



# Città Metropolitanadi Messina



III^ Direzione - Viabilità Metropolitana

PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

*Panoramica "Castroreale - Monti Peloritani" collegamento e messa in sicurezza*

C.I.G.:

C.U.P.:

B97H17000410001

## PROGETTO PRELIMINARE

GRUPPO DI PROGETTAZIONE :

Ing. Anna CHIOFALO (*Responsabile di Progetto – Relazioni - Strutture*)

Ing. Carmelo BATTAGLIA (*Strade -Ingegneria Naturalistica*)

Ing. Giacomo RUSSO (*Analisi Costi Benefici-Idraulica*)

Geom. Domenico STORNANTI (*Cartografia - Rilievi GPS*)

Geom. Francesco CRISTAUDO (*Espropri - Interferenze*)

Geom. Sebastiano MUFALE (*Misure - Capitolati*)

Geom. Claudia DE BENEDICTIS (*Strade-Ingegneria Naturalistica - Computi*)

Geom. Carmelo MAGGIOLOTI (*Documentazione-Misure*)

SUPPORTO GEOLOGICO :

**Geol. Rosario RIOLO**

COORDINATORE PER LA SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE:

**Ing. Anna CHIOFALO**

VISTO: IL R.U.P.

**Dott. Biagio PRIVITERA**

ELABORATO:

## Relazione geologica

ELABORATO:

**All. 3**

RAPP.:

DATA:

Novembre 2017

DATA AGG.:

\

COD. PROG.:

MP\_CASTR\_MONPEL

REDATTORE :

Geol. Rosario RIOLO

DATA EMISSIONE :

DATA AGG.:

\

VERIFICA :

NOME FILE:

Geologia\_All\_3.pdf

VISTI ED APPROVAZIONI:



# **CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA**

**IV Direzione  
- SERVIZIO GEOLOGICO -  
Ufficio Studi Geologici**

***PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA***

**PROGETTO PRELIMINARE**

**PANORAMICA "CASTROREALE – MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA**

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**



**MESSINA,**

**IL FUNZIONARIO GEOLOGO  
(Geol. Rosario RIOLO)**

**VISTI:**



# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

IV Direzione  
- SERVIZIO GEOLOGICO -  
Ufficio Studi Geologici

*PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA*

**PROGETTO PRELIMINARE**

**PANORAMICA "CASTROREALE – MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA**

## **RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

### **1. Premessa**

Nella presente nota sono esposti i risultati di uno studio condotto al fine di fornire un primo generale quadro conoscitivo delle caratteristiche geologiche, litologiche, idrogeologiche, sismiche e fisico-meccaniche dei terreni interessati dal *progetto preliminare per la realizzazione della strada "Panoramica Castoreale – Monti Peloritani collegamento e messa in sicurezza.*

Lo studio si è articolato attraverso ricognizione di superficie sui luoghi, consultazione di documentazioni, studi precedenti e cartografia geologica sulla zona, cui si è attinto.

Nei paragrafi successivi verranno, brevemente, trattati i seguenti argomenti:

- inquadramento geografico della zona;
- caratteri geologici generali;
- caratteri geolitologici;
- caratteri geolitologici interessati dal tracciato stradale
- caratteri geo-strutturali
- caratteri geomorfologici e idrografici;
- caratteri idrogeologici,
- caratteri fisico - meccanici dei terreni;
- descrizione programma indagini geognostiche;
- sismicità storica;
- siti d'interesse geo - ambientale dell'hinterland;
- conclusioni.

Si rimandano, invece, ad una fase più avanzata della progettazione le verifiche di “sito” previo svolgimento di appropriate approfondite indagini sui terreni, le verifiche idrauliche a scala di bacino e locali nonché una più dettagliata valutazione delle condizioni geologiche generali.

## **2. Inquadramento geografico della zona**

L'area in esame è rappresentata nell'ambito delle Tavole: “Barcellona Pozzo di Gotto” II NO del F. 253, Castoreale II SO e marginalmente Monte Etna 262 I NO della Carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano, scala 1: 25.000.

Più in particolare l'area di interesse progettuale, resta localizzata sulla catena dei Monti Peloritani nel tratto compreso tra il centro abitato del Comune di Castoreale, sul versante tirrenico, ed il centro abitato del Comune di Mandanici sul versante Ionico, nel territorio della provincia di Messina. Il tracciato stradale si snoda orientativamente in direzione NNW-SSE, con andamento prevalentemente a mezzacosta lungo i fianchi ed in prossimità dei crinali che conformano quella porzione dei Monti Peloritani. Il tracciato stradale inizia dal centro abitato di Castoreale, e si snoda in prossimità delle località S. Croce, Carbonara, Monte Lirici, Monte Pietre Rosse, Monte Lurra, dove piega in direzione SSW e raggiunge la località Castello di Margi, prosegue fino a Monte Pizzicari quindi raggiunge Monte Fossazza e proseguendo quasi sullo spartiacque raggiunge Monte Cardile, attraversa Portella Cardile e giunge a Pizzo Batteddu. Da Pizzo Batteddu, assumendo andamento circa E-W la strada prosegue per alcuni chilometri lungo lo spartiacque della catena principale dei Monti Peloritani fino a Pizzo Mualio, aggirato il quale il tracciato stradale riassume direzione NNW – SSE per iniziare a scendere nelle vallate del versante ionico dei Peloritani. dopo un tracciato di diversi chilometri, a tratti contorto e con pendenze importanti, arriva a Pizzo Melia doppiato il quale torna verso Nord per raggiungere la Fiumara Dinarini (Torrente Pagliara) e quindi il centro abitato di Mandanici.

Il tracciato stradale in tutto il suo sviluppo interessa i territori dei Comuni di Castoreale fino orientativamente a Portella Cardile; Da Pizzo Batteddu a Pizzo Mualio, snodandosi lungo lo spartiacque principale, ma per brevi tratti, i territori dei Comuni di S. Lucia del Mela (versante Tirrenico), Casalvecchio Siculo ( versante ionico), quindi scende lungo il confine dei comuni di Furci e Pagliara fino a Pizzo Melia da dove attraversando il territorio di Pagliara supera la Fiumara Dinarini per poi raggiungere l'abitato di Mandanici.

I tratti oggetto d'intervento progettuale ricadono nei territori comunali sopra indicati ad eccezione del Comune di Mandanici. tuttavia, appare opportuno osservare che la comunità di Mandanici è quella che, sul versante ionico, trarrebbe più direttamente beneficio dei lavori in oggetto.

## 2. Caratteri Geologici Generali

La catena dei Monti Peloritani, nel cui ambito si sviluppa l'area d'interesse progettuale, è localizzata nel settore nord – orientale della Sicilia lungo un tratto che conforma la terminazione meridionale dell'Arco Calabro Peloritano. Questo sistema montuoso, semplificando, è il prodotto della convergenza e collisione tra la placca africana e quella europea, che ha dato luogo, nel tempo, ad un complesso edificio a falde e scaglie tettoniche sovrapposte conseguente il raccorciamento generato dalla collisione delle placche (fig.1).



**Profilo schematico dei principali domini strutturali dell'Orogene Appenninico-Maghrebide.** (Da Lentini *et al.* - 2000)

Nell'insieme si riconosce una geometria a duplex con una catena sepolta rappresentata dal Sistema a Thrust Esterno che interessa la deformazione delle coperture sedimentarie del margine Afro-Adriatico con sopra un elemento pellicolare costituito da terreni alloctoni derivanti dalla deformazione del margine europeo e dell'oceano tetideo: rispettivamente la Catena Kabilo-Calabride e la Catena Appenninico-Maghrebide. Questo edificio alloctono si è formato a partire dal Paleogene ed è sovrascorso, nel suo insieme, al di sopra del margine Afro-adriatico (Sistema a Thrust Esterno e Avampaese) a partire dal Tortoniano.

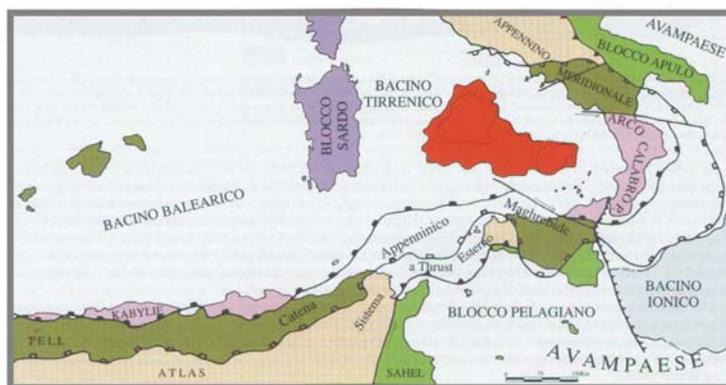
(Dalla nota illustrativa della carta geologica della provincia di Messina – Lentini et alii 2000)

fig. 1

L'Orogene Appenninico- Maghrebide della Sicilia orientale, è caratterizzato da differenti domini geologico-strutturali. Originatosi durante il Terziario è il risultato della convergenza tra la placca europea e quella africana. Il sistema orogenico può essere distinto nei seguenti domini strutturali principali: il Dominio di Avampaese, i Domini Orogenici ed il Bacino Tirrenico (fig. 2).

Il Dominio di Avampaese rappresenta il settore della placca africana che non è stata raggiunta dalla deformazione compressiva.

In dettaglio il margine dell'Avampaese africano è piuttosto articolato e nella dinamica dell'orogene appenninico meridionale entra in gioco anche la placca adriatica. Si può parlare perciò di Avampaese per quei settori delle placche afro-adriatiche non raggiunti dalla deformazione compressiva. Esso è costituito da due blocchi a crosta continentale (il Blocco Pelagiano ed il Blocco Apulo), sui quali si sviluppano potenti spessori di successioni carbonatiche mesozoiche. I due blocchi risultano separati da una grande area a crosta oceanica, il Bacino Ionico, sul quale



Fronte della Catena Kabilo-Calabride  
Fronte del Sistema a Thrust Esterno  
Fronte della Catena Appenninico-Maghrebide  
Scarpata Ibleo-Maltese e Sistema Messina-Etna  
Crosta Oceanica Tirrenica

**SCHEMATETTONICO DEL MEDITERRANEO CENTRALE** (da LENTINI *et al.* - 2000)

L'odierna configurazione geologica della Sicilia deve la sua origine all'ubicazione nella zona di collisione tra i settori crostali delle placche "africana" ed "europea". Se da un punto di vista geografico l'Europa e l'Africa sono separate dal Mare Mediterraneo, dal punto di vista geologico le due masse continentali sono in gran parte saldate tra loro. Lungo la penisola italiana la linea di sutura tra i due continenti è rappresentata dall'Orogene Appenninico-Maghrebide, la catena corrugata che costituisce la dorsale appenninica e che attraverso l'Arco Calabro e la Sicilia prosegue oltre il Canale di Sicilia verso le coste del Maghreb in Africa settentrionale. La convergenza tra i due continenti si è realizzata, durante il Terziario, mediante la chiusura dell'ampio bacino oceanico della Tetide originariamente posto tra essi. Il settore crostale dell'oceano tetideo, più sottile e a più alta densità, è progressivamente sottoscorsosi sotto il continente europeo avanzante verso il margine africano, mentre i sedimenti oceanici (pelagiti) sono stati soggetti a scollamenti e sovrapposizioni e costituiscono oggi gran parte delle aree corrugate dell'orogene.

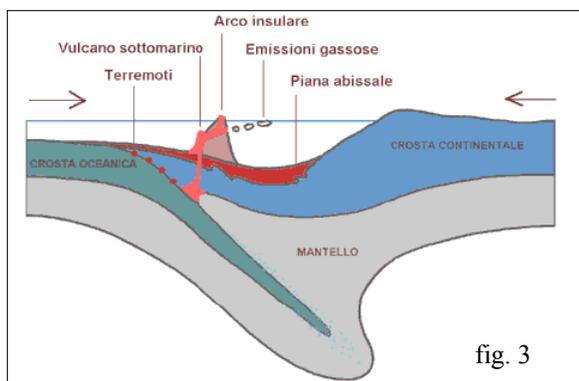
(Dalla nota illustrativa della carta geologica della provincia di Messina – Lentini et alii 2000)

fig. 2

sono riconosciute, da indagini geofisiche e perforazioni, grandi spessori di successioni bacinali-oceaniche (fig 2).

I Domini Orogenici costituiscono un sistema molto complesso di falde di ricoprimento e pieghe, accavallate ripetutamente una sull'altra per effetto del raccorciamento prodotto dallo scontro tra la placca africana e quella europea.

Nello scontro tra due placche una delle due (generalmente quella più “pesante”) si infila al di sotto di quella relativamente più “leggera”. Questo processo viene detto subduzione. La crosta che va in subduzione tende a inclinarsi e a immergersi a formare un piano inclinato detto Piano di Benioff. Lungo questo piano avvengono complessi processi di “assimilazione” che sembra generino i terremoti con ipocentri profondi tra i 100 e i 300 Km che si registrano al di sotto dell'arco vulcanico



delle Isole Eolie. Anche la presenza dell'arco vulcanico è legata ai processi di subduzione che sono all'origine dell'attività vulcanica delle Eolie (sistema arco – fossa fig 3).

Per quanto detto, i Domini Orogenici sono il risultato del “raschiamento” e raccorciamento delle coltri sedimentarie del margine che va in subduzione.

In questa porzione alloctona si distinguono, nella letteratura geologica, tre settori principali, complessi al loro interno, accavallati rispettivamente uno sull'altro che sono, andando dall'interno verso l'esterno e circa da nord verso sud: la **Catena Kabilo-Calabride**, la **Catena Appenninico-Maghrebide** e la **Catena Sicana e Apula o Sistema a Thrust Esterno**; quest'ultimo elemento, originatosi a partire dal Tortoniano (circa 10 Ma), risulta sepolto nella Sicilia orientale e affiora in Sicilia occidentale. Esso si è formato dal “raschiamento” delle coperture sedimentarie, prevalentemente carbonatiche, del margine continentale afro-adriatico in subduzione. Il Bacino Tirrenico è un bacino parzialmente a crosta oceanica con una caratteristica forma triangolare, situato tra il Blocco Sardo-Corso e l'Orogene Appenninico-Maghrebide. La Provincia di Messina, come già detto in precedenza, è collocata nel settore nord-orientale della Sicilia, è sviluppata principalmente sui rilievi dei Monti Peloritani e dei Monti Nebrodi ove sono estesamente affioranti i domini orogenici più interni, rappresentati dalla Catena Kabilo-Calabride e dalle unità più interne della Catena Appenninico-Maghrebide.

I Monti Peloritani, sono principalmente caratterizzati dai terreni appartenenti alla Catena Kabilo-Calabride, i Monti Nebrodi hanno la loro ossatura costituita prevalentemente dai terreni appartenenti alle unità stratigrafico-strutturali più interne della Catena Appenninico-Maghrebide.

La Catena Kabilo-Calabride, in particolare, costituisce l'ossatura dei Monti Peloritani ed è la terminazione meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano. Tale catena si è originata a partire dall'Eocene superiore (circa 40 Ma) ed è composta da diverse falde tettoniche di ricoprimento

(unità strutturali), accavallate una sull'altra, costituite da terreni del basamento cristallino ercinico con resti di coperture sedimentarie meso-cenozoiche. Questo basamento e le relative coperture, appartenute originariamente al margine della placca europea, si è staccato dal Blocco Sardo-Corso in seguito all'apertura del Bacino Tirrenico. Il recente riconoscimento di altre unità tettoniche Alpine (Unità del Mela e Unità di Piraino) ha imposto una revisione geologica dei Monti Peloritani mirante alla ridefinizione della geometria dell'edificio suddetto, all'omogenizzazione della nomenclatura delle unità tettoniche e dei litotipi costituenti i basamenti fino ad oggi diversificati dai ricercatori delle diverse scuole.

L'Unità strutturale più bassa, affiorante in una fascia compresa tra Taormina e Longi (a sua volta accavallata più volte su se stessa) è costituita da un basamento di epimetamorfiti (Unità Epimetamorfica, costituita da metamorfiti di bassissimo grado) e copertura sedimentaria meso-cenozoica. L'Unità strutturale intermedia (Unità di Mandanici) è costituita da un basamento filladico (metamorfiti di basso grado) con resti di una copertura meso-cenozoica a volte anch'essa parzialmente metamorfosata. Infine, la falda in posizione strutturale più alta (Unità dell'Aspromonte) è composta da rocce metamorfiche di medio ed alto grado. Questa unità affiora diffusamente nel settore nord-orientale dei Peloritani. I depositi carbonatici meso-cenozoici che si trovano al di sopra di questo basamento metamorfico caratterizzano il paesaggio di alcune aree dei Monti Peloritani e dei Monti Nebrodi che richiama talvolta le forme del paesaggio delle Dolomiti alpine, come ad esempio le Rocche del Crasto nei pressi di Alcara li Fusi.

Le unità della **Catena Kabilo-Calabride** sono ricoperte da successioni terrigene di diversa età che, raggruppate in diversi cicli confinati da discordanze principali, permettono di ricostruire le varie tappe dell'evoluzione tettonica polifasica dell'area. Il ciclo più antico è rappresentato dal Flysch di Frazzanò dell'Eocene superiore (circa 40 Ma). È costituito da conglomerati e da un'alternanza pelitico-arenacea ed è pienamente coinvolto nei ricoprimenti tra le unità cristalline. Un secondo ciclo, il Conglomerato Rosso dell'Oligocene inferiore (circa 35 Ma), affiora lungo le aree frontali dell'Unità dell'Aspromonte e sutura il contatto di ricoprimento dell'Unità di Mandanici sull'Unità Epimetamorfica.

I depositi terrigeni dell'Oligocene superiore - Miocene inferiore (30 - 20 Ma) sono rappresentati dal Flysch di Capo d'Orlando. Questo deposito è largamente diffuso nell'area dei Peloritani ed è caratterizzato da un intervallo basale conglomeratico, passante verso l'alto ad un'alternanza pelitico-arenacea.

Il Flysch di Capo d'Orlando sutura il sovrascorrimento della **Catena Kabilo-Calabride** sulla **Catena Appenninico-Maghrebide** ciò vuol dire che al tempo della sua deposizione il contatto di ricoprimento tettonico tra queste due domini dell'Orogene Appenninico-Maghrebide era già avvenuto pertanto si può dire che la **Catena Kabilo-Calabride** sulla **Catena Appenninico-Maghrebide** vi è sovrascorsa almeno prima dell'Oligocene superiore. A sua volta il Flysch di Capo d'Orlando è

ricoperto tettonicamente dalle Argille Scagliose Antisicilidi, una falda di ricoprimento antivergente, composta da sedimenti di fondo oceanico in giacitura caotica di derivazione dai paleodomini appenninico-maghrebidi interni.

Le Calcareniti di Floresta ed il Flysch di Reitano rappresentano le coperture pre-collisionali del Miocene inferiore-medio (20 - 16 Ma), cioè prima dello scontro continente-continente tra il blocco africano e quello europeo. Vale a dire che tutto ciò che era avvenuto fino a questo momento, dall'Eocene superiore al Miocene inferiore (nel range tra 50 e 20 milioni di anni fa) si era generato a spese della subduzione della crosta oceanica e/o di quella transizionale – assottigliata - del margine della placca africana. Le Calcareniti di Floresta giacciono in discordanza sul contatto tettonico delle Argille Scagliose Antisicilidi. Esse sono costituite da sedimenti carbonatici di mare basso, passanti verso sud ad alternanze di calcareniti, arenarie ricche di bioclasti e conglomerati. Il Flysch di Reitano è parzialmente coevo con la deposizione delle Calcareniti di Floresta, ma giace sulle porzioni più interne delle unità della **Catena Appenninico-Maghrebide**. I depositi pelagici sottili del Langhiano superiore che ricoprono le Calcareniti di Floresta, indicano la fine in quest'area del sistema catena-avanfossa, migrato verso le aree più esterne dell'orogene.

Le Unità della **Catena Appenninico-Maghrebide** sono rappresentate da diverse scaglie tettoniche (falde) costituite dal Flysch Numidico e da Unità Sicilidi.

Le Unità Sicilidi più interne sono rappresentate da due scaglie tettoniche costituite ambedue da successioni del Cretaceo inferiore (145 - 125 Ma) senza coperture terziarie. Quella strutturalmente più bassa è il Flysch di Monte Soro, composto da un'alternanza regolare di argille, marne e quarzareniti, mentre quella superiore, denominata Unità delle Argille Scagliose Superiori, è costituita da un *mélange* tettonico derivante dalla formazione di un cuneo d'accrezione paleogenico. Dal Serravalliano (14 Ma) ha inizio la fase di collisione tra i due blocchi continentali (collisione continente-continente), europeo ed afro-adriatico. Questo diede inizio ad un nuovo regime tettonico, caratterizzato da associazioni strutturali compressive e distensive lungo il transetto della catena. Nelle le aree frontali si aveva la compressione, mentre nelle aree più interne dell'orogene si registrava una associazione tettonica di regime compressivo ed estensionale. La contiguità tra strutture compressive e strutture estensionali veniva accomodata da faglie di trasferimento a componente principale trascorrente. Questa associazione strutturale, denominata Sistema Sud-Tirrenico, causò la segmentazione della catena e la migrazione verso SE dei domini strutturali più interni lungo la catena settentrionale della Sicilia. Il Sistema Sud-Tirrenico è all'origine della curvatura dell'Arco Calabro-Peloritano ed all'apertura del Bacino Tirrenico. Nell'Arco Calabro, infatti, si ha uno scontro di tipo continente-oceano tra un lembo di crosta continentale europea (l'Arco Calabro) e il Bacino Ionico. La velocità di subduzione della crosta oceanica del Bacino Ionico sotto l'arco Calabro è maggiore di quella che si verifica in Appennino meridionale e in Sicilia dove si ha lo scontro continente-continente. Pertanto l'Arco Calabro risulta più avanzato.

Inoltre la maggiore densità della crosta oceanica non consente, dal punto di vista dell'equilibrio isostatico, l'emersione di gran parte della "catena" posta d'avanti all'Arco Calabro che si trova sotto il livello del mare se si escludono le porzioni più interne che costituiscono l'ossatura della Calabria. Il regime tettonico così complesso (creatosi a partire dal Serravalliano) produce, nella Sicilia nord-orientale, il collasso delle aree interne ed il sollevamento delle aree meridionali precedentemente depresse. Di conseguenza, gli ultimi cicli sedimentari, rappresentati dai depositi di età compresa tra il Serravalliano (14 Ma) e il Pleistocene (1,8 Ma), risultano affioranti all'interno di depressioni strutturali collocate maggiormente lungo la linea di costa attuale e la loro sedimentazione risulta controllata sia dalla tettonica sia dalle variazioni relative del livello marino (eustatismo). I depositi del Serravalliano (14 – 10 Ma) costituiscono una monotona sequenza di sabbie e marne, mentre quelli del Tortoniano (10 - 7 Ma) sono dati da spesse lenti di conglomerati ed arenarie e poi da un'alternanza di sabbie ed argille sabbiose. Questi depositi sono conservati all'interno di depressioni strutturali delimitate da faglie dirette, formatesi nel margine meridionale del Bacino Tirrenico.

I depositi del Messiniano (7 - 5 Ma), rappresentati dalle evaporiti prodottesi durante la crisi di salinità messiniana del Mediterraneo, sono conservati in aree depresse lungo l'attuale linea di costa. Questi depositi hanno carattere generale a livello del Mediterraneo che in quel periodo (il Messiniano) risultò separato dall'Oceano Atlantico per la chiusura dello stretto di Gibilterra a causa dei movimenti tra crosta africana e quella europea. Il Mediterraneo risultando deficitario nel bilancio tra acqua evaporata e quella immessa (piogge, fiumi, ecc.), non avendo il collegamento con l'Oceano Atlantico, cominciò a prosciugarsi. A quel punto la concentrazione dei sali nelle acque risultò tale che cominciarono a precipitare. Questo è quanto avvenne nel Mediterraneo durante il Messiniano formando i depositi evaporitici.

Nel Pliocene si ristabiliscono le condizioni di normalità, la soglia di Gibilterra viene "abbattuta" (probabilmente dall'azione combinata delle spinte tettoniche Africa-Europa e della pressione dell'Oceano Atlantico) e le acque dell'Atlantico poterono ripassare ripristinando le condizioni normali. Infatti, i depositi del Pliocene inferiore (5 - 3,6 Ma), costituiti da marne e marne sabbiose, segnalano la fine della crisi di salinità.

