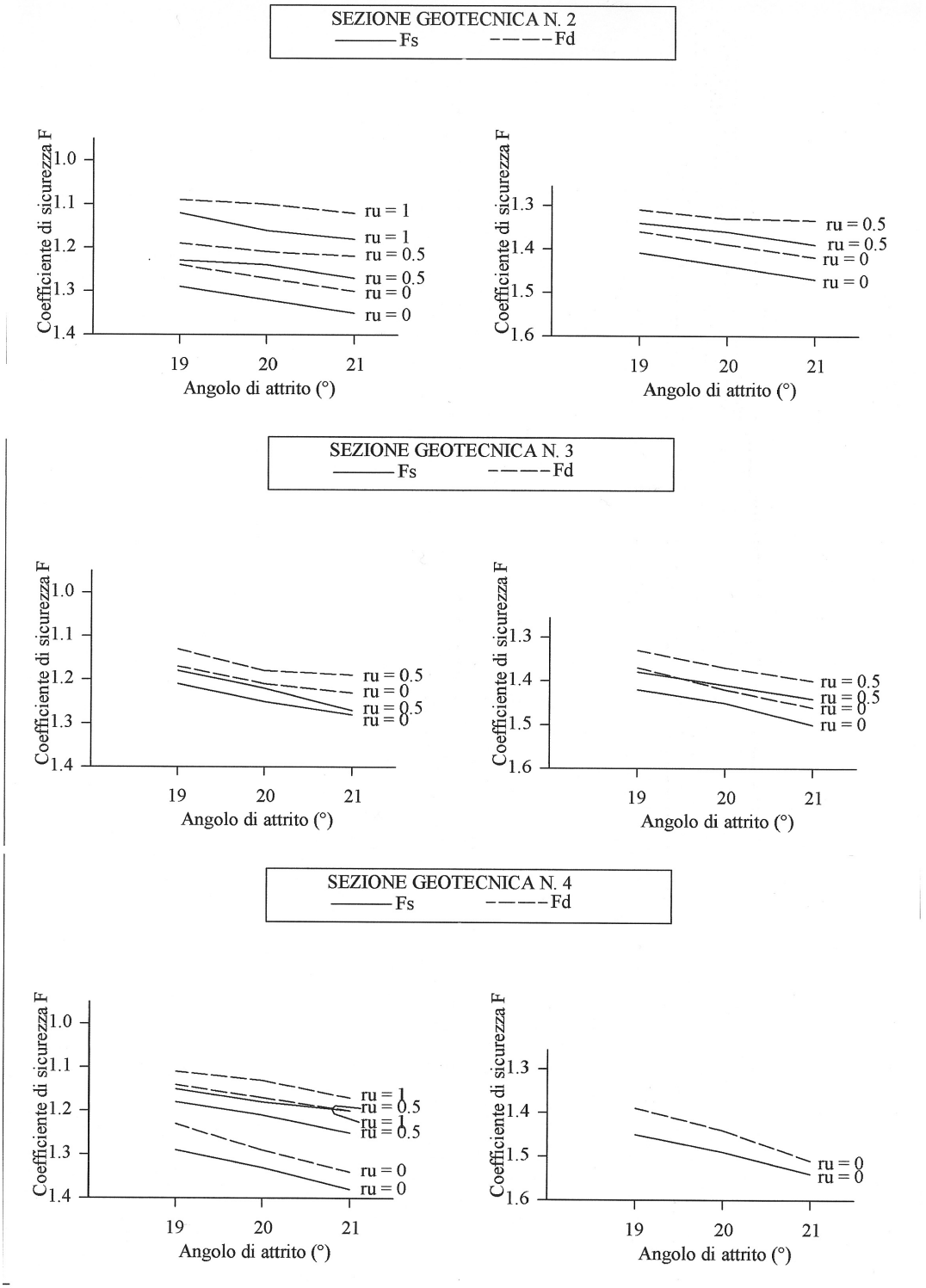

Fig.6 – Sintesi dei dati delle verifiche di stabilità
Stability analysis results

Nei grafici di Fig.6 sono rappresentate, per le sezioni n.2-3-4, a sinistra, le variazioni del coefficiente di sicurezza in condizioni statiche (Fs) e dinamiche (Fd), in funzione del valore dell'angolo attrito del substrato pelitico e per differenti condizioni idrauliche espresse da $r_u = 0$, $r_u = 0.5$, $r_u = 1$. In condizioni naturali, pur in assenza di azioni sismiche e di falda ($r_u = 0$) e per ϕ=19°, il coefficiente di sicurezza è sempre inferiore a 1.3, mentre per falda coincidente con il piano campagna ($r_u = 1$) si ha una drastica riduzione di F_S che assume valori intorno a 1.1. In condizioni post interventi, a destra, il coefficiente di sicurezza, pur introducendo le azioni sismiche e le peggiori condizioni idrauliche, espresse da $r_u = 0.5$ per l'azione drenante calmieratrice delle trincee, assume sempre valori maggiori di 1.3.

Per la sezione geotecnica 1, verificata assegnando, come detto, ai terreni pelitici un angolo d'attrito di 26°, i coefficienti di sicurezza Fs e Fd sono riportati nella Tab. 1, dalla quale si evince che in solo caso, in condizioni naturali, in presenza di sollecitazioni sismiche e per ru = 1, Fd (1.28) è di poco inferiore a 1.3. Gli interventi consentono di pervenire a fattori di sicurezza sempre maggiori di 1,3, anche considerando le condizioni idrauliche più sfavorevoli, corrispondenti a ru = 0,5.

Tab.1 – Valori del coefficiente di sicurezza statico (Fs) e dinamico (Fd) per la sezione geotecnica 1
Static and seismic stability coefficient value for the geotechnical section n.1

	Condizione di pendio naturale						Condizione post interventi			
	$r_u = 0$		$r_u = 0,5$		$r_u = 1$		$r_u = 0$		$r_u = 0,5$	
	Fs	Fd	Fs	Fd	Fs	Fd	Fs	Fd	Fs	Fd
ϕ=26°	1.55	1.47	1.45	1.39	1.35	1.28	1.58	1.53	1.48	1.40

7. Conclusioni

