

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 3 - Dallo svincolo n. 5 "Grammichele" (compreso) allo svincolo n. 8 "Francofonte" (escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. PA897

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI - GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

	Dott. Ing. N. Granieri	Dott. Ing. M. Abram
	Dott. Ing. F. Durastanti	Dott. Ing. F. Pambianco
	Dott. Ing. V. Truffini	Dott. Ing. M. Briganti Botta
	Dott. Arch. A. Bracchini	Dott. Ing. L. Gagliardini
	Dott. Ing. L. Nani	Dott. Geol. G. Cerquiglini

MANDANTI:

	Dott. Ing. G. Guiducci	Dott. Ing. G. Lucibello
	Dott. Ing. A. Signorelli	Dott. Arch. G. Guastella
	Dott. Ing. E. Moscatelli	Dott. Geol. M. Leonardi
	Dott. Ing. A. Belà	Dott. Ing. G. Parente
	Dott. Arch. E. A. E. Crimi	Dott. Ing. L. Ragnacci
	Dott. Ing. M. Panfilì	Dott. Arch. A. Strati
	Dott. Arch. P. Ghirelli	Archeol. M. G. Liseno
	Dott. Ing. D. Pelle	
	Dott. Ing. D. Carlacchini	Dott. Ing. F. Aloe
	Dott. Ing. S. Sacconi	Dott. Ing. A. Salvemini
	Dott. Ing. C. Consorti	
	Dott. Ing. V. Rotisciani	Dott. Ing. G. Verini Supplizi
	Dott. Ing. G. Pulli	Dott. Ing. V. Piunno
	Dott. Ing. F. Macchioni	Geom. C. Sugaroni
	Dott. Ing. P. Agnello	

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



GEOLOGIA

Relazione geologica ed idrogeologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	SCALA:	
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.			
L0408Z	E	2101			
		CODICE ELAB.			
		T03GE01GEORE01			
			B		
B	Revisione a seguito campagna indagini 2021	Nov. 2021	G. Cerquiglini	F. Durastanti	N. Granieri
A	Emissione	Giu. 2021	G. Cerquiglini	F. Durastanti	N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	4
2	INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE	6
2.1	CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE - 2004 – FASE II	6
3	INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO DEFINITIVO	8
4	INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO ESECUTIVO	18
5	ATTIVITA' GEOLOGICHE PER IL PROGETTO ESECUTIVO	23
5.1	RILEVAMENTO GEOLOGICO	23
5.2	CENSIMENTO PUNTI D'ACQUA	24
5.3	RILEVAMENTO GEOMECCANICO.....	25
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	27
6.1	GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA IBLEA	27
6.1.1	Successioni mioceniche	27
6.1.2	Sedimenti e vulcaniti del Pliocene	28
6.1.3	Sedimenti quaternari	29
6.1.4	Terrazzi marini e depositi del Pleistocene medio e superiore.....	29
6.2	INQUADRAMENTO STRUTTURALE GENERALE	29
6.2.1	Tettonica Mesozoica e Paleogenica.....	29
6.2.2	Tettonica Miocenica	30
6.2.3	Tettonica Quaternaria	31
6.3	STRATIGRAFIA DELL'AREA	35
6.3.1	Riporti antropici (R) – (Attuale).	36
6.3.2	Depositi eluvio-colluviali (ec) – (Olocene).	37
6.3.3	Fasce e coni di detrito (dt) – Pleistocene superiore – Olocene.	37
6.3.4	Alluvioni fluviali e fondi palustri recenti ed attuali (a) – Pleistocene superiore – Olocene... ..	38
6.3.5	Terrazzi fluviali (ar) – Pleistocene superiore – Olocene.	38
6.3.6	Depositi palustri antichi (p) - Pleistocene medio e superiore.	38
6.3.7	Superfici terrazzate di probabile origine marina (Qt) – Pleistocene medio.	39
6.3.8	Argille siltoso marnose (Qc(b)) – Pleistocene inferiore	39

6.3.9 Sabbie da cementate a debolmente cementate con lenti ghiaiose e argille salmastre (Qcs) – Pleistocene medio.....	39
6.3.10 Successione vulcanica Pliocene medio-superiore Pleistocene inferiore (Pv-Ppw-Pvl-Pvs) ...	40
6.3.11 Trubi (Pm) – Pliocene inferiore.....	43
6.3.12 Calcare di base (Mg) – Messiniano.....	44
6.3.13 Gessi cristallini (Ms) – Messiniano.....	44
6.3.14 Formazione Carlentini (Mv) – Tortoniano.....	45
6.3.15 Formazione Tellaro (Mm) – Langhiano – Messiniano.....	46
7 CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	47
7.1 PREMESSA.....	47
7.2 MORFOTIPI RICONOSCIUTI.....	47
7.2.1 Forme strutturali e vulcaniche.....	47
7.2.2 Forme di versante dovute alla gravità.....	47
7.2.3 Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento.....	48
7.2.4 Forme antropiche.....	49
7.3 CARATTERI MORFOLOGICI DEL CORRIDOIO DI STUDIO.....	50
7.4 DISSESTI CENSITI DAL PAI (REGIONE SICILIANA) E DALL'IFFI (ISPRA-SINANET).....	68
7.4.1 Confronto con la Carta dei Dissesti del PAI.....	68
7.4.2 Confronto con la cartografia interattiva dell'IFFI.....	68
8 CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA.....	69
8.1 SETTORE NORD-ORIENTALE.....	69
8.2 DEFINIZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI.....	70
8.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL CORRIDOIO DI ANALISI.....	71
8.4 PUNTI D'ACQUA CENSITI.....	72
9 SISMICITA' DELL'AREA.....	76
9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	76
9.2 SISMICITA' DELL'AREA.....	78
9.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	87
9.4 COEFFICIENTE TOPOGRAFICO.....	93
10 ANALISI DEL TRACCIATO.....	94

10.1.1	Tratta compresa tra inizio lotto (pk 0+000) e spalla sud del Viadotto Piano delle Rose.....	94
10.1.2	Viadotto Piano delle Rose.....	94
10.1.3	Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Piano delle Rose e lo Svincolo n. 7 di Vizzini 95	
10.1.4	Tratta compresa tra lo Svincolo n. 7 di Vizzini e fine lotto	95
11	BIBLIOGRAFIA.....	97

1 PREMESSA

Nel presente studio sono stati raccolti e sintetizzati gli aspetti geologici, morfologici ed idrogeologici che caratterizzano il territorio interessato dal lotto 3 del progetto "Collegamento autostradale Ragusa – Catania: Ammodernamento a n° 4 corsie della S.S. 514 'di Chiaramonte' e della S.S. 194 Ragusana dallo Svincolo con la S.S. 115 allo Svincolo con la S.S. 114", nell'ambito della emissione del Progetto Esecutivo.

Il presente lavoro costituisce un approfondimento del Progetto definitivo e tiene conto anche di tutte le osservazioni rimesse dai vari Enti a cui è stato presentato il Progetto. Si tenga conto che il lotto 3 oggetto di studio costituisce l'accorpamento dei lotti denominati 5 e 6 nel progetto definitivo.

Lo studio per il progetto esecutivo si è basato sulle seguenti attività:

- approfondita ricerca bibliografica dei dati disponibili in letteratura, sulle aree di progetto. Tra i diversi riferimenti bibliografici è da menzionare innanzitutto la pubblicazione "Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia S.E.) - Presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud-orientale" a cura di S. Carbone, M. Grasso & F. Lentini (1987);
- rilevamento geologico-geomorfologico effettuato lungo tutta la tratta stradale di progetto su un corridoio ampio circa 1 km che ha consentito di ricostruire il modello geologico del terreno;
- censimento dei fenomeni di dissesto presenti nel corridoio di progetto;
- rilevamento geomeccanico e strutturale sulle litologie a comportamento litoide e semilitoide;
- reperimento dei dati idrogeologici disponibili presso vari Enti (Geni civili, Comuni, Gestori Acquedotti, ecc.) relativi ai punti d'acqua (pozzi, sorgenti e piezometri);
- analisi dei risultati delle due campagne di indagini geognostiche pregresse, eseguite nell'ambito del Progetto Preliminare rispettivamente nel 2003 e nel 2004 dalla Società SICIL DRILL S.r.l.;
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geognostiche e geotecniche per il progetto definitivo eseguite dalle imprese SONDEDILE S.r.l. – TRIVELSONDAGGI S.r.l. – GEOMERID S.r.l.; le prove di laboratorio sono state eseguite dalla Società SOGEA S.r.l.;
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geofisiche per il progetto definitivo eseguite dalle ditte I&C S.r.l. – GEOMERID S.r.l.;
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geofisiche integrative eseguite dalla ditta SEMA – Geological Engineering s.r.l.s..
- analisi dei risultati di una campagna di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche eseguite per il progetto esecutivo dalla ditta SIDERCEM Srl.

Sulla base dei risultati delle sopraelencate attività sono stati emessi i seguenti elaborati:

- Relazione geologica (T03GE01GEORE01);
- Monografie delle frane censite, allegata alla Relazione geologica (T03GE01GEORE02);
- Relazione rilievi geomeccanici (T03GE01GEORE03);

-
- Relazione sismica (T03GE06GEORE01);
 - Carta geologica d'insieme a scala 1:5.000 (T03GE01GEOCG01/04);
 - Carta geologica di dettaglio a scala 1:2.000 (T03GE01GEOCG05/16);
 - Carta geomorfologica a scala 1:2.000 (T03GE01GEOCG17/28);
 - Carta idrogeologica a scala 1:5.000 (T03GE01GEOCI01/12);
 - Profilo geologico longitudinale a scala 1:2.000/200 (T03GE01GEOFG01/26);
 - Sezioni geologiche trasversali a scala 1:2000 (T03GE01GEOSG01/03);
 - Planimetria ubicazione indagini (T3GE01GEOPU01/12).

2 INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE

A supporto della fase di Progettazione Preliminare sono state eseguite nel 2003 e nel 2004 due campagne di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche realizzate dalla Ditta SICIL DRILL S.r.l. e dalla Soc. GEO S.r.l. per le prove di laboratorio geotecnico.

Le due fasi di indagine, che hanno interessato tutto il corridoio del collegamento autostradale RG-CT, sono distinte in:

- fase I svolta dal 23.09.2003 al 03.10.2003 nel tratto compreso fra lo Svincolo sulla SS. 114 e lo Svincolo Zona Industriale di Lentini;
- fase II svolta nel periodo febbraio – maggio 2004 lungo tutto il tracciato di progetto, dopo la validazione del programma di indagine da parte dell'ANAS - Direzione Centrale Programmazione e Progettazione.

2.1 CAMPAGNA INDAGINI PROGETTO PRELIMINARE - 2004 – FASE II

Lungo tutto il corridoio dell'attuale Lotto 3 è stata eseguita una campagna costituita da:

- n. 8 sondaggi a carotaggio continuo, denominati con le sigle S8+S12 (con lunghezza variabile tra 10.0 m e 35.0 m);
- n. 3 profili sismici a rifrazione di lunghezza variabile tra 450 m e 550 m, denominati con le sigle da T2 a T4/T4b;
- n. 2 prospezioni sismiche Down – Hole in foro di sondaggio.

Negli strati incoerenti sono state eseguite prove Standard Penetration Test (SPT) su foro di sondaggio. Negli strati coesivi sono stati prelevati numerosi campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio. Il rilievo della falda è stato eseguito per mezzo di piezometri a tubo aperto opportunamente installati nei fori di sondaggio.

In questa fase sono state eseguite anche prove di laboratorio geotecnico sui campioni indisturbati prelevati nei sondaggi.

Nelle seguenti tabelle si riporta un elenco delle prove e delle indagini eseguite in questa fase nell'ambito del lotto 3 (ex lotti 5 e 6 del PD) rimandando agli specifici elaborati per il dettaglio delle stesse.

Tabella 2-1 – Stese sismiche eseguite nella campagna indagini 2004.

Stesa sismica	Lotto	Lunghezza (m)
T4 – T4 b	L3 (exL5PD)	500
T3	L3 (exL6PD)	450
T2 - T2 b	L3 (exL6PD)	550

Tabella 2-2 – Elenco dei sondaggi effettuati e relative prove eseguite durante la campagna indagini 2004.

Sondaggio	Lotto	Profondità (m)	SPT	Point Load	Piezometro	Down-Hole	Campioni	Prova Permeabilità
S8bis	L3 (exL6PD)	15.0						
S8ter	L3 (exL6PD)	10.0						
S9	L3 (exL6PD)	20.5				1		
S10	L3 (exL6PD)	15.0		2				
S11	L3 (exL5PD)	35.0				1		
S11bis	L3 (exL5PD)	26.0	2					
S12	L3 (exL5PD)	25.0					3	
S13	L3 (exL5PD)	15.0	2				2	

3 INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO DEFINITIVO

Nel periodo compreso fra dicembre 2012 e aprile 2013 è stata eseguita una ampia campagna di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche, a supporto della fase di Progettazione Definitiva, di tutto il corridoio di progetto. Nell'ambito del lotto 3 (ex lotti 5 e 6 del PD) sono stati realizzati:

- n. 43 sondaggi geognostici (denominati da S130 a S176) in buona parte attrezzati con piezometri (29), tubi per prove sismiche in foro di tipo Down-Hole (8) e inclinometri (1);
- n. 108 prove penetrometriche standard SPT in foro di sondaggio;
- n. 23 prelievi di campioni indisturbati in foro di sondaggio;
- n. 70 prelievi di campioni rimaneggiati da cassetta catalogatrice;
- n. 86 prelievi di campioni lapidei (compresi spezzoni di carota) da cassetta catalogatrice;
- n. 5 prove di permeabilità in foro (Lugeon e Lefranc);
- n. 1 prove pressiometriche in foro;
- n. 5 prelievi di campioni in alvei fluviali;
- n. 54 pozzetti geognostici (denominati da P113 a P196);
- n. 16 prove di carico su piastra in pozzetto;
- n. 75 prelievi di campioni rimaneggiati in pozzetto geognostici;
- prove di laboratorio geotecnico e fisico sui campioni indisturbati, rimaneggiati e litoidi prelevati;
- n. 8 prospezioni sismiche in foro di tipo Down Hole;
- n. 47 stendimenti di sismica a rifrazione (denominati da BS111 a BS167);
- n. 9 stendimenti integrativi di sismica a rifrazione (denominati da TS03 a TS11);
- n. 23 indagini geofisiche tipo MASW (denominate da M055 a M078).

Il carotaggio, l'installazione delle strumentazioni, l'esecuzione delle prove in situ e il prelievo dei campioni sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1977;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;
- Norme standard previste per l'esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHTO, AASHTO, AGI);
- Norme Francaise NF P94-110;
- UNI EN 1997.2.2007 Eurocodice 7 parte 2 – Indagini e prove nel sottosuolo;
- UNI EN ISO 22476 3 Indagini e prove geotecniche in situ;
- "Prescrizioni tecniche" SILEC S.p.A.;
- ANISIG: Modalità tecnologiche per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche;
- ISRM - Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests (1978) - Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses.

Le indagini sono state eseguite secondo tre fasi di priorità (Fase 1-2-3):

- la priorità di Fase 1 ha permesso di coprire tutte le aree interessate dalle principali opere d'arte (gallerie, viadotti, trincee, ecc.) e da potenziali dissesti idrogeologici e geomorfologici;

- le Fasi 2 e 3 hanno permesso di coprire con continuità tutto il corridoio di progetto.
- Una fase di indagini geofisiche integrative in corrispondenza di alcuni punti da approfondire.

La tempistica della attuazione delle indagini è stata ovviamente condizionata dalla acquisizione di tutte le autorizzazioni da parte sia di enti pubblici (Anas, Province, Comuni, Uffici della Forestale, ecc.) che dei privati proprietari dei terreni in cui è stato necessario accedere per l'esecuzione delle indagini. Soltanto una piccola parte delle indagini previste non è stata eseguita per impossibilità di ottenimento di autorizzazione all'accesso su aree private (campi coltivati o privati in contenzioso con Enti pubblici).

L'indagine è stata svolta al fine di conoscere puntualmente e con buona attendibilità le caratteristiche litologiche, geotecniche, geomeccaniche, idrogeologiche e geostrutturali degli ammassi direttamente interessati dal tracciato e dalle opere d'arte in esso previste (viadotti, gallerie, cavalcavia e sottovia, rilevati, trincee, aree in dissesto ecc.).

La programmazione, l'esecuzione e l'interpretazione delle indagini ha costituito una delle fasi fondamentali della progettazione.

Le indagini hanno consentito di integrare le informazioni provenienti dalle attività di rilevamento geologico di campagna e di affinare il Modello Geologico.

Tutti i sondaggi geognostici sono stati eseguiti a carotaggio continuo al fine di ricostruire in maniera dettagliata l'assetto stratigrafico lungo tutto l'asse di progetto. La quasi totalità dei sondaggi è stata equipaggiata con strumentazione geotecnica che, più in dettaglio, consiste in n. 29 piezometri per il controllo ed il monitoraggio della falda, n. 1 inclinometri per il controllo ed il monitoraggio delle aree interessate da fenomeni di dissesto reali o potenziali e n. 8 tubi per l'esecuzione di prospezioni sismiche in foro, tipo Down-Hole, finalizzate alla classificazione sismica dei siti e dei suoli in base alle normative sismiche (OPCM 3274/2003, NTC 2008 e succ. agg.) a cui il progetto fa riferimento.

In tutti i sondaggi sono state eseguite prove geotecniche in foro per la definizione delle caratteristiche fisico meccaniche in sito (n. 108 prove penetrometriche standard e n. 1 prova pressiometrica). La caratterizzazione dei litotipi è stata approfondita, inoltre, prelevando nei sondaggi n. 23 campioni indisturbati, n. 70 campioni rimaneggiati e n. 86 campioni lapidei successivamente sottoposti a prove di laboratorio geotecnico.

Al fine di definire le caratteristiche chimiche di terre e acque sono state eseguite serie complete di analisi chimiche su numerosi campioni di terreno prelevati in sondaggio e in pozzetto geognostico, e su campioni di acque prelevati in piezometri/sorgenti.

Per valutare le caratteristiche dei sedimenti trasportati dalle aste fluviali sono stati prelevati n. 5 campioni di materiale in alveo successivamente sottoposti, in laboratorio geotecnico, a valutazione di densità naturale e granulometria.

Le caratteristiche di permeabilità in sito dei litotipi sono state stimate eseguendo n. 5 prove di permeabilità in foro di sondaggio (n. 2 prove Lefranc e n. 3 prove Lugeon).

L'assetto stratigrafico è stato approfondito con la realizzazione di n. 56 stendimenti di sismica a rifrazione mirati anche alla ricostruzione dello spessore delle coltri detritiche e di copertura oltre che alla definizione della qualità del substrato.

La classificazione sismica dei siti e dei suoli ottenuta con n. 8 prospezioni Down-Hole in foro di sondaggio è stata integrata e approfondita con n. 23 prospezioni sismiche tipo Masw.

La definizione dello spessore delle coltri di copertura ai fini della definizione degli spessori delle bonifiche è stata realizzata mediante n. 54 pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico. All'interno di alcuni pozzetti, eseguiti in corrispondenza dei tratti di progetto in rilevato, sono state realizzate n. 18 prove di carico su piastra per la definizione delle caratteristiche di portanza dei terreni presenti alla quota di posa.

All'interno dei pozzetti sono stati prelevati numerosi campioni di terreno (n. 70) allo scopo di definire le caratteristiche dei litotipi per ottenere utili informazioni nel calcolo del bilancio delle materie.

In generale, l'insieme delle indagini eseguite hanno consentito di acquisire tutti gli elementi necessari per permettere una corretta caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Nel complesso sono stati raggiunti gli obiettivi prefissati dalla programmata indagine, nonostante la difficoltà agli accessi ai punti di indagine, spesso privati.

Per evitare inutili rischi di interruzione nell'erogazione di importanti servizi, per la messa allo scoperto dei sottoservizi stessi e per consentire l'avvio dei lavori in condizioni di sicurezza, in accordo con la DL, si è proceduto all'esecuzione, in corrispondenza di tutti i punti di sondaggio, di un prescavo eseguito con utensili a mano fino alla profondità di m 1,5 dal p.c.

L'ubicazione e la quota di ciascun punto di indagine è stata determinata mediante rilevazione delle coordinate piane WGS84 eseguite tramite rilevazione con sistema GPS.

Per quanto riguarda il dettaglio della campagna di indagini geognostiche si rimanda ai sottoelencati allegati:

- T03GE05GEORE01: Documentazione indagini geognostiche - campagna 2021
- T03GE05GEORE02: Documentazione indagini geofisiche- campagna 2021
- T03GE05GEORE03: Documentazione prove di laboratorio - campagna 2021

Nelle tabelle che seguono si riporta un elenco sintetico delle indagini geognostiche eseguite in sito nell'ambito del lotto 3 (ex lotti 5 e 6 del PD) con le principali informazioni (sigla, profondità, tipologia prove eseguite, ecc.).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 3-1 – Elenco sintetico dei sondaggi geognostici eseguiti

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down-Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei E Spezzoni carote	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S130	L3 ex L5 PD--	30	P	3			5			
S132	L3 ex L5 PD-	30	P	3			5			
S134	L3 ex L5 PD-	30	P			5	3			
S134bis	L3 ex L5PD-	35	P		2	2	2			
S134ter	L3 ex L5 PD	10	I			2	1			
S136	L3 ex L5 PD-	40	P		3	2	4			
S137	L3 ex L5 PD-	20	P	2	1	2	4			
S138	L3 ex L5 PD-	25	P		3		5			
S139	L3 ex L5 PD-	30	DH	1	2		5			
S140	L3 ex L5 PD-	35	P	1	4		6		1	1
S140bis	L3 ex L5 PD-	35	P	1	4	1	4	1		
S141	L3 ex L5 PD -	30	P	2	3	1	4			
S143	L3 ex L5 PD -	20	P	3	1	4	4			
S145	L3 ex L5 PD -	20	P			3				
S146	L3 ex L5 PD -	30	DH	1	3		5			
S147	L3 ex L5 PD -	20	P		3		2			
S149	L3 ex L5 PD -	30	P		3		2			
S152	L3 ex L5 PD -	15		1	2		2			
S153	L3 ex L5 PD -	30	DH	1	2	1	2			
S154	L3 ex L6 PD -	20	P	1	2	7	4			
S155	L3 ex L6 PD -	15	P		3	4	2			
S155 bis	L3 ex L6 PD	15			3		2			
S156	L3 ex L6 PD -	15			3	3	2			
S157	L3 ex L6 PD -	15	P		3	1	3			
S157bis	L3 ex L6 PD -	30	DH		1	4	2			
S158	L3 ex L6 PD -	25	P		3	4	2			
S159	L3 ex L6 PD -	20	P	1	2	4	2			
S160	L3 ex L6 PD -	30	DH	1	1	4	2			

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down-Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidari E Spezzoni carote	SPT	Lugeon	Lefranc	Pressiometriche
S161	L3 ex L6 PD -	20	P		2	4	2		1	
S164	L3 ex L6 PD -	30				4	1			
S166	L3 ex L6 PD -	30	DH					1		
S167	L3 ex L6 PD -	30	P			2				
S168	L3 ex L6 PD -	15	P			5	1			
S168bis	L3 ex L6 PD -	20	P	1	1	3	1			
S169	L3 ex L6 PD -	20	P			3				
S170	L3 ex L6 PD -	15			2	4	2			
S171	L3 ex L6 PD -	15	P		3	3	2			
S172	L3 ex L6 PD -	30	DH		1	4	1			
S173	L3 ex L6 PD -R	15	P		2		2		1	
S174	L3 ex L6 PD -	30	DH		1		2			
S175	L3 ex L6 PD -	15	P				3			
S175bis	L3 ex L6 PD	20	P		1		1			
S176	L3 ex L6 PD	20	P	1	2	1	4			
TOTALE	43	1025		23	70	86	104	2	3	1

Tabella 3-2 – Elenco sintetico dei pozzetti eseguiti

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P113	L3 ex L4 PD	3	2	1
P114	L3 ex L4 PD	3	2	1
P115	L3 ex L5 PD	3	3	1
P116a	L3 ex L5 PD	3	2	1
P116	L3 ex L5 PD	3,5	2	
P117	L3 ex L5 PD	2,5	2	1
P118	L3 ex L5 PD	3	1	
P119	L3 ex L5 PD	1,3	2	
P120	L3 ex L5 PD	2,5	1	

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P121	L3 ex L5 PD	3,5	1	
P122	L3 ex L5 PD	3	2	1
P123	L3 ex L5 PD	3	2	
P124	L3 ex L5 PD	3	2	1
P129	L3 ex L5 PD	1,8	1	
P130	L3 ex L5 PD	3	2	1
P131	L3 ex L5 PD	2,2	1	1
P132	L3 ex L5 PD	1,7	2	1
P133	L3 ex L5 PD	0,5	1	
P134	L3 ex L5 PD	3	2	
P135	L3 ex L5 PD	2,3	1	1
P135a	L3 ex L5 PD	2,5	1	1
P136	L3 ex L5 PD	2	1	1
P137	L3 ex L5 PD	1,2	1	
P138	L3 ex L5 PD	1,5	1	
P139	L3 ex L5 PD	0,4	1	
P140	L3 ex L5 PD	1,8	1	
P142	L3 ex L5 PD	1,8	1	
P143	L3 ex L5 PD	2,2	1	
P144	L3 ex L5 PD	2,3	2	1
P145	L3 ex L5 PD	2,1	2	
P146	L3 ex L6 PD	2,5	1	1
P146a	L3 ex L6 PD	2,5	2	1
P147a	L3 ex L6 PD	1,4	1	
P148	L3 ex L6 PD	1,3	1	
P149	L3 ex L6 PD	2,2	1	
P151	L3 ex L6 PD	1,2	1	
P153	L3 ex L6 PD	1,5	1	
P158	L3 ex L6 PD	1,2	1	
P159	L3 ex L6 PD	1,5	1	
P160	L3 ex L6 PD	1,5	1	
P161	L3 ex L6 PD	0,6	1	
P170	L3 ex L6 PD	1,5	1	
P172	L3 ex L6 PD	2,5	1	1
P174	L3 ex L6 PD	1,4	1	

MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
P178	L3 ex L6 PD	1,4	1	
P179	L3 ex L6 PD	2,3	2	
P186	L3 ex L6 PD	2,1	2	1
P191	L3 ex L6 PD	1,1	1	
P191a	L3 ex L6 PD	2	2	
P192a	L3 ex L6 PD	2	1	
P192b	L3 ex L6 PD	2	2	
P194	L3 ex L6 PD	1,5	1	
P195a	L3 ex L6 PD	0,9	1	
P196	L3 ex L6 PD	0,9	1	
TOT. 52 POZZETTI	TOT. 54 POZZETTI	108,6	70	18

Tabella 3-3 – Prelievi sedimenti in alveo

Corso d'acqua	Sigla campioni	Fondo alveo / Sponde
T. Fiumicello	G15-01	F
	G15-02	F
	G15-03	S
	G15-04	F
	G15-05	S

Le analisi geofisiche di tipo Masw e Down-Hole hanno consentito di valutare la classificazione sismica dei siti e dei suoli. Nelle seguenti tabelle si elencano le indagini eseguite e la relativa categoria sismica di riferimento.