I depositi del Plio-Pleistocene (2,5 - 0,75 Ma) sono formati da calcareniti di mare basso, sabbie ed argille e costituiscono un ulteriore ciclo che colma definitivamente i depocentri formati durante il Messiniano. Questi depositi sono interessati da una tettonica recente che attraverso la formazione di faglie dirette, ha prodotto la dislocazione di questi terreni e un loro sollevamento che li porta attualmente ad affiorare a quote fino a circa 600 m s.l.m.

I depositi del Pleistocene medio sono rappresentati da sedimenti grossolani di ambiente fluvio-deltizio e mostrano litofacies transizionali da marine a continentali. Localmente questi depositi sono dislocati da faglie recenti che dimostrano l'attività neotettonica dell'area.

I depositi del Pleistocene superiore (2,5 - 1,8 Ma), rappresentati da diversi terrazzi marini, si trovano al disopra dei depositi del Pleistocene medio ( 3,6 - 2,5 Ma) e sono collocati a differenti quote (quelli più antichi a quote più alte) che segnalano il continuo sollevamento di queste aree. Anche questi terreni sono a volte interessati dalle faglie recenti ad ulteriore dimostrazione della attività tettonica dell'area.

### **3. Caratteri geolitologici**

La successione litologica esposta nel comprensorio è costituita prevalentemente da metamorfiti di medio – alto grado, con bancate di marmi fels ca – silicati, appartenenti alla falda dell'Aspromonte, unità geologica strutturalmente più elevata dell'Arco Calabro – Peloritano ed in misura minore all'Unità di Mandanici, Unità del Mela, Unità di Piraino.

Sull'Unità Calabride poggia in discordanza il Flysch di Capo d'Orlando, formazione terrigena di età Oligoce superiore – Miocene inferiore, il complesso delle Argille Scagliose dei Monti Peloritani. Il quadro geologico della zona è completato dai sedimenti di età recente che si sono depositati quali: la Formazione di Rometta e la Formazione di San Pier Niceto. Accumuli di sedimenti alluvionali caratterizzano i fondovalle delle linee di impluvio più importanti. Coltri detritiche di spessore variabile si riscontrano alla base di scarpate e dei versanti. In particolare, considerato che il tracciato stradale esistente, oggetto d'intervento, è prevalentemente a mezzacosta, la mezzeria di valle, in genere, è impostata su materiali detritici di riporto ormai compattati, mentre la mezzeria di monte va ad insistere sulla formazione impostata.

Vengono qui di seguito brevemente descritte le caratteristiche peculiari dei litotipi rinvenuti nel comprensorio (attingendo alle note illustrative della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 Milazzo e Barcellona P.G. – Fogli 587 e 600), essenzialmente costituiti da:

- **coperture detritiche e riporti;**

- **alluvioni attuali;**

SUCCESSIONE DEL PLIOCENE INFERIORE – PLEISOCENE MEDIO

- **Formazione di Rometta**

SUCCESSIONE CLASTICA ED EVAPORITICA DEL MIOCENE MEDIO-SUPERIORE

- **Formazione di San Pier Niceto;**

SUCCESSIONE TERRIGENA DEL MIOCENE INFERIORE - MEDIO

- **Calcareniti di Floresta;**

UNITA' DELLA CATENA APPENNINO – MAGREBIDE

UNITA' TETTONICA ANTISICILIDE

**- Argille Scagliose dei Monti Peloritani;**

SUCCESSIONE TERRIGENA DELL'OLIGOCENE SUPERIORE – MIOCENE INFERIORE

**- Flysch di Capo d'Orlando;**

UNITA' DELLA CATENA KABILO – CALABRIDI

**UNITA' TETTONICA DELL'ASPROMONTE**

**UNITA' TETTONICA DEL MELA**

**UNITA' TETTONICA DI PIRAINO**

**UNITA' TETTONICA DI MANDANICI**

**UNITA' TETTONICA DI FONDACHELLI**

**UNITA' TETTONICA DI SAN MARCO**

### **3.1. Coperture detritiche e riporti**

Le coperture detritiche diffuse in tutto il territorio esaminato e in particolare lungo i versanti dei corsi d'acqua impostati su direttrici tettoniche. Gli affioramenti più estesi sono quelli localizzati lungo l'alto corso della F.ra Dinarini tra Pizzo Mualio e M. Cavallo (a nord di Mandanici). In questa sede sono stati cartografati soltanto gli accumuli con spessore stimato superiore a 2 m, e/o quelli rappresentabili alla scala della carta; tuttavia coltri detritiche di minore spessore ed estensione ricoprono quasi l'intera area.

Il deposito è costituito da materiale eterometrico, spesso a grossi blocchi, spigoloso, non cementato o in matrice argillosa e/o metaclastica, accumulato caoticamente, essenzialmente per gravità, alla base di versanti più o meno acclivi, o legato a processi di alterazione esogena di particolare significato. La composizione dei clasti è in relazione alle litologie dei versanti che questi fenomeni di instabilità hanno coinvolto. Gli accumuli sulle pendici a media-alta quota sono quelli più diffusi, presentano un certo grado di instabilità e generalmente hanno spessori più ridotti, quelli alla base dei versanti sono costituiti da masse più voluminose e vengono periodicamente asportate in occasione di eventi alluvionali particolarmente intensi.

In prossimità di incisioni vallive i depositi hanno localmente spessori consistenti e assetto stratificato cliniformi ed immergenti di parecchi gradi; ciò comporta condizioni di instabilità potenziale, che possono dar luogo a movimenti di massa specialmente in condizioni di saturazione idrica. Ricontrati lungo il tracciato stradale, ricoprono in modo discontinuo, non cartografati, i versanti interessati dalla strada con spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni metri.

Sono costituiti dai prodotti di alterazione e disgregazione delle formazioni presenti in sito e di quelle affioranti a monte in conseguenza dell'azione dei processi geomorfologici che interessano i litotipi. In genere, costituiscono la carreggiata stradale nei tratti lato valle del tracciato stradale nei tratti in cui si sviluppa a mezza costa o rilevato.

### **3.2 Alluvioni attuali**

Rappresentano il prodotto della sedimentazione fluviale dei materiali erosi a monte e trasportati durante i periodi di piena. Sono presenti anche lungo le aste principali dei torrenti che attraversano il territorio, in particolare lungo il greto della Fiumara Dinnarini e la linea di impluvio che da località Fossa Carnovale è intercettata dall'attuale tracciato stradale, che la attraversa a guado, in località Mazzuso.

Granulometricamente risultano costituite da sabbie, limi, ghiaie, ciottoli e blocchi. Caratteristica peculiare, in particolare, delle alluvioni di fondovalle dei torrenti e delle fiumare siciliane è la poca classazione dei materiali, a causa del regime idraulico che ne ha determinato la deposizione. Poiché la maggior parte dei materiali alluvionali viene depositata a seguito delle piene, che in regime idraulico turbolento trasportano a valle simultaneamente sia materiali grossolani che fini, in esse si rinvengono associazioni granulometriche molto variabili da punto a punto; si ha in definitiva una serie di contatti eteropici ad andamento irregolare.

Questi depositi sono interessati da processi di rielaborazione esercitati dalle acque dei Torrenti e dall'azione del mare.

### **3.3 Formazione di Rometta**

Il substrato roccioso direttamente interessato dal centro storico dell'abitato di Castoreale affiora alla **“Formazione di Rometta”** *Pliocene Superiore – Pleistocene Inferiore*. Questa formazione risulta costituita da calcareniti biodetritiche di colore ocra a briozoi e molluschi, con livelli sabbiosi a lamellibranchi, echinidi e brachiopodi, a stratificazione parallela e incrociata nella parte alta, *slumps* e locali sacche ad abbondante malacofauna (**ROE**) di ambiente da infralitorale a spiaggia sommersa. A Rometta ed a Roccavaldina le calcareniti passano verso l'alto e lateralmente ad argille sabbiose giallo ocra (**ROEa**). La formazione presenta uno spessore complessivo massimo di 150 m. Costituisce il substrato su cui sorge il centro storico di Castoreale.

### **3.4 Formazione di San Pier Niceto**

La **“Formazione di San Pier Niceto”** di età *Miocene Medio – Superiore*, qui costituita prevalentemente da un'alternanza di arenarie medio – grossolane, silt argillosi e sottili livelli di argille marnose. Marne argillose grigie con sottili intercalazioni arenarie fini arcose sono

presenti alla base della successione. Livelli argilloso - siltosi o sabbiosi, spessi qualche decina di metri, sono presenti alla sommità della successione e talvolta si estendono a ricoprire direttamente il substrato. Conglomerati ad elementi eterometrici cristallini; nella zona di San Pier Niceto costituiscono un corpo lenticolare di spessore fino a 200 m. poggiate sull'intervallo marnoso basale o direttamente sul substrato. Si ritiene che questa formazione costituisca parte del versante in esame nella porzione nord-occidentale. La Formazione è quindi caratterizzata da quattro litofacies: pelita (PCTa), arenaceo-pelitica (PCTb), conglomeratica (PCTc), bioliti coralgali e breccie carbonatiche (PCTd). Nell'area in esame è affiorante la facies arenaceo-pelitica (PCTb). L'età della formazione va dal Langhiano Sup. al Messiniano inferiore.

La **litofacies arenaceo-pelitica (PCTb)**, è costituita da un'alternanza di arenarie gradate medio-grossolane in banchi il cui spessore può raggiungere i 3 m, di silt argillosi e argille marnose. L'unità è discordante sulle argille ASI, localmente anche sulle calcareniti di Floresta (CFL) e sulle metamorfite (PMA). Nelle litofacies argilloso sono presenti fossili di foraminiferi e nanoflore.

### **3.5 Calcareniti di Floresta (CFL)**

Sono costituite da arenarie arkosiche fossilifere a cemento carbonatico. Questa formazione è una sequenza terrigena interpretata come la ripresa della sedimentazione detritica nel dominio calabride dopo l'arrivo per ricoprimento delle ASI.

Le Calcareniti di Floresta sono costituite da un'alternanza di intervalli metrici o decametrici di arenarie a differente grado di cementazione. In alcuni affioramenti è stato osservato che nella parte basale predominano i termini meno cementati, formati da arenarie bioclastiche a grana grossolana; nella parte sommitale prevalgono i livelli più cementati costituiti da arenarie fini grigio-biancastre con glauconite e resti organogeni.

La costituzione petrografica presenta granuli di quarzo a spigoli vivi, miche, feldspati e litici metamorfici, insieme alla presenza di resti organogeni di alghe, briozoi, di pettinidi, ostree e foraminiferi bentonici.

Localmente le Calcareniti di Floresta possono presentare al contatto con le sottostanti AS alcuni metri di argille marnose laminate di colore da bruno chiaro ad grigio-azzurro cui seguono microconglomerati gradati caratterizzati da ciottoli arrotondati ed a spigoli vivi.

Dagli studi effettuati per la redazione della Carta Geologica della Provincia di Messina, agli Autori hanno distinto tre diverse facies.

La prima facies è data da biocalcareniti e da bioliti a briozoi e rodoliti di piattaforma carbonatica; questa facies è presente in lembi sparsi lungo la fascia peritirrenica da Patti a S. Pier Niceto. La seconda è formata da calcareniti a stratificazione incrociata presente tra Falcone e Messina. La terza facies, di gran lunga la più estesa in affioramento in tutto il settore meridionale, tra Floresta e Novara di Sicilia, è formata da arenarie arkosiche in grossi banchi.

Lembi molto limitati di questo litotipo sono presenti a SW del centro abitato di Castoreale ed in contrada Castello di Margi dove danno origine ad un suggestivo affioramento e dove è possibile apprezzare il geo sito.

L'età geologica è attualmente attribuibile al *Burdigaliano sup. - Langhiano*.

### **3.6 Argille Scagliose dei Monti Peloritani (ASI)**

La diffusione su tutta la catena Peloritana fa ritenere che originariamente le Argille Scagliose (ASI) si estendessero a mantello prima di essere ridotte dall'erosione. Le ASI sono costituite da una formazione di argille tettonizzate con evidenti segni di rimaneggiamento. le Argille Scagliose hanno l'aspetto di argille policrome a tessitura scagliosa, sovente in giacitura caotica, cui si possono intercalare argilloscisti bituminosi alternati a radiolariti variegata e straterelli argilloso arenacei inglobanti quarzareniti giallastre. Sono inoltre presenti frammenti di calcari micritici bianchi, siltiti carbonatiche grigie con intercalazioni di radiolariti e di calcari diasprigni nerastri. Localmente inglobano lembi di calcari nummulitici. L'età della formazione è riferibile al Cretacico Superiore. Lo spessore massimo, in genere, non supera i 100 m.

La struttura caotica della formazione testimonia i complessi fenomeni tettonici ed orogenetici che ha subito nel corso della sua storia geologica. La discreta erodibilità di questa formazione produce una morfologia generalmente blanda, data da pianori, avvallamenti e colline arrotondate.

La struttura a scaglie e l'elevato rimaneggiamento di questa formazione sono le cause principali dello scadente comportamento meccanico che le caratterizza. Dette argille si presentano prevalentemente di colore bruno rossastro, grigio piombo e bluastro, formante un ammasso caotico di scaglie centimetriche di argilliti compatte, di forma grossolanamente romboedrica appiattita, a superficie traslucida, la cui disposizione denota una giacitura disarticolata. Granulometricamente le AS si possono far rientrare nel campo dei limi argillosi debolmente sabbiosi. La porzione superficiale, generalmente compresa nei primi metri, costituisce la fascia alterata e degradata della formazione. Come è noto le argille scagliose sono, per loro intrinseca natura, caratterizzate da elevata instabilità e propensione al dissesto, infatti anche lungo versanti che nel complesso presentano acclività modesta è possibile osservare colamenti, smottamenti dei fronti delle scarpate naturali e fenomeni di deformazione plastica e ciò in ragione del basso limite di plasticità presentato da questo litotipo e stimabile intorno al  $Wl \sim 25\%$ .

I fenomeni di dissesto si verificano in concomitanza di eventi idrometeorici di una certa intensità e/o durata sia per le condizioni di plasticità dei terreni, sia per il disordine idrografico delle acque di ruscellamento superficiale. I dissesti, in questo litotipo, interessano i primi metri della formazione alterata e degradata, dando così origine a frane di spessore comunque modesto (in genere compreso entro i primi 5mt. dal piano campagna).

L'età della formazione è attribuita al cretaceo – miocene inf. . La struttura caotica della formazione testimonia i complessi fenomeni tettonici ed orogenetici che ha subito nel corso della sua storia geologica. La notevole erodibilità di questa formazione produce una morfologia generalmente blanda, data da pianori e colline arrotondate.

La struttura a scaglie e l'elevato rimaneggiamento di questa formazione sono le cause principali dello scadente comportamento meccanico che le caratterizza. Dette argille si presentano prevalentemente di colore bruno rossastro, grigio piombo e bluastro, formante un ammasso caotico di scagliette centimetriche di argillitti compatte, di forma grossolanamente romboedrica appiattita, a superficie traslucida, la cui disposizione d'insieme denota una giacitura disarticolata e che ne condiziona il comportamento fisico-meccanico. Granulometricamente le a. s. si possono far rientrare nel campo dei limi argillosi debolmente sabbiosi.

La porzione superficiale, generalmente compresa nei primi metri, costituisce la fascia alterata e degradata della formazione.

Per le caratteristiche anzidette questo litotipo è spesso interessato da fenomeni di dissesto superficiale (limitati ai primi metri), specie in condizioni di maggiore acclività e presenza d'acqua.

Le ASI sono presenti in affioramento in località Piano Margi e sono interessate dal tracciato stradale per una porzione limitata ad alcune centinaia di metri.

### **3.7 Flysch di Capo d'Orlando COD)**

Questa è una formazione terrigena di età *Oligocene superiore Miocene inferiore*, discordante sui terreni cristallini e sulle relative coperture sedimentarie mesozoiche.

Il Flysch di Capo d'Orlando si presenta costituito da facies torbiditiche conglomeratico – arenacee evolventi verso l'alto e lateralmente a facies arenacee o arenaceo – pelitiche (COD), più raramente a facies francamente pelitiche. Alla base si rinvencono conglomerati (CODc) costituiti da elementi litici eterometrici di natura metamorfica (micasisti, gness occhiadini, semiscisti, filladi, quarzo e granito) solo localmente si possono rinvenire clasti di natura calcarea. La matrice in genere è arenacea di colore grigio-giallastro cementata, mentre la frazione argillosa è scarsa.

Nel comprensorio d'interesse progettuale il Flysch di Capo d'Orlando, nelle diverse facies conglomeratica, arenacea e pelitica, affiora in lembi isolati lungo il tracciato stradale. I lembi più significativi affiorano nelle località Carbonara, Monte Lurra, Pietra Rossa, M. Fossazza e Castello di Margi, ecc.

### **3.8 Unità Tettonica dell'Aspromonte (PMA)**

Il **Complesso metamorfico varisico (PMA)** è costituito da prevalenti masse di **gneiss occhiadini (PMAb)** di estensione plurichilometrica, con associati **metagranitoidi**, e da subordinati livelli

ettometrici di **paragneiss** passanti a **micascisti (PMAa)** e minori **quarziti, marmi e fels Ca-silicatici**. Localizzate le lenti di relitti pan-africani granulitici di **metaultramafiti** e diffusi i piccoli corpi di **metamafiti**, intercalati a tutti i litotipi. I terreni di questa unità mostrano analogie con quelli affioranti in Calabria. Il basamento metamorfico è formato da paragneiss, micascisti, geiss granitoidi pegmatoidi – aplitoidi, gneiss occhiadini da massivi a scistosi. All'interno del complesso paragneissico sono presenti corpi lenticolari di calcari e fels ca – silicati. I paragneiss costituiscono il litotipo principale ed affiorano diffusamente nell'ambito del comprensorio in banchi di notevole estensione e spessore. I **marmi**, tipi subordinati per quantità, affiorano in piccole masse, come ad ovest di Pizzo Batteddu, comunemente associati a metaultramafiti e interessati da una blanda cataclasi alpina. Sono massivi, grigio-chiari a grana media e tessitura saccaroide.

### **3.9 Unità Tettonica del Mela (MLE)**

L'unità a tetto è delimitata dal contatto di sovrascorrimento delle metamorfite dell'Unità dell'Aspromonte. A luoghi il limite superiore dell'Unità del Mela è definito dall'appoggio discordante del flysch di Capo d'Orlando. L'Unità sovrascorre generalmente sull'Unità di Piraino e solo localmente sull'Unità di Mandanici. La superficie di sovrascorrimento sulle sottostanti filladi e metareniti dell'Unità di Piraino è bene esposta in destra idrografica del T. Fantina, ad ovest dell'area di stretto interesse progettuale e non cartografata, marcata da una fascia cataclastica di potenza variabile dai pochi ad un centinaio di metri, con andamento abbastanza articolato. La geometria del contatto si presenta da sub-orizzontale a debolmente immergente a N e a NNO.

Nell'area in esame l'unità è rappresentata da prevalenti **marmi (MLEc)**, intercalati a **metaorneblenditi a granato relitto (MLEb)** e minori **quarziti**, e nella parte geometricamente più bassa da **paragneiss** passanti a **scisti (MLEa)**, con intercalazioni di localizzati **ortogneiss a due miche e porfiroclasti di ortoclasio**.

I **marmi a due miche**, localmente anche a **granato (MLEc)**, di norma bianco-grigiastri, a grana medio-fine e tessitura listata, a luoghi si presentano bianchi, massivi e a grana media. Diffusa la cataclasi alpina e processi idrotermali recenti con depositi di solfuri e Fe-ossidi.

## **Unità Tettonica di Piraino**

### **3.9 Metamorfite di Piraino (FIP)**

La sequenza è prevalentemente costituita da filladi passanti a metareniti, entrambe di colore grigio scuro, a tessitura scistosa, comuni sono le lenti e i noduli di quarzo. Localmente si rinvengono effetti cataclastico-milonitici in conseguenza della tettonica alpina. con intercalazioni di scisti anfibolici in lenti e di quarziti in piccoli banchi. L'**Unità di Piraino** affiora con continuità dalla frazione montana del Comune di Nizza di Sicilia (Foglio "Messina-Reggio di Calabria", Servizio Geologico d'Italia, 2008) sul versante ionico, a Piraino (Foglio "Patti") sul versante tirrenico, dove

è stata riconosciuta per la prima volta. L'unità è geometricamente interposta tra le Unità del Mela e localmente dell'Aspromonte a tetto, e le Unità di Mandanici e localmente di Fondachelli e di San Marco d'Alunzio a letto, con spessori che variano dalle decine di metri fino a un massimo di 500 m, in aree precedentemente attribuite da Bonardi *et alii* (1979, 1996) all'Unità di Mandanici. Nel territorio in esame affiora all'estremità orientale nei pressi di Mandanici. L'Unità di Piraino consta di un basamento definito da una sequenza sedimentario-vulcanica paleozoica interessata da un processo metamorfico varisico, polifasico, responsabile di una zoneografia progradata, dalla facies scisti verdi di bassa-T alla facies anfibolitica di bassa-T, e di una copertura mesozoica (Messina *et alii*, 1998, 2004b; Cecca *et alii*, 2002; Macaione, 2006; Carbone *et alii*, 2008). La sequenza paleozoica è riferibile ad una successione, a carattere pelitico-arenaceo con rare intercalazioni di vulcaniti basiche, tipica di una crosta continentale. Il **Complesso metamorfico varisico** è costituito da banchi di filladi passanti a metareniti, deformate da pieghe isoclinali con intercalazioni di lenti metriche di scisti anfibolici e di piccoli corpi di quarziti. Nell'area in esame l'unità è rappresentata solamente da terreni di basamento caratterizzati da **filladi** passanti a **metareniti (FIP)**, intercalate da localizzate **quarziti** e da rare lenti di **scisti anfibolici**. Le **filladi** passanti a **metareniti (FIP)**, dal caratteristico colore grigio scuro, affiorano in banchi di potenza ettometrica e rappresentano i litotipi prevalenti. Mostrano cristallinità medio-bassa e tessitura scistosa definita da mica bianca, clorite e grafite. La struttura è porfiroblastica per blastesi di clorite, cloritoide, biotite, granato e staurolite. Sono comuni le vene di quarzo. Diffusi gli *shear* alpini, responsabili di effetti cataclastico-milonitici, retrocessioni e depositi di solfuri, Fe-ossidi e -idrossidi. Le **quarziti**, in corpi plurimetrici grigio scuri, sono ricchi in mica bianca e grafite.

## **Unità Tettonica di Mandanici**

### **3. 10 Unità di Mandanici (FDN)**

Questa formazione, secondo molti autori, risulta costituita da un basamento di epi-metamorfiti e da lembi di copertura meso – cenozoica. Nella parte meridionale del comprensorio in esame affiora con buone esposizioni una porzione del basamento costituito da filladi muscovitiche, albitiche e grafitose, con vene e bande di quarzo. Le filladi costituiscono il litotipo principale. Le variazioni cromatiche dipendono dal minerale prevalente, grigio – scure se grafitose, argentee se sericitiche, grigio-verdi se sericitiche e plumbee se biotitiche. Le filladi lateralmente passano a metareniti massive. Tra i due litotipi esistono le sfumature intermedie. All'interno dell'unità è possibile riscontrare quarziti, lenti di metabasiti, porfiroidi. Le metamorfiti di questa unità hanno derivazione pelitico – arenacea. Il basamento è interessato da effetti cataclastici e milonitici correlati alla tettonica Alpina. L'**Unità di Mandanici**, definita da Bonardi *et alii* (1976) e corrispondente alla Falda di Mandanici di Ogniben (1960), affiora con continuità per circa 250 kmq, da Scaletta Zanclea-F.ra Forza d'Agro, sul versante ionico, fino alla F.ra di Naso su quello tirrenico,

raggiungendo spessori di 500 m. In precedenza considerata interposta tra le unità dell'Aspromonte a tetto, e di Fondachelli a letto, con un'estensione areale più ampia, risulta, invece, essere a tetto in contatto tettonico con l'Unità di Piraino e, subordinatamente, con le Unità del Mela e dell'Aspromonte (Messina *et alii*, 1997, 2004a, 2004b; Messina 1998a, 1998b) e, a letto, con l'Unità di Fondachelli e, più raramente, con l'Unità di S. Marco d'Alunzio.

