

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO – CIS SICILIA**

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO**

**U.O. GEOLOGIA**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**LINEA CATANIA - PALERMO  
TRATTA CATENANUOVA-RADDUSA AGIRA**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RSJ1 02 R 69 RG GE0001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione definitiva	S. Romano	Ott. 2013	F. Romano	Ott. 2013	F. Romano	Nov. 2013	ITALFERR S.p.A. Dott. Geologo Francesco MARCHESI Resp. UO GEOLOGIA Ordine Geografico n. 179/ES	

File RSJ1 02 R69 RG GE0001 001 0.docx

n. Ela

6

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	5
4	ALLEGATI.....	5
5	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA.....	5
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....	6
6.1	EVOLUZIONE GEOLOGICA.....	9
6.2	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE .....	11
6.3	CARATTERISTICHE STRUTTURALI.....	13
7	ASSETTO GEOLOGICO LOCALE .....	17
7.1	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO .....	18
7.1.1	<i>Unità della Catena Appenninico-Maghrebide .....</i>	<i>18</i>
7.1.2	<i>Depositi continentali quaternari.....</i>	<i>23</i>
7.2	ASSETTO STRUTTURALE.....	26
8	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE .....	27
8.1	EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA .....	28
8.2	MORFOLOGIA DEI PRINCIPALI SISTEMI FLUVIALI.....	28
9	ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE .....	29
9.1	ELEMENTI IDROGRAFICI.....	29
9.2	ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI.....	30
9.3	FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI.....	30
9.4	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI.....	32
9.5	FORME ANTROPICHE E MANUFATTI .....	33
10	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE.....	33

10.1	COMPLESSI IDROGEOLOGICI .....	34
10.2	STRUTTURE IDROGEOLOGICHE E IDRODINAMICA DEGLI ACQUIFERI .....	34
10.3	OPERE DI CAPTAZIONE .....	36
10.4	VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO .....	36
11	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE.....	37
11.1	DATI IDROGEOLOGICI DI BASE.....	37
11.2	CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO .....	39
12	SISMICITÀ DELL'AREA .....	40
12.1	SISMICITÀ STORICA .....	43
12.2	SISMICITÀ ATTUALE.....	50
12.3	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	52
13	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	56
14	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA .....	58
14.1	ANALISI DEI DATI.....	58
14.2	UNITÀ LITOTECNICHE.....	58
	14.2.1 Unità di substrato .....	59
	14.2.2 Unità di copertura.....	60
15	CRITICITÀ E DESCRIZIONE DEL TRACCIATO .....	62
15.1	CRITICITÀ GEOLOGICHE .....	63
15.2	CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE .....	63
15.3	CRITICITÀ IDROGEOLOGICHE .....	65
15.4	DESCRIZIONE DEI SETTORI D'INTERVENTO .....	66
	15.4.1 Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 1+510.....	66
	15.4.2 Tratto compreso tra il km 1+510 e il km 3+285.....	67
	15.4.3 Tratto compreso tra il km 3+285 e il km 4+090.....	68
	15.4.4 Tratto compreso tra il km 4+090 e il km 4+835.....	70

15.4.5	Tratto compreso tra il km 4+835 e il km 5+765.....	70
15.4.6	Tratto compreso tra il km 5+765 e il km 6+830.....	70
15.4.7	Tratto compreso tra il km 6+830 e il km 8+770.....	71
15.4.8	Tratto compreso tra il km 8+770 e il km 10+340.....	71
15.4.9	Tratto compreso tra il km 10+340 e il km 11+380.....	71
15.4.10	Tratto compreso tra il km 11+380 e il km 12+900.....	72
15.4.11	Tratto compreso tra il km 12+900 e il km 13+710.....	73
16	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	73

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'esecuzione dello "Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico per la progettazione preliminare della Linea Catania - Palermo nella Tratta Catenanuova - Raddusa Agira", sono stati effettuati i rilievi e gli approfondimenti propedeutici alla redazione degli elaborati di sintesi previsti dal progetto stesso.

Il lavoro si è svolto attraverso le seguenti fasi operative:

- acquisizione ed analisi degli studi geologici esistenti riguardanti l'area di interesse;
- approfondimenti conoscitivi mediante studi fotointerpretativi;
- rilievi diretti sul terreno mirati alla definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area;
- acquisizione ed analisi delle indagini geognostiche appositamente realizzate nell'area durante la presente fase progettuale;
- analisi dei dati e redazione delle presenti note di sintesi e degli elaborati cartografici a corredo.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Le presenti note e gli elaborati cartografici ad esse allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Il modello geologico applicativo proposto, in riferimento ad un volume geologico significativo (*sensu* NTC 2008) in cui sia possibile cogliere interrelazioni dinamiche tra la componente geologica *s.l.* e quella antropica, pone

particolare attenzione alla caratterizzazione litotecnica dei terreni investigati attraverso una puntuale ricostruzione dell'assetto e delle caratteristiche litotecniche nei settori di territorio interessati dalle opere in progetto.

Gli elaborati cartografici e le relative note di riferimento sono stati redatti secondo gli standard metodologici più diffusi in ambito scientifico, nazionale ed internazionale.

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Documenti Referenziati

Nella presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti documenti:

- Certificati prove geotecniche di laboratorio
- RSJ1 02 R 69 IG GE0005 001 A Indagini geofisiche;
- RSJ1 02 R 69 SG GE0005 001 A Indagini geognostiche.

### 4 ALLEGATI

- RSJ1 02 R69 RG GE0000 001 A Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica;
- RSJ1 02 R69 N5 GE0001 001-4 A Carta geologica con elementi di geomorfologia a scala 1:5000;
- RSJ1 02 R69 F5 GE0001 001-2 A Profilo geologico a scala 1:5000/500.

### 5 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

L'area di studio si colloca nella porzione centro-orientale della regione Sicilia in corrispondenza del tracciato ferroviario della linea Catania-Palermo. La tratta in esame, in particolare, si sviluppa per circa 14 km in direzione all'incirca W-E tra Catenanuova e Raddusa Agira. Il tracciato di progetto interessa il territorio dei comuni di Agira, Catenanuova e Regalbuto, in provincia di Enna (EN), e quello del comune di Ramacca in provincia di Catania (CT).

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno del Foglio 269 (Paternò) in scala 1:100000, nelle Tavole 269 IV SW (Libertinia) e 269 IV SE (Catenanuova) in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia, negli elementi 632030, 632040, 632070, 632080 e 633010 in scala 1:10000.

L'area di studio interessa quindi settori di territorio posti a quote comprese tra circa 230 m s.l.m. e circa 135 m s.l.m.. Dal punto di vista morfologico, l'area di studio si caratterizza per la presenza di ampi settori pianeggianti o sub-pianeggianti riconducibili alla piana alluvionale della media valle del Fiume Dittaino bordati da blandi rilievi collinari, con versanti poco acclivi ed estesi generalmente corrispondenti ai settori di affioramento di terreni a dominante pelitica o psammitica.

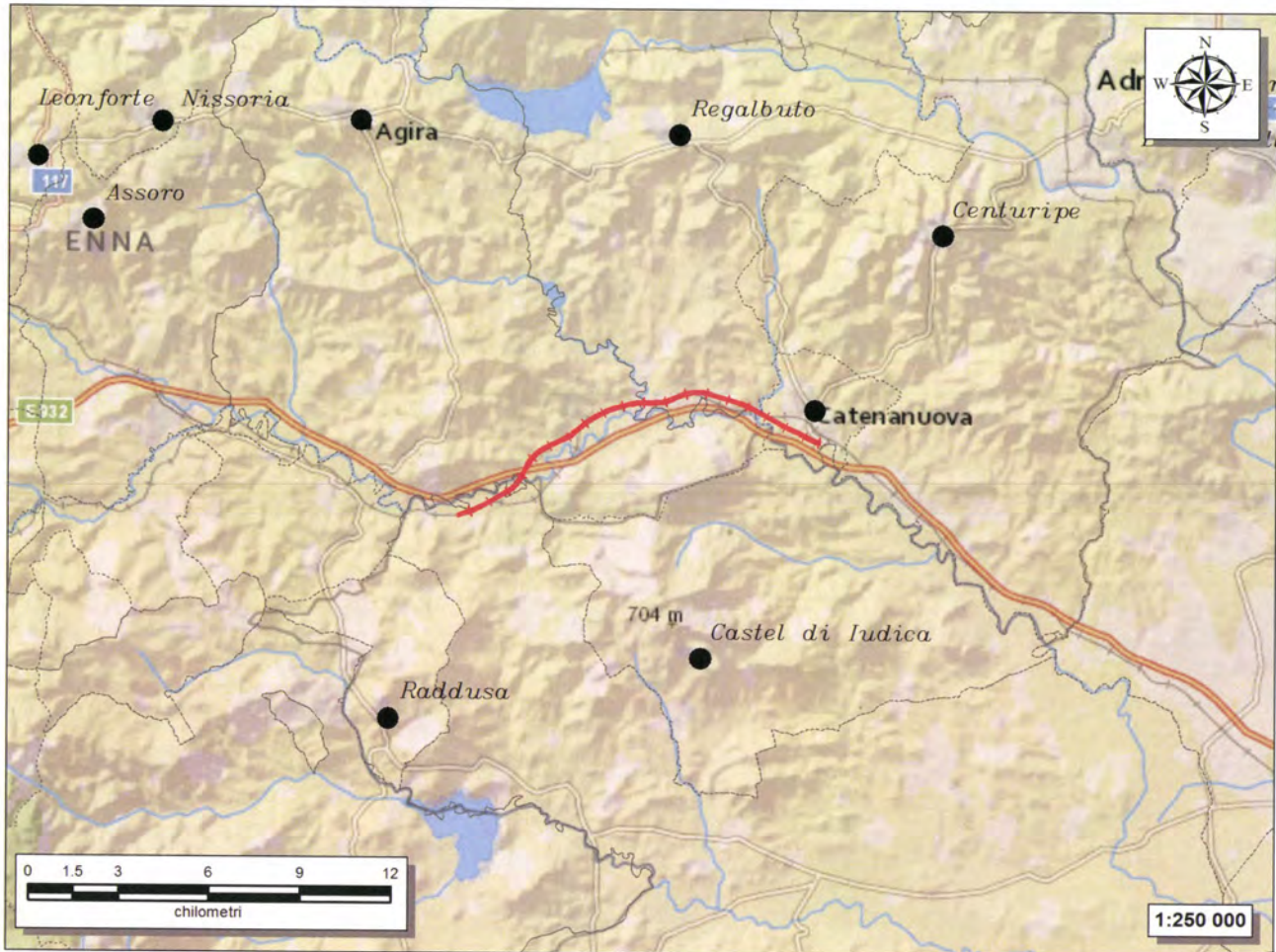


Figura 1 – Corografia in scala 1:250.000 dell’area in cui si colloca lo studio geologico con individuazione, in colore rosso, del tracciato di stretto interesse progettuale.

I principali corsi d’acqua sono rappresentati dal Fiume Dittaino e dai suoi affluenti principali, essenzialmente a carattere stagionale e/o torrentizio. I principali corsi d’acqua che interessano il tracciato ferroviario, da Ovest verso Est, sono rappresentati da Fosso Banco di Pagano, Fosso Sciaguana, Fosso Sparagogna e Vallone Petroso.

## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Il territorio siciliano presenta una conformazione geologica s.l. piuttosto articolata e complessa, strettamente legata ai differenti processi geodinamici e morfoevolutivi che si sono verificati nell’area durante il Quaternario (Lentini et al. 1991; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000, 2002), quali l’attività vulcano-tettonica, le variazioni del livello marino e l’attività antropica.

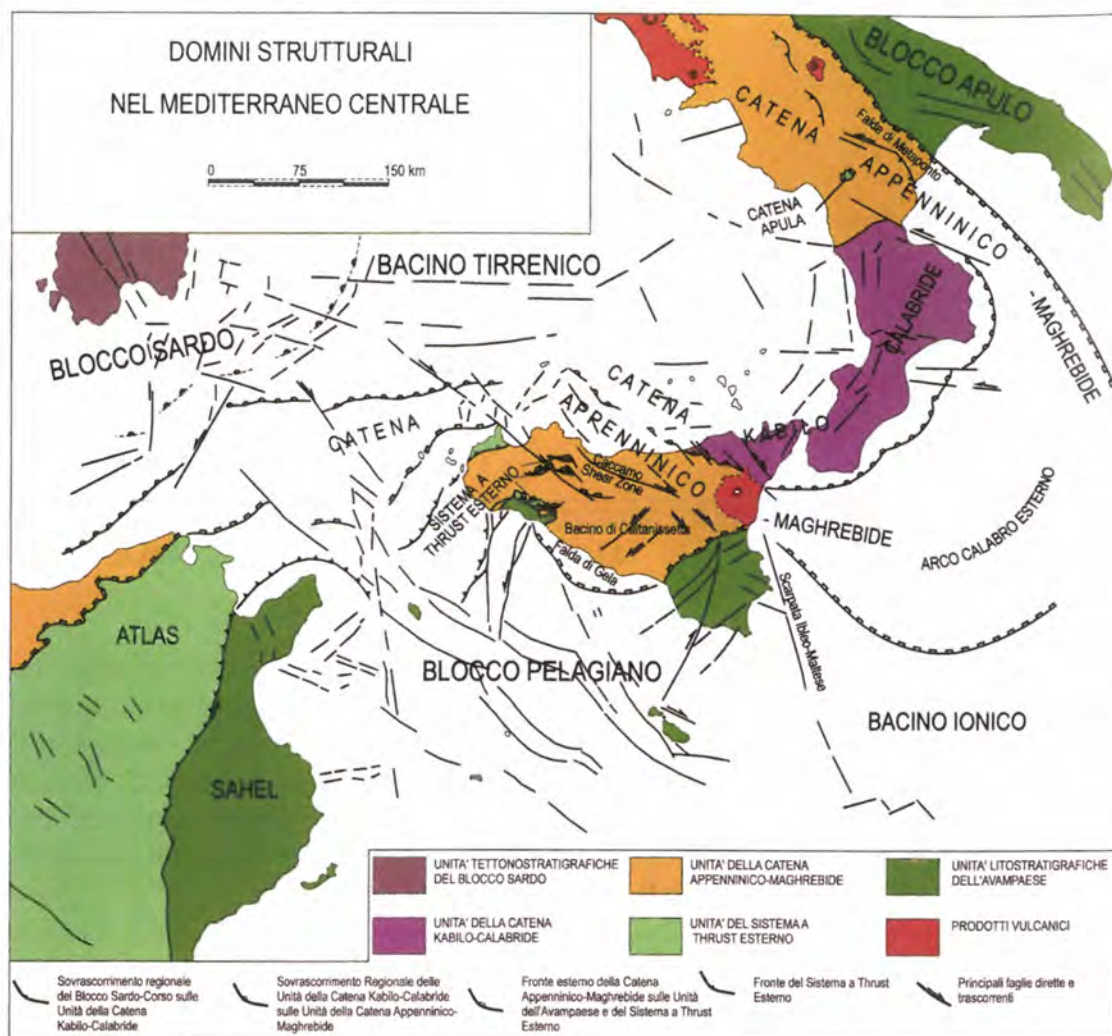


Figura 2 – Domini strutturali nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al. 1995, modificato).

Dal punto di vista geologico, le principali strutture che caratterizzano la Sicilia sono (Amodio-Morelli et al. 1976; Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000):

- l'**Avampaese Ibleo**, affiorante nei settori Sud-orientali dell'isola e caratterizzato da una potente successione carbonatica meso-cenozoica, con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche (Patacca et al. 1979; Lentini et al. 1984);
- l'**Avanfossa Gela-Catania**, affiorante nella porzione orientale della Sicilia e costituita da una spessa successione sedimentaria tardo-cenozoica, parzialmente sepolta sotto le coltri alloctone del sistema frontale della catena (Ogniben 1969; Di Geronimo et al. 1978; Lentini 1982; Torelli et al. 1998);
- la **Catena Appenninico-Maghrebide**, affiorante nella porzione settentrionale dell'isola e costituita da sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con le relative coperture flyschoidi mioceniche (Ogniben 1969; Amodio-Morelli et al. 1976; Mostardini & Merlini 1986; Cello et al. 1989; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 1998);

- la **Catena Kabilo-Calabride**, affiorante nei settori Nord-orientali della Sicilia e caratterizzata da un basamento metamorfico di vario grado con le relative coperture sedimentarie meso-cenozoiche, cui si associano le unità ofiolitifere del Complesso Liguride (Ogniben 1969; Amodio-Morelli et al. 1976; Bonardi et al. 1982; Tansi et al. 2007).

Nella sua complessità, il paesaggio fisico della Sicilia risulta essere, quindi, il risultato di una complessa interazione di diversi fattori geologici, tettonici, geomorfologici e climatici che, nel corso del tempo, hanno interessato l'area in esame in maniera differente (Lentini et al. 1995; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000). L'area di studio ricade, in particolare, nel settore centro-orientale della penisola siciliana, in corrispondenza del margine più orientale della Catena Appenninico-Maghrebide (Amodio-Morelli et al. 1976; Lentini et al. 1991; Monaco et al. 1998; Carbone et al. 2010).

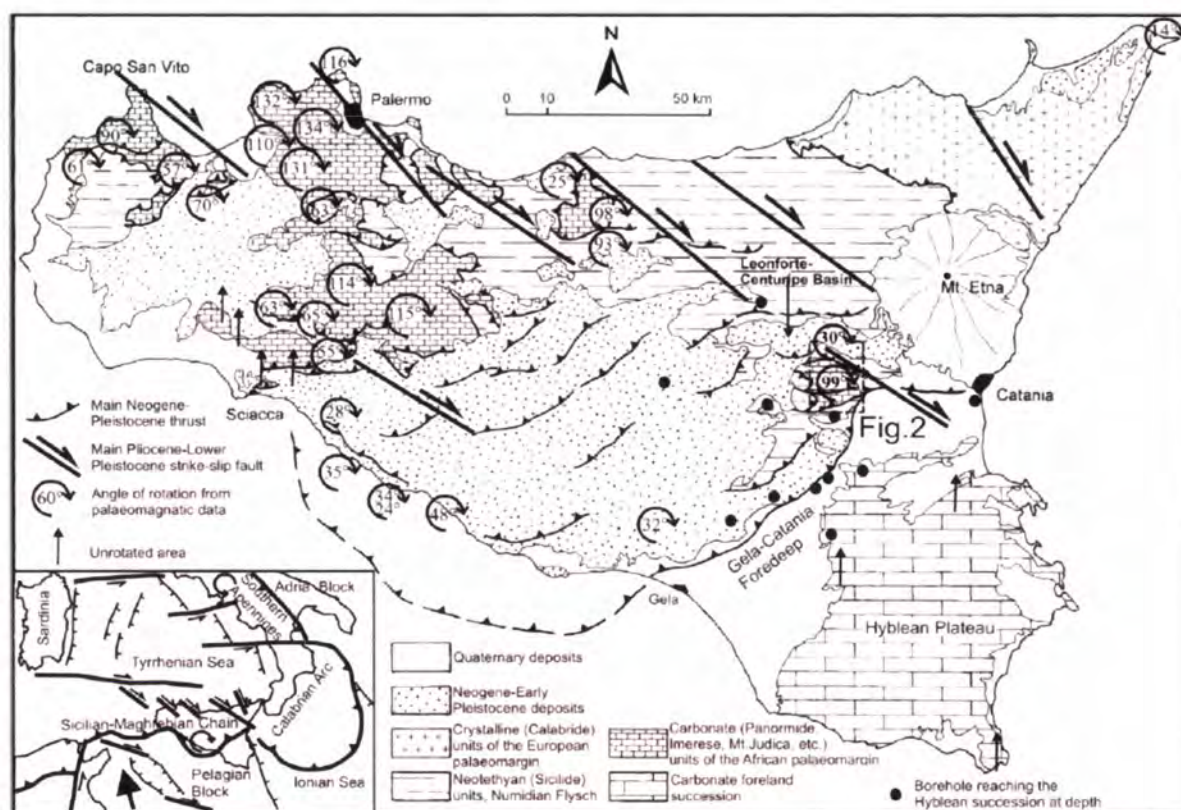


Figura 3 – Carta geologico-strutturale della Sicilia, con evidenze delle rotazioni neogeniche connesse allo sviluppo dell'orogene (da Monaco & De Guidi 2006).

Tale catena è costituita da un sistema a *thrust* pellicolare con vergenza verso SE nel tratto siculo-maghrebide e ENE in quello appenninico (Monaco et al. 2000; Carbone et al. 2010). Il sistema comprende sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con spesse coperture flyschoidi mioceniche probabilmente appartenenti ad un paleomargine afro-adriatico (Ogniben 1969; Amodio-Morelli et al. 1976; Mostardini & Merlini 1986; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 1998).

La Catena Appenninico-Maghrebide è quindi costituita da una serie di falde più o meno alloctone, totalmente sovrapposto sul Sistema a *Thrust* Esterno (Carbone et al. 2010). Al suo interno, le Unità Sicilidi che



ricoprono la porzione sommitale della pila risultano derivanti dal Bacino Alpino-Tetideo, che separava il margine europeo dal blocco panormide (Finetti et al. 2005; Carbone et al. 2010), e sono interpretabili come i resti di un cuneo d'accrezione oceanico sovrascorso fino al raggiungimento dell'attuale fronte della catena. Ulteriori sequenze oceaniche, riconoscibili nelle unità tettoniche più esterne, sono invece riferibili ad un dominio di crosta oceanica, che rappresenta la porzione subdotta dell'originario bacino ionico (Finetti 2005).

## 6.1 Evoluzione geologica

La tetto-genesi che ha interessato la Sicilia nel Miocene inferiore, ad esclusione del settore peloritano Nord-orientale, ha portato le principali unità tettoniche dell'area accavallarsi dalle zone Nord-occidentali verso quelle Sud-orientali, dando vita ad un sistema a *thrust and fold* vergente verso SE (Catalano et al. 1996; Monaco et al. 2000; Bello et al. 2000; Lavecchia et al. 2007). Le falde della Catena Appenninico-Maghrebide si accavallano, quindi, sull'Avampaese Ibleo con modalità simili a quelle che determinano la messa in posto delle coltri appenniniche sul dominio apulo (Lentini et al. 1995; Bello et al. 2000).

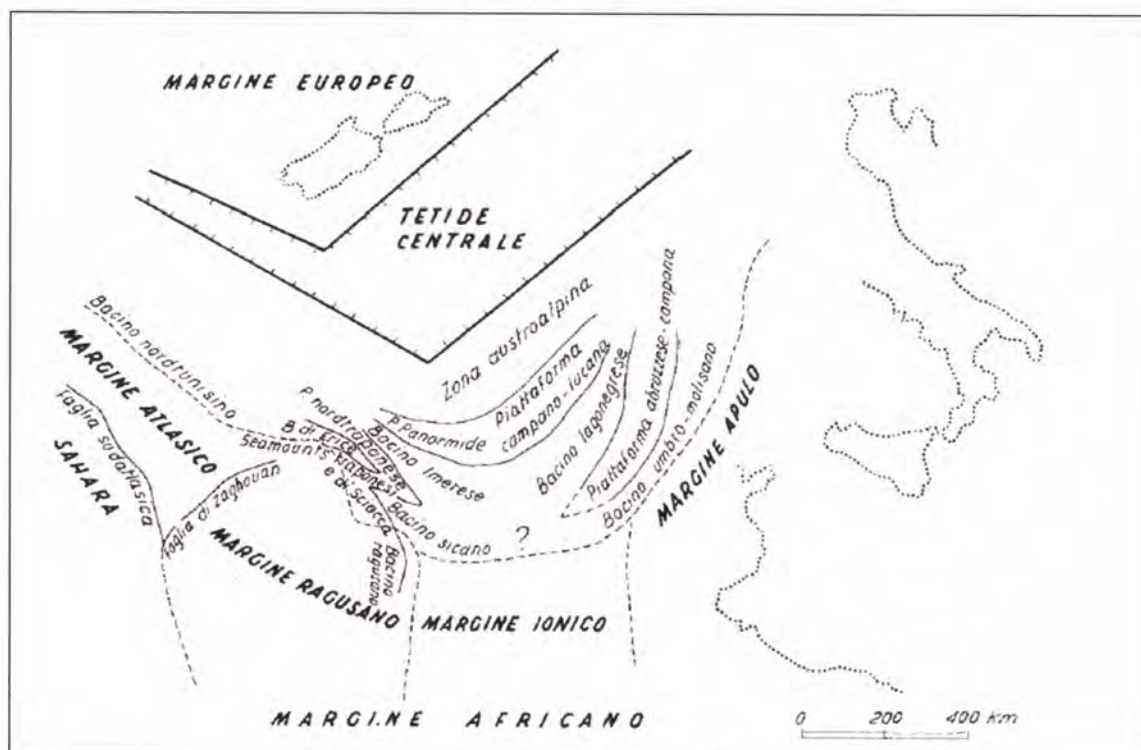
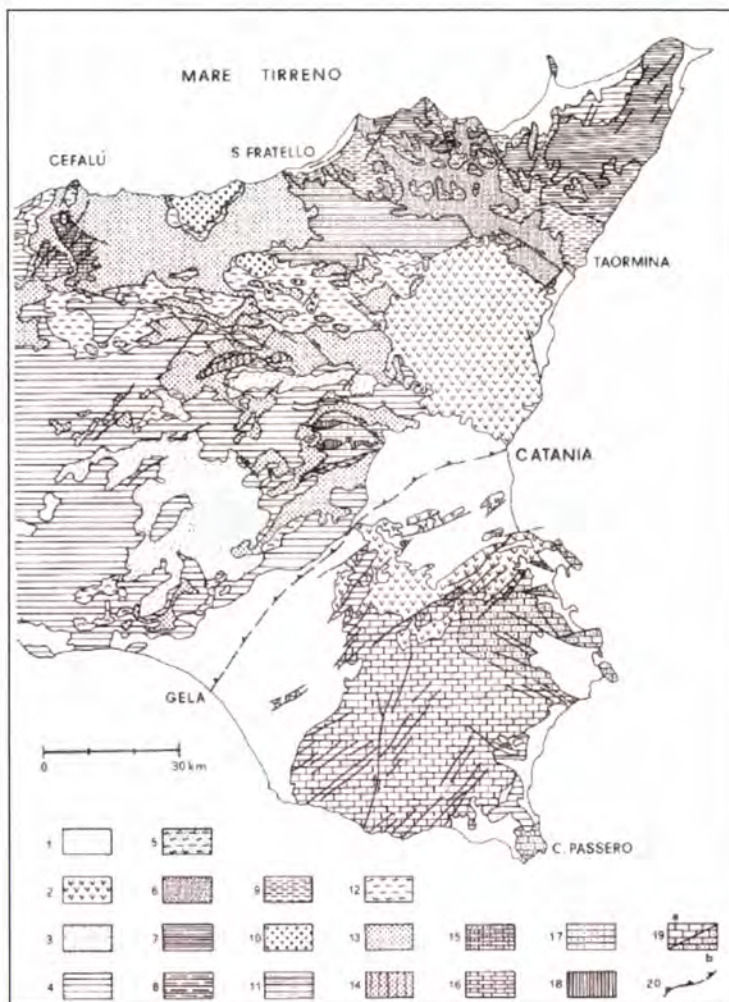


Figura 4 – Ricostruzione palinspastica della Tetide centrale nel Giurassico (da Scandone et al. 1974, modificato).

Durante il Giurassico, con il processo di separazione continentale che porta all'apertura del settore meridionale della Tetide, si individua un importante bacino intra-cratonico a sedimentazione prevalentemente terrigena, il Bacino di Lercara (Scandone et al. 1974; Catalano et al. 1996). Tale dominio evolve successivamente in due distinte unità paleogeografiche, rappresentate dal Bacino Imerese a Nord e dal Bacino Sicano a Sud (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1976). Questi ultimi, in particolare, risultano separati dall'interposizione della Piattaforma Nord Trapanese, a sua volta sostituita verso Sud dal dominio dei paleogeografico dei *Seamounts* Trapanesi (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1976).



**Figura 5 – Schema geologico-strutturale della Sicilia orientale (da Bianchi et al. 1987). 1) Depositi continentali e marini del Quaternario; 2) Vulcaniti basiche dell’Etna e degli Iblei; 3) Depositi clastici (Pliocene medio-superiore); 4) Formazione Terravecchia, Serie Evaporitica e Trubi (Miocene superiore – Pliocene inferiore); 5) Unità Antisicilide (Cretaceo) e Calcareniti di Floresta (Miocene medio); 6) Flysch di Capo d’Orlando (Miocene inferiore); 7) Unità dell’Aspromonte; 8) Unità di Mandanici; 9) Unità cristalline di basso grado e relative coperture sedimentarie mesozoiche; 10) Flysch di Reitano (Miocene inferiore-medio); 11) Flysch di Monte Soro (Cretaceo?); 12) Argille Scagliose sicilidi e Formazione di Polizzi s.s., Flysch Numidico (Unità di Nicosia) e Flysch di Troina-Tusa (Cretaceo – Miocene inferiore); 13) Flysch Numidico sovrapposto ai termini imeresi e panormidi (Oligocene – Miocene medio); 14) Flysch Numidico: Unità Serra del Bosco, ad “affinità sicana” (Oligocene – Miocene medio-superiore); 15) Unità mesozoiche di piattaforma carbonatica del Complesso Panormide; 16) Unità mesozoiche di bacino del Complesso Imerese; 17) Copertura oligo-miocenica dell’Unità di M. Judica; 18) Successione mesozoica dell’Unità di M. Judica; 19) Avampaese Ibleo: a) successione occidentale (Cretaceo – Miocene superiore), b) successione orientale (Cretaceo superiore – Miocene superiore); 20) Fronte sepolto della Falda di Gela.**

Il processo di dissezione in blocchi della Piattaforma carbonatica Panormide, più interna, inizia nel Giurassico e prosegue fino all’Oligocene inferiore (Scandone et al. 1974). La deformazione dei domini paleogeografici più interni porta, quindi, alla formazione di un primordiale bacino di avanfossa a sedimentazione

	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA RSJ1</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. 0</p>	<p>FOGLIO 11 di 82</p>

prevalentemente terrigena, successivamente riconosciuto come Bacino Numidico (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1982; Bianchi et al. 1987).

Tra l'Aquitano ed il Langhiano la sedimentazione nel Bacino Numidico si contraddistingue per il carattere regressivo delle successioni che, nella loro porzione sommitale, sono caratterizzate da una sedimentazione di tipo prevalentemente pelitico (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Al contempo, nel Bacino Sicano si instaurano le condizioni per una sedimentazione di ambiente profondo (Catalano et al. 1996).

Nel Langhiano, quindi, le aree più settentrionali del dominio Imerese subiscono una importante fase tettonica a seguito dell'accavallamento dei terreni più esterni della Piattaforma Panormide su quelli più interni del Bacino Imerese che, a loro volta, si accavallano sui termini più esterni dello stesso (Bianchi et al. 1987). Su queste unità deformate, infine, si vanno a deporre in discordanza i depositi pelagici ed emipelagici del Langhiano superiore mentre, contemporaneamente, le Unità Sicilidi si sovrappongono tettonicamente alle successioni suddette (Bianchi et al. 1987; Catalano et al. 1996; Bello et al. 2000).

Alla fine del Messiniano, quindi, la conformazione paleogeografica dei diversi domini individuati determina la formazione di un'area con ridotta circolazione delle masse d'acqua, che porta un progressivo abbassamento del livello del mare ed alla formazione di complessi sistemi di scogliera (Lentini et al. 1991). Questi ultimi, in seguito al verificarsi della crisi di salinità, vengono ricoperti dalla sedimentazione delle successioni gessoso-evaporitiche mioceniche (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991).

Successivamente, nel Pliocene inferiore, si instaurano nuovamente condizioni marine normali, come testimoniato dalla sedimentazione della successione dei Trubi, rocce biancastre marnoso-calcaree tipiche di un ambiente marino relativamente profondo (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore si ha un sollevamento complessivo dell'area, mentre la porzione più settentrionale della catena subisce un generale sollevamento e un successivo smembramento in blocchi lungo linee tettoniche ad andamento NW-SE e NE-SW (Ghisetti & Vezzani 1984), che determinano sollevamenti differenziati da luogo a luogo (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991).