Tabella 3-4 – Tabella riassuntiva delle MASW eseguite e relative Vs30 e categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'.

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
M055	L3 ex L5 PD	346	C	C
M056	L3 ex L5 PD	782	B	B
M057	L3 ex L5 PD	336	C	C
M058	L3 ex L5 PD	426	S2	B
M059	L3 ex L5 PD	659	B	B
M060	L3 ex L5 PD	474	S2	B
M062	L3 ex L5 PD	509	B	B

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
M063	L3 ex L5 PD	428	B	B
M064	L3 ex L5 PD	543	B	B
M065	L3 ex L5 PD	423	B	B
M066	L3 ex L5 PD	852	S2	S2 / A *(3)
M067	L3 ex L6 PD	364	B	B
M067bis	L3 ex L6 PD	596	B	B
M067tris	L3 ex L6 PD	751	S2	B
M068	L3 ex L6 PD	747	S2	B
M070	L3 ex L6 PD	810	S2	A
M073	L3 ex L6 PD	706	B	B
M074	L3 ex L6 PD	756	S2	B
M075	L3 ex L6 PD	635	S2	B
M075bis	L3 ex L6 PD	683	S2	B
M076	L3 ex L6 PD	562	S2	B
M077	L3 ex L6 PD	1025	A	A
M078	L3 ex L6 PD	625	B	B

Tabella 3-5 – Tabella riassuntiva delle prove Down-Hole eseguite e relative Vs30 e categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica".

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
S139	L3 Ex L5 PD	395	S2	S2 / B
S146	L3 Ex L5 PD	454	S2	B
S153	L3 Ex L5 PD	646	B	B
S157bis	L3 Ex L6 PD	601	S2	B
S160	L3 Ex L6 PD	512	B	B
S166	L3 Ex L6 PD	906	A	A
S172	L3 Ex L6 PD	875	A	A
S174	L3 Ex L6 PD	612	S2	B

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 3-6 – Tabella riepilogativa delle basi sismiche eseguite

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
BS_111	115	L3 ex L5 PD
BS_113	115	L3 ex L5 PD
BS_114	115	L3 ex L5 PD
BS_115	115	L3 ex L5 PD
BS_116	115	L3 ex L5 PD
BS_117	115	L3 ex L5 PD
BS_118	115	L3 ex L5 PD
BS_119	115	L3 ex L5 PD
BS_120	115	L3 ex L5 PD
BS_121	115	L3 ex L5 PD
BS_122	115	L3 ex L5 PD
BS_123	115	L3 ex L5 PD
BS_126	115	L3 ex L5 PD
BS_127	115	L3 ex L5 PD
BS_128	115	L3 ex L5 PD
BS_129	115	L3 ex L5 PD
BS_130	115	L3 ex L5 PD
BS_133	115	L3 ex L5 PD
BS_135	115	L3 ex L5 PD
BS_138	115	L3 ex L6 PD
BS_139	115	L3 ex L6 PD
BS_140	115	L3 ex L6 PD
BS_141	115	L3 ex L6 PD
BS_142	115	L3 ex L6 PD
BS_143	115	L3 ex L6 PD
BS_144	115	L3 ex L6 PD
BS_145	115	L3 ex L6 PD
BS_146	115	L3 ex L6 PD
BS_147	115	L3 ex L6 PD
BS_148	115	L3 ex L6 PD
BS_149	115	L3 ex L6 PD
BS_150	115	L3 ex L6 PD
BS_151	115	L3 ex L6 PD
BS_152	115	L3 ex L6 PD
BS_154	115	L3 ex L6 PD
BS_155	115	L3 ex L6 PD
BS_156	115	L3 ex L6 PD
BS_157	115	L3 ex L6 PD

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
BS_158	115	L3 ex L6 PD
BS_160	115	L3 ex L6 PD
BS_161	115	L3 ex L6 PD
BS_162	115	L3 ex L6 PD
BS_163	115	L3 ex L6 PD
BS_164	115	L3 ex L6 PD
BS_165	115	L3 ex L6 PD
BS_166	115	L3 ex L6 PD
BS_167	115	L3 ex L6 PD
TOTALI	5.405	47

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
TS_03	115	L3 ex L6 PD
TS_04	115	L3 ex L6 PD
TS_05	115	L3 ex L6 PD
TS_06	115	L3 ex L6 PD
TS_07	115	L3 ex L6 PD
TS_08	115	L3 ex L6 PD
TS_09	115	L3 ex L6 PD
TS_10	115	L3 ex L6 PD
TS_11	115	L3 ex L6 PD

4 INDAGINI ESEGUITE PER IL PROGETTO ESECUTIVO

Al fine di approfondire la ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni interessati dalle opere di progetto, nel 2021 è stato definito ed eseguito un piano di indagini integrative per il progetto Esecutivo per le quali è in corso un affidamento di incarico da parte di Anas a idonee imprese esecutrici. Il programma di indagini è stato sviluppato tenendo conto delle risultanze e della distribuzione delle indagini pregresse eseguite nelle fasi di progettazione preliminare e definitiva.

Nella tabella che segue sono sintetizzate le indagini eseguite nel lotto 3 (ex lotti 5 e 6 del PD).

LOTTO 3 (ex lotti 5 e 6 del PD)	Numero (-)	Lunghezza totale (m)
Sondaggi a carotaggio continuo	19	447
Piezometri a tubo aperto	9	265
Piezometri Casagrande	2	55
Prove SPT	36	-
Prove Down-Hole	2	60
Prelievo campioni indisturbati (CI)	17	-
Prelievo campioni rimaneggiati (CR)	38	-
Prelievo campioni lapidei (CL)	15	-
Prelievo campioni ambientali (CA)	25	-
Prospezioni sismiche MASW	5	-
Tomografie sismiche	7	805
Pozzetti esplorativi con esecuzione di prove di carico su piastra	15	20

Il carotaggio, l'installazione delle strumentazioni, l'esecuzione delle prove in situ e il prelievo dei campioni sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1977;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;
- Norme standard previste per l'esecuzione delle prove in situ e in laboratorio (ASTM, AASHO, AASHTO, AGI);
- Norme Francaise NF P94-110;
- UNI EN 1997.2.2007 Eurocodice 7 parte 2 – Indagini e prove nel sottosuolo;
- UNI EN ISO 22476 3 Indagini e prove geotecniche in situ;
- "Prescrizioni tecniche" SILEC S.p.A.;
- ANISIG: Modalità tecnologiche per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche;
- ISRM - Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests (1978) - Suggested Methods for the Quantitative Description of Discontinuities in Rock Masses.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

La tempistica della attuazione delle indagini è stata ovviamente condizionata dalla acquisizione di tutte le autorizzazioni da parte sia di enti pubblici (Anas, Province, Comuni, Uffici della Forestale, ecc.) che dei privati proprietari dei terreni in cui è stato necessario accedere per l'esecuzione delle indagini. Soltanto una piccola parte delle indagini previste non è stata eseguita per impossibilità di ottenimento di autorizzazione all'accesso su aree private (campi coltivati o privati in contenzioso con Enti pubblici).

L'indagine è stata svolta al fine di affinare il modello geologico e geotecnico ricostruiti nelle precedenti fasi di progettazione.

Tutti i sondaggi geognostici sono stati eseguiti a carotaggio continuo al fine di ricostruire in maniera dettagliata l'assetto stratigrafico lungo tutto l'asse di progetto. Buona parte dei sondaggi è stata equipaggiata con strumentazione geotecnica che, più in dettaglio, consiste in n. 11 piezometri per il controllo ed il monitoraggio della falda, e n. 2 tubi per l'esecuzione di prospezioni sismiche in foro, tipo Down-Hole, finalizzate alla classificazione sismica dei siti e dei suoli in base alle normative sismiche (OPCM 3274/2003, NTC 2008 e succ. agg.) a cui il progetto fa riferimento.

In tutti i sondaggi sono state eseguite prove geotecniche in foro per la definizione delle caratteristiche fisico meccaniche in sito (n.36 prove penetrometriche standard). La caratterizzazione dei litotipi è stata approfondita, inoltre, prelevando nei sondaggi n. 156 campioni indisturbati, n. 37 campioni rimaneggiati e n. 10 campioni lapidei successivamente sottoposti a prove di laboratorio geotecnico.

La classificazione sismica dei siti è stata approfondita con n. 2 prospezioni Down-Hole in foro di sondaggio e n. 5 prospezioni sismiche tipo Masw.

Sono state inoltre condotte 7 tomografie sismiche BSE200÷206.

La definizione dello spessore delle coltri di copertura ai fini della definizione degli spessori delle bonifiche è stata approfondita mediante n. 15 pozzetti geognostici eseguiti con escavatore meccanico. All'interno di alcuni pozzetti, eseguiti in corrispondenza dei tratti di progetto in rilevato, sono state realizzate n.2 prove di carico su piastra per la definizione delle caratteristiche di portanza dei terreni presenti alla quota di posa.

All'interno dei pozzetti sono stati prelevati numerosi campioni di terreno (n. 18) allo scopo di definire le caratteristiche dei litotipi per ottenere utili informazioni nel calcolo del bilancio delle materie.

In generale, l'insieme delle indagini eseguite hanno consentito di acquisire tutti gli elementi necessari per permettere una corretta caratterizzazione geotecnica dei terreni.

Nel complesso sono stati raggiunti gli obiettivi prefissati dalla programmata indagine, nonostante la difficoltà agli accessi ai punti di indagine, spesso privati.

Per quanto riguarda il dettaglio della campagna di indagini geognostiche si rimanda ai sottoelencati allegati:

- T03GE05GEORE01: Documentazione indagini geognostiche - campagna 2021
- T03GE05GEORE02: Documentazione indagini geofisiche- campagna 2021
- T03GE05GEORE03: Documentazione prove di laboratorio - campagna 2021

Nelle tabelle che seguono si riporta un elenco sintetico delle indagini geognostiche eseguite in sito nell'ambito del lotto 3 (ex lotti 5 e 6 del PD) con le principali informazioni (sigla, profondità, tipologia prove eseguite, ecc.).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 4-1 – Elenco sintetico dei sondaggi geognostici eseguiti

Sondaggio	Lotto/Opera	Profondità (m)	Strumentazione: Piezometro (P) Inclinometro (I) Down-Hole (DH)	Campioni Indisturbati	Campioni Rimaneggiati	Campioni Lapidei E Spezzoni carote	Campioni ambientali	SPT
SE200A	L3	10	--	1				
SE203Gp	L3	35	Piezometro casagrande	3	2			2
SE204A	L3	15		3			3	
SE207Agp	L33	30	Piezometro tubo aperto	2	6		3	6
SE208A	L3	8					3	
SE209Agp	L3	30	Piezometro tubo aperto	2	4			4
SE211Gp	L3	30	Piezometro tubo aperto		3			3
SE212Gd	L3	30	Down hole		6			6
SE213Gd	L3	30	Down hole		6	1		6
SE214A	L3	6					3	
SE215Agp	L3	30	Piezometro tubo aperto	3	2		3	2
SE216Gp	L3	20	Piezometro casagrande	2	3			3
SE217Gp	L3	30	Piezometro tubo aperto		2	3		
SE218A	L3	18					3	
SE219Agp	L3	30	Piezometro tubo aperto			3	3	
SE220Agp	L3	30	Piezometro tubo aperto		3	2		3
SE221Gp	L3	20	Piezometro tubo aperto	1	1			1
SE222A	L3	10				2	3	
SE223Agp	L3	35	Piezometro tubo aperto			4	1	
TOTALE	43	1025		17	38	15	25	36

Tabella 4-2 – Elenco sintetico dei pozzetti eseguiti

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
PE200 G	L3	2	1	
PE214G	L3	2	1	
PE220G	L3	2	1	
PE228G	L3	2	2	

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Pozzetto	Lotto	Profondità (m)	Campioni rimaneggiati	Prove di carico su piastra
PE246G	L3	2	1	
PE248G	L3	1	1	
PE249G	L3	1	1	
PE250G	L3	1	1	
PE271G	L3	1	1	
PE283G	L3	1	1	
PE294G	L3	1	2	1
PE295G	L3	1	1	
PE306G	L3	1	2	
PE308G	L3	1	1	
PE319G	L3	1	1	1
TOT. 15 POZZETTI	TOT. 515 POZZETTI	20	18	2

Le analisi geofisiche di tipo Masw e Down-Hole hanno consentito di valutare la classificazione sismica dei siti e dei suoli. Nelle seguenti tabelle si elencano le indagini eseguite e la relativa categoria sismica di riferimento. Si tenga conto che la ditta esecutrice delle indagini (Sidercem) ha elaborato la classificazione secondo i dettami di NTC 2018 mentre nella tabella si riporta la classificazione eseguita secondo i dettami delle NTC 2008 alle quali deve fare riferimento il presente progetto.

Tabella 4-3 – Tabella riassuntiva delle MASW eseguite e relative Vs30 e categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'. In tabella è stata inserita anche la masw ME206 eseguita al di fuori del lotto 3 (150 m dalla fine lotto) e di cui si è tenuto conto nelle elaborazioni progettuali.

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
ME200	L3	540	B	B
ME201	L3	540	B	B
ME202	L3	336	C	C
ME203	L3	680	B	B
ME204	L3	809	A	A
ME205	L3	404	B	B
ME206	L4	343	E	E

Tabella 4-4 – Tabella riassuntiva delle prove Down-Hole eseguite e relative Vs30 e categoria sismica secondo le NTC/08 e le Linee guida della Protezione Civile "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica".

IDENTIFICATIVO	Lotto	Vs30 (m/s)	Classe di Suolo NTC/08	Classe di Suolo 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica'
S212	L3	555	S2	S2
S213	L3	555	S2	S2

Tabella 4-4 – Tabella riassuntiva delle tomografie sismiche.

IDENTIFICATIVO	LUNGHEZZA (m)	LOTTO
BSE200	115	L3
BSE201	115	L3
BSE202	115	L3
BSE203	115	L3
BSE204	115	L3
BSE205	115	L3
BSE206	115	L3

5 ATTIVITA' GEOLOGICHE PER IL PROGETTO ESECUTIVO

Nell'ambito della progettazione geologica sono state svolte le seguenti attività:

- Rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio
- Censimento punti d'acqua
- Rilevamento geomeccanico.

5.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO

Propedeuticamente all'inizio delle attività di rilevamento è stata svolta una approfondita ricerca bibliografica dei dati geologici e geologico-tecnici pubblicati disponibili sulle aree in esame; tale ricerca ha consentito di evidenziare che il tracciato interessa una zona costituita da una alternanza di rilievi composti prevalentemente da depositi carbonatici e terrigeni a cui si sovrappongono depositi vulcanici e depositi sedimentari marini e lacustri plio-pleistocenici, a cui seguono depositi alluvionali ed eluvio-colluviali olocenici.

Il rilevamento di superficie è stato svolto, in un corridoio di larghezza pari a 1.0 km centrato sull'asse del progetto, al fine di individuare tutti i caratteri principali e gli elementi geologici tipici dell'area di studio quali, gli aspetti orografici e geomorfologici, gli aspetti stratigrafici, tettonici, geomeccanici ed idrogeologici.

Per l'individuazione e la descrizione delle unità stratigrafiche presenti (compresi i depositi quaternari recenti) si è proceduto dal termine più antico a quello più recente. La descrizione litologica delle unità cartografate è stata differenziata a seconda del tipo di roccia costituente; le informazioni raccolte comprendono: litofacies costituenti, loro rapporti laterali e verticali, colore, spessore e geometria degli strati e dell'unità nel suo complesso, struttura, tessitura, grado di cementazione, strutture sedimentarie e di flusso e quant'altro utile a identificare e caratterizzare l'unità in esame.

Sono stati descritti i limiti e i rapporti stratigrafici fra tutte le unità, con indicazione della potenza dell'unità e con attenzione alle variazioni laterali.

Per le rocce clastiche e cristalline sono stati descritti i caratteri mineralogici, petrografici e chimici, con indicazione dell'età, dell'ambiente litogenetico e delle modalità di messa in posto

E' stato inoltre definito l'assetto strutturale dell'area, la geometria e la cinematica delle strutture presenti, con particolare riguardo agli elementi tettonici principali e l'evoluzione e la successione delle fasi deformative.

Nel corso del rilevamento sono stati individuati i principali caratteri geomorfici con una particolare distinzione fra le forme in evoluzione e quelle relitte; le informazioni ricavate, considerate sia singolarmente sia nei rapporti reciproci, hanno consentito, quindi, di delineare un quadro completo delle caratteristiche geomorfologiche del territorio studiato offrendo le basi per prevederne l'evoluzione futura. I dati raccolti sono stati poi opportunamente integrati dall'interpretazione di immagini telerilevate e da confronti con la carta geologica.

Per gli aspetti idrogeologici il rilevamento è stato centrato sull'individuazione e rappresentazione cartografica di tutti i parametri ed elementi che caratterizzano le circolazioni idriche sotterranee. Nel corso del rilevamento idrogeologico è stata condotta una campagna di acquisizione dei punti d'acqua presenti, seguendo i criteri riportati nel seguente paragrafo.

L'insieme di studi e rilevamenti geologici eseguiti hanno consentito di redigere i seguenti elaborati tematici:

- Carta geologica a scala 1:5.000 (T03GE01GEOCG01A÷T03GE01GEOCG04);
- Carta geologica a scala 1:2.000 (T03GE01GEOCG05A÷T03GE01GEOCG116);
- Carta geomorfologia a scala 1:2.000 (T03GE01GEOCG17A÷T03GE01GEOCG28);
- Carta idrogeologica a scala 1:2.000 (T03GE01GEOCI01A÷T03GE01GEOCI12);
- Profilo geologico a scala 1:2.000/200 (T03GE01GEOFG01A ÷T03GE01GEOFG13);
- Sezioni geologiche a scala 1:2.000/200 (T03GE01GEOSG01/03);
- Sezioni idrogeologiche trasversali a scala 1:2.000 (T03GE01GEOSV01);
- Frane censite - Sezioni geologiche - a scale Varie (T03GE01GEOSG06/07).

5.2 CENSIMENTO PUNTI D'ACQUA

Nell'ambito delle attività è stata eseguita una ricerca bibliografica di riferimento dei punti d'acqua (pozzi e sorgenti) ricadenti all'interno del corridoio di progetto.

Nel Progetto Preliminare è già presente un censimento di pozzi e sorgenti di cui non sono disponibili fonti di provenienza e caratteristiche impianto.

In sede di Progettazione Definitiva si è confermata la posizione in carta dei pozzi e delle sorgenti censiti nel Progetto Preliminare che sono stati contraddistinti con la sigla S_PP (sorgenti) e P_PP (pozzi) seguita da una numerazione progressiva.

Tale censimento è stato integrato con i punti d'acqua reperiti presso i seguenti enti:

- Genio Civile di Catania – Via Iago di Nicito 89 – 95100 Catania. Dott.ssa S. Berretta
- Genio Civile di Siracusa - Via Brenta 77 – 96100 Siracusa – Dott. G. D'Urso

I punti d'acqua recuperati dai suddetti enti sono stati contraddistinti con le sigle P_Ct (Genio Civile di Catania) e P_SR (Genio Civile di Siracusa) sempre seguiti da numerazione progressiva.

Infine, sono stati aggiunti una serie di punti d'acqua censiti durante le fasi di rilevamento geologico e contraddistinti con le sigle PC e SC seguita da una numerazione progressiva.

Tutti i punti d'acqua censiti sono stati riportati sulle carte idrogeologiche mentre le caratteristiche dei singoli punti d'acqua sono state riportate nelle tabelle dello specifico paragrafo della presente relazione.

Le tabelle suddette contengono i seguenti dati caratteristici dei punti d'acqua che è stato possibile reperire:

- fonte di provenienza del dato con eventuale riferimento di archivio;
- Comune di riferimento;
- tipologia del punto d'acqua;
- tipologia di utilizzo;
- profondità dell'impianto;
- livello statico della piezometrica dal piano campagna;
- quota s.l.m. del boccaforo;
- quota assoluta del livello piezometrico in m s.l.m.;

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

- eventuale portata.

5.3 RILEVAMENTO GEOMECCANICO

Nell'ambito della redazione del progetto esecutivo del lotto 3 del nuovo collegamento viario compreso fra lo svincolo della SS 514 di "Chiaromonte" con la SS115 e lo svincolo della Ragusana" si è fatto riferimento ai risultati di due campagne di rilevamento geomeccanico.

- Campagna per il progetto definitivo (dicembre 2012 – marzo 2013) costituita da n. 27 stazioni;
- Campagna integrativa per il progetto esecutivo (marzo 2021) costituita da n. 2 stazioni di rilevamento geomeccanico.

L'ubicazione precisa delle stazioni è riportata sia nella carta geologica che nell'elaborato Planimetria ubicazione indagini. Nelle tabelle che seguono si riassumono i risultati delle stazioni eseguite nell'ambito del lotto 3 (ex lotti 5 e 6 del PD)

STAZIONI GEOMECCANICHE PE (Campagna 2021)					
Stazione (n)	RMR Base	RMR Corretto	CLASSE RMR	GSI	Litologia
SGL3.01	62,8	55,8	III-mediocre	57,8	Colate di lava (Pvl)
SGL3.02	63,7	56,7	III-mediocre	58,7	Lava a Pillows (Ppw)

STAZIONI GEOMECCANICHE PD (Campagna 2012-2013)				
Stazione (n)	Lotto (n)	Valore BMR	Classe ammasso	Litologia
SG13	L3(exL6PD)	66	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)
SG14	L3(exL6PD)	62	II - ammasso buono	Colate di lava e piroclastiti massive (Pvl)
SG15	L3(exL6PD)	70	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)
SG16	L3(exL6PD)	64	II - ammasso buono	Lava a pillows (Ppw)
SG17	L3(exL6PD)	62	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)
SG18	L3(exL6PD)	58	III - ammasso discreto	Lava a pillows (Ppw)
SG19	L3(exL6PD)	50	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG20	L3(exL6PD)	45	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG30	L3(exL5PD)	74	II - ammasso buono	Piroclastiti massive (Pv)
SG31	L3(exL5PD)	49	III - ammasso discreto	Breccia vulcanica (Pv)

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

SG33	L3(exL5PD)	65	II - ammasso buono	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SG34	L3(exL5PD)	63	II - ammasso buono	Formazione Trubi – calcari marnosi (Pm)
SG35	L3(exL5PD)	66	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG46	L3(exL6PD)	44	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG49	L3(exL5PD)	60	III - ammasso discreto	Formazione Carlentini – facies vulcanoclastica (Mv)
SG50	L3(exL5PD)	68	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG51	L3(exL5PD)	64	II - ammasso buono	Calcari di base (Mg)
SG52	L3(exL5PD)	43	III - ammasso discreto	Cataclasite della formazione Tellaro (Mm)
SG53	L3(exL5PD)	46	III - ammasso discreto	Formazione Carlentini – facies vulcanoclastica (Mv)
SG54	L3(exL5PD)	32	IV - ammasso scadente	Formazione Tellaro – Marne (Mm)
SG55	L3(exL5PD)	60	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG56	L3(exL5PD)	58	III - ammasso discreto	Calcari di base (Mg)
SG57	L3(exL6PD)	45	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG58	L3(exL6PD)	54	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG59	L3(exL6PD)	54	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG60	L3(exL6PD)	52	III - ammasso discreto	Colate di lava (Pvl)
SG61	L3(exL6PD)	64	II - ammasso buono	Colate di lava (Pvl)

Tabella 5-1 – Tabelle riepilogativa delle stazioni geomeccaniche eseguite e relativi valori.