L'Unità è formata da un basamento costituito da una sequenza sedimentario vulcanica paleozoica, interessata da un metamorfismo varisico, polifasico, e da una sottile copertura mesozoica. La sequenza paleozoica è riferibile ad una successione pelitico-arenaceo-carbonatica, con rare intercalazioni di vulcaniti basiche e vulcanoclastiti acide, tipica di una crosta continentale. Il Complesso metamorfico è costituito da banchi di filladi passanti a metareniti da grigio-verdi a plumbee, con intercalazioni di corpi plurimetrici di quarziti e lenti metriche di scisti actinolitici verde-azzurri, con localizzate masse di estensione chilometrica di porfiroidi. Nella parte più elevata della sequenza sono presenti livelli ettometrici di marmi a mica bianca.

**Piani di sovrascorrimento**, a tetto e letto dell'unità, sono delineati da fasce cataclastico-milonitiche che raggiungono fino i 30 m di potenza, con intense retromorfosi.

L'Unità presenta i seguenti peculiari marker di campagna: - filladi e metareniti a grana fine, cristallinità medio-bassa e colore variabile da grigio-verde se cloritiche a plumbeo se biotitiche, con foliazione poco crenulata e piccole blastesi statiche. Diffusi i processi idrotermali con rimobilizzazioni o depositi di minerali metallici;

- scisti actinolitici verde-azzurri, a grana fine, localmente, con depositi metallici;

- porfiroidi a clorite e/o biotite;

- marmi a grana fine listati a sola mica bianca (muscovite o paragonite), ricchi in solfuri, Fe-ossidi ed idrossidi.

L'unità nell'area in esame è presente con il basamento, composto da **filladi** passanti a **metareniti** (FDN), **porfiroidi**, **quarziti** e **scisti actinolitici** (assenti i marmi). Le **filladi** prevalenti passanti a subordinate **metareniti** (FDN) affiorano in banchi di estensione chilometrica e spessore ettometrico e sono i tipi più diffusi. Il colore varia da grigio-verde in quelli a muscovite e clorite, a grigio-argenteo nei tipi solo a muscovite, fino a grigio-plumbeo nei tipi a biotite, con il grado di cristallinità che aumenta dalle prime alle ultime. Presentano tessitura scistosa. Comuni lenti e noduli di quarzo, diffusi gli effetti cataclastico-milonitici alpini, responsabili di processi retrocessivi e di rimobilizzazioni dei depositi metallici e di nuovi depositi di Fe-ossidi e -idrossidi. Abbondanti le fratture tardive rinsaldate da quarzo e/o calcite. I **porfiroidi**, grigio-verdi o grigio-bruno, in masse di estensione ettometrica, presentano, alla microscala, porfiroclasti di albite in una matrice costituita da quarzo, feldspati e mica. Gli affioramenti sono ben esposti a nord-est di Pizzo Daini e a nord-ovest di Mandanici. Le **quarziti**, in rari corpi di estensione ettometrica, sono biancastre e foliate come quelli affioranti alla confluenza delle fiumare Floresta e di S. Venera. Contengono quarzo,

mica bianca, clorite e opachi. Gli **scisti actinolitici**, verde-azzurri, in lenti metriche, a tessitura aciculare.

## **Unità Tettonica di Fondachelli**

### **3.11 Unità di Fondachelli**

L'Unità di **Fondachelli**, definita da Bonardi *et alii* (1976), corrispondente a parte della Falda di Galati di Ogniben (1960) e a gran parte del basamento dell'Unità di S. Marco d'Alunzio di Lentini & Vezzani (1975), si estende, in maniera continua dalla valle della F.ra d'Agrò, sulla costa ionica, a Rocca di Caprileone, su quella tirrenica, raggiungendo spessori di 500-600 m. L'Unità di Fondachelli è interposta, comunemente, tra l'Unità di Mandanici a tetto e l'Unità di S. Marco d'Alunzio a letto; più raramente a tetto è sovrascorsa dalle Unità di Piraino, o Mela, o Aspromonte e, a letto, localmente, va in contatto tettonico con l'Unità di Longi-Taormina.

L'Unità è costituita da un basamento caratterizzato da una sequenza sedimentario-vulcanica paleozoica interessata da un metamorfismo varisico, polifasico, tipico della facies scisti verdi di bassa-T, e da lembi di una copertura mesozoica (Messina *et alii*, 2004a, 2004b; Messina & Macaione, 2010). La sequenza paleozoica è riferibile a una successione pelitico-arenacea, con rare intercalazioni di vulcaniti basiche, tipica di una crosta continentale. Il **Complesso metamorfico varisico** è composto da alternanze di filladi, metareniti e quarziti grafitose di colore grigio-nero perlaceo, con locali intercalazioni di metadiabasi verde-azzurri.

**Piani di sovrascorrimento**, a tetto e letto dell'unità, sono delineati da fasce cataclastico-milonitiche che superano i 20 m di potenza, accompagnate da retromorfosi e da processi idrotermali con rimobilizzazioni e/o depositi metallici e carbonatici.

L'Unità di **Fondachelli** presenta i seguenti peculiari *marker di campagna*:

- filladi, metareniti e quarziti grigio-nero perlacee, fortemente grafitose e a grana minuta;
- metadiabasi, di colore verde-azzurro;
- diffusi processi idrotermali con depositi metallici e carbonatici.

Il basamento è composto da prevalenti **filladi**, **metareniti** e **quarziti (FND)**, e localizzati **metadiabasi**. Le **filladi** passanti a **metareniti** e a minori **quarziti (FND)** presentano colore grigio-nero perlaceo, tipico dell'unità, per l'abbondante grafite.

### **3.12 Unità di S. Marco d'Alunzio (ESM)**

L'Unità di **S. Marco d'Alunzio**, definita da Lentini & Vezzani (1975) e corrispondente in gran parte alla Falda di Galati di Ogniben (1960), affiora nella parte meridionale dei Monti Peloritani, con spessore apparente massimo di 600 m. Normalmente interposta tra le unità di Fondachelli a tetto e di Longi - Taormina a letto, è localmente sovrascorsa dalle filladi delle unità di Piraino e di Mandanici, dagli scisti dell'unità del Mela o dagli gneiss occhiadini dell'unità dell'Aspromonte.

Nei Peloritani occidentali l'Unità sovrascorre sulle Unità Appenninico-Maghrebidi. L'unità di San Marco consta di un basamento caratterizzato da una sequenza vulcano-sedimentaria paleozoica, interessata da un metamorfismo varisco polifasico in facies scisti verdi di basse T e P, e di una copertura meso-cenozoica, condensata e lacunosa. La sequenza paleozoica, tipica di una crosta continentale, è costituita da una successione di prevalenti vulcaniti acide alternate a livelli pelitico-arenacei con rare intercalazioni di vulcaniti basiche. Il **Complesso metamorfico varisco**, a bassa cristallinità, è formato da alternanze policrome di metavulcaniti acide, con intercalazioni di *slate* grafitosi passanti a metareniti e a quarziti, con lenti di metabasiti e talcoscisti. Non esistono in letteratura studi petrografici e petrologici sull'Unità.

**Shear alpini**, di estensione fino a chilometrica, sono diffusi in tutta l'unità, responsabili di intensi fenomeni cataclastici fino a milonitici di basse T e P, con rimobilizzazioni e/o depositi di solfuri, solfati, carbonati, Fe-ossidi e -idrossidi. **Piani di sovrascorrimento**, a tetto e letto dell'unità, sono marcati da fasce cataclastiche che superano i 20 m di potenza, e da processi idrotermali con rimobilizzazioni e/o nuovi depositi metallici e carbonatici.

L'unità presenta i seguenti peculiari *marker* di campagna:

- cristallinità bassa;
- forte policromia dei litotipi;
- abbondanza di metavulcaniti acide di colore rosa antico, in cui prevalgono i porfiroidi;
- *slate* e metareniti grigio-violacei, quarziti grigio-rosate, metabasiti grigiobluastre e talcoscisti oca.

L'unità nel territorio in esame è rappresentata dal solo basamento (**ESM**), formato da **metavulcaniti acide**, *slate* passanti a **metareniti** e **quarziti**, locali livelli di **metabasiti** e rari **talcoscisti**. Le **metavulcaniti acide**, in masse di estensione chilometrica e potenza ettometrica, a grana fine, di colore rosato, localmente microporfiriche (porfiroidi). **Slate**, **metareniti** e **quarziti**, in banchi di estensione chilometrica e spessore pluriettometrico, rispettivamente grigio violacei e grigio-rosati, si alternano alle metavulcaniti, presentando tessitura fortemente scistosa. Comuni le lenti di quarzo. Le **metabasiti**, grigio-bluastre con vene di quarzo rosa, e i **talcoscisti**, color oca.

Questa unità è caratterizzata da un basamento cristallino di basso grado metamorfico, denominato metamorfiti III, sormontato, nei Peloritani occidentali, da una sequenza mesocenozoica lacunosa e condensata. Nella zona in esame affiorano esclusivamente nella porzione sud-orientale in modesti lembi. Si tratta di un complesso di rocce a bassissimo grado metamorfico, costituite da semiscisti che si sono formate al limite tra diagenesi e metamorfismo.

#### **4. Caratteri geolitologici interessati dal tracciato stradale**

Allo scopo di consentire una visione più organica dei caratteri geolitologici direttamente interessati dal tracciato stradale in esame e dei siti d'interesse progettuale verranno di seguito indicate e

brevemente richiamate le principali caratteristiche delle litologie che costituiscono il substrato strato stradale procedendo da Castoreale come rappresentato nella carta geologica scala 1:10.000 allegata e estratta dalla cartografia tematica già disponibile sul sito dell'assessorato regionale territorio e ambiente della Regione Siciliana.

#### **4.1 Tratto: abitato di Castoreale – c/da Case S. Croce**

Il centro abitato di Castoreale poggia su una formazione geologica sedimentaria del Pliocene Superiore – Pleistocene Medio denominata “**Formazione di Rometta**” (ROE). Pur non essendo direttamente interessata dall'intervento progettuale, per completezza descrittiva e considerato il valore paesaggistico rappresentato da questa formazione che caratterizza i versanti su cui sorge l'abitato, si è ritenuto opportuno inserirla. Si tratta di calcareniti biodetritiche a briozoi, rare alghe calcaree e molluschi, per lo più pettinidi, con livelli sabbiosi a lamellibranchi, echinidi e brachiopodi, a stratificazione parallela ed incrociata nella parte alta, e locali sacche ad abbondante malacofauna. Le calcareniti passano verso l'alto e lateralmente ad argille sabbiose giallo ocra e ad argille grigio azzurre micacee con rara malacofauna, e talora livelli pomicei e cineritici.

Gli ambienti di deposizione di questi sedimenti sono riferibili da infralitorale a spiaggia sommersa per le calcareniti e sabbie, batiale per le argille. La facies calcarenitica ha spessore fino a 150 metri, la facies delle argille fino a 80 metri.

Il tracciato stradale in esame dall'innesto sino alla contrada Case S. Croce si snoda con andamento prevalentemente a mezza costa, con piano viabile asfaltato, e poggia su una formazione geologica denominata “**Formazione di San Pier Niceto**” (PCT) costituita da depositi silicoclastici e carbonatici caratterizzati da diverse litofacies in rapporto di eteropia latero – verticale, discordanti su vari termini del substrato. La litofacies prevalente in questo tratto è costituita da un'alternanza di arenarie medio-grossolane, di silt argillosi e sottili livelli di argille marnose (PTC<sub>b</sub>). Lo spessore della litofacies prevalente, dai dati di letteratura, si ritiene compresa entro max 10 mt.

L'età della formazione è Miocene Medio – Superiore.

#### **4.2 Tratto: Case S. Croce – C/da Carbonara**

In c/da Case S. Croce le calcareniti della Formazione di San Pier Niceto, attraverso un contatto strutturale per faglia diretta, passano ad una litologia metamorfica afferente all'Unità Tettonica del Mela (MLE), prevalentemente costituita da paragneiss grigi a grana minuta, passanti a micascisti (MLE<sub>a</sub>) argentei ricchi in muscovite. In misura minore ed in lembi isolati, il tracciato stradale, che da Case Malasà si snoda in sterrato, va ad interessare Marmi a due miche e granato (MLE<sub>c</sub>) per lo più di colore grigio, grana medio-fine, tessitura orientata, intensamente ripiegati; raramente bianchi, a tessitura saccaroide e grana media. Localmente possono essere presenti quarziti. L'età della formazione è Paleozoica.

#### **4.3 Tratto: c/da Carbonara – Monte Lurra**

La strada in C/da Carbonara va ad interessare paragneiss grigi, passanti a micascisti (PMAa) grigio scuri, afferente al complesso metamorfico varisico dell'Aspromonte. Età Paleo – Proterozoico. Il tracciato torna ad interessare le metamorfiti dell'Unità del Mela (MLEa) e prosegue poi, per un breve tratto a nord ovest di Monte Lirici, su metaorblenditi granatifere (MLEb), di colore verde. Quindi, ritorna ad interessare i paragneiss e micascisti (PMAa) per proseguire, sul versante nord di Monte Lurra, con contatto per faglia, su terreni arenaceo pelitici della formazione del Flysch di Capo d'Orlando (CODb).

#### **4.4 Tratto: Monte Lurra – Monte Pizzicari**

Il tracciato stradale aggirato Monte Lurra costituito dal Flysch di Capo d'Orlando, torna ad impostarsi con contatto per faglia, su terreni dell'Unità dell'Aspromonte PMAa già descritti per poi attraversare un tratto di alcune centinaia di metri nella facies del conglomerato poligenico (CODc) del Flysch di Capo d'Orlando, a nord della località denominata Castello di Margi. Superata la facies conglomeratica il tracciato stradale va ad interessare terreni afferenti alle Argille Scagliose dei Monti Peloritani (ASI) e marginalmente le Calcareniti di Floresta (CFL) e quindi di nuovo sulle argille scagliose (ASI). Poco oltre il bivio per località Bafia la strada riattraversa i paragneiss e micascisti (PMAa) dell'Unità dell'Aspromonte che caratterizzano Monte Pizzicari.

#### **4.5 Tratto: Monte Pizzicari – Pizzo Batteddu**

Dal versante orientale di Monte Pizzicari la strada gira verso oriente ed attraversa località Facciola Longa il cui substrato geologico è costituito da un blocco intercluso da faglie, dell'alternanza arenaceo – pelitica del Flysch di Capo d'Orlando. Quindi si imposta su paragneiss e micascisti (PMAb) dell'Unità dell'Aspromonte, attraversa sul versante meridionale di Monte Fossazza un modesto dissesto, e prosegue sempre su detta formazione geologica fino a Monte Gardile da dove raggiunge Pizzo Batteddu, dopo due brevi tratti, alternati, costituiti da terreni dell'Unità del Mela (MLEa).

#### **4.6 Tratto: Pizzo Batteddu – Pizzo Mualio**

In questo tratto il tracciato stradale si snoda sempre su terreni di natura metamorfica appartenenti sia all'Unità del Mela nelle facies MLE a, MLEc, alternati a lembi di paragneiss e micascisti (PMAa) dell'Unità dell'Aspromonte.

#### **4.7 Tratto: Pizzo Mualio – Fiumara Dinarini**

Superato Pizzo Mualio il percorso stradale assume direzione sud, attraversa località Serro Mauro, costituita sempre dall'alternanza dei terreni metamorfici indicati nel precedente tratto per proseguire poi su metamorfiti dell'Unità di Piraino (FIP) costituite da filladi e subordinate metareniti di colore grigio scuro e tessitura scistosa e presenza di noduli e lenti di quarzo. All'interno di questo litotipo è inoltre possibile rinvenire in lembi metrici quarziti grigio-scuro e scisti anfibolici di colore verde

chiaro. In località portella Fosso Lupo il tracciato stradale si imposta, per alcune centinaia di metri, su terreni filladi (**FDNb**) appartenenti all'Unità di Mandanici per poi andare ad interessare per un esteso tratto, fino a località Mazzuso, le metamorfite dell'Unità di San Marco (**ESM**) che risulta costituita da alternanze policrome di prevalenti metavulcaniti acide, slate grafitosi passanti a metareniti e quarziti e da locali intercalazioni di livelli di metabasiti bluastre e rari talcoscisti. Da località Mazzuso il percorso stradale torna ad interessare la formazione filladica (FDNb) dell'Unità di Mandanici sino alla fine del tracciato d'interesse progettuale.

## **5. Caratteri Geo-Strutturali**

L'area in esame ha subito numerose fasi deformative, che si sono sovrapposte, creando delle strutture complesse, generate da una tettonica polifasica. Infatti le fasi più antiche sono da ricondurre al Paleozoico, mentre per quelle riferite ad una generica tettonica "alpina" è necessario precisare se si tratta di quella "eoalpina" (di età cretacico-eocenica), ovvero di quella di età paleogenico-miocenica inferiore ("fase balearica"), coeva cioè alla rotazione del Blocco Sardo-Corso. Quest'ultima ha prodotto un orogene Africa-vergente in Sicilia e Apulo-vergente in Appennino. Alle strutture relative a questa fase si sono sovrapposte quelle collisionali ascrivibili al Miocene medio-superiore e al Plio-Pleistocene e che rientrano in una "fase tirrenica" (Finetti *et alii*, 1996, Lentini *et alii*, 2000), fortemente condizionate dall'apertura del Bacino Tirrenico

Questi sistemi di faglia hanno prodotto effetti fino ad epoche recenti mentre alcune di esse sono ancora attive come testimoniato dalla sismicità della zona.

Uno dei principali sistemi è quello ad orientazione NW – SE, sistema sud – Tirrenico, che ha prodotto movimenti trascorrenti destri accompagnando verso meridione la distensione connessa all'apertura del Bacino Tirrenico. Ciò ha favorito lo scorrimento del settore Peloritano verso SE, in avanzamento rispetto al settore dei Nebrodi. Prevalente è la direttrice tettonica E – W rispetto a quella N – S o a direttrici prossime a quest'ultima. Il quadro tettonico è completato da faglie normali che controllano la costa ad orientazione NE – SW.

L'attuale assetto del margine Tirrenico dei Peloritani, in particolare, è formato dall'alto strutturale che si protende verso mare nelle zone di Capo d'Orlando – Capo Tindari ad ovest, e Capo Rosocolmo ad est. Il confine tra le aree sollevate e quelle depresse in buona parte coincide con la linea di costa attuale, mentre rientra a terra ad est di Capo Tindari, in corrispondenza di una depressione parallela alla costa (Depressione di Barcellona) che si estende fino a Villafranca Tirrena. I margini di questa depressione, allo stesso modo dei margini della costa alta, sono controllati da due principali sistemi di faglie, uno ad orientazione NW – SE di tipo destrorso l'altro ad orientazione NE – SW di tipo normale. Queste strutture si sono originate a partire dal Pliocene superiore, dislocando una preesistente struttura ad host e graben le cui depressioni strutturali sono

evidenziate dagli accumuli clastici di età serravalliano – tortoniana. Le faglie normali a direzione NE – SW si estendono fino alle aree costiere formando una gradinata che disloca anche i terreni recenti. A queste faglie è imputato l'attuale sollevamento delle aree emerse i cui tassi di crescita in questo settore, in base ad osservazioni sui fori dei litodomi presenti a Capo Tindari tra i 75 e 90 m. s.l.m., (Malatesta, -1958), correlabili con un deposito di Capo Milazzo, è valutato nell'ordine di 0,65 m/Ka. (Casentino & Ghiozzi, 1988).

## **6. Caratteri Geomorfologici, Orografici e Idrografici**

Il territorio in esame presenta lineamenti morfologici che variano dalle orografie alto collinari a montuose, con forme aspre ed accidentate nei rilievi più alti della porzione occupata dai Monti Peloritani. Alle quote più alte sono ancora riconoscibili elementi relitti di un paleo paesaggio sommitale gradato a creste e progressivamente ribassato verso NW da faglie normali.

I caratteri morfologici della zona sono essenzialmente legati agli effetti combinati della litologia ed alla elevata erodibilità dei terreni, alla copertura vegetale, al clima, con piogge di forte intensità e concentrate in brevi periodi, specie nella stagione autunnale, e agli elementi strutturali connessi alla tettonica traslativa, cui si aggiungono i movimenti recenti e l'azione antropica. Questa zona è attualmente sottoposta a processi geodinamici attivi ed ancora in rapida evoluzione, come testimoniato dalla presenza in affioramento di depositi recenti fagliati e dislocati a varie quote cui si aggiunge la sismicità diffusa. Il modellamento del paesaggio è, nel complesso, condizionato passivamente o controllato attivamente dai sistemi di faglie presenti in zona. I sistemi di faglia più antichi favoriscono la formazione di tracciati fluviali susseguenti e scarpate prodotte da erosione differenziale.

Queste condizioni hanno determinato fenomeni di intensa erosione lungo i versanti e formazione di consistenti depositi detritici ai margini degli stessi, riconoscibili alle quote più elevate. Nelle aree a valle, per effetto della brusca diminuzione delle pendenze, prevalgono, invece, i processi di deposizione dei materiali detritici trasportati dalle acque di deflusso superficiale.

Il territorio si trova pertanto in uno stadio geomorfologico scarsamente evoluto che determina, di conseguenza, un'attività erosiva, piuttosto intensa e sviluppata delle acque di precipitazione meteorica e selettiva in ragione della diversa resistenza dei litotipi affioranti. Ciò si verifica principalmente in occasione di piogge di maggiore intensità e durata, quando si esalta la degradazione del suolo. Infatti, alle nostre latitudini, è l'acqua di precipitazione meteorica l'agente morfoevolutivo principale. Questo territorio presenta, pertanto, un'evoluzione morfologica policiclica la cui energia del rilievo deriva, principalmente, dal sollevamento recente dell'area e dal conseguente ringiovanimento ed approfondimento del reticolo idrografico, con conseguente attivazione di frane e dissesti lungo i fianchi dei versanti che non hanno ancora raggiunto uno stadio

di equilibrio. La diffusa franosità presente nell'abito dei bacini idrografici della zona ne costituisce un chiaro esempio.

La prevalenza di rocce metamorfiche tra i terreni che costituiscono i bacini sottesi al tracciato stradale di interesse, caratterizzano la tipologia dei dissesti maggiormente presenti che risultano rappresentati da crolli, scivolamenti traslativi e colamenti rapidi. La prima tipologia a carico delle facies più competenti, gneiss, calcari cristallini, ecc., anche in ragione dell'estrema tettonizzazione, fratturazione ed alterazione del tipo litologico. La seconda tipologia si sviluppa prevalentemente lungo i versanti ed in corrispondenza dei canali nelle zone di testata dei bacini idrografici. Sono anche presenti frane di smottamento; Frane di scoscendimento che si sviluppano a carico della copertura detritico – eluviale. Nonché forme di erosione diffusa e di erosione a rivoli o solchi.

Questi corsi d'acqua in occasione di precipitazioni di una certa intensità assumono la funzione di collettori sia delle acque di ruscellamento superficiale, sia delle colate di detrito.

Dalla consultazione della cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana della zona non sono stati evidenziati problematiche di particolare rilevanza per le finalità progettuali.

## **6.1 Assetto Orografico**

Il paesaggio di questo territorio è prevalentemente caratterizzato da un'unica fascia cui sono riconoscibili i tratti morfologici alto collinari e montani più significati.

La fascia montana, caratterizzata dalle quote più elevate: Monte Lirici (968 mt.), Monte Lurra (1018,6 mt.), Monte Pietre Rosse (1043,2 mt.), Castello di Margi (959 mt.), Monte Pizzicari (973 mt.), Monte Fossazza (1224 mt.), Monte Gardile (1233 mt.), Pizzo Batteddu (1228 mt.), Pizzo Melia ( 965,3 mt.) presenta la maggiore estensione areale con morfologia aspra ed accidentata. I rilievi sono costituiti prevalentemente da rocce metamorfiche (filladi, gneiss, calcari cristallini, calcescisti, ecc.) spesso profondamente alterate ed intensamente fratturate. I versanti sono incisi da vallate strette e fianchi ripidi e pendenza dei thalwegs elevata. I termini filladici, presentano una maggiore tendenza all'erosione. Prevalenti sono i processi di erosione e trasporto. I materiali detritici, prodotti nei versanti bacinali dai processi esogeni, sono convogliati attraverso la rete drenante al sistema fluviale principale da dove, trasportati dalle acque incanalate, raggiungono poi il mare alimentando strutture di transizione.