Alla fine del Pleistocene si assiste quindi alla definitiva emersione della Catena Appenninico-Maghrebide, in concomitanza con i sollevamenti regionali che coinvolgono anche ampi settori di avanfossa ed avampaese (Bianchi et al. 1987; Monaco et al. 2002). I terrazzi quaternari, distribuiti a varie quote lungo la fascia costiera, testimoniano le oscillazioni eustatiche del livello medio marino e i movimenti tettonici a prevalente componente verticale verificatisi in questo ultimo periodo (Lentini et al. 1991; Monaco et al. 2002).

## 6.2 Caratteristiche stratigrafiche

Nel complesso, le unità del substrato più antiche sono strutturate in una serie di *thrust* pellicolari (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991) verificatisi a partire dal Burdigaliano inferiore. Tali unità sono spesso ricoperte da estesi depositi quaternari di genesi detritica e alluvionale (Carbone 2010), particolarmente importanti nei settori di fondovalle del Fiume Dittaino.

Con diretto riferimento a quanto riportato nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (Carbone 2010), le successioni stratigrafiche presenti nell'area di interesse possono essere distinte, dal basso verso l'alto, in:

- **Unità Ionidi:** sono costituite da successioni meso-cenozoiche calcareo-marnose e arenaceo-marnose, di ambiente essenzialmente pelagico e di scarpata (Lentini 1974; Lentini et al. 1991; Carbone 2010).

- **Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova** (Oligocene superiore – Serravalliano): argille marnose di colore bruno o grigio-verde, con rare intercalazioni di arenarie glauconitiche giallo-verdastre in strati da molto sottili a spessi, più frequenti verso l’alto. Gli strati sottili presentano stratificazione laminata e/o incrociata, i banconi sono generalmente massivi. Microfaune a frequenti *Catapsidrax unicavus*, *Paragloborotalia nana*, “*Globigerina*” *venezuelana* in basso e ad *Orbulina universa* in alto. Spessore fino a 400 m.
- **Unità Sicilidi**: sono formate da una spessa successione pelitica infra-cenozoica, di ambiente bacinale, localmente ricoperta da terreni calcareo-marnosi e arenaceo-marnosi tardo-cenozoici, di ambiente di scarpata e bacino torbido (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991; Carbone 2010).
  - **Argille Varicolori Inferiori** (Paleocene? – Eocene): argille di colore rosso vinaccia, verde e grigio ferro, scagliettate e a struttura caotica, con intercalazioni sottili di diaspri grigio-verdi a frattura prismatica, siltiti carbonatiche grigie e calcari micritici bianchi. Inglobano olistoliti di dimensione da 2 a 10 m di calcari a rudiste e calcari a macroforaminiferi eocenici. Nei livelli più alti, al passaggio con la Formazione di Polizzi, sono presenti modesti lembi di basalto alterato a desquamazione sferoidale. Associazioni microfaunistiche risedimentate del Cenomaniano e del Maastrichtiano superiore, oltre a *Planorotalites pusilla*, *Globanomalina compressa*, *Morozovella angulata*, *Parasubbotina pseudobulloides* di età paleocenica. Spessore non valutabile per tettonizzazione.
  - **Formazione di Polizzi** (Eocene inferiore - medio): Alternanza di calcari marnosi e marne di colore bianco, cui si intercalano livelli di brecciole calcaree di colore nocciola, gradate a macroforaminiferi e con clasti di selce e di calcari mesozoici di piattaforma. Nelle marne microfaune planctoniche a *Morozovella aragonensis*, *Igorina broedermanni*, *Acarinina bulbrooki*, *Planorotalites palmerae*, *Aragonia* cfr. *anauna*. Nelle brecciole sono presenti *Nummulites* spp., *Fasciolites* sp., *Discocyclina* sp., *Asterocyclina* sp., *Miliolidae* e resti di alghe. Spessore fino a 30 m.
  - **Flysch Numidico** (Oligocene superiore - Burdigaliano): unità litostratigrafica costituita da diversi membri. Relativamente all’area di studio affiora unicamente il membro di M. Salici.
    - **Membro di M. Salici** (Oligocene superiore – Burdigaliano): argilliti nerastre a stratificazione indistinta, passanti verso l’alto ad argille brune cui si intercalano quarzareniti giallastre in grossi banchi. Le areniti hanno grana da fine a ruditica grossolana e abbondante matrice silicea. Le argille nere sono caratterizzate da microfaune a *Globigerinoides primordius*, *Catapsidrax dissimilis*, *Paragloborotalia* cfr. *kugleri*. Nelle argille brune apicali microfaune a *Globigerinoides trilobus*, *G. bisphaericus*, *Globoquadrina dehiscens* e *P. siakensis*. Spessore fino a 400 m.
- **Depositi di bacini satellite del Miocene medio e superiore**: sono costituiti da sequenze pelitiche tardo-cenozoiche, di ambiente essenzialmente marino, progressivamente passanti a depositi gessoso-solfiferi messiniani, di ambiente euxinico ed evaporitico (Lentini et al. 1991; Carbone 2010).
  - **Formazione Terravecchia** (Tortoniano superiore): marne argillose grigio-azzurre o brune e sabbie quarzose giallastre con grosse lenti di conglomerati a clasti eterometrici da piatti a sferici, arrotondati, di natura sia sedimentaria che cristallina di vario grado metamorfico, per lo più nella parte alta della formazione. Nelle marne associazioni a nannofossili della biozona MNN11a, e foraminiferi della zona *Globigerinoides obliquus extremus*. Spessore fino a 300 m. Localmente si rinvengono intercalazioni di argille brecciate di colore bruno, inglobanti olistoliti eterometrici e poligenici di quarzareniti numidiche e lembi di argille varicolori. Lo spessore delle argille brecciate, difficilmente valutabile per caoticità, raggiunge una potenza di circa 200 m.
  - **Tripoli** (Messiniano): diatomiti bianche laminate con abbondante sostanza organica e resti di pesci Teleosteidi o alternanze di diatomiti ricche di Coccolitoforidi e Dinoflagellati, marne ad abbondanti

foraminiferi planctonici e peliti fogliettate, bituminose. Localmente si intercalano sottili livelli di torba. Microfauna a *Globigerinoides extremus*, *Turborotalita multiloba*, *Globorotalia acostaensis*, *Bulimina aculeata*, *B. echinata* e *Brizalina dentellata*. La formazione è localmente presente alla base dei sedimenti evaporitici. Spessore massimo 40 m.

- **Formazione di Cattolica** (Messiniano inferiore): formazione costituita da tre membri: Calcarea di Base, Selenitico e Salifero. Nell'area di studio affiorano solo i primi due membri, rappresentati prevalentemente da carbonati e solfati, con abbondanti gessi e minori anidriti, cui si intercalano a diverse altezze stratigrafiche olistostromi di argille brecciate.
  - **Membro Selenitico:** gessi microcristallini laminati (ritmiti) e gessi massivi in grossi cristalli geminati, talora alternati e gessoclastiti, per lo più argille gessose e gessosiltiti, con intercalazioni di olistostromi di argille brecciate con clasti evaporitici di gesso. Spessore variabile da 0 a 50 m.
  - **Membro Calcarea di Base:** calcarea cristallino bianco-grigiastro da massivo a laminato, a luoghi con fantasmi di cristalli selenitici, e brecce calcaree con intercalazioni di argille brecciate, caratterizzati da clasti evaporitici di tipo calcareo. Spessore variabile da 0 a 40.
- **Depositi di bacini satellite del Pliocene inferiore:** sono costituiti da una successione calcareo-marnosa tardo-cenozoica di ambiente essenzialmente pelagico (Lentini et al. 1991; Carbone 2010).
  - **Trubi** (Pliocene inferiore): marne calcaree e calcari marnosi bianchi a frattura concoide, in strati di 20-70 cm, intensamente fratturati. Microfauna delle biozone MPI2 e MPI3 e nannoflore delle zone MNN12 e MNN13. La formazione è discordante su vari termini del substrato. Spessore fino a 70 m.
- **Depositi continentali quaternari:** sono formati da sedimenti clastici pleistocenici e olocenici, di genesi detritico-colluviale, alluvionale e lacustre (Carbone 2010).
  - **Depositi alluvionali terrazzati** (Pleistocene superiore – Olocene): ghiaie prevalenti con locali passaggi di sabbie, limi sabbiosi e limi ghiaiosi; ghiaie e ghiaie sabbiose con locali ciottoli poligenici e passaggi di sabbie limose. Formano terrazzi morfologici più o meno estesi, distribuiti su vari ordini. Depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale.
  - **Depositi alluvionali recenti** (Olocene): limi argillosi, più raramente limi sabbiosi di colore bruno; con ciottoli quarzareniti di diametro tra 2 e 25 cm; sabbie a grana da fine a grossolana, sabbie limose e sabbie ghiaiose; ghiaie poligeniche ed eterometriche in abbondante matrice sabbiosa, con blocchi angolosi e intercalazioni sabbioso-ghiaiose; sabbie da grossolane a fini, localmente limose, in strati da sottili a molto spessi, alternate a limi sabbiosi e limi argillosi, in strati molto sottili e sottili. Depositi di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile.
  - **Depositi alluvionali attuali** (Olocene): ghiaie eterometriche a prevalenti clasti sedimentari arrotondati e ghiaie sabbiose, con locali livelli di limi argillosi di colore grigio. Depositi di canale fluviale, argine, conoide alluvionale e piana inondabile.
  - **Depositi palustri** (Olocene): limi e limi argillosi di colore nerastro, laminati o sottilmente stratificati, con abbondante frazione organica vegetale e locali intercalazioni limoso-sabbiose. Depositi di palude d'acqua dolce.

### 6.3 Caratteristiche strutturali

La Catena Appenninico-Maghrebide è un *thrust and fold belt system* sviluppatosi a partire dal Miocene inferiore, essenzialmente costituito da successioni sedimentarie meso-cenozoiche di ambiente marino (Bianchi et al. 1987; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 2000; Bello et al. 2000; Lavecchia et al. 2007). L'intero sistema è

caratterizzato, quindi, dalla presenza di numerose faglie inverse e transpressive (Lavecchia et al. 2007). Nello specifico, il settore occidentale è caratterizzato da un sistema di faglie a direzione all'incirca E-W e cinematica trascorrente e inversa, che tagliano i contatti di ricoprimento delle maggiori unità tettono-stratigrafiche, anche essi ad orientazione circa E-W (Ghisetti & Vezzani 1984).

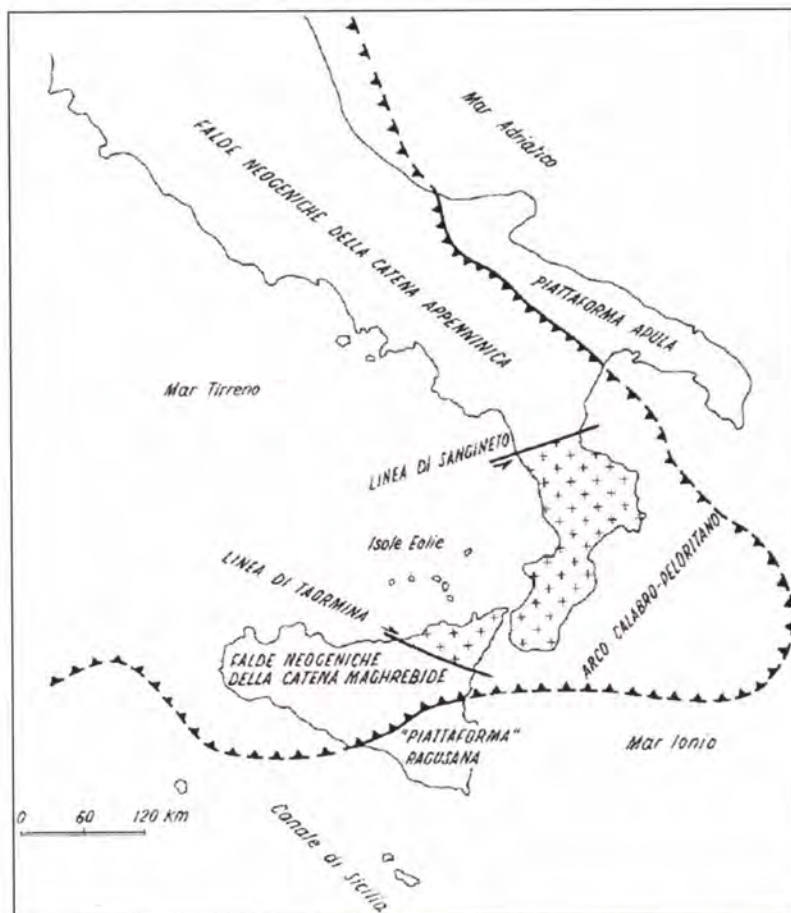


Figura 6 – Ricostruzione schematica della Catena Appenninico-Maghrebide (da Bonardi et al. 1976)

In particolare, la deformazione strutturale che ha interessato l'area in esame può essere schematizzata attraverso tre distinte fasi tettoniche (Carbone et al. 1982; Bello et al. 2000; Monaco et al. 2002):

- **fase transtensiva** (Cretacico – Eocene);
- **fase compressiva** (Oligocene superiore – Messiniano);
- **fase deformativa finale** (Pliocene – Quaternario).

Quest'ultima fase, in particolare, vede la riattivazione delle principali faglie preesistenti con movimenti normali ed è connessa ad importanti sollevamenti differenziali, come testimoniato dalla presenza di numerosi bacini peri-tirrenici (Carbone et al. 1982; Monaco et al. 2010).

La propagazione del sistema M.Kumeta-Alcantara ha interessato il dominio di avampaese fino al raggiungimento dell'area di Sciacca, che risulta probabilmente caratterizzata da una importante zona di debolezza crostale (Ghisetti & Vezzani 1984; Lavecchia et al. 2007). Il raccorciamento crostale, che è perdurato fino al

Pliocene inferiore, si è verificato a mezzo della sincrona attivazione di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti. Quest'ultime, in particolare, risultano spesso di modesta entità e mostrando un'età più recente man mano che ci sposta a sud del sistema M.Kumeta-Alcantara (Ghisetti & Vezzani 1984). Nel complesso, i rigetti di tali faglie sono difficilmente quantificabili, poiché la profondità a cui avviene lo scollamento delle falde non è ben nota, ma comunque ipotizzabile al di sopra delle rocce terrigene Triassiche.

La profondità dei piani di scollamento tettonico, secondo i recenti studi a livello crostale, dovrebbe essere compresa entro i primi 30 km e tendenzialmente in aumento verso Nord (Lavecchia et al. 2007). Nello specifico, il piano principale dei *thrust* che caratterizzano la Catena Appenninico-Maghrebide si estende a partire dal settore posto a NW del Canale di Sicilia, formando un arco convesso che attraversa il mare e rientra in prossimità di Sciacca-Gela, proseguendo quindi fino a Catania (Bonardi et al. 1976; Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000).

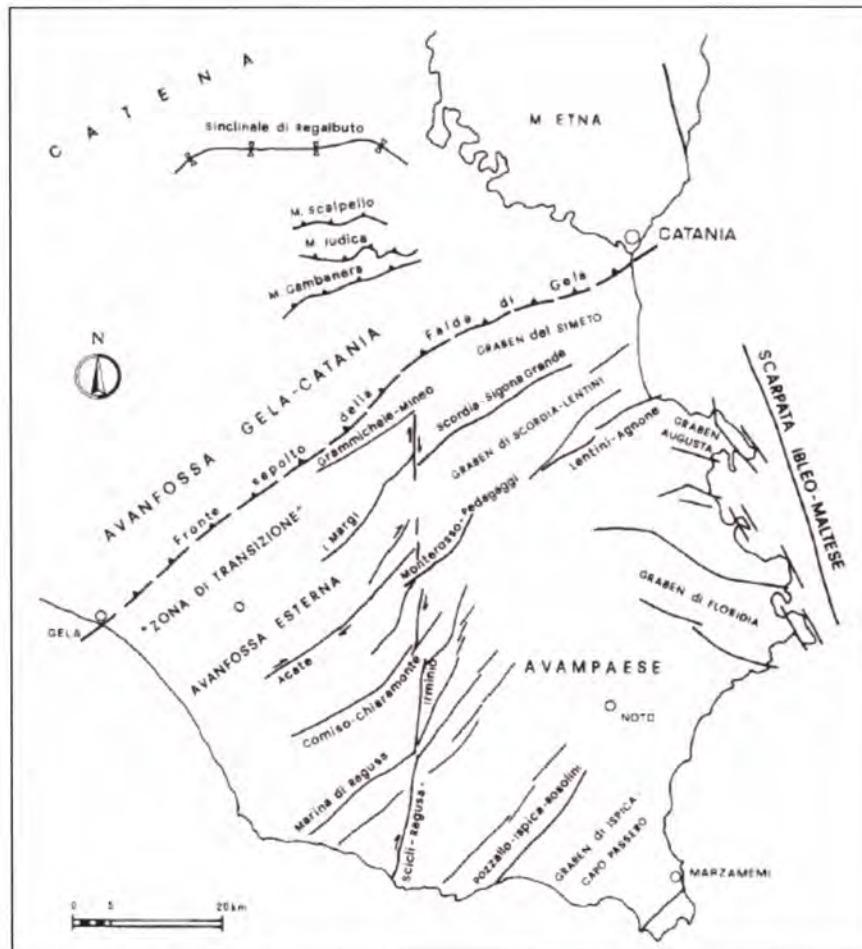


Figura 7 – Schema tettonico delle principali strutture del Plateau Ibleo, dell'Avanfossa Gela-Catania e dei thrusts dell'area di M. Judica (da Bianchi et al. 1987).

Il settore dell'Avanfossa Gela-Catania è, dal punto di vista strutturale, una depressione tettonica delimitata da un sistema di faglie orientate circa NE-SW, che si individuano tra Comiso-Chiaramonte, Monterosso-Pedagaggi e Lentini-Agnone (Carbone et al. 1982). La copertura neogenico-quadernaria presente all'interno del bacino,

tuttavia, non è originata unicamente da apporti detritici delle zone di catena, ma mostra caratteri litologici simili a quelli delle successioni plio-quadernarie delle aree di avampaese (Carbone et al. 1982; Bianchi et al. 1987).

Una parte della successione plio-pleistocenica di avanfossa è sepolta al di sotto delle coltri alloctone del sistema frontale dell'orogene appenninico-maghevide, denominato Falda di Gela (Ogniben 1969, Di Geronimo et al. 1978), mentre un'altra porzione si è depositata al tetto dell'alloctono durante le ultime fasi di migrazione verso Sud (Torelli et al. 1998). Ancora verso Ovest, il suddetto fronte affiora in superficie in contatto tettonico con i depositi di avanfossa, secondo una faglia trascorrente sinistra orientata all'incirca N-S. Verso Nord, infine, le successioni alloctone sono interessate da una serie di scaglie embriciate a vergenza meridionale (Unità di M. Judica), messe in posto su rampe di *thrust* orientate circa E-W e caratterizzate da movimenti obliqui destri (Bello et al. 2000; Torrisi et al. 2008).



**Figura 8 – Schema geologico-strutturale dell'area di Catania (da Torrisi et al. 2008). 1: a) conoide alluvionale; b) depositi alluvionali olocenici; 2: a) lave etnee recenti (< 80 ka); b) Lave centri alcalini antichi (180÷100ka); 3) Lave pre-etnee sub-alcaline (580÷250 ka); 4) depositi pleistocenici di avanfossa; 5) Unità alloctone; 6) sequenze carbonatiche iblee; 7) faglia normale; 8) faglia trascorrente; 9) segmento del Rift Siculo-Calabro; 10) fratture estensionali e fessure eruttive; 11) anticlinale e thrust; 12) fronte unità alloctone; 13) zona di faglia trasformate; 14) direzione massima estensione nell'area etnea lungo il Rift Siculo-Calabro; 15) direzione di massima compressione nell'area a sud dell'Etna; 16) epicentri dei terremoti storici con M>7.**



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	Linea Catania - Palermo					
	Tratta Catenanuova – Raddusa Agira					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RSJ1	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0	FOGLIO 17 di 82

Tali scaglie tettoniche sono ritagliate, a loro volta, da sistemi di faglie trascorrenti che deformano depositi marini del Pliocene medio-superiore, riferibili al Bacino di Centuripe (Di Grande et al. 1976; Torrisi et al. 2008), e depositi marini terrazzati del Pleistocene medio. Le strutture trascorrenti si associano a zone di taglio coniugate orientate rispettivamente NE-SW e NW-SE, quest'ultime caratterizzate da movimenti essenzialmente sinistri con una limitata componente verticale (Ghisetti & Vezzani 1984). Attualmente esse sono rappresentate dalle faglie del Sistema del Dittaino e dalla faglia di S.M. di Licodia-Ragalna (Torrisi et al. 2008).

Il Sistema del Dittaino si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 25 km ed è costituito da due segmenti disposti *en-echelon* (Ghisetti & Vezzani 1984), ognuno di lunghezza pari a circa 15 km (Torrisi et al. 2008). Tali sistemi si estendono a partire dalla bassa valle del Fiume Simeto fino a terminare, verso SW, con *thrust* di accomodamento orientati E-W, a cui viene imputata la riattivazione del fronte di M. Scalpello e di M. Judica (Torrisi et al. 2008).

La Faglia di S.M. di Licodia-Ragalna si estende per circa 16 km dalla media valle del Fiume Simeto fino al fianco Sud-occidentale dell'Etna, rappresentando la porzione rigettata verso SE del segmento più meridionale del Sistema del Dittaino (Torrisi et al. 2008). Tale faglia si localizza, infatti, a NE di un'imponente zona di taglio destra sviluppata per circa 30 km lungo il bordo meridionale dell'Etna (Bello et al. 2000; Torrisi et al. 2008). La suddetta zona di taglio si compone di segmenti orientati WNW-ESE, disposti secondo una geometria *en-echelon* con sovrapposizione a sinistra (Torrisi et al. 2008). Tali strutture delimitano la parte superiore della successione infra-medio pleistocenica di avanfossa affiorante tra l'edificio vulcanico dell'Etna e la piana di Catania, lungo una fascia di territorio allungata in direzione WNW-ESE (Catalano et al. 2004; Torrisi et al. 2008).

Lungo la zona di trascorrenza destra, nelle aree di sovrapposizione tra i singoli segmenti di faglia, si sviluppano rampe di *thrust* e pieghe orientate E-W e NE-SW, nonché zone di transtensione orientate in direzione N160, lungo le quali ha avuto luogo la risalita di magmi alcalini aventi età di circa 200 ka (Monaco 1997; Monaco et al. 2010). L'insieme delle faglie trascorrenti costituisce, quindi, un'unica associazione strutturale relativa ad un meccanismo di taglio puro, coerente con una compressione orizzontale orientata NNW-SSE, suturata nel complesso da depositi terrazzati di età tirreniana (Monaco 1997; Monaco et al. 2002; Catalano et al. 2004).

Nell'area più prossima all'abitato di Catania, si riconoscono due domini tettonici adiacenti e caratterizzati, rispettivamente, dalla crescita attiva di strutture compressive ed estensionali. Le strutture compressive, in particolare, sono distribuite nella zona della Piana di Catania e sono rappresentate da una serie di pieghe con asse allungato in direzione ENE-WSW. Tale sistema, che risulta delimitato verso ovest dal corso del Fiume Dittaino, si estende per circa 30 km lungo il bordo meridionale dell'edificio etneo, dalla media valle del Fiume Simeto fino alla città di Catania.

Le pieghe sono associate a *thrust* a vergenza meridionale, orientati N80, e sono interpretabili, nel complesso, come l'espressione superficiale dei raccorciamenti lungo una *detachment fault* (Catalano et al. 2007). Tali pieghe hanno interessato i terrazzi fluviali aventi un'età estesa fino a 40 ka, mentre i *thrust* hanno deformato anche la piana alluvionale olocenica, producendo scarpate estese alcuni metri e determinando significativi effetti diretti sulla morfologia del letto fluviale del corso del Fiume Simeto e sull'andamento complessivo del corso del Fiume Dittaino (Catalano et al. 2007).

## 7 ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito appositamente realizzate per il presente studio.

## 7.1 Assetto litostratigrafico

Le analisi effettuate ed i rilievi di campo condotti hanno permesso di distinguere e cartografare differenti unità geologiche, relative sia a successioni marine infra-cenozoiche che a depositi continentali quaternari. In particolare, le perimetrazioni e le descrizioni geologico-strutturali delle unità individuate nell'area derivano da un'integrazione tra le informazioni riportate in letteratura ed i dati raccolti dal rilevamento geologico di superficie e dalle numerose indagini geognostiche a disposizione.

Nei settori di stretto interesse progettuale, quindi, sono state individuate e perimetrare tredici unità geologiche, di seguito descritte dal basso verso l'alto stratigrafico. Si sottolinea che seguendo i criteri definiti dal Servizio Geologico (Pasquaré et al. 1992) le successioni sono state suddivise utilizzando unità stratigrafiche convenzionali, talora ulteriormente suddivise in membri con particolare composizione litologica.

### 7.1.1 Unità della Catena Appenninico-Maghrebide

Le sequenze sedimentarie della Catena Appenninico-Maghrebide sono formate da quattro unità stratigrafico-strutturali, che costituiscono interamente il substrato geologico dell'area di studio.

#### 7.1.1.1 Unità Ionidi

Tale unità stratigrafico-strutturale è costituita da una sola successione marina infra-cenozoica, estesamente affiorante nei settori centro-orientali dell'area di studio.

##### 7.1.1.1.1 Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova (AAC)

Questa unità affiora nei settori centro-orientali dell'area di interesse progettuale, in particolare nei settori posti immediatamente a Ovest del centro abitato di Catenanuova.



Foto 1 – Affioramento delle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova nei settori centrali dell'area di studio, a Sud del F. Dittaino, in prossimità della S.S. 192.

Si tratta di argille limose e argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o indistinta, con frequenti livelli di sabbie limose grigie, passaggi di marne argillose grigio-verdastre e locali intercalazioni di arenarie medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi. A luoghi si rinvengono porzioni costituite da arenarie glauconitiche medio-fini di colore grigio e giallastro (**AACa**), in strati da sottili a molto spessi, talora fino a megastrati, con frequenti intercalazioni di argille marnose e marne argillose di colore grigio e grigio-verdastro, in strati da sottili a medi.

La successione sedimentaria è costituita da depositi marini in *facies* di scarpata, base scarpata e conoide torbida. Possiede uno spessore massimo di circa 400 m ed è riferibile al periodo Oligocene superiore-Serravalliano (Carbone et al. 2010).

#### 7.1.1.2 Unità Sicilidi

La presente unità stratigrafico-strutturale è formata da tre successioni marine infra-cenozoiche, ampiamente affioranti nei settori centrali e Sud-occidentali dell'area di intervento.

##### 7.1.1.2.1 Argille Varicolori Inferiori (AVF)

Tale formazione affiora localmente nel settore centrale dell'area di studio, in corrispondenza dei rilievi presenti a Nord del fondovalle del F. Dittaino.

È costituita da argille limose e argille marnose di colore rosso vinaccia, verde e grigio, caotiche o a struttura scagliosa, con sottili intercalazioni di diaspri grigio-verdastri a frattura prismatica, siltiti carbonatiche grigie e calcari micritici biancastri. Inglobati nella massa argillosa si rinvengono olistoliti eterometrici di calcari detritici con frammenti di rudiste, calcari marnosi biancastri e marne rosate a foraminiferi planctonici. Nei livelli più alti sono presenti modesti lembi di basalto alterato a desquamazione sferoidale.

La presente successione è rappresentata da depositi marini essenzialmente in *facies* di piana batiale e base scarpata. Presenta uno spessore non valutabile per tettonizzazione ed è ascrivibile all'intervallo Paleocene? – Eocene (Carbone et al. 2010).

##### 7.1.1.2.2 Formazione di Polizzi (POZ)

La presente unità affiora in lembi di limitata estensione nel settore centrale dell'area di studio, a Nord del fondovalle del F. Dittaino.

È costituita da calcari marnosi e marne di colore grigio e biancastro, in strati centimetrici e decimetrici talora laminati, con locali passaggi di marne argillose grigie a foraminiferi planctonici. A luoghi si rinvengono intercalazioni di calcareniti e brecciole calcaree di colore nocciola, gradate e a macroforaminiferi, in strati generalmente medi o sottili.

Tale sequenza sedimentaria è formata da depositi marini in *facies* di scarpata e bacino pelagico. Relativamente all'area di intervento, possiede uno spessore di circa 30 m ed è riferibile al periodo Eocene inferiore – Eocene medio (Carbone et al. 2010).

##### 7.1.1.2.3 Flysch Numidico (FYN)

Questa successione affiora estesamente nei settori Sud-occidentali dell'area di intervento, a Sud del F. Dittaino, e in lembi di più limitata estensione nella porzione centrale dell'area di studio.

Si tratta di marne argillose di colore nerastro, a struttura prevalentemente indistinta, passanti verso l'alto ad argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o indistinta, con frequenti livelli di sabbie limose grigie e locali intercalazioni di quarzareniti medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi. A luoghi si rinvencono porzioni costituite da quarzareniti medio-fini di colore grigio e giallastro (**FYNa**), in grossi banchi generalmente gradati, con frequenti intercalazioni di argille marnose di colore grigio e bruno, in strati da molto sottili a medi.



**Foto 2 – Affioramento della porzione quarzarenitica del Flysch Numidico nei settori occidentali dell'area di studio, a Sud del F. Dittaino, in prossimità della S.S. 192.**

La successione in esame è costituita essenzialmente da depositi marini in *facies* di scarpata, base scarpata e conoide torbidity. Presenta uno spessore massimo di circa 400 m ed è ascrivibile all'intervallo Oligocene superiore – Burdigaliano (Carbone et al. 2010).

#### 7.1.1.3 Depositi di bacini satellite del Miocene medio e superiore

La presente unità stratigrafico-strutturale è formata da tre successioni marine tardo-cenozoiche, ampiamente affioranti nei settori più orientali della zona intervento.

### 7.1.1.3.1 Formazione di Terravecchia (TRV)

La sequenza in esame affiora estesamente nei settori orientali dell'area di studio, in particolare in corrispondenza dei rilievi posti a Nord del fondovalle del F. Dittaino.

È formata da argille marnose e marne argillose di colore grigio, grigio-azzurro e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o sottilmente stratificata, con frequenti livelli di sabbie limose grigie e giallastre, passaggi di marne grigie e locali lenti di conglomerati poligenici a clasti eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati. A luoghi si rinvengono intercalazioni di argille brecciate (TRVa) inglobanti olistoliti eterometrici di quarzareniti numidiche e argille varicolori, costituite da argille limose e argille marnose di colore grigio e marrone, a struttura scagliosa o indistinta, con locali livelli di sabbie limose grigie e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose.



Foto 3 – Affioramento della Formazione Terravecchia nei settori occidentali dell'area di intervento, in corrispondenza dei calanchi presenti poco a Sud di Masserie Saglimbera.

Questa successione sedimentaria è costituita da depositi marini in *facies* di piattaforma continentale e piana fluvio-deltizia. È caratterizzata da uno spessore massimo di circa 300 m ed è riferibile interamente al Tortoniano superiore (Carbone et al. 201).

	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA RSJ1</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. 0</p>	<p>FOGLIO 22 di 82</p>

#### 7.1.1.3.2 Tripoli (TPL)

Tale unità affiora unicamente nei settori centrali della zona di intervento, in un lembo di limitata estensione posto a Nord del fondovalle del F. Dittaino.

È costituita da diatomiti e marne diatomitiche di colore biancastro, fissili e laminate, con abbondante sostanza organica e resti di pesci Teleostei. A luoghi si rinvengono alternanze di diatomiti ricche di Coccolitoforidi e Dinoflagellati, marne ad abbondanti foraminiferi planctonici e peliti bituminose fogliettate. Localmente si intercalano livelli decimetrici di torba nerastra.

La presente sequenza sedimentaria è caratterizzata da depositi marini essenzialmente in *facies* di bacino euxinico. Relativamente ai settori di studio presenta uno spessore massimo di circa 40 m ed è riferibile al Messiniano (Carbone et al. 2010).

#### 7.1.1.3.3 Formazione di Cattolica (GTL)

Questa unità si rinviene in lembi di limitata estensione nei settori orientali dell'area di studio. È formata da carbonati e solfati con abbondanti gessi e minori anidriti, cui si intercalano a diverse altezze stratigrafiche olistostromi di argille brecciate.



Foto 4 – Affioramento del Membro Selenitico della Formazione di Cattolica nei settori più occidentali dell'area di studio, in prossimità di Località Cugno Carella.

La successione è costituita da depositi marini in *facies* di bacino evaporitico, interamente riferibili al Messiniano superiore (Carbone et al. 2010). Relativamente all'area di studio, è possibile distinguere due differenti membri, quello del Calcare di Base e quello Selenitico.