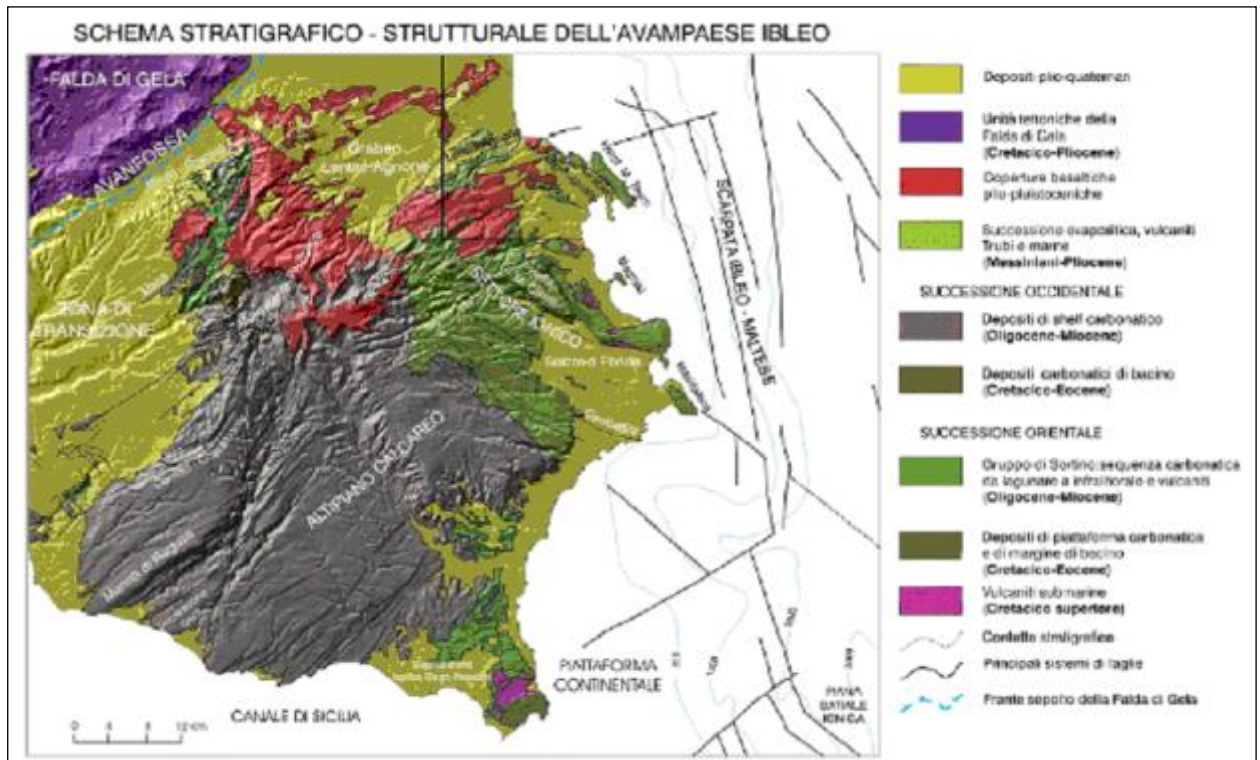
I risultati di dettaglio delle stazioni eseguite sono riportati nella 'Relazione rilievi geomeccanici (Elab. T03GE01GEORE03) che riporta i valori finali della qualità dell'ammasso roccioso, per ogni stazione geomeccanica effettuata, e la disposizione degli elementi strutturali, identificati nella fase di rilevamento svolto in campagna, all'interno del reticolo di Schmidt.

6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

6.1 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA IBLEA

L'area di interesse progettuale si inserisce in un settore del Plateau Ibleo caratterizzato da successioni costituite da sequenze prevalentemente carbonatiche di età Miocenico-Quaternarie, cui si intercalano orizzonti di vulcaniti basiche, talora di notevole potenza (Figura 6-1).

Figura 6-1 – Schema stratigrafico-strutturale dell'Avampaese Ibleo



Le formazioni di sottosuolo per altro sono ben conosciute a partire dal Trias medio dal momento che l'area è stata sede di intensa ricerca petrolifera da più di un trentennio. Informazioni sui dati di sottosuolo si hanno in Kafka & Kirkbride (1959), Rigo & Barbieri (1959), Rigo & Cortesini (1961), sintetizzati e aggiornati in Patacca et alii (1979).

6.1.1 Successioni mioceniche

Le successioni terziarie presentano due sviluppi delle facies differenti dalle aree orientali a quelle occidentali. Essi riflettono ed in parte ereditano condizioni tettonico-sedimentarie già delineatesi dopo le fasi tettoniche cretaceo-eoceniche.

6.1.1.1 Settore orientale

Nelle aree orientali (zona siracusana fino a nord di Augusta) le successioni terziarie presentano lacune variabili degli intervalli paleocenici, eocenici e oligocenici. A Priolo su seamounts vulcanici impostati su linee tettoniche poggiano livelli cretacei passanti lateralmente ad un'alternanza di calcari rosati tipo Scaglia e di megabrecce carbonatiche (Carbone Et Alii, 1982d; Grasso & Lentini, 1982; Montanari, 1982). Il Miocene inferiore e medio, dato da calcareniti bioclastiche nella sua parte inferiore e da biolitti algali nei livelli sommitali (F.ne Monti Climiti, nei due Membri di Melilli e Siracusa, vedi Grasso et alii, 1979;

Pedley, 1981), poggia in discordanza su tutti i termini del substrato dalle vulcaniti cretacee ai calcari a *Lepidocyclina*, come si può osservare presso Priolo.

Nel triangolo nord-orientale del Plateau Ibleo, da Cassibile a Pedagaggi e fino alla zona di Agnone, le successioni mioceniche sono relativamente monotone. Al di sopra della F.ne Monti Climiti sono presenti vulcaniti tortoniane, in gran parte vulcanoclastiti di origine freatomagmatica e più raramente colate submarine e subaeree (Carbone & Lentini, 1981a, 1981b). Tali prodotti mostrano il loro massimo spessore in corrispondenza dei centri di emissione che in massima parte si trovano distribuiti nel rettangolo tra Melilli, Sortino, Carlentini e Augusta. Intercalati alle vulcanoelastiti si trovano due principali livelli di biolititi a coralli depositatisi durante le stasi dell'attività vulcanica supramiocenica. Questa sequenza di vulcanoclastiti alternate ad orizzonti carbonatici è stata denominata F.ne Carlentini da Grasso *et alii* (1982). La sedimentazione carbonatica supramiocenica nelle aree orientali è chiusa da calcari a lumachelle con faune oligotipiche e da calcareniti oolitiche di ambiente marino o di transizione del Messiniano inferiore (F.ne M. Carrubba di Grasso *et alii*, 1982). Nelle zone costiere di M. Tauro, Siracusa e alla Penisola della Maddalena, i calcari inframessiniani poggiano con variazioni di facies rispetto alle aree tipo, direttamente sulle biolititi algali per progressiva chiusura delle vulcanoclastiti della F.ne Carlentini.

6.1.1.2 Settore occidentale

Le successioni terziarie presenti nel settore occidentale ibleo iniziano con calcilutiti e marne dell'Oligocene medio e superiore (Membro Leonardo della Formazione Ragusa), affioranti estesamente nella zona ragusana (Di Grande *et alii*, 1977). Questi livelli passano gradualmente verso l'alto a calcareniti inframioceniche a grossi banchi (Membro Irminio), costituiti da risedimenti carbonatici a volte canalizzati di provenienza da aree orientali e settentrionali (Grasso & Lentini, 1982), in cui si intercalano sottili livelli di fosforiti di genesi primaria o risedimentati in discontinui livelli conglomeratici (Bommarito & La Rosa, 1972; Carbone *et alii*, 1987). Nelle zone centrali del Plateau Ibleo (Valli del F. Tellaro e del F. Irminio fino alla zona di Vizzini-M. Lauro) le calcareniti del Mb. Irminio passano gradualmente verso l'alto alle marne grigio-azzurre medio e supramioceniche della F.ne Tellaro (Romeo & Sciuto, 1987). Questa formazione verso l'alto e lateralmente passa alla F.ne Palazzolo con una eteropia che interessa livelli sempre più antichi spostandosi verso est, come è osservabile lungo la valle del F. Anapo, fino ad una totale sostituzione della F.ne Tellaro da parte della F.ne Palazzolo.

Verso ovest (area di Vizzini, Licodia E. e Mineo) e a sud (Scoglitti, Scicli e zona di Ispica-Capo Passero) le marne della F.ne Tellaro arrivano al Messiniano inferiore e sono sormontate da calcari lagunari ed evaporiti messiniani. Livelli discontinui di sabbie continentali chiudono la sedimentazione miocenica. Vulcaniti submarine tortoniane si trovano intercalate anche nei livelli alti della F.ne Tellaro e sono correlabili con quelle della F.ne Carlentini affioranti nelle aree orientali anche se presentano facies e modalità effusive diverse, dovute probabilmente alla maggiore profondità dell'originario bacino.

6.1.2 Sedimenti e vulcaniti del Pliocene

Le coperture plioceniche affiorano generalmente nell'area nord-occidentale del Plateau, dove sono caratterizzate da alternanze di sedimenti e vulcaniti submarine che a luoghi passano verso l'alto a colate subaeree sovrapposte. In corrispondenza della sinclinale di Licodia Eubea si registra la successione pliocenica più completa. Essa inizia con i Trubi del Pliocene inferiore poggianti su evaporiti e brecce calcaree messiniane, alternate a tufiti risedimentate. L'intervallo mediopliocenico è rappresentato da vulcanoclastiti e lave a pillows, potenti alcune centinaia di metri. L'intervallo più alto, suprapliocenico, è dato da biocalcareni e sabbie a *Globorotalia inflata* (Di Grande, 1967). Le calcareniti supraplioceniche affiorano in placconi isolati anche più ad ovest tra Licodia e Grammichele. Ad ovest e a nord di Licodia i Trubi affiorano ancora con discreta continuità laterale. In corrispondenza dell'area M. Lauro-Guffari

sabbie organogene a *Strombos coronatus* (Grasso *et alii*, 1979) marcano l'originaria linea di costa del Pliocene inferiore in questo settore.

I Trubi sono presenti anche nella depressione di Scicli, nella pianura tra Ispica e Capo Passero e, in limitati lembi a sud di Siracusa, nella Penisola della Maddalena e a Fontane Bianche. Nella Piana di Vittoria affiorano estesamente lungo la Valle del Fiume Ippari.

I sedimenti del Pliocene medio e superiore ad ovest di Licodia invece si assottigliano e nella zona di Vizzini-Buccheri sono sostituiti quasi totalmente da coperture di brecce a pillows potenti anche fino ad alcune centinaia di metri. Queste passano verso l'alto a vere e proprie colate basaltiche subaeree che dagli espandimenti lavici di M. Lauro-M. Pancali-Francofonte-Militello (Cristofolini, 1967; 1969) si estendono fino alle zone costiere fra Lentini e Agnone. Sull'estremo margine settentrionale del Plateau (zona di Scordia-Palagonia) ai prodotti basaltici del Pliocene sup.-Pleistocene inf. si intercalano ripetutamente biocalcareni che datano la chiusura dell'attività vulcanica nell'area iblea.

6.1.3 Sedimenti quaternari

Il Pleistocene inferiore è rappresentato da sedimenti marini distribuiti lungo i bordi del Plateau; essi formano una cintura più o meno continua e colmano con spessori anche notevoli ampie depressioni strutturali.

Sulla fascia ionica del Plateau, procedendo da sud verso nord, i sedimenti del Pleistocene inf. sono presenti nella depressione di Noto-Capo Passero, dove sono dati da biocalcareni affioranti probabilmente come lembi residui di una copertura che si estendeva con continuità fino alla falesia costituita a nord del F. Tellaro dalle Montagne d'Avola e a sud dalla faglia Pozzallo-Ispica-Rosolini.

Sul margine settentrionale del Plateau (graben di Scordia-Lentini e zona di Palagonia-Mineo) al passaggio con l'avanfossa, i sedimenti infrapleistocenici presentano appoggi sul substrato e distribuzione di facies che ricalcano quanto osservato nell'area di Siracusa-Augusta. Biocalcareni affioranti nelle zone di alto, discordanti su substrato di varia età, passano rapidamente ad argille in corrispondenza delle zone di cerniera dei graben con clinostratificazioni pronunciate, dovute al controllo esercitato dalla tettonica sinsedimentaria.

Nella zona Mineo-Grammichele le biocalcareni passano rapidamente a silt e argille batiali (Di Geronimo, 1979) nelle quali si intercalano depositi a carattere torbido di slope, con frequenti contatti erosivi che drappeggiano la scarpata di faglia preesistente.

6.1.4 Terrazzi marini e depositi del Pleistocene medio e superiore

Il Pleistocene medio è rappresentato lungo il perimetro costiero ibleo da discontinui lembi di "panchina" e da terrazzi marini distribuiti in più ordini. Generalmente la panchina, poggiante su un paleosuolo con resti di vertebrati (Accordi, 1962), affiora con continuità nell'entroterra di Augusta fino a Villasmundo.

6.2 INQUADRAMENTO STRUTTURALE GENERALE

6.2.1 Tettonica Mesozoica e Paleogenica

Le formazioni mio-plioceniche costituiscono una continua ed omogenea copertura che ha sigillato le strutture tettoniche più antiche, le quali, limitatamente alla fase cretaceo-eocenica, possono essere osservate solo negli affioramenti più ampi di Capo Passero e di Priolo. Pertanto l'intensa tettonica mesozoica può essere ricostruita solo attraverso accurate analisi dei dati di sottosuolo.

Nella regione iblea a tutte le fasi tettoniche più incisive sono associate manifestazioni basaltiche e rapidi cambiamenti nel regime sedimentario.

Dopo la fase di rifting hettangiana si individuano i due paleodomini siracusano e ragusano (Patacca *et alii*, 1979). Il primo costituisce un "alto strutturale", mentre il secondo è caratterizzato da un bacino profondo a forti tassi di sedimentazione (F.ne Streppenosa) nelle zone di depocentro. Tale suddivisione si mantiene fino al Domeriano sup., quando, per effetto della tettonica sinsedimentaria che progressivamente fa sprofondare l'"alto" siracusano, la sedimentazione tende ad omogeneizzarsi su tutta l'area. Verso la fine del Dogger si ha la ripresa dell'attività vulcanica submarina (*seamount* di Scicli) in condizioni pelagiche, seguita da un ulteriore periodo di quiescenza che perdura fino al Cretaceo sup., quando si sviluppano importanti sistemi di faglie ad andamento NE-SW e WNW-ESE, associate a vulcaniti, in parte affioranti. Nella zona siracusana fino a punta Bonico a nord di Brucoli, le vulcaniti cretacee sono distribuite secondo un trend NNW-SSE, sub-parallelo all'attuale andamento della Scarpata Ibleo-Maltese.

I dicchi adduttori connessi alle vulcaniti sono anch'essi allineati su direzioni N140-150 in tutti gli affioramenti della zona siracusana.

Nonostante sia certa la presenza di vulcaniti cretacee sulla Scarpata Maltese antistante questo tratto di costa (Cita *et alii*, 1980; Scandone *et alii*, 1981; Casero *et alii*, 1984), è arduo ricostruire la loro presenza più ad est nello Ionio e i loro rapporti con le successioni sedimentarie a causa dell'arretramento verso ovest del margine ionico successivamente al Cretaceo.

Nel sottosuolo delle aree centrali del Plateau le vulcaniti cretacee diminuiscono costantemente di spessore o spariscono del tutto, e la loro scomparsa è marcata da una fascia di megabrecce carbonatiche e ad elementi vulcanici che si ritrovano affioranti nella zona di Priolo riscontrate in sottosuolo dal pozzo Melilli. Questi sedimenti grossolani, sintettonici, vengono così a marcare una zona di cerniera tra un "alto strutturale" parallelo all'attuale linea di costa e le aree di bacino che si andavano delineando più ad ovest (Grasso & Lentini, 1982; Carbone *et alii*, 1982a). Essi si ritrovano intercalati a più intervalli fino ai livelli più recenti di età paleogenica (Montanari, 1982).

Le vulcaniti affioranti a Capo Passero e abbondantemente presenti anche nell'*offshore* più a sud, sul margine orientale della Scarpata Ibleo-Maltese, sembrano invece inquadrarsi in un contesto tettonico controllato da strutture ad andamento NE-SW. I dicchi adduttori presenti a Capo Passero hanno direzione N30°-50°. Nel sottosuolo della depressione di Ispica-Capo Passero le faglie ad andamento NE-SW sembrano essere state caratterizzate da movimenti sinistri ed attive fino alla fine della deposizione della F.ne Amerillo coinvolta nella deformazione. La base della Formazione Ragusa sutura queste strutture (Bianchi *et alii*, 1987). Altre evidenze di tettonica cretaceo-paleogenica sono state riscontrate nel campo petrolifero di Ragusa, dove la grossa struttura anticlinale che forma il reservoir principale è troncata sul suo lato orientale da una faglia ad andamento NNE-SSW (Kafka & Kirkbride, 1959) ed entrambi sono sigillati dalla Formazione Ragusa.

Più a nord nella zona di Monterosso Almo-Vizzini-Licodia Eubea i sedimenti carbonatici in facies di Scaglia (F.ne Amerillo) presentano ripetute evidenze di disturbi tettonici sinsedimentari quali *slumping*, pieghe e breccie sinsedimentarie associate a locali *hiatus* di ampiezza variabile (Pieri, 1969; Lentini *et alii*, 1987).

6.2.2 Tettonica Miocenica

Il quadro tettonico che caratterizza attualmente l'avampaese Ibleo sembra essersi già delineato a partire dal Miocene superiore nel settore occidentale ed in epoca posteriore in quello orientale. Il Plateau ragusano s.s., ossia tutto quel settore caratterizzato dagli affioramenti delle calcareniti della F.ne Ragusa e che rappresenta la terminazione più settentrionale emersa dello *shelf* ibleo-maltese, va inserito nel quadro tettonico più ampio riguardante il settore di cui fa parte, fino alle Isole Maltesi.

Verso Licodia Eubea, in corrispondenza dell'"alto" cretaceo di M. Boschitello, convergono strutture a direzione N-S con quelle NE-SW, che rappresentano la terminazione affiorante delle faglie sepolte sotto i

sedimenti pleistocenici della Piana di Vittoria. In questa zona di convergenza si individuano strutture compressive, pieghe e faglie inverse che interessano sicuramente almeno i termini pliocenici e che restano localizzati nell'area ad ovest di Licodia Eubea.

Il margine settentrionale del Plateau è solcato da una serie di graben delimitati da faglie NE-SW, Sortino-M. Carruba e Lentini-Scordia, quest'ultimo riempito da sedimenti quaternari marini e continentali che proseguono articolandosi anche nel settore nord-occidentale (dintorni di Mineo) e che costituiscono le strutture bordiere del Plateau prima della sua definitiva inflessione e sottoscorrimento al di sotto della Falda di Gela (Carbone et alii, 1982b). E' questa l'area in cui sono localizzati i maggiori volumi di vulcaniti del Miocene sup.-Pleistocene inf. Gli spessori più cospicui si raggiungono lungo l'allineamento N-S della faglia che dalle zone del Guffari-M. Lauro si estende fino a Palagonia, cioè nei punti nodali rappresentati dall'innesto delle faglie normali che bordano il graben sulle strutture trascorrenti submeridiane (Linea di Scicli, M. Boschitello, T. Catalfaro), dove si registra la massima lacerazione crostale.

6.2.3 Tettonica Quaternaria

I principali lineamenti tettonici quaternari della regione Iblea sono ricollegabili ad eventi dinamici differenti. In particolare, lungo la costa ionica si riconoscono i segmenti di faglia normale che costituiscono il ramo più meridionale del Rift Siculo-Calabro (Monaco & Tortorici, 2000). La struttura si sviluppa a mare, con orientazione NNW-SSE, nelle aree antistanti Augusta e Siracusa (Faglia Orientale ed Occidentale in Bianca et alii, 1999) per poi entrare a terra, dove è rappresentata dalla Faglia di Avola e dal Sistema di Pozzallo-Ispica-Rosolini, orientati NE-SW (Figura 6-2). Il Rift Siculo-Calabro, verso nord, si estende fino alla Calabria, attraverso la fascia collisionale, ed è caratterizzato da movimenti obliqui destri lungo le direttrici NNW-SSE e prevalentemente normali lungo le faglie orientate NE-SW. Il Rift Siculo-Calabro accomoda l'intera deformazione estensionale, orientata N100, misurata dai dati geodetici tra il Blocco Adriatico, incluso il Bacino Ionico, ed il Blocco Pelagiano (D'agostino & Selvaggi, 2004), assumendo il significato di un margine di placca incipiente, sviluppatosi nelle fasi tardive della tettonica collisionale. Un secondo lineamento tettonico quaternario è costituito dal Sistema della Linea di Scicli (Catalano et alii, 2007) che comprende due bacini estensionali orientati NE-SW (stereoplot a e b in Figura 6-2; Graben di Scordia-Lentini e Graben di Marina di Ragusa) e la zona di taglio destra orientata NNE-SSW (stereoplot f in Figura 6-2; Linea di Scicli). Lungo questo allineamento si sono registrati movimenti compatibili con un'estensione orientata circa NW-SE, contrastante con il quadro geodinamico della convergenza Africa-Europa, ma analoga a quella che governa oggi il Rift Siculo-Calabro. Gli elementi del Sistema della Linea di Scicli sono stati interessati da una diffusa inversione tettonica positiva che, manifestatasi con movimenti sinistri lungo la Linea di Scicli, associati a movimenti inversi lungo i bordi dei due graben, è coincisa con un notevole decremento dei tassi di dislocazione (Catalano et alii, 2007). L'inversione tettonica tardo-quaternaria ha inoltre prodotto sistemi di pieghe orientate da N50 a N80, particolarmente sviluppate lungo il margine sud-orientale del Plateau Ibleo, nella zona tra Noto e Ispica.

Il settore orientale dell'Altopiano Ibleo è frammentato da due principali depressioni, il Bacino di Augusta e il Bacino di Floridia (Figura 6-2). Il primo è confinato da faglie normali ad orientazione NNW-SSE, che si sviluppano per una lunghezza di circa 30 km.

Le analisi cinematiche condotte lungo le faglie bordiere (Adam et alii, 2000) hanno evidenziato anche la presenza di strie relative a movimenti sinistri (stereoplot c in Figura 6-2).

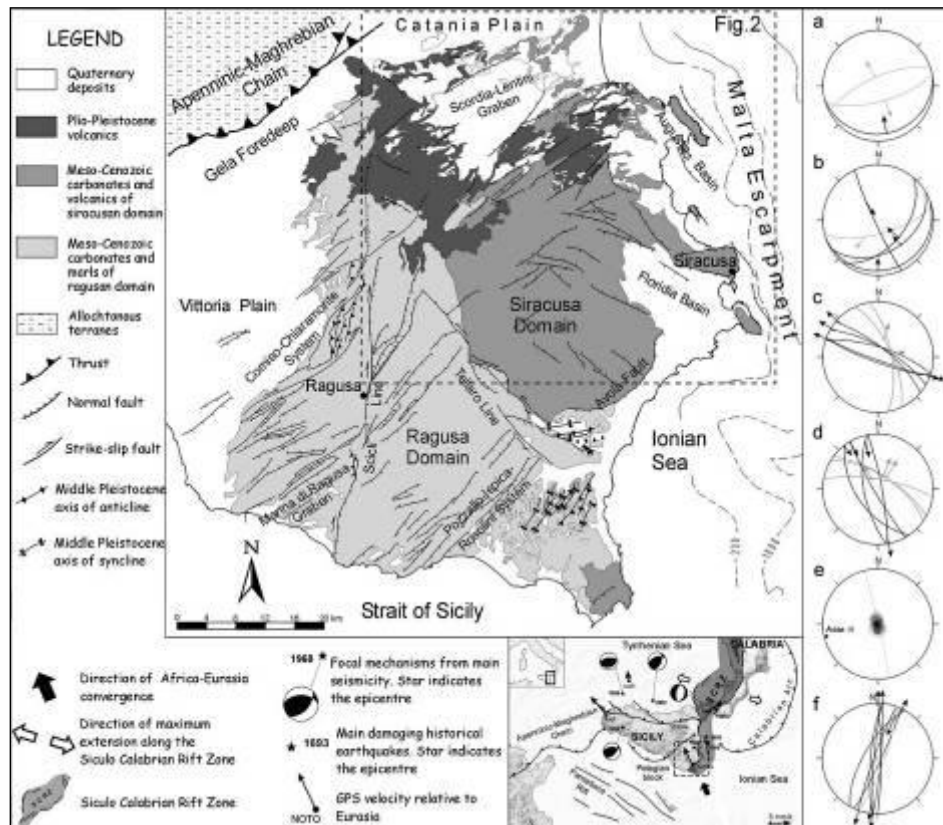
Il Bacino di Floridia è invece bordato da faglie normali orientate NW-SE, anch'esse sviluppate per circa 30 km e caratterizzate da scarpate rettilinee lungo le quali si riconoscono piani con due generazioni di strie, che indicano movimenti normali e sinistri (stereoplot d in Figura 6-2) (Ghissetti & Vezzani, 1980).

La successione quaternaria conservata all'interno delle principali depressioni strutturali e lungo i bordi del Plateau Ibleo è costituita da una sequenza trasgressiva infra-pliocenica (1-5-0.9 Ma; Pedley et alii,

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

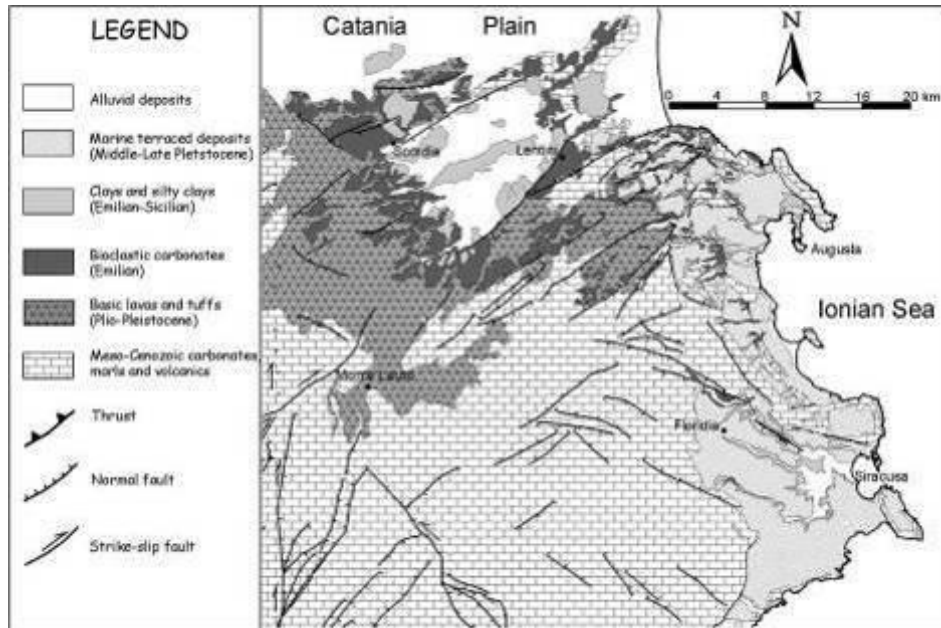
2001), data da calcareniti passanti lateralmente e verso l'alto ad argille grigio azzurre. Questa successione ricopre in discordanza orizzonti di vulcaniti subaeree del Plio-Pleistocene e le sottostanti sequenze carbonatiche e vulcaniti meso-cenozoiche ed è, a sua volta, ricoperta in discordanza da differenti ordini di depositi terrazzati del Pleistocene medio-superiore (<0.85 Ma; Bianca *et alii*, 1999; Catalano *et alii*, 2007, Figura 6-3).