## **6.2 Aspetti Idrografici**

L'area interessata dal tracciato stradale in esame è drenata superficialmente principalmente dai sistemi idrografici dei Torrenti Longano, Savoca e Pagliara ed in misura minore dal T. Mazzarà e

Mela. I bacini dei T. Longano, Mela e Mazzarà si sviluppano sul versante tirrenico dei Peloritani occidentali, mentre i bacini dei Torrenti Savoca e Pagliara si sviluppano sul versante ionico dei Monti Peloritani, nella provincia di Messina. Il tracciato stradale nel primo tratto procedendo da Castoreale si sviluppa nell'ambito del bacino idrografico del T. Longano lungo il versante in destra idrografica del Torrente Crizzina, prosegue poi circa parallelamente allo spartiacque secondario che separa il T. Longano dal T. Mela. Per proseguire poi, in direzione sud – est sempre in prossimità dello spartiacque a cavallo dei bacini idrografici dei Torrenti Mazzarà e Mela. In corrispondenza di Pizzo Batteddu il tracciato stradale assume direzione circa est – ovest snodandosi sempre a cavallo dello spartiacque principale dei Monti Peloritani e che separa il versante tirrenico da quello ionico e nello specifico i bacini idrografici del T. Mela da quello del Torrente Savoca. Raggiunto Pizzo Mualio il tracciato assume direzione circa nord – sud ed inizia a scendere lungo il versante ionico snodandosi sempre in prossimità dello spartiacque secondario che separa i bacini idrografici del T. Savoca e T. Pagliara. Raggiunto Pizzo Melia la strada si sviluppa con andamento a mezza costa lungo il versante orientale della Fiumara Dinarini.

Numerosissime sono le linee di impluvio attraversate dal tracciato stradale la maggior parte delle quali del I° ordine gerarchico drenando aree di limitata estensione. Solo alcune di queste hanno bacini idrografici significativi tuttavia di estensione inferiore al ½ chilometro quadrato. Da osservare che gli attuali attraversamenti delle linee di impluvio nel tratto di strada in sterrato sono a guado.

Le condizioni climatiche del territorio in esame sono fortemente influenzate dall'orografia ed in particolare dalla presenza della catena montuosa prossima alla costa cui si collegano l'effetto barriera svolto dal rilievo nei confronti delle correnti aeree provenienti sia dal Tirreno che dallo Jonio, l'azione mitigatrice del mare relativamente alle temperature, la variabilità dei caratteri pluviometrici e termometrici nelle diverse fasce altimetriche che decorrono parallelamente allo sviluppo della catena. In generale il clima è di tipo mediterraneo, con un semestre (ottobre-marzo) con precipitazioni meteoriche generalmente abbondanti e spesso concentrate in brevi periodi, con temperature relativamente basse e variabili con l'altitudine. Un semestre (aprile-settembre) con precipitazioni in genere scarse ed occasionali. L'andamento delle precipitazioni risente dell'altitudine con valori medi di 700-800 mm. annui nelle fasce costiere e i bassi versanti collinari, mentre possono raggiungere valori medi superiori ai 1.300 mm. alle quote più elevate. Di particolare rilevanza si ritiene segnalare la possibilità di eventi estremi con valori di picco dell'ordine di circa 300 mm. in poche ore, come in occasione dell'evento alluvione del 22/11/2011. Le grandezze più significative nel periodo dal 1921 al 2003 sono stati, ad esempio per la stazione pluviometrica di Castoreale posta ad una quota di 399 mt. s.l.m., Gennaio 1933-Dicembre 1934, 873,5 mm; Gennaio 1948, 598,0 mm e Gennaio 1996, 434,0 mm, mentre ad Antillo (stazione

posta a 480 mt. slm.) si sono raggiunti in Dicembre 1934, 1004,0 mm e nel Gennaio 1949, 906,5 mm

### **6.3 Fenomeni geomorfologici lungo il tracciato stradale**

In considerazione delle caratteristiche morfologiche, orografiche e idrografiche generali, che caratterizzano le porzioni di territorio interessate dal tracciato stradale e visto l'orientamento progettuale, si ritiene opportuno, in questa fase di progettazione preliminare, indicare sommariamente i principali fenomeni attivi di cui bisognerà tenere conto in fase di progettazione definitiva ed esecutiva.

Si ritiene di fondamentale importanza prestare particolare attenzione alle previsioni di opere di attraversamento idraulico delle linee di impluvio intercettate dal tracciato stradale, di adeguata sezione ed opportunamente ancorate al substrato roccioso. Pari importanza assumono le opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche lungo il tracciato stradale costituite da cunette di idonea sezione, pozzetti e tombini di smaltimento. Infatti, attualmente è possibile osservare come nella porzione in sterrato del tracciato stradale l'assenza di opere di raccolta e smaltimento acque trasforma lo stesso piano stradale in una sorta di collettore delle acque provenienti dai versanti che erodono il piano viabile per poi defluire lungo linee preferenziali non regimate e spesso divaganti. Nel corso dei sopralluoghi svolti è stato possibile osservare la formazione di solchi di erosione più o meno incisi che costituiscono un evidente limite all'agibilità del tracciato e necessitano continue attività manutentive.

Lo sversamento delle acque raccolte con i sistemi a presidio del piano viabile dovrà avvenire nell'ambito dello stesso bacino idrografico cui sottende il tratto di strada interessato.

Tenere conto degli inevitabili fenomeni di scoscendimento e crolli di blocchi che localmente andranno ad interessare il tracciato e provenienti dai versanti di monte in considerazione dell'assenza di opere di contenimento, prevedendo nei siti di più frequente occorrenza opere di contenimento.

Nel corso dei sopralluoghi sono stati osservati alcuni tratti in cui il tracciato sterrato risulta già interessato da preesistenti dissesti che hanno causato il restringimento della sezione stradale. In detti punti critici dovranno essere realizzate opere di sostegno di adeguata consistenza prevedendo la esecuzione di fondazioni indirette in ragione sia dell'acclività dei versanti, sia della natura dei terreni. In detti siti sarà necessaria l'esecuzione di una specifica campagna di indagini geognostiche, geofisiche e prove geotecniche. Occorre infine osservare che il tracciato stradale presenta in più punti segni di pregressi dissesti o condizioni di precaria stabilità in ragione del substrato detritico su cui è impostato e che rimane comunque esposto a possibili ulteriori fenomeni di dissesto in ragione di quanto già ampiamente esposto.

## 7. Caratteri fisico - meccanici dei terreni

Per quanto attiene le caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni interessati dalle opere di previsione progettuale, si ritiene necessario, preliminarmente, precisare che in mancanza di dati diretti risultanti dalle necessarie specifiche prove ed indagini geognostiche, in questa fase, considerato il carattere preliminare del lavoro, la definizione orientativa dei valori dei principali parametri geotecnici è stata formulata per estrapolazione da altri studi in aree vicine ed aventi caratteristiche simili e dall'osservazione diretta dei luoghi. Si rimanda invece ad una fase più avanzata della progettazione l'esecuzione delle indagini geognostiche e prove geotecniche atte a verificare il comportamento fisico - meccanico e definirne i principali parametri.

### 7.1 Depositi sciolti (coperture detritiche e riporti)

I principali parametri fisico – meccanici, orientati, posso essere così sintetizzati:

- peso di volume  $\gamma = 1,7 - 1,8 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno  $\varphi = 26^\circ - 32^\circ$
- coesione  $c = 0,00 \text{ KN/mq.}$

### 7.2 Terreni arenaceo - argillosi

- peso di volume  $\gamma = 2,0 - 2,2 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno  $\varphi' = 23^\circ - 27^\circ$
- coesione  $c' = 10 - 15 \text{ KN/mq.}$

### 7.3 Terreni arenaceo – calcarenitici (Calcareniti di Floresta – Flysch di Capo d'Orlando)

- peso di volume  $\gamma = 1,9 - 2,0 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno  $\varphi' = 28^\circ - 32^\circ$
- coesione  $c' = 0 - 5 \text{ KN/mq.}$

### 7.4 Argille Scagliose dei Monti Peloritani

- peso di volume  $\gamma = 1,75 - 1,85 \text{ t/mc}$
- angolo attrito di picco  $\varphi' = 15^\circ - 22^\circ$
- coesione  $C' = 20,00 \text{ KN/mq.}$

## 7.5 Metamorfiti

- peso di volume  $\gamma = 2,0 - 2,3 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno  $\varphi' = 27^\circ - 40^\circ$
- coesione  $c' = 0,00 - 20 \text{ KN/mq.}$

## 8. Descrizione programma indagini geognostiche

In considerazione dell'orientamento progettuale, in questa sede si è ritenuto definire una programmazione di massima delle indagini geognostiche che in una fase più avanzata della progettazione definitiva occorrerà eseguire al fine di supportare in modo più compiuto le previsioni di progetto sia ai fini della modellazione geologica, sia della modellazione geotecnica dell'area interessate dalle eventuali opere strutturali. Pertanto, si è ritenuto opportuno prevedere sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo; prelievo di campioni rappresentativi delle principali litologie riscontrate; analisi di laboratorio; prove in situ ed indagini geofisiche. Per quanto attiene alle tipologie ed alle relative quantità si rimanda al computo metrico estimativo in allegato, riservandosi in ogni caso la possibilità di operare modifiche o integrazioni al fine di renderle più aderenti e coerenti alle scelte progettuali.

## 9. Sismicità Storica della zona

L'esame della sismicità storica dell'area d'interesse, localizzata all'interno dell'Arco Calabro – Peloritano, ha lo scopo di definire il grado di intensità sismica registrato nella zona. L'Arco Calabro - Peloritano è tra le aree geologicamente più attive del Mediterraneo centro meridionale. L'elevato livello di sismicità crostale dell'Arco Calabro - Peloritano, con ipocentri entro i 35 Km di profondità, è da mettere in relazione all'intensa attività neotettonica della regione, che si genera attraverso sistemi di faglie estensionali o transtensive e con il rapido sollevamento della catena. La notevole sismicità si manifesta con eventi anche distruttivi e catastrofici con distruzioni e vittime, e in alcuni casi, la formazione di tsunami. Le zone sismicamente più attive ricadono nella zona dello Stretto di Messina, dei Monti Nebrodi, del Golfo di Patti, lungo una fascia che da Tindari si estende verso SSE e tra Milazzo e Messina.

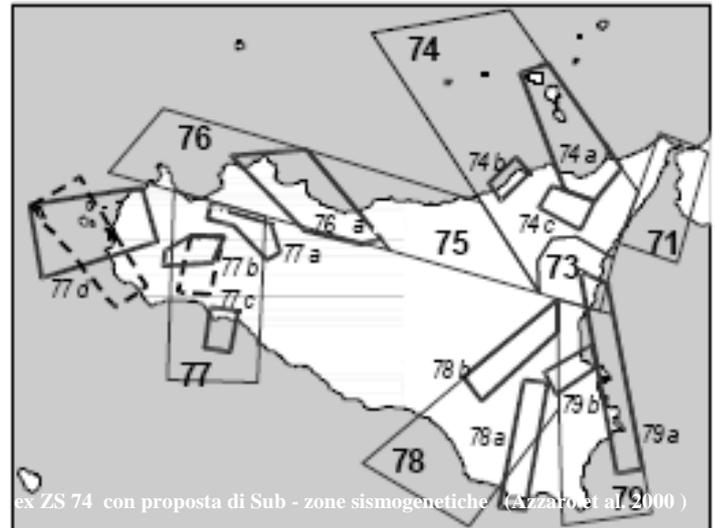
Gli eventi sismici più severi di cui ha risentito la zona in esame, sono: Terremoti del 1693, 1739 e 1786 (IX° MCS) di Naso; Terremoto del 1717 (IX° MCS) e di Castoreale; 1908 (XI° MCS) di Messina; 1786 e 1978 (IX° MCS) di Patti.



Rappresentazione delle strutture sismogenetiche individuate attraverso studi geologici e geofisici (in giallo) e delle sorgenti "areali" (in rosso)

Recenti studi interpretativi della geodinamica di questo settore del mediterraneo, ipotizzano connessioni tra i processi neotettonici dell'Arco Calabro – Peloritano con l'arretramento verso SE (Lentini, 2003) dello slab ionico che immergendosi verso NO al di sotto dell'Arco Calabro – Peloritano e del Tirreno genera i terremoti intermedi o profondi.

Nel settore peloritano occidentale, la maggior parte dei terremoti sono localizzati sul versante tirrenico della ex ZS 74, in particolare lungo l'allineamento Patti-Vulcano-Salina (Antichi et al., 1998). Questa sismicità è associabile alle strutture trascorrenti destre orientate NO-SE come ad es. terremoto di Patti del 1978 (Barbano et al., 1979) che costituiscono l'espressione più settentrionale della zona di taglio crostale rappresentata dalla Linea Tindari-Giardini (ex ZS 74a) (Azzaro et alii, 2000).



Di magnitudo più bassa ed ipocentri più superficiali, i terremoti dell'area Novara di Sicilia-Raccuia (ex ZS 74c) sembrano associabili a strutture esterne

all'allineamento Patti-Isole Eolie. I terremoti di Naso (ZS 74b) potrebbero invece essere associati a faglie normali NE-SO responsabili del sollevamento della Catena. I pochi elementi di conoscenza sul ruolo giocato alle strutture Sud-Tirreniche (circa E-O), presenti in mare e responsabili degli eventi del settore più occidentale delle Eolie, non consentono di escludere che queste ultime potrebbero aver generato terremoti di magnitudo elevata come quello del 1823 ( $M_S = 5.9$ ) (Azzaro et al., 2000).

La ricerca si è basata su dati bibliografici e sui data – base della sismicità storica e strumentale dell'INGV, attraverso la consultazione dei principali cataloghi sismici.

Tra le sorgenti sismogenetiche, identificate attraverso studi geologici e geofisici e le sorgenti “areali”, definite come sistemi di faglie geometricamente e cinematicamente omogenee ma non distinguibili in relazione alla genesi degli eventi che ricadono nell'area specifica, è possibile notare la presenza di un sistema di faglie con orientazione NNW – SSE prossime all'area in esame.

A queste strutture si attribuiscono terremoti distruttivi che hanno interessato la zona del Golfo di Patti come, ad esempio, quello del 1978.

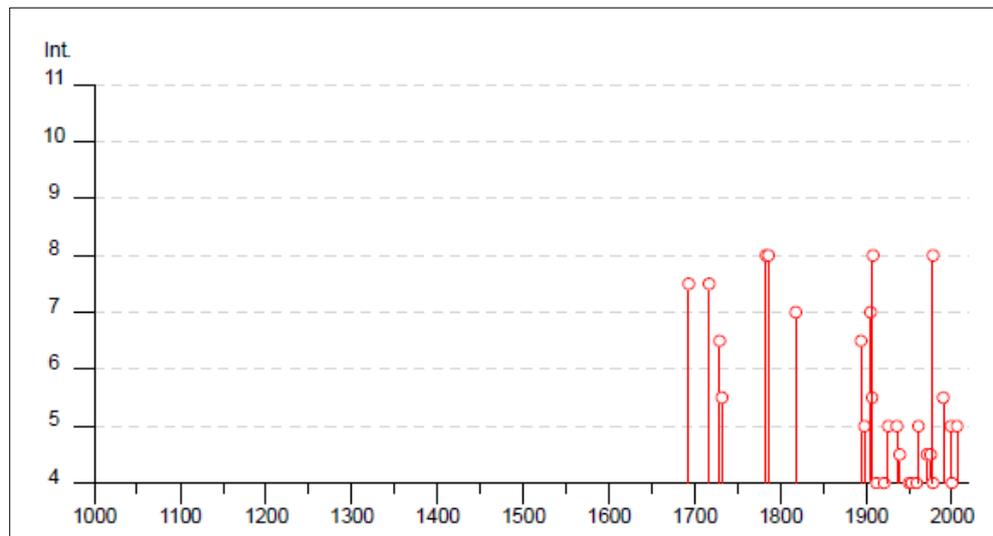
Da una prima analisi degli eventi sismici presenti nel catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI15), sono stati selezionati dal sito:

e riportati nelle tabelle a seguire, solo quelli che, avvenuti in un periodo comprendente la sismicità storica e quella recente, abbiano potuto causare per la loro violenza sia dei danni notevoli agli edifici che perdite di vite umane, prendendo come riferimento ai Comuni nell'ambito territoriale dei quali ricade il tracciato stradale in progetto e prossimi allo stesso, costituiti da: **Castroreale, Santa Lucia del Mela, Casalvecchio Siculo, Furci Siculo, Pagliara (Me)**. Questi terremoti, per la loro elevata magnitudo, sono stati avvertiti nei Comuni e nelle aree ad essi vicine, riportando inoltre la corrispondente massima intensità in loco.

## Castroreale

PlaceID IT\_66749 -  
 Coordinate (lat, lon)  
 38.099, 15.211 -  
 Comune (ISTAT 2015)  
 Castroreale  
 Provincia Messina -  
 Regione Sicilia  
 Numero di eventi  
 riportati 40

Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
7-8	1717	04	22				Monti Peloritani	7	6-7	4.91
6-7	1729	06	29	13			Golfo di Patti	4	6-7	4.86
5-6	1732	03	28				Monti Peloritani	3	5	4.16
8	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11	7.10
8	1786	03	10	14	10		Golfo di Patti	10	9	6.14
7	1818	02	20	18	15		Catanese	128	9-10	6.28
3-4	1884	01	10	20	35		Etna - Versante settentrionale	14	6	3.19
6-7	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9	6.12
5	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
3	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6	4.51
7	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF	1906	03	22	19	40		Novara di Sicilia	8	5	4.16
5-6	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9	5.96
8	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1910	06	13	23	43		Calabria meridionale	14	5	4.36
4	1912	12	22	08	05		Stretto di Messina	56	5-6	4.68
4	1921	06	19	12	52	4	Calabria meridionale	13	5	4.43
5	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	35	7-8	5.28
5	1936	10	08	08	04		Patti	16	5-6	4.61
4-5	1939	01	27	20	10	1	Isole Eolie	33	7	5.10
3	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
NF	1949	10	08	03	08		Sicilia sud-orientale	32	7	5.10
4	1950	07	18	23	52	4	Sicilia nord-orientale	27	5-6	4.71
4	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6	4.88
4	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11
5	1961	03	24	10	36		Calabria meridionale	59	5-6	4.62
4-5	1971	02	19	18	50	2	Monti Peloritani	17	5	4.54
4-5	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
NF	1977	06	05	13	59		Monti Nebrodi	108	6-7	4.61
4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8	5.22
8	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
3	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
5	1999	02	14	11	45	5	Golfo di Patti	101	6	4.66
4	2000	05	29	14	25	3	Golfo di Patti	34	4-5	3.66
3	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
5	2006	02	27	04	34	0	Monti Peloritani	55	5	4.38
NF	2009	12	19	09	01	1	Etna - Maletto	64	6	4.39

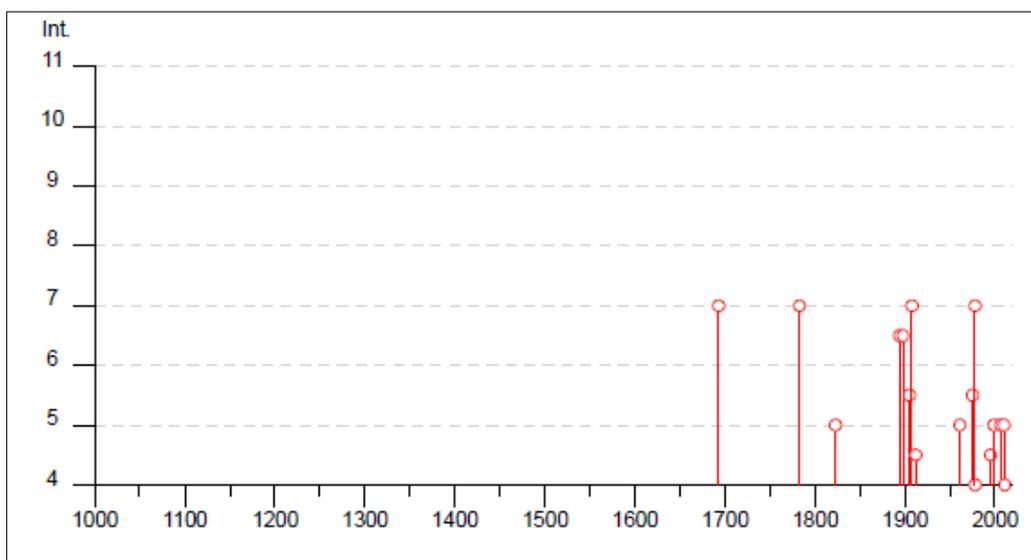


## Santa Lucia del Mela

PlaceID IT\_67300 - Coordinate (lat, lon) 38.140, 15.281 - Comune (ISTAT 2015) Santa Lucia del Mela  
 Provincia Messina - Regione Sicilia

Numero di eventi riportati 25

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
7	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11	7.10
5	1823	03	05	16	37		Sicilia settentrionale	107	8	5.81
6-7	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9	6.12
6-7	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
5-6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
7	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4-5	1912	12	22	08	05		Stretto di Messina	56	5-6	4.68
NF	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
5	1961	03	24	10	36		Calabria meridionale	59	5-6	4.62
5-6	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8	5.22
7	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
3	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4-5	1995	08	27	19	42	1	Golfo di Patti	55	4-5	4.11
5	1999	02	14	11	45	5	Golfo di Patti	101	6	4.66
3	2000	05	29	14	25	3	Golfo di Patti	34	4-5	3.66
NF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
5	2006	02	27	04	34	0	Monti Peloritani	55	5	4.38
5	2010	08	16	12	54	4	Isole Eolie	29	5-6	4.68
4	2011	06	23	22	02	4	Monti Nebrodi	54	5-6	4.70
3	2013	08	15	23	06	5	Monti Peloritani	49	5-6	4.38



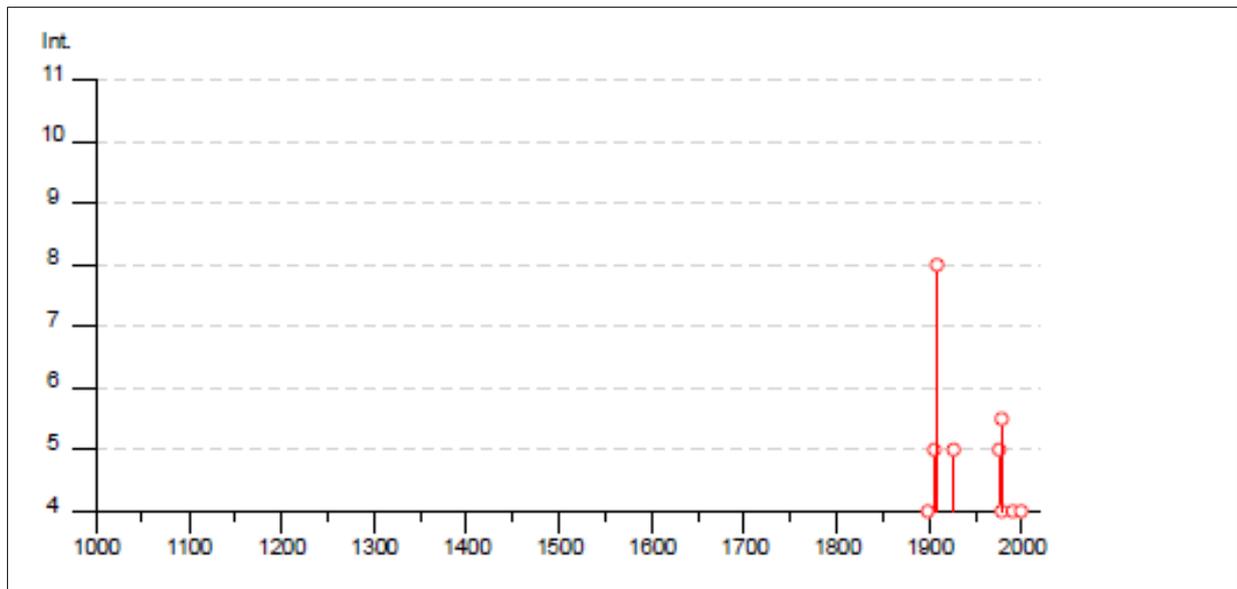
## Casalvecchio Siculo

PlaceID IT\_66717 - Coordinate (lat, lon) 37.957, 15.322 - Comune (ISTAT 2015) Casalvecchio Siculo