#### 7.1.1.3.3.1 *Membro del Calcare di base (GTL<sub>1</sub>)*

Il membro in questione presenta uno spessore fino a 40 m ed è costituito da calcari cristallini di colore bianco-grigiastro, da massivi a laminati, con livelli lenticolari di breccie calcaree e locali passaggi di argille marnose grigie. A luoghi sono presenti lamine di gesso e pseudomorfi di cristalli selenitici. Localmente si rinvengono intercalazioni di argille brecciate (**GTLac**) con clasti evaporitici di gesso.

#### 7.1.1.3.3.2 *Membro Selenitico (GTL<sub>2</sub>)*

Tale membro è caratterizzato da uno spessore fino a 50 m ed è formato da gessi microcristallini laminati e gessi massivi in grossi cristalli geminati, talora alternati a argille gessose bianche, laminati algali e gessosiltiti. Localmente si rinvengono intercalazioni di argille brecciate (**GTLac**) con clasti evaporitici di gesso.

#### 7.1.1.4 Depositi di bacini satellite del Pliocene inferiore

Questa unità stratigrafico-strutturale è rappresentata, nei settori di intervento, da una sola unità marina tardo-cenozoica localmente affiorante a Nord del fondovalle del F. Dittaino.

##### 7.1.1.4.1 **Trubi (TRB)**

La presente formazione affiora in un'area di limitata estensione nel settore centrale dell'area di studio, a Nord del F. Dittaino.

Si tratta di marne e calcari marnosi bianchi a frattura concoide, in strati decimetrici intensamente fratturati, con alla base una lente arenaceo-conglomeratica discontinua. Localmente si rinvengono intercalazioni di argille brecciate (**TRBa**) a giacitura caotica, contenenti blocchi di gessi, calcari evaporitici e argille varicolori.

Questa successione è rappresentata da depositi marini in *facies* di bacino pelagico. Mostra uno spessore massimo di circa 70 m ed è riferibile al Pliocene inferiore (Carbone et al. 2010).

#### 7.1.2 *Depositi continentali quaternari*

Le successioni continentali quaternarie sono formate da cinque differenti unità geologiche, estesamente affioranti in tutta l'area di intervento come copertura di tutti i termini litologici più antichi.

##### 7.1.2.1 Depositi alluvionali

Tali depositi sono formati da tre distinte sequenze sedimentarie, ampiamente affioranti in corrispondenza del fondovalle del F. Dittaino e dei suoi affluenti maggiori.

##### 7.1.2.1.1 **Depositi alluvionali terrazzati (b<sub>n</sub>)**

I presenti terreni si rinvengono in tutta l'area di studio e, in particolare, in corrispondenza delle estese superfici terrazzate presenti in prossimità del centro abitato di Catenanuova. Sono costituiti da sedimenti alluvionali distribuiti su diversi ordini di terrazzi, sempre riferibili all'intervallo Pleistocene superiore – Olocene.

La parte più grossolana è costituita da depositi in *facies* di canale fluviale, argine e conoide alluvionale. Si tratta di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora con blocchi angolosi, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si rinvengono inoltre sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi.



**Foto 5 – Affioramento della porzione ghiaioso-sabbiosa dei Depositi alluvionali terrazzati nei settori orientali della zona di intervento, immediatamente ad Ovest di Località Casello degli Spiriti.**

La parte più fine è costituita invece da depositi in *facies* di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono. Si tratta di argille limose e limi argillosi di colore bruno e nocciola, a struttura indistinta o laminata, con locali passaggi sabbioso-limosi grigiastri, rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e locali livelli di torbe e terreni organici nerastrati.

#### **7.1.2.1.2 Depositi alluvionali recenti (b<sub>b</sub>)**

Tali depositi si rinvengono estesamente in corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area e, in particolare, lungo il fondovalle del F. Dittaino. Sono costituiti da sedimenti alluvionali connessi all'attività deposizionale recente dei principali corsi d'acqua e sono interamente riferibili all'Olocene.

La parte più grossolana dell'unità risulta costituita da depositi in *facies* di canale fluviale, argine e conoide alluvionale. Si tratta di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora con blocchi angolosi, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si



rinvengono anche sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi.

La porzione più fine, invece, è rappresentata da depositi in *facies* di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono. Si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e nocciola, a struttura indistinta o laminata, con locali passaggi sabbioso-limosi grigiastri, rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e locali livelli di torbe e terreni organici nerastri.

#### 7.1.2.1.3 Depositi alluvionali attuali (b<sub>a</sub>)

Tali terreni sono presenti in corrispondenza dei fondovalle dei principali corsi d'acqua dell'area e, soprattutto, lungo l'alveo del F. Dittaino. Sono formati da sedimenti alluvionali connessi all'attuale attività deposizionale dei corsi d'acqua e sono sempre ascrivibili all'Olocene.



Foto 6 – Depositi alluvionali attuali presenti lungo l'alveo di Fosso Sparagogna, nei settori orientali dell'area di studio.

L'unità in questione è formata unicamente da depositi grossolani in *facies* di canale fluviale e argine. Si tratta di ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si rinvengono inoltre sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate.

### 7.1.2.2 Depositi palustri

Questi depositi sono formati da un'unica sequenza sedimentaria localmente affiorante nei settori orientali dell'area di studio, a SW del centro abitato di Catenanuova.

#### 7.1.2.2.1 **Depositi palustri recenti (e)**

La presente unità si rinviene nei settori più orientali dell'area di intervento, a SW del centro abitato di Catenanuova, lungo il bordo settentrionale del fondovalle del F. Dittaino. Sono costituiti da sedimenti palustri connessi all'evoluzione recente della piana del F. Dittaino, sempre riferibili all'Olocene.

Si tratta di depositi in *facies* di palude d'acqua dolce, costituiti essenzialmente da argille limose e limi argillosi di colore nerastro, laminati o sottilmente stratificati, con abbondante frazione organica vegetale e rare intercalazioni di limi e limi sabbiosi.

### 7.1.2.3 Depositi di versante

I suddetti depositi sono rappresentati da un'unica unità geologica, ampiamente presente in tutta l'area di studio come copertura di tutte le unità geologiche più antiche.

#### 7.1.2.3.1 **Depositi eluvio-colluviali (b<sub>2</sub>)**

Tali terreni sono rinvenuti estesamente in tutta l'area di studio e, in particolare, alla base dei rilievi collinari più acclivi ed estesi. Sono formati da sedimenti connessi all'evoluzione morfologica dei versanti o al deflusso non regimato delle acque correnti superficiali e, ovviamente, risultano sempre riferibili all'Olocene.

Sono costituiti essenzialmente da depositi di versante e di alterazione del substrato. Si tratta di argille limoso-sabbiose di colore bruno e nocciola, a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati. Si rinengono inoltre limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e ocra, a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati.

## 7.2 **Assetto strutturale**

La strutturazione geometrica dei depositi affioranti nell'area, nonché il loro assetto giaciturale e le loro principali caratteristiche sedimentarie, derivano essenzialmente dall'evoluzione tettonica che ha scandito nel corso del tempo la storia evolutiva di questo settore dell'orogene Appenninico-Maghrebide. In generale, le principali strutture tettoniche appaiono parzialmente sepolte al di sotto dei depositi continentali quaternari e, pertanto, l'esatta definizione dei rapporti geometrici tra le varie unità geologiche è generalmente complessa e di non facile lettura.

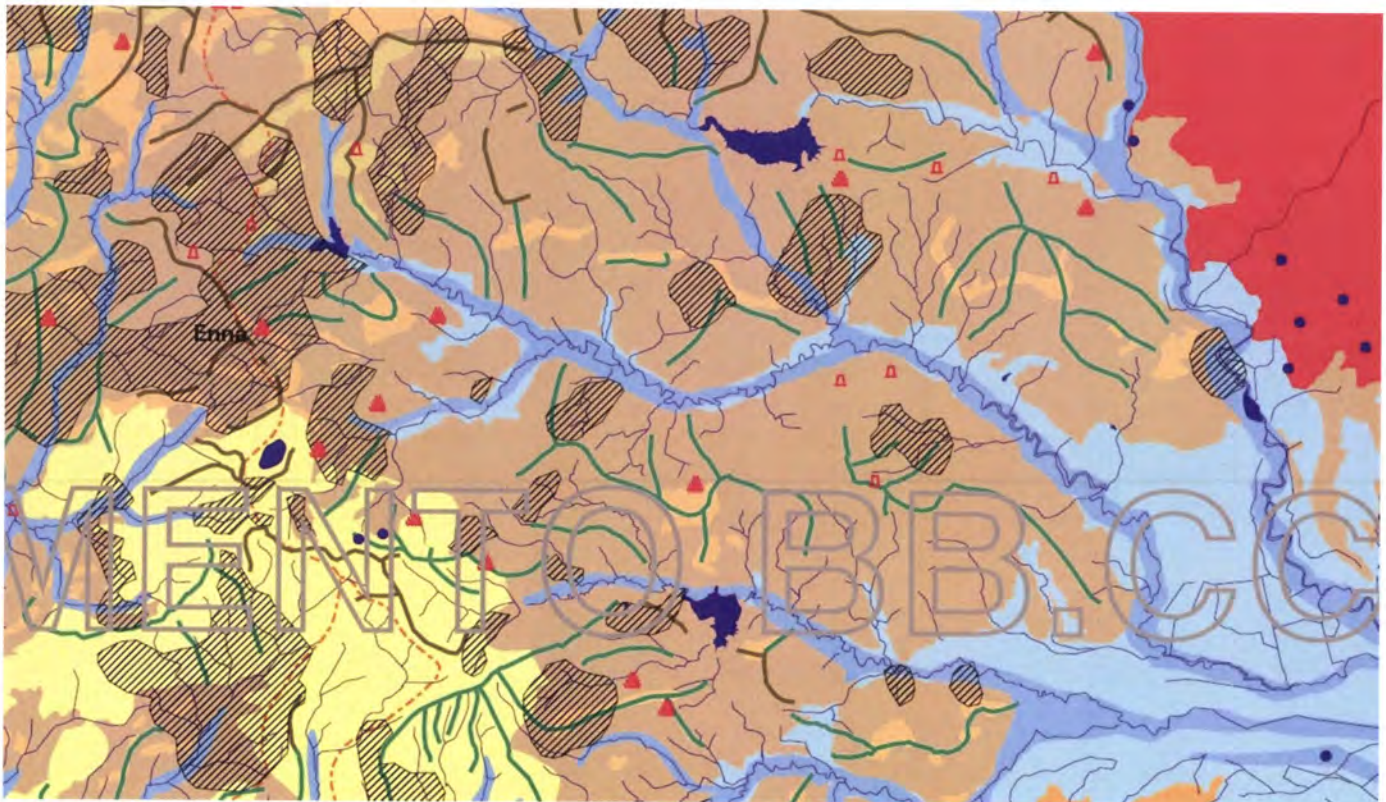
Nei settori centro-settentrionali dell'area in esame è presente un importante sovrascorrimento, ad andamento circa SWS-ENE, che porta in accavallamento i termini litologici delle Unità Sicilidi su quelli delle Unità Ionidi. Tale elemento è quindi responsabile della sovrapposizione tettonica dei terreni del Flysch Numidico sui termini litologici delle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova, secondo un allineamento a basso angolo molto esteso e di importanza regionale.

Poco a Ovest di tale elemento, inoltre, è presente un ulteriore fronte di sovrascorrimento che porta i termini litologici basali delle Unità Sicilidi in accavallamento su quelli stratigraficamente più elevati. Questo elemento presenta un andamento circa SE-NW ed è responsabile della sovrapposizione tettonica dei terreni delle Argille Varicolori Inferiori su quelli più recenti Flysch del Numidico.

I settori centrali dell'area di studio, poco a Sud dei sovrascorrimento suddetto, sono caratterizzati dalla presenza di tre importanti strutture tettoniche. Si tratta di faglie dirette ad andamento N-S, SW-NE e NNE-SSW, che dislocano i terreni delle Unità Ionidi lungo piani di taglio ad alto angolo. Ad esse si aggiungono numerose strutture di tettonica distensiva, essenzialmente ad alto angolo, che comunque risultano difficilmente cartografabili a causa della diffusa presenza di terreni di copertura di origine alluvionale e detritico-colluviale.

## 8 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO REGIONALE

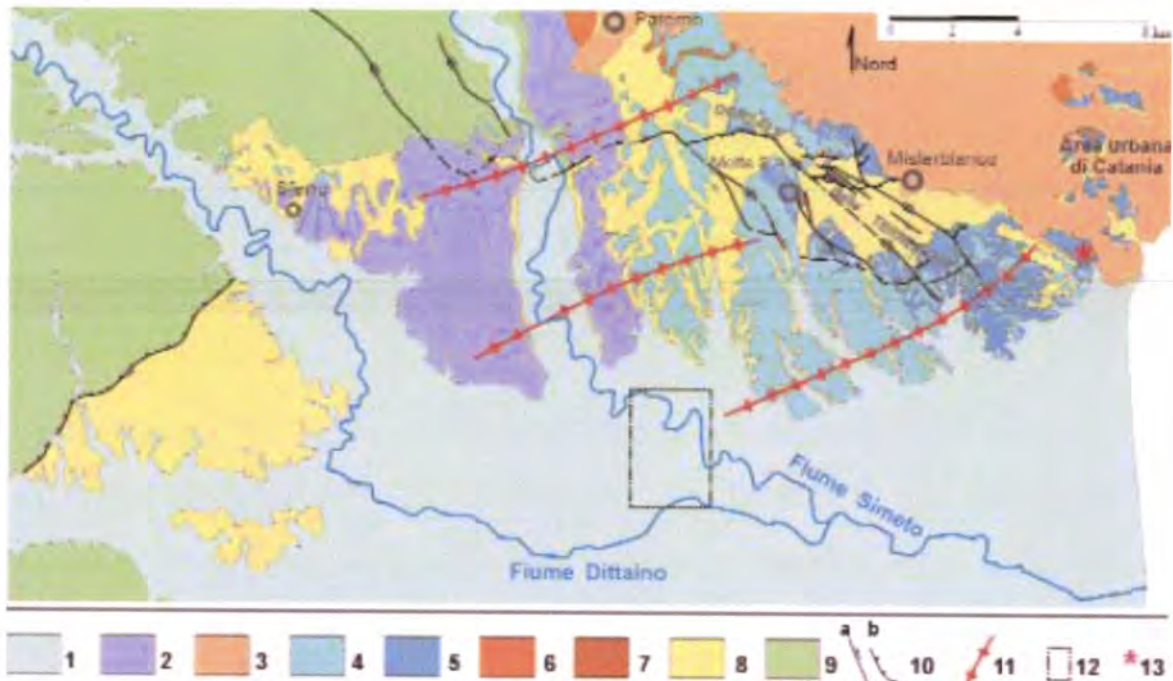
L'evoluzione geomorfologica del settore di studio è legata ad un insieme di fattori geologici *s.l.* e geologico-strutturali che hanno agito, in maniera concomitante, nello sviluppo del paesaggio attuale. In particolare, la morfologia superficiale del territorio in esame risulta profondamente connessa all'evoluzione geodinamica della Catena Appenninico-Maghrebide e dell'Avanfossa Gela-Catania (Lentini et al. 1995; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000), particolarmente intensa nel Pleistocene medio-superiore e nell'Olocene (Carbone et al. 2010). Ad essa si aggiungono gli effetti geomorfologici dovuti al deflusso delle acque superficiali e ai fenomeni gravitativi agenti sui rilievi, oltre che locali elementi di genesi antropica connessi alle maggiori opere di comunicazione e ai sistemi di regimazione idraulica dei corsi d'acqua.



**Figura 9 – Stralcio della Carta Geomorfologica in scala 1:250000 della zona di studio (da Regione Sicilia 2005).  
Legenda: rilievi e tavolato ibleo (colore giallo scuro), colline argillose con pianori sabbiosi alla sommità (colore giallo chiaro), rilievi collinari del complesso argilloso-marnoso (colore marrone scuro), rilievi arenacei (colore marrone chiaro), fondovalle (colore azzurro scuro), pianura alluvionale (colore azzurro chiaro), cono vulcanico (colore rosso), laghi (colore blu), aree con dissesti diffusi (colore grigio a tratteggio), crinali collinari (linee di colore verde), crinali montani (linee di colore marrone).**

## 8.1 Evoluzione geomorfologica

L'evoluzione geomorfologica dell'area è legata ad un insieme di fattori geologici *s.l.* e geomorfologici che hanno agito in maniera concomitante nel modellamento del paesaggio attuale. Essa è quindi direttamente influenzata dall'assetto stratigrafico-strutturale dell'area, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale del Quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo (Carbone et al. 2010).



**Figura 10 – Schema geologico del bordo meridionale dell'edificio etneo (da Catalano et al., 2004). 1) Depositi alluvionali recenti ed attuali; 2) Depositi alluvionali terrazzati (39 ka); 3) Lave recenti, antiche e del Trifoglietto (80 ka - attuale); 4) Depositi alluvionali terrazzati (240±60 ka); 5) Sequenze deposizionali terrazzate (240±60 ka); 6) Lave dei Centri Alcalini antichi (180±100 ka); 7) Lave sub-alcaline di base (580±250 ka); 8) Argille azzurre (Pleistocene inferiore-medio); 9) Unità Maghrebidi; 10) Faglie normali (a) e trascorrenti (b); 11) Anticlinali (posteriori a 40 ka).**

I termini di chiusura della successione di avanfossa sono rappresentati da sequenze marine regressive distinte in sette diversi ordini di superfici terrazzate, ognuna caratterizzata da un limite inferiore in contatto discordante sulle sottostanti argille marnose e da un limite superiore in contatto con i sovrastanti depositi marini, prevalentemente sabbiosi, e con i successivi depositi alluvionali (Catalano et al. 2004). Le relazioni geometriche esistenti tra le sette sequenze di superfici terrazzate ed i livelli vulcanici etnei, consentono di riferire l'età dei cunei clastici all'intervallo di 240-39 ka e, quindi, di vincolarli alle ultime sette variazioni eustatiche del livello marino (Catalano et al. 2004).

## 8.2 Morfologia dei principali sistemi fluviali

Il principale corso d'acqua dell'area è rappresentato dal Fiume Dittaino, affluente in destra idrografica del più importate Fiume Simeto. L'andamento del F. Dittaino è circa WSW-ENE nel settore occidentale dell'area di intervento, E-W nel tratto centrale e WNW-ESE nel settore orientale. I tributari minori sono invece rappresentati da torrenti a breve corso, caratterizzati da evidenti fenomeni erosivi e modeste coperture alluvionali (Carbone et al.

2010). In generale, si tratta di corsi a regime torrentizio, con elevato potere erosivo e di trasporto solido soprattutto nei periodi di piena (Carbone et al. 2010).

Lo studio della morfologia fluviale dei principali corsi d'acqua dell'area evidenzia un importante controllo strutturale nell'evoluzione geologica e morfologica dell'intero settore si studio. Il senso di scorrimento delle acque del Fiume Simeto si caratterizza per la diversa orientazione dei vari segmenti di cui si compone la direzione complessiva di deflusso. Da monte verso valle, infatti, tale direzione varia sensibilmente da NNW-SSE a NNE-SSW, per poi deviare fortemente in direzione NW-SE e WNW-ESE nel tratto finale (Carbone et al. 2009).

L'assetto stratigrafico e tettonico dell'area ha, quindi, fortemente influenzato la morfogenesi attiva e selettiva dell'area, legata non solo all'azione erosiva e deposizionale dei corsi d'acqua che la incidono, ma anche fattori meteo-marini comunque di una certa importanza. Infatti, per quanto riguarda le variazioni della linea di costa, i dati storici e recenti evidenziano una tendenza al progressivo avanzamento e definitiva stabilizzazione, cui fa seguito l'attuale fase di arretramento (Carbone et al. 2009). La fase di avanzamento, perdurata almeno fino al 1950, è dovuta ad una importante tendenza progradazionale della piana costiera e deltizia di Catania, in virtù di un maggior carico solido del F. Simeto e dei suoi tributari minori (Carbone et al. 2009).

A partire dalla seconda metà del secolo scorso, la messa in opera di invasi artificiali nella parte alta del bacino di drenaggio, la canalizzazione dei principali corsi d'acqua, l'incontrollato prelievo di inerti in alveo e lo sconsiderato sviluppo di strutture ed attività antropiche lungo tutto il settore costiero di Catania, ha portato ad una vistosa diminuzione degli apporti solidi dei sistemi fluviali, fino a determinare l'attuale *deficit* sedimentario (Amore & Giuffrida 1985). Tale condizione, appesantita anche dal progressivo inaridimento del clima, ha causato l'attuale stato di arretramento costiero della piana catanese, con tassi che raggiungono i 10 m per anno (Longhitano 2000; Longhitano & Colella 2001).

## 9 ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'area di studio, in relazione alla complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico-strutturale, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale che l'hanno interessata durante il Quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo.

L'evoluzione morfologica del territorio ed i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono direttamente connessi al deflusso delle acque correnti superficiali ed ai fenomeni gravitativi e/o erosivi agenti lungo i versanti. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista, dovuti all'interazione di più fattori morfologici.

Di seguito vengono descritti, nel dettaglio, i principali elementi geomorfologici presenti nell'area ed i relativi fattori morfoevolutivi, con esplicito riferimento a quanto riportato nelle cartografie tematiche allegate alle presenti note.

### 9.1 Elementi idrografici

Il reticolo fluviale locale ricade, in buona sostanza, nella porzione medio-bassa del bacino imbrifero del F. Dittaino, un importante corso d'acqua a carattere perenne che rappresenta la principale linea di deflusso idrico superficiale dell'area. Il bacino di tale corso d'acqua si estende per circa 982 km<sup>2</sup> tra i Monti Erei e la Piana di Catania, fino alla confluenza col F. Simeto di cui rappresenta uno dei principali affluenti in destra idrografica. Il bacino comprende i territori provinciali di Catania ed Enna, interessando i comuni di Leonforte, Assoro, Catenanuova, Calascibetta, Enna e Centuripe.

Il Fiume Dittaino, la cui asta si estende per circa 110 km, nasce alle pendici orientali dei Monti Erei, nella zona centrale della Sicilia, dall'unione di diversi corsi d'acqua di minore importanza. Si sviluppa inizialmente in direzione grossomodo E-W tra gli abitati di Enna e Catenanuova, dove devia in direzione circa NW-SE fino alla confluenza col Fiume Simeto.

In tale bacino sono stati effettuati alcuni interventi per la difesa del suolo. Sul torrente Bozzetta, nel tratto di monte del F. Dittaino, è stato realizzato ad esempio il serbatoio "Nicoletti" le cui acque sono attualmente utilizzate a scopo irriguo. Ulteriori e più importanti interventi idraulici sono rappresentati, inoltre, dai numerosi argini posti a presidio delle aree di pianura nella parte medio-bassa dell'asta fluviale.

I corsi d'acqua secondari, infine, rappresentano gli affluenti in destra e sinistra idrografica del fiume suddetto. Si tratta in generale di corsi a carattere marcatamente stagionale o torrentizio, con portate estremamente variabili e fortemente condizionate dal regime delle piogge, con andamento grossomodo ortogonale a quello dell'alveo principale. Ad essi si aggiungono, inoltre, numerosi valloni e solchi di erosione concentrata attivi solo in concomitanza con eventi meteorici particolarmente intensi.

## 9.2 Elementi strutturali e tettonici

Un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto, ovviamente, dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità, legato essenzialmente alla natura litologica e sedimentologica dei depositi. Ad essi si aggiungono i numerosi elementi tettonici presenti nell'area, connessi alla complessa evoluzione tettonica che ha interessato i settori di catena a partire dall'Oligocene superiore.

La morfogenesi selettiva ha portato, infatti, allo sviluppo di forme morbide e poco marcate in corrispondenza dei settori di affioramento di termini litologici prevalentemente pelitici, caratterizzati quindi da ampie vallate e pendii poco acclivi privi di bruschi stacchi morfologici. Nelle aree di affioramento di termini litologici a comportamento lapideo o pseudo-lapideo, al contrario, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme più aspre e marcate, caratterizzati da strette vallate e versanti poco acclivi, spesso interrotti da bruschi stacchi morfologici connessi con importanti elementi tettonici o con le superfici di strato dei livelli più competenti.

Infine, i principali elementi strutturali presenti nell'area, connessi a tettonica sia compressiva che estensionale, risultano particolarmente evidenti in tutto il settore di interesse e in modo particolare nelle aree di affioramento dei termini litologici più competenti. I suddetti elementi, comunque, tagliano almeno in parte anche i depositi alluvionali più antichi, anche se non risultano direttamente rilevabili sul terreno a causa della particolare conformazione geologica del territorio.

## 9.3 Forme, processi e depositi gravitativi

I fenomeni gravitativi di versante, nell'attuale contesto morfo-climatico, rappresentano un fattore morfoevolutivo di particolare importanza, in quanto fortemente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione geomorfologica del territorio in esame. Nello specifico, essi risultano particolarmente diffusi nei settori più occidentali dell'area di studio, in corrispondenza dei rilievi collinari dove affiorano i litotipi essenzialmente pelitici delle successioni marine del substrato.

Lungo i rilievi collinari che bordano il fondovalle del Fiume Dittaino sono presenti, infatti, numerosi dissesti riconducibili sia a movimenti franosi s.s. che a fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (*creep* e/o soliflusso). Si tratta, in buona sostanza, di fenomeni poco estesi e di limitato spessore, che coinvolgono

principalmente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale.



**Foto 7 – Versante interessato da movimenti franosi superficiali e deformazioni viscosi delle coltri presente nei settori occidentali dell'area di intervento, immediatamente a monte della S.S. 192.**

Le zone di affioramento dei depositi marini a dominante pelitica sono caratterizzate, infatti, da estesi fenomeni di *creep* e/o soliflusso e da un elevato numero di movimenti franosi, essenzialmente riconducibili a colamenti, scivolamenti e frane complesse in terra (*sensu* Varnes 1978). Lo stato è variabile dall'attivo al quiescente, mentre la distribuzione è perlopiù retrogressiva o multidirezionale, raramente costante. Le velocità dei fenomeni sono mediamente piuttosto basse, mentre le superfici di rottura sono generalmente comprese tra 2 e 6 m di profondità, solo localmente più profonde.

I suddetti fenomeni sono originati dall'azione congiunta di vari fattori quali elementi tettonici, caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, dinamica delle acque superficiali e sotterranee e attuale utilizzo del territorio. In un tale contesto geologico-strutturale, pertanto, le fenomenologie di dissesto seguono canali e orientazioni preferenziali dettate in massima parte dalla tettonica e dai fenomeni erosivi connessi al deflusso delle acque correnti superficiali. In particolare, quest'ultimo rappresenta uno dei maggiori fattori predisponenti e/o scatenanti al verificarsi di movimenti franosi, che risultano pertanto generalmente distribuiti in corrispondenza di solchi di erosione o alvei in approfondimento.

Nelle aree di affioramento di litotipi marini essenzialmente arenaceo-marnosi e calcareo-marnosi, invece, sono presenti locali fenomeni di dissesto riconducibili a crolli *s.l.* e scivolamenti in roccia (*sensu* Varnes 1978). Lo stato è generalmente attivo, mentre la distribuzione di attività è per lo più costante, e solo raramente retrogressiva o

multidirezionale. Le velocità dei fenomeni sono mediamente piuttosto elevate, soprattutto per le frane di crollo *s.l.*, mentre le dimensioni delle masse instabili risultano piuttosto ridotte, e raramente superiori a qualche m<sup>3</sup>.

#### 9.4 Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Nell'intera area esaminata, le principali forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono alle maggiori depressioni vallive una morfologia blandamente ondulata e leggermente degradante verso Est: Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiturali e risultano, molto spesso, fortemente interdigitati tra loro, creando così un articolato sistema sedimentario di origine alluvionale. Allo sbocco delle principali aste torrentizie nelle aree pianeggianti, si rinvencono inoltre locali conoidi alluvionali di estensione ed importanza variabile.



**Foto 8 – Vista panoramica di alcuni solchi di erosione concentrata presenti lungo i rilievi posti a Sud del fondovalle del F. Dittaino, poco a Est di Masseria Giunta.**

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei dei loro affluenti maggiori, si rinvencono inoltre vistose scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre gli alvei più importanti sono caratterizzati da zone in approfondimento e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai



	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA RSJ1</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. 0</p>	<p>FOGLIO 33 di 82</p>

inattive e fortemente degradate, sono presenti in corrispondenza dei margini esterni dei terrazzi alluvionali più estesi, posti a quote variabili dai fondovalle attuali.

In prossimità degli alvei del Fiume Dittaino, inoltre, sono presenti tracce degli antichi corsi fluviali, spesso caratterizzati da depositi a granulometria fine tipici di un lago di meandro o canale in fase di abbandono. Tali elementi presentano, in generale, larghezza piuttosto contenuta e sono localmente sede di zone paludose o acquitrini di scarsa importanza ed estensione.

Nella zona occidentale dell'area di studio, lungo i versanti che bordano il fondovalle del Fiume Dittaino a Nord, sono presenti evidenti forme di tipo calanchivo. Tali elementi si impostano prevalentemente sui termini argilloso-marnosi della Formazione Terravecchia e in corrispondenza delle argille brecciate intercalate alla Formazione di Cattolica. Le aree a calanchi presentano localmente una notevole estensione areale e, ovviamente, risultano strettamente connesse a movimenti franosi superficiali o a marcati fenomeni di erosione connessi al deflusso delle acque correnti superficiali.

Infine in corrispondenza dei versanti e dei rilievi più acclivi, dove affiorano i termini litologici del substrato marino infra-cenozoico, sono presenti chiari fenomeni erosivi, sia areali che lineari, connessi col deflusso non regimato delle acque correnti superficiali. Tali fenomeni generano, ovviamente, forme caratteristiche quali solchi di erosione concentrata e vallecole a V o a fondo concavo, particolarmente frequenti nelle porzioni medio-basse dei rilievi e nelle zone con le coperture detritico-colluviali più spesse.

## 9.5 Forme antropiche e manufatti

I principali elementi connessi con l'attività antropica derivano, essenzialmente, da opere di regimazione delle acque correnti superficiali e da interventi di sistemazione dei principali corsi d'acqua presenti nell'area. Ad essi si aggiungono, inoltre, i manufatti realizzati in corrispondenza delle maggiori aree urbanizzate e tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete.

In genere, i riporti antropici sono costituiti da materiali provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati principalmente nei termini litologici del substrato. La maggior parte delle zone di riporto corrispondono, invece, ai rilevati delle maggiori infrastrutture a rete ed ai terreni accumulati in corrispondenza delle aree antropizzate più estese ed importanti.

## 10 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO REGIONALE

I dati geologici di superficie, unitamente alle informazioni stratigrafiche derivanti da perforazioni geognostiche e pozzi profondi, permettono di individuare nell'area in esame di litotipi con differente comportamento idrogeologico (Carbone et al. 2010). Sulla base delle caratteristiche di permeabilità e dei rapporti stratigrafico-strutturali tra i litotipi presenti si possono distinguere acquiferi, sede di corpi idrici produttivi (Ferrara 1998), e terreni a permeabilità bassa o molto bassa, privi di corpi idrici significativi che localmente determinano effetti di confinamento sugli acquiferi limitrofi (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010).

In particolare, l'acquifero alluvionale della Piana di Catania è rappresentato da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico, sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinate (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010). Tale eterogeneità tessiturale condizionata infatti l'esistenza ed il movimento delle acque sotterranee all'interno del complesso alluvionale, che poggia su terreni prevalentemente pelitici infra-cenozoici (Lentini et al. 1991; Ferrara 1999). I numerosi pozzi ad uso civile, agricolo ed industriale, sono distribuiti in modo disomogeneo all'interno

della piana e determinano condizioni di forte sovrasfruttamento dell'acquifero alluvionale, come dimostrato dalla forte intrusione marina nelle zone più vicine alla costa ionica (Ferrara 1999).