Figura 6-2 - Schema geologico-strutturale della Sicilia sud-orientale. Il riquadro mostra il fronte della Catena Appenninico-Maghrebide, le principali faglie quaternarie e la sismicità del Mediterraneo centrale. Gli stereoplot si riferiscono ai dati strutturali misurati lungo diversi lineamenti quaternari del Plateau Ibleo: a-b) Graben di Scordia-Lentini; c) Bacino di Augusta; d) Bacino di Florida; e) Sistemi a pieghe del margine sud-orientale; f) Linea di Scicli. Il rettangolo tratteggiato rappresenta l'ubicazione della Figura 6-3.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Figura 6-3 - Schema geologico-strutturale della porzione nord-orientale del Plateau Ibleo.



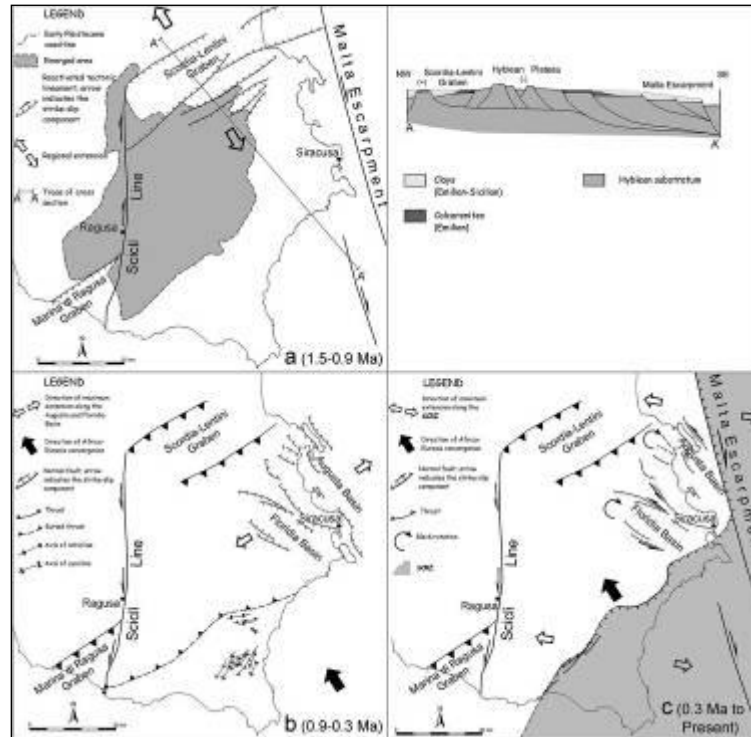
Le facies infrapleistoceniche costiere e di ambiente neritico, rappresentate dalle calcareniti, sono conservate alla base del versante orientale del Plateau e caratterizzano i settori nord-occidentali dei bacini di Augusta e di Florida, mentre marcano entrambi i bordi e le terminazioni laterali del Graben di Scordia-Lentini. Allo stesso modo, le argille batiali infrapleistoceniche si riconoscono al depocentro del Graben di Scordia-Lentini, mentre, lungo la costa ionica, bordano verso est le *facies* neritiche, caratterizzando anche i settori più orientali dei bacini di Augusta e Florida. I sovrastanti depositi terrazzati, classicamente riferiti alla «panchina» milazziana, in effetti sono attribuibili a differenti cicli eustatici del tardo-quaternario, a partire almeno dallo stadio isotopico 21 (850 ka; Catalano *et alii*, 2007). I depositi terrazzati più bassi, distribuiti lungo la costa ionica, ricoprono in discordanza i bordi dei bacini di Augusta e Florida, poggiando sia sulle serie quaternarie presenti all'interno delle depressioni che sulle successioni mioceniche rialzate lungo i margini.

I nuovi dati strutturali sui principali lineamenti tettonici quaternari della regione iblea, combinati con le informazioni stratigrafiche sulle sequenze sintettoniche, permettono di definire un nuovo modello cinematico dell'area. Le relazioni tra strutture e depositi quaternari suggeriscono che la regione è stata soggetta a distinte fasi deformative, caratterizzate dalla concomitante crescita di strutture estensionali e contrazionali. In particolare, gli orizzonti infrapleistocenici, seppure conservati all'interno di tutte le depressioni strutturali, mostrano una distribuzione delle *facies* che segue l'andamento delle faglie del Graben di Scordia-Lentini, mentre essa è del tutto indipendente rispetto all'allungamento dei bacini di Augusta e di Florida. Gli stessi orizzonti sono coinvolti da faglie inverse, che hanno parzialmente riattivato i bordi dei graben di Scordia-Lentini e Marina di Ragusa, e da pieghe che si sono sviluppate lungo il bordo sud-orientale del plateau. Analogamente, tra gli orizzonti terrazzati medio-suprapleistocenici, i più antichi (> 0.3 Ma) sono coinvolti nelle strutture plicative, mentre i più recenti (< 0.3 Ma) suturano le faglie bordiere dei bacini estensionali lungo l'area costiera ionica. Questi stessi orizzonti terrazzati sono variamente dislocati al letto delle strutture estensionali attive nell'immediato *off-shore* ionico. Nel complesso, quindi, è possibile ricostruire almeno tre distinte fasi estensionali. Una prima fase (Figura 6-4a) è riferibile all'apertura dei *graben* di Marina di Ragusa e di Scordia-Lentini, associata ai movimenti destri

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

lungo la Linea di Scicli. Questa fase è responsabile della trasgressione del ciclo infrapleistocenico (circa 1.5 Ma) all'interno delle due depressioni tettoniche e lungo tutto il settore sud-orientale Ibleo, che costituirebbe il tetto ribassato di una faglia crostale a basso angolo (v. profilo in Figura 6-4).

Figura 6-4 - Fasi dell'evoluzione tettonica quaternaria del Plateau Ibleo. Nel profilo schematico viene ipotizzata la geometria profonda dei principali lineamenti tettonici nel Pleistocene inferiore, in parte riattivati nelle fasi successive.



Una seconda fase estensionale (Figura 6-4b) è responsabile dell'apertura dei bacini di Florida e di Augusta, all'interno dei quali vengono ribassate le sequenze infra-pleistoceniche. Questa fase coincide con l'inizio del terrazzamento dei depositi medio-pleistocenici (circa 0.85 Ma) ed è associata allo sviluppo delle pieghe, orientate NE-SW, lungo il bordo sud-orientale del Plateau e alla generalizzata inversione tettonica positiva dei lineamenti estensionali infra-pleistocenici, ad esse paralleli. Un'ultima fase (Figura 6-4c) coincide con la migrazione delle faglie del Rift Siculo-Calabro associata ad una accelerazione dei tassi di sollevamento tettonico. Le faglie orientate NNW-SSE presenti nell'*off-shore* Ibleo, caratterizzate da movimenti destri, hanno comportato anche rotazioni di blocchi con conseguente riattivazione, con movimenti sinistri, delle faglie bordiere dei bacini di Augusta e di Florida. Il modello cinematico proposto è congruente con il quadro dinamico recentemente ricostruito nell'area Iblea, nella quale sono stati riconosciuti gli effetti della migrazione, in fasi successive, di un incipiente margine di placca divergente che, sovrapposto alla pre-esistente fascia collisionale sviluppatasi tra Africa ed Europa, costituirebbe il bordo occidentale della microplacca adriatica, comprendente anche il Bacino Ionico. Questo margine è attualmente rappresentato dal Rift Siculo-Calabro, mentre nel passato si sarebbe sviluppato lungo i settori settentrionali ed occidentali della regione Iblea dove ancora oggi si può riconoscere l'originario ramo abortito. In questo contesto, le strutture estensionali orientate NW-SE distribuite lungo la costa ionica degli Iblei, costituirebbero, insieme alle coeve strutture contrazionali orientate NE-SW, lineamenti dalla vita breve, effetto dell'improvviso ripristino all'interno del plateau della compressione regionale orientata NW-SE, durante la migrazione del margine di placca dai settori occidentali a quelli orientali del Plateau Ibleo.

6.3 STRATIGRAFIA DELL'AREA

L'assetto stratigrafico dell'area è stato ricostruito con l'ausilio della campagna di rilevamenti geologici di dettaglio eseguita a partire dal marzo 2021.

Il rilevamento è stato effettuato a seguito dello studio della pubblicazione "Lineamenti geologici del plateau Ibleo (Sicilia S.E.) - Presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud-orientale" a cura di S. Carbone, M. Grasso & F. Lentini (1987) che citiamo con sincera gratitudine per il dettaglio e la precisione delle informazioni riportate. Lo studio citato è la sintesi di circa un decennio di rilevamenti geologici e di analisi di laboratorio che hanno consentito il riconoscimento e la giusta collocazione in termini di ambiente deposizionale dei diversi litotipi affioranti nell'area di interesse progettuale e l'attribuzione temporale dei medesimi.

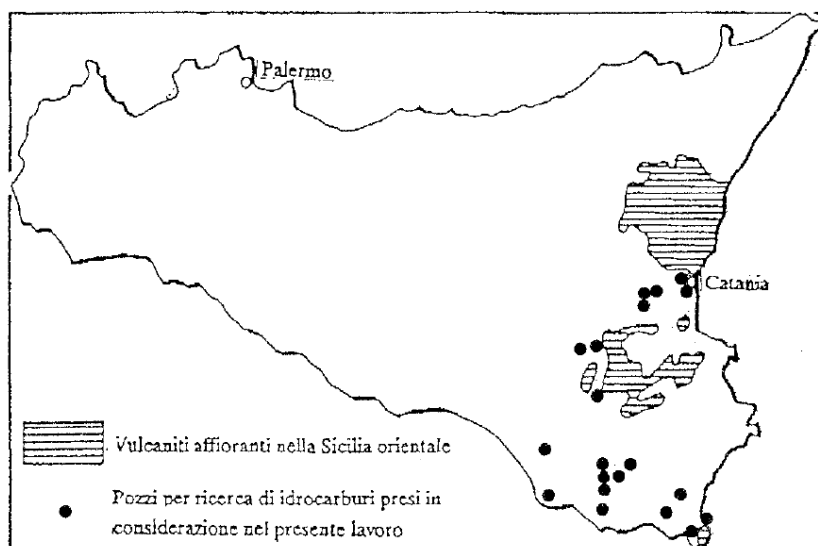
Come detto precedentemente, le successioni che affiorano nell'area di interesse sono caratterizzate da sequenze prevalentemente carbonatiche e sabbioso-arenacee cui si intercalano e/o si sovrappongono orizzonti di vulcaniti.

La presenza limitata di depositi evaporitici (Miocene sup.-Messiniano) è probabilmente legata a fenomeni di sollevamento dell'altipiano calcareo che hanno permesso la deposizione delle evaporiti solo in depressioni strutturali sinsedimentarie (Licodia Eubea).

I sedimenti Pliocenici sono distribuiti in maniera discontinua oppure sono rappresentati soltanto da sporadiche lenti sabbiose intercalate alle potenti colate basaltiche.

Le vulcaniti plioceniche estesamente affioranti nel tratto compreso tra Lentini, Francofonte e Licodia Eubea (Figura 6-5) sono legati prevalentemente ad una attività vulcanica submarina e localmente sub-aerea come dimostra la presenza di ripetuti livelli di breccie vulcaniche e vulcanoclastiti alternate ai "Trubi" (calcari marnosi biancastri) e alle marne medio-plioceniche.

Figura 6-5 – Distribuzione delle vulcaniti plio-pleistoceniche affioranti nella Sicilia orientale.



I depositi quaternari sono costituiti da litotipi biocalcarenitici teneri giallastri discordanti sul substrato miocenico o sulle vulcaniti plioceniche.

I terreni appartenenti a tali coperture plio-quaternarie, avendo subito solo una debole tettonica di sollevamento e piegamento connessa con l'assettamento della falda di Gela, risultano avere un assetto generalmente sub-tabulare o lievemente ondulato.

L'esame bibliografico della cartografia ufficiale e della documentazione esistente, completato con l'analisi e l'interpretazione geologica delle foto aeree e con un rilevamento di dettaglio di campagna, hanno consentito di integrare la geologia e di redigere una Carta geologica a due diverse scale, ossia 1:5.000 (elab.: T03GE01GEOCG01÷ T03GE01GEOCG04) e ad una scala dettagliata 1:2.000 (elab.: T03GE01GEOCG05÷T03GE01GEOCG16), allo scopo di conoscere, con buona attendibilità, i principali caratteri litologici e giaciture dei terreni affioranti interessati dal tracciato e dalle opere di progetto.

Di seguito si descrivono le diverse unità stratigrafiche che interessano l'area in esame, dalla più recente alla più antica:

6.3.1 Riporti antropici (R) – (Attuale).

Si tratta di materiale di risulta accumulatosi in seguito alle attività di estrazione di materiale da costruzione, di materiale di risulta degli scavi delle trincee esistenti (Foto 6.1) e di rilevati stradali e ferroviari.

Foto 6.1 - Panoramica dell'accumulo di materiale di risulta dello scavo della trincea tra le pk. 11+500 e 11+600



6.3.2 Depositi eluvio-colluviali (ec) – (Olocene).

Si tratta di depositi derivati sia dall'alterazione in posto del substrato roccioso (*eluvium*) che da materiali prodotti dal disfacimento del basamento e trasportati in luoghi distanti da quello d'origine (*colluvium*). Costituiscono una copertura del basamento e sono rappresentati da sabbie, limi e terre rosse (foto 6.2).

Generalmente sono privi di strutture sedimentarie e non cementati. Tali depositi presentano generalmente spessori variabili da 0,2-0,5 metri, ma in alcuni tratti superano abbondantemente il metro.

Foto 6.2 - Depositi eluvio-colluviali costituiti da terre rosse visibili presso la pk. 10+200.



6.3.3 Fasce e coni di detrito (dt) – Pleistocene superiore – Olocene.

Si tratta di depositi di materiale da incoerente a cementato che si accumula lungo i pendii o ai piedi dei versanti, ove questi si raccordano con il fondovalle. La loro origine è da attribuirsi alla somma di vari processi: crolli singoli, crolli di massa, azione dell'acqua; analogamente il loro accumulo è dovuto a diversi fattori: azione della gravità, ruscellamento, soliflusso. La geometria di questi accumuli è il risultato di movimenti a carattere discontinuo prodotti a differenti quote di caduta in un ambiente fortemente condizionato dalle condizioni climatiche. Sotto il profilo granulometrico si presentano con pezzature prevalenti, dal ciottolo al masso, clasti spigolosi di dimensioni crescenti da monte verso valle, il tutto in abbondante matrice fine (Foto 6.3).

Foto 6.3 - Particolare di una fascia di detrito in affioramento osservata in un taglio stradale presso la pk. 15+400.



6.3.4 Alluvioni fluviali e fondi palustri recenti ed attuali (a) – Pleistocene superiore – Olocene.

Si tratta di depositi alluvionali che si sviluppano in corrispondenza di alcune incisioni torrentizie presenti nell'ambito del corridoio in studio. I depositi sono costituiti da alternanze non regolari di ciottoli, ghiaie, sabbie e argille derivati dall'azione di trasporto e accumulo ad opera delle acque fluviali. La consistenza è generalmente bassa in funzione di un elevato contenuto di sostanza organica in via di decomposizione e di un variabile grado di consolidamento. Lo spessore complessivo di tale unità varia da qualche metro nel reticolo idrografico secondario a più di 10 m nelle valli principali.

6.3.5 Terrazzi fluviali (ar) – Pleistocene superiore – Olocene.

Si tratta di depositi di natura alluvionale presenti nelle aree prossimali alle incisioni fluviali disposte a modesta distanza dall'alveo di magra aventi caratteristiche litologiche analoghe ai termini oggetto del ciclo sedimentario attuale. Si presentano terrazzate, distribuite in vari ordini e costituite da ciottoli carbonatici arrotondati in abbondante matrice sabbioso-limoso a luoghi prevalente. Nella zona prossima alla Piana di Catania lo scheletro solido è costituito da frammenti di vulcaniti risedimentate e calcareniti rimaneggiate friabili. Affiorano localmente lungo il tracciato stradale e sono distribuiti dal punto di vista altimetrico in modo casuale. Lo spessore complessivo di tale unità varia da pochi metri a più di 10.0 m.

6.3.6 Depositi palustri antichi (p) - Pleistocene medio e superiore.

I depositi palustri antichi sono costituiti da argille e limi bruno-giallastri e localmente da ghiaia e sabbia e livelli di torba; gli spessori massimi in corrispondenza dell'opera raggiungono i 15 metri.

Foto 6.4 – Panoramica della Piana di Vizzini scalo occupata da spessori variabili dei depositi palustri antichi visibili nella parte più prossima al punto di ripresa fotografica (pk. 4+200).



6.3.7 Superfici terrazzate di probabile origine marina (Qt) – Pleistocene medio.

I sedimenti delle superfici terrazzate sono costituiti da conglomerati e ghiaie poligeniche immerse in una matrice scura fine prodotta dal dilavamento delle coperture vulcaniche. I depositi sono privi di stratificazione ed il loro spessore non supera i 3-4 m di potenza in funzione della morfologia del substrato su cui poggia. Corrispondono in genere a spianate di abrasione con sottile deposito distribuito superiormente in maniera uniforme, prevalgono conglomerati e ghiaie con clasti arrotondati, per lo più costituiti a spese del substrato su cui insistono. Tali depositi sono stati cartografati prevalentemente nella zona prossima a Francofonte.

Gli spessori accertati di questi depositi variano da 2.0 a 5.0 m.

6.3.8 Argille siltoso marnose (Qc(b)) – Pleistocene inferiore

In continuità stratigrafica con le sottostanti calcareniti e in parziale eteropia laterale si trovano le argille grigio azzurre (Qc(b)), la cui nomenclatura è tratta dalla letteratura corrente. Si tratta di argille talvolta sabbiose, azzurre se fresche, giallastre per alterazione superficiale e sfumano in genere sulle calcareniti, sovente al di sotto di queste, e raramente sulle vulcaniti plioceniche. Talvolta sulle argille grigio azzurre poggiano dei conglomerati poligenici e sabbie fossilifere.

6.3.9 Sabbie da cementate a debolmente cementate con lenti ghiaiose e argille salmastre (Qcs) – Pleistocene medio.

Si tratta di sabbie fossilifere e conglomerati poligenici (Foto 6.5) che poggiano al di sopra delle argille grigio-azzurre che, per effetto della chiusura a lente del termine pelitico sul bordo meridionale del graben Scordia-Lentini, possono ricoprire direttamente le calcareniti del Qc(a).

Lo spessore complessivo del Qcs è pari a 50 m.

Foto 6.5 – Affioramento delle sabbie con lenti ghiaiose riferibili al Qcs visibile presso l'abitato di Francofonte.



6.3.10 Successione vulcanica Pliocene medio-superiore Pleistocene inferiore (Pv-Ppw-Pvl-Pvs)

- Ialoclastiti e breccie vulcanoclastiche (Pv)
- Breccie a pillows (Ppw)
- Colate laviche (Pvl)
- Sabbie e limi carbonatici intercalati nelle vulcaniti (Pvs)

Potente successione di vulcaniti basiche prevalentemente subaeree nella porzione basale e subaeree procedendo verso l'alto. I prodotti subaerei sono dati da ialoclastiti, da breccie vulcanoclastiche a grana minuta (Pv - Foto 6.6) e da breccie a pillows immerse in una matrice vulcanoclastica giallo-rossastra (Ppw - Foto 6.7) e sono ampiamente diffusi a NE dell'allineamento Grammichele-Vizzini-M. Lauro, aumentando di spessore verso nord da pochi metri ad oltre 700. I prodotti subaerei sono costituiti da prevalenti colate di lave bollose e scoriacee e da subordinati prodotti piroclastici (Pvl - Foto 6.8). Nel loro complesso costituiscono prodotti sia tholeiitici che di serie basaltica alcalina prevalentemente basalti olivini fino a nefelitici con scarse manifestazioni a tendenza hawaiana. Intercalazioni di materiale sedimentario (Pvs - Foto 6.9), generalmente sabbie e limi carbonatici, sono presenti un po' ovunque dalla zona di Vizzini scalo fino a fine Lotto.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 6.6 – Particolare della superficie di affioramento delle ialoclastiti e breccie vulcanoclastiche (Pv) osservate in corrispondenza del taglio stradale della S.S. 514 esistente, in corrispondenza della pk 4+800.



Foto 6.7 – Breccie a pillows (Ppw) affioranti in corrispondenza della pk. 5+700.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 6.8 – Colate di lave bollose e scoriaee con subordinati prodotti piroclastici (Pvl) interessati dagli scavi della esistente trincea della S.S. 514, riprese alla pk. 11+800.



Foto 6.9 – Intercalazione di sabbie e limi carbonatici rilevati presso la trincea esistente della S.S. 514 alla pk. 5+350.



6.3.11 Trubi (Pm) – Pliocene inferiore.

Formazione marnoso-argilloso-calcareo di ambiente marino aperto, sviluppatasi al tetto della formazione evaporitica; l'unità è costituita da un'alternanza ritmica di marne e calcari ricchi in plancton calcareo. Questi litotipi sono di colore variabile da bianco a giallastro o a bruno e risultano pressoché privi di frazione terrigena; inoltre, si presentano in strati dello spessore di 20-30 cm, ma possono raggiungere anche dimensioni metriche. Lo spessore della formazione raggiunge i 50-60 metri.

I Trubi sono ampiamente rappresentati in affioramento nell'intera valle del Salito e Vallone Fiumarello presso l'abitato di Licodia Eubea (Foto 6.10-Foto 6.11).

Foto 6.10 – Affioramento della facies marnoso-calcareo della Formazione dei Trubi visibile presso lo scavo di un'area di servizio esistente situata in corrispondenza della pk. 1+850 del Lotto 5 di progetto.



Foto 6.11 – Affioramento della facies marnoso-calcareo della Formazione dei Trubi visibile presso lo scavo di un'area di servizio esistente situata in corrispondenza della pk. 1+850 (particolare).



6.3.12 Calcarea di base (Mg) – Messiniano.

Il Calcarea di Base è costituito da calcari biancastri o grigiastri in strati e banchi massicci dello spessore da 1 a 15 m; la geometria degli strati è grossolanamente lenticolare, a base irregolare, localmente erosiva. I banchi principali sono alternati a livelli, spessi da 30 a 150 cm costituiti da marne calcaree, calcari laminati, o, più raramente, da gessi. Talvolta il passaggio dai banchi calcarei alle intercalazioni marnose si realizza tramite l'interposizione di ritmiti calcaree laminate. In alcune situazioni i banchi calcarei presentano un aspetto brecciato; la natura di questa tessitura può essere imputata a collasso da dissoluzione di minerali o di interstrati evaporitici e/o a processi meccanici di tipo gravitativi. Lo spessore formazionale è pari a circa 70-80 m.

Questa formazione affiora nel Vallone Salito dalla località Quattro Poggi fino alla Piana delle Rose nell'incisione del Vallone Fiumarello (Foto 6.12).

Foto 6.12 – Calcarea di base fratturato e a luoghi carsificato affiorante nell'area di cava abbandonata, presso la pk 1+000.



6.3.13 Gessi cristallini (Ms) – Messiniano.

Rappresentano il secondo termine (in ordine di precipitazione) della serie evaporitica e si trovano quindi in contatto stratigrafico con il Calcarea di Base. Hanno una stratificazione millimetrico-ritmica e centimetrico-ritmica e hanno colore da grigio trasparente fino a perfettamente limpido e incolore. Si presentano nelle due forme di gesso primario, grigio e con cristalli minuti, e di gesso secondario, molto più chiaro fino ad essere incolore e costituito da cristalli di dimensioni centimetriche e decimetriche. Il gesso di tipo secondario si presenta essenzialmente in forme massicce o laminate, con la tipica geminazione "a coda di rondine". Lo spessore dei gessi può raggiungere i 20-30 metri.

Affioramenti di gesso sono localizzati nel Vallone Salito, presso la località Quattro Poggi, e presso lo Svincolo n. 5 di Grammichele (Foto 6.13).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 6.13 – Gessi cristallini rilevati presso lo Svincolo di Grammichele.



6.3.14 Formazione Carlentini (Mv) – Tortoniano.

Prodotti di manifestazioni vulcaniche basiche a carattere prevalentemente esplosivo, rappresentati da livelli di vulcanoclastiti mescolate ad una più o meno abbondante frazione carbonatica di origine sedimentaria e da subordinate colate basaltiche a desquamazione globulare. All'interno di questo orizzonte vulcanico compaiono intercalazioni calcaree costituite da bioherme a coralli oppure da biolititi o da calcareniti. Localmente affiorano depositi lacustri dati da livelli marnosi biancastri oppure da diatomiti fogliettate. Lo spessore può raggiungere i 100 metri.

Lembi delle vulcaniti tortoniane affiorano nel versante destro del Torrente Fiumicello (Foto 6.14; Foto 6.15).

Foto 6.14 – Vulcanoclastiti stratificate a franapoggio, visibili nel versante destro del Torrente Fiumicello, in corrispondenza della Pila 2 del Viadotto Piano delle Rose.



Foto 6.15 – Vulcanoclastiti stratificate a franapoggio, visibili nel versante destro del Torrente Fiumicello, in corrispondenza della Pila 2 del Viadotto Piano delle Rose (particolare).



6.3.15 Formazione Tellaro (Mm) – Langhiano – Messiniano.

Marne grigio-azzurre a frattura sub-concoide contenenti sporadici orizzonti di un'alternanza calcarenitico-marnosa bianco-crema in strati di 30-50 cm spesso deformati da *slumping*. Nella parte alta compaiono sovente marne calcaree giallastre; in questo intervallo apicale sono presenti grosse lenti di vulcanoclastiti e di lave submarine basiche di spessore compreso tra 0 e 100 m a volte interdigitate con le marne suddette. Lo spessore varia da poche decine ad alcune centinaia di metri.

La formazione del Tellaro è ampiamente diffusa in tutto il Vallone Salito (Foto 6.16).

Foto 6.16 – Alternanza di strati calcarenitico-marnosi sub-orizzontali affioranti lungo la SS514.



7 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

7.1 PREMESSA

Il tracciato stradale in progetto si sviluppa nei settori nord-orientale e nord-occidentale dell'altipiano Ibleo (Sicilia orientale) ed attraversa i territori dei Comuni di Vizzini, Francofonte, Lentini e Carlentini.