Provincia Messina - Regione Sicilia

Numero di eventi riportati 13

Effetti		In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
5	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
8	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
5	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	35	7-8	5.28
5	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8	5.22
5-6	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
4	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
NF	1995	08	27	19	42	1	Golfo di Patti	55	4-5	4.11
4	1999	02	14	11	45	5	Golfo di Patti	101	6	4.66
NF	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56



## Furci Siculo

PlaceID IT\_66800 - Coordinate (lat, lon) 37.961, 15.381 - Comune (ISTAT 2015) Furci Siculo  
 Provincia Messina - Regione Sicilia  
 Numero di eventi riportati 6

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
5	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
4-5	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4	1999	02	14	11	45	5	Golfo di Patti	101	6	4.66
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56



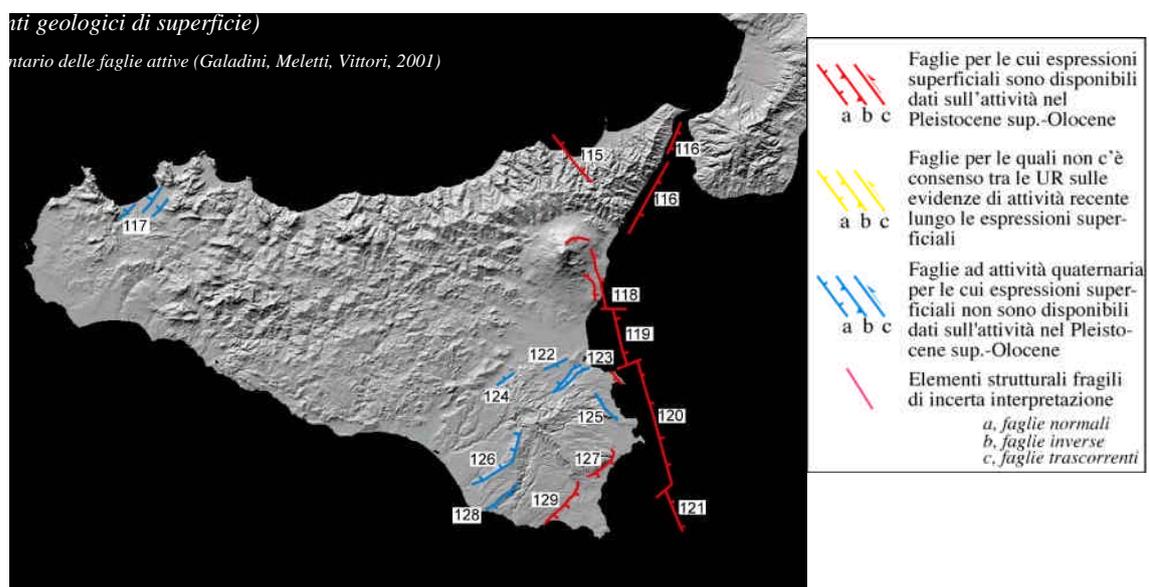
## Pagliara

PlaceID IT\_67124 - Coordinate (lat, lon) 37.985, 15.360 - Comune (ISTAT 2015) Pagliara  
Provincia Messina - Regione Sicilia  
Numero di eventi riportati 7



Allo scopo di consentire valutazioni di pericolosità sismica nelle regioni italiane, è stata elaborata ed adottata la Zonazione Sismogenetica, recentemente aggiornata. Sulla base dell'attuale zonazione sismogenetica ZS9 (fig. a), adottata dal 2003, risultato della rivisitazione e correzione della precedente zonazione ZS4, il comprensorio d'interesse progettuale si configura sia come area epicentrale, essendo localizzata al margine orientale della Zona 932 ( per la quale è stato adottando il principio del "bordo morbido" di 5 km di estensione), sia come area interessata da fenomeni sismici con epicentro in zone limitrofe siciliane e calabresi (929 e 930 con meccanismo di fagliazione prevalente del tipo normale). In particolare, i terremoti con più elevata magnitudo delle zone-sorgente della Calabria sono riferibili alla 929 tra i quali si ricordano quelli del 1783, 1905, e 1908. La zona 932 (meccanismo di fagliazione prevalente trascorrente) include strutture note essenzialmente da esplorazione geofisica, attribuite a faglie legate allo svincolo dell'arco calabro e a strutture che segmentano il Golfo di Patti. Dai risultati del progetto "Inventario delle faglie attive e

dei terremoti ad esse associabili”, come descritti nello “Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie” (Galadini, Meletti, Vittori, 2001), sono riportate anche per la Sicilia (immagine in basso) le principali faglie, considerate attive. In particolare, la faglia Tindari-Novara di Sicilia (115) sembrerebbe essere stata caratterizzata da attività tardo-pleistocenica (Ghisetti, 1979; Lanzafame e Bousquet, 1997). Tuttavia, non sono disponibili dati sull'attività nel Pleistocene superiore-Olocene. La lunghezza della faglia è indicata 26 Km. e spessore dello strato sismogenetico da 5 a 15 Km.. La geometria della faglia Messina-Giardini (116), la cui lunghezza è indicata in 50 Km, risulta da dati di geofisica a mare (Finetti e Del Ben, 1995); l'intervallo cronologico quaternario e spessore dello strato sismogenetico 5 – 15 Km .



Secondo Azzaro e Barbano (2000) la faglia Tindari – Novara di Sicilia avrebbe uno sviluppo di circa 15 Km, attività Quaternario, terremoto associato 1786.03.09  $M = 5.9$  (Monaco e Tortorici, 1995; Lentini et al., 1995); La faglia Curcuraci – Larderia, lunghezza 16 Km., slip rate vert. min. (mm/a) 0.3 – 0.1, terremoto associato 28/12/1908  $M=7.3$  (Ghisetti, 1984, 1992) e La faglia Messina – Giardini, lunghezza 40 Km, attività Quaternario, (Tortorici et al., 1995; Monaco e Tortorici, 1995). Un'altra struttura capace di generare, secondo la relazione di Wells e Coppersmith (1984), terremoti di  $M > 6.0$  è la faglia Lipari – Vulcano – G. di Patti, cui sarebbe associato il terremoto del 04/ 05/ 1978 con  $M = 6.1$ , con una lunghezza stimata di circa 30 Km. (Azzaro e Barbano, 2000) . L'esame della sismicità storica ha consentito di valutare la pericolosità sismica correlabile anche ad aree a sismicità diffusa (per terremoti d'intensità moderata) ed a aree sorgente (per grandi terremoti).

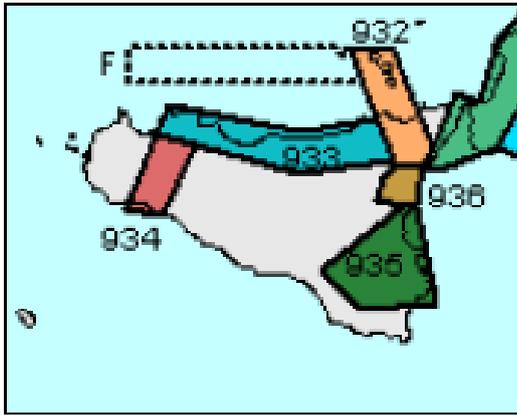


fig. a - Zonazione Sismogenetica (ZS9)

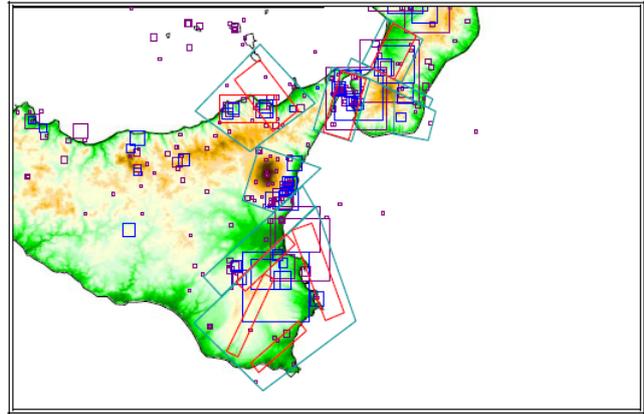
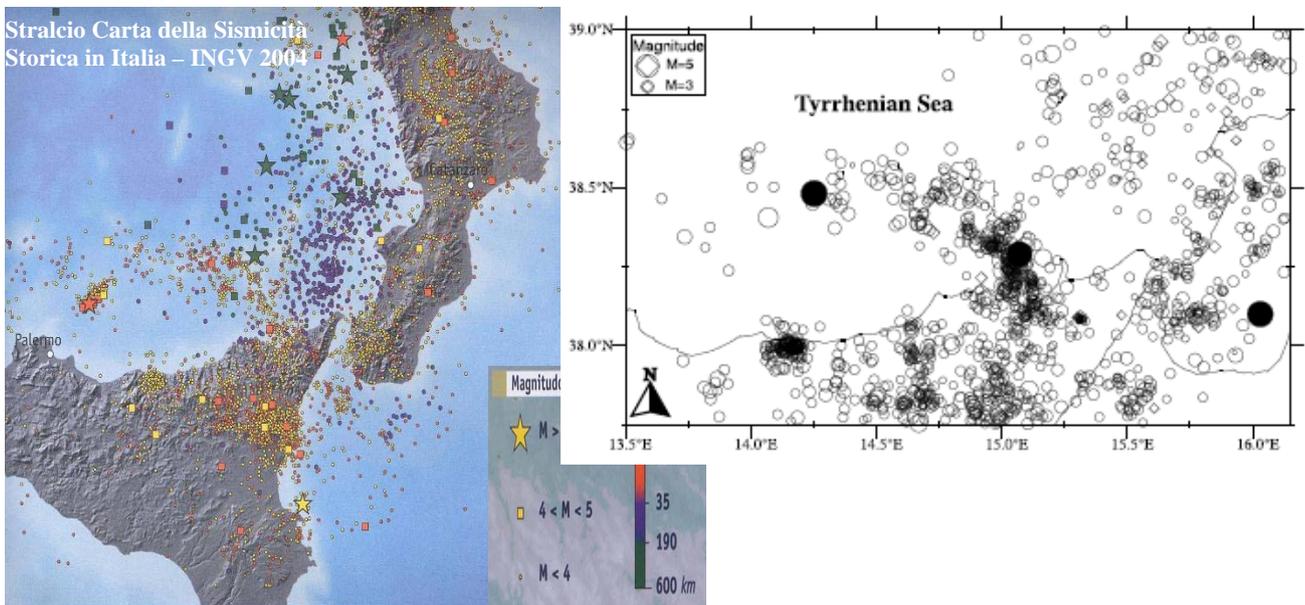
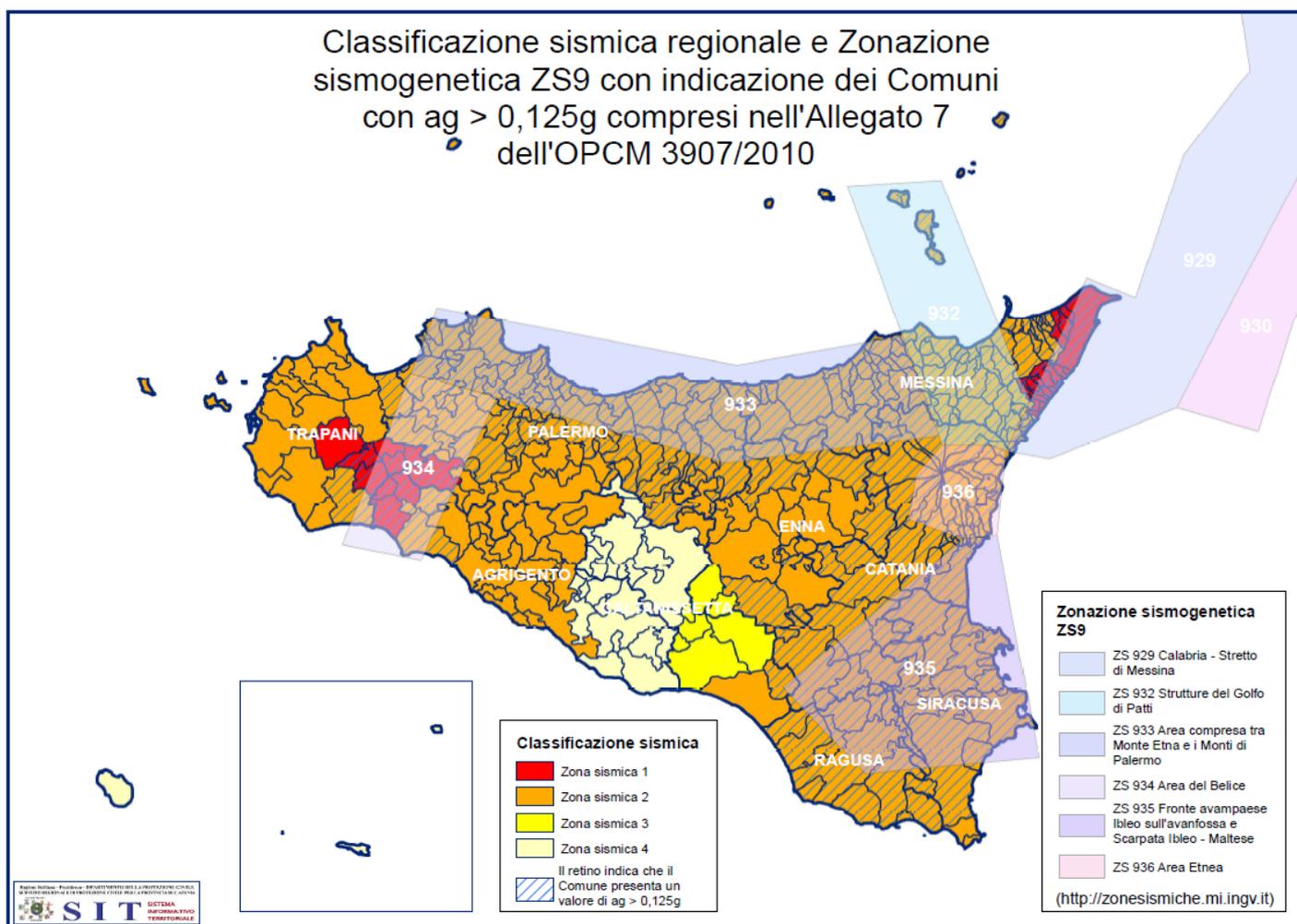


fig. b – Aree sorgente ed aree a sismicità diffusa

La sismicità storica della zona, riferita al periodo compreso tra 1978 al 2001 (immagine accanto), secondo Neri et al. (2003) si ritiene riferibile ad attività di faglie secondarie.



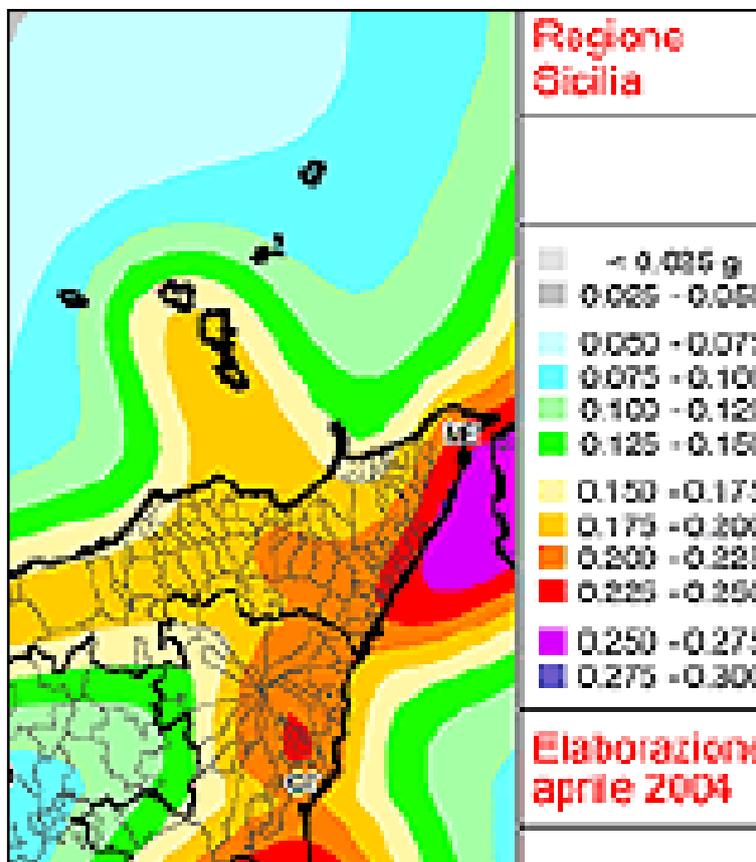
Lo stralcio della Carta della Sismicità storica in Italia, realizzata a cura dell'INGV, mostra la distribuzione e l'intensità dei sismi registrati tra il 1981 ed il 2002 nella zona di interesse. Secondo i criteri adottati nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n. 3274, il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 "Zone Sismiche", ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro dell'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ). I territori di **Castroreale, Santa Lucia del Mela, Casalvecchio Siculo, Furci Siculo e Pagliara** ove si snoda il tracciato stradale in esame, sulla base della "nuova classificazione sismica" adottata dalla Regione Siciliana con delibera di Giunta del 19/12/2003 n. 408, giusto Decreto 15 gennaio 2004 pubblicato G.U.R.S. del 13 febbraio 2004, n. 7, in cui è stato pubblicato l'elenco dei comuni della Sicilia classificati sismici, sono stati classificati **ed inseriti rispettivamente :nella ZONA 2 Castroreale, Santa Lucia del Mela e Casalvecchio Siculo; nella ZONA 1 Furci Siculo e Pagliara.**



L'I.N.G.V., di recente, ha predisposto anche una mappa della pericolosità sismica (fig. c) quale strumento di riferimento per gli aggiornamenti di competenza regionale. La mappa si basa sui livelli di accelerazione massima attesi sul territorio al bed - rock.

E' possibile infatti osservare che in uno stesso terremoto l'ampiezza delle vibrazioni agli strati superficiali di depositi alluvionali con spessore dell'ordine di poche decine di metri, non necessariamente in condizioni sciolte, tende ad essere maggiore che su roccia, a causa di fenomeni di riflessione multipla e di interferenza costruttiva delle onde sismiche. Inoltre, fenomeni di focalizzazione "geometrica" dell'energia sismica incidente possono anche instaurarsi a causa di irregolarità topografiche, con esaltazione dell'ampiezza delle onde laddove il rilievo è più prominente oppure in corrispondenza di irregolarità della morfologia di un substrato roccioso (ad esempio presso i bordi di valli alluvionali o in corrispondenza di brusche variazioni di spessore di depositi superficiali).

Attivazione o riattivazione di movimenti franosi, cedimenti differenziali o abbassamento del piano d’imposta delle fondazioni dovuti a liquefazione di terreni sabbiosi saturi o densificazione o dilatanza di terreni granulari sopra falda sono tra i fenomeni che possono essere innescati da una forte sollecitazione sismica. La valutazione di tutti queste manifestazioni costituisce la base per uno studio di microzonazione efficace.



stralcio mappa della pericolosità sismica – ingv – fig. c –

La nuova normativa tecnica per le costruzioni (DM 14/01/2008) ha introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni di sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. La nuova normativa introduce il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso il territorio nazionale ed i cui dati sono pubblicati sul sito [hppt://esse1.mi.ingv.it/](http://esse1.mi.ingv.it/). Per ciascuno di detti nodi, definiti con passo di 10 Km., e per ciascuno dei tempi di ritorno considerati dalla pericolosità sismica, la normativa fornisce tre parametri :

$a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c$  periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

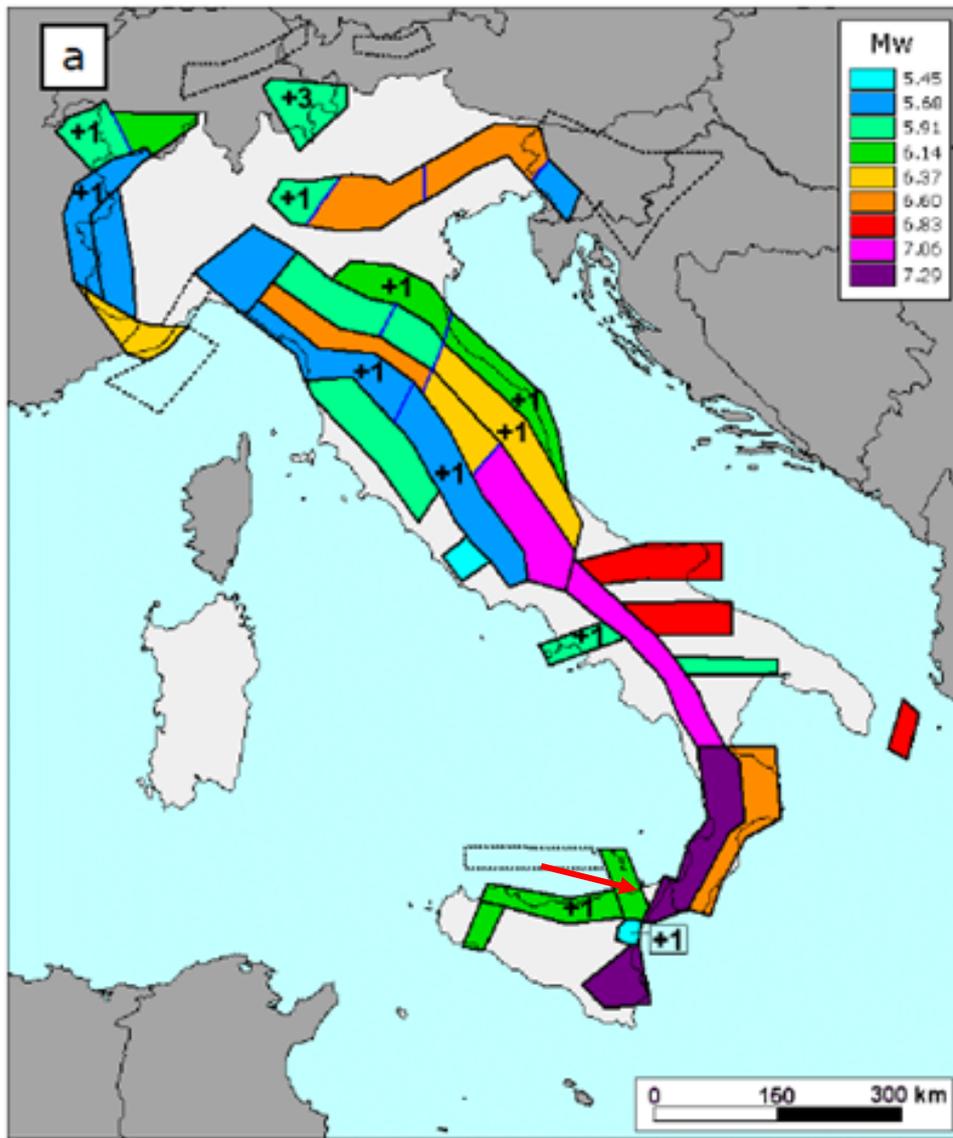


Figura 36. a) Valori di  $M_{wmax}$  "osservati"  
Estratto dal Rapporto Conclusivo Mappa Pericolosità Sismica di cui All'OPCM 3274 /03

## 10. Siti d'interesse geo - ambientale

La strada oggetto d'intervento progettuale si inserisce in un contesto geo – ambientale di particolare pregio caratterizzato sia da specificità locali, sia da suggestivi quadri paesaggistici. Oltre a quanto già contenuto nel Piano Paesaggistico Ambito 9, in cui ricade il territorio in esame, nello specifico, in questa sede si ritiene opportuno caratterizzare alcuni elementi di rilevanza geologica e geomorfologica, che è possibile apprezzare percorrendo il tracciato stradale o che dallo stesso sono percepibili e meritevoli di esse valorizzati o, quanto meno, segnalati. I geositi rappresentano la geodiversità di un territorio, intesa come gamma dei caratteri geologici, geomorfologici, idrologici e pedologici caratteristici di una data area. Tenuto conto che tali caratteri risultano determinanti per le diverse specie che vivono in tali territori, si può ritenere che la conservazione della geodiversità e la tutela del patrimonio geologico contribuiscono a combattere la perdita della biodiversità ed al mantenimento dell'integrità degli ecosistemi.