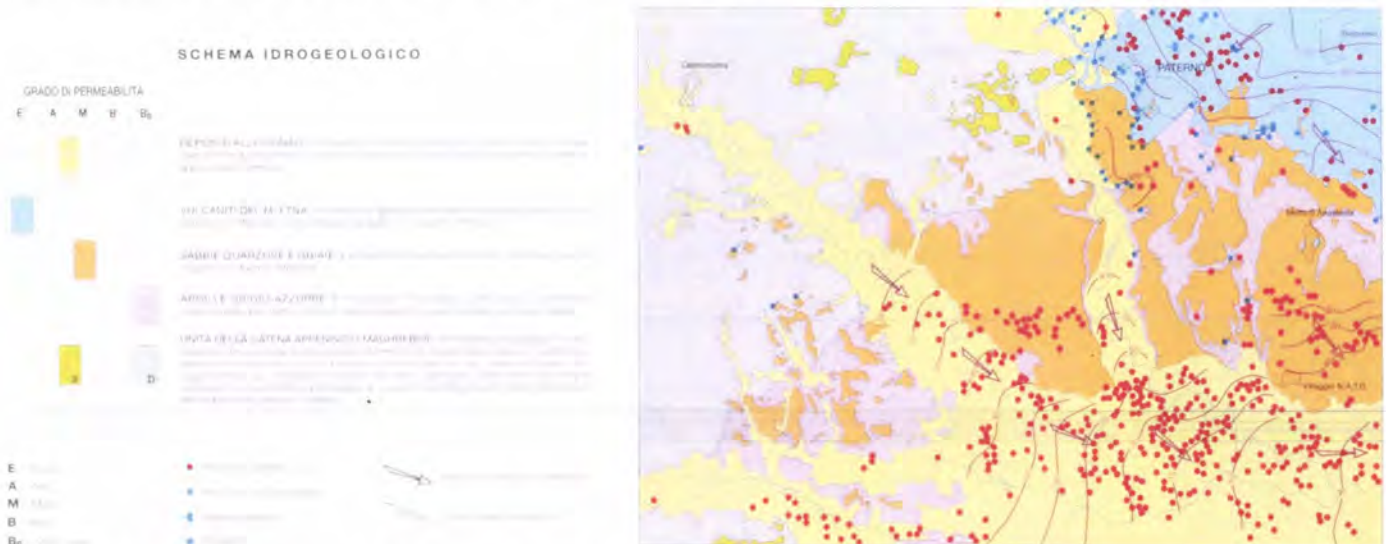


Figura 11 – Carta idrogeologica schematica della Piana di Catania e dei fondovalle dei Fiumi Dittaino e Simeto (da Carbone et al. 2010).

## 10.1 Complessi idrogeologici

In relazione alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle successioni sedimentarie affioranti nell'area di studio, è possibile distinguere differenti complessi idrogeologici con diverso significato ai fini della distribuzione delle risorse idriche sotterranee (Carbone et al. 2010):

- **Unità della Catena Appenninico-Maghrebide:** sono rappresentate da sedimenti argillosi o a componente argillosa prevalente; presentano una permeabilità generalmente molto bassa ( $10^{-8} < k < 10^{-9}$  m/s) e costituiscono quindi il substrato impermeabile delle vulcaniti etnee e dei depositi evaporitici messiniani; i termini del Gruppo della Gessoso-Solfifera presentano una permeabilità per fessurazione e porosità da elevata a medio-bassa, ma rappresentano degli acquiferi di scarso interesse a causa della ridotta estensione areale dei depositi.
- **Depositi alluvionali:** sono formati da limi argillosi, sabbie più o meno limose e ghiaie sabbiose con ciottoli e blocchi; mostrano una permeabilità per porosità da alta a media ( $10^{-2} < k < 10^{-5}$  m/s), variabile in funzione della granulometria prevalente dei depositi, e pertanto costituiscono localmente degli acquiferi di apprezzabile interesse idrogeologico.

## 10.2 Strutture idrogeologiche e idrodinamica degli acquiferi

La principale struttura idrogeologica della Sicilia centro-orientale è rappresentata, senza dubbio, dalla Piana di Catania e dai depositi alluvionali e marini che la riempiono (Carbone et al. 2010; Carbone 2011). Tale idrostruttura è caratterizzata, per buona parte del suo sviluppo, dalla presenza di una falda superficiale contenuta all'interno dei depositi alluvionali grossolani dei Fiumi Dittaino e Simeto (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010). L'andamento della superficie piezometrica mostra, molto chiaramente, la presenza di un importante asse di drenaggio disposto parallelamente alla direzione secondo cui sono disposti i depositi alluvionali più permeabili

(Ferrara 1999), grossomodo corrispondente agli antichi alvei dei principali corsi d'acqua dell'area. In prossimità della costa, inoltre, è presente una ulteriore falda profonda semiconfinata, contenuta all'interno dei depositi grossolani che caratterizzano tale settore (Carbonè et al. 2010).

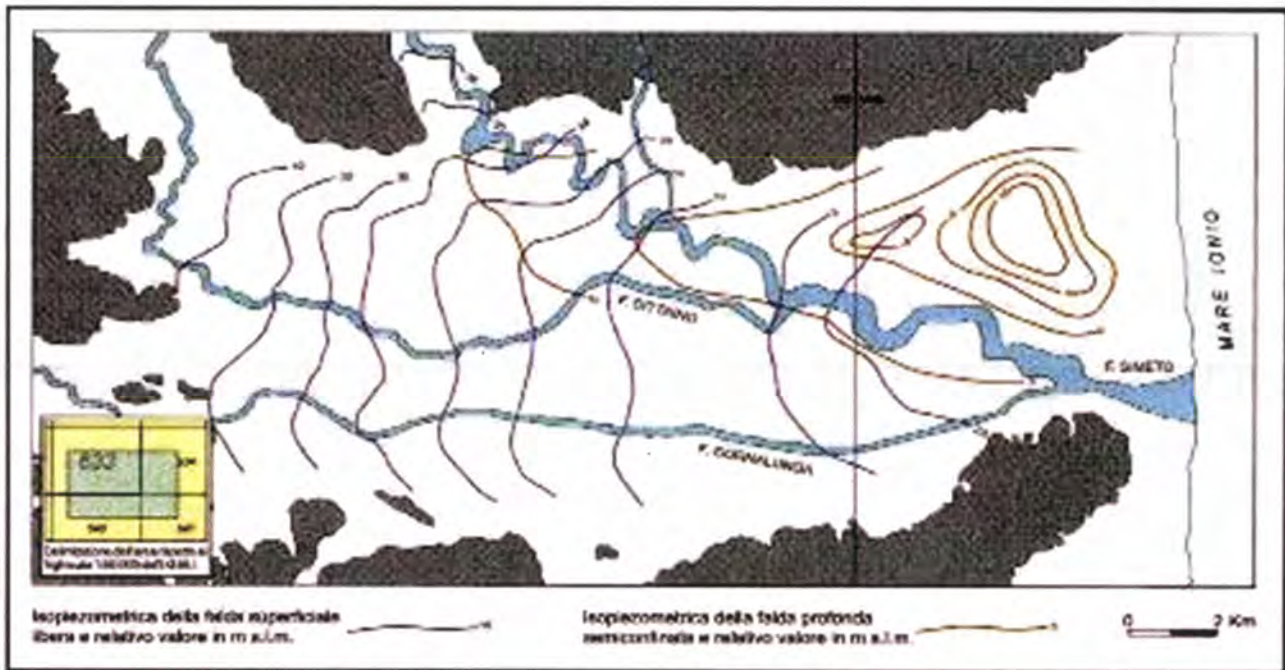


Figura 12 – Andamento delle superfici piezometriche relative alle falde idriche presenti nella Piana di Catania (da Ferrara 1999, modificato)

Gli acquiferi che contengono le suddetti falde, come evidenziato dalle campagne di indagini geognostiche condotte, sono costituiti prevalentemente da depositi alluvionali grossolani, attuali e recenti, e da sabbie e ghiaie di ambiente continentale e di transizione, spesso formanti superfici terrazzate disposte su vari ordini (Ferrara 1999; Carbonè et al. 2010). La falda dell'acquifero alluvionale si posiziona ad una profondità variabile tra 2 e 30 m dall'attuale p.c., mostrando quindi una forte disomogeneità probabilmente connessa alle importanti variazioni granulometriche, sedimentologiche e idrogeologiche dei depositi terrigeni costituenti l'acquifero (Ferrara 1999).

La ricostruzione morfologica dell'andamento del substrato argilloso al di sotto dei depositi grossolani, mostra chiaramente un andamento molto articolato del tetto delle argille pleistoceniche, dal quale sono comunque riconoscibili i principali assi di drenaggio orientati circa N-S (Carbonè et al. 2010). La ricostruzione dello spessore dell'acquifero presente nel sottosuolo della Piana di Catania, invece, evidenzia il graduale aumento di potenza che si ha muovendosi verso il depocentro della piana, fino ad un massimo di circa 80 m. Ciò è dovuto, naturalmente, alla presenza nel sottosuolo di importanti spessori di terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi.

L'alimentazione dell'acquifero sotterraneo deriva, in buona sostanza, dagli apporti idrici, sia superficiali che sotterranei, provenienti dalle depressioni vallive incise dai principali corsi d'acqua presenti nell'area (Ferrara 1999), come quelle dei Fiumi Dittaino e Simeto. Quest'ultimo, in particolare, riceve a monte l'ulteriore apporto dei deflussi sotterranei derivanti dal versante occidentale dell'Etna (Ferrara 1998; Ferrara & Pappalardo 2004).

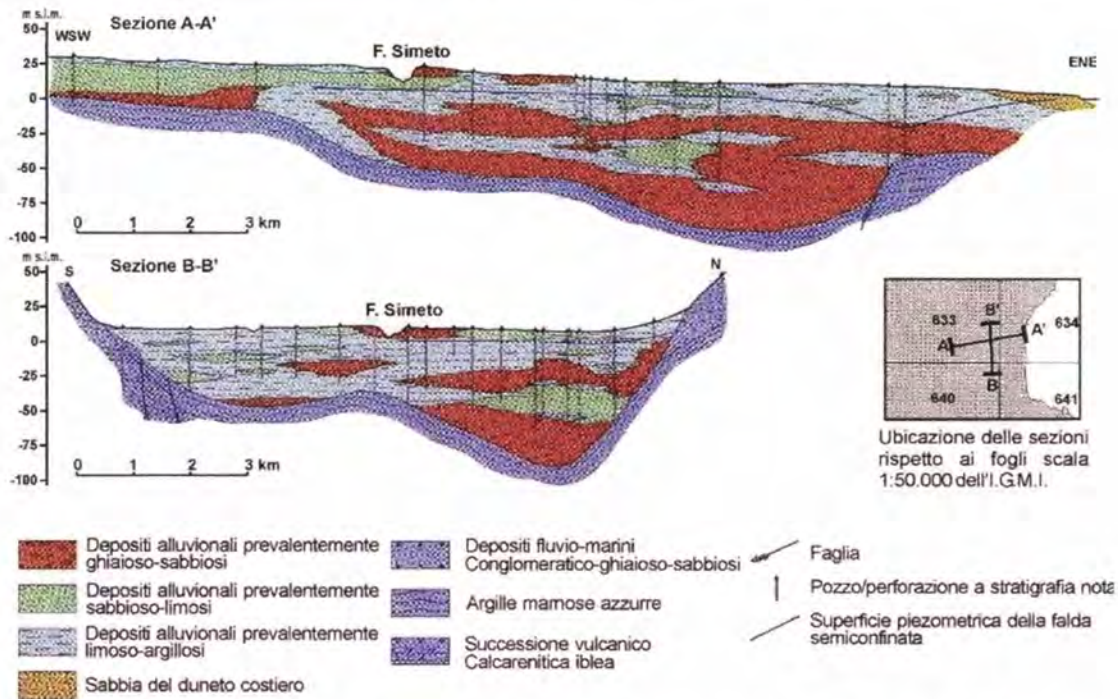


Figura 13 – Sezioni idrogeologiche della porzione più orientale della Piana di Catania (da Carbone et al. 2010).

### 10.3 Opere di captazione

I principali acquiferi della zona di studio sono oggetto di sfruttamento antropico mediante numerosi pozzi, principalmente ad uso agricolo ed industriale, ma anche per approvvigionamento idropotabile. Le opere di captazione sono rappresentate da pozzi perforati a profondità variabili da alcune decine di metri ad oltre 80 m, oltre che da pozzi scavati a largo diametro di pochi metri di profondità (Carbone et al. 2010).

In relazione alla distribuzione dei pozzi ed alla loro tipologia, la falda è oggetto di intenso sfruttamento soprattutto nella zona più settentrionale della piana, con effetti di progressivo abbassamento del livello piezometrico ed evidente intrusione delle acque salate origine marina (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010). Lungo il fondovalle del F. Dittaino, al contrario, sono presenti pozzi con una bassa produttività, in genere nell'ordine di pochi l/s (Carbone et al. 2010).

### 10.4 Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento

La vulnerabilità dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania e del fondovalle del F. Dittaino (Ferrara 1998, 1999) è influenzata, ovviamente, dalla permeabilità dei sedimenti più superficiali e dagli interscambi tra acque superficiali e sotterranee provenienti dai numerosi corsi d'acqua che attraversano la pianura. La presenza in superficie di estesi depositi limoso-sabbiosi limita l'infiltrazione delle precipitazioni meteoriche, riducendo o annullando la penetrazione di sostanze inquinanti nel sottosuolo (Ferrara 1999). A ciò si aggiunge l'importante azione protettiva operata dalle frequenti intercalazioni pelitiche, che spesso determinano condizioni di semiconfinamento dei depositi alluvionali più profondi (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Linea Catania - Palermo</b> <b>Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA <b>RSJ1</b>	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0

Un importante fattore di pericolosità è rappresentato dal diffuso impiego di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti nelle estese aree coltivate ad agrumi, nonché dalla presenza di allevamenti di bovini, ovini, equini e suini, cui spesso si associa la lavorazione di prodotti derivati (Ferrara 1999; Carbone et al. 2010). In particolare, l'area industriale di Catania presenta una condizione di elevata criticità, essenzialmente a causa degli scarichi reflui parzialmente dispersi lungo i canali di smaltimento (Ferrara 1999).

## 11 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'approfondimento idrogeologico realizzato per il presente studio ha consentito di definire, con il dovuto grado di dettaglio, le principali caratteristiche dell'area e lo schema di deflusso idrico sotterraneo relativo a tale settore. Le analisi sono state basate, in particolare, sui dati geologico-strutturali a disposizione e sulle informazioni idrogeologiche presenti nella vasta letteratura scientifica riguardante l'area.

Il modello idrogeologico così sviluppato è stato quindi integrato, ove possibile, con ulteriori dati provenienti dal monitoraggio piezometrico delle strumentazioni appositamente installate nei fori di sondaggio e dalle diverse prove di permeabilità condotte in fase di perforazione. In particolare, i dati piezometrici reperiti e le informazioni idrogeologiche contenute negli studi esistenti, hanno costituito un valido strumento per la ricostruzione del deflusso idrico sotterraneo di alcuni settori caratteristici dell'area di studio.

Inoltre, lo studio geologico condotto ha permesso di definire lo stato di alterazione e/o fessurazione degli ammassi rocciosi e le caratteristiche granulometriche dei terreni interessati dalle opere in progetto. Tali caratteristiche, infatti, influenzano in maniera diretta il coefficiente di permeabilità dei vari corpi geologici e, quindi, la circolazione idrica sotterranea dell'area.

### 11.1 Dati idrogeologici di base

Allo scopo di indagare l'effettiva presenza di falde idriche sotterranee ed il relativo andamento della superficie piezometrica, nel corso dello studio è stata eseguita una apposita campagna di monitoraggio consistente nella misura del livello di falda dei tubi piezometrici precedentemente installati nei fori di sondaggio. Il monitoraggio delle strumentazioni piezometriche installate nei fori di sondaggio è stato eseguito, in particolare, nel periodo compreso tra luglio 2013 e agosto 2013. Nella tabella seguente, si riporta una sintesi del monitoraggio piezometrico condotto.

Piezometro	Coordinate		Tipologia	Lettura 1		Lettura 2	
	X	Y		Data	m da pc	Data	m da pc
<b>S01</b>	2491767.1551	4157623.5755	Tubo aperto	24/07/2013	6.60	14/08/2013	6.56
<b>S02</b>	2490821.0152	4158175.9503	Tubo aperto	25/07/2013	2.10	14/08/2013	2.05
<b>S03</b>	2489929.7926	4158475.3602	Tubo aperto	02/08/2013	9.10	14/08/2013	9.10
<b>S04</b>	2489186.8261	4158585.5304	Tubo aperto	31/07/2013	5.80	14/08/2013	5.77
<b>S05</b>	2487210.0117	4158386.3913	Tubo aperto	29/07/2013	3.60	14/08/2013	3.62
<b>S06</b>	2485354.1456	4157713.8112	Tubo aperto	05/08/2013	7.60	14/08/2013	7.59

S07	2492292.2873	4157391.5232	Tubo aperto	22/07/2013	7.90	14/08/2013	7.85
S08	2484174.8085	4156947.1085	Tubo aperto	07/08/2013	10.40	14/08/2013	10.36
S09	2483563.5976	4156566.9435	Tubo aperto	08/08/2013	9.60	14/08/2013	9.57
S11	2482240.1669	4155105.3153	Tubo aperto	12/08/2013	14.40	14/08/2013	14.35

**Tabella 1 – Monitoraggio piezometrico condotto nel 2013 sulle strumentazioni del progetto preliminare (i livelli sono espressi in m dal p.c.).**

Inoltre, per poter definire le caratteristiche di permeabilità dei principali corpi idrogeologici presenti nell'area di intervento, sono state condotte diverse prove di permeabilità (Lefranc e Lugeon) in corrispondenza delle differenti verticali di sondaggio. Di seguito si riporta una sintesi di tali prove, con indicazione dei valori di permeabilità determinati, dei principali dati di prova e delle unità geologiche di riferimento.

Sondaggio	Prova	Tipologia	Profondità	Permeabilità	Unità geologica di riferimento
Sigla	-	-	m da p.c.	m/s	-
S01	LE1	Lefranc	5.0-6.5	7.80E-06	Depositi alluvionali terrazzati
S02	LE1	Lefranc	8.0-9.0	2.37E-07	Depositi eluvio-colluviali
S03	LE1	Lefranc	5.0-6.0	1.06E-07	Depositi alluvionali recenti
S03	LU1	Lugeon	11.8-12.8	3.34E-6	Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova
S04	LE1	Lefranc	4.5-5.5	8.80E-06	Depositi alluvionali terrazzati
S04	LE2	Lefranc	9.0-10.0	4.54E-08	Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova
S05	LE1	Lefranc	4.5-6.0	3.80E-06	Depositi alluvionali recenti
S05	LE2	Lefranc	14.0-15.0	5.87E-09	Flysch Numidico
S06	LE1	Lefranc	7.0-8.0	3.83E-07	Depositi alluvionali recenti
S06	LE2	Lefranc	13.0-14.0	7.15E-09	Formazione Terravecchia – Argille brecciate
S07	LE1	Lefranc	4.6-5.6	2.23E-06	Depositi alluvionali terrazzati
S07	LE2	Lefranc	14.5-15.5	4.55E-09	Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova
S08	LE1	Lefranc	10.5-11.5	4.99E-09	Formazione Terravecchia
S09	LE1	Lefranc	9.0-10.0	6.46E-08	Depositi alluvionali terrazzati
S11	LE1	Lefranc	5.0-6.0	1.46E-06	Depositi alluvionali terrazzati
S11	LE2	Lefranc	14.0-15.0	4.69E-09	Formazione Terravecchia

**Tabella 2 – Prospetto sintetico delle diverse prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio.**

## 11.2 Condizioni di deflusso idrico sotterraneo

I dati raccolti durante lo studio condotto, di carattere geologico ed idrogeologico, hanno permesso di definire le caratteristiche generali dell'area e di individuare, per grandi linee, il regime di deflusso idrico sotterraneo proprio dei settori di interesse. Si sottolinea che nel profilo geologico vengono riportate unicamente le misure dei livelli di falda misurate nei fori di sondaggio, senza la ricostruzione della superficie piezometrica.

I corpi idrogeologici più permeabili rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici poco permeabili che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali.

Gli acquiferi alluvionali, rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico, costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi. Sono sede di corpi idrici sotterranei in parte separati ed in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfiniate. In tutta la zona di studio, e in particolare lungo il fondovalle del F. Dittaino, tale sistema poggia sui terreni argilloso-marnosi e arenaceo-marnosi della Catena Appenninico-Maghrebide. Tale acquifero risulta alimentato, in buona sostanza, dagli apporti superficiali e profondi dei principali corsi d'acqua dell'area, anche se non mancano scambi idrici sotterranei con le falde dei principali acquiferi presenti lungo i margini della piana.

L'acquifero alluvionale del F. Dittaino mostra, ovviamente, un deflusso che ricalca fortemente l'andamento morfologico dell'area. Tale condizione è dettata, principalmente, dalle forti variazioni granulometriche dei depositi costituenti l'acquifero e, quindi, dalle presenza di importanti passaggi grossolani all'interno dei sedimenti alluvionali del fondovalle. Questi ultimi corrispondono agli antichi canali fluviali del suddetto corso d'acqua e rappresentano, ovviamente, degli assi di drenaggio preferenziale per le acque di falda.

La superficie piezometrica si colloca generalmente a profondità variabili tra 3 e 9 m circa dal p.c., anche se risente fortemente del locale assetto idrogeologico dell'area. I gradienti piezometrici risultano mediamente piuttosto bassi, anche se localmente possono risultare più marcati in corrispondenza di evidenti variazioni granulometriche dei terreni costituenti l'acquifero. In relazione a quanto esposto, è evidente come l'elevata permeabilità media dei depositi e la relativa profondità della falda impediscano, di fatto, la formazione di sorgenti o punti d'acqua di particolare interesse. Le acque di falda, pertanto, tendono a defluire verso la Piana di Catania e, in generale, lungo il fondovalle del F. Dittaino.

Gli ulteriori acquiferi alluvionali presenti nei settori di studio sono quelli relativi ai depositi terrazzati ampiamente presenti ai margini del fondovalle del F. Dittaino. Tali acquiferi poggiano sempre sulle successioni marine della Catena Appenninico-Maghrebide ma, al contrario dei precedenti, sono caratterizzate da falde di modesta importanza e a carattere essenzialmente stagionale. Le profondità della superficie piezometrica sono estremamente variabili in relazione all'assetto idrogeologico locale, ma risultano generalmente comprese tra i 5 e 10 m circa.

Relativamente ai litotipi del substrato marino infra-cenozoico, si sottolinea l'assenza di falde o corpi idrici di una certa importanza in tutto il settore di studio. Buona parte delle successioni affioranti possono essere considerate, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli *acquiclude* in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti, come quello dei depositi alluvionali del F. Dittaino.

I litotipi arenaceo-marnosi e calcareo-marnosi del substrato infra-cenozoico, al contrario, rappresentano degli acquiferi di scarsa rilevanza dal punto di vista idrogeologico, sia per la bassa trasmissività dei terreni che per

la ridotta estensione areale e verticale degli stessi. In generale, sono sede di falde sotterranee con carattere prevalentemente stagionale, contraddistinte da deflusso idrico sotterraneo frazionato e fortemente eterogeneo. Le direzioni di deflusso sono, ovviamente, piuttosto eterogenee e dal locale stato di fratturazione dell'ammasso e dalla presenza di elementi tettonici di importanza variabile.

## 12 SISMICITÀ DELL'AREA

La Sicilia orientale e l'intero settore ibleo presentano un elevato rischio sismico, connesso alla particolare conformazione geologica del territorio ed alle numerose faglie attive presenti nell'area. Nello specifico, il settore dei Monti Iblei rappresenta una delle zone a più alta pericolosità sismica d'Italia (Carbone 2011), essendo stata colpita in passato da diversi terremoti distruttivi, con magnitudo  $M$  compresa tra 6.4 e 7.3 (Azzaro et al. 2000; Barbano et al. 2001; Boschi & Guidoboni 2001).

In particolare, la città di Catania è uno fra i comuni italiani più esposti alle differenti categorie di rischio geologico (rischio vulcanico, idrogeologico e sismico), a causa della sua prossimità a strutture fisiografiche e tettoniche di importanza regionale. L'alta esposizione della città è dovuta, ovviamente, alla sua particolare posizione geografica, posta a cavallo tra il versante Sud-orientale dell'Etna e il margine settentrionale della piana del F. Simeto. A causa di tali caratteristiche quest'area è stata soggetta a numerosi terremoti catastrofici, con intensità fino al X-XI grado MCS, che nel corso dell'ultimo millennio hanno interessato gran parte della Sicilia orientale (Carbone et al. 2009).

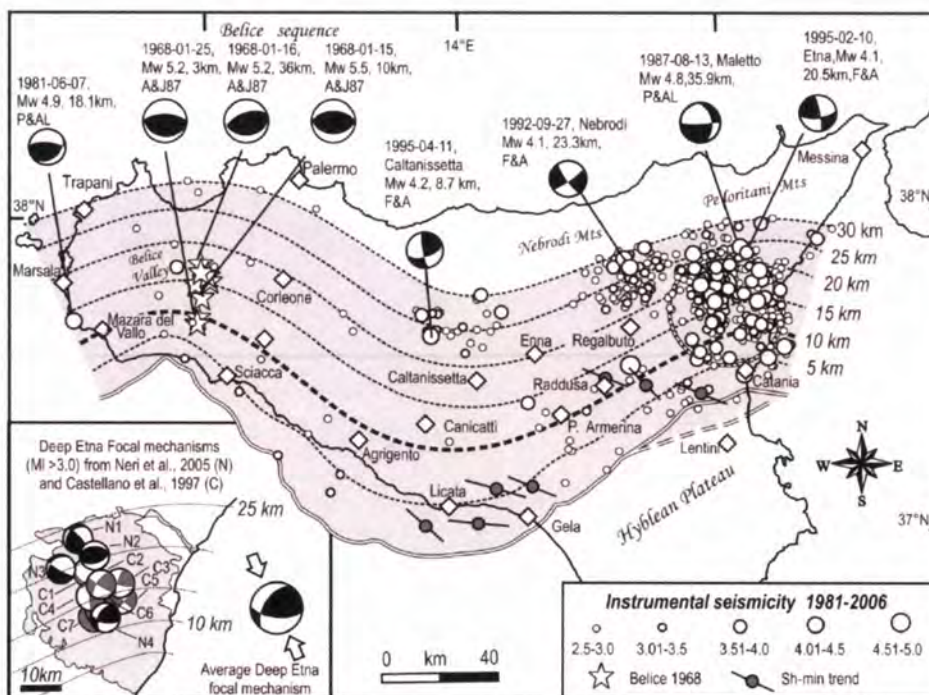
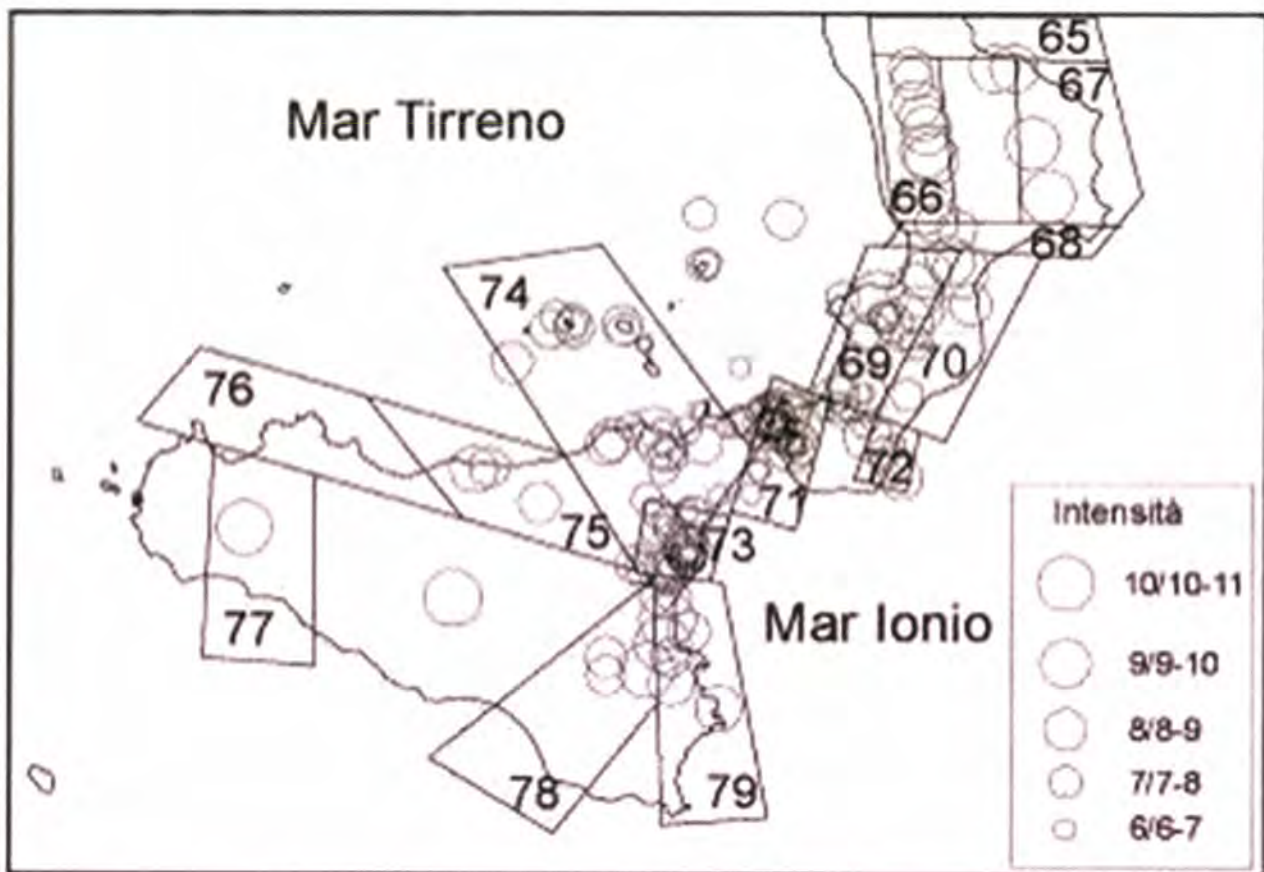


Figura 14 – Distribuzione spaziale dei terremoti storici e strumentali della Regione Sicilia (da Lavecchia et al. 2007).

Dal punto di vista sismico, i terremoti capaci di dare un contributo significativo alla pericolosità sismica dell'area sono localizzati nella Sicilia orientale e nella Calabria meridionale (Carbone 2011). Relativamente alle zone sismogenetiche della Calabria meridionale, le strutture certamente più attive sono quelle del bacino del



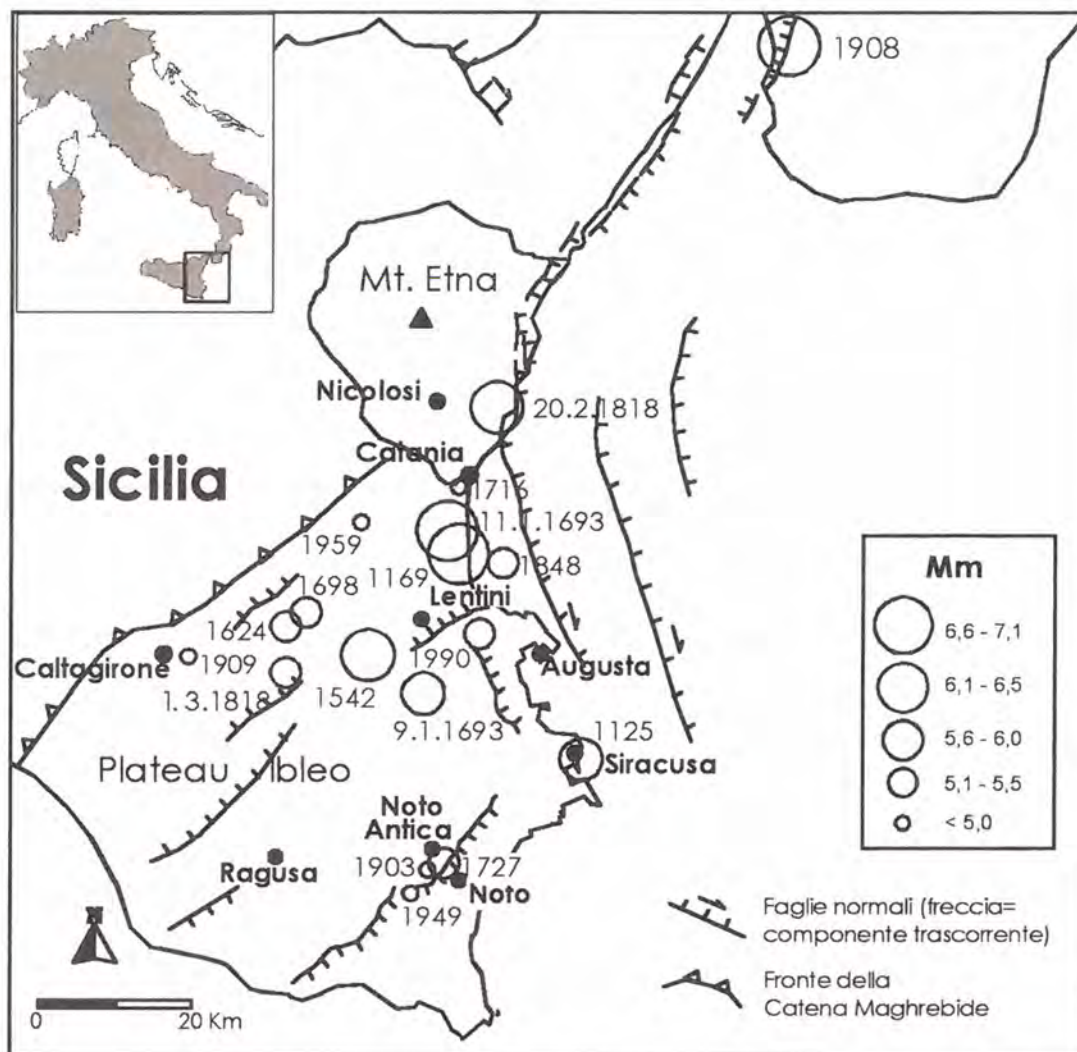
Mèsima, delle Serre, di Gioia Tauro e di Citanova, la cui attività si è protratta anche nel Pleistocene superiore e nell'Olocene (Valensise & D'Addezio 1994, Monaco & Tortorici 2000; Jacques et al. 2001). Tali strutture, con direzione circa NE-SW, sono state probabilmente responsabili dei maggiori terremoti calabresi del 5, 6 e 7 febbraio e del 1 marzo del 1783 (Baratta 1901).