La morfologia della zona è fortemente influenzata dalla natura dei litotipi affioranti e dal loro grado di erodibilità; l'idrologia di superficie, le precipitazioni meteoriche e l'acclività sono tra le cause principali che hanno determinato un modellamento differenziato dei versanti; inoltre, questo carattere si riflette sui pattern dei reticoli idrografici che sono riferibili ai tipi sotto descritti:

- a) Tipo "sub-dendritico" ed addirittura "piumato", caratteristico delle aree di affioramento dei terreni coesivi e plastici di natura argilloso-marnosa (Trubi, Marne argillose della F.ne Tellaro).
- b) Tipo "parallelo", tipico delle aree in cui sono presenti affioramenti di litotipi a diversa erodibilità.
- c) Tipo "angolare", caratteristico delle aree di affioramento dei terreni litoidi (calcari e vulcaniti) con numerose aste non confluenti.

La diversa natura dei terreni affioranti ha condizionato strettamente i tratti morfologici, caratterizzati da una significativa varietà di situazioni nelle diverse zone interessate dall'opera in oggetto.

7.2 MORFOTIPI RICONOSCIUTI

Le forme riconosciute sono distinguibili come di seguito riportato.

7.2.1 Forme strutturali e vulcaniche

Sono riconducibili a questo tipo gli orli di scarpata di faglia ed i versanti di faglia.

- *Orlo di scarpata di faglia*: si realizza in corrispondenza della zona di intersezione fra il piano di faglia e la superficie topografica.
- *Versante di faglia*: superficie di taglio, talora liscia e lucida, per lo più solcata e striata, prodotta dallo spostamento relativo delle masse litoidi.

7.2.2 Forme di versante dovute alla gravità

In questo gruppo sono comprese:

- Forme di denudazione:
 - *nicchie di frana (di crollo, di scorrimento e di colamento)*: la nicchia di frana è un incavo modellato nel versante dal quale si è staccata una frana; generalmente ha forma a cucchiaino, con la concavità rivolta verso valle.
 - *contropendenze*: lembi di terreno ruotati nel corso del movimento di frana, caratterizzati da locale inclinazione topografica verso monte.
 - *soliflussi*: lenti movimenti di terreno impregnato d'acqua, che scivola lungo pendii interessando la porzione corticale del terreno sciolto.
 - *orli di scarpata di degradazione*: area dalla quale è avvenuto lo spostamento di materiale lungo scarpate, superfici, gradini etc in connessione sia con fenomeni di movimento franoso, sia di caduta di singoli detriti.
- Forme di accumulo e relativi depositi:

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

- *corpi di frana (di crollo, di scorrimento e di colamento):* massa di terreno spostata dal movimento franoso.
 - Deposito di frana per crollo e/o ribaltamento: deposito originato da distacco di rocce litoidi da un pendio acclive e messo in posto con processi di caduta libera, rimbalzo e rotolamento di ciottoli e massi. L'accumulo detritico è costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm³ e decine di m³, privo di matrice o in scarsa matrice sabbioso-pelitica, a luoghi alterata e pedogenizzata. E' caratteristica la riattivazione improvvisa e la estrema velocità del movimento. Per le loro caratteristiche intrinseche tali depositi sono da considerarsi attivi in quanto potenzialmente e improvvisamente soggetti all'arrivo di nuovi accumuli distaccati dai pendii sovrastanti.
 - Deposito di frana per scorrimento: deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.
 - Deposito di frana per colamento: deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti possono essere per lo più coesivi (colate di fango) o granulari (colate detritiche). I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili. Le colate di detrito risultano più rare.
- *detriti di versante:* accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm³ e decine di m³, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi. Il detrito può essere stato anche rielaborato da fenomeni di gelo-disgelo e dal ruscellamento delle acque superficiali.
- *coni di detrito:* Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallette trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica torrentizia.
- *falde di detrito:* cumuli detritici disposti in forma alquanto regolare ai fianchi di rilievi montuosi.

7.2.3 Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

Sono attribuibili a questo gruppo le seguenti forme:

- Forme di erosione che comprendono:
 - *alvei in approfondimento:* alveo in fase di incisione, caratteristico quando un corso d'acqua è privo o quasi di carico solido e tutta la sua energia viene spesa nell'erosione e nel modellamento del fondo.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

- *vallecole a V*: incisioni caratteristiche su versanti pressoché spogli costituiti da materiali poco permeabili ed alquanto erodibili.
- *vallecole a conca*: incisioni con fondo concavo, incise e in seguito riempite da sedimenti, con contributo importante di sedimenti provenienti dai fianchi ("colluvio" senso lato)
- *vallecole fondo piatto*: incisioni con fondo piatto, incise e in seguito riempite da sedimenti, con contributo dominante di sedimenti trasportati lungo la vallecola stessa.
- *alveo con erosione laterale o sponda in erosione*: arretramento di una sponda fluviale attraverso una combinazione di erosione dovuta alla corrente fluviale e movimenti di massa.
- *ripiani di erosione*: superficie interessata da ruscellamento diffuso.
- *orli di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo*: ciglio di erosione situato al bordo di terrazzi fluviali situati lungo i corsi dei fiumi e lungo le coste marine e lacustri, a quote più elevate rispetto al livello di base attuale.
- *orli di scarpata di denudazione*: forme di erosione legate al diverso comportamento delle rocce in relazione alla degradazione meteorica.
- *superfici con forme di dilavamento prevalentemente diffuso*: riguardano comunemente i terreni ricchi di limi e argille e sono dovuti agli effetti delle acque meteoriche che scorrono sulla superficie del versante in forma di velo diffuso o di reticolo. Questo tipo di erosione comporta l'asportazione di particelle della copertura e ne coinvolge in generale uno spessore limitato.
- *depositi eluvio-colluviali*: coltre di materiale detritico, generalmente fine (frammenti di roccia, sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità (subordinata), con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.
- *superfici di terrazzo*: pianori costituiti da depositi alluvionali terrazzati deposti e modellati ad opera del corso d'acqua.

7.2.4 Forme antropiche

Le forme antropiche consistono essenzialmente in:

- *versanti con terrazzamento a muretti o a scarpate (integri e/o in degradazione)*: sono state perimetrare le porzioni di versante sistemate con murature a secco o caratterizzati da terrazzamenti bordati da piccole scarpate, sia integri sia interessati da locali deformazioni.
- *cave*: sono state perimetrare le aree interessate da coltivazione mineraria attiva o passata.
- *orli di scarpata di cava*: rappresentano i cigli di scavo delle aree interessate da coltivazione mineraria.
- *rilevati stradali o ferroviari*: indicano l'ingombro delle aree di sedime delle infrastrutture stradali o ferroviarie esistenti.
- *riporti*: materiale di risulta accumulatosi in seguito alle attività di estrazione di cava e/o di risulta degli scavi delle trincee esistenti.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

- *tratti di corso d'acqua con briglie*: indicano i settori torrentizi e/o fluviali interessati da forte erosione lineare sistemati mediante la realizzazione di opere trasversali in muratura e/o gabbioni.
- *argini fluviali*: si tratta di rilevati in terra o muratura realizzati al fine di contenere le piene nell'ambito dell'area golenale del corso d'acqua.

7.3 CARATTERI MORFOLOGICI DEL CORRIDOIO DI STUDIO

Sulla base del rilevamento geologico di superficie svolto e con l'ausilio dell'analisi delle riprese aeree disponibili, è stato possibile definire le principali caratteristiche morfo-evolutive del corridoio di studio.

Il tratto compreso tra lo Svincolo di Grammichele e lo Svincolo di Vizzini è caratterizzato dal passaggio dai termini sedimentari marnoso argillosi mio-pliocenici alle vulcaniti plioceniche con conseguente variazione che conferisce quindi all'area un passaggio da una morfologia più movimentata ed aspra ad una più dolce caratterizzata da versanti a minore acclività.

Il tracciato, superata un'area di cava dimessa (Foto 7.2), oltrepassa tramite viadotto la vallata del Fiumicello fortemente incisa (Foto 7.1-Foto 7.3) sulla cui sinistra idrografica si riscontra una vasta area terrazzata, legata all'evoluzione del citato corso d'acqua (Foto 7.4).

Foto 7.1 – Panoramica della valle del Torrente Fiumicello in corrispondenza dell'attraversamento del Viadotto Piano delle Rose; sullo sfondo la pianeggiante area di cava abbandonata.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.2 – Pianoro dell'area di cava abbandonata attraversata dal tracciato di progetto tra le pk 0+850 – 1+150.



Foto 7.3 – Vista da valle dell'esistente viadotto che attraversa l'incisione del T. Fiumicello; l'asimmetria dei due versanti è attribuibile alla giacitura della stratificazione del substrato miocenico a franapoggio sulla sinistra della foto, e a reggipoggio sulla destra.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.4 – Margine meridionale dell'ampia area terrazzata compresa tra il Torrente Fiumicello e la località Casa Salvo (Piana delle Rose) attraversata dal tracciato tra le pk 1+240-1+920 del Lotto 5.



Segue un tratto sub-parallelo ad un tributario sinistro del medesimo che viene affiancato fino alla zona di spartiacque; i corsi d'acqua presentano un andamento "angolato" a causa della presenza di lineamenti tettonici a carattere regionale (Foto 7.5).

Foto 7.5 – Panoramica lato Ovest scattata da Casa Salvo relativa al tratto stradale prossimo a Vizzini Scalo; sullo sfondo visibile un'asta del settore di testata del torrente Fiumicello impostata in corrispondenza di una linea tettonica.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Superata la sella compresa tra il Poggio Cavaliere ed il Monte Altore il tracciato raggiunge la piana palustre di Vizzini Scalo caratterizzata da un'estesa vallata sub-circolare con quote comprese tra i 580 ed i 600 m s.l.m. (Foto 7.6); il tracciato prosegue verso Catania passando in adiacenza, in destra idrografica, ad un corso d'acqua che sfocia nella piana di Vizzini Scalo (Foto 7.7).

Foto 7.6 – Panoramica della depressione sub-circolare di Vizzini scalo colmata da depositi fluvio-palustri.



Foto 7.7 - Incisione torrentizia di un fosso che sfocia nella depressione di Vizzini Scalo; il tracciato in progetto si sviluppa sul bordo settentrionale della valle, ossia in destra della foto.



La tratta termina in una depressione sub-circolare analoga alla piana palustre di Vizzini Scalo in cui è prevista la realizzazione dello Svincolo di Vizzini (Foto 7.8).

Foto 7.8 – Ampia depressione in cui si colloca lo Svincolo di Vizzini; la depressione è stata colmata da depositi fluvio-palustri.



Nell'ambito di questo Lotto si riconosce un primo fenomeno gravitativo attivo che interessa la Pila 2 del Viadotto Piano delle Rose di progetto (Frana L3_1 denominata L5_1 nella precedente fase progettuale), alcuni dissesti minori localizzati intorno alla pk 2+000 e una frana di colamento (Frana L3_2 ex L5_2).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.9 – Dissesto gravitativo di ridotte dimensioni areali (Frana L3_1), ubicato in prossimità del Viadotto Piano delle Rose.



Foto 7.10 – Panoramica dell'incisione torrentizia attraversata dal Viadotto Piano delle Rose.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.11 – Colamento osservato a monte della SS 514 in sinistra T. Fiumicello.



Foto 7.12 – Forme di erosione e dissesti a monte della SS 514 in sinistra T. Fiumicello.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.13 – Dissesti gravitativi, di limitata estensione areale, ubicati intorno alla pk. 2+300-2+400.



Foto 7.14 – Dissesti gravitativi, di limitata estensione areale, ubicati intorno alla pk. 2+300-2+400.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Dissesti gravitativi, di limitata estensione areale, ubicati intorno alla pk. 2+300-2+400.



Foto 7.15 – Dissesto gravitativo, di limitata estensione areale, ubicato intorno alla pk. 3+300.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.16 - Frana L3_2 situata tra le pk. 5+250-5+310 che ha interessato le intercalazioni sabbioso-argillose contenute nell'ambito dei depositi vulcanici pliocenici. Visibile sulla parte superiore della foto la nicchia di distacco; il corpo di frana è interessato da erosione a rivoli e solchi.



Foto 7.17 - Frana L3_2 situata tra le pk. 5+250-5+310 – particolare del tratto in cui è stata danneggiata la canaletta.



RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.18 - Frana L3_2 situata tra le pk. 5+250-5+310 – Vista in direzione Catania..



Foto 7.19 - Frana L3_2 situata tra le pk. 5+250-5+310 – Vista di insieme.



Nel tratto compreso tra lo Svincolo di Vizzini e lo Svincolo di Francofonte la fisiografia è strettamente connessa con la situazione geologica in cui la litofacies endogena (vulcaniti iblee) affiorante è costituita da un esteso espandimento di prodotti vulcanici (vulcanoclastiti, breccie vulcaniche a pillow, lave). La morfologia è data da un susseguirsi di creste rocciose e avvallamenti o spianate. Le prime, coincidenti con

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

le parti più prominenti o con i fianchi dell'originaria colata, costituiscono punti di affioramento di roccia lavica limitatamente degradata dagli agenti chimico-fisici, spesso sconnessa per l'accentuarsi della fratturazione singenetica; questi settori presentano vegetazione spontanea rada sia arborea che arbustiva; i secondi, coincidenti con settori interposti a colate o digitazioni diverse o a incavature della colata, sono sempre interessati da forte presenza di materiale di alterazione derivante sia da una più intensa azione di aggressione esogena sia dall'apporto colluviale da monte, e sono quindi quasi sempre occupati da coltivazioni agricole (Foto 7.20).

Foto 7.20 - Ampia depressione a morfologia tabulare, modellata in depositi fluvio-palustri, in cui si colloca lo Svincolo Vizzini di progetto.



Per quanto riguarda l'idrografia, questa, come è noto, è praticamente assente nei terreni vulcanici, dal momento che i deflussi avvengono quasi del tutto per via sotterranea per la elevata permeabilità degli stessi. Limitatamente, in occasione di precipitazioni copiose, il deflusso avviene in superficie lungo incisioni torrentizie il cui alveo è coperto da materiale argilloso prodotto dell'alterazione dei terreni vulcanici. I deflussi di falda sono localizzati in paleo incisioni del substrato, a profondità variabile, ed hanno tutti recapito nella sottostante piana di Lentini. La diversa tipologia dei prodotti vulcanici presenti conferisce un differente comportamento morfodinamico, con fenomeni di crollo localizzati in prossimità di scarpate formate dai fronti e dai fianchi delle colate laviche dove la fessurazione favorisce il distacco di blocchi, e con fenomeni localizzati di scoscendimento superficiale in presenza di versanti relativamente acclivi caratterizzati da materiale colluviale frammisto a blocchi vulcanici e vulcanoclastici (Foto 7.21).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.21 – Panoramica del versante vallivo meridionale di Poggio dell'Oro, caratterizzato da debole pendenza; ben visibili, in tutta l'area, i diffusi accumuli di massi ciclopici lavici sistemati longitudinalmente lungo i versanti.



Foto 7.22 – Panoramica del versante vallivo meridionale di Poggio dell'Oro, caratterizzato da debole pendenza; ben visibili, in tutta l'area, i diffusi accumuli di massi ciclopici lavici sistemati longitudinalmente lungo i versanti.



Foto 7.23 – Tratta pk. 9+000-9.500 in cui la sede stradale viene ampliata verso monte.



Più in dettaglio si osserva una morfologia generalmente di aspetto dolce, con rilievi di forma allungata a direzione ESE-WNW (Contrada Granvilla e Montagnole) separati da profonde incisioni fluviali e torrentizie ad andamento angolare che hanno intaccato il potente plateau vulcano-sedimentario, come il Torrente Risicone, che viene lambito dal tracciato fino alla pk 9+900 circa.

Superata questa progressiva la morfologia si presenta tabulare, con debole pendenza in direzione dell'abitato di Francofonte, a partire dalla quota di 450 m s.l.m. per raggiungere i 250 m s.l.m. del citato abitato (Foto 7.24).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Foto 7.24 - Area di Masseria Passanetello situata sul fianco nord-orientale del rilievo vulcanico di Poggio dell'Oro, caratterizzato da versanti con bassa acclività in cui si rinvengono superfici terrazzate marine quaternarie.



In questo tratto tabulare debolmente inclinato verso il Fiume San Leonardo si osserva la presenza di aree-sub-circolari, terrazzate ad opera dell'ablazione marina quaternaria (Foto 7.25) e la diffusa incisione ad opera dei corsi d'acqua che hanno eroso sia le vulcaniti che i depositi marini quaternari (Foto 7.26). Nell'area sono visibili frequenti e caratteristici accumuli lineari di blocchi lavici disposti al margine di aree coltivate.

Foto 7.25 – Vista di insieme della superficie terrazzata di origine marina situata presso Masseria Passanetello.



Foto 7.26 – Panoramica del settore di testata della Valle del Re in cui si sviluppa l'asse di progetto; nella valle si osservano tracce di terrazzamento marino quaternario; anche in questo tratto di versante si rinvencono cumuli di blocchi lavici ciclopici disposti trasversalmente alla linea di massima pendenza.



In questo Lotto è presente un cumulo di riporti di estensione areale e di spessore notevole situato al margine del tracciato di progetto tra la pk 11+450 e la pk 11+650. Il materiale riportato è attribuibile al materiale scavato al momento di realizzazione della profonda trincea stradale esistente tra le pk. 11+150 e 11+500 (Foto 7.27) che è stato scaricato per gravità nella profonda incisione del Torrente Risicone; si osserva, infatti, una classazione dei blocchi con dimensioni decrescenti dal basso verso l'alto (Foto 7.28-Foto 7.29-Foto 7.30).

Foto 7.27 - Scarpata stradale esistente eseguita nell'ambito delle vulcaniti massive; la scarpata è stata realizzata con n. 2 banche intermedie e consolidata con rete metallica ancorata a travi in c.a..



Foto 7.28 – Pianoro sommitale del cumulo di riporti di notevole estensione areale e di spessore notevole situato al margine del tracciato di progetto tra la pk. 11+450 e la pk 11+650. Il materiale riportato è attribuibile al materiale scavato al momento di realizzazione della profonda trincea stradale esistente tra le pk. 11+150 e 11+500.



Foto 7.29 – Vista dal pianoro di Foto 7.28 del materiale che è stato scaricato per gravità nella profonda incisione del Torrente Risicone; si osserva, infatti, una classazione dei blocchi con dimensioni decrescenti dal basso verso l'alto.



Foto 7.30 - Vista dal basso del materiale scaricato con classazione dei blocchi con dimensioni decrescenti dal basso verso l'alto.



Gli elementi della morfologia di superficie che caratterizzano il rilievo, ed in particolare quelli che sono risultati dal nostro esame significativi ai fini di un inquadramento dei processi lungo il corridoio stradale in esame, sono stati rappresentati graficamente nelle allegate Carte geomorfologiche in scala 1:2.000 (T03GE01GEOCG17÷ T03GE01GEOCG28).

Il rilevamento geomorfologico e la rappresentazione dei morfotipi rilevati nel corridoio di studio hanno fatto riferimento a quanto previsto dal Servizio Geologico Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia-Quaderni Serie III Volume 4 - Carta Geomorfologica d'Italia - Guida al Rilevamento curato dal Gruppo di Lavoro per la Cartografia Geomorfologia.

7.4 DISSESTI CENSITI DAL PAI (REGIONE SICILIANA) E DALL'IFFI (ISPRA-SINANET)

L'attività di rilevamento geologico e geomorfologico di superficie è stata condotta prendendo in esame anche quanto indicato dagli elaborati di Pianificazione territoriale vigenti, quali la Carta dei Dissesti edita dal PAI della Regione Sicilia e la cartografia interattiva dell'IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) disponibile in rete e curata dall'ISPRA-SINA-Net, al fine di valutare la corrispondenza tra i dissesti rilevati e quelli indicati dalle citate fonti.

7.4.1 Confronto con la Carta dei Dissesti del PAI

Le Frane L3_1 e L3_2 (denominate nel PD L5_1 e L5_2), censite nel corso dello studio definitivo e verificate in questa fase, non sono indicate sulla Carta dei Dissesti del PAI.

In tutta l'area sono stati installati punti di monitoraggio inclinometrico.

7.4.2 Confronto con la cartografia interattiva dell'IFFI

Le Frane censite in sede di rilevamento geologico non sono indicate sulla cartografia interattiva dell'IFFI.

All'interno del Lotto, tra le pk 1+400 e 1+550, l'IFFI identifica con il codice ID 0875000000 un'area soggetta a frane superficiali quiescenti diffuse; nel corso del rilevamento geologico è stato osservato che in questa area sono presenti diffuse aree detritiche (dt) interessate da locali soliflussi.

8 CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA

In riferimento alle caratteristiche geologico-strutturali precedentemente descritte, l'area dei Monti Iblei può essere suddivisa in due settori principali: un settore Sud-occidentale, per buona parte costituito dalla provincia di Ragusa e un settore Nord-orientale in provincia di Siracusa e Catania. I caratteri idrogeologici di queste due idrostrutture sono descritti nel successivo paragrafo 8.1.

Nel corso dello studio sono state analizzate le modalità di deflusso delle acque sotterranee al fine di valutare le implicazioni tra queste e l'inserimento ambientale del tracciato di progetto. In particolare, nella valutazione dell'assetto idrogeologico lungo l'itinerario, oltre alle conoscenze di sorgenti e pozzi per usi irrigui ed idropotabili, sono stati esaminati:

- i lineamenti idrografici;
- la circolazione idrica sotterranea;
- le manifestazioni sorgentizie;
- le caratteristiche geolitologiche in funzione della circolazione delle acque sotterranee.

Le caratteristiche pluviometriche e termometriche individuano un clima di tipo termo mediterraneo (più di 4 mesi secchi) con afflussi medi annui dell'ordine di 720 mm, compresi tra un minimo di 373 mm (stazione di Cozzo Spadaro) ed un massimo di 1.172 mm (stazione di Buccheri). L'evapotraspirazione effettiva annua è compresa tra i valori medi di 450 mm (zona costiera meridionale) ed i 500 mm della zona di Francofonte e delle aree più interne dell'altopiano Ibleo. I valori medi annui di eccedenza idrica rientrano, per tutto il territorio considerato, nell'ordine di 225-250 mm (Dati Ministero LL.PP. Servizio Idrografico). L'eccedenza idrica anzidetta corrisponderebbe ad una portata media unitaria di 7 – 8 l/s*kmq.

Nei dintorni di Ragusa sono localizzate delle sorgenti con portate dell'ordine di 14 – 40 l/s ed estrema variabilità stagionale in relazione agli apporti in falda. Le manifestazioni sono prevalentemente dovute all'emergenza della falda in corrispondenza di allineamenti morfologici, (le "cave", profonde incisioni vallive dell'altopiano Ibleo) ed in corrispondenza di faglie e forme strutturali riconducibili ad eventi morfodinamici di neotettonica. La primitiva portata del gruppo di sorgenti è stata notevolmente compromessa dalla realizzazione di trivellazioni che raggiungono profondità di 200-250 metri che hanno comportato una riduzione di circa il 35% della produttività iniziale delle sorgenti.

8.1 SETTORE NORD-ORIENTALE

Il settore nord-orientale dei Monti Iblei può a sua volta essere suddiviso, ai fini idrogeologici, in quattro corpi idrici: il bacino del Lentinese, il Siracusano Nordorientale, il Siracusano meridionale e la piana di Augusta-Priolo; il tracciato in progetto intercetta unicamente il bacino Lentinese. I corpi idrici presentano differenti caratteristiche geochimiche in relazione alle direzioni di deflusso idrico sotterraneo. In particolare, nella porzione nord, da Monte Lauro fino alla Piana di Lentini, le acque sotterranee circolano prevalentemente nei depositi vulcanici plio-pleistocenici con direzione di deflusso verso Nord Nord-Est. Il substrato semipermeabile del suddetto acquifero è costituito localmente dalle vulcaniti mioceniche superiormente spesso alterate da processi di argillificazione. Un alto strutturale lungo l'allineamento NE-SO separa questo corpo idrico dall'adiacente acquifero misto (bacino di Augusta).

Ancora più ad ovest si estende il bacino carbonatico del "Siracusano" delimitato a nord dal graben Melilli - Monti Climiti, un alto strutturale con direzione ONO-ESE.

Figura 8-1 – Suddivisione del settore Sud-occidentale Ragusano nei due corpi idrici minori: Piana di Vittoria e corpo idrico Ragusano



8.2 DEFINIZIONE DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Ai fini dell'analisi delle successioni idrogeologiche evidenziate lungo il tracciato di progetto, sono stati definiti n. 13 complessi idrogeologici i cui caratteri di permeabilità sono riassunti nel seguito.

- Complesso Idrogeologico C1 (ex C1): complesso dei depositi calcarei e calcareo-marnosi costituito dai termini attribuibili alla formazione dei Calcari di base della serie evaporitica (Mg); permeabilità di tipo secondario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C2 (ex C3): costituito dai termini evaporitici della Formazione Ms; permeabilità di tipo secondario a grado alto.
- Complesso Idrogeologico C3 (ex C4): di cui fanno parte i depositi marnosi e calcareo-marnosi della Formazione del Tello (Mm) e dei Trubi (Pm); permeabilità di tipo misto a grado medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C4 (ex C5): raggruppa i termini vulcanici ignimbrici miocenici (Mv) e pliocenici (Pv); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.

- Complesso Idrogeologico C5 (ex C6): costituito dalle lave plioceniche (PVI); permeabilità di tipo secondario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C6 (ex C8): include i depositi pliocenici (Pvs) di natura prevalentemente sabbiosa, arenacea, calcarenitica e calciruditica; permeabilità di tipo primario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C7 (ex C9): costituito dai depositi prevalentemente argillosi quaternari (p); permeabilità di tipo primario a grado basso.
- Complesso Idrogeologico C8 (ex C10): raggruppa i depositi in facies prevalentemente sabbioso-ghiaiosa quaternari (Qt-Qcs); permeabilità di tipo primario a grado medio-alto.
- Complesso Idrogeologico C9 (ex C11): racchiude i depositi alluvionali attuali e recenti (a-ar); permeabilità di tipo primario a grado medio, medio-basso.
- Complesso Idrogeologico C10 (ex C12): costituito dai termini detritici (dt), dalle conoidi, dai depositi di frana e dai riporti antropici; permeabilità di tipo primario a grado medio, medio-alto.
- Complesso Idrogeologici C11 (ex C13): che rappresenta l'insieme delle coperture eluvio-colluviali (ec); permeabilità di tipo primario a grado medio-basso.