Secondo la definizione comunemente accettata *“un geosito può essere definito come località area o territorio in cui è possibile individuare un interesse geologico o geomorfologico per la conservazione (W. A. Wimbledon, 1996)”*.



Platò delle Calcareni di Floresta (a) poggiate in discordanza sulle Argille Scagliose dei Monti Peloritani (b).



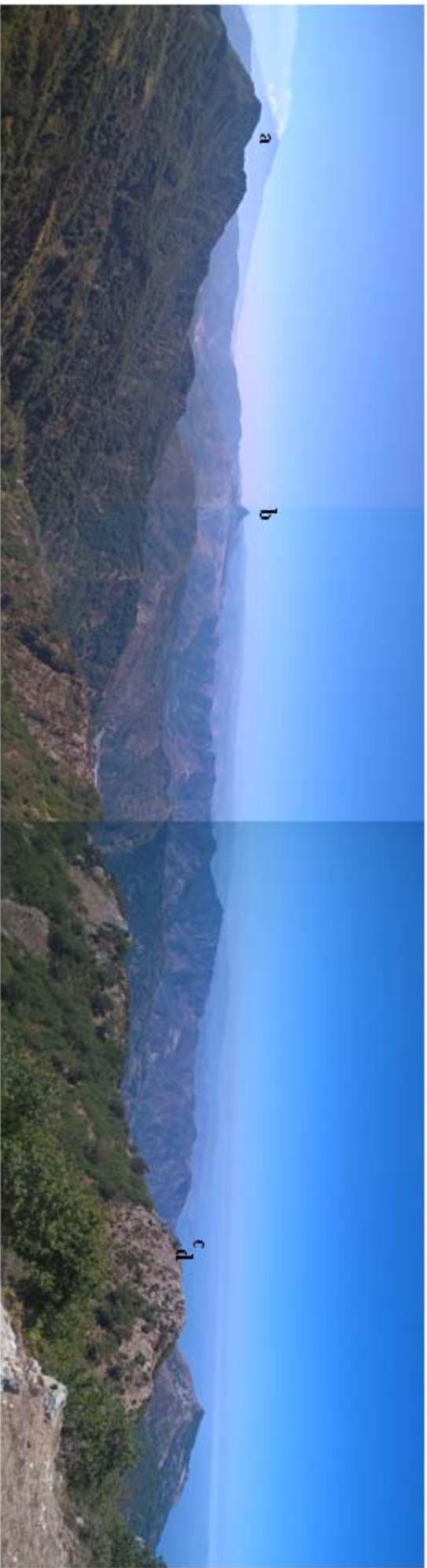
Unità del Mela: Marmi bianco – grigiastri a grana medio – fine. Loc. a est di Portella Femmina Morta.  
Lungo il tratto della ex strada militare “Sentiero Italia” (sez. cartografica n. 38 II° Tratto).



Unità Aspromonte: paragneiss grigi. Loc. a sud di Monte Gardile.



Frana complessa (a) su versante in sinistra idraulica della valla di Fondachelli Fantina



Panoramica : Vulcano Etna (a), Rocca Novara (b), Capo Tindari (c) e Laghetti di Marinello (d).

## **Conclusioni**

Sulla base di quanto precedentemente esposto e dei dati attualmente disponibili, dal punto di vista geolitologico si ritiene che il territorio attraversato dal tracciato stradale non presenti problemi tali da comprometterne la fattibilità. Detta idoneità è comunque subordinata alla verifica della compatibilità, da accertare a seguito dell'esecuzione di una adeguata campagna di indagini geognostiche e prove in situ ed in laboratorio.

Sulla base delle condizioni geomorfologiche e idrografiche del territorio attraversato dal tracciato stradale si ritiene necessario, in questa fase, raccomandare la previsione di adeguate opere di raccolta e smaltimento acque a presidio del tracciato stradale ed il smaltimento controllato nei recettori naturali;

Prevedere adeguate opere idrauliche per l' attraversamento delle linee di impluvio in sicurezza;

Prevedere opere di contenimento delle scarpate sia produttive di frammenti rocciosi, sia di scivolamenti detritici;

Le opere di consolidamento che si riterrà di programmare nei tratti già interessati da dissesti dovranno incastrarsi nel substrato integro e compatto;

Nella successiva fase di progettazione definitiva occorrerà dettagliare ed approfondire gli aspetti geomorfologici e geologici locali nei tratti d'intervento in progetto.

Messina.

IL FUNZIONARIO GEOLOGO  
(Geol. Rosario RIOLO)

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALOISI M., BARBERI G., MASTOCCIO A., NERI G., SCALTRINO A. (2000) – *Contributi allo studio sismotettonico della Sicilia Nord-orientale: distribuzione spaziale della sismicità nel periodo 1978 – 1997*. In *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996 – 1999)*; GNDT, 71 – 78.
- ANTICHI B., ARENA L., AZZARO R., BARBARO M. S., RIGANO R. (1998) – *Contributo alla ridefinizione delle zone sismogenetiche in Sicilia*. Poster presentato al convegno del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma 19-21 ottobre 1998.
- ANZA' (2008) - *Linee guida per la formazione del “Piano di risanamento ambientale e rilancio economico del Comprensorio del Mela”*- Regione Siciliana 2008 – Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente – Commissione Provinciale Tutela ambiente.
- ARISCO G., ARNONE G., FAVARA R., NIGRO F., PERRICONE M., RENDA P. & MONDELLO C. (2006) – *Integrated neotectonic and morphometric analysis of northern Sicily*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 125, 221 – 244.
- AZZARO R. (1999) – *Earthquake surface faulting at Mount Etna Volcano (Sicily) and implications for active tectonics*. *J. Geodyn.*, 28, 193 – 213.
- AZZARO R. E BARBARO M. S., (2000) – *Contributo alla compilazione della carta delle faglie attive della Sicilia*. In *Risultati del progetto 5.1.2. “Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili”*, CNR .
- AZZARO R., BARBARO M. S., RIGANO R., ANTICHI B., (2000) – *Contributo alla revisione delle zone sismogenetiche della Sicilia*. In *Risultati del progetto 5.1.2. “Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili”*, CNR .
- BALDANZA B. E TRISCARI M (1987) – *Le miniere dei Monti Peloritani*; Società di Storia Patria Messina.
- BARBARO M. S., BOTTARI A., CARVENI P., COSENTINO M., FEDERICO B., FONTE G., LO GIUDICE E., LOMBARDO G., PATANE' G. (1979) – *Microseismic study of the Gulf of Patti earthquake in the geostructural frame of north-eastern Sicily*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 98, 155-174.
- BARONE A., FABBRI A., ROSSI S., SARTORI R. (1982) – *Geological structure and evolution of the marine areas adjacent to the Calabrian Arc*. *Earth Evolut. Sci.*, **3**, 207-221.
- BONARDI G, GIUNTA G., PERRONE V., RUSSO M., ZUPPETTA A. & CIAMPO G. (1980) – *Osservazioni sull'evoluzione dell'Arco Calabro-Peloritano nel Miocene inferiore: la Formazione di Stilo Capo d'Orlando*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **99**, 365-393.
- BONARDI G., GIUNTA G., LIGUORI V., PERRONE V., RUSSO M. & ZUPPETTA A. (1976) – *Schema geologico dei Monti Peloritani*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **95**, 1-26.
- BOSCHI E., GUIDOBONI E., FERRARI G., VALENSISE G., GASPERINI P. (1997) – *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1990*. ING – SGA. Ozzano Emilia, 644 pp.

- CAMASSI R., STUCCHI M. (ED.) (1997) – NT 4.1 – *Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (ver. NT 4.1.1)* . GNDDT – CNR, rapporto interno, Milano, 93 pp. (<http://www.emidius.itim.micnr.it/NT/CONSNT.htm1>).
- CARBONE S., PEDLEY H.M., GRASSO M. & LENTINI F. (1993) - *Origin of the "Calcareni di Floresta" of NE Sicily: late orogenic sedimentation associated with a middle Miocene sea-level high stand*. *Giornale di Geologia*, 55/2, 105-116.
- CARMISCIANO R., PENNISI M., PUGLISI D. E ROMEO M. (1983) – *Dati preliminari sulla composizione, provenienza ed età dei livelli torbiditici calcarei del Flysch di Monte Soro (Monti Nebrodi, Sicilia centro-settentrionale)* – Boll. Acc. Gioiemia Sc. Nat. Catania, **32**, 113-129.
- CATALANO R. E D'ARGENIO B. (1982) – *Schema geologico della Sicilia*. In Catalano R. e D'Argenio B. (edis), Guida geologica della Sicilia occidentale, Guide geologiche regionali. Mem. Soc. Geol. It., Suppl. A, **24**, 9-41, Palermo.
- CATALANO S. & DI STEFANO A. (1997) – *Sollevamenti e tettonogenesi pleistocenica lungo il margine tirrenico dei Monti Peloritani: Integrazione dei dati geomorfologici, strutturali e biostratigrafici*. *Il Quaternario (Italian Journal of Quaternary Sciences)*, **10**(2), 337-342.
- CATALANO S., LENTINI F. & CARBONE S. (1997) – *Il ruolo della tettonica trascorrente nell'evoluzione dell'orogene appenninico-maghrebide*. Riass. Convegno Naz. Progetto CROP (Crosta Profonda), Trieste, 23-24 giugno 1997.
- CLAUZON G., SUC J.P., GAUTIER F., ANDRÉ BERGER M.F.L. (1996) – *Alternate interpretation of the Messinian, salinity crisis; controversy resolved?* - *Geology* V.24, N.4, 363-366.
- COSENTINO D. & GLIOZZI E. (1985) – *Considerazioni sulle velocità di sollevamento di depositi eutirreniani dell'Italia meridionale e della Sicilia*. Atti 74 Congr. Soc. Geol. It., Vol. B, 153 – 160.
- DEL BEN A. (1997) – *Studio geofisico del sistema trascorrente sud-tirrenico*. Riass. Convegno Naz. Progetto CROP (Crosta Profonda), Trieste, 23-24 giugno 1997.
- Ferrara V. (1999) – *Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'area peloritana. (Sicilia nord – orientale)* – Quaderni di tecniche di protezione dell'ambiente; sezione: protezione acque sotterranee. Pitagora Editrice Bologna, 1999.
- GALADINI F., MELETTI C., VITTORI E. – *Stato delle conoscenze sulle faglie attive in Italia: elementi geologici di superficie*. In Risultati del progetto 5.1.2. "Inventario delle faglie attive e dei terremoti ad esse associabili", CNR .
- GHISETTI F. (1979) – *Relazione tra strutture e fasi trascorrenti e distensive lungo i sistemi Messina-Fiumefreddo, Tindari-Letojanni e Alia-Malvagna (Sicilia Nord-Orientale): uno studio microtettonico*. *Geol. Rom.*, 18, 23 – 58.

- GHISSETTI F. (1984) – *Recent deformations and seismogenic source in the Messina Strait (Southern Italy)*. Tectonophysics, 109, 191 – 208.
- GHISSETTI F. (1992) – *Fault parameters in the Messina Strait (southern Italy) and relations with the seismogenic source*. Tectonophysics, 210, 117 – 133.
- GIUNTA G. (1985) – *Problematiche ed ipotesi sul Bacino Numidico nelle Maghrebidi siciliane*. Boll. Soc. Geol. It., **104**, 239-256.
- HSU K. J. (1968) – *Principles of mélanges and their bearing on the Franciscan – Knoxville paradox*. Geological Soc. of American Bulletin, V. **79**, 1063-1074
- LENTINI F. & VEZZANI L. (1975) – *Le successioni meso-cenozoiche della copertura sedimentaria del basamento cristallino peloritano (Sicilia nord-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., **19**, 495-500.
- LENTINI F. & VEZZANI L. (1975) – *Le unità meso-cenozoiche della copertura sedimentaria del basamento cristallino peloritano (Sicilia nord-orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, f.3, 537-554.
- LENTINI F. CARBONE S. & CATALANO S. (1994) - *Main structural domain of the central mediterranean region and their neogenic tectonic evolution*. Boll. Geof. Teor. e Appl., **36**, N°141-144, 103-125
- LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S. & GRASSO M. (1995) – *Principali lineamenti strutturali della Sicilia nord-orientale*. Studi Geol. Camerti, vol. speciale 1995/2, 319 – 329.
- LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S. & GRASSO M. (1996) – *Elementi per la ricostruzione del quadro della Sicilia orientale*. Mem. Soc. Geol. It., **51**, 179-195.
- LENTINI F., CATALANO S. & CARBONE S. (2000) - *Carta geologica della Provincia di Messina (scala 1:50.000)* – Provincia Regionale di Messina – Assessorato Territorio – Servizio Geologico. S.E.L.C.A. Firenze.
- MESSINA A., (1995) - *The crystalline basements of the Peloritani Mountains (Sicily): state of arte*. 75x- Congresso SIMP, Venezia 18 – 21 settembre 1995.
- MESSINA A., PERRONE V., GIACOBBE A. & DE FRANCESCO A. M.. (1997) - *The Mela Unit: a medium grade metamorphic unit in the Peloritani mountains (Calabria – Peloritani Arc, Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 116, 237 – 252.
- MALINVERNO A. & RYAN W.B.F. (1986) – *Extension in the Tyrrhenian sea and shortening in the Apennines as a result of arc migration driven by sinking of the lithosphere*. Tectonics, **5**. 227-245.
- MELETTI C. E VALENSISE G. (2004) – *Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al Rapporto Conclusivo*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- MONACO C. E TORTORICI L. (1995) – *Tettonica estensionale quaternaria nell'Arco Calabro e in Sicilia orientale*. Studi Geol. Camerti (vol. spec.), 2, 351 – 362.

- NERI G., BARBERI G., ORECCHIO O. & ALOISI M. (2002) – *Seismotomography of the crust in the transition zone between the Southern Tyrrhenian region*. Earth and Planetary Science Letters, 29, 21-35.
- NERI G., BARBERI G., ORECCHIO O. & MOSTACCIO A. (2003) – *Seismic strain and seismogenic stress regimes in the crust of the southern Tyrrhenian region*. Earth and Planetary Science Letters, 213, 97-112.
- NIGRO F. E RENDA P. (2005) – *Plio – Pleistocene strike-slip deformation in NE Sicily: the example of the area between Capo Calavà and Capo Tindari*. Boll. Soc. Geol. It., 124, 377 – 394.
- OGNIBEN L. (1960) – *Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale*. Riv. Min. Sic., **64-65**, 184-212.
- OGNIBEN L. (1975) – *Lithostratigraphic complexes and evidence for tectonic phases in Sicily and Calabria*. In: “Structural Model of Italy”, C.N.R., Quad. Ric. Sientif., **90**, 365-408.
- PATACCA E. & SCANDONE P. (1989) – *Post Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic of lithospheric slab*. In the “The lithosphere in Italy” (Borioni A., Bonafede M., Piccardo G.B. & Vai G.b. Ed.) Advances in Earth Science Res. Atti Conv. Lincei, **80**, 157-176.
- PEDLEY H.M. & GRASSO M. (1994) – *Upper Miocene peri-Tyrrhenian Reefs in the Calabran Arc: sedimentological, tectonic and palaeogeographic implication*. Géologie Méditerranéenne, Tome XXI, N° 1-2, 123-136.
- PIANI STRALCIO DI BACINO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I. 2006) relativi alle aree (06, 07 e 08) - Assessorato territorio Ambiente, Dipartimento Territorio e Ambiente Servizio 4, Regione Siciliana, 2006.
- PUGLISI D. (1981) – *Studio geologico-petrografico del Flysch di monte Soro nei Peloritani occidentali (Sicilia)*. Min. Petr. Acta, 25, 103-115.
- VITA FINZI C. (1972) – *Supply of fluvial sediment in the Mediterranean during the last 20.000 years*. in Stanley D. (a cura di), The Mediterranean sea, Stroudsburg, 1972, pp. 43 – 46.
- SHMETTAU S.(1720) – *La carta di Samuel Von Schmettau, 170 – 1721*. In La Sicilia disegnata, Liliane Dufour (a cura di), Società di Storia Patria Palermo;
- SNAMPROGETTI (2008) – *Studio di Impatto Ambientale -Iniziativa Sealine Tirrenica – Tratto San Pier Niceto – Monforte San Giorgio – DN 1200 (48”)*, P 75 bar;
- SOGESID S. p. A., *Attività di supporto redazione Piano di Tutela delle Acque Regione Siciliana 2005* ;

SORRISO VALVO M. (1997) – *Landsliding during Holocene in Calabria, Italy*. In Mathews J. A., Brunsten D., Frenzel B., Glaser B., Weiss M. (a cura di), *Rapid mass movement as a source evidence for the Holocene*, Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, 1997, pp. 97 – 108.

TORTORICI L., MONACO C., TANSI C., COCINA O. (1995) – *Recent and active tectonics the Calabrian Arc (southern Italy)*. *Tectonophysics*, 243, 37 – 55.

WEZEL F.C. (1970) – *Geologia del Flysch Numidico della Sicilia nord-orientale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **9**, 225-280.



## Città Metropolitana di Messina

III<sup>a</sup> Direzione - Viabilità Metropolitana

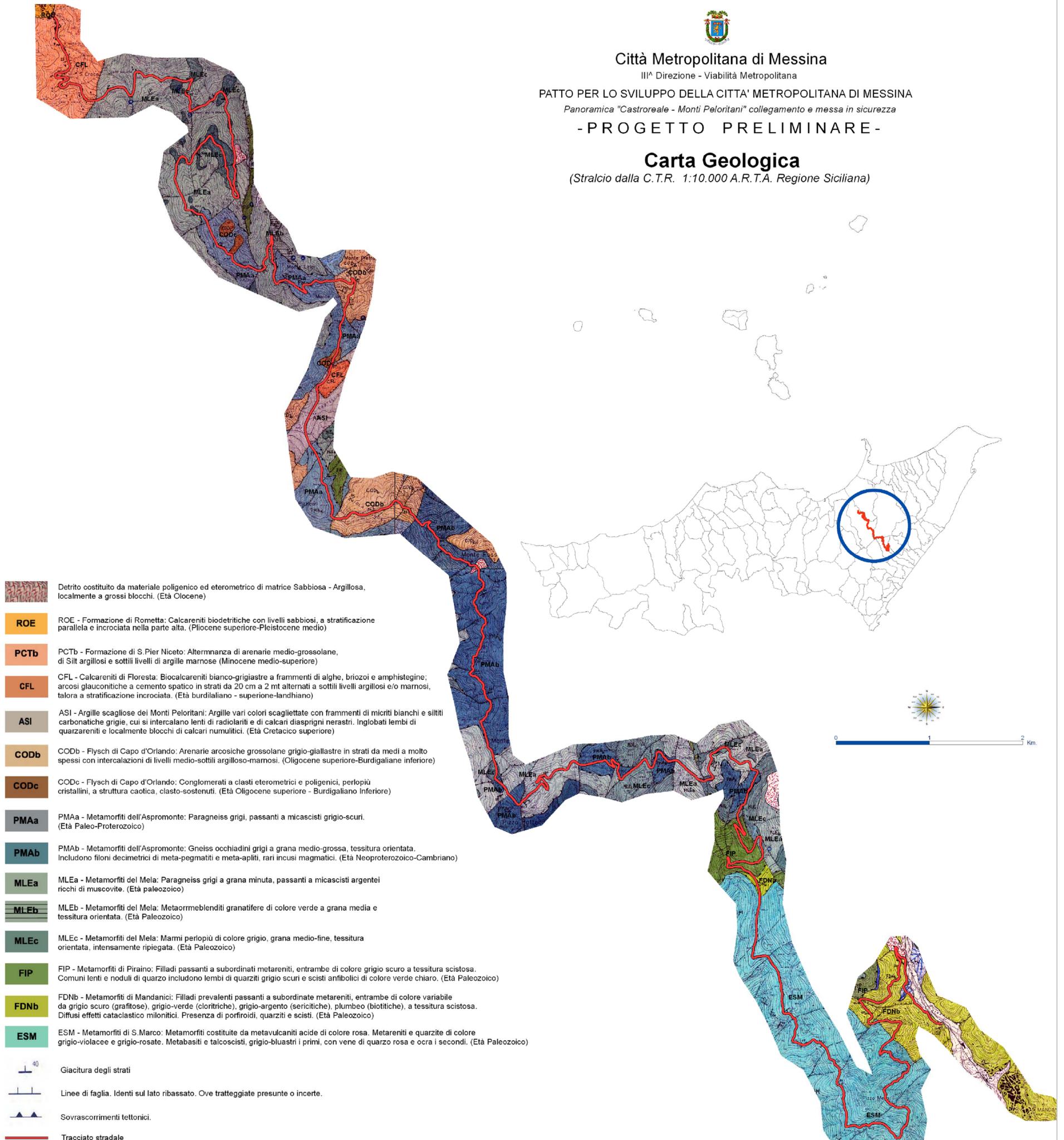
PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI MESSINA

Panoramica "Castroreale - Monti Peloritani" collegamento e messa in sicurezza

- PROGETTO PRELIMINARE -

## Carta Geologica

(Stralcio dalla C.T.R. 1:10.000 A.R.T.A. Regione Siciliana)



## ELENCO PREZZI UNITARIO – PREZZIARIO REGIONE SICILIANA ANNO 2013

20.1.5	<p>Profilo sismico a rifrazione eseguito con apparecchiatura elettronica multicanale ad alta precisione ed a segnale incrementale, comprensivo dell'approntamento, trasporto in andata e ritorno ed installazione della attrezzatura in ciascun punto di sondaggio, stesa dei cavi, energizzazione con massa battente o fucile a cartuccia industriale, lettura dei primi arrivi, esecuzione delle dromocrone, diretta ed inversa delle onde longitudinali, interpretazione dei dati comprendente la individuazione dei tratti corrispondenti a diversi rifrattori, il calcolo delle velocità apparenti, la definizione dei diversi strati in spessori e velocità, la costruzione delle relative sismosezioni e relazione riepilogativa <i>ASTM D5777-00 (2006)</i>:</p> <p>1) per ogni sondaggio completo di andata e ritorno, ma comunque non inferiore a 5 scoppi, con stendimento di lunghezza non superiore a 25 m:</p> <p>2) per stendimento di lunghezza superiori a 25 m: per ogni metro oltre i primi 25 m:</p>	cad. €	<b>479,90</b>	<b>28%</b>
		al m €	<b>1,67</b>	<b>38,00%</b>
20.1.6	<p>Interpretazione tomografica dati di sismica a rifrazione compreso "editing" dei "files input", correzione topografica; "starting" del processo d'inversione tomografica a diverse definizioni geometriche della griglia di calcolo (fino al raggiungimento del miglior "fitting"), definizione delle variazioni latero-verticali delle velocità longitudinali e ricostruzione delle relative sezioni sismo-tomografiche in termini di modello di velocità e, se richiesto, immagine 2D della densità dei raggi sismici.</p>			
20.2.16	<p>Prova sismica attiva MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh generate con idonei sistemi e registrate con 12 - 24 geofoni verticali aventi diverso periodo di oscillazione (10 Hz, 4.5 Hz) disposti secondo geometria lineare ed "offset" non inferiore a 3 volte il G-spacing e collegati ad un sismografo multicanale a memoria incrementale. Compreso l'analisi dei dati nel dominio F-K (frequency-wave number) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh redatti in grafici <math>V_{fase} - Hz</math>, l'inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino a raggiungimento del miglior "fitting" tra i dati sperimentali e teorici, la relazione riepilogativa contenente: le procedure di esecuzione della prova, grafici di acquisizione (serie temporali), <math>V_{fase} - Hz</math>, restituzione di profili <math>V_s</math> del sottosuolo.</p> <p>1) approntamento ed installazione della attrezzatura in ciascuna linea di sondaggio sismico MASW.</p> <p>2) per ogni sondaggio MASW completo.</p>	cad. €	<b>258,00</b>	<b>21%</b>
		cad. €	<b>642,20</b>	<b>11%</b>
20.3.1	<p>Approntamento ed installazione sul primo foro di attrezzatura per sondaggi a rotazione o per perforazioni a percussione, compreso il carico e lo scarico, il trasporto in andata e ritorno, il posizionamento in assetto di lavoro, le piste di accesso le piazzole per le perforazioni, le attrezzature accessorie di cantiere, gli oneri per il montaggio e lo smontaggio e tutto quanto altro occorre per dare l'opera a perfetta regola d'arte:</p> <p>- a corpo</p>	€	<b>2.954,00</b>	<b>18%</b>
20.3.2	<p>Installazione di attrezzatura per sondaggi a rotazione in corrispondenza degli altri punti di perforazione, escluso il primo, compresa la esecuzione di pista e piazzola, gli oneri per il montaggio e lo smontaggio e tutto quanto altro occorre per dare al posizionamento un buon assetto di lavoro.</p> <p>- per ogni installazione, esclusa la prima</p>	cad. €	<b>308,00</b>	<b>65%</b>
20.3.3	<p>Perforazione ad andamento verticale eseguita a rotazione, a distruzione di nucleo, del diametro 85-145 mm, eseguita anche in presenza di falda, escluso l'eventuale rivestimento del foro da compensarsi a parte, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, escluse rocce lapidee tenaci, compresa l'estrazione e compreso, infine, lo schema planimetrico dell'ubicazione del foro, le quote e le note sulla falda, compreso il reimpianto finale del foro con materiale proveniente dalla perforazione opportunamente additivato con malta cementizia.</p> <p>1) per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m</p>	al m €	<b>65,00</b>	<b>53%</b>