**Figura 15 – Epicentri dei principali terremoti della Sicilia e della Calabria nel periodo 1125-1990 dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (da Gruppo di Lavoro CPTI 1999).**

Il terremoto del 28 dicembre 1908 ( $M = 7.1$  e  $I_{max} = XI$  MCS) è invece ubicato nella zona dello Stretto di Messina (Carbone 2011), in corrispondenza del versante calabrese. In assenza di evidenze ben documentate di fagliazione superficiale ed in relazione alla scarsa affidabilità dei dati strumentali, sono stati proposti differenti modelli riguardo la collocazione spaziale, la geometria e le dimensioni della sorgente sismogenetica (Ghisetti 1992; Valensise & Pantosti 2001).

Nella zona etnea, la sismicità è contraddistinta da eventi di bassa magnitudo e ridotta profondità ipocentrale (Gresta et al. 1997), per cui sono capaci di produrre effetti significativi solo all'interno di un'areale piuttosto ristretto (Azzaro et al. 2000). Al confine tra i Nebroidi ed i Peloritani occidentali, i terremoti sono localizzati lungo il versante tirrenico, soprattutto lungo l'allineamento Patti-Vulcano-Salina (Azzaro et al. 2000). Tale sismicità è associabile, quindi, alle diverse strutture trascorrenti NW-SE presenti nell'area (Barbano et al. 1979).



**Figura 16 – Epicentri dei principali terremoti nel periodo 1125-1990 che hanno provocato danni o sono stati avvertiti a Catania (da Carbone et al. 2010).**

Nella Sicilia Sud-orientale la sismicità è distribuita soprattutto lungo la costa ionica, dove i principali eventi hanno raggiunto una magnitudo  $M$  prossima a 7.0 (Azzaro & Barbano 2000). La struttura responsabile dei maggiori terremoti di quest'area (1169,  $I_{max} = X$  MCS; 1693,  $I_{max} = XI$  MCS; 1818,  $I_{max} = IX/X$  MCS) è probabilmente la Scarpata Maltese, un sistema di faglie trasversive a direzione prevalente NNW-SSE, che delimita *offshore* la zona ionica (Carbone et al. 1982; Bianca et al. 1999). Terremoti di modesta intensità sono localizzati, al contrario, nel settore più interno del Plateau Ibleo (Azzaro & Barbano 2000).

Per quanto riguarda l'attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004), i settori di studio ricadono circa 20 km a NW della **Zona 935**, una delle aree a più elevata sismicità d'Italia. Sulla base degli studi sismologici più aggiornati, in questa zona sono attesi terremoti piuttosto profondi ( $P = 12-20$  km) e di elevata magnitudo ( $M_{max} = 7.29$ ), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrenti (Azzaro & Barbano 2000; Meletti & Valensise 2004; Carbone 2011).

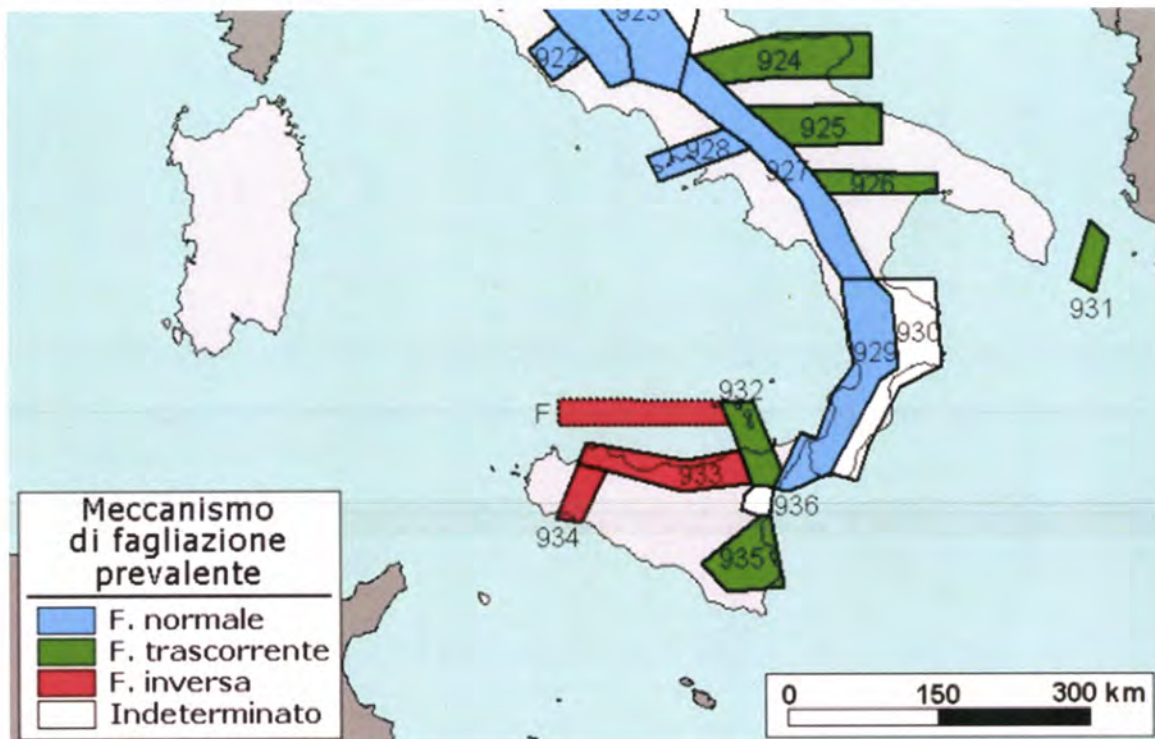


Figura 17 – Stralcio della Zonazione sismogenetica ZS9 (da Meletti & Valensise 2004, <http://zone.mi.ingv.it>).

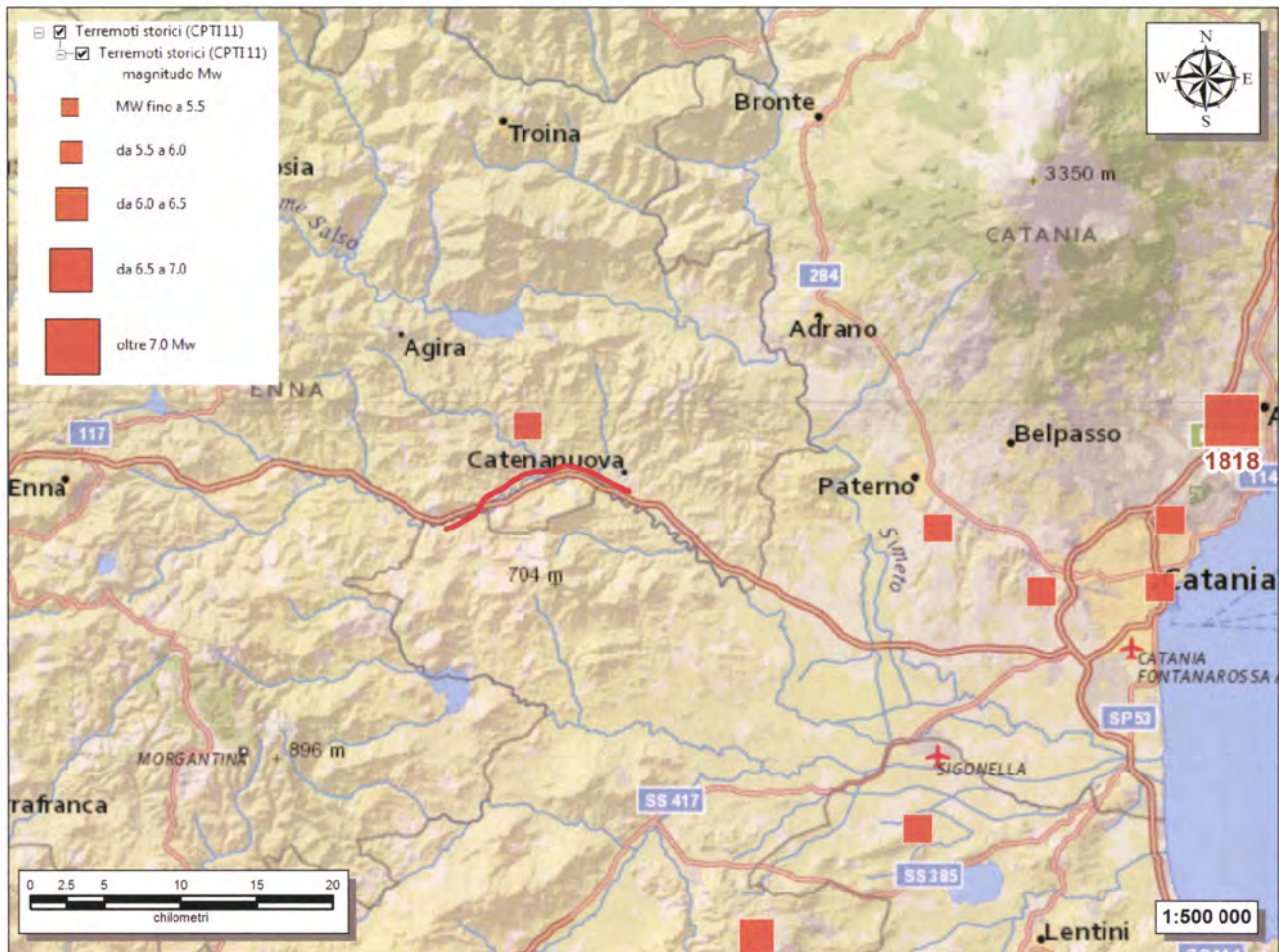
Sempre con riferimento alla Zonazione ZS9 (Meletti & Valensise 2004), i settori di intervento si collocano circa 15 chilometri a Ovest della **Zona 936** e circa 30 chilometri a Sud della **Zona 933**. Per la prima zona sono attesi terremoti molto superficiali ( $P = 1-5$  km) e di media magnitudo ( $M_{max} = 5.45$ ), ascrivibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente indeterminati (Azzaro & Barbano 2000; Meletti & Valensise 2004; Carbone et al. 2009). Per la seconda zona, invece, sono attesi terremoti di media profondità ( $P = 8-12$  km) e di elevata magnitudo ( $M_{max} = 6.14$ ), riferibili a meccanismi di fagliazione essenzialmente inversa (Azzaro & Barbano 2000; Meletti & Valensise 2004; Carbone 2011).

## 12.1 Sismicità storica

Situata nel centro del Mediterraneo, la Sicilia è stata sempre considerata in una posizione strategica per il controllo delle vie del commercio con l'Asia minore e, per tale motivo, fu teatro di numerose guerre che resero l'isola soggetta alle dominazioni bizantina, araba, normanna e spagnola. In un simile contesto, i documenti storici con riferimenti agli eventi sismici succedutisi nel tempo risultano scarsi e lacunosi, anche se non mancano alcuni manoscritti permettono di datare i terremoti più violenti ed di avere un quadro, almeno parziale, degli effetti indotti sui centri urbani e sull'ambiente.

Per quanto riguarda Catania, la città fu completamente rasa al suolo da due terremoti catastrofici ( $I_{max}=X-XI$  MCS), mentre subì danni più o meno gravi in occasione di una decina di altri eventi sismici. Recentemente il sisma del 13 dicembre del 1990, noto con il nome di "Terremoto di Santa Lucia", nonostante i valori di magnitudo registrati relativamente modesti ( $M=5.4$  e  $I=VII-VIII$  MCS), fu avvertito su una vasta area provocando 19 vittime e gravi danni a strutture ed edifici. Le ricostruzioni delle aree epicentrali basate sui dati storici e sul grado di intensità dei sismi, hanno mostrato come la sismicità sia distribuita, prevalentemente, in due settori: terremoti dalle

caratteristiche distruttive vengono attribuiti alla Scarpata Maltese, mentre eventi con effetti meno drammatici sono riferibili, in generale, alla zona dello Stretto di Messina o all'interno della regione degli Iblei.



**Figura 18 – Epicentri e magnitudo dei principali terremoti storici che hanno interessato la Sicilia orientale (<http://apps.arcgis.com/hosted/OnePane/basicviewer/index.html?appid=951d08eed7748909d2aa67317fb67c9>). In colore rosso è riportata la traccia della tratta ferroviaria in progetto.**

In base ai documenti relativi alla sismicità storica dell'area, è ragionevole ipotizzare come massimo evento atteso per la città di Catania un terremoto dalle caratteristiche analoghe ai sismi degli anni 1169 e 1693, con intensità pari a X-XI MCS e una magnitudo variabile tra 7.0 e 7.4. Uno studio finalizzato ad individuare i tempi di ritorno di eventi sismici nella città di Catania indica, per terremoti catastrofici simili all'evento verificatosi nel 1693, periodi medi di ritorno variabili tra i 250 e i 500 anni; sismi con valori di intensità pari al VII grado MCS, invece, come quello che si verificò nel 1818 hanno una frequenza stimata tra i 40 e i 90 anni.

Nelle figure seguenti sono elencati gli eventi sismici riportati nel Database Macrosismico Italiano pubblicato dall'INGV (versione DBMI11), al fine di documentare la storia sismica dei centri abitati di Agrigento, Catenanuova, Ramacca e Regalbuto ([http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query_place/)).

**Storia sismica di Agira [San Filippo d'Argirò]**  
[37.654, 14.523]

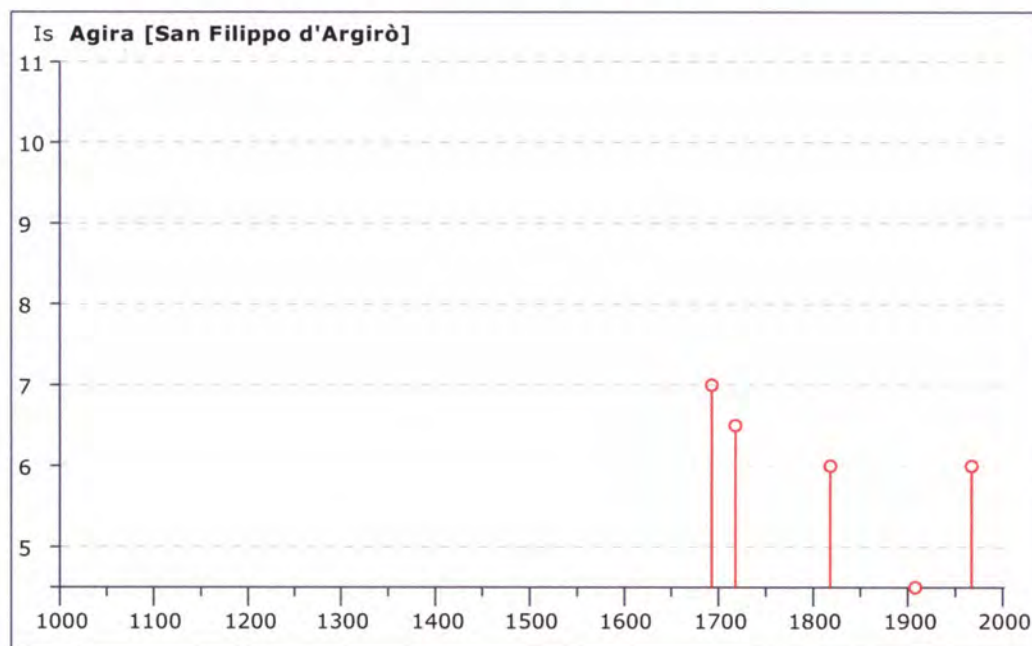
Numero di eventi: 15

Effetti

In occasione del terremoto del:

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
7	1693	01	11	13	30	Sicilia orientale	181	11	7.41
6-7	1718	02	20			SICILIA ORIENTALE	7	6-7	5.40
6	1818	02	20	18	15	Catanese	127	9-10	6.00
NF	1898	05	14	04	45	ADRANO	36	8	4.88
NF	1898	08	12			ROMETTA	69	6-7	5.03
4-5	1908	12	28	04	20	Calabria meridionale	786	11	7.24
NF	1909	07	01	06	24	CALABRO MESSINESE	35	8	5.55
2	1925	03	08	15	46	NICOSIA	19	7	4.93
4	1934	09	11	01	19	MADONIE	28	6-7	5.03
6	1967	10	31	21	08	Monti Nebrodi	60	8	5.50
3	1977	06	05	13	59	MISTRETTA	108	6-7	4.66
3	1978	04	15	23	33	Golfo di Patti	332	8	6.06
NF	1980	01	23	21		MODICA	122	5-6	4.63
2	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
3-4	1990	12	13	00	24	Sicilia sud-orientale	304	7-8	5.68

**Figura 19 – Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Agira (da Database Macrosismico Italiano, DBMI11). Legenda:  $I_s$ : intensità al sito (MCS);  $I_x$  intensità massima (MCS);  $M_w$  magnitudo momento;  $N_p$  numero di osservazioni macrosismiche del terremoto.**



**Figura 20 – Grafico illustrante la storia sismica di Agira. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche ( $I_s$ ) degli eventi rilevati (da [http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query_place/)).**

### Storia sismica di Catenanuova [37.569, 14.691]

Numero di eventi: 3

Effetti

In occasione del terremoto del:

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
7	1818	02	20	18	15	Catanese	127	9-10	6.00
3	1978	04	15	23	33	Golfo di Patti	332	8	6.06
4-5	1990	12	13	00	24	Sicilia sud-orientale	304	7-8	5.68

Figura 21 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Catenanuova (da Database Macrosismico Italiano, DBMI11). Legenda:  $I_s$ : intensità al sito (MCS);  $I_x$  intensità massima (MCS);  $M_w$  magnitudo momento;  $N_p$  numero di osservazioni macrosismiche del terremoto.

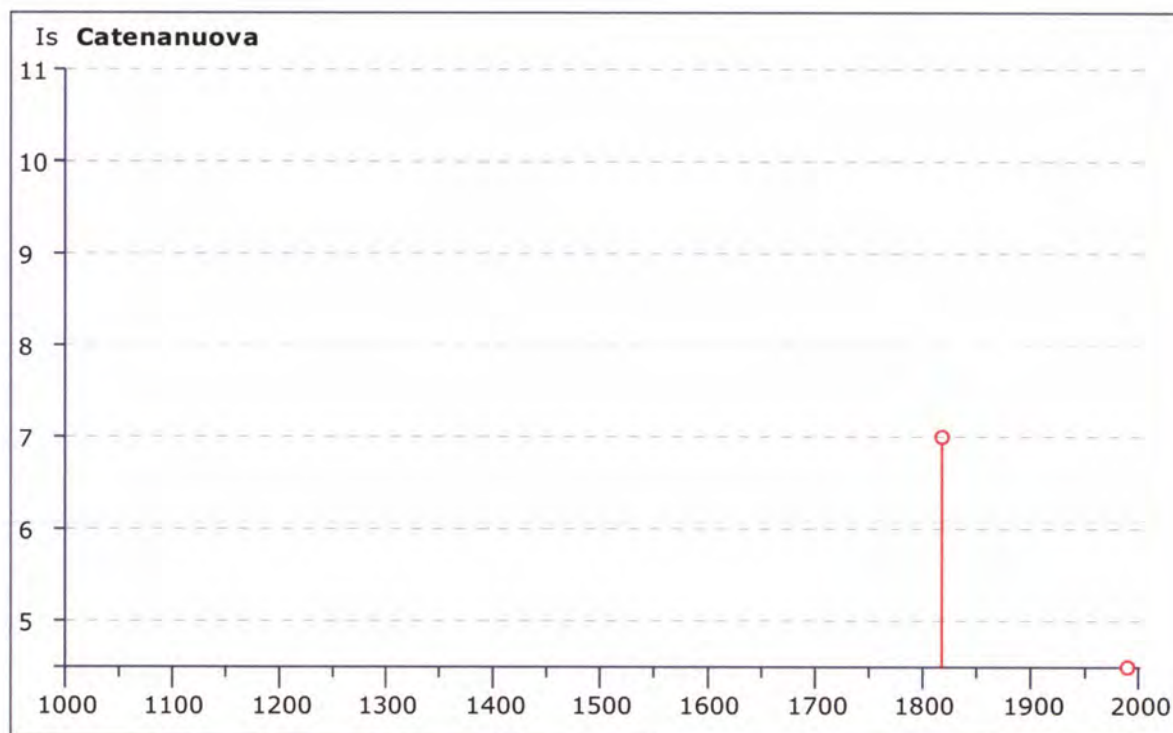


Figura 22 - Grafico illustrante la storia sismica di Catenanuova. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche ( $I_s$ ) degli eventi rilevati (da [http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query_place/)).

**Storia sismica di Ramacca**  
[37.384, 14.694]

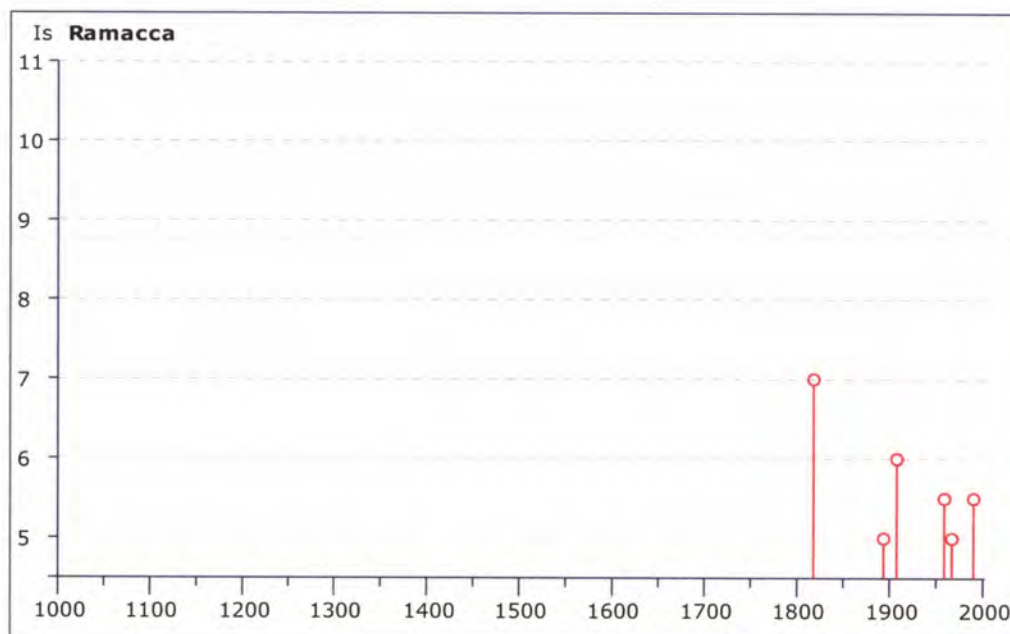
Numero di eventi: 12

Effetti

In occasione del terremoto del:

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
7	1818	03	01	02	45	Monti Iblei	24	7-8	5.63
5	1894	11	16	17	52	Calabria meridionale	299	9	6.05
NF	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
NF	1908	12	10	06	20	NOVARA DI SICILIA	64	7	5.00
6	1908	12	28	04	20	Calabria meridionale	786	11	7.24
F	1924	08	17	21	40	MONTI IBLEI	22	5-6	4.78
NF	1947	05	11	06	32	Calabria centrale	254	9	5.71
5-6	1959	12	23	09	29	PIANA DI CATANIA	108	6-7	5.23
5	1967	10	31	21	08	Monti Nebrodi	60	8	5.50
3	1980	01	23	21		MODICA	122	5-6	4.63
5-6	1990	12	13	00	24	Sicilia sud-orientale	304	7-8	5.68
NF	2001	01	09	02	51	ZAFFERANA ETNEA	104	6	4.36

**Figura 23 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Ramacca (da Database Macrosismico Italiano, DBMI11). Legenda:  $I_s$ : intensità al sito (MCS);  $I_x$  intensità massima (MCS);  $M_w$  magnitudo momento;  $N_p$  numero di osservazioni macrosismiche del terremoto.**



**Figura 24 - Grafico illustrante la storia sismica di Ramacca. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche ( $I_s$ ) degli eventi rilevati (da [http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query_place/)).**

Storia sismica di Regalbuto  
[37.651, 14.641]

Numero di eventi: 17

Effetti

In occasione del terremoto del:

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
6-7	1693	01	11	13	30	Sicilia orientale	181	11	7.41
6-7	1718	02	20			SICILIA ORIENTALE	7	6-7	5.40
8	1818	02	20	18	15	Catanese	127	9-10	6.00
4-5	1894	11	16	17	52	Calabria meridionale	299	9	6.05
NF	1898	08	12			ROMETTA	69	6-7	5.03
NF	1905	09	08	01	43	Calabria	827	10-11	7.06
6	1908	12	28	04	20	Calabria meridionale	786	11	7.24
4	1926	08	17	01	42	ISOLA DI SALINA	44	7-8	5.32
4	1934	09	11	01	19	MADONIE	28	6-7	5.03
5	1959	12	23	09	29	PIANA DI CATANIA	108	6-7	5.23
6	1967	10	31	21	08	Monti Nebrodi	60	8	5.50
4	1977	06	05	13	59	MISTRETTA	108	6-7	4.66
3	1978	04	15	23	33	Golfo di Patti	332	8	6.06
3	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
5	1990	12	13	00	24	Sicilia sud-orientale	304	7-8	5.68
NF	2001	01	09	02	51	ZAFFERANA ETNEA	104	6	4.36
4	2002	09	06	01	21	PALERMO	132	6	5.89

Figura 25 - Sintesi dei principali terremoti storici che hanno interessato il centro abitato di Regalbuto (da Database Macrosismico Italiano, DBMI11). Legenda:  $I_s$ : intensità al sito (MCS);  $I_x$  intensità massima (MCS);  $M_w$  magnitudo momento;  $N_p$  numero di osservazioni macrosismiche del terremoto.

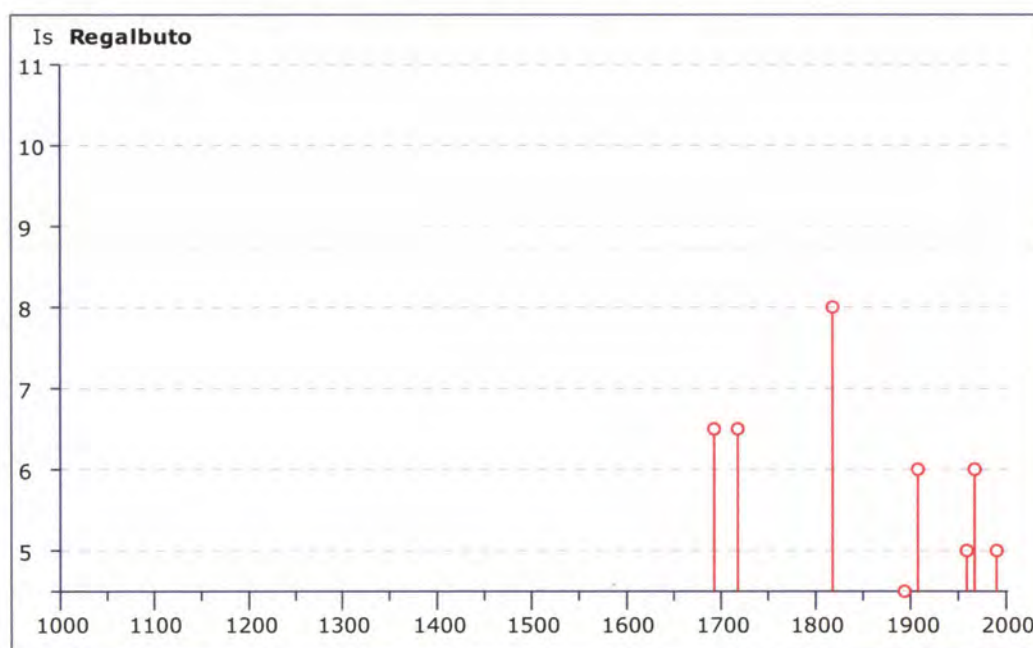


Figura 26 - Grafico illustrante la storia sismica di Regalbuto. Sulle ascisse sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni, sulle ordinate le intensità sismiche ( $I_s$ ) degli eventi rilevati (da [http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/query_place/)).



Di seguito sono brevemente descritti i principali terremoti che, nel corso dei secoli, hanno interessato la Sicilia orientale. Le informazioni, tratte dal “Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1990”, riguardano gli effetti più importanti di ogni sisma, con particolare riguardo all’entità dei danni subiti dagli edifici, al numero di vittime e ai fenomeni indotti dagli eventi sismici sull’ambiente.

- **Terremoto del 4 febbraio 1169:** il disastroso evento tellurico del 4 febbraio 1169 colpì l’intero settore della Sicilia orientale e parte della Calabria meridionale, distruggendo undici centri abitati e provocando danni ingenti in tutta l’area. Catania fu completamente distrutta (I = X MCS) e negli scarsi documenti dell’epoca si riporta il completo collasso di tutti gli edifici e la morte della maggior parte degli abitanti (circa 15000 vittime). Il terremoto fu concomitante all’eruzione dell’Etna e, sul versante settentrionale, parte del cratere collassò. Tra i vari effetti sull’ambiente va registrata, inoltre, la formazione di uno *tsunami* che provocò, poco prima del suo arrivo, un abbassamento temporaneo delle acque nel porto di 5 m e, successivamente, ampi fenomeni di esondazione nei pressi della foce del Simeto.
- **Terremoto del 10 dicembre 1542:** il sisma fu distintamente avvertito in tutta la Sicilia e colpì, in particolar modo, l’entroterra collinare e montuoso degli Iblei, radendo al suolo centri come Lentini, Melilli ed Avola. A Catania si stima che il terremoto abbia avuto una intensità pari a VII-VIII MCS, con danni considerevoli e diffusi. Chiese e monasteri subirono gravi lesioni; molti edifici crollarono e altri dovettero subire ampi interventi di riparazione. Nella parte occidentale della città un intero quartiere fu distrutto, ma solamente 6 persone rimasero uccise dall’evento, probabilmente perché la scossa avvenne in pieno giorno, quando la maggioranza delle persone non era in casa. Il terremoto causò un’onda di maremoto che ebbe gli effetti più devastanti nella città di Augusta. Manoscritti dell’epoca riportano la distruzione di edifici causati anche da fenomeni di liquefazione del terreno.
- **Terremoto del 9 gennaio del 1693:** questo terremoto rappresenta la più grave catastrofe sismica della Sicilia orientale. Tutte le città della Sicilia sud-orientale furono sconvolte e il terremoto fu avvertito sensibilmente dalla Calabria settentrionale alla costa tunisina. L’evento sismico distrusse circa quaranta centri abitati in una vastissima area compresa tra Catania, Siracusa e Ragusa. Il terremoto si verificò in due riprese, a distanza di due giorni: la prima scossa si verificò alle ore 4:30 del 9 gennaio e a Catania ebbe l’effetto di terrorizzare la popolazione distruggendo non solo le case meno solide, ma danneggiando seriamente anche gli edifici più importanti quali monasteri e palazzi (I = VIII MCS); la seconda scossa, delle ore 21:00, ebbe un effetto ancor più devastante poiché colpì una città i cui edifici erano già stati seriamente lesionati, distruggendola completamente, con collassi totali o parziali degli edifici (I = X-XI MCS). La statistica ufficiale redatta nel mese di maggio dello stesso anno, riporta un numero di circa 54000 morti in tutte le zone colpite dal terremoto. A Catania la perdita in vite umane fu enorme: durante il sisma perirono più di 12000 persone, pari al 63% della popolazione allora residente. Un’intensa attività dell’Etna accompagnò il periodo sismico; in vaste aree si aprirono fratture nel terreno da cui esalavano gas sulfurei e fuoriuscivano fango ed acqua calda. In tutta l’area colpita dal terremoto scomparvero molte sorgenti; altre comparvero o variarono portata, salinità e colorazione delle acque. Effetti di maremoto in occasione della seconda scossa furono segnalati in molte località costiere della Sicilia orientale.
- **Terremoto del 20 febbraio 1818:** il sisma del 20 febbraio 1818 ebbe il suo epicentro proprio a Nord di Catania. Distrusse numerosi villaggi sul versante orientale dell’Etna, causando danni su una vasta area compresa tra Catania e la Sicilia settentrionale e fu avvertito a Malta e in Calabria. Le vittime furono 72 e i feriti circa 100. A Catania l’intensità calcolata fu pari al VII grado MCS, danneggiando più di 1700 abitazioni; di queste, oltre il 35% dovettero essere puntellate o demolite. La città era stata completamente ricostruita dopo il sisma del 1693, era quindi “nuova” dal punto di vista della conservazione del patrimonio edilizio. Numerose fenditure si aprirono nel terreno in tutta l’area in cui si registrarono i massimi effetti; anche a Catania si aprirono profonde spaccature nel suolo. Effetti di maremoto si verificarono a Messina, dove il mare invase le strade cittadine.