8.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL CORRIDOIO DI ANALISI

Sulla base del censimento dei punti d'acqua svolto nell'ambito del corridoio di studio e di un intorno di ampiezza significativa, i cui dettagli sono riportati nel seguente paragrafo 8.4, è stato possibile ricostruire l'andamento della superficie piezometrica della falda idrica principale che ha consentito inoltre di interpretare le principali direzioni di deflusso sotterraneo. L'andamento delle isopieze e le direzioni di deflusso sono state riportate nella "Carta Idrogeologica" (Elab T03GE01GEOCI01÷ T03GE01GEOCI12); qui di seguito si riassumono le caratteristiche rilevate per singole tratte.

L'assetto idrostratigrafico del presente Lotto è caratterizzato dalla presenza dei complessi litoidi C1, C4 e C5 al di sopra dei quali si sviluppano i complessi C6, C7, C8, C9 e C11.

Nel tratto compreso tra lo Svincolo di Grammichele e la Piana di Vizzini scalo il tracciato si estende nella zona di testata del Vallone Fiumarello, area in cui la falda si attesta intorno a quota 500 m s.l.m.; proseguendo verso Vizzini scalo le quote aumentano fino a raggiungere i 550 m s.l.m..

La falda mostra una risalita in direzione dello Svincolo7 Vizzini, zona in cui la piezometrica si attesta intorno ai 600 m s.l.m., caratteristici di tutta la piana di Svincolo.

Superato lo svincolo di Vizzini i complessi idrogeologici maggiormente diffusi sono il C4 e C5 di natura vulcanica a cui sovrappongono i complessi C7, C8, C9, C10 e C11 e, in prossimità dello Svincolo di Francofonte, un lembo del C6.

Nell'area compresa tra lo Svincolo di Vizzini e la Masseria Santa Domenica, in cui la piezometrica si attesta a 600 m s.l.m., la falda contenuta nelle vulcaniti mostra un deflusso occidentale che, dopo lo spartiacque sotterraneo situato presso la pk 1+600, inverte la direzione verso oriente, pressoché sub-parallela al tracciato.

Superata la Masseria Santa Domenica fino alla Masseria Passanetello la falda vulcanica è drenata dal Torrente Palagonese, come testimoniato dall'andamento delle isopieze che in un breve spazio decrescono

da 600 m s.l.m. a 450 m s.l.m.; il deflusso idrico sotterraneo è ortogonale al tracciato e mostra una soggiacenza media pari a circa 50 m.

La dorsale su cui si sviluppa l'abitato di Francofonte, mostra quote piezometriche decrescenti da 450 m s.l.m. a 200 m s.l.m. drenate dal Fiume Costanzo e dai suoi affluenti; la soggiacenza media dal p.c. oscilla tra i 20 ed i 50 m.

8.4 PUNTI D'ACQUA CENSITI

Come precedentemente indicato è stata eseguita una ricerca bibliografica dei punti d'acqua significativi (pozzi e sorgenti) ricadenti all'interno del corridoio di progetto e in un intorno di ampiezza significativa. In questa sede è stata confermata la posizione in carta dei pozzi e delle sorgenti censite nel Progetto Preliminare che sono stati contraddistinti con la sigla S_PP (sorgenti) e P_PP (pozzi) seguita da una numerazione progressiva, integrandoli con i punti d'acqua denunciati presso i seguenti Enti:

- Genio Civile di Catania – Via Lago di Nicito 89 – 95100 Catania - Dott.ssa S. Berretta
- Genio Civile di Siracusa - Via Brenta 77 – 96100 Siracusa – Dott. G. D'Urso

I punti d'acqua recuperati dai suddetti enti sono stati contraddistinti con le P_Ct (genio civile di Catania) e P_SR (genio civile di Siracusa) sempre seguiti da una numerazione progressiva.

Infine sono stati aggiunti una serie di punti d'acqua rilevati in campo durante le fasi di rilevamento geologico contraddistinti con le sigle P_C e S_C, seguite da una numerazione progressiva.

Al termine delle attività di reperimento dati è stata redatta una carta 'Ubicazione punti d'acqua (pozzi, sorgenti e piezometri)' ricadenti all'interno del corridoio di progetto mentre le caratteristiche reperite per i singoli punti d'acqua sono state riassunte in una serie di tabelle di seguito riportate.

Le tabelle suddette contengono i dati caratteristici dei punti d'acqua che è stato possibile reperire:

- fonte di provenienza del dato con eventuale riferimento di archivio;
- comune di riferimento;
- tipologia del punto d'acqua;
- tipologia di utilizzo;
- profondità dell'impianto;
- livello statico della piezometrica dal piano campagna;
- quota slm del boccaforo;
- quota assoluta del livello piezometrico slm;
- eventuale portata;

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Le quote piezometriche ricavate hanno consentito quindi di ricostruire l'andamento delle circolazioni idriche sotterranee rappresentate mediante la costruzione delle isopieze, riportate nella "Carta Idrogeologica" (Elab.: T03GE01GEOCI01÷ T03GE01GEOCI12), contraddistinte dalla relativa quota assoluta.

Tabella 8-1 – Punti d'acqua censiti dal Genio Civile di Catania

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_Ct-075	130	Vizzini	Pozzo	Potabile					13
P_Ct-076	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-077	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-078	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-079	123	Vizzini	Pozzo	Potabile					35
P_Ct-081	178	Vizzini	Pozzo	Potabile		230			
P_Ct-083	178	Vizzini	Pozzo	Potabile		230			

Tabella 8-2 – Punti d'acqua censiti dal Genio Civile di Siracusa

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_SR-001	4883-140	Francofonte	Pozzo		350	400	40	310	45
P_SR-002	98	Francofonte	Pozzo			10			18
P_SR-003	G0010/P0003	Francofonte	Pozzo	Potabile					
P_SR-004	G0010/P0002	Francofonte	Pozzo	Potabile					
P_SR-005	384	Francofonte	Pozzo	Igienico sanitario	290	39	26	264	0,94
P_SR-006	383	Francofonte	Pozzo	Igienico sanitario	280	124	78	202	0,86
P_SR-007	221	Francofonte	Pozzo			25			2,45
S_SR-008	232	Francofonte	Sorgente						0,9
P_SR-009	5650-276	Francofonte	Pozzo	Irriguo	117	24	12	105	5,1
P_SR-010	2018-191	Francofonte	Pozzo	Irriguo	108	180	98	20	11
P_SR-011	252	Francofonte	Pozzo			40			0,55
P_SR-012	7910-60	Francofonte	Pozzo	Irriguo	75	150	85	-10	22
P_SR-013	6769-02-313	Francofonte	Pozzo		70	11	8	62	0,27
P_SR-014	6290-294	Francofonte	Pozzo romano	Irriguo	70	18	3	67	2,5
P_SR-015	281	Francofonte	Pozzo		60	110	4	56	8,5
P_SR-016	1279_01-132	Francofonte	Pozzo			300			11,09
P_SR-017	238	Francofonte	Pozzo		61	8	4	57	1,13

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_SR-018	1279_05-192	Francofonte	Pozzo			300			6,58
P_SR-019		Lentini							
P_SR-020	1088	Lentini	Pozzo			16			
P_SR-021	6528-1185	Lentini	Pozzo romano		53	11	6	47	3,05
P_SR-022		Lentini							
P_SR-023	7933-1211	Francofonte	Pozzo	Irriguo	54	275	135	-81	18,04
P_SR-024	5017-70	Francofonte	Pozzo	Irriguo	54	140	96	-42	10,15
P_SR-025		Lentini							
P_SR-026	4456-150	Lentini	Pozzo	Irriguo	48	186	40	8	6,45
P_SR-027	8587-39	Francofonte	Pozzo		50	10	5,7	44	
P_SR-028	1507-887	Lentini	Pozzo romano	Irriguo	45	10	7,5	38	1,8
P_SR-029	823	Lentini							
P_SR-030		Lentini							
P_SR-031	1567-182	Lentini	Pozzo	Irriguo		12			5,15
P_SR-032	1279_03-131	Francofonte	Pozzo			400			13,13
P_SR-033	6222-315	Francofonte							
P_SR-034	8989-304	Francofonte	Pozzo	Irriguo	30	11	5	25	11
P_SR-035	7937-1347	Francofonte	Pozzo		34	12	6	22	0,82
P_SR-036	1279_04-173	Francofonte	Pozzo			450			26,26
P_SR-037	376	Francofonte	Pozzo	Igienico sanitario	35	12	6	29	1,1
P_SR-038	87	Carlentini	Pozzo			29			0,21
P_SR-039	6874-139	Carlentini	Pozzo	Irriguo	31	170	70	-39	0,63
P_SR-040	4315-510	Lentini							
P_SR-041		Lentini							
P_SR-042	1264-550	Carlentini	Pozzo	Irriguo	23	294	69,7	-46	44,72
P_SR-043	9307-946	Carlentini	Pozzo	Igienico sanitario		170			
P_SR-044		Carlentini							
P_SR-045	653	Carlentini	Pozzo			12			0,6
P_SR-046		Lentini							
P_SR-047	6012-982	Lentini	Pozzo		20	150	40	-20	3,05
P_SR-048		Lentini							
P_SR-049	937	Lentini	Pozzo			15			6,4
P_SR-050	9641-1341	Lentini	Pozzo	Irriguo	22	8	5,1	17	0,2
P_SR-051	5272-580	Lentini	Pozzo	Irriguo	26	57	15	11	7,65
P_SR-052	2299-467	Lentini	Pozzo	Irriguo	30	180	80	-50	14,6

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Sigla	Sigla d'origine	Comune	Tipologia	Uso	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)	Livello statico (m dal p.c.)	Livello statico (m s.l.m.)	Portata (l/sec)
P_SR-053	1979-907	Lentini	Pozzo			10	7,7		5,46
P_SR-054	8499-1361	Lentini	Pozzo	Irriguo		9			1,1
P_SR-055	1292	Lentini	Pozzo			7			0,2
P_SR-056	610	Lentini	Pozzo			10			3
P_SR-057	1021	Lentini	Pozzo			12			8,84
P_SR-058	1381	Lentini	Pozzo			9			0,3
P_SR-059	976	Lentini	Pozzo romano			9			
P_SR-060	1004	Lentini	Pozzo			6			
P_SR-061	5367-756	Lentini	Pozzo	Irriguo	21	90	29,9	-9	16,82
P_SR-062	6634-1362	Lentini	Pozzo	Irriguo	20	11	6	14	3
P_SR-063	5593-1253	Lentini	Pozzo	Irriguo	18	12	5	13	7,4
P_SR-064		Lentini							
P_SR-065	1115	Lentini	Pozzo			12			1,56
P_SR-066	1052	Lentini	Pozzo			11			4,84
P_SR-067	1159	Lentini	Pozzo			12			2
P_SR-068	1005	Lentini	Pozzo			12			2,84
P_SR-069	5716-1364	Lentini	Pozzo	Irriguo	16	10	6	10	0,85
P_SR-070		Lentini							
P_SR-071	6179-686	Lentini	Pozzo	Irriguo	18	100	50	-32	11,89
P_SR-072	5848-1249	Lentini	Pozzo	Irriguo					3,2
P_SR-073	2008-526	Lentini	Pozzo	Irriguo	42	83	56	-14	60,67
P_SR-074	9027-1491	Lentini	Pozzo	Irriguo	42	118	43	-1	8,9
P_SR-075	G0011/P00125(1)	Lentini							
P_SR-076	198	Lentini	Pozzo			120			8
P_SR-093		Francofonte							

9 SISMICITA' DELL'AREA

9.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003

"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

Il riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 2003 che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. E' in questa Ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base ai parametri V_{s30} , N_{spt} , C_u .

- D.G.R. n. 408 del 19.12.2003

"Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274".

La Giunta Regionale delibera di condividere quanto prospettato nella nota n° 5592 dell'11 dicembre 2003 del Dipartimento regionale di Protezione Civile e di adottare gli atti alla stessa allegati, in materia di individuazione, formazione ed aggiornamento all'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attenuazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003, in conformità alla proposta contenuta nella nota n. 5665 del 17 dicembre 2003 e relativi allegati, allegato "A" alla presente delibera.

- D.D.G. N. 3 DEL 15.01.2004

Il Dirigente Generale del Dipartimento Regionale di Protezione Civile rende esecutiva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana deliberata dalla Giunta Regionale in data 19 dicembre 2003 e relativi allegati.

- DM Infrastrutture e Trasporti 14.09.2005

"Norme Tecniche per le Costruzioni" del Ministero delle Infrastrutture che di concerto con il Dipartimento della Protezione Civile ha emanato un nuovo corpo normativo che assorbe anche quello adottato con l'Ordinanza 3274/03, pervenendo alla suddivisione delle zone sismiche 1, 2 e 3 anche in sottozone caratterizzate da valori dell'accelerazione intermedi rispetto ai valori di soglia;

- OPCM n. 3519 del 28.04.2006

"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

E' stata emanata ad integrazione della OPCM n° 3274/03, tenuto conto che in tale Ordinanza contestualmente si dà atto della provvisorietà dei suddetti criteri, in attesa del completamento delle attività del Gruppo di Lavoro istituito con Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici finalizzato alla revisione dei Criteri. Tale Ordinanza ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

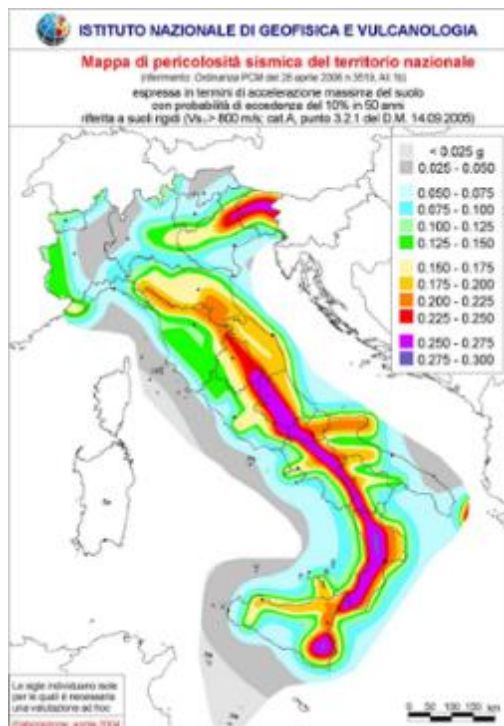


Figura 9-1 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM 3519/06).

DM Infrastrutture 14.01.2008

Il 4 febbraio 2008 viene pubblicato in Gazzetta Ufficiale il DM 14 gennaio 2008 contenente le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni che entrano in vigore il 30 giugno 2009. Le norme definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, le prestazioni richieste in termini di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere. A fine gennaio 2008 una Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri fornisce indicazioni per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, con riferimento alle NTC. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti fornisce, con la Circolare 617/2009, le istruzioni per l'applicazione delle nuove NTC di cui al DM del 14 gennaio 2008.

- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP.

"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".

- NTC 2018 – DM 08/2018

In data 17 gennaio 2018 è stato pubblicato il decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 8/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" entrato in vigore il 22 marzo 2018 che ha leggermente modificato le categorie di suolo e di cui in data 21 gennaio 2019 sono state pubblicate le istruzioni per l'applicazione.

Il presente progetto, come previsto dalle vigenti NTC2018, è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni delle NTC2008.

9.2 SISMICITA' DELL'AREA

La sismicità in Sicilia è concentrata lungo la zona costiera orientale, compresa tra lo Stretto di Messina e il siracusano; lungo la zona settentrionale, nella dorsale dei Monti Peloritani-Nebrodi-Madonie-Monti di Palermo; nella zona del Belice, nella parte occidentale dell'isola; nella zona etnea e delle Isole Eolie.

In generale, il grado di sismicità dell'area interessata dal progetto in esame è elevato sia in termini di frequenza degli eventi che di classe di magnitudo.

La Redazione della mappa di pericolosità sismica nazionale, prevista dall'ordinanza 3274 del 2003 ha contribuito ad alimentare fortemente il dibattito nella comunità scientifica che ha raccolto le istanze di revisione della carta delle zone sismogenetiche del territorio nazionale denominata SZ4 (Scandone & Stucchi, 2000), che individua, in maniera sistematica le zone a diverso stile sismico.

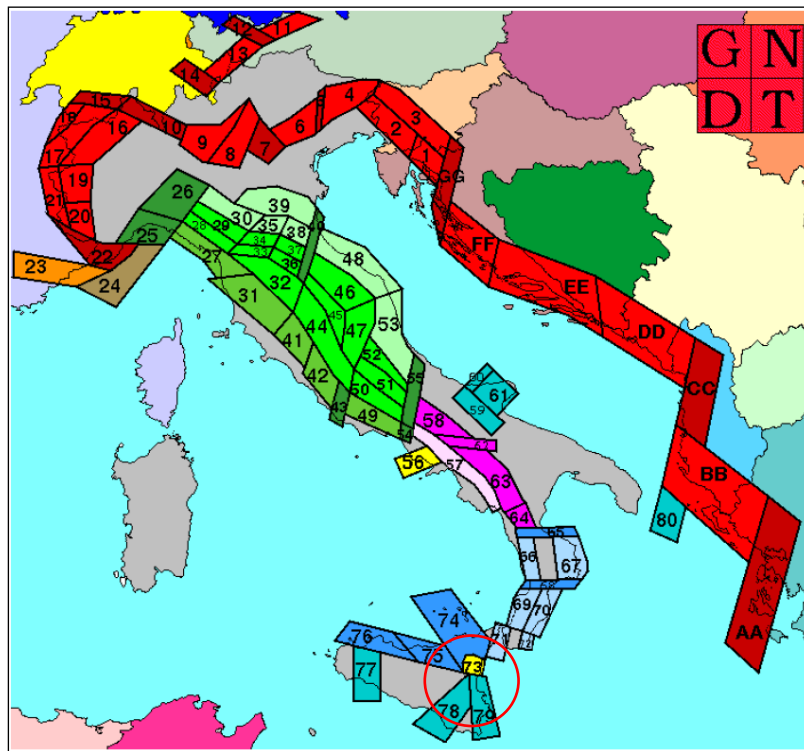


Figura 9-2 Zonazione sismogenetica SZ4 (GNDT 1996), da http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html.

LZS78 (2.5a)



2.5a

Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip

Facendo riferimento a questa carta (ZS4) sono state riconosciute tali zone:

Secondo questa prima zonizzazione (sistema di classificazione SZ4) il tracciato di progetto ricade nella

- ZS78 (Zone di avampaese)

I meccanismi attivi di tipo dip slip, sono legati alla presenza di faglie orientate NE – SW la cui genesi è riconducibile alla flessione della piastra di avampaese. Sismicità connessa a questo stile geodinamico è presente nei territori del calatino e più in generale nella fascia meridionale del territorio provinciale. I

terremoti in questa zona sprigionano moderata magnitudo e sono tendenzialmente localizzati nel settore più interno del Plateau Ibleo (ZS 78) (Azzaro & Barbano, 2000).

Le istanze della comunità scientifica volte al miglioramento del sistema di zonizzazione (Valensise e Pantosti, 2001; Catalogo CPTI2, Vannucci e Gasperini, 2003) sono confluite nella nuova zonizzazione a scala nazionale denominata ZS9 (Meletti e Valensise, 2004) che riprende la precedente, ma che contempla gli studi delle elaborazioni prodotte successivamente riguardo:

- la sismicità storica;
- l'analisi della sismogenesi;
- l'analisi dei meccanismi focali e del momento sismico;
- le informazioni relative alla geologia strutturale.

L'aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro 2004), previsto dall'Opcm 3274/2003, adottato con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

Ai valori di accelerazione massima su suolo rigido (ag) così è associato un valore di pericolosità di base, che non incide comunque sulla progettazione nazionale.

Le Norme tecniche per le costruzioni del 2008 hanno infatti modificato il ruolo che la classificazione aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

I limiti di colore blu separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità. Le ZS con bordo a tratteggio, identificate da una lettera, non sono state utilizzate nella valutazione della pericolosità (da Gruppo di Lavoro, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici).

La nuova carta, redatta come la precedente in termini di valori di amax riferiti a siti su roccia o suolo molto rigido (Categoria A, con $V_s > 800$ m/s), individua le zone sismogenetiche valutandone il significato tettonico a scala regionale, lo stile sismico e tettonico, oltre al meccanismo di rottura. Questa revisione ha portato alla redazione della nuova carta delle zone sismiche ed alla conseguente ripermetrazione del territorio nazionale.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

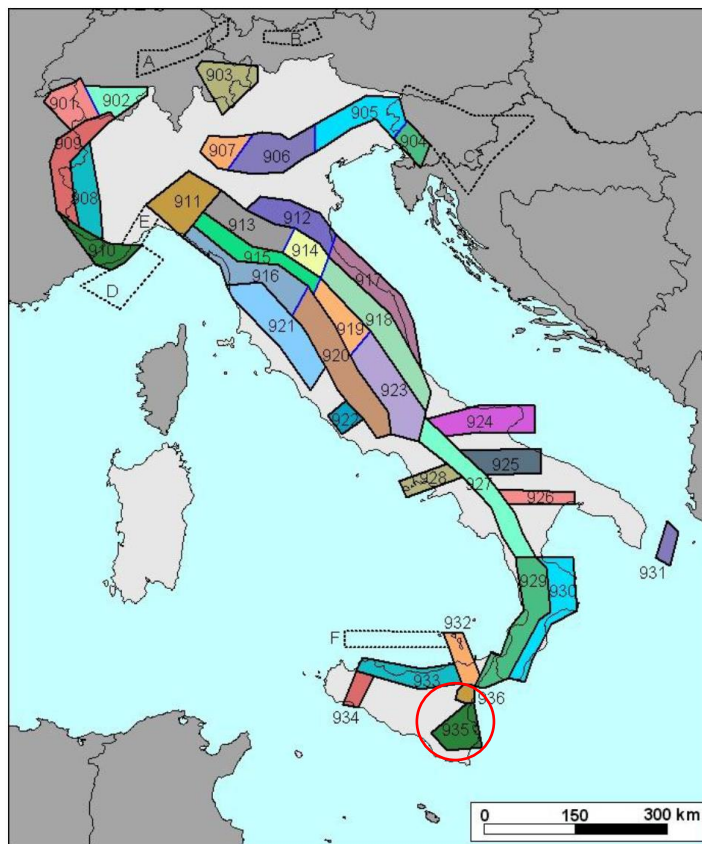


Figura 9-3- Zonazione sismogenetica ZS9.

In totale le zone sismogenetiche di ZS9 sono 36, cui vanno aggiunte 6 zone non utilizzate in quanto:

- quattro non contribuiscono in modo significativo alla pericolosità del territorio italiano: Svizzera centrale (A), Tirolo (B), Slovenia centrale (C), Mar Ligure (D);
- il numero di eventi che ricade all'interno di una di esse, Genova-Savona (E), è molto basso;
- per una di esse, denominata Ustica-Alicudi (F), è stata adottata quale alternativa conservativa la ZS933, Sicilia Settentrionale.

Per quanto riguarda l'area di progetto, le precedenti zone sono state inserite nelle seguenti:

- Z 935 (Iblei) all'interno di questa zona rientrano le faglie ed i territori che nella carta ZS4 rientravano in ZS 78 e ZS 79.

Nelle vicinanze dell'area di progetto sono anche presenti alcune faglie "Capaci" di far risentire i loro effetti in superficie come da catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faulting – Working Group 2019 – ISPRA) Il tracciato in esame non intercetta nessuna faglia "capace" ma costeggia quelle di Lago Dirillo, di Licodia Eubea e di Lentini.

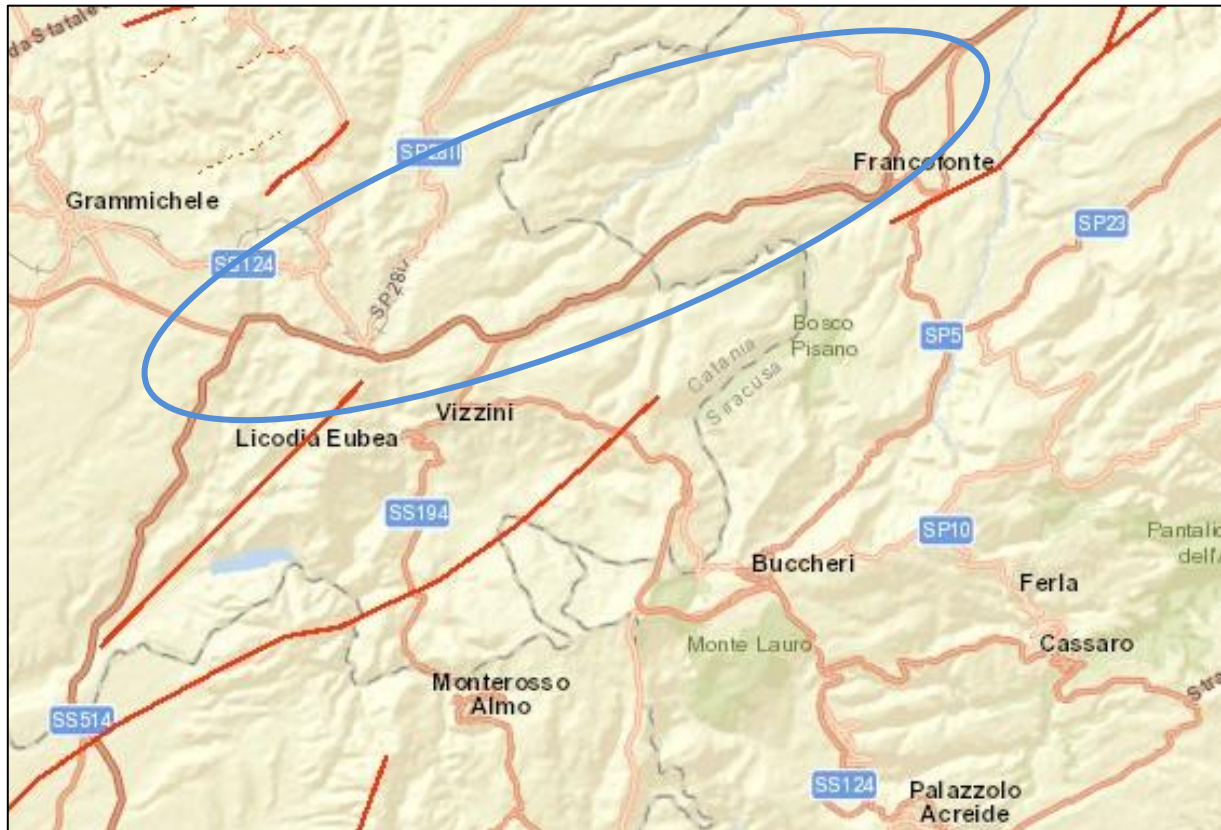


Figura 9-4 Faglie capaci attive da catalogo INGV

Per la valutazione della sismicità dell'area sono stati individuati i tre comuni interessati dal tracciato del lotto 3:

- Licodia Eubea
- Vizzini
- Francofonte.