20.3.4	Sovrapprezzo alla voce 20.2.3 per i soli tratti di perforazione per i quali è richiesto il carotaggio, in terreni di qualsiasi natura e consistenza escluso rocce in trovanti lapidei per l'attraversamento delle quali è richiesto l'impiego di corone diamantate del diametro minimo di 85 mm, compresa la conservazione in cantiere delle carote in apposite cassette catalogatrici quotate. 1) per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m	al m	€	<b>23,80</b>	<b>44%</b>
20.3.7	Sovrapprezzo alle voci 20.3.3 + 20.3.4 per uso del doppio carotiere, da applicarsi per i soli tratti dell'impiego: 1) per profondità sino a 60,00 m	al m	€	<b>11,40</b>	<b>54%</b>
20.3.8	Sovrapprezzo alle voci di perforazione: 1) uso di rivestimenti metallici provvisori in fori eseguiti sia a rotazione, anche a carotaggio continuo, percussione. E' compreso nel prezzo l'eventuale utilizzo di acqua potabile come fluido di circolazione	al m	€	<b>9,94</b>	<b>0%</b>
20.3.9	Prelievo di campioni rimaneggiati nel corso della esecuzione dei sondaggi e loro conservazione entro appositi contenitori trasparenti, chiusi ermeticamente compresa l'etichettatura, il trasporto al laboratorio di analisi ecc.	cad.	€	<b>7,68</b>	<b>43%</b>
20.3.11	Prelievo di campioni indisturbati, compatibilmente con la natura dei terreni, durante i sondaggi a rotazione, con campionatore a pareti sottili spinto a pressione, diametro minimo 85 mm, compresa la fornitura della fustella, da restituire a fine lavoro, la paraffinatura, l'etichettatura e l'invio al laboratorio geotecnico: 1) per profondità compresa tra 0,00 e 30,00 m	cad.	€	<b>98,90</b>	<b>48%</b>
20.3.13	Cassette catalogatrici (in legno, in polistirolo espanso, in lamiera zincata, pvc) di dimensioni 50x100 cm, scompartate in maniera tale da consentire la conservazione di carote o campioni, compreso l'onere delle indicazioni e l'invio al magazzino indicato dalla D.L. - Per ogni cassetta	cad.	€	<b>31,40</b>	<b>19%</b>
20.3.14	Certificazione della colonna geostratigrafica dei litotipi attraversati nel singolo sondaggio redatta in scala adeguata ed ai sensi del D.M 14/01/08. - Per foro di sondaggio	cad.	€	<b>100,90</b>	<b>0%</b>
20.3.15	Approvvigionamento di acqua necessaria alle trivellazioni contenuta in serbatoio della portata di almeno l 3.000, compreso ogni onere il trasporto in andata e ritorno dal cantiere, del mezzo trainate del consumo, di carburante per lo stesso. - Per ogni trasporto in andata e ritorno	cad.	€	<b>119,80</b>	<b>19%</b>
20.5.5	Prova penetrometrica dinamica discontinua (SPT) eseguita nel corso di sondaggi a rotazione, con campionatore tipo RAYMOND o simile, provvisto di massa battente da 73 kg e corredato di dispositivo di sganciamento automatico, altezza di caduta 75 cm, compreso l'approntamento dell'attrezzatura, profilo penetrometrico e relazione illustrativa: 1) per profondità comprese tra 0,00 e 30,00 m	cad.	€	<b>108,60</b>	<b>34%</b>
20.7.1	Apertura di campione contenuto in fustella cilindrica mediante estrusione, compreso il riconoscimento e la descrizione del campione di roccia sciolta o lapidea compresa la fotografia in doppia copia del campione, analisi preliminare (ASTM D2487-11; ASTM D2488-09a; Raccomandazioni AGI 1977): - per ogni campione	cad.	€	<b>19,10</b>	<b>0%</b>
20.7.2	Apertura di campione rimaneggiato, contenuto in sacchetto od altro contenitore, compreso il riconoscimento e la descrizione del campione di roccia sciolta o lapidea, analisi preliminare (ASTM D2487-11; ASTM D2488-09a; Raccomandazioni AGI 1977): - per ogni campione	cad.	€	<b>11,80</b>	<b>0%</b>
20.7.3	Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa, da effettuare sulla media di almeno 3 provini: (ASTM D 2216 10; UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005): - per ogni determinazione	cad.	€	<b>9,14</b>	<b>0%</b>

20.7.4	Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale mediante fustella tarata di diametro $\leq 38$ mm, da effettuare sulla media di 3 provini ( <i>BS 1377-90</i> ): - per ogni determinazione	cad. €	<b>11,90</b>	<b>0%</b>
20.7.5	Determinazione del peso specifico dei granuli ( <i>ASTM D854-10</i> ) (effettuare sulla media su due valori): - per ogni determinazione	cad. €	<b>40,70</b>	<b>0%</b>
20.7.10	Analisi granulometrica mediante stacciatura ( <i>ASTM D 422-63 (2007)</i> ; <i>UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005</i> ) per via umida, su campioni di peso non superiore a 5 kg con un massimo di 8 vagli: - per ogni analisi	cad. €	<b>48,00</b>	<b>0%</b>
20.7.13	Analisi granulometrica mediante stacciatura e sedimentazione, con aerometro, ( <i>ASTM D 422-63 (2007)</i> ; <i>UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005</i> ) mesh (apertura maglie pari a 0,0074 mm): - per ogni analisi	cad. €	<b>87,60</b>	<b>0%</b>
20.7.15	Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità congiuntamente ( <i>ASTM D 4318-10</i> ; <i>CNR UNI 10014:1964</i> ; <i>UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005</i> ): - per ogni determinazione	cad. €	<b>56,20</b>	<b>0%</b>
20.7.36	Prova di rottura per compressione semplice non confinata (ELL) ( <i>ASTM D 2166-06</i> ; <i>UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005</i> ) con rilievo e diagrammazione della curva tensioni – deformazioni:	cad. €	<b>40,30</b>	<b>0%</b>
20.07.37	Prova di taglio diretto, ( <i>ASTM D 3080-04</i> ; <i>UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005</i> ) da eseguire su almeno n. 3 provini con scatola di Casagrande in condizione consolidata–drenata (CD) con rilievo e diagrammazione delle curve cedimenti/tempo e tensioni – deformazioni:			
20.8.4	Aggregati (naturali e frantumati) 9) Determinazione della resistenza alla frammentazione Los Angeles <i>UNI EN 1097-2:2010</i> ; <i>CNR 34-1973</i> - per ogni provino	cad. €	<b>113,30</b>	<b>0%</b>
20.9.3	Prova di costipamento AASHTO modificata (4 punti). <i>CNR 69:1978</i> ; <i>UNI EN 13286-2:2010</i> ; - Per ogni prova	cad. €	<b>336,20</b>	<b>0%</b>
20.9.5	Prova di carico su piastra diametro 300 mm per la determinazione in situ del modulo di deformazione Md, escluso l'impiego di autocarro per il contrasto. <i>CNR B.U. 146:1992</i> ; <i>SNV 670317</i> 1) Trasporto in a/r dell'attrezzatura compreso il posizionamento sui punti di prova 3) Per ogni prova eseguita con due cicli di carico	cad. €	<b>271,80</b>	<b>0%</b>
23.1.1.1 6	Protezione di apertura verso il vuoto mediante la formazione di parapetto dell'altezza minima di m 1,00, costituito da due correnti di tavole dello spessore di 2,5 cm e tavola ferma piede ancorati su montanti di legno o metallo posti ad interasse minimo di m 1,20 convenientemente fissati al piede, compresi tutti i materiali occorrenti, il montaggio e lo smontaggio a fine lavoro. Valutato al metro per tutta la durata dei lavori.	al m €	<b>9,60</b>	<b>63%</b>
23.1.4.1	Linea vita temporanea orizzontale, fornita e posta in opera. Sono compresi: l'uso per la durata delle fasi di lavoro che lo richiedono; il montaggio con tutto ciò che occorre per realizzarla; lo smontaggio; il documento che indica le caratteristiche tecniche, le istruzioni per l'installazione, per l'uso e la manutenzione; l'accatastamento e lo smaltimento a fine opera. Classi di ancoraggio A1, A2 e C di cui alla UNI EN 795/2002. Misurato per due punti di attacco, fino alla distanza massima tra due punti di m 12,00.	cad. €	<b>149,40</b>	<b>15%</b>

# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

## III^ DIREZIONE

### VIABILITA' METROPOLITANA

#### PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

#### PANORAMICA "CASTROREALE - MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA

#### COMPUTO METRICO INDAGINI GEOGNOSTICHE

I numeri in parentesi fanno riferimento all'Elenco Prezzi Regionale del 2013 edito dall'Ass.LL.PP. della Regione Siciliana

#### SONDAGGI GEOGNOSTICI E PROVE GEOMECCANICHE

Art.	Descrizione	Prezzo Unitario	Inc. man. %	Inc. man/1,25
(20.3.1) n°	Approntamento ed installazione sul primo foro di attrezzatura per sondaggi a rotazione o per perforazioni a percussione ecc. 1,00 x € 2.954,00 =	€ 2.954,00	18%	€425,38
(20.3.2) n°	Perforazione verticale a rotazione a distruzione in corrisp. degli altri punti di perforazione escluso il primo 4,00 x € 308,00 =	€ 1.232,00	65%	€640,64
(20.3.3) m.	Perforazione verticale a rotazione a distruzione di nucleo, in terreni di qualsiasi natura, escluso rocce lapidee tenaci: 1) per profondità comprese tra m.0,00 e m.30,00 100,00 x € 65,00 =	€ 6.500,00	53%	€2.756,00
(20.3.4) m.	Sovrapprezzo al precedente punto per i tratti per i quali è richiesto il carotaggio, escluso trovanti lapidei: 1) per profondità comprese tra m.0,00 e m. 30,00 100,00 x € 23,80 =	€ 2.380,00	44%	€837,76
(20.3.7) m.	Sovrapprezzo al precedente punto 20.3.3 + 20.3.4 per impiego doppio carotiere 1) per profondità comprese tra m.0,00 e m. 60,00 50,00 x € 11,40 =	€ 570,00	54%	€246,24
(20.3.8) m.	Sovrapprezzo alle voci di perforazione: 1) Uso rivestimenti metallici provvisori in fori eseguiti sia a rotazione, anche a carotaggio continuo, percussione. e' compreso nel prezzo eventuale utilizzo di acqua ecc.. 50,00 x € 9,94 =	€ 497,00	0%	€0,00
(20.3.09) n°	Prelievo di campione rimaneggiato nel corso dell'esecuzione dei sondaggi 10,00 x € 7,68 =	€ 76,80	43%	€26,42
(20.3.11) n°	Prelievo di campione indisturbato: 1) profondità compresa tra 0,00 e 30,00 mt 4,00 x € 98,90 =	€ 395,60	48%	€151,91
(20.3.13) n°	Cassette catalogatrici in legno: 20,00 x € 31,40 =	€ 628,00	19%	€95,46
(20.3.14) n°	Certificazione colonne stratigrafiche ecc... 5,00 x € 100,90 =	€ 504,50	0%	€0,00
(20.3.15) n°	Approvvigionamento di acqua necessaria alle trivellazioni contenuta in serbatoio della portata di almeno litri 3.000 compreso ogni onere ecc... 8,00 x € 119,80 =	€ 958,40	19%	€145,68
(20.5.5) n°	Prova penetrometrica dinamica discontinua (SPT): 1) per profondità comprese tra m.0,00 e m.30,00 12,00 x € 108,60 =	€ 1.303,20	34%	€354,47
<b>SOMMANO</b>		<b>€ 17.999,50</b>		<b>€5.679,95</b>

# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

## III^ DIREZIONE

### VIABILITA' METROPOLITANA

#### PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

#### PANORAMICA "CASTROREALE - MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA

#### COMPUTO METRICO INDAGINI GEOGNOSTICHE

I numeri in parentesi fanno riferimento all'Elenco Prezzi Regionale del 2013 edito dall'Ass.LL.PP. della Regione Siciliana

#### INDAGINI GEOFISICHE

Art.	Descrizione	Prezzo Unitario	Inc. man. %	Inc. man/1,25
(20.2.16)	Prove sismiche attive MASW			
	1) Approntamento ed install. in ciascuna linea di sondaggio:			
	4,00 x € 258,00 =	€ 1.032,00	21%	€173,38
	2) per ogni prova			
n°	4,00 x € 642,20 =	€ 2.568,80	11%	€226,05
(20.1.5)	Profilo sismico a rifrazione ecc...			
	1) per ogni sondaggio completo di andata e ritorno ecc., non superiore a m 25:			
n°	9,00 x € 479,90 =	€ 4.319,10	28%	€967,48
	2) per stendimento sup.a m 25: per ogni metro oltre ecc..			
m.	100,00 x € 1,67 =	€ 167,00	38%	€50,77
(20.1.6)	Interpretazione tomografica ecc:			
n°	9,00 x € 362,90 =	€ 3.266,10	0%	0%
(20.9.5)	Prova di carico su piastra diametro 300 mm per la determin. in situ del modulo di deform. Md, escluso l'impiego ecc.			
	1) Trasporto in a/r dell'attrezzatura compreso il posizionamento sui punti di prova			
cad.	4 x € 271,80	€ 1.087,20	0%	€0,00
	3) Per ogni prova eseguita con due cicli di carico			
cad.	4 € 301,00 =	€ 1.204,00	0%	€0,00
<b>SOMMANO</b>		<b>€ 13.644,20</b>		<b>€1.417,68</b>

# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

## III^ DIREZIONE

### VIABILITA' METROPOLITANA

PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

PANORAMICA "CASTROREALE - MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA

### COMPUTO METRICO INDAGINI GEOGNOSTICHE

I numeri in parentesi fanno riferimento all'Elenco Prezzi Regionale del 2013 edito dall'Ass.LL.PP. della Regione Siciliana

#### PROVE DI LABORATORIO

Art.	Descrizione	Prezzo Unitario	Inc. man. %	Inc. man/1,25
(20.7.1)	Apertura di campione in fustella cilindrica:			
n° 4,00	x € 19,10 =	€ 76,40	0%	€0,00
(20.7.2)	Apertura di campione rimaneggiato :			
n° 10,00	x € 11,80 =	€ 118,00	0%	€0,00
(20.7.3)	Determinaz. del contenuto d'acqua naturale per essicc. ecc.			
n° 14,00	x € 9,14	€ 127,96	0%	€0,00
(20.7.4)	Determinazione del peso dell'unità di volume ecc.			
n° 14,00	x € 11,90 =	€ 166,60	0%	€0,00
(20.7.5)	Determinazione del peso specifico dei granuli ecc.			
n° 14,00	x € 40,70 =	€ 569,80	0%	€0,00
(20.7.10)	Analisi granulometrica mediante stacciatura umida			
n° 14,00	x € 48,00 =	€ 672,00	0%	€0,00
(20.7.13)	Analisi granulometrica mediante stacciatura e sedimen..			
n° 14,00	x € 87,60 =	€ 1.226,40	0%	€0,00
(20.7.15)	Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità			
n° 10,00	x € 56,20 =	€ 562,00	0%	€0,00
(20.7.36)	Prova rottura compressione semplice (ELL) ecc..			
n° 4,00	x € 40,30 =	€ 161,20	0%	€0,00
(20.7.37)	Prova di taglio diretto su almeno n. 3 provini con scatola casagrande 2) con velocità di rottura compresa tra 0,02 mm/min e 0,002 mm/min. - per ogni provino			
n° 12,00	x € 121,90 =	€ 1.462,80	0%	€0,00
(20.8.4.9)	Determinazione della resistenza alla frammentazione Los Angeles UNI EN 1097-2:2010 CNR 34 - 1973			
10,00	x € 108,40 =	€ 1.084,00	0%	€0,00
(20.9.3)	Prova di costipamento AASHTO modificata (4 punti). CNR 69:1978; UNI EN 13286-2:2010			
n° 4,00	x € 83,60 =	€ 334,40	0%	€0,00
<b>SOMMANO</b>		<b>€ 6.561,56</b>		<b>€0,00</b>

# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

## III^ DIREZIONE

### VIABILITA' METROPOLITANA

PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

PANORAMICA "CASTROREALE - MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA

### COMPUTO METRICO INDAGINI GEOGNOSTICHE

I numeri in parentesi fanno riferimento all'Elenco Prezzi Regionale del 2013 edito dall'Ass.LL.PP. della Regione Siciliana

### COSTO OPERE PER LA SICUREZZA

Art.	Descrizione	Prezzo Unitario	Inc. man. %	Inc. man/1,25
<b>23.1.1.16</b>	Protezione di apertura verso il vuoto mediante la formazione di parapetto dell'altezza minima di m 1,00, costituito da due correnti di tavole dello spessore di 2,5 cm e tavola ferma piede ancorati su montanti di legno o metallo posti ad interasse minimo di m 1,20 convenientemente fissati al piede, compresi tutti i materiali occorrenti ecc.			
<b>m.</b>	50,00 x € 9,60 =	€ 480,00	63%	€302,40
<b>23.1.4.1</b>	Linea vita temporanea orizzontale, fornita e posta in opera. Sono compresi: l'uso per la durata delle fasi di lavoro che lo richiedono il montaggio con tutto ciò che occorre per realizzarla; lo smontaggio; ecc.			
<b>cad.</b>	7,00 x € 149,40	€ 1.045,80	15%	€658,85

# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

III<sup>A</sup> DIREZIONE

VIABILITA' METROPOLITANA

PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

PANORAMICA "CASTROREALE - MONTI PELORITANI" COLLEGAMENTO E MESSA IN SICUREZZA

## RIEPILOGO INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E PROVE DI LABORATORIO

<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	€	<b>17.999,50</b>
<b>INDAGINI GEOFISICHE</b>	€	<b>13.644,20</b>
<b>PROVE DI LABORATORIO</b>	€	<b>6.561,56</b>
	<b>SOMMANO</b>	€ <b>38.205,26</b>
<b>COSTO OPERE PER LA SICUREZZA NON SOGGETTE A RIBASSO</b>	€	<b>2.124,20</b>
	<b>SOMMANO</b>	€ <b>40.329,46</b>
	<b>IVA AL 22%</b>	€ <b>8.872,48</b>
	<b>TOTALE INDAGINI E PROVE</b>	€ <b>49.201,94</b>



# Città Metropolitana di Messina

## QUADERNO PATTI E CONDIZIONI ESECUZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

### CAPITOLO 1 OGGETTO E IMPORTO DELL'APPALTO

#### **Art. 1 Oggetto dell'appalto**

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di **Indagini geognostiche per i lavori della Panoramica "Castroreale – Monti Peloritani" collegamento e messa in sicurezza nella consistenza qualitativa e quantitativa indicata nel presente Capitolato Speciale.**

#### **Art. 2 Indicazione sommaria dei lavori e servizi**

I lavori e servizi occorrenti per l'esecuzione dell'opera indicata all'art. 1 possono così riassumersi:

SONDAGGI MECCANICI, PROVE IN SITU, PRELIEVO DI CAMPIONI, PROVE DI LABORATORIO, PROVE GEOFISICHE.

#### **Appalto di tipo misto: "Lavori e Servizi"**

Le suddette attività corrispondono alla categoria di cui al Regolamento C.E. n.213/2008 e s.m.i.

Allegato I –D.Lgs n. 50/2016

Decreto legislativo n. 50/2016 e ss. mm. ii. - Art. 28 Contratti misti di appalto

Art. 36 comma 2 lett. a ) Contratti sotto soglia

Codice CPV				Incidenza lavori e servizi	Subappaltabile
45120000	OS20b	Trivellazione e perforazioni	Cat. Principale Lav.	(circa 47,11%)	
7190000-7		Servizi di Laboratorio	Cat. Servizi	(circa 17,18%)	
74271000-9		Servizi di prospezione geologica, geofisica e altri servizi di prospezione scientifica	Cat. Servizi	(circa 35,71%)	
					30%

Lavori da svolgere nel territorio dei Comuni di: **Castroreale, S. Lucia del Mela, Casalvecchio S., Pagliara, Furci Siculo.**

E' esplicito patto contrattuale che tutti i lavori previsti nel presente appalto debbano essere eseguiti con moderni e perfezionati mezzi meccanici, di tale produttività e numero da assicurare la tempestiva ultimazione dell'opera, eseguita a perfetta regola d'arte, entro il tempo stabilito dal presente Capitolato. E' consentita la lavorazione a mano per quei lavori la cui entità o qualità non consenta l'uso delle macchine.

L'appaltatore dovrà detenere idonea attrezzatura mobile (OS20b) per l'esecuzione dei sondaggi geognostici e prove in situ.

Si precisa che la categoria dell'albo OS21 conformata in vigore del d.p.r. 34/2000 include la OS20b di cui al d.p.r. 207/2010 e ss.mm.ii..

Le prove in laboratorio previsti dal DM 14.09.2005 devono essere eseguiti dai laboratori ufficiali o dai laboratori in concessione di cui all'art.59 del DPR 380/2001.

In particolare i laboratori:

1. i laboratori ufficiali elencati all'art. 59, comma 1 del DPR 6 giugno 2001, n. 380 s.m.i.
2. i laboratori autorizzati con Decreto del Ministro per le infrastrutture e i trasporti ai sensi e per gli effetti dell'art. 59, comma 2 del citato DPR 6 giugno 2001, n. 380 s.m.i.

I soggetti giuridici suindicati dovranno essere iscritti (in possesso di certificazione)“ **Circolare 08 settembre 2010, n. 7618 / STC Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce**, nei settori: “A” “B” dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture ai sensi del D.M. 14.01.2008.

### Art. 3 Importo dei lavori e servizi in appalto

#### Importo dell'appalto

L'importo complessivo a base d'asta dei lavori e servizi a misura, compresi nel presente appalto (escluso oneri sicurezza), ammonta a **€38.205,26 (Euro Trentottomiladuecentocinque/26)**, di cui:

#### Quadro A – (sondaggi e prove)

N.	Descrizione	Importo (euro)
1	Sondaggi, Prove in Situ, posizionamento prove geofisiche, analisi e prove di laboratorio	<b>€38.205,26</b>
	Oneri sicurezza - Non soggetti a ribasso	<b>€2.124,20</b>
	<b>Totale a base d'asta</b>	<b>€40.329,46</b>
2	IVA al 22%	<b>€8.872,48</b>
	<b>TOTALE IMPORTI</b>	<b>€49.201,94</b>

(Da prezziario Regionale Sicilia, GURS n.13 del 15.03.2013)

#### Quadro B – ( autorità di vigilanza)

N.	Descrizione	Importo (euro)
1	Autorità di vigilanza	<b>€0,00</b>
	<b>TOTALE</b>	<b>€0,00</b>

#### Totale Importi

Quadro	Descrizione	Importo (euro)
<b>A1</b>	Sondaggi e Prove (compreso oneri sic.)	<b>€40.329,46</b>
<b>A2+ B</b>	Somme a disposizione dell'amministrazione ( IVA + aut. vig. etc.)	<b>€8.872,48</b>
	<b>TOTALE IMPORTO</b>	<b>€49.201,94</b>

L'ammontare complessivo delle prestazioni non dovrà essere superato. L'Amministrazione non riconoscerà prestazioni eccedenti il limite prefissato, se non nei limiti definiti dalla norma.