	Linea Catania - Palermo					
	Tratta Catenanuova – Raddusa Agira					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RSJ1	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0	FOGLIO 50 di 82

## 12.2 Sismicità attuale

L' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*” disciplinava la classificazione sismica dei comuni d’Italia. Secondo tale normativa i territori dei comuni di Agira, Catenanuova, Ramacca e Regalbuto ricadevano in Zona sismica 2, ovvero aree che potrebbero essere interessate da eventi sismici abbastanza forti.

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d’Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l’adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell’INGV-DPC. Detto studio è stato condotto dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l’intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell’immediato in provvedimenti normativi.

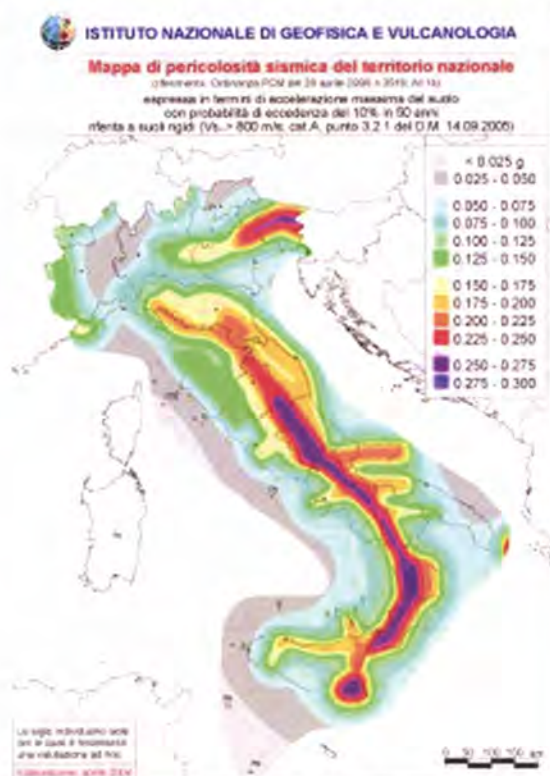


Figura 27 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell’INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

In particolare, con tale provvedimento è stato superato il concetto di una classificazione sismica legata al singolo territorio comunale e si è posta nuova attenzione sul concetto di una pericolosità sismica uniforme a livello nazionale, stimata sulla base di quattro fondamentali zone sismiche. La vecchia classificazione sismica produceva, sovente, situazioni in cui un comune classificato sismico era fisicamente confinante con un comune non classificato e, pertanto, si assisteva ad un brusco cambiamento nei parametri sismici che avveniva in un breve arco di territorio.

Attualmente, la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono continue e graduali. Successivamente verrà mantenuta, infatti, la classificazione secondo la quale il territorio nazionale è suddivisibile in quattro differenti classi sismiche, ma a scopo esclusivamente amministrativo. All'attuale stato delle conoscenze e del progresso scientifico è possibile, attraverso l'applicazione *WebGIS*, consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica (cfr. Fig. seguente). In particolare, per la zona di Agira - Catenanuova, i valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) sono compresi all'incirca nell'intervallo 0.100-0.125  $a_g$  (accelerazione massima del suolo).

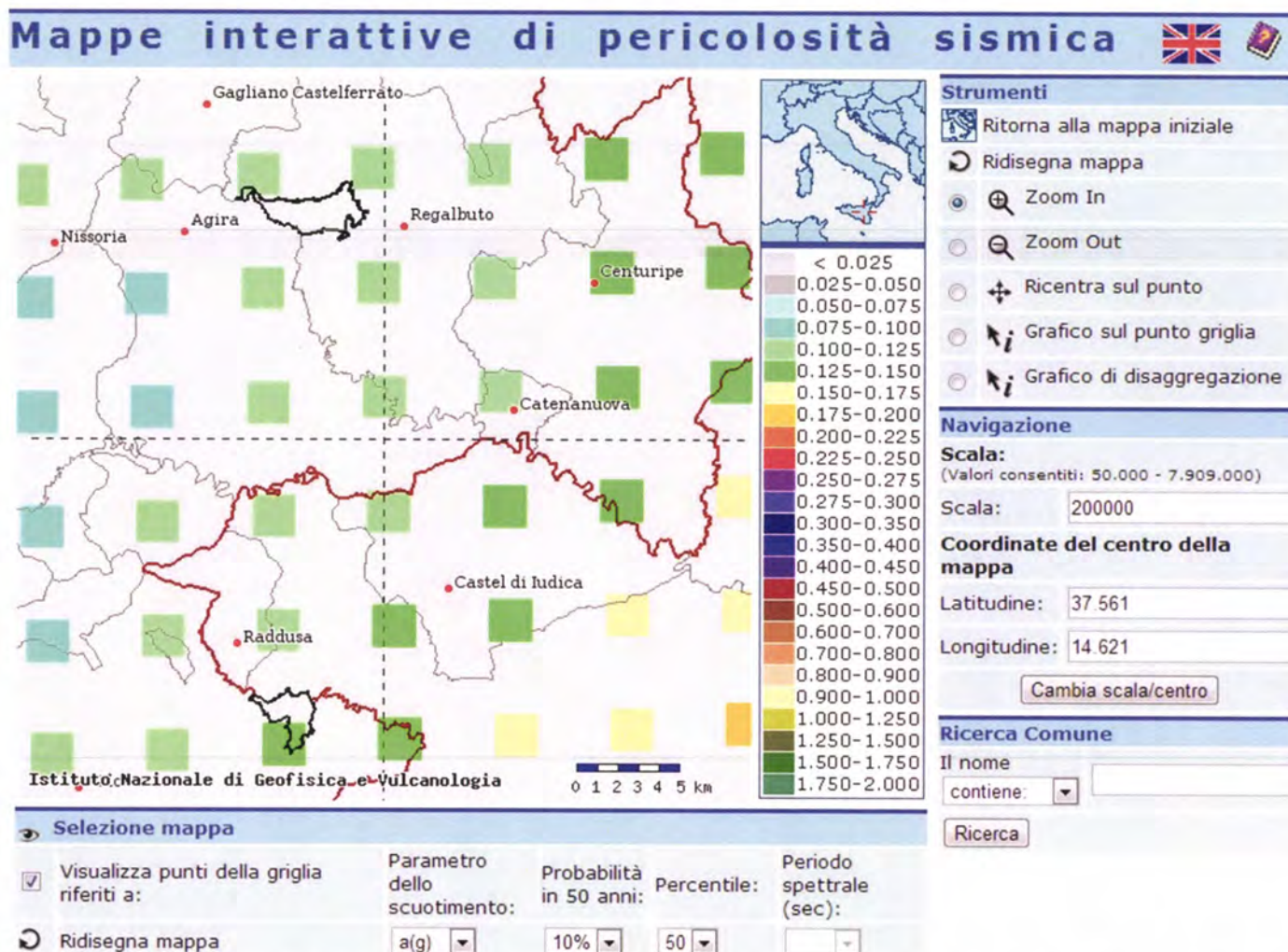


Figura 28 - Mappa di pericolosità sismica per l'area di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

Infine, per quanto concerne le faglie capaci, il *database* del progetto ITHACA riporta la presenza di elementi tettonici, esclusivamente a Est del tracciato, relativi ai diversi domini strutturali che si trovano nelle vicinanze dell'area di studio (<http://sgi.isprambiente.it/ArcGIS/rest/services/servizi/ithaca/MapServer>). Tali elementi quindi non interferiscono direttamente con il tracciato di progetto, ma sono comunque in grado di produrre eventi sismici di una certa importanza, con sicuro risentimento nei settori di stretto interesse progettuale.



Figura 29 - Stralcio cartografico dell'area di interesse con indicazione schematica del tracciato di progetto (in nero) e delle faglie capaci (in rosso) (<http://sgi.isprambiente.it/ArcGIS/rest/services/servizi/ithaca/MapServer>).

### 12.3 Pericolosità sismica

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico.

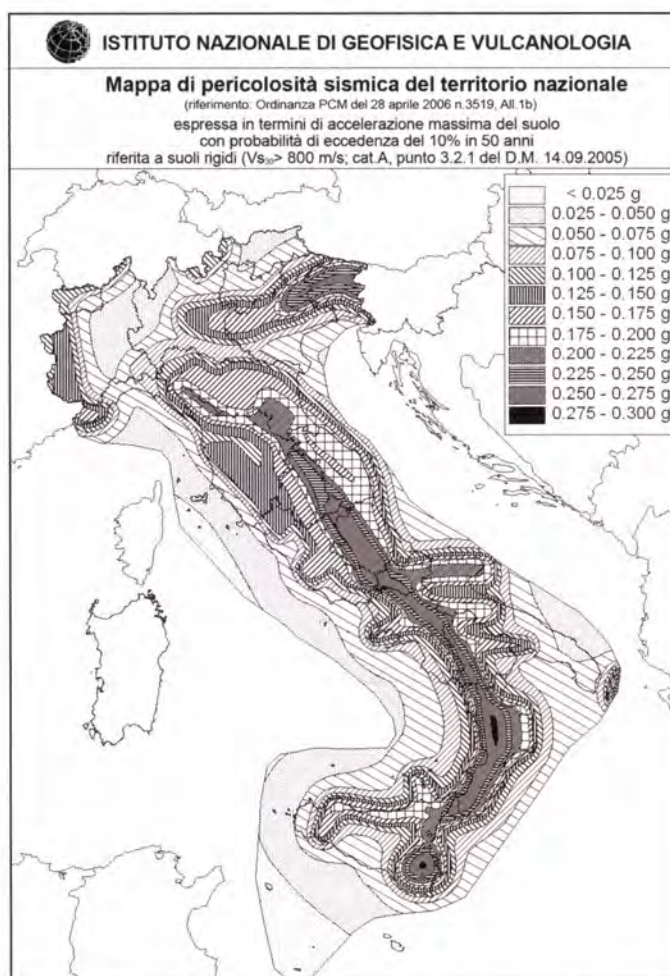
Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le

	Linea Catania - Palermo					
	Tratta Catenanuova – Raddusa Agira					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RSJ1	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0	FOGLIO 53 di 82

caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008).



**Figura 30 - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (da INGV 2006).**

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 475. I parametri forniti,

in funzione di quanto previsto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.

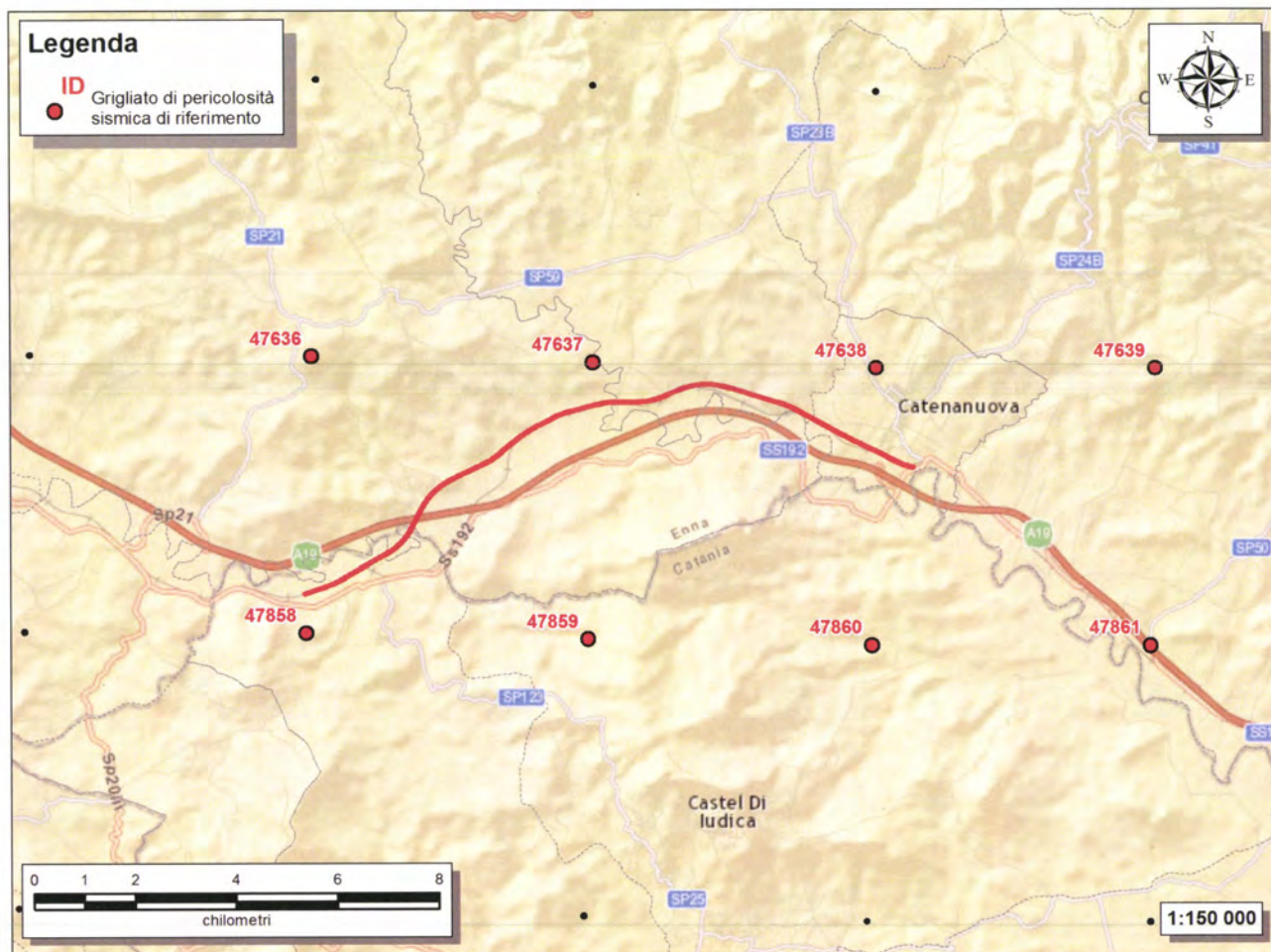


Figura 31 - Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, con individuazione del tracciato di progetto (in rosso) e dei punti del grigliato scelti per l'analisi.

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c$
47858	14.559	37.53	0.107	2.59	0.46
47636	14.56	37.58	0.1018	2.65	0.45
47859	14.622	37.529	0.1151	2.57	0.46
47637	14.623	37.579	0.1118	2.56	0.45
47860	14.685	37.528	0.1286	2.46	0.45

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_e$
47638	14.686	37.578	0.1189	2.58	0.44
47861	14.747	37.528	0.1428	2.41	0.44
47639	14.748	37.578	0.1305	2.55	0.43

**Tabella 3 – Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno  $T_r$  pari a 475 anni.**

I parametri forniti, in funzione di quanto previsto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale. La Nuova Normativa Tecnica per le Costruzioni prevede, relativamente alla caratterizzazione sismica di un sito (D.M. 14/01/2008 – Capitoli 3.2 e 7.11), la determinazione del valore  $V_{S,30}$ , inteso come velocità media di propagazione delle onde di taglio (S) entro i primi 30 m di profondità, al di sotto del piano di fondazione.

Tale determinazione è stata effettuata sia attraverso indagini di tipo geofisico, come le prospezioni sismiche MASW che forniscono indicazioni dirette relativamente al valore di  $V_{S,30}$ , sia mediante prove geotecniche dirette del tipo SPT che mediante analisi e prove di laboratorio per la determinazione della resistenza non drenata. Queste indagini geotecniche, infatti, consentono mediante correlazioni empiriche di risalire al valore di  $V_{S,30}$ .

Si riportano nel seguito le categorie di sottosuolo previste dalla normativa vigente:

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

La norma differenzia altre due categorie di terreni che necessitano di studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

- S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di  $V_{S,30}$  inferiori a 100 m/s (ovvero  $10 < c_{u,30} < 20$  kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Linea Catania - Palermo</b> <b>Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</b>					
	<b>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</b>	COMMESSA <b>RSJ1</b>	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In relazione alla campagna di indagini condotte ed alle specifiche prove a disposizione, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione delle n. 5 prove MASW appositamente realizzate. Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle prove effettuate, contenente i valori di  $V_{s,30}$  determinati, la categoria di sottosuolo corrispondente e una sintesi dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza della prova.

Sigla	Tipologia indagine	$V_{s,30}$	Categoria di sottosuolo	Assetto litostratigrafico
S4	Prova MASW	403	B	Depositi alluvionali terrazzati in appoggio sulle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova
S6	Prova MASW	321	C	Depositi alluvionali recenti in appoggio sulla Formazione Terravecchia
S7	Prova MASW	447	B	Depositi alluvionali terrazzati in appoggio sulle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova
S9	Prova MASW	367	B	Depositi alluvionali terrazzati in appoggio sulla Formazione Terravecchia
S10	Prova MASW	282	C	Depositi alluvionali recenti in appoggio sulla Formazione Terravecchia

**Tabella 4 – Tabella di sintesi delle indagini geofisiche realizzate, con indicazione dei valori di  $V_{s,30}$  ricavati, della relativa categoria di sottosuolo e dell'assetto litostratigrafico in corrispondenza delle prove.**

In relazione a quanto emerso dalle analisi geofisiche condotte, tutti i settori di territorio con substrato affiorante o sub-affiorante e le aree con depositi alluvionali terrazzati, su substrato di riferimento, possono essere caratterizzati con una categoria di sottosuolo di tipo B. Al contrario, i settori di territorio contraddistinti dalla presenza di depositi alluvionali attuali e recenti in appoggio sul substrato geologico di riferimento possono essere caratterizzati con una categoria di sottosuolo di tipo C.

Ad ogni modo, si sottolinea il carattere preliminare delle suddette attribuzioni per l'area di intervento. Nelle successive fasi progettuali dovranno quindi essere approfondite tutte le questioni inerenti la definizione delle caratteristiche sismiche dei terreni presenti nei settori di intervento. Tali approfondimenti dovranno essere realizzati mediante ulteriori indagini geofisiche nelle specifiche aree di interesse, in modo da investigare in maniera puntuale e dettagliata tutte le condizioni geologico stratigrafiche rinvenute lungo il tracciato ferroviario in progetto.

### 13 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel corso dello studio sono state consultate ed analizzate le indagini geognostiche appositamente realizzate nei settori di territorio interessati dagli interventi in progetto. L'intero set a disposizione ha permesso, quindi, di configurare un quadro di conoscenze esaustivo circa l'assetto litostratigrafico dell'area e di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento progettuale, le caratteristiche litotecniche ed idrogeologiche dei litotipi interessati dalle opere in progetto. Nell'ambito del presente studio, sono state realizzate le seguenti indagini di sito:

- n. 10 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, tutti strumentati con piezometro a tubo aperto;
- n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione;
- n. 5 prospezioni sismiche MASW.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Linea Catania - Palermo</b> <b>Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA <b>RSJ1</b>	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0

Nella tabella seguente è riportata una sintesi di tutti i sondaggi geognostici realizzati nella presente fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, tipologia, strumentazione, quota, profondità, SPT e numero totale dei campioni sia indisturbati che rimaneggiati).

Sigla	Tipologia indagine e strumentazione	Quota s.l.m.	Profondità	SPT	Campioni
S01	Sondaggio attrezzato con piezometro	148.50	30.00	8	7
S02	Sondaggio attrezzato con piezometro	160.00	30.00	7	8
S03	Sondaggio attrezzato con piezometro	150.40	30.00	3	9
S04	Sondaggio attrezzato con piezometro	154.00	40.00	10	9
S05	Sondaggio attrezzato con piezometro	163.70	40.00	10	7
S06	Sondaggio attrezzato con piezometro	171.90	40.00	7	9
S07	Sondaggio attrezzato con piezometro	149.00	40.00	10	6
S08	Sondaggio attrezzato con piezometro	185.30	30.00	4	8
S09	Sondaggio attrezzato con piezometro	198.79	30.00	4	7
S11	Sondaggio attrezzato con piezometro	204.00	40.00	4	11

**Tabella 5 – Sintesi dei sondaggio geognostici realizzati nella presente fase progettuale.**

Nella tabella seguente è riportata una sintesi di tutte le indagini geofisiche realizzate nella presente fase progettuale, con indicazione dei principali dati tecnici relativi ad ogni singola indagine (sigla, tipologia, lunghezza).

Sigla	Tipologia indagine	Lunghezza (m)
LINEA 2	Sismica a rifrazione tomografica	150
LINEA 8	Sismica a rifrazione tomografica	150
S4	Prova MASW	57.5
S6	Prova MASW	57.5
S7	Prova MASW	57.5
S9	Prova MASW	57.5
S10	Prova MASW	57.5

**Tabella 6 – Sintesi delle prospezioni geofisiche realizzate nella presente fase progettuale.**

	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>				
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA RSJ1</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. FOGLIO 0 58 di 82</p>

## 14 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Nel corso dello studio sono state consultate ed analizzate tutte le indagini geognostiche appositamente realizzate nei settori di territorio interessati dagli interventi in progetto. L'analisi critica dell'intero *set* di dati derivanti dalle indagini di sito e dalle prove di laboratorio, condotte su campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno e roccia, ha permesso di configurare un quadro di conoscenze geologico-tecniche adeguato alla presente fase progettuale.

In relazione a quanto emerso dagli approfondimenti condotti, è stato possibile definire le principali caratteristiche fisico-meccaniche delle differenti unità geologiche intercettate dal tracciato di progetto. Nel seguito si riporta quindi una sintesi delle metodologie di analisi impiegate e, ovviamente, delle principali caratteristiche litotecniche delle unità geologiche di interesse.

### 14.1 Analisi dei dati

Le principali caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni in esame sono state determinate, in particolare, mediante un'analisi statistica dell'intero *set* di dati geotecnici a disposizione. Esso deriva ovviamente sia dalle numerose indagini di sito e di laboratorio appositamente condotte che dalle informazioni bibliografiche reperite per i termini litologici in questione. Per quanto riguarda l'analisi e l'interpretazione delle indagini geotecniche di sito e delle prove fisico-meccaniche di laboratorio, si sottolinea come la determinazione dei parametri di riferimento per le differenti unità litotecniche sia stata condotta utilizzando volta per volta tutti i dati disponibili. Ovviamente, nel corso delle verifiche si è cercato il più possibile di individuare ed isolare eventuali valori anomali dovuti dall'esecuzione non corretta delle prove o al particolare assetto litostratigrafico dell'area.

I *range* di valori proposti, dunque, risultano rappresentativi del comportamento medio dei terreni presenti nei diversi settori di intervento, limitatamente alle profondità investigate. La variazione dei valori proposti è riconducibile, ovviamente, sia all'eterogeneità di comportamento delle singole unità litotecniche che alla variazione di tali caratteristiche in relazione allo stato di alterazione/fessurazione dei materiali e alla profondità dal piano campagna dello specifico orizzonte litologico considerato.

Relativamente alle prove penetrometriche condotte nei fori di sondaggio, le analisi sono state condotte mediante uno studio comparativo dei valori geotecnici derivanti dall'applicazione delle principali correlazioni empiriche presenti in letteratura, in modo da minimizzare gli errori dovuti all'applicazione di relazioni non perfettamente calzanti al locale contesto litostratigrafico di riferimento. Infine, per la definizione delle caratteristiche litotecniche non direttamente deducibili dalle prove geotecniche a disposizione, le parametrizzazioni sono state estrapolate dagli studi bibliografici disponibili e da pregresse esperienze degli scriventi su unità geologiche affini a quelle di interesse.

### 14.2 Unità litotecniche

Nelle pagine che seguono vengono proposti i *range* di variazione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei termini litologici ascritti alle differenti unità individuate nell'area ed interessate dalle opere in progetto. Come detto, le caratterizzazioni proposte sono la sintesi critica dell'intero *set* di dati geotecnici a disposizione e sono indicative, quindi, del comportamento medio di ogni singola unità litotecnica, a meno di particolari anisotropie e disomogeneità di tipo di sia litologico che meccanico.

Per ogni unità vengono forniti, quindi, tutti i parametri fisico-meccanici più rappresentativi ai fini progettuali, ovviamente distinti in relazione al tipo di comportamento meccanico medio (coesivo, granulare,

pseudo-lapideo). In aggiunta, si riportano anche le principali caratteristiche litologiche delle varie unità, sempre con diretto riferimento a quanto riportato nelle cartografie tematiche in allegato alle presenti note.

#### 14.2.1 Unità di substrato

Nel seguito, si riporta una dettagliata descrizione di tutte le unità litotecniche riferibili alle sequenze sedimentarie di substrato, compresi i parametri fisico-meccanici più rappresentativi dal punto di vista applicativo. Le parametrizzazioni fisico-meccanica di seguito riportate sono state basate sui dati delle prove di laboratorio condotte, sulle risultanze delle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio e sulle informazioni bibliografiche riportate in letteratura.

##### 14.2.1.1 Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova (AAC)

L'unità in questione, a comportamento prevalentemente coesivo, è rappresentata da argille limose e argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro (AAC), a struttura scagliosa o indistinta, con frequenti livelli di sabbie limose grigie, passaggi di marne argillose grigio-verdastre e locali intercalazioni di arenarie medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio dell'unità possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 19.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$
- Coesione non drenata  $c_u = 100 \div 200 \text{ kPa}$
- Coesione efficace  $c' = 10 \div 20 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 25 \div 28^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-9} \div 10^{-6} \text{ m/s}$

Una porzione dell'unità, a comportamento generalmente pseudo-lapideo, è formata invece arenarie glauconitiche medio-fini di colore grigio e giallastro (AACa), in strati da sottili a molto spessi, talora fino a megastri, con frequenti intercalazioni di argille marnose e marne argillose di colore grigio e grigio-verdastro, in strati da sottili a medi. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questo intervallo possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 22.0 \div 23.0 \text{ kN/m}^3$
- Geological Strength Index  $GSI = 35-40$
- Coesione  $c' = 200 \div 350 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito  $\phi' = 45 \div 55^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-6} \div 10^{-3} \text{ m/s}$

##### 14.2.1.2 Flysch Numidico (FYN)

La presente unità, a comportamento essenzialmente coesivo, è formata da marne argillose di colore nerastro (FYN), a struttura prevalentemente indistinta, passanti verso l'alto ad argille marnose di colore grigio e grigio-verdastro, a struttura scagliosa o indistinta, con frequenti livelli di sabbie limose grigie e locali intercalazioni di quarzareniti medio-fini grigie e giallastre, in strati da sottili a medi. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio dell'unità possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 18.0 \div 19.0 \text{ kN/m}^3$
- Coesione non drenata  $c_u = 60 \div 160 \text{ kPa}$

- Coesione efficace  $c' = 10 \div 20$  kPa
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 19 \div 22$  °
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-9} \div 10^{-6}$  m/s

#### 14.2.1.3 Formazione Terravecchia (TRV)

Questa unità, a comportamento coesivo, è costituita da argille marnose e marne argillose di colore grigio, grigio-azzurro e grigio-verdastro (**TRV**), a struttura scagliosa o sottilmente stratificata, con frequenti livelli di sabbie limose grigie e giallastre, passaggi di marne grigie e locali lenti di conglomerati poligenici a clasti eterometrici, da sub-arrotondati ad arrotondati. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio dell'unità possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 20.5 \div 21.5$  kN/m<sup>3</sup>
- Coesione non drenata  $c_u = 130 \div 230$  kPa
- Coesione efficace  $c' = 15 \div 25$  kPa
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 25 \div 28$  °
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-9} \div 10^{-6}$  m/s

Una porzione dell'unità, sempre a comportamento coesivo, è invece formata da argille limose e argille marnose di colore grigio e marrone (**TRVa**), a struttura scagliosa o indistinta, con locali livelli di sabbie limose grigie e rare ghiaie poligeniche da angolose a sub-angolose. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questo intervallo possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 19.5 \div 20.5$  kN/m<sup>3</sup>
- Coesione non drenata  $c_u = 80 \div 180$  kPa
- Coesione efficace  $c' = 10 \div 20$  kPa
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 22 \div 25$  °
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-10} \div 10^{-7}$  m/s

#### 14.2.2 Unità di copertura

Nelle pagine che seguono vengono descritte, nel dettaglio, tutte le unità litotecniche riferibili ai depositi continentali di copertura, compresi i parametri fisico-meccanici più rappresentativi dal punto di vista applicativo. Le parametrizzazioni fisico-meccaniche di seguito riportate sono state basate sui dati delle prove di laboratorio condotte, sulle risultanze delle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio e sulle informazioni bibliografiche riportate in letteratura.