La realizzazione dei lavori di "Riqualificazione Infrastrutture Turistiche e Tutela Ambientale", con finalità di sistemare e valorizzare il settore sud e sud-occidentale dell'abitato di Castelmezzano (PZ), trovava difficoltà di attuazione nelle particolari condizioni geologico-tecniche del comparto territoriale di ubicazione, caratterizzato dalla presenza di una coltre detritica costituita da detriti di frana e da detriti eluvio-colluviali che mascherano i terreni della facies pelitico-arenacea del Flysch di Gorgoglione, formati da una successione irregolare di argilliti, argille marnose e limi argillosi con intercalazioni di livelli arenacei.

I differenti spessori trasversali del materiale detritico e la sua potenziale instabilità, suffragata da evidenze geomorfologiche di superficie, rappresentavano notevoli fattori di rischio per la realizzazione dei lavori. Sulla base di rilievi litologici di dettaglio e di informazioni delle indagini geognostiche, per tener conto delle condizioni litostratigrafiche locali, dello stato di rimaneggiamento dei terreni e dei loro caratteri strutturali, della disposizione degli strati rispetto alla sezione topografica di verifica, venivano definiti modelli geotecnici diversi che consentivano una accurata analisi di stabilità dei luoghi.

L'introduzione di elementi resistenti di tipologia diversa (paratia di pali ϕ600 e paratia in micropali ϕ220), a secondo delle caratteristiche geologico-tecniche delle zone di intervento, e il miglioramento delle condizioni di resistenza al taglio della parte superficiale del sottosuolo, attraverso trincee drenanti, hanno creato benefici per la stabilità generale dell'area elevando i valori del coefficiente di sicurezza e consentendo il recupero e la valorizzazione urbanistica ed ambientale dell'intero comparto territoriale.

Bibliografia

Guerricchio A., Lupo M. e Melidoro G., 2000. Condizionamenti geologici e deformazioni gravitative per la conservazione dell'antico abitato di Colobraro (Basilicata).- Convegno Geoben Torino 7-9 giugno 2000.

Guerricchio a., 2001. D.G.P.V., grandi frane e loro influenza sulle condizioni di stabilità di abitati, infrastrutture e sull'erosione dei litorali.III Congresso dell'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia: Sicilia a rischio. Dalla Previsione alla Prevenzione delle pericolosità geologiche. Agrigento, 13-16 settembre 2001