I lavori saranno eseguiti secondo il dettagliato “Programma d'Indagine”, ma occorre precisare che, a causa della indeterminatezza legata alle previsioni di studio di porzioni sconosciute di sottosuolo, il numero e il tipo di indagini programmate vanno considerati solamente indicativi e pertanto devono essere ritenuti modificabili in relazione alle informazioni geologiche e geotecniche man mano acquisite.

Infatti nel caso di variazioni delle indagini, il programma dei servizi verrà comunicato alla Ditta di volta in volta, precedentemente l'esecuzione di ogni singolo punto prova, pertanto l'importo relativo ad ogni categoria delle prestazioni risulta solo indicativo e la tipologia e le quantità dei servizi indicati potranno variare, anche a causa della soppressione di alcune categorie dei servizi previste e l'esecuzione di altre non previste.

Ciò, senza che la Ditta possa trarne motivo di chiedere compensi speciali o prezzi diversi da quelli pattuiti.

Di conseguenza, all'atto dell'effettiva esecuzione dei rilievi, gli importi relativi alle voci principali potranno subire variazioni tra le singole categorie in aumento o in riduzione, fermo restando l'importo globale del contratto.

L'Installazione di macchinari di perforazione in luoghi diversi da quelli concordati, causeranno la reinstallazione dei macchinari ed il riprofilamento dei terreni attraversati nel luogo diverso da quello stabilito; ciò senza che la Ditta possa vantare alcun sovrapprezzo o compenso.

La Ditta accetta in toto e controfirma le disposizioni contenute nelle Specifiche allegate.

Per regola generale, nell'esecuzione dell'incarico, la Ditta si atterrà alle disposizioni impartite dalla Amministrazione appaltante. La prestazione dovrà essere conforme alle vigenti normative in materia.

L'importo ed i relativi prezzi tengono conto di ogni e qualsiasi prestazione inerente il lavori/servizio appaltato e deve intendersi accettato dalla Ditta base a preventivo calcolo di sua convenienza, a suo rischio e pericolo, ed è, pertanto, fisso ed invariabile.

La Ditta non avrà, perciò, ragione di pretendere sovrapprezzi o indennità speciali di alcun genere per eventuali aumenti del costo della manodopera e per perdite o maggiori oneri derivanti da qualsiasi altra sfavorevole circostanza che potesse verificarsi dopo l'aggiudicazione dei lavori/servizi.

Essa non potrà neppure eccepire la mancata conoscenza di condizioni e la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati.

## **Prezzi**

Le prestazioni saranno liquidate in base ai prezzi unitari, depurati in base al ribasso d'asta offerto dalla Ditta aggiudicataria, ad esclusione degli oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso d'asta), che risultano dall'apposito elenco (da Prezziario Regionale Sicilia anno 2013) di seguito riportato all'art. 22.

Tali prezzi comprendono ogni compenso per gli oneri tutti che la Ditta dovrà sostenere nessuno escluso.

Qualora siano richieste prestazioni non contenute nell'apposito elenco, pur rimanendo all'interno delle principali categorie delle prestazioni, si farà riferimento al prezziario regionale pubblicato sul G.U.R.S. 2013 della Regione Sicilia, che saranno depurati del ribasso d'asta offerto dalla Ditta.

I prezzi medesimi, sotto condizioni tutte contenute nel presente Capitolato speciale, accettati dalla Ditta, si ritengono fissi e quindi invariabili durante tutto il periodo delle prestazioni ed indipendenti da qualsiasi eventualità.

## **CAPITOLO 2** **MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE IN GENERALE**

### **Art. 4 Osservanza di leggi e norme tecniche**

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni ed i regolamenti appresso richiamati:

- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- **Legge 4 agosto 1984, n. 464** - Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale;
- **12 dicembre 1985** - Norme tecniche relative alle tubazioni;
- **D.M. 11 marzo 1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- **Legge 5 marzo 1990, n. 46** – Norme per la sicurezza degli impianti;
- **Nuovo codice della strada** - Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- **Dir. P.C.M. 3 marzo 1999** – Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici;
- **D.Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490** – Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352;
- **D.M. 5 giugno 2001** - Sicurezza nelle gallerie stradali;
- **Legge 21 dicembre 2001, n. 443** - Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
- **Legge 1 agosto 2002, n. 166** – Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti;
- **O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274** - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (Ordinanza n. 3274).
- **D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222** - Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'art. 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109;
- **D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** - Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.
- **D.M. 14.01.2008 (N.T.C. 2008)** Norme tecniche per le costruzioni.
- **D.L. 50/16** (nel prosieguo chiamato **Codice**), Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- **D.P.R. 207/10** (nel prosieguo chiamato **Regolamento**), Regolamento di esecuzione del Codice;
- **L. R. 12/11**, legge di recepimento in Sicilia del Codice e del Regolamento;
- **D.P. Reg. 13/12**, Regolamento di esecuzione ed attuazione della LR. 12/11;
- **D.M. 145/00**, Capitolato generale di appalto, per quanto concerne gli articoli non abrogati dal Regolamento;
- **D.L. 81/08** come modificato dal D.L. 106/09, Testo unico in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro;
- **D.L. 159/11**, Direttiva Min. Interno del 23.06.10, Circ. Assess. LL.PP. n. 593 del 31.01.06, inerenti rispettivamente gli obblighi sulla certificazione antimafia, controlli antimafia preventivi nelle attività a rischio di infiltrazione da parte delle organizzazioni criminali, clausole di autotutela con dichiarazione resa ai sensi del protocollo di legalità;
- **L. 217/10, L. 136/10, L. R. 15/08**, inerenti gli obblighi dell'appaltatore sulla tracciabilità dei flussi finanziari;
- Le norme inerenti le disposizioni legislative e regolamentari in materia di documentazione amministrativa;

- Le disposizioni dell'Autorità per la vigilanza sui contratti pubblici;
- Le disposizioni del Codice Civile;
- **D.M. 14.01.08**, inerente le norme tecniche per le costruzioni, con riferimento alle caratteristiche dei materiali da utilizzare nell'esecuzione delle opere ed ai relativi controlli di accettazione;
- Le norme tecniche di settore emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I., le linee guida per la corretta messa in opera dei materiali;
- Le Leggi, i Decreti, i Regolamenti, le Circolari, le Ordinanze, Protocolli di Legalità emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nell'ambito territoriale in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;

## **Art. 5 Programma esecutivo dei lavori/servizio**

Entro 5 giorni prima dell'inizio del servizio/lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione dei lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee chiaramente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

## **Art. 6 Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere, ordine dei lavori/servizio**

### **Impianto del cantiere**

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del primo cantiere non oltre il termine di 10 (dieci) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

### **Vigilanza del cantiere**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e la guardia del cantiere, sia diurna che notturna, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, dell'amministrazione, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione. La custodia del cantiere installato per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata. - In caso di inosservanza si incorrerà nelle sanzioni previste dalla norma vigente.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione ed il collaudo provvisorio, salvo l'anticipata consegna delle opere all'amministrazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e la guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri sempre che l'appaltatore non richieda ed ottenga di essere sciolto dal contratto.

### **Capisaldi di livellazione**

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore sarà responsabile della conservazione dei capisaldi, che non potrà rimuovere senza preventiva autorizzazione.

### **Locali per uffici e per le maestranze**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza ed al lavoro di ufficio della direzione dei lavori. Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, climatizzato nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, ecc.). I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo. Saranno inoltre idoneamente allacciati alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali e di strutture di servizio per gli operai, quali tettoie, ricoveri, spogliatoi prefabbricati o meno, e la fornitura di servizi igienico-sanitari in numero adeguato, nonché le spese per gli allacciamenti provvisori, e relativi contributi e diritti, dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.

### **Attrezzature di pronto soccorso**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'approntamento di locali adatti ed attrezzi per pronto soccorso ed infermeria, dotati di tutti i medicinali, gli apparecchi e gli accessori normalmente occorrenti, con particolare riguardo a quelli necessari nei casi di infortunio.

### **Ordine dell'esecuzione dei lavori**

In linea generale l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per consegnarli entro il termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non risulti pregiudizievole alla buona riuscita delle opere

ed agli interessi dell'amministrazione appaltante. Questa si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

#### **Fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di notizie statistiche sull'andamento dei lavori, per periodi quindicinali, a decorrere dal sabato immediatamente successivo alla consegna degli stessi, come di seguito:

- a) numero degli operai impiegati, distinti nelle varie categorie, per ciascun giorno della quindicina, con le relative ore lavorative;
- b) genere di lavoro eseguito nella quindicina di giorni in cui non si è lavorato e cause relative.

Dette notizie devono pervenire alla direzione dei lavori non oltre il mercoledì immediatamente successivo al termine della quindicina.

#### **Cartelli**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di cartelli indicatori e la relativa installazione, nel sito o nei siti indicati dalla direzione dei lavori, entro 5 giorni dalla data di consegna dei lavori. I cartelloni, delle dimensioni minime di 0,50 x 1,00 m, receranno impresse a colori indelebili le diciture riportate, con le eventuali modifiche ed integrazioni necessarie per adattarlo ai casi specifici.

Nello spazio per aggiornamento dei dati, devono essere indicate le sospensioni e le interruzioni intervenute nei lavori, le relative motivazioni, le previsioni di ripresa ed i nuovi tempi.

Tanto i cartelli che le armature di sostegno devono essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza meccanica e agli agenti atmosferici e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

Per la mancanza o il cattivo stato del prescritto numero di cartelli indicatori, sarà applicata all'appaltatore una penale dell'0,5 per mille dell'ammontare netto contrattuale. L'importo della penale sarà addebitato sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'inadempienza.

#### **Oneri per pratiche amministrative**

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.

#### **Norme generali**

I lavori ed i servizi dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte ed in conformità alle speciali prescrizioni che l'Amministrazione appaltante darà all'atto esecutivo, tramite D.L., impiegando nella loro effettuazione tutte le cautele necessarie a non danneggiare qualsiasi opera o altro.

Rimane convenuto che la Ditta aggiudicataria dovrà, a sua cura e spesa, provvedere al ripristino di tutte quelle parti che rimanessero danneggiate per mancanza di provvedimenti atti alla salvaguardia delle stesse e per negligenza.

In particolare se le indagini verranno effettuate in centri abitati o in vicinanza di essi, la Ditta dovrà assumere le relative informazioni per l'individuazione di cavi telefonici, elettrici, tubazioni di gas e acqua e quant'altro possa trovarsi sotto al piano di campagna.

Eventuali danni, in fase di preparazione ed esecuzione dei sondaggi, saranno a completo carico della Ditta per il ripristino funzionale di quanto danneggiato.

La Ditta, inoltre, dovrà provvedere ad ottenere, a propria cura e spese, presso i privati e le competenti Autorità tutti i permessi necessari per gli accessi nelle proprietà di terzi e per l'esecuzione dei servizi, ivi inclusa l'eventuale bonifica da residui bellici; nonché ad assumere la responsabilità dei danni derivanti dall'esecuzione dei lavori stessi e al ripristino della situazione esistente.

La Ditta, in ogni caso, è civilmente e penalmente responsabile dei danni alle persone ed alle cose che siano stati arrecati o subiti, o che siano attribuibili all'esecuzione dei lavori o servizi appaltati, dal giorno di consegna degli stessi sino alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione.

Nei prezzi si intendono sempre compresi e compensati anche i lavori e gli oneri della Ditta per ripristinare i terreni alle condizioni preesistenti alla esecuzione dei sondaggi.

La Ditta dovrà nominare un Direttore Tecnico di cantiere responsabile della conduzione del cantiere e della qualità delle indagini, e di gradimento dell'Amministrazione Appaltante.

Il Direttore Tecnico dovrà essere sempre presente durante le operazioni di cantiere e compilerà e firmerà quotidianamente il Rapporto di Cantiere, dove saranno registrate tutte le operazioni eseguite; tale Rapporto sarà controfirmato dal Responsabile delle Indagini Geognostiche.

Il Direttore Tecnico di Laboratorio firmerà gli elaborati tecnici delle varie prove e le relative note che saranno controfirmati dal Responsabile delle Indagini Geognostiche.

Qualora l'Amministrazione Appaltante non dovesse essere soddisfatta dalle capacità tecniche degli operatori o tecnici di cantiere o di laboratorio, ne potrà chiedere la sostituzione immediata, senza che la Ditta ne possa chiedere alcun prezzo o compenso.

Resta inteso che la Ditta assume a proprio carico anche la fornitura di operatori, di tecnici, di consulenti e degli strumenti tecnici occorrenti per rilievi, tracciamenti, misurazioni, sondaggi, prove e studi relativi alle prestazioni in oggetto.

La Ditta affidataria esonera l'Amministrazione Appaltante da qualsiasi impegno e responsabilità che a qualsiasi titolo possa derivare nei confronti di terzi dall'esecuzione del presente contratto.

La Ditta affidataria, se richiesto, dovrà provvedere a propria cura e spese al trasferimento in andata e ritorno del personale della Direzione Lavori.

### **Proprietà degli oggetti ritrovati**

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

## **Art. 7 Sicurezza cantieri. Prevenzione infortuni**

### **Norme vigenti**

Nell'esecuzione dei lavori, anche se non espressamente richiamate o indicate nei paragrafi precedenti, devono essere osservate le disposizioni delle seguenti norme, oltre a quelle non indicate ma che risultano vigenti :

- **D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547** – *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*
- **D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164** – *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*
- **D.Lg. 15 agosto 1991, n. 277** – *Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212.*
- **D.Lg. 19 settembre 1994, n. 626** – *Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.*
- **D.Lg. 14 agosto 1996, n. 493** – *Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.*
- **D.Lg. 14 agosto 1996, n. 494** – *Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.*
- **D.Lg. 19 novembre 1999, n. 528** – *Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili.*
- **Legge 7 novembre 2000, n. 327** – *Valutazione dei costi del lavoro e della sicurezza nelle gare di appalto.*
- **D.P.R. 3 luglio 2003, n. 222** - *regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'art. 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109*

In generale devono essere rispettate le prescrizioni del piano di sicurezza e di coordinamento, del piano operativo e le indicazioni impartite dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o del direttore dei lavori.

### **Accorgimenti antinfortunistici e viabilità**

L'appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare ed uscire dalla fossa, si devono utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di utilizzare gli sbatacchi.

L'appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere devono essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a 80 cm dalle relative sedi.

In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli ed agli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e – quando siano destinati al solo passaggio di pedoni – di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità. Sarà a carico di Codesta Ditta il risarcimento di eventuali danni che, in dipendenza del modo di esecuzione, fossero arrecati a proprietà pubbliche o private nonché a persone, restando liberi e indenni l'Amministrazione ed il suo personale.

Qualora all'atto esecutivo emergesse la necessità di eseguire gli scavi per strati orizzontali, al fine di agevolare le operazioni di ricerca e sminamento di residui bellici da parte del Genio Militare, la Ditta è tenuta ad attenersi agli ordini che potranno venire impartiti, senza che ciò costituisca motivo di rivalsa per chiedere qualsiasi compenso sul prezzo dello scavo riportato in elenco

in quanto comprensivo di ogni genere. La Ditta è anzi tenuta a prendere contatto con la Direzione del Genio Militare per il coordinamento delle operazioni di bonifica da ordigni bellici, da eseguirsi a cura e spese dell'Autorità Militare.

Detta Autorità è l'unica competente a giudicare l'opportunità o meno di procedere alla bonifica e fissare le norme e cautele necessarie da osservare durante il corso dei lavori.

Per tutti gli oneri relativi alla prescrizione precedente, la Ditta non ha diritto a compensi addizionali.

### **Dispositivi di protezione**

Per i dispositivi di protezione si rimanda alle seguenti norme:

- **UNI EN 340** – Indumenti di protezione. Requisiti generali.
- **UNI EN 341**– Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi di discesa.
- **UNI EN 352-1** – Protettori auricolari. Requisiti di sicurezza e prove. Cuffie.
- **UNI EN 353-1** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio rigida.
- **UNI EN 353-2** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo guidato su una linea di ancoraggio flessibile.
- **UNI EN 354** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Cordini.
- **UNI EN 355** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Assorbitori di energia.
- **UNI EN 358** – Dispositivi individuali per il posizionamento sul lavoro e la prevenzione delle cadute dall'alto. Sistemi di posizionamento sul lavoro.
- **UNI EN 360** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Dispositivi anticaduta di tipo retrattile.
- **UNI EN 361** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Imbracature per il corpo.
- **UNI EN 362** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Connettori.
- **UNI EN 363** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Sistemi di arresto caduta.
- **UNI EN 364** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Metodi di prova.
- **UNI EN 365** – Dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto. Requisiti generali per le istruzioni per l'uso e la marcatura.
- **UNI EN 367** – Indumenti di protezione. Protezione contro il calore e le fiamme. Metodo di prova: Determinazione della trasmissione di calore mediante esposizione a una fiamma.

## **Art. 8 Collaborazione**

### **Collaborazione con l'Amministrazione aggiudicatrice**

La Ditta è tenuta, oltre che alla corretta esecuzione di quanto ordinatogli, anche a presentare la propria collaborazione con l'Amministrazione appaltante, per la migliore riuscita delle indagini e degli studi suddetti ed al fine di eseguire i servizi a perfetta regola d'arte e secondo le più recenti conoscenze.

## **Art. 9 Presentazione degli elaborati**

Tutte le postazioni dei sondaggi o delle prove penetrometriche dovranno essere fotografate e dovrà essere posto un picchetto per ogni prova, con indicato il numero della prova ed il tipo di prova.

Ogni prova dovrà essere ubicata almeno su cartografia in scala adeguata e dovrà essere realizzata una monografia schematica del punto di indagine.

Ogni cassetta catalogatrice sarà fotografata utilizzando film a colori, anche digitali, ed avendo cura che le quote ed i riferimenti siano leggibili anche nel fotogramma.

Tutti gli elaborati, le relazioni, i grafici, le risultanze delle analisi, prove di geotecniche, etc. dovranno essere riportate in un elaborato che l'Impresa dovrà consegnare all'Ente appaltante in n. 5 copie rilegate, una riproducibile ed una digitale secondo i formati indicati dall'Amministrazione appaltante.

### **Generalità**

L'impresa esecutrice deve attenersi a quanto definito in questo capitolato, senza apportare variazioni al programma, alle attrezzature o alle modalità esecutive che non siano state preventivamente approvate dalla direzione dei lavori.

Si fa presente che le specifiche tecniche riportate qui di seguito hanno carattere generale; per quanto invece non specificato si farà riferimento alle seguenti raccomandazioni:

- A.G.I. "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";
- A.N.I.S.I.G. "Modalità tecnologiche e norme di misurazione e contabilizzazione per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche";

In ogni caso si agirà in accordo con la direzione dei lavori.

### **Prescrizioni di carattere generale**

L'impresa applicherà quanto di seguito specificato, fornendo personale ed attrezzature pienamente rispondenti alle esigenze qualitative dell'indagine.

Durante l'esecuzione delle indagini possono essere apportate modifiche alle modalità esecutive qualora le circostanze contingenti lo richiedano e salvo autorizzazione della D.L..

### **Direzione del cantiere**

Il coordinamento e la direzione dei lavori e del cantiere di indagine sarà affidata ad un geologo che sarà presente in cantiere a tempo pieno e sarà il diretto responsabile dell'esecuzione dei lavori, della compilazione dei dati e della loro trasmissione.

Il responsabile di cantiere è tenuto a disporre in situ di una copia del presente fascicolo e degli eventuali documenti integrativi seguiti alla definizione particolareggiata delle attrezzature e delle modalità esecutive.

### **Sondaggi geognostici e prove in situ: generalità**

I macchinari di perforazione devono essere di potenza adeguata ed attrezzati per le prestazioni da eseguire.

Qualora l'attrezzatura installata nel cantiere di perforazione non fosse ritenuta idonea allo scopo, la stazione appaltante, per il tramite della D. L., ha facoltà di richiederne l'immediata sostituzione, sospendendo le indagini sino a sostituzione avvenuta, senza che l'impresa possa vantare alcun ulteriore compenso.

Le perforazioni dovranno essere eseguite in quei punti preventivamente indicati dalla stazione appaltante, in base al programma di indagine.

L'ubicazione dei punti di perforazione sarà fissata dalla D. L., e rimarrà comunque facoltà della stessa variarla in funzione delle maggiori conoscenze che si avranno durante la fase esecutiva delle indagini, senza che l'impresa possa vantare alcun ulteriore compenso.

Installazione di macchinari di perforazione in luoghi diversi da quelli concordati comporteranno la reinstallazione dei macchinari ed il ripercoramento dei terreni attraversati nel luogo diverso da quello stabilito; ciò senza che l'impresa possa vantare alcun ulteriore compenso.

Tutte le attrezzature necessarie per lo svolgimento del programma dovranno necessariamente essere presenti in cantiere dal giorno di inizio delle indagini.

Il sondaggio, una volta ultimato, verrà riempito con materiale di risulta, ovvero con miscele cementizie, se esplicitamente richiesto dalla stazione appaltante.

### **Documentazione preliminare**

La documentazione preliminare del lavoro svolto verrà progressivamente aggiornata nel corso dei lavori e sarà a disposizione della direzione dei lavori e dei progettisti, quando richiesta; altrimenti sarà trasmessa ai medesimi a fine lavoro.

La documentazione in forma definitiva sarà presentata entro la data di fine lavori.

### **Consegna dei campioni di terreno**

I campioni destinati al laboratorio dovranno essere imballati con cura in casse il cui peso lordo non superi i 60 kg, avendo cura di evitare danni nel corso del trasporto; i contenitori ed in modo particolare i campioni indisturbati dovranno essere adeguatamente imballati e sigillati.

Essi saranno consegnati al laboratorio geotecnico certificato ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001;

### **Conservazione delle cassette catalogatrici**

Le cassette catalogatrici contenenti il carotaggio saranno sistemate in prossimità del cantiere o in altro luogo sicuro da concordarsi con la direzione dei lavori, al riparo dagli agenti atmosferici.

### **Ubicazione e quote**

La posizione e la quota planimetrica di ciascun punto di indagine saranno definite rispetto al rilievo planoaltimetrico progettuale.

La quota assoluta del piano campagna sarà trascritta sulla scheda stratigrafica per ciascuna indagine. In alternativa l'impresa provvederà a definire quota e posizione planimetrica di ciascun punto di indagine con riferimento a capisaldi indicati e concordati con la direzione dei lavori.

## **Art. 10 Sondaggi geotecnici**

### **Generalità**

Le perforazioni finalizzate all'esecuzione di *sondaggi geotecnici* sono caratterizzate dalle seguenti modalità esecutive:

- carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, al fine di ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame dei campioni estratti o "carote";
- prelievo di campioni indisturbati di terreno per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche;
- prove in situ per la determinazione delle proprietà geotecniche;
- campionamento e rilievo del livello delle acque superficiali e sotterranee;
- descrizione stratigrafica in chiave geologica e geotecnica;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.

Il dettaglio delle modalità esecutive, l'ubicazione e la profondità dei singoli sondaggi, le prove di laboratorio sui campioni indisturbati, le prove in situ e le relative quote sono precisate, su disposizione della direzione dei lavori, nel programma delle indagini.

Devono in ogni caso essere rispettate le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione emanate con decreto del Ministero dei lavori pubblici dell' 11 marzo 1988.

Per perforazioni superiori a 30 m dovrà essere compilata, a norma della legge n. 464 del 4 agosto 1984, una dettagliata relazione, corredata dalla relativa documentazione, sui dati geologici e geofisici acquisiti.



- a.1) campionatore a pistone, tipo Osterberg;
- a.2) campionatore a fune, tipo RODIO - NENZI (RO-NE);
- a.3) campionatore rotativo a pareti sottili, tipo CRAPS;
- a.4) altri campionatori (in tutti i casi subordinandone l'uso alla preventiva autorizzazione della direzione dei lavori).

Il campionatore Osterberg, a parete sottile, è il più comune dei tipi a pistone; può essere utilizzato con profitto in terreni a grana fine o coesivi, con consistenza da tenera a media ed aventi resistenza al taglio  $\leq 20$  t/mq, in relazione alla potenza della pompa utilizzata. Funziona bene anche in sabbie, fino a quelle mediamente addensate.

Il campionatore a fune con pistone agganciabile permette il campionamento in terreni la cui consistenza arresterebbe la fustella spinta idraulicamente. Sostituisce validamente il classico Shelby, avendone la stessa capacità penetrativa (utilizza la spinta meccanica della batteria di aste), con i vantaggi del pistone.

Il campionatore CRAPS, con scarpa sporgente