##### 14.2.2.1 Depositi alluvionali terrazzati (**b<sub>n</sub>**)

La parte più grossolana di tale unità, a comportamento essenzialmente granulare, è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora con blocchi angolosi, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si rinvencono inoltre sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questa porzione possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 19.5 \div 20.5$  kN/m<sup>3</sup>

- Densità relativa  $D_r = 35 \div 55 \%$
- Coesione efficace  $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 26 \div 32^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-6} \div 10^{-1} \text{ m/s}$

La parte più fine dell'unità, a comportamento coesivo, è invece costituita da argille limose e limi argillosi di colore bruno e nocciola, a struttura indistinta o laminata, con locali passaggi sabbioso-limosi grigiastri, rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e locali livelli di torbe e terreni organici nerastrati. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questa porzione possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 19.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$
- Coesione non drenata  $c_u = 40 \div 80 \text{ kPa}$
- Coesione efficace  $c' = 5 \div 10 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 20 \div 23^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-10} \div 10^{-7} \text{ m/s}$

#### 14.2.2.2 Depositi alluvionali recenti (**b<sub>h</sub>**)

La parte più grossolana dell'unità, a comportamento granulare, è composta da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, talora con blocchi angolosi, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si rinvencono anche sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e rari blocchi angolosi. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questa porzione possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Densità relativa  $D_r = 30 \div 50 \%$
- Coesione efficace  $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 24 \div 30^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-6} \div 10^{-1} \text{ m/s}$

La porzione più fine invece, a comportamento essenzialmente coesivo, è costituita da argille limose e limi argillosi di colore grigio e nocciola, a struttura indistinta o laminata, con locali passaggi sabbioso-limosi grigiastri, rare ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate e locali livelli di torbe e terreni organici nerastrati. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questa porzione possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Coesione non drenata  $c_u = 30 \div 70 \text{ kPa}$
- Coesione efficace  $c' = 5 \div 10 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 19 \div 22^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-10} \div 10^{-7} \text{ m/s}$

#### 14.2.2.3 Depositi alluvionali attuali (**b<sub>1</sub>**)

L'unità in questione, a comportamento marcatamente granulare, è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-angolose ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Si rinvencono inoltre sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio e giallastro, a struttura indistinta o laminata, con locali ghiaie poligeniche da sub-angolose ad arrotondate. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio dell'unità possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Densità relativa  $D_r = 30 \div 50 \%$
- Coesione efficace  $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 24 \div 30^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-6} \div 10^{-1} \text{ m/s}$

#### 14.2.2.4 Depositi eluvio-colluviali (**b<sub>2</sub>**)

La porzione medio-grossolana dell'unità, a comportamento prevalentemente granulare, è composta da limi argilloso-sabbiosi di colore marrone e oca, a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questa porzione possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 17.5 \div 18.5 \text{ kN/m}^3$
- Densità relativa  $D_r = 20 \div 40 \%$
- Coesione efficace  $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 19 \div 22^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-6} \div 10^{-3} \text{ m/s}$

La porzione più fine invece, a comportamento essenzialmente coesivo, è formata da argille limoso-sabbiose di colore bruno e nocciola, a struttura caotica o indistinta, con abbondanti resti vegetali e frequenti ghiaie e ciottoli poligenici, da angolosi a sub-arrotondati. I parametri fisico-meccanici rappresentativi del comportamento litotecnico medio di questa porzione possono essere riassunti come segue:

- Peso per unità di volume  $\gamma_{nat} = 17.5 \div 18.5 \text{ kN/m}^3$
- Coesione non drenata  $c_u = 20 \div 50 \text{ kPa}$
- Coesione efficace  $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$
- Angolo di attrito efficace  $\phi' = 17 \div 20^\circ$
- Coefficiente di permeabilità  $k = 10^{-10} \div 10^{-7} \text{ m/s}$

## 15 CRITICITÀ E DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

A conclusione delle presenti note, vengono di seguito sintetizzati i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RSJ1</td> <td>02</td> <td>R 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>0</td> <td>63 di 82</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RSJ1	02	R 69 RG	GE 00 01 001	0	63 di 82
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RSJ1	02	R 69 RG	GE 00 01 001	0	63 di 82								

## 15.1 Criticità geologiche

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto stratigrafico-strutturale dell'area e con la sismicità attuale della Sicilia orientale. Per questo secondo aspetto, in particolare, si rimanda a quanto riportato nel Capitolo 12 "Sismicità dell'area", dove sono descritte in maniera dettagliata le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed i principali elementi di pericolosità dal punto di vista sismico.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi continentali fortemente eterogenei, sia dal punto litologico che per quanto concerne le caratteristiche fisico-meccaniche. Nei settori di piana alluvionale, in particolare nella zona del F. Dittaino, è possibile la presenza di orizzonti di depositi fluviali con caratteristiche geotecniche mediocri o addirittura scadenti.

In particolare, gli orizzonti di terreni coesivi meno competenti sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica. I livelli granulari meno addensati, invece, presentano una discreta resistenza al taglio ed una modesta compressibilità elastica.

Inoltre, è opportuno segnalare la diffusa presenza di coltri di copertura di genesi pedologica e detritico-colluviale. Tali terreni, infatti, presentano un comportamento meccanico generalmente scadente, fortemente eterogeneo e di certa inaffidabilità geotecnica, tale da consigliarne la bonifica preventiva ai fini dell'individuazione del piano di posa delle strutture fondali e dei rilevati ferroviari, se impegnati in maniera diretta.

In generale, sia i depositi eluvio-colluviali che quelli alluvionali attuali e recenti non garantiscono alcun tipo di tenuta lungo i fronti di scavo, neanche nel breve periodo e soprattutto se esposti agli agenti atmosferici. Nel caso di opere realizzate in settori di affioramento dei suddetti depositi, quindi, dovranno essere previste indagini puntuali finalizzate a specifiche analisi di carattere geotecnico per la definizione delle effettive condizioni di stabilità di eventuali tagli o scarpate, anche se provvisori o temporanei.

Un ulteriore elemento di potenziale criticità geologica per le opere in progetto è rappresentato dai numerosi allineamenti strutturali e tettonici che interessano buona parte dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in esame. Tali elementi sono rappresentati, come detto, da faglie dirette e trastensive ad alto angolo, localmente responsabili della giustapposizione di litotipi con caratteristiche litotecniche profondamente differenti e spesso associate ad ampie fasce di deformazione tettonica o di cataclasi. Nelle successive fasi progettuali tale condizione dovrà opportunamente essere verificata per entrambe i tratti in galleria, dove la presenza di importanti fasce tettoniche rappresenta un elemento di particolare criticità per le opere in progetto.

Infine, relativamente alle successioni marine impegnate dalle opere in sotterraneo, si sottolinea la possibile presenza di venute di gas in corrispondenza dei termini litologici della Formazione Terravecchia (Granath & Casero 2004), che rappresenta una nota riserva di gas sotterranei nell'isola siciliana. Al contrario, non sono presenti informazioni bibliografiche e storiche circa la presenza di gas all'interno delle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova, che risultano direttamente interessate dal tratto in galleria più orientale.

## 15.2 Criticità geomorfologiche

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di numerosi movimenti di versante (frane s.s. e deformazioni superficiali lente) e di estesi fenomeni di erosione superficiale, essenzialmente connessi all'assetto geologico-strutturale dell'area e all'evoluzione geomorfologica recente di questo settore di catena. Nei settori di intervento sono presenti, infatti, dissesti riconducibili sia a fenomeni di deformazione viscosa

delle coltri (*creep* e/o soliflusso) che a movimenti franosi s.s.. Si tratta, in buona sostanza, di fenomeni poco estesi e piuttosto superficiali, che coinvolgono generalmente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale.

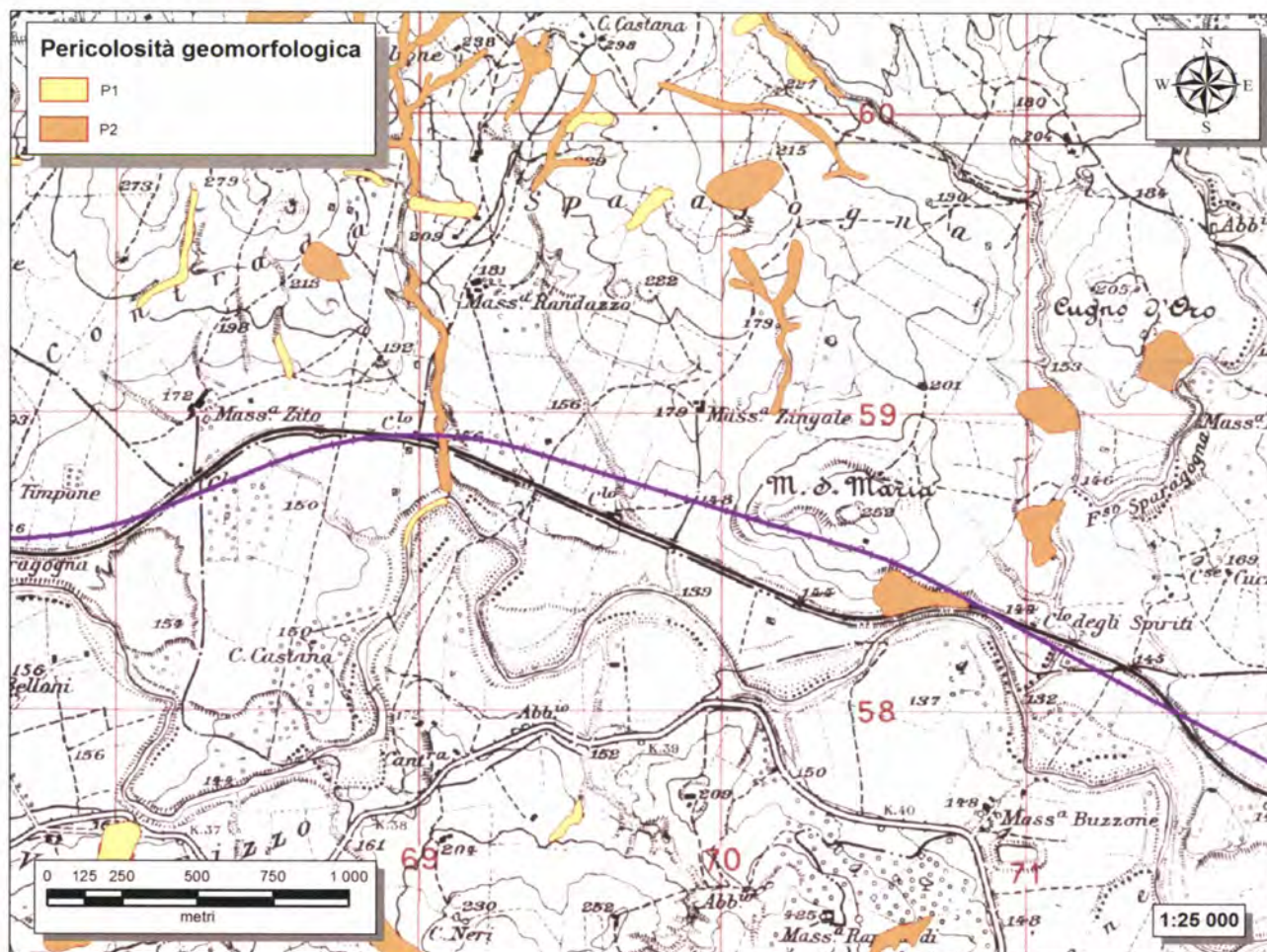


Figura 32 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005), con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

In generale, per i tratti all'aperto tali fenomeni di versante non rappresentano degli elementi di particolare criticità per le opere in progetto. Infatti, queste ricadono essenzialmente lungo il fondovalle del F. Dittaino e quindi ad una certa distanza dai dissesti stessi, fuori dall'area d'interferenza diretta. Anche per la galleria più occidentale, i suddetti fenomeni non rappresentano elementi di potenziale criticità per le opere, in quanto non direttamente interferenti con le stesse. Nel caso della galleria più orientale, nei pressi di Catenanuova, gli imbocchi sono invece interessati da un'estesa area a franosità diffusa (crolli e colamenti superficiali). La ridotta intensità dei fenomeni e i modesti volumi delle masse instabili non determinano livelli di criticità ostativi per le opere in progetto ma, comunque, andranno attentamente investigati e tenuti in considerazione nella progettazione degli interventi.

Quanto detto trova parziale riscontro nelle cartografie tematiche del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005), dove è riportata la presenza di un'area di pericolosità geomorfologica media (P2) in



corrispondenza dell'imbocco Est della galleria più orientale, connesso ad una zona con fenomeni di erosione accelerata lungo il rilievo. A questa, si aggiunge un'ulteriore area a pericolosità geomorfologica media (**P2**) all'altezza del km 9+382, essenzialmente dovuta ai fenomeni di erosione ed approfondimento dell'alveo.

Ad ogni modo, il livello di criticità specifica dei fenomeni di dissesto è relativo all'attuale contesto antropico e morfo-climatico dell'area. Pertanto, la possibile influenza dei fenomeni di dissesto sulle opere in progetto andrà puntualmente valutata ed analizzata in funzione delle specifiche scelte progettuali. Ulteriori approfondimenti progettuali ed apposite indagini di sito consentiranno quindi di definire le specifiche caratteristiche dei movimenti di versante e la possibile interferenza con le opere in progetto, in particolare in riferimento all'evoluzione dei singoli fenomeni individuati.

### 15.3 Criticità idrogeologiche

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia la presenza di diverse falde idriche sotterranee all'interno dei differenti acquiferi individuati lungo il tracciato ferroviario in esame. Tali falde infatti potrebbero rappresentare dei potenziali elementi di criticità per le opere in progetto, sia per le possibili venute d'acque lungo i fronti di scavo che per la notevole influenza esercitata sul comportamento meccanico dei termini litologici attraversati.

I dati piezometrici a disposizione evidenziano, infatti, la presenza di alcune falde freatiche poste essenzialmente all'interno degli orizzonti più permeabili dei depositi alluvionali che colmano il fondovalle del F. Dittaino. Tali acquiferi sono rappresentati da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico e costituiscono dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi.

In particolare, i depositi alluvionali attuali e recenti del F. Dittaino sono sede di una falda idrica sotterranea di discreta importanza, sempre sostenuta dai termini argilloso-marnosi del substrato. Tale falda mostra un andamento che ricalca fortemente l'andamento morfologico del fondovalle, anche se risulta influenzato dalle diffuse eterogeneità granulometriche e tessiturali dei terreni. La superficie piezometrica si colloca generalmente a profondità variabili tra 3 e 9 m circa dal p.c., con un gradiente generalmente piuttosto basso e solo localmente influenzato da evidenti variazioni di permeabilità dell'acquifero.

Gli ulteriori acquiferi alluvionali presenti nei settori di studio sono quelli relativi ai depositi terrazzati ampiamente presenti ai margini del fondovalle del F. Dittaino. Tali acquiferi poggiano sempre sui litotipi essenzialmente pelitici del substrato ma, al contrario dei precedenti, sono caratterizzate da falde di modesta importanza e a carattere essenzialmente stagionale. Le profondità della superficie piezometrica sono estremamente variabili, ma risultano generalmente comprese tra i 5 e 10 m circa.

Infine, i litotipi arenaceo-marnosi e calcareo-marnosi del substrato infra-cenozoico rappresentano degli acquiferi di scarsa rilevanza dal punto di vista idrogeologico, sia per la bassa trasmissività dei terreni che per la ridotta estensione areale e verticale degli stessi. In generale, sono sede di falde sotterranee con carattere prevalentemente stagionale, contraddistinte da deflusso idrico sotterraneo frazionato e fortemente eterogeneo. Per quanto riguarda i tratti in galleria, si rimarca la possibile presenza di venute d'acqua in corrispondenza dei suddetti passaggi lapidei e, soprattutto, lungo le estese fasce cataclastiche che li interessano.

Gli acquiferi presenti nel settore di studio non sono oggetto di sfruttamento intensivo o di rilevanza strategica va, comunque, segnalata la presenza di sporadici pozzi ad uso idropotabile e irriguo nel settore di Catenanuova. In relazione a tale contesto di riferimento la progettazione degli interventi dovrà consentire di minimizzare l'impatto sugli acquiferi, sia in fase di cantierizzazione sia in fase di esercizio, e in particolare nei settori di fondovalle dove la vulnerabilità degli acquiferi risulta più elevata in relazione alla ridotta soggiacenza.

## 15.4 Descrizione dei settori d'intervento

Le analisi condotte e le ricostruzioni degli assetti geologico-strutturali riportati in carta hanno permesso di definire, in maniera commisurata al grado di approfondimento del progetto in corso, il contesto geologico di riferimento e tutti gli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. Nelle pagine che seguono viene quindi analizzato l'intero settore di intervento, opportunamente suddiviso in tratti omogenei dal punto di vista litostratigrafico, strutturale, geomorfologico e idrogeologico. Per ogni singolo tratto, in particolare, vengono descritte tutte le principali caratteristiche geologiche *s.l.* e gli aspetti più salienti ai fini progettuali.

Nel seguito, si fa quindi esplicito riferimento a quanto riportato nell'apposita cartografia tematica, in allegato alla presente relazione, ed al profilo longitudinale ricostruito lungo l'asse del tracciato ferroviario. In particolare, per quanto concerne le unità geologiche presenti nei vari settori di interesse, si riportano direttamente i nomi e le sigle contenute nelle diverse cartografie geologiche realizzate a corredo della presente relazione. Infine, per quanto riguarda gli spessori e l'assetto delle singole unità litostratigrafiche, si fa riferimento ai dati contenuti negli studi bibliografici a disposizione e alle risultanze delle diverse indagini geognostiche appositamente realizzate lungo il tracciato in esame.

### 15.4.1 Tratto compreso tra il km 0+000 e il km 1+510

Il tratto in questione si colloca nella porzione più occidentale dell'area di studio, a quote comprese tra i 196.6 ed i 205.2 m circa s.l.m. Il tracciato in esame attraversa, per buona parte del suo sviluppo, i termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**b<sub>b</sub>**) e lembi poco estesi di depositi alluvionali attuali (**b<sub>a</sub>**). I suddetti terreni presentano spessori mediamente variabili tra 4.5 e 8.0 m e risultano ricoperti, in parte, da riporti antropici e depositi eluvio-colluviali (**b<sub>2</sub>**) di esiguo spessore. Localmente, nei settori centrali e orientali del tratto, il tracciato intercetta i litotipi dei depositi alluvionali terrazzati (**b<sub>n</sub>**), sempre caratterizzati da spessori compresi tra 3.5 e 8.0 m circa. Il substrato geologico dell'area è costituito, praticamente ovunque, dai terreni a dominante pelitica della Formazione Terravecchia (**TRV**).



Foto 9 – Vista panoramica del tratto di intervento compreso tra il km 0+000 e il km 1+510, ripreso dalla S.S. 192.

Dal punto di vista geomorfologico, l'unico elemento potenziale criticità è rappresentato dall'alveo in approfondimento intercettato al km 0+517. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza di locali corpi idrici sotterranei di scarsa rilevanza all'interno dei orizzonti sabbioso-limosi presenti all'interno della Formazione Terravecchia, con superficie piezometrica posta a circa 14.3 m di profondità dal p.c..

#### 15.4.2 Tratto compreso tra il km 1+510 e il km 3+285

Questo tratto ricade nuovamente nella porzione più occidentale dell'area di intervento, a quote variabili tra i 181.4 ed i 195.0 m circa s.l.m. Il tratto in questione interessa, prevalentemente, i terreni olocenici dei depositi alluvionali recenti ( $b_b$ ) e attuali ( $b_a$ ). Tali litotipi sono caratterizzati da spessori generalmente compresi tra 4.0 e 9.5 m circa e sono localmente ricoperti da riporti antropici e depositi eluvio-colluviali ( $b_2$ ) di ridotta potenza. Nei settori più orientali della tratta in questione, il tracciato intercetta un lembo poco esteso di depositi alluvionali terrazzati ( $b_n$ ), con uno spessore massimo di 2.0 m circa. Ancora una volta, il substrato geologico del settore in esame è rappresentato dai litotipi prevalentemente argilloso-marnosi della Formazione Terravecchia (**TRV**).



**Foto 10 – Vista panoramica della porzione più orientale del tratto di intervento compreso tra il km 1+510 e il km 3+285, ripreso dai settori di fondovalle del F. Dittaino.**

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, i principali elementi di potenziale criticità per le opere in progetto sono rappresentati dal corso del F. Dittaino, intercettato tra il km 2+445 e il km 2+556, e da due alvei con una marcata tendenza all'approfondimento, presenti all'altezza del km 2+252 e del km 3+178. Sotto il profilo idrogeologico, invece, non sono disponibili dati diretti circa l'eventuale presenza di corpi idrici sotterranei all'interno dei depositi di copertura o nei termini litologici del substrato.

#### **15.4.3 Tratto compreso tra il km 3+285 e il km 4+090**

Il tratto in esame ricade nella porzione occidentale dell'area di studio, a quote comprese tra i 186.6 ed i 231.6 m circa s.l.m. Nella parte iniziale il tracciato attraversa i termini litologici dei depositi alluvionali terrazzati (**b<sub>n</sub>**), con spessore variabile tra 3.0 e 10.5 m, e lembi poco estesi di depositi eluvio-colluviali (**b<sub>2</sub>**), posti in corrispondenza dell'area impluviale che taglia il versante in direzione circa N-S. Nella parte Sud-occidentale della tratta in galleria, il tracciato in progetto intercetta i litotipi argilloso-marnosi della Formazione Terravecchia (**TRV**) mentre, nella porzione Nord-orientale della galleria, il tracciato attraversa una spessa porzione di argille brecciate (**TRVa**) intercalate nei termini litologici del substrato. Infine, lungo il versante Nord-orientale e in corrispondenza della porzione sommitale del rilievo, si rinvencono ulteriori lembi di depositi alluvionali terrazzati (**b<sub>n</sub>**), con potenza massima di 7.5 m circa.



**Foto 11 – Vista panoramica dell’imbocco Nord-orientale della galleria in esame, ripresa dai settori di fondovalle.**

Dal punto di vista geomorfologico, l’imbocco Sud-occidentale della galleria risulta privo di elementi di particolare criticità per le opere in progetto, a meno di un modesto solco di erosione concentrata che taglia il rilievo in direzione circa N-S. L’imbocco Nord-orientale, invece, si colloca in corrispondenza della parte bassa di un esteso versante caratterizzato da estesi fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (*creep* e/o soliflusso) e diversi colamenti in terra attivi. In particolare, i suddetti fenomeni franosi non interessano direttamente il settore di imbocco della galleria e, all’attuale stato dei luoghi, non rappresentano degli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto. La porzione Nord-orientale del tratto in galleria, inoltre, intercetta in pianta la zona di testata di uno dei suddetti colamenti in terra attivi. Ancora una volta, i suddetti fenomeni non costituiscono elementi di criticità per il tracciato ferroviario in esame per via del ridotto spessore delle masse instabili e delle relative coperture della galleria. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza di corpi idrici sotterranei poco estesi all’interno dei depositi alluvionali terrazzati o degli orizzonti sabbioso-limosi della Formazione Terravecchia, con superficie piezometrica posta tra i 9.6 ed i 10.4 m di profondità dal p.c..

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA RSJ1</p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. 0</p>	<p>FOGLIO 70 di 82</p>

#### 15.4.4 Tratto compreso tra il km 4+090 e il km 4+835

Il presente tratto ricade nella porzione centro-orientale del settore di interesse, a quote variabili tra i 176.6 ed i 188.1 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per gran parte del suo sviluppo, i litotipi a dominante pelitica delle argille brecciate (**TRVa**) intercalate nella successione del substrato. Verso il basso, tali terreni poggiano ovviamente sui depositi argilloso-marnosi della Formazione Terravecchia (**TRV**) e su un'ulteriore intercalazione di argille brecciate di spessore decimetrico. In corrispondenza dei principali corsi d'acqua dell'area, si rinvengono locali depositi alluvionali recenti (**b<sub>b</sub>**) e attuali (**b<sub>a</sub>**), con uno spessore massimo di circa 7.3 m. Infine, in corrispondenza delle parti basse dei rilievi, sono presenti lembi poco spessi di depositi alluvionali terrazzati (**b<sub>n</sub>**) e locali coperture di genesi detritica ed eluvio-colluviale (**b<sub>2</sub>**).

Sotto il profilo geomorfologico gli elementi di potenziale criticità per le opere in progetto sono rappresentati da due alvei in approfondimento presenti all'altezza del km 4+143 e del km 4+533. Nella porzione Nord-orientale del tratto, il tracciato lambisce un'estesa area a calanchi che comunque, all'attuale stato dei luoghi, non rappresenta un elemento di criticità per le opere in questione. I suddetti fenomeni infatti, nonostante l'evidente stato di attività, risultano piuttosto superficiali e senza possibilità di ampliamento nei settori di versante attualmente stabili. Dal punto di vista idrogeologico, si sottolinea ancora una volta la presenza di locali corpi idrici sotterranei poco rilevanti all'interno dei orizzonti sabbioso-limosi del substrato, con superficie piezometrica posta a circa 10.4 m di profondità dal p.c..

#### 15.4.5 Tratto compreso tra il km 4+835 e il km 5+765

Il tratto in questione si colloca nella porzione centrale dell'area di studio, a quote variabili tra i 170.2 ed i 176.6 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per buona parte del suo sviluppo, i depositi fluviali recenti (**b<sub>b</sub>**) di una estesa conoide alluvionale presente lungo il margine settentrionale del fondovalle del F. Dittaino. I suddetti terreni presentano uno spessore variabile tra 2.0 e 11.2 m circa e risultano ricoperti, ai margini del fondovalle, da estesi depositi eluvio-colluviali (**b<sub>2</sub>**) di esiguo spessore. Ancora una volta, il substrato geologico del settore in esame è rappresentato dai litotipi argilloso-marnosi della Formazione Terravecchia (**TRV**) e dalle intercalazioni di argille brecciate (**TRVa**) presenti al suo interno.

Dal punto di vista geomorfologico, non sono presenti elementi di particolare criticità per le opere in progetto, a meno di un modesto solco di erosione concentrata posto all'altezza del km 5+196. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti, con livello piezometrico posto circa 7.6 m sotto il p.c. Tale falda è probabilmente alimentata dai principali corsi d'acqua dell'area e risulta sostenuta, nei settori di interesse, dai termini argilloso-marnosi del substrato.

#### 15.4.6 Tratto compreso tra il km 5+765 e il km 6+830

Il tratto in questione si colloca nella porzione centrale del settore di interesse progettuale, a quote variabili tra i 165.1 ed i 172.7 m s.l.m.. Il tracciato intercetta, praticamente ovunque, i termini litologici dei depositi alluvionali recenti (**b<sub>b</sub>**) del fondovalle del F. Dittaino. I suddetti depositi sono sempre relativi alle conoidi alluvionali dei principali corsi d'acqua dell'area e sono caratterizzati, nello specifico, da spessori mediamente compresi tra 4.5 e 11.5 m. Il substrato del settore in esame è rappresentato a SW dai terreni pelitici della Formazione Terravecchia (**TRV**) e a NE dai depositi argilloso-marnosi del Flysch Numidico (**FYN**). In particolare, le suddette unità sono messe in contatto da un esteso sovrascorrimento a basso angolo, a direzione circa E-W, che porta i terreni più antichi del Flysch Numidico ad di sopra dei quelli più recenti della Formazione Terravecchia.

Sotto l'aspetto geomorfologico, gli unici elementi di potenziale criticità sono rappresentati da tre alvei con tendenza all'approfondimento presenti al km 5+855, al km 6+282 e al km 6+744. Dal punto di vista idrogeologico,

	Linea Catania - Palermo					
	Tratta Catenanuova - Raddusa Agira					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RSJ1	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0	FOGLIO 71 di 82

invece, non sono disponibili dati diretti di monitoraggio, anche se si sottolinea la possibile presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del F. Dittaino.

#### 15.4.7 Tratto compreso tra il km 6+830 e il km 8+770

Questo tratto ricade nel settore centrale dell'area di studio, a quote mediamente comprese tra i 154.9 e i 169.8 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa, per gran parte del suo sviluppo, i depositi alluvionali terrazzati ( $b_n$ ) che bordano il fondovalle del F. Dittaino. Tali depositi presentano spessori variabili tra i 3.4 ed i 14.0 m e sono ricoperti, localmente, da riporti antropici di ridotta estensione areale. Nel settore più occidentale del tratto, il tracciato ferroviario intercetta una fascia poco estesa di depositi alluvionali recenti ( $b_b$ ) e attuali ( $b_a$ ) del fosso Sciaguana, con spessori variabili mediamente tra 3.2 e 9.3 m circa. Il substrato dell'area è rappresentato dai litotipi a dominante pelitica del Flysch Numidico (FYN), sempre sovrapposti per contatto tettonico ai terreni argilloso-marnosi della Formazione Terravecchia (TRV).

Anche in questo caso, dal punto di vista geomorfologico l'unico elemento di possibile criticità per le opere è rappresentato dall'alveo del Fosso Sciaguana, dove comunque è prevista la realizzazione di un viadotto. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti del suddetto corso d'acqua, con livello piezometrico posto circa 3.6 m sotto il p.c. Tale falda va probabilmente ad alimentare il principale corso d'acqua dell'area e risulta sostenuta, nei settori di interesse, dai termini argilloso-marnosi del substrato.

#### 15.4.8 Tratto compreso tra il km 8+770 e il km 10+340

Tale tratto si colloca nella porzione cento-orientale del settore di intervento, a quote variabili tra i 149.1 e i 163.2 m circa s.l.m.. La porzione di tracciato interessa essenzialmente i termini litologici dei depositi alluvionali terrazzati ( $b_n$ ) presenti lungo il margine settentrionale del fondovalle del F. Dittaino. I suddetti terreni sono caratterizzati da spessori mediamente compresi tra 3.6 e 14.8 m e sono ricoperti, localmente, da lembi poco estesi di riporti antropici e coltri eluvio-colluviali ( $b_2$ ). In corrispondenza dei diversi corsi d'acqua che solcano l'area si rinvencono, inoltre, locali depositi alluvionali recenti ( $b_b$ ), con spessori mediamente variabili tra 5.8 e 9.6 m. Il substrato geologico dell'area è rappresentato, nella parte più occidentale dell'area, dai terreni argilloso-marnosi del Flysch Numidico (FYN). Verso Est, tali depositi passano ai litotipi prevalentemente pelitici delle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova (AAC) mediamente un sovrascorrimento di importanza regionale, ad asse circa WSW-ENE. Nei settori più orientali dell'area, tale successione è caratterizzata dalla presenza di locali intercalazioni arenaceo-marnose (AACa), che talora possono raggiungere spessori superiori ai 12-13 m.

Dal punto di vista geomorfologico, gli unici elementi di possibile criticità per le opere in progetto sono rappresentati dai diversi alvei in approfondimento presenti a Nord del F. Dittaino, in corrispondenza del km 8+811, del km 8+938, del km 9+382, del km 9+971, del km 10+120 e del km 10+258. Sotto il profilo idrogeologico, infine, si evidenzia la presenza di una falda a superficie libera di scarsa importanza all'interno dei depositi alluvionali terrazzati, con livello piezometrico posto a circa 5.8 m di profondità dal p.c..

#### 15.4.9 Tratto compreso tra il km 10+340 e il km 11+380

Il presente tratto ricade nella porzione orientale del settore di interesse, a quote variabili tra i 145.0 e i 230.7 m circa s.l.m.. Il tracciato, per buona parte del suo sviluppo, i termini litologici essenzialmente pelitici delle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova (AAC), oltre ai locali passaggi arenaceo-marnosi (AACa) intercalati all'interno della successione. Tali terreni risultano interessati da tre faglie dirette ad alto angolo, ad andamento N-S, SW-NE e NNE-SSW, che dislocano sia i settori centrali della dorsale che il margine più orientale della stessa. In particolare, la faglia presente in corrispondenza dell'imbocco Est della galleria risulta chiaramente evidente

	Linea Catania - Palermo					
	Tratta Catenanuova – Raddusa Agira					
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA RSJ1	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0	FOGLIO 72 di 82

all'interno del sondaggio S2, dove sono presenti passaggi pelitici fortemente tettonizzati, localmente cataclasati e costituiti da sabbie a composizione essenzialmente marnosa. La parte più orientale del tratto, infine, è caratterizzata dalla presenza di estesi depositi alluvionali terrazzati ( $b_n$ ), con uno spessore di circa 5.5. m, e di locali coperture detritiche ed eluvio-colluviali ( $b_2$ ).



**Foto 12 – Vista panoramica del versante collinare dove è previsto l'imbocco Est della galleria in esame.**

Dal punto di vista geomorfologico, entrambe gli imbocchi della galleria risultano caratterizzati dalla presenza di un'estesa area a franosità superficiale diffusa, connessa alla presenza di colamenti in terra e crolli in roccia con stato generalmente attivo. I colamenti presentano spessori ed estensione estremamente ridotti e interessano unicamente le coltri di copertura ampiamente presenti lungo il rilievo. I crolli, invece, sono caratterizzati da una elevata velocità di movimento e da una dimensione dei blocchi generalmente piuttosto ridotta, raramente superiore a qualche  $m^3$ . L'imbocco orientale della galleria, inoltre, è interessato anche da diversi solchi di erosione concentrata che tagliano la parte bassa del rilievo e, in particolare, le coltri di copertura detritico-colluviali presenti alla base dello stesso. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza di una falda a superficie libera di scarsa importanza all'interno delle coltri di copertura eluvio-colluviali, con livello piezometrico posto a circa 2.0 m di profondità dal p.c.. Infine, relativamente al tratto in galleria, si rimarca la possibile presenza di venute d'acqua in corrispondenza di eventuali fasce cataclastiche ed orizzonti arenaceo-marnosi intercalati all'interno del substrato pelitico dell'area.

#### **15.4.10 Tratto compreso tra il km 11+380 e il km 12+900**

Il tratto in questione si colloca nei settori orientali dell'area di studio, a quote comprese tra i 134.5 e i 153.0 m circa s.l.m.. Il tracciato attraversa per gran parte del suo sviluppo i depositi alluvionali terrazzati ( $b_n$ ) che bordano, sul fianco settentrionale, il fondovalle del F. Dittaino. I suddetti terreni sono caratterizzati da spessori



mediamente compresi tra 2.5 e 10.3 m e sono ricoperti, localmente, da lembi poco estesi di riporti antropici e coltri eluvio-colluviali (**b<sub>2</sub>**). In corrispondenza dei diversi corsi d'acqua che solcano l'area si rinvencono, inoltre, locali depositi alluvionali recenti (**b<sub>b</sub>**) e attuali (**b<sub>a</sub>**), con spessori mediamente variabili tra 5.1 e 9.5 m. Ancora una volta, il substrato geologico del settore in esame è rappresentato dai litotipi prevalentemente pelitici delle Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova (**AAC**).