Nelle tabelle che seguono sono riportati, rispettivamente, gli effetti risentiti nei suddetti comuni così come estratti dal DBMI15, il Database delle Osservazioni Macrosismiche dei Terremoti Italiani utilizzate per la compilazione del Catalogo Parametrico CPTI15 dell'INGV.

L'evento sismico più importante che ebbe effetti catastrofici è avvenuto l'11 gennaio 1693 con epicentro nella Sicilia orientale. Fu registrata una magnitudo $M_w=7.41$ con intensità massima risentita di 11 gradi MCS e intensità risentite di X-XI grado MCS nell'area di Carlentini, e di X grado MCS nell'area di Vizzini e Ragusa. Sono stati registrati danni in tutta la Sicilia, Catania è rimasta distrutta, come pure tutti i paesi della Val di Noto; in tale area, infatti, si era verificata un altro evento sismico il 9 gennaio 1693 di magnitudo $M_w=6.21$ con epicentro in Val di Noto e intensità risentita di VIII grado a Vizzini.

Un altro evento importante con epicentro nel Siracusano è avvenuto il 10 dicembre 1542 con intensità epicentrale di XI grado MCS ($M_w=6.77$) e intensità risentita a Vizzini e Licodia Eubea di VIII grado MCS.

Un evento risentito a Carlentini e Ragusa con intensità rispettivamente di grado VII e VII-VIII MCS ($M_w=5.51$) è quello del 1 marzo 1818, con epicentro sui Monti Iblei.

Anche Vizzini è stata epicentro di una scossa di magnitudo $M_w=5.86$ avvenuta il primo gennaio del 1698 ed ha registrato danni nel comune Vizzini con intensità risentita di VII-VIII grado MCS; un'altra scossa con epicentro a Vizzini ma di entità minore rispetto alla precedente è avvenuta il 13 aprile 1895 ($M_w=4.89$) risentita sia a Vizzini ($I_s=VI-VII$ MCS) che a Ragusa ($I_s=V-VI$ MCS).

Un terremoto risentito nell'area di Carlentini è quello del 20 febbraio 1718 ($M_w=5.32$) con epicentro nella Sicilia orientale e intensità risentita di VI-VII grado MCS.

Il più recente evento sismico registrato nell'area interessata dal progetto in esame è stato quello del 13 dicembre 1990 con epicentro nella Sicilia sud-orientale; per tale evento è stata registrata una magnitudo $M_w=5.64$ ed una intensità massima risentita di VII grado MCS. L'intensità risentita è di VII grado MCS nell'area di Carlentini e di VI grado MCS nell'area di Vizzini e Ragusa.

Un altro catastrofico evento sismico che ha avuto risentimenti anche nell'area di progetto ($I_s=VI$ grado MCS a Carlentini e Vizzini) è il terremoto del 28 dicembre 1908 ($M_w=7.10$) con epicentro tra la Calabria meridionale e Messina; tale sisma ha avuto una intensità epicentrale di XI grado MCS.

Tutti gli altri terremoti elencati nelle tabelle di seguito riportate hanno avuto risentimenti inferiori al VI grado MCS cioè al di sotto della soglia del danno.

Nelle tabelle e nelle immagini che seguono sono riportati gli effetti risentiti nei comuni di Licodia Eubea, Vizzini e Francofonte, estratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Gruppo di Lavoro CPTI) dell'INGV.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 9-1 – Catalogo sismico di sito dell'area di Licodia Eubea . Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2015. (Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo; Int = intensità risentita al sito; NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto).

Effetti		In occasione del terremoto del							
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
8	1542	12	10	15	15		Sicilia sud-orientale	32	10 6.68
10	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11 7.32
7-8	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8 5.57
5	1892	01	22	23	47		Monti Iblei	26	5 4.41
5	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9 6.12
8	1894	12	27				Filicudi	12	6 4.99
6-7	1895	04	13	15	01		Monti Iblei ?	32	6-7 4.82
4	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6 4.51
5	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5 4.14
NF	1906	09	08	01	43		Calabria centrale	696	10-11 6.96
NF	1908	12	10	06	20		Monti Peloritani	64	7 5.11
7	1908	12	28	04	20	27	Stretto di Messina	772	11 7.10
NF	1911	10	29	06	49		Mineo	11	5 4.16
NF	1912	12	22	08	06		Stretto di Messina	66	5-6 4.68
NF	1947	06	11	06	32	15	Calabria centrale	264	8 5.70
5	1978	04	18	23	33	4	Golfo di Patti	330	8 6.03
3	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6 4.39
4	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40	4.79
5-6	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304	5.61
4	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105	4.38
4	1997	07	30	16	06	0	Monti Iblei	45	5 4.45
NF	2000	11	05	17	26	2	Etna - Versante meridionale	70	5-6 3.85
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641	5.42
4	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4 3.82
3	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255	4.56
3	2009	12	19	09	01	1	Etna - Maletto	64	6 4.39
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5-6 4.44

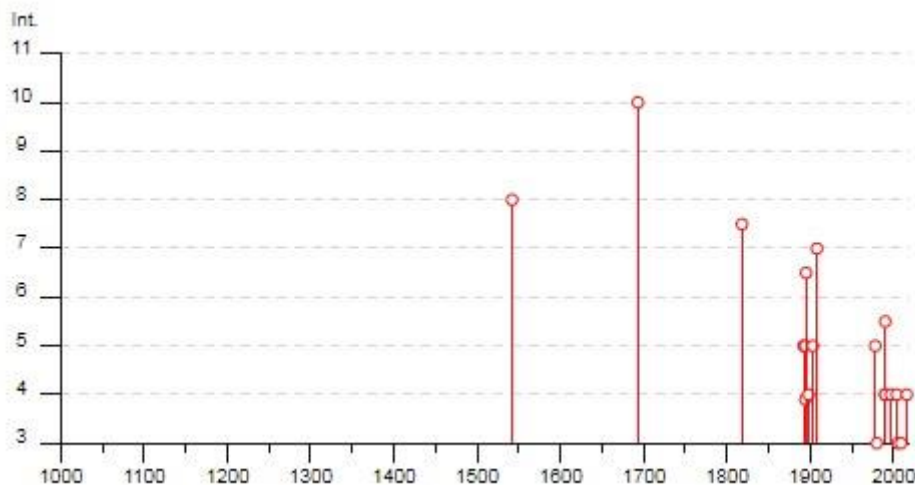


Figura 9-5 Distribuzione delle intensità risentite al sito (Is) dei terremoti verificatisi nell'area di Licodia Eubea dal 1000 al 2007 con intensità risentita pari o superiore al IV grado MCS (Gruppo di lavoro CPT15- INGV).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 9-2 – Catalogo sismico di sito dell'area di Vizzini . Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2015. (Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo; Int = intensità risentita al sito; NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto).

Effetti	In occasione del terremoto del						Area epicentrale	NMDP	Io Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se			
8	1842	12	10	15	15		Sicilia sud-orientale	32	10 6.68
8	1693	01	09	21			Sicilia sud-orientale	30	8-9 6.07
10	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11 7.32
7-8	1698	01	01				Monti Iblei settentrionali	6	7-8 5.66
3-4	1727	01	07				Val di Noto	14	6-7 4.64
F	1818	02	20	18	15		Catanese	128	9-10 6.28
7-8	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8 5.57
4-5	1878	10	04	00	46		Mineo	7	5-6 4.29
5	1892	01	22	23	47		Monti Iblei	26	5 4.41
4-5	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	5 6.12
F	1894	12	27				Filicudi	13	6 4.99
6-7	1895	04	13	15	01		Monti Iblei 7	32	6-7 4.82
F	1897	02	11	23	33	07	Ionio meridionale	96	5 5.03
5	1897	05	28	22	40	02	Ionio	132	6 5.46
4	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6 4.51
3	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5 4.14
6	1908	12	28	04	20	27	Stretto di Messina	772	11 7.10
NF	1911	10	29	06	49		Mineo	11	5 4.16
4	1924	08	17	21	40		Monti Iblei	22	5 4.74
4-5	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7 5.11
5	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8 6.03
4	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6 4.39
4	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40	4 4.79
6	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304	5 6.1
4-5	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105	4 4.38
5	1997	07	30	16	06	0	Monti Iblei	45	5 4.45
3-4	2000	11	08	17	26	2	Etna - Versante meridionale	70	5-6 3.86
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641	5 4.2
4	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4 3.82
NF	2006	04	23	14	42	3	Siracusano	12	4 4.06
NF	2006	12	19	14	38	0	Etna - Versante nord-occidentale	28	6 4.19
3	2012	06	27	01	14	2	Monti Iblei	16	5 3.90
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5-6 4.44

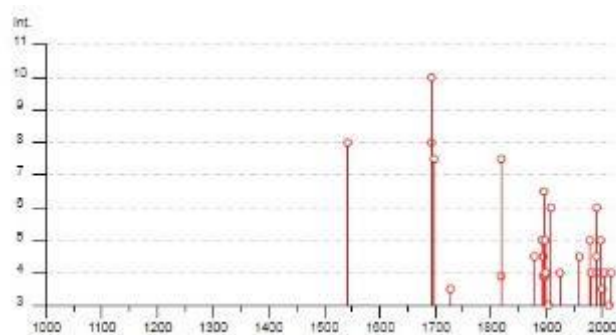


Figura 9-6 Catalogo sismico di sito dell'area di Vizzini . Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2015. (Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo; Int = intensità risentita al sito; NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto).

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 9-3 – Catalogo sismico di sito dell'area di Francofonte . Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2015. (Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo; Int = intensità risentita al sito; NMDP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto).

Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale		
8	1693	01	09	21			Sicilia sud-orientale	30	8-9 6.07
10	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11 7.32
6-7	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8 5.57
5	1892	01	22	23	47		Monti Iblei	26	5 4.41
4	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9 6.12
4-5	1895	04	13	15	01		Monti Iblei ?	32	6-7 4.82
NF	1898	05	14	04	45		Etna - S. Maria Licodia	35	7-8 4.03
NF	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5 4.14
NF	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
4	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7 5.11
3	1964	05	02	11	32		Monti Iblei	14	5 4.20
3	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8 6.03
3	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6 4.39
6-7	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304	5.61
6-7	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105	4.38
3-4	1997	03	25	00	46	1	Ionio meridionale	22	4-5 4.49
3-4	2000	11	05	17	26	2	Etna - Versante meridionale	70	5-6 3.85
NF	2001	05	26	06	02	1	Ionio meridionale	35	4.46
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641	5.42
3-4	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4 3.82
3	2009	12	19	09	01	1	Etna - Maletto	64	6 4.39
NF	2011	05	06	15	12	3	Etna - Versante nord-occidentale	25	5-6 4.31
NF	2011	10	09	08	28	2	Monti Iblei	26	4 3.47
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5-6 4.44

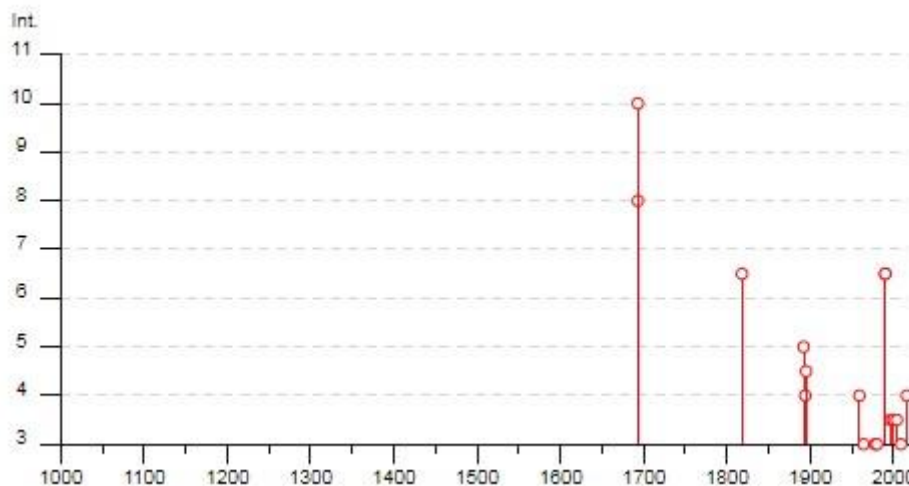


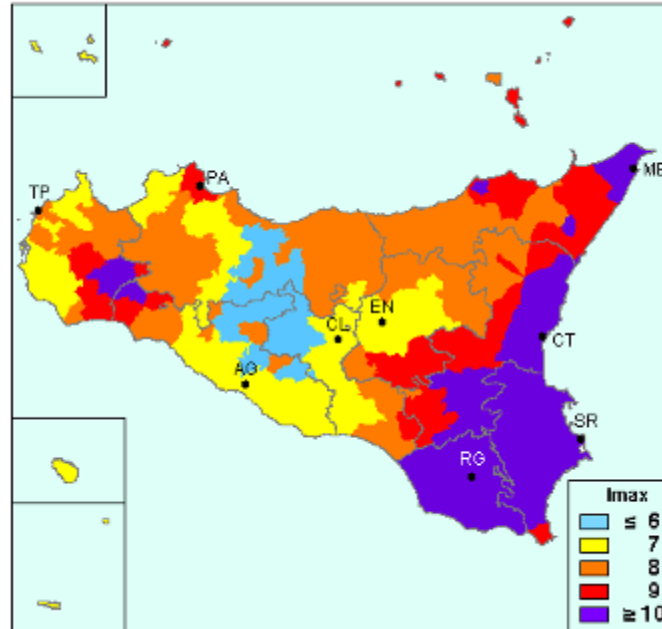
Figura 9-7 - Catalogo sismico di sito dell'area di Francofonte . Dati modificati a partire da Gruppo di Lavoro CPTI, 2011. (Io = intensità epicentrale; Mw = magnitudo; Is = intensità risentita al sito).

Per un maggior approfondimento sono state valutate le Massime Intensità Macrosismiche a partire dalla banca dati macrosismici del GNDR e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA; tali

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

intensità vengono rappresentate in Figura 9-8 ("Massime Intensità macrosismiche osservate nella Regione Sicilia", Molin, Stucchi, Valensise).

Figura 9-8 – Massime Intensità Macrosismiche osservate nella Regione Sicilia (Carta elaborata da D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise per conto del Dipartimento della Protezione Civile – Aprile 1996)



Dalla figura sopra riportata si evince che le massime intensità macrosismiche osservate nei Comuni interessati dalle opere in progetto sono $I_{max} \geq 10$ MCS.

Tabella 9-4 – Massime Intensità Macrosismiche osservate nei Comuni interessati dal progetto in esame

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	I_{max}
LICODIA EUBEA	19	87	20	37.15454	14.70043	≥ 10
VIZZINI	19	87	54	37.16244	14.75548	≥ 10
FRANCOFONTE	19	89	10	37.22966	14.88053	≥ 10

Relativamente alle Massime Intensità Macrosismiche valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA (elaborato per il DPC a cura di D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise) va sottolineato che ad ogni Comune è stato associato un valore di intensità massima osservata oppure "ponderata", espresso in una delle cinque classi seguenti: ≤ 6 , 7, 8, 9, ≥ 10 e che non si è ritenuto utile differenziare i valori al di sotto del 6° grado e al di sopra del 10°. I valori intermedi sono stati associati alla classe superiore (es.: 6/7 è stato considerato equivalente a 7); questa scelta, unitamente a quella di associare all'intero territorio comunale il valore massimo di intensità osservato in almeno una località appartenente al Comune stesso e di assegnare un valore "ponderato" nei casi in cui il record storico è molto incompleto, determina una rappresentazione tendenzialmente "pessimista" degli effetti dei terremoti del passato.

9.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Come è noto, un terremoto può trasmettere sia sollecitazioni dinamiche con fenomeni di amplificazione locale, che dare luogo a fenomeni di instabilità dinamica con cedimenti, liquefazione e frane. Pertanto, in fase di progettazione di opere in zone sismiche è necessario partire dall'ipotesi di un "terremoto di progetto", basato sulla conoscenza della sismicità della zona.

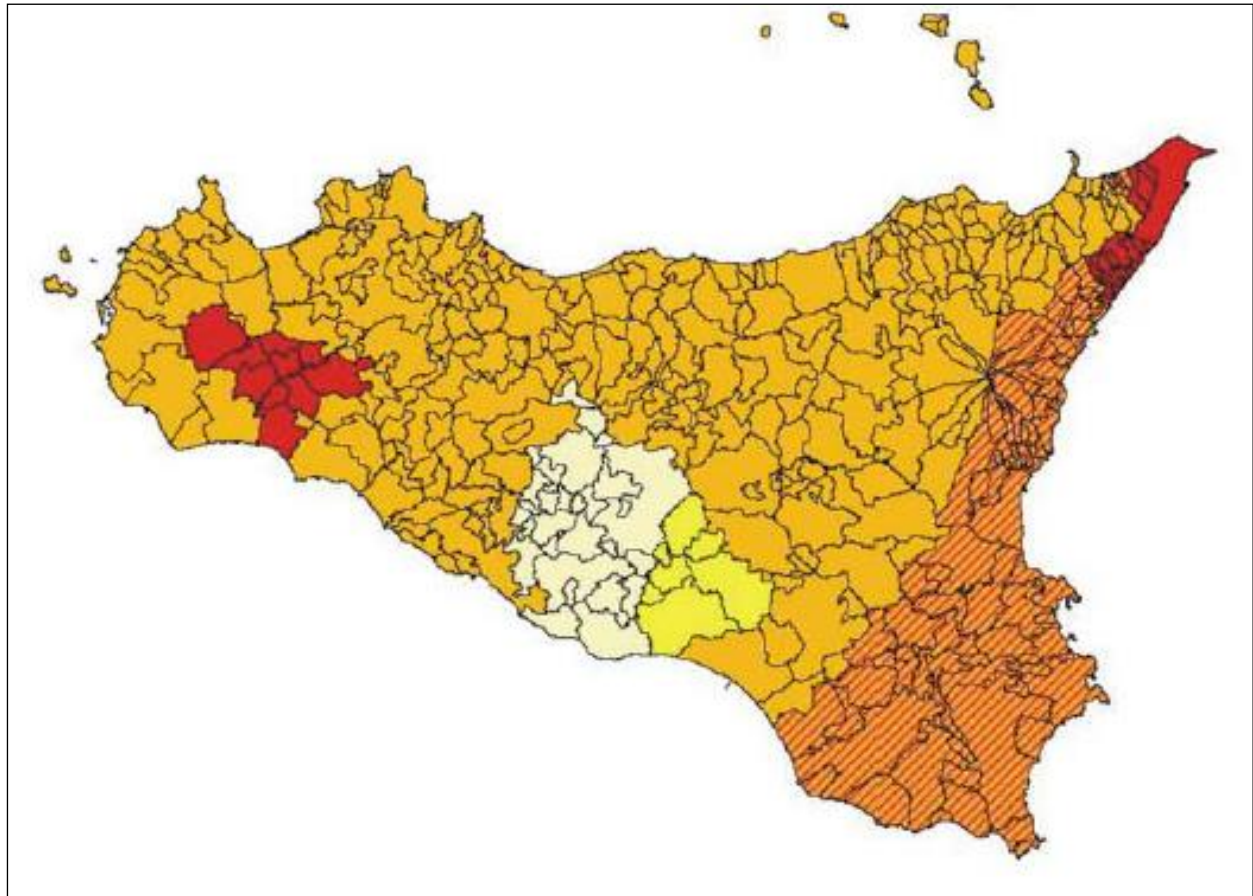
In base all'emanazione dei criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale tramite l'OPCM 3274/03, in seguito aggiornata con l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", si evidenzia che i comuni di Licodia Eubea, Vizzini e Francofonte interessati dal tracciato sono stati inseriti tutti in zona 2, come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata e recepita con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003 che ha confermato per i 3 comuni la zona II.

Questo sistema di classificazione elimina la presenza di territorio c.d. "non classificato", denominandolo "zona 4", ed attribuisce contestualmente alle Regioni il compito di stabilire se entro tali zone sia necessaria la progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia.

Tabella 9-5 – Classificazione sismica dei comuni interessati dal tracciato.

Comune	Categoria secondo la classificazione sismica precedente (Decreti fino al 1984)	Zona sismica ai sensi della OPCM 3274 del 20.3.2003 e DGR 408 del 19.12.2003	Comuni identificati in zona 2 per i quali vengono previste, per le strutture strategiche e rilevanti di cui al comma 2 art. 3 ord. 3274/2003, verifiche e limitazioni tecniche previste per la zona 1
Licodia Eubea	2	2	X
Vizzini	2	2	X
Francofonte	2	2	X

Figura 9-9 Classificazione sismica della Regione Sicilia secondo la Delibera di Giunta Regionale n. 408 del 19/12/2003.



Si evidenzia che le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008 e succ. agg. Del 17/01/2018), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo d'inizio del tratto dello spettro 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/>. attraverso le coordinate geografiche del sito.

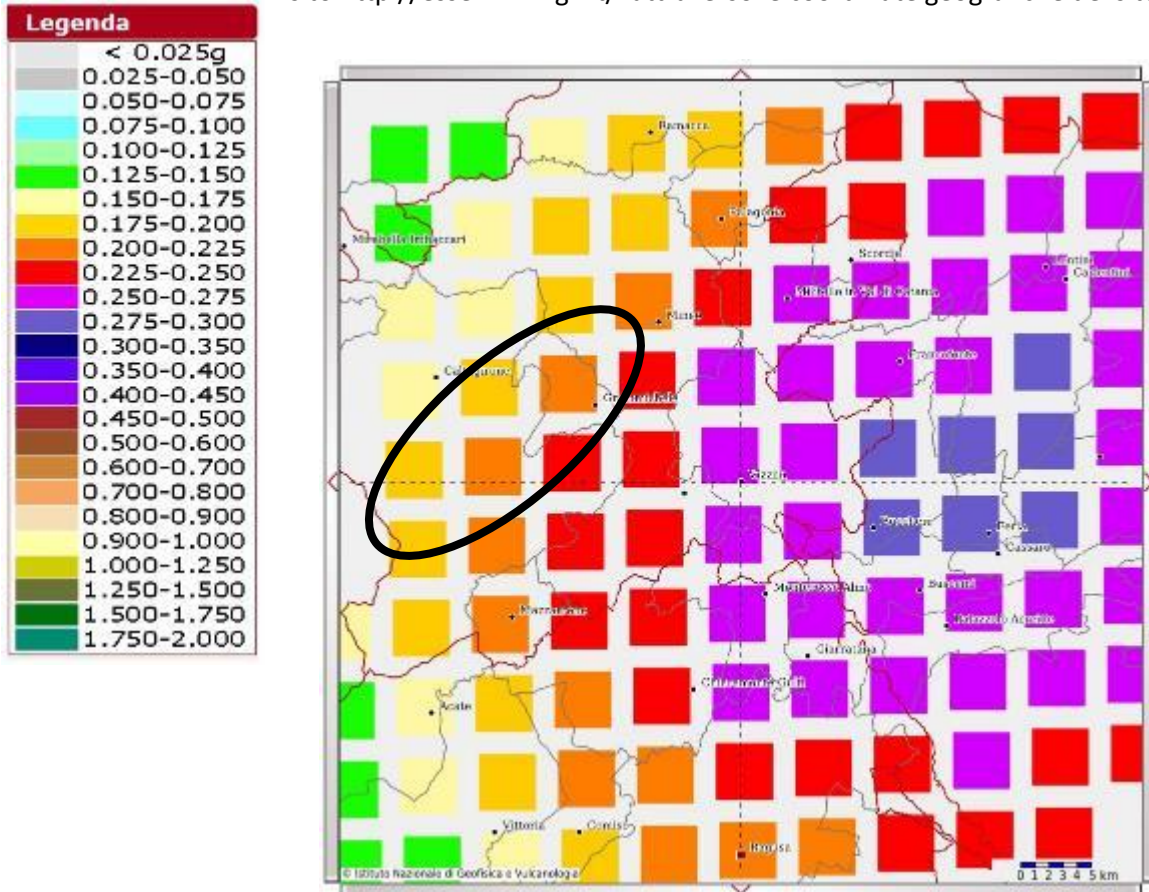


Figura 9-10 - Carta della pericolosità sismica nell'area compresa fra i comuni di Licodia Eubea, Vizzini e Francofonte. Il parametro rappresentato è la PGA (picco di accelerazione del suolo atteso con il 10% di probabilità in 50 anni ; INGV 2006.

Prendendo in considerazione la "Mappa interattiva della pericolosità sismica" del territorio nazionale, edita dall'INGV, si evince, per il territorio comunale di Licodia Eubea, Vizzini e Francofonte una probabilità pari al 10% di raggiungimento o superamento di un'accelerazione di picco compresa tra 0.250 e 0.300 (g) su terreno rigido nell'intervallo temporale di 50 anni.

La Normativa Italiana (Decreto Ministeriale del 14/01/2008 Norme Tecniche per le costruzioni e S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/08), secondo la quale viene redatto il presente progetto, coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8 prevedeva, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione della risposta sismica locale mediante specifiche analisi definite nella norma oppure attraverso un approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo, come riportato nella tabella che segue:

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 9-6 – Categorie sismiche dei terreni per le quali è utilizzabile la procedura semplificata secondo NTC2008

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fine).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

L'attribuzione della categoria viene definita in funzione della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio S entro i primi 30 m di profondità dal piano di imposta della fondazione dell'opera o nel caso di fondazioni su pali dalla testa dei pali. Per le categorie di sottosuolo sopra definite la norma definisce le azioni sismiche.

Esistono però altre due categorie per le quali non è utilizzabile alcuna procedura semplificata ma è necessario prevedere specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche. Le due categorie sono descritte nella seguente:

Tabella 9-7 – Categorie sismiche dei terreni per le quali non è utilizzabile la procedura semplificata

Categoria	Descrizione
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Per il calcolo del parametro V_{s30} si utilizza la formula proposta dall'O.P.C.M. 3274 s.m.i., ovvero:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove:

- h_i = spessore dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità
- $V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato
- N = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità

Per V_{s30} si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione. In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

Lungo il tracciato in esame l'attribuzione della categoria di suolo è stata definita in funzione della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio S entro i primi 30 m di profondità a partire dal piano campagna, ricavata dall'esecuzione delle prospezioni sismiche di tipo MASW e Down-Hole.

Alla luce dei risultati ottenuti e considerata la presenza di numerose possibili classi di suolo di tipo S2, ovvero classi di suolo per le quali non è utilizzabile alcuna procedura semplificata per la classificazione sismica del terreno di fondazione, sono stati utilizzati i metodi contenuti in 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica per una nuova classificazione. Tale operazione è stata applicata solamente ai terreni attribuiti alla classe S2 per profili di V_s con inversioni di velocità.

Nei criteri definiti per la Microzonazione Sismica la presenza di una inversione di velocità nel profilo delle V_s di una successione litostratigrafica si intende realizzata quando un terreno rigido sovrasta stratigraficamente un terreno meno rigido (soffice) con un rapporto $V_{srig}/V_{ssof} > 2$, e con la V_s dello strato più rigido maggiore di 500 m/s.

Applicando tale criterio è stato possibile riclassificare una parte dei modelli calcolati riportandoli nelle classi di suolo per le quali è possibile applicare la procedura semplificata di risposta sismica locale.

È opportuno ricordare che il criterio utilizzato per la definizione delle inversioni di velocità è applicabile in situazioni in cui il sottosuolo è assimilabile ad un modello monodimensionale (strati piano paralleli e orizzontali, omogenei e a comportamento viscoelastico); coerentemente con 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica' emanati dal Dipartimento di Protezione Civile, qualora le condizioni geologiche non permettano una tale semplificazione per la presenza di aree soggette a fenomeni di instabilità, di pendii fortemente acclivi o a complesse morfologie del substrato, sono necessarie ulteriori indagini per valutare eventuali fenomeni di amplificazione e la risposta sismica locale.

I risultati della nuova classificazione sono riportati nelle tabelle che seguono con alcune considerazioni legate all'opera.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

Tabella 9-8 – Riepilogo dei risultati (V_{s30} e categoria di suolo in funzione delle NTC2008 e di 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica') delle prospezioni sismiche di tipo MASW.

IDENTIFICATIVO	V_{s30} (m/s)	Categoria di Suolo NTC/08	Categoria di Suolo Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica
M055	346	C	C
M056	782	B	B
M057	336	C	C
M058	426	S2	B
M059	659	B	B
M060	474	S2	B
M062	509	B	B
M063	428	B	B
M064	543	B	B
M065	423	B	B
M066	852	S2	S2 / A *(1)
M067	364	B	B
M067bis	596	B	B
M067tris	751	S2	B
M068	747	S2	B
M070	810	S2	A
M073	706	B	B
M074	756	S2	B
M075	635	S2	B
M075bis	683	S2	B
M076	562	S2	B
M077	1025	A	A
M078	625	B	B
ME200	540	B	B
ME201	540	B	B
ME202	336	C	C
ME203	680	B	B
ME204	809	A	A
ME205	404	B	B
ME206	343	E	E

Note: *(1) il rapporto V_{rig}/V_{soft} è prossimo a 2: si consiglia di verificare in funzione dell'opera;

Tabella 9-9 – Riepilogo dei risultati (V_{s30} e categoria di suolo in funzione delle NTC2008 e di 'Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica') delle prospezioni sismiche di tipo Down-Hole

Nella tabella sopra riportata è stata inserita anche la prova Masw ME206 eseguita al di fuori del lotto 3 (pk 0+140 del lotto 4) ma nelle immediate vicinanze dello stesso e di cui come tale si è tenuto conto nelle elaborazioni progettuali.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

IDENTIFICATIVO	Vs30 (m/s)	Categoria di Suolo NTC/08	Categoria di Suolo Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica
S139	395	S2	S2 / B *(1)
S146	454	S2	B
S153	646	B	B
S157bis	601	S2	B
S160	512	B	B
S166	906	A	A
S172	875	A	A
S174	612	S2	B
SE212Gd	555	S2	S2
SE213Gd	555	S2	S2

Note: *(1) il rapporto V_{rig}/V_{soft} è inferiore a 2, ma $V_{rig} < 500$ m/s: si consiglia di verificare in funzione dell'opera.

9.4 COEFFICIENTE TOPOGRAFICO

La normativa prevede che per condizioni topografiche complesse debbano essere predisposte specifiche analisi di risposta sismica locale mentre per configurazioni semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilevati isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le su descritte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste e dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza superiore a 30 m.

Tenendo conto dell'estensione del progetto in esame non è possibile stimare coefficienti topografici per tratte di tracciato ma è cura dei progettisti valutare i coefficienti topografici per ogni singola opera d'arte o parte di essa.

10 ANALISI DEL TRACCIATO

La descrizione che segue analizza le caratteristiche generali dei terreni intercettati dal tracciato in riferimento alle progressive di progetto della carreggiata destra ed ai corrispondenti elaborati tematici geologici e geomorfologici. All'interno del testo sono utilizzate le seguenti sigle: pk: progressiva chilometrica; P.D.: progetto definitivo; P.P.: progetto preliminare; b.f.: bocca foro sondaggio; le sigle delle formazioni litologiche (riferite alla legenda della cartografia geologica).

10.1.1 Tratta compresa tra inizio lotto (pk 0+000) e spalla sud del Viadotto Piano delle Rose

In questa tratta il percorso del tracciato è così suddiviso:

Dalla pk 0+000 alla 0+100 il tracciato interessa i sedimenti del Qcb per poi passare ai Trubi, intercettati anche dal sondaggio SE200, che passano per contatto tettonico alle marne del Tellaro dalla pk 0+300 fino alla pk 0+430 circa quando il tracciato passa su un terrazzo fluviale (ar); all'altezza dello Svincolo di Grammichele il tracciato prosegue su attuale rilevato stradale che poggia comunque sui sedimenti fluviali (ar). Dalla progressiva 0+700 alla 1+100 il tracciato attraversa i calcari di base (Mg).

10.1.2 Viadotto Piano delle Rose

Il viadotto ha una lunghezza totale di 321 metri in carreggiata destra e di 325 metri in carreggiata sinistra. L'opera attraversa una valle incisa e caratterizzata da un sistema di faglie subverticali che dislocano e disarticolano i sedimenti del Tellaro (Mm), delle vulcanoclastiti mioceniche della Formazione Carlentini (Mv) e i Calcari di base (Mg).

Carr. DX.	Carr. SX.
<p><i>Spalla sud:</i> poggia sui calcari di base altamente tettonizzati, in questo punto, a causa di una faglia subverticale che ribassa il lembo orientale. Il sondaggio S134ter rileva il calcare di base fino a fondo foro (30m) sul versante destro della valle.</p> <p>La spalla poggia sui calcari di base tettonizzati (Mg) a ridosso di una faglia sub.verticale che li mette a contatto con le vulcanoclastiti di Carlentini (Mv), sotto le quali ci sono le marne del Tellaro.</p> <p><i>Zona delle pile:</i> poggia sulle marne del Tellaro per poi passare alle alluvioni recenti sul fondo valle (a) che passano lateralmente ad una coltre detritica (dt) che ricopre gran parte del versante sinistro della vallata.</p> <p><i>Zona spalla nord:</i> Sulla base di quanto individuato dal sondaggio S136p, che rileva un'alternanza di marne del Tellaro (Mm) per circa 10 metri dal b.f., vulcaniti (Mv) con uno spessore di circa 25 metri e nuovamente Tellaro fino a fondo foro., si può affermare che la spalla poggia su uno spessore ridotto delle marne (Mn) poggiate sulle vulcaniti Mv.</p>	<p><i>Spalla sud:</i> poggia sui calcari di base altamente tettonizzati, in questo punto, a causa di una faglia subverticale che ribassa il lembo settentrionale. Il sondaggio S134ter rileva il calcare di base fino a fondo foro (30m) sul versante destro della valle.</p> <p>La spalla poggia in corrispondenza di una faglia sub-verticale che ha ribassato i calcari di base tettonizzati –con uno spessore sulla verticale di circa 10 metri-, si trovano le vulcanoclastiti di Carlentini (Mv), sotto le quali ci sono le marne del Tellaro (Mn).</p> <p><i>Zona delle pile:</i> poggia sulle marne del Tellaro per poi passare alle alluvioni recenti sul fondo valle (a) che passano lateralmente ad una coltre detritica (dt) che ricopre gran parte del versante sinistro della vallata.</p> <p><i>Zona spalla nord:</i> Sulla base di quanto individuato dal sondaggio S136p che ha incontrato una un'alternanza di marne del Tellaro (Mm) per circa 10 metri dal b.f., vulcaniti (Mv) per spessori di circa 25 metri e nuovamente Tellaro fino a fondo foro, si rileva che la spalla poggia su uno spessore ridotto delle marne (Mn) poggiate sulle vulcaniti Mv.</p>

10.1.3 Tratta compresa tra la spalla nord del Viadotto Piano delle Rose e lo Svincolo n. 7 di Vizzini

Dalla spalla nord del Viadotto Piano delle Rose alla pk 2+000 il tracciato si imposta sui sedimenti di terrazzo fluviale (ar) con spessori che variano da pochi metri a oltre 15 metri all'altezza della progressiva 1+600; al di sotto di questi sedimenti ci sono le marne del Tellaro e inferiormente le vulcaniti di Carlentini. Alla pk 1+733 circa, al di sotto di una copertura di sedimenti ar di circa 8 metri, si trova una faglia subverticale sepolta che mette in contatto lateralmente i sedimenti miocenici (Mm, Mv) con le marne dei Trubi (Pm) verso nord. Da questa progressiva, al di sotto dei sedimenti da terrazzamento si trovano quindi soltanto i Trubi che affiorano dalla pk 2+300 e intercettati dai sondaggi SE203 ed SE204.

Intorno alla progressiva 2+400 i Trubi sono in contatto stratigrafico con un'alternanza di sabbie limose debolmente ghiaiose (Pvs) che rappresentano una "sacca" sedimentaria fino alla progressiva pk 2+450 dove tornano in affioramento i Trubi.

Superati i Trubi (fino a 3+550 circa), il tracciato entra nella successione delle vulcaniti plioceniche alternate a depositi palustri, terrazzi e coltri detritiche a luoghi significative.

In particolare, la tratta si sviluppa sulle piroclastiti (Pv) fino alla pk 2+800 circa con un episodio sedimentario (Pvs) in rilevato tra 2+800 e 2+920.

Da pk 3+190 a pk 3+220 il tracciato passa su terrazzo (ar), per tornare poi sulle sabbie argillose Pvs fino 3+550.

Da questa progressiva alla pk 4+830 il tracciato attraversa i sedimenti palustri (p) che qui hanno spessori da 3 a 8 metri e passano inferiormente alle piroclastiti (Pv) che hanno spessori oltre i 30 metri.

Dalla pk 4+830 alla 5+250 la carreggiata attraversa le brecce a pillows (Ppw) e in carreggiata nord intercetta i sedimenti palustri (SE209).

I sondaggi limitrofi, non in asse, definiscono uno spessore di Ppw di oltre 10 metri.

Dalla pk 5+250 alla 5+450 il tracciato passa sulle piroclastiti Pv che, da sezione, poggiano ancora con spessori di 2-3 metri sulle brecce a pillows (Ppw).

Dalla pk 5+450 alla 6+100 la tratta attraversa i sedimenti alluvionali attuali (a): il sondaggio S152 evidenzia uno spessore di alluvioni (a) fino ad 4,6 metri dal b.f. e inferiormente passano a vulcanoclastiti (Ppw); incontrate anche dai sondaggi SE212 ed SE213, nel pozzetto P143 le alluvioni hanno uno spessore di oltre 1,5 metri prima di passare a Ppw. La potenza di Ppw è di almeno 30 metri (fino a fondo foro).

Dalla pk 6+100 alla 6+180 il tracciato, qui in rilevato, attraversa direttamente le vulcanoclastiti a matrice sabbioso-ghiaiosa (Ppw).

Dalla pk. 6+180 il tracciato attraversa i sedimenti palustri (p); il sondaggio S153d evidenzia uno spessore di argilla e sabbia limosa (p) fino ad 11,5 metri dal b.f. e inferiormente passano a vulcanoclastiti ghiaiose (Ppw), nel pozzetto P145 invece lo spessore del palustre diminuisce e le vulcanoclastiti si rinvergono a circa 1,80 metri di profondità.

10.1.4 Tratta compresa tra lo Svincolo n. 7 di Vizzini e fine lotto

Questa tratta è costituita da una alternanza di tratti in trincea e tratti in rilevato che interessano in gran parte le unità piroclastiche plioceniche (Ppw, Pvl) a cui si intercalano depositi sedimentari sabbiosi e sabbioso argillosi (Pvs) e si sovrappongono lembi di depositi palustri argillosi (p).

Dalla pk 6+900 alla pk 7+160 il tracciato cammina in rilevato sui depositi palustri (p); in questa tratta è compreso lo Svincolo n. 7 di Vizzini. Successivamente il tracciato prosegue in rilevato sui depositi vulcanici Ppw che alla pk 7+320 vengono sostituiti dai depositi lavici Pvl (incontrati anche dal sondaggio SE214) che permangono fino alla pk 7+950 dove si passa ai depositi palustri (p) che, con spessori di circa 5-12 m, interessano il tracciato fino alla pk 8+120. Un nuovo tratto in trincea intercetta fra le pk 8+120 e 8+270 le

lave Pvl e successivamente le unità Ppw che permangono per tutto il tratto in trincea e per un successivo tratto in rilevato fino alla pk 8+ 890. Fra le pk 8+293 e 8+692 il progetto prevede la realizzazione di una potente trincea che interesserà integralmente le unità Ppw. In tutta questa tratta i sondaggi confermano spessori di unità piroclastiche sempre superiori ai 15-20 m.

Dalla pk 8+890 alla pk 9+970 il tracciato torna ad intercettare i depositi palustri (p) che con spessori massimi di circa 10-12 m si sovrappongono alle unità vulcaniche Ppw. Dalla pk 10+300 circa fino alla pk 11+850 il tracciato intercetta nuovamente, con un ampio tratto in trincea, le unità Pvl a cui seguono le Ppw fino alla pk. 12+900 e successivamente Pvl mascherate dalla coltre di circa 1-2 m di depositi limoso argillosi eluvio colluviali (ec).

Dalla pk. 13+400 alla 14+000 circa il tracciato interessa i depositi quaternari Qt, con una coltre di circa 1-2 m di depositi terrazzati marini (S169p – S170), che lasciano spazio alle lave Pvl e Pv che con spessori compresi fra 3 m e circa 10 m permangono fino alla pk. 15+750 e vengono interessate da tratti in modesta trincea intercalati a piccoli rilevati.

Fino alla pk. 15+750 il tracciato intercetta in trincea un breve tratto di lave (Pvl) che vengono mascherate dapprima da una coltre detritica (dt) e successivamente dai depositi marini terrazzati (Qt) che con modesti spessori (inferiori ai 2 m) interessano il tracciato in rilevato fino alla pk 16+370. Da qui il tracciato interessa con una alternanza di modeste trincee e piccoli rilevati la formazione Pvl che permane fino alla pk 17+300 dove compare una coltre di depositi terrazzati marini (Qt) che con spessori di circa 1-2 si sovrappongono alle formazioni laviche Pvl (SE223) fino alla pk 17+460.

Dopo questo tratto in cui affiorano le unità vulcaniche Pvl (tra le pk 17+460 e 17+950) il tracciato comincia ad intercettare un settore in cui i depositi vulcanici cominciano ad approfondirsi e vengono coperti da grossi spessori (25 m) di depositi sedimentari quaternari costituiti dalla formazione sabbiosa quaternaria (Qcs) fino a fine lotto.

11 BIBLIOGRAFIA

- ADAM J., REUTHER C.D., GRASSO M. & TORELLI L. (2000) - Active fault Kinematics and crustal stresses along the Ionian margin of southeastern Sicily. *Tectonophysics*, 326, 217-239.
- BARBERI F., CIVETTA L., GASPARINI P., INNOCENTI F., SCANDONE R. & VILLARI L. (1974) - Evolution of a section of the Africa-Europe plate boundary: paleomagnetic and volcanological evidence from Sicily. *Earth and Planetary Sc. Letters*, 22, 123-132.
- BIANCA M., MONACO C., TORTORICI L. & CERNOBORI L. (1999) - Quaternary normal faulting in southeastern Sicily (Italy): A seismic source for the 1693 large earthquake. *Geophys. J. Int.*, 139, 370-394.
- BIANCHI F., CARBONE S., GRASSO M., INVERNIZZI G., LENTINI F., LONGARETTI G., MERLINI S. & MoSTARDINI F. (1987) - Sicilia orientale. Profilo geologico Nebrodi-Iblei. Questo volume. *Mem. Soc. Geol. It.*, 38 (1987), 127-135.
- BOMMARITO S. & LA ROSA N. (1972) - Ricerche sulla estensione dell'orizzonte fosfatifero nella regione iblea. *Riv. Min. Sic.*, 13 (76-78), 1-7.
- CARBONE S. & LENTINI F. (1981a) - Caratteri deposizionali delle vulcaniti del Miocene superiore negli Iblei (Sicilia sud-orientale). *Geol. Romana*, 20, 79-101.
- CARBONE S. & LENTINI F. (1981b) - Rapporti tra vulcanismo miocenico e tettonica nel settore orientale dei M. Iblei (Sicilia Sud-Orientale,). *Rend. Soc. Geol. It.*, 4, 245-248.
- CARBONE S., COSENTINO M., GRASSO M., LENTINI E., LOMBARDO O. & PATANÉ G. (1982b) - Elementi per una prima valutazione dei caratteri sismotettonici dell'Avampae Ibleo (Sicilia Sud-Orientale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 24, 507-520.
- CARBONE S., GRASSO M. & LENTINI E. (1982d) - Elementi per una valutazione degli eventi tettonico-sedimentari dal Cretaceo al Quaternario nella Sicilia Sud-Orientale. In: Guida alla Geologia della Sicilia occidentale, Palermo, 103-109.
- CARBONE S., GRASSO M. & LENTINI F. (1987) – Lineamenti geologici del Plateau Ibleo (Sicilia S.E.). Presentazione delle carte geologiche della Sicilia sud-orientale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 38, 127-135.
- CARBONE S., GRASSO M., LENTINI F., PEDLEY H.M.. (1982) - Cretaceous to Miocene facies of the Hyblean Plateau, S.E. Sicily. *Rend. Soc. Geol. It.*, 1982, Volume 5, Fascicolo 1, pp. 43 – 44.
- CARBONE S., GRASSO M., LENTINI F.. (1982) - Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal Cretaceo al Quaternario. *Mem. Soc. Geol. It.*, 1982, Volume 24, Fascicolo 2, pp. 367 – 386.
- CARVENI P., GRASSO M.F., ROMANO R., TRICOMI S.. (1991) - Vulcanismo del margine settentrionale ibleo. *Mem. Soc. Geol. It.*, 1991, Volume 47, pp. 417 – 429.
- CRISTOFOLINI R. (1969) - Le vulcaniti del Miocene superiore e del Pliocene inferiore nella zona compresa tra Mineo, Palagonia e Vizzini (Altopiano Ibleo). *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, e. 7, 1, 211- 238.
- CRISTOFOLINI R. (1967) - Le vulcaniti plio-pleistoceniche al margine settentrionale dell'Altopiano Ibleo. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, s. 6, 18, 265-270.
- D'AGOSTINO N. & SELVAGGI G. (2004) -Crustal motion along the Eurasia-Nubia plate boundary in the Calabrian arc and Sicily and active extension in the Messina Straits from GPS measurements. *J. Geophys. Res.*, 109, B11402.

- DI GERONIMO I. (1979) - Il Pleistocene in facies batiale di Valle Palione (Grammichele, Catania). Boll. Malac., 15, 85-156.
- DI GERONIMO I., GHISSETTI F., LENTINI E. & VEZZANI L. (1978) - Lineamenti neotettonici della Sicilia orientale. Mem. Soc. Geol. It., 19, 543-549.
- DI GRANDE A. & ROMEO M. (1980) - Caratteri lito-biostatigrafici dei depositi messiniani nell'area Iblea (Sicilia sud-orientale). Riv. It. Pal., 83, 855-916.
- DI GRANDE A. (1967) - I sedimenti pleistocenici del margine settentrionale dell'Altopiano Ibleo. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, 18 (6), 247-263.
- DI GERONIMO I., GHISSETTI F., GRASSO M., LENTINI E., SCAMARDA G. & VEZZANI L. (1980) - Dati preliminari sulla neotettonica della Sicilia sud-orientale. Fogli 273 (Caltagirone), 274 (Siracusa), 275 (Scoglitti), 276 (Ragusa) e 277 (Nato). Contributi preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia, PE. Geodinamica, pubbl., 356. 747-773.
- GHISSETTI F. & VEZZANI L. (1980) -The structural features of the Hyblean Plateau and the Mount Judica area (South-Eastern Sicily): a microtectonic contribution to the deformational history of the Calabrian Arc. Boll. Soc. Geol. It., 99, 55-102.
- GRASSO M. & LENTINI E. (1982) - Sedimentary and tectonic evolution of the eastern Hyblean Plateau (Southeastern Sicily) during Late Cretaceous to Quaternary time. Palaeo 3, 39, 261-280.
- GRASSO M., LENTINI E. & PEDLEY H.M. (1982) - Late Tortonian-Lower Messinian (Miocene) palaeogeography of SE. Sicily. Informations from two new formations of the Sortino Group. Sedimentary Geology, 32, 279-300.
- GRASSO M., LENTINI E., NAIRN A.E.M. & VIGLIOTTI L. (1983) - A geological and palaeomagnetic study of the Hyblean volcanic rocks (Sicily). Tectonophysics, 98, 271-295.
- GRASSO M., PEDLEY H.M., MANISCALCO R., RUGGIERI R.. (2000) - Geological context and explanatory notes of the "Carta Geologica del settore centro-meridionale dell'Altopiano Ibleo". Mem. Soc. Geol. It., 2000, Volume 55, pp. 45 - 52
- ISPRA & SINANET - Progetto IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia; <http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/carto3.asp?cat=42&lang=IT>.
- LENTINI F. & VEZZANI L. (1978) - Tentativo di elaborazione di uno schema strutturale della Sicilia orientale. Boll. Soc. Geol. It., 19, 495-500.
- LENTINI F. (1982) - The geology of the Mt. Etna basement. Mem. Soc. Geol. It., 23, 7-25.
- LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S., GRASSO M., MONACO C.. (1991) - Presentazione della Carta Geologica della Sicilia centro-orientale. Mem. Soc. Geol. Italiana, 1991, Volume 47, pp. 145 - 156.
- LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S., GRASSO M.. (1996) - Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia orientale. Mem. Soc. Geol. It., 1996, Volume 51, Fascicolo 1, pp. 179 – 195.
- LENTINI F., GRASSO M. & CARBONE S. (1987) - Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione. In «Convegno Soc. Geol. It», Naxos-Pergusa, Aprile 1987.
- MONACO C. & TORTORICI L. (2000) -Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily. J. Geodyn., 29, 407-424.

RELAZIONE GEOLOGICA Lotto 3

PEDLBY H.M. (1981) - Sedimentology and palaeoenvironment of the south-east Sicilian Tertiary platform carbonates. *Sedimentary Geology*, 28, 273-291.

PEDLEY H.M. & BENNET S.M. (1985) - Phosphorites, hardgrounds and syndepositional subsidence structures: a palaeoenvironmental model from the Miocene of the Maltese Islands. *Sedimentary Geology*, 45, 1-34.

PEDLEY H.M., GRASSO M., MANISCALCO R., BEHNCKE B., DI STEFANO A., GIUFFRIDA S., STURIALE G. (2001). The sedimentology and palaeoenvironment of Quaternary temperate carbonates and their distribution around the northern Hyblean Mountains (SE Sicily). *Boll. Soc. Geol. It.*, 2001, Volume 120, Fascicolo 2-3, pp. 233 - 255.

PEDLEY H.M., GRASSO M., MANISCALCO R., BENCKE B., DI STEFANO A., GIUFFRIDA S. & STURIALE G. (2001) -The sedimentology and Palaeoenvironment of Quaternary temperate carbonates and their distribution around the northern Hyblean Mountains (SE Sicily). *Boll. Soc. Geol. It.*, 121, 233-255.

PIERI M. (1967) - Caratteristiche sedimentologiche del limite Cretacico-Terziario nella zona di Monterosso Almo (Monti Iblei, Sicilia sud-orientale). *Riv. It. Paleont.*, 73, 1259-1294.

REGIONE SICILIANA - ASSESSORATO DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE - DIPARTIMENTO DELL'AMBIENTE - SERVIZIO III - Assetto del territorio e difesa del suolo - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico; <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/index.htm>

REUTHER CD. (1987) - Extensional tectonics within the Central Mediterranean segment of the Afro-European zone of convergence. *Mem. Soc. Geol. It.*, 38 (1987).

ROMEO M. & SCIUTO F. (1987) - Stratigrafia micropaleontologica delle successioni mioceniche dell'alta valle del Fiume Tellaro (Sicilia sud-orientale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 38 (1987).

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1954-57) – Tavole: 272/2/SE (Ponte Dirillo); 274/4/NO (Lentini); 273/1/SE (Francofonte); 273/1/SO (Stazioni di Vizzini-Licodia); 273/3/NE (Licodia Eubea); 273/3/SE (Chiaramonte Gulfi); 273/4/SE (Grammichele).