Sotto l'aspetto geomorfologico, gli unici elementi di potenziale criticità sono rappresentati da due alvei con tendenza all'approfondimento presenti al km 11+570 e al km 12+434. Dal punto di vista idrogeologico, invece, si evidenzia la presenza di una falda a superficie libera di scarsa importanza all'interno dei depositi alluvionali terrazzati o nelle porzioni più alterate del substrato, con livello piezometrico posto a circa 6.5 m di profondità dal p.c.. Ad ogni modo, si sottolinea anche la possibile presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti e attuali del F. Dittaino.

#### 15.4.11 Tratto compreso tra il km 12+900 e il km 13+710

Questo tratto ricade nella parte più orientale del settore di intervento, a quote variabili tra i 135.6 ed i 149.6 m circa s.l.m. Nella parte iniziale e centrale del tratto, il tracciato intercetta i depositi alluvionali terrazzati (**b<sub>n</sub>**) presenti a Nord del fondovalle del F. Dittaino. Tali terreni sono caratterizzati da spessori mediamente compresi tra 1.5 e 8.4 m e sono ricoperti, a luoghi, da riporti antropici e coltri eluvio-colluviali (**b<sub>2</sub>**) di limitata estensione. Per questo settore, in particolare, si sottolinea la possibile presenza di blocchi e ciottoli eterometrici all'interno dei suddetti depositi. In particolare, nei settori interessati dalla realizzazione di paratie, la presenza di clasti con dimensione fino ad alcuni m<sup>3</sup> influenza fortemente la realizzazione dei scavi e rappresenta, quindi, un elemento di attenzione dal punto di vista progettuale. In corrispondenza del fondovalle del F. Dittaino e dei suoi affluenti maggiori, il tracciato attraversa depositi alluvionali recenti (**b<sub>b</sub>**) e attuali (**b<sub>a</sub>**) con spessore variabile tra 4.6 e 19.7 m. Il substrato geologico dell'area è sempre rappresentato dai litotipi pelitici della Argille e arenarie glauconitiche di Catenanuova (**AAC**).

Dal punto di vista geomorfologico, non sono da rilevare elementi di potenziale criticità per le opere in progetto, a meno di un alveo con tendenza all'approfondimento presente all'altezza del km 13+022 e di un solco di erosione concentrata che lambisce il tracciato al km 13+382. Sotto il profilo idrogeologico, invece, si sottolinea la presenza di una falda a superficie libera di scarsa importanza all'interno dei depositi alluvionali terrazzati o nelle porzioni più alterate del substrato, con livello piezometrico posto a circa 7.8 m di profondità dal p.c.. Inoltre, non è comunque da escludere la possibile presenza di una falda a superficie libera all'interno dei depositi alluvionali recenti e attuali del F. Dittaino.

## 16 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV. (1990) – *Carta geologica della Sicilia centro-orientale (scala 1:50.000)*. S.EL.CA., Firenze.

Accordi B. & Francaviglia A. (1960) – *La geologia del Bacino del Simeto*. Tecnica Agricola, Anno XIII, 3.

Accordi B. (1958) – *Relazione sui rilevamenti geologici del 1956 nei monti Nebroidi (Sicilia Settentrionale)*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **79**, 929-949.

Amodio-Morelli L., Bonari G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippoliti F., Liguori V., Lorenzini S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin Lorenzini E. & Zuppata A. (1976) – *L'arco Calabro-Peloritano nell'orogene Appenninico-Maghrebide*. Memorie della Società Geologica Italiana, **17**, 1-60.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>Linea Catania - Palermo</b> <b>Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</b></p>					
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<p>COMMESSA <b>RSJ1</b></p>	<p>LOTTO 02</p>	<p>CODIFICA R 69 RG</p>	<p>DOCUMENTO GE 00 01 001</p>	<p>REV. 0</p>	<p>FOGLIO 74 di 82</p>

Amore C. & Giuffrida E. (1985) – *L'influenza dell'interrimento dei bacini artificiali del F. Simeto sul litorale del Golfo di Catania*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **103**, 731-753.

Antonoli F., Ferranti L., Lambeck K., Kershaw S., Verrubbi V. & Dai Pra G. (2006) – *Late Pleistocene to Holocene record of changing uplift-rates in southern Calabria and northeastern Sicily (southern Italy, Central Mediterranean Sea)*. Tectonophysics, **422**, 23-40.

APAT (2007) – *Rapporto sulle frane in Italia: il Progetto IFFI. Metodologia, risultati e rapporti regionali*. Rapporti APAT, **78**, 681 pp.

Argnani A. & Bonazzi C. (2005) – *Malta Escarpment fault zone offshore eastern Sicily: Pliocene-Quaternary tectonic evolution based on new multichannel seismic data*. Tectonics, **24**, doi:10.1029/2004TC001656.

Atkinson J. (1997) – *Geotecnica. Meccanica delle terre e fondazioni*. McGraw-Hill, Milano.

Azzaro R. & Barbano M.S. (2000) – *Analysis of seismicity of Southeastern Sicily: proposal of a tectonic interpretation*. Annali di Geofisica, **43**, 1-18.

Azzaro R. & Barbano M.S., Moroni A., Mucciarelli M. & Stucchi M. (2000) – *The seismic history of Catania*. Annals of Seismology, **3**, 235-252.

Azzaro R. (1999) – *Earthquake surface faulting at Mount Etna volcano (Sicily) and implications for active tectonics*. Journal of Geodynamics, **28**, 193-213.

Balboni A., Brugner W. & Valdinucci A. (1958) – *Risultati preliminari dei rilevamenti effettuati nell'anno 1956 in Sicilia SE (Foglio 269 "Paternò")*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **79**, 417-425.

Baratta M. (1901) – *I terremoti d'Italia*. Arnaldo Forni, Bologna.

Barbano M.S. & Rigano R. (2001) – *Earthquake sources and seismic hazard in the southeastern Sicily*. Annali di Geofisica, **44**, 723-738.

Barbano M.S., Bottari A., Carveni P., Cosentino M., Federico B., Fonte G., Lo Giudice E., Lombardo G. & Pataè (1979) – *Macroseismic study of the Gulf of Patti earthquake in the geostructural frame of NE Sicily*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **98**, 155-174.

Barbano M.S., Rigano R., Cosentino M. & Lombardo G. (2001) – *Seismic history and hazard in some localities of south-eastern Sicily*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, **42**, 107-120.

Battaglia M., Bonfanti P., Gottini V. & Rizzo S. (1994) – *Distribuzione degli elementi maggiori, minori ed in tracce nelle acque sotterranee della Piana Costiera di Catania (Sicilia SE)*. Acque Sotterranee, 46.

Bello M., Franchino A. & Merlini S. (2000) – *Structural model of eastern Sicily*. Memorie della Società Geologica Italiana, **55**, 61-70.

Bianca M., Monaco C., Tortorici L. & Cernobori L. (1999) – *Quaternary normal faulting in south-eastern Sicily (Italy): a seismic source for the 1693 large earthquake*. Geophysical Journal International, **139**, 370-394.

Bianchi F., Carbone S., Grasso M., Invernizzi G., Lentini F., Longaretti G., Merlini S. & Monstardini F. (1987) – *Sicilia orientale: profilo geologico Bebrodi-Iblei*. Memorie della Società Geologica Italiana, **38**, 429-458.

Bonardi G., Cello G., Perrone V., Tortorici L., Turco E. & Zuppetta A. (1982) – *The evolution of the northern sector of the Calabria-Peloritani arc in a semiquantitative palynospastic restoration*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **101**, 259-284.

Bonardi G., Giunta G., Liguori V., Perrone V., Russo M. & Zuppetta A. (1976) – *Schema geologico dei Monti Peloritani*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **95**, 49-74.

Boschi E. & Guidoboni E. (2001) – *Catania: Terremoti e Lave dal mondo antico alla fine del Novecento*. INGV-SGA, Editrice Compositori, Bologna, 207-216.

Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. & Valensise G. (1995) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.c. al 1980*. ING-S.G.A., Bologna, 970 pp., con database su CD-ROM.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise L. & Gasperini P. (2000) – *Catalogue of strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997*. Annali di Geofisica, **43**, 609-868.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. & Gasperini P. (1997) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 aC al 1980*. ING-SGA, Bologna.

Bosellini A. (1991) – *Introduzione allo studio delle rocce carbonatiche*. Italo Bovolenta Editore, Ferrara.

Bosellini A., Mutti E. & Ricci Lucchi F. (1989) – *Rocce e successioni sedimentarie*. Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.

Bruschi A. & Crippa A. (2012) – *Prove geotecniche di laboratorio. Guida pratica per la soluzione delle problematiche interpretative e di previsione geotecnica*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Bruschi A. (2010) – *Prove geotecniche in situ. Guida alla stima delle proprietà geotecniche e alla loro applicazione alle fondazioni*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Budhu M. (2007) – *Soil mechanics and foundations (2nd edition)*. Wiley, New York.

Burollet P.F., Mugniot G.M. & Sweeney P. (1978) – *The geology of the Pelagian Block: the margins and basins of southern Tunisia and Tripolitania*. In: Narin A., Kaner W. & Stelhi F.G. (eds): *The ocean basins and margins*. Plenum Press, New York, 331-339.

Butler B.C.M. & Bell J.D. (1996) – *Lettura e interpretazione delle carte geologiche*. Zanichelli Editore, Bologna.

Butler R.W.H., Grasso M., Gardiner W. & Sedgely D. (1997) – *Depositional patterns and their tectonic controls within the Plio-Quaternary carbonate sands and muds of onshore and offshore SE Sicily (Italy)*. Marine and Petroleum Geology, **14**, 879-892.

Carbone S. (2011) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 641 Augusta*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Carbone S., Grasso M. & Lentini F. (1982) – *Considerazioni sull'evoluzione geodinamica della Sicilia sud-orientale dal Cretacico al Quaternario*. Memorie della Società Geologica Italiana, **24**, 362-386.

Carbone S., Grasso M. & Lentini F. (2009) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 634 Catania*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Carbone S., Lentini F. & Branca S. (2010) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 633 Paternò*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Casadio M. & Elmi C. (1999) – *Il manuale del geologo*. Pitagora Editrice, Bologna.

Casati P. (1991) – *Scienze della terra*. Città Studi Edizioni.

Casero P., Cita M.B., Croce M. & De Micheli A. (1984) – *Tentativo di interpretazione evolutiva della Scarpata di Malta basata su dati geologici e geofisici*. Memorie della Società Geologica Italiana, **27**, 233-253.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Linea Catania - Palermo Tratta Catenanuova – Raddusa Agira</p>												
<p>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RSJ1</td> <td>02</td> <td>R 69 RG</td> <td>GE 00 01 001</td> <td>0</td> <td>76 di 82</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RSJ1	02	R 69 RG	GE 00 01 001	0	76 di 82
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RSJ1	02	R 69 RG	GE 00 01 001	0	76 di 82								

Cassa per il Mezzogiorno (1982) – *Indagini idrogeologiche e geofisiche per il reperimento di acque sotterranee per l'approvvigionamento del sistema V-Zona centro-orientale della Sicilia (Catanesa)*. C.M.P. S.p.a., Roma

Castello B., Selvaggi G., Chiarabba C. & Amato A. (2006) – *CSI, Catalogo della sismicità italiana 1981-2002, versione 1.1*. INGV-CNT, Roma. <http://www.ingv.it/CSI/>.

Castiglioni G.B. (1991) – *Geomorfologia (seconda edizione)*. Unione Tipografico-Editrice Torinese, Torino.

Catalano R. & D'Argenio B. (1982) – *Schema geologico della Sicilia*. In: Catalano R. & D'Argenio B. (eds): Guida alla geologia della Sicilia Occidentale, Società Geologica Italiana, Palermo.

Catalano R., Di Stefano P., Sulli A. & Vitale F.P. (1996) – *Paleogeography and structure of the central Mediterranean: Sicily and its offshore area*. Tectonophysics, **260**, 291-323.

Catalano S. & De Guidi G. (2003) – *Late Quaternary uplift of northeastern Sicily: relation with the active normal faulting deformation*. Journal of Geodynamics, **36**, 445-467.

Catalano S., De Guidi G., Romagnoli G., Torrisi S., Tortorici G. & Tortorici L. (2007) – *The migration of plate boundaries in SE Sicily: influence on the large-scale kinematic model of the African Promontory in Southern Italy*. Tectonophysics, doi:10.1016/j.tecto.2007.12.003.

Catalano S., Torrisi S. & Ferlito C. (2004) – *The relationship between Late Quaternary deformation and volcanism of Mt. Etna (eastern Sicily): new evidence from the sedimentary substratum in the Catania region*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **132**, 311-334.

Celico P. (1986) – *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore, Napoli.

Cello G., Tortorici L., Martini N. & Paltrinieri W. (1989) – *Structural styles in the frontal zones of the Southern Apennines, Italy: an example from the Molise district*. Tectonics, **8**, 753-768.

Cestari F. (1996) – *Prove geotecniche in sito*. Italgrafica Segale, Segrate.

Chester D.K. & Duncan A.M. (1979) – *Interrelationships between volcanic and alluvial sequences in the evolution of the Simeto rivers (Mt. Etna, Sicily)*. Catena, **6**, 293-315.

Chester D.K. & Duncan A.M. (1982) – *The interaction of volcanic activity in Quaternary times up on the evolution of the Alcantara and Simeto rivers (Mt. Etna, Sicily)*. Catena, **6**, 293-315.

Cita M.B., Benelli F., Bigioggero B., Chezari H., Colombo A., Fantini Sestini N., Freedman R., Iaccarino S., Jadul F., Legnani E., Malinverno A., Massiotta P., Paggi L. & Premoli Silva I. (1980) – *Contribution to the geological exploration of the Malta Escarpment*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **86**, 317-357.

CNR-PFG (1985) – *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. In: Postpischl D. (ed), CNR-PFG V. 2B, Bologna.

Cogan J., Rogo L., Grasso M. & Lerche I. (1989) – *Flexural tectonics of southeastern Sicily*. Journal of Geodynamics, **11**, 189-241.

Cornell C.A. (1968) – *Engineering seismic risk analysis*. Bulletin of Seismological Society of America, **58**, 1583-1606.

Cremonini G. (1994) – *Rilevamento geologico. Realizzazione e interpretazione delle carte geologiche*. Pitagora Editrice, Bologna.

Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996) – *Landslide types and processes*. In: Turner A.K. & Schuster R.L. (eds): Landslide investigation and mitigation. Special report 247, National Academy of Sciences. 36-75.

Dall'Aglio M. & Quattrocchi F. (1991) – *Relazione preliminare sulle misure geochimiche effettuate dopo il terremoto del 13/12/1990 nella Sicilia orientale*. In: Boschi E. & Basili A. (eds): Contributi allo studio del terremoto della Sicilia orientale del 13 Dicembre 1990. I.N.G., Pubbl. n **537**, 127-144, Roma.

Di Geronimo I., Ghisetti F., Lentini F. & Vezzani L. (1978) – *Lineamenti neotettonici della Sicilia orientale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **19**, 543-549.

Di Grande A., Grasso M., Lentini F. & Scamarda G. (1976) – *Facies e stratigrafia dei depositi pliocenici tra Leoforte e Centuripe (Sicilia centro-orientale)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **95**, 1319-1345.

DISS Working Groupe (2010) – *Database of individual Seismogenic Sources (DISS)*, version 3.1.1., disponibile in internet all'indirizzo <http://diss.rm.ingv.it/diss/index.html>.

Dramis F. & Bisci C. (1997) – *Cartografia geomorfologica. Manuale di introduzione al rilevamento ed alla rappresentazione degli aspetti fisici del territorio*. Pitagora Editrice, Bologna.

Faccioli E. & Paolucci R. (2005) – *Elementi di sismologia applicata all'ingegneria*. Pitagora Editrice, Bologna.

Ferrara V. & Marchese G. (1977) – *Ricerche idrogeologiche su alcuni acquiferi alluvionali della Sicilia orientale*. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania, **9**, 189-230.

Ferrara V. & Pappalardo G. (2004) – *Intensive exploitation effects on the alluvional aquifer of the Catania plain (Eastern Sicily, Italy)*. Geofisica International, **43**, 671-681.

Ferrara V. (1998) – *Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania (Sicilia NE)*. CNR-GNDICI, S.EL.CA., Firenze.

Ferrara V. (1999) – *Presentazione della carta di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania (Sicilia NE)*. Atti 3° Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio, **1**, 1.99-1.104, CNR-GNDICI, Parma.

Finetti I., Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Del Ben A. (1996) – *Il Sistema Appennino Meridionale-Arco Calabro-Sicilia nel Mediterraneo centrale: studio geologico-geofisico*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **115**, 529-559.

Finetti I., Lentini F., Carbone S., Del Ben A., Di Stefano A., Forlin E., Guarnieri P., Pipan M. & Prizzon A. (2005) – *Geological outline of Sicily and lithospheric tectono-dynamics of its Tyrrhenian Margin from new CROP seismic data*. In: I.R. Finetti (ed), "CROP Deep Seismic exploration of the Mediterranean Region. Spec. Vol. Elsevier, chapter **15**, 319-376.

Francaviglia A. (1960) – *Appunti sulla geologia del M. Judica (Sicilia centro-orientale)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **79**, 197-206.

Galadini F., Meletti C. & Vittori E. (2000) – *Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie. Risultati del progetto 5.1.2. "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili"*, CNE Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 1-30.

Gasparini C., Iannacone G., Scandone P. & Scarpa R. (1982) – *Seismotectonics of the Calabrian Arc*. Tectonophysics, **82**, 267-286.

Gasparini P. & Mantovani M.S.M (1984) – *Fisica della terra solida*. Liguori Editore, Napoli.

Ghisetti F. & Vezzani L. (1980) – *The structural features of the Iblean Plateau and of the Mount Judica area (South-Eastern Sicily): a microtectonic contribution to the deformational history of the Calabrian Arc*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **99**, 57-102.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Linea Catania - Palermo</b> <b>Tratta Catenanuova - Raddusa Agira</b>					
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA	COMMESSA <b>RSJ1</b>	LOTTO 02	CODIFICA R 69 RG	DOCUMENTO GE 00 01 001	REV. 0

Ghisetti F. & Vezzani L. (1984) – *Thin-skinned deformations of the western Sicily thrust belt and relationships with crustal shortening: Mesosstructural data on the Mt. Kumeta-Alcàntara Fault Zone and related structures*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **103**, 129-157.

Ghisetti F. (1992) – *Fault parameters in the Messina Straits (southern Italy) and relations with the seismogenetic sources*. Tectonophysics, **210**, 117-133.

GNDT (1996) – *Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe ZS 4.0*. Atti del Convegno Annuale del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, **1**, 119-135.

Gonzalez de Vallejo L.I. (2005) – *Geoingegneria*. Pearson Education Italia, Milano.

Granath J.W. & Casero P. (2004) – *Tectonic setting of the petroleum system of Sicily*. In: Swenner R., Roure F. & Granath J.W. (Eds): Deformation, fluid flow, and reservoir appraisal in foreland and thrust belts. AAPG Hedberg Series, n. 1, 391-411.

Grasso M., Lentini F. & Pedley H.M. (1982) – *Late Tortonian-Lower Messinian (miocene palaeogeography of SE Sicily): information from two new formations of the Sortino Group*. Sedimentary Geology, **32**, 279-300.

Gresta S., Bella D., Musumeci C. & Carveni P. (1997) – *Some efforts on active faulting processes (earthquake and aseismic creep) acting on the eastern flank of Mt. Etna (Sicily)*. Acta Vulcanologica, **9**, 101-107.

Gruppo di Lavoro CPTI (1999) – *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN. 92 pp.

Gruppo di Lavoro CPTI (2004) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV, Bologna.

Guerrera F. & Wezel F.C. (1974) – *Nuovi dati stratigrafici sui flysch oligomiocenici siciliani e considerazioni tettoniche relative*. Rivista Mineraria Siciliana, **145-147**, 27-51.

Hallam A. (1985) – *Interpretazione delle facies e stratigrafia*. Pitagora Editrice, Bologna.

Hutchinson J.N. (1985) – *Mass movements*. In : Fair Bridge R.W. (ed): Encyclopaedia of geomorphology, 688-695.

Hutchinson J.N. (1988) – *Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. Proceedings of 5th International Symposium on Landslides, 10-15.

ISPRA (2009) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 634 (Catania)*. Servizio Geologico d'Italia.

ISPRA (2010) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 633 (Paternò)*. Servizio Geologico d'Italia.

ISPRA (2011) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50,000. Foglio 641 (Augusta)*. Servizio Geologico d'Italia.

Jacques E., Monaco C., Tapponier P., Tortorici L. & Winter T. (2001) – *Faulting and earthquake triggering during the 1783 Calabria seismic sequence*. Geophysical Journal International, **147**, 499-516.

Lambe T.W. & Whitman R.V. (1997) – *Meccanica dei terreni*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Lancellotta R. (2004) – *Geotecnica (terza edizione)*. Zanichelli Editore, Bologna.

Lanzafame G. & Bousquet J.C. (1997) – *The Maltese escarpment and its extension from Mt Etna to the Aeolian Islands (Sicily): importance and evolution of a lithosphere discontinuity*. Acta Vulcanologica, **9**, 121-133.

Lanzafame G., Leonardi A. & Neri M. (1999) – *Retrocoprimiento medio-pleistocenico di Argille Scagliose a Serra San Biagio (Sicilia orientale): evidenze stratigrafiche e tettoniche*. Rend. Fis. Acc. Lincei, **9**, 63-80.

Lanzo G. & Silvestri F. (1999) – *Risposta sismica locale*. Teoria ed esperienze. Hevelius Edizioni, Benevento.

Lavecchia G., Ferrarini F., De Nardis R., Visini F. & Barbano M.S. (2007) – *Active thrusting as a possible seismogenic source in Sicily (Southern Italy): Some insights from integrated structural–kinematic and seismological data*. *Tectonophysics*, **445**, 145-167.

Lentini F. & Vezzani L. (1978) – *Tentativo di elaborazione di uno schema strutturale della Sicilia orientale*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **19**, 495-500.

Lentini F. (1974) – *Caratteri stratigrafici e strutturali della zona di M. Judica (Sicilia Orientale)*. *Rivista Mineraria Siciliana*, **25**, 1-22.

Lentini F. (1982) – *The geology of the Mt. Etna basement*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **23**, 7-25.

Lentini F., Carbone S. & Grasso M. (1984) – *Carta geologica della Sicilia sud-orientale, scala 1:100.000*. S.EL.CA., Firenze.

Lentini F., Carbone S., Catalano S. & Grasso M. (1996) – *Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia Orientale*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **51**, 179-195.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., & Grasso M. (1995) – *Principali lineamenti strutturali della Sicilia nord-orientale*. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. **1995/2**, 319-329.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., Grasso M. & Monaco C. (1990) – *Principali elementi strutturali del thrust belt appenninico-maghrebide in Sicilia centro-orientale*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **45**, 495-502.

Lentini F., Carbone S., Catalano S., Grasso M. & Monaco C. (1991) – *Presentazione della carta geologica della Sicilia centro-orientale*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, **47**, 145-156.

Lentini F., Grasso M. & Carbone S. (1987) – *Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione*. In: Lentini F., Grasso M. & Carbone S. (eds): *Sistemi avanfossa-avampaese lungo la Catena Appenninico-Maghrebide*. Convegno della Società Geologica Italia, Naxos-Pergusa, Aprile 1987, 60 pp.

Lickorish H., Grasso M., Butler R.W.H., Argnani A. & Mascalco R. (1999) – *Structural styles and regionale tectonic setting of the "Gela Nappe" and frontal part of the Maghrebide thrust belt in Sicily*. *Tectonics*, **18**, 655-668.

Longhitano S. & Colella A. (2001) – *Morphological and sedimentary features of Simeto delta (eastern Sicily, Italy): an example of man-altered delta system*. 36<sup>th</sup> Congr. International Commission for the Scientific Exploration of the Mediterranean Sea, September 24-28 2001, Monte Carlo.

Longhitano S. & Zanini A. (2002) – *Sedimentary features and morphological prediction for the modern Simeto River Delta (eastern Sicily)*. *The Changing Coast*, **3**, 245-252.

Longhitano S. (2000) – *Studio stratigrafico-secimentologico del sistema deltizio del Fiume Simeto e del settore centro-orientale della Piana di Catania (Sicilia orientale)*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Catania.

Makris J., Nicolich R. & Weigel W. (1986) – *A seismic study in the western Ionian Sea*. *Annals of Geophysics*, **6**, 665-678.

Meletti C. & Montaldo V. (2007) – *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag*. Progetto DPC-INGV S1.

Meletti C. & Valensise G. (2004) – *Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo*. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Meletti C., Patacca E. & Scandon P. (2000) – *Construction of a seismo-tectonic model: the case of Italy*. *Pure and Applied Geophysics*, **157**, 11-35.

Monaco C. & De Guidi G.(2006) – *Structural evidence for Neogene rotations in the eastern Sicilian fold and thrust belt*. *Journal of Structural Geology*, **28**, 561-574.

Monaco C. & Tortorici L. (2000) – *Active faulting in the Calabrian arc and eastern Sicily*. Journal of Geodynamics, **29**, 407-424.

Monaco C. (1997) – *Tettonica pleistocenica nell'area a sud dell'Etna (Sicilia orientale)*. Il Quaternario, **10**, 393-398.

Monaco C., Antonioli F., De Guidi G., Lambeck K., Tortorici L. & Verrubbi V. (2004) – *Tectonic uplift and sea-level change during the Holocene in the Catania Plain (eastern Sicily)*. Quaternaria Nova, **7**, 171-185.

Monaco C., Bianca M., Catalano S., De Guidi G. & Tortorici L. (2002) – *Sudden change in the Late Quaternary tectonic regime in eastern Sicily: evidences from geological and geomorphological features*. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. spec. **1**, 901-913.

Monaco C., Catalano S., De Guidi G., Gresta S., Langer H. & Tortorici L. (2000) – *The geological map of the urban area of Catania (Eastern Sicily): morphotectonic and seismotectonic implications*. Memorie della Società Geologica Italiana, **55**, 425-438.

Monaco C., De Guidi G. & Ferlito C. (2010) – *The Morphotectonic map of Mt. Etna*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **129**, 408-428.

Monaco C., Mazzoli S. & Tortorici L. (1996) – *Active thrust tectonics in western Sicily (southern Italy): the 1968 Belice earthquake sequence*. Terra Nova, **8**, 372-381.

Monaco C., Tortorici L. & Paltrinieri W. (1998) – *Structural evolution of the Lucanian Apennines, southern Italy*. Journal of Structural Geology, **20**, 617-638.

Morbidelli (2003) – *Le rocce e i loro costituenti*. Bardi Editore, Roma.

Mostardini F. & Merlini S. (1986) – *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di un modello strutturale*. Memorie della Società Geologica Italiana, **35**, 177-202.

Nicolich R., Laigle M., Hirn A., Cernobori L. & Gallart J. (2000) – *Crustal structure of the Ionian margin of Sicily: Etna volcano in the frame of regional evolution*. Tectonophysics, **329**, 121-139.

Nigro F. & Renda P. (2000) – *Un modello di evoluzione tettono-sedimentaria dell'avanfossa neogenico siciliana*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **119**, 667-686.

Ogniben L. (1953) – *Argille Scagliose ed Argille Brecciate in Sicilia*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **75**, 281-289.

Ogniben L. (1960) – *Nota illustrativa dello Schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Rivista Mineraria Siciliana, **64-65**, 183-212.

Ogniben L. (1969) – *Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano*. Memorie della Società Geologica Italiana, **8**, 453-763.

Panizza M. (1993) – *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla Valutazione d'Impatto Ambientale*. La Nuova Italia Scientifica, Roma.

Pasquarè G., Abbate E., Castiglioni G.B., Merenda M., Mutti E., Ortolani F., Parotto M., Pignone R., Polino R. & Sassi F.P. (1992) – *Carta geologica d'Italia 1:50.000, Guida al Rilevamento*. Quaderni serie III, **1**, 203 pp.

Patacca E., Scandone P., Giunta G. & Liguori V. (1979) – *Mesozoic paleotectonic evolution of the Ragusa zone (southern Sicily)*. Geologica Romana, **18**, 331-369.

Postpischl D. (1985) – *Catalogo dei forti terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica.



Priolo F. (1999) – *2-D spectral element simulation of destructive ground shakin in Catania (Italy)*. Journal of Seismology, **3**, 289-308.

Regione Sicilia (2005) – *Piano stralcio Assetto Idrogeologico Regione Sicilia*.

Regione Sicilia (2007) – *Piano di tutela delle acque della Sicilia*.

Ricci Lucchi F. (1980) – *Sedimentologia*. Cooperativa Libreria Universitaria Editrice, Bologna.

Riga G. (2007) – *La liquefazione dei terreni. Analisi, valutazione, calcolo*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Rigo M. & Cortesini A. (1961) – *Contributo alla conoscenza strutturale della Sicilia sud-orientale*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, **81**, 349-369.

Scalia S. (1909) – *Il gruppo del Monte Judica*. Bollettino della Società Geologica Italiana, **28**, 269-340.

Scandone P., Giunta G. & Liguori V. (1974) – *The connection between the Apulia and Sahara continental margins in the Southern Apennines and in Sicily*. Memorie della Società Geologica Italiana, **13**, 317-323.

Scandone P., Patacca E., Rodoicic R., Ryan W.B.F., Cita M.B., Rawason M., Cherzar H., Miller E., Mckenzie J. & Rossi S. (1981) – *Mesozoic and Cenozoic rocks from Malta Escarpment (Central Mediterranean)*. A.A.P.G. Bulletin, **65**, 1299-1319.

Scesi L., Papini M. & Gattinoni P. (2003) – *Geologia applicata*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

Sciuto Patti C. (1872) – *Carta geologica della città di Catania e dintorni di essa*. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania, **3**, 141-190.

Stucchi M., Camassi R., Rovida A., Locati M., Ercolani E., Meletti C., Migliavacca P., Bernardini F. & Azzaro R. (2007) – *DBMI04, il Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*.

Tansi C., Muto F., Critelli S. & Iovine G. (2007) – *Neogene-Quaternary strike-slip tectonics in the central Calabrian Arc (southern Italy)*. Journal of Geodynamics, **43**, 393-414.

Tanzini M. (2001) – *Gallerie: Aspetti geotecnici nella progettazione e costruzione*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Tanzini M. (2002) – *L'indagine geotecnica*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Torelli L., Grasso M., Mazzoldi G. & Peis D. (1998) – *Plio-Quaternary tectonic evolution and structure of the Catania foredeep, the northern Hyblean Plateau and the Ionian shelf (SE Sicily)*. Tectonophysics, **298**, 209-221.

Torrisi S., Catalano S., Romagnoli G. & Tortorici G. (2008) – *Tettonica di indenzazione ed estrusione laterale in Sicilia Orientale*. Rendiconti online della Società Geologica Italiana, **1**, 148-152.

Tortorici L., Cocina O., Monaco C. & Tansi C. (1995) – *Recent and active tectonics of the Calabrian Arc (Southern Italy)*. Tectonophysics, **243**, 37-55.

Tucker M.E. (1996) – *Rocce sedimentarie. Guida alla descrizione sugli affioramenti rocciosi*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.

Valensise G. & D'Addezio G. (1994) – *Il contributo della geologia di superficie all'identificazione delle strutture sismogenetiche della Piana di Gioia Tauro*. ING Publications, **559**, 34 pp.

Valensise G. & Pantosti D. (2001) – *The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review*. Journal of Seismology, **5**, 287-306.

Vallario A. (1992) – *Frane e territorio. Le frane nella morfogenesi dei versanti e nell'uso del territorio*. Liguori Editore, Napoli.

Varnes D.J. (1976) – *Slope movement types and processes*. Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington.

Wezel F.C. (1974) – *Flysch successions and the tectonic evolution of Sicily during the Oligocene and Early Miocene*. In: Alvarez W. & Gohrbandt K.H.A. (Eds.): *Geology and History of Sicily*. Petroleum Expl. Soc. Libya, pp.1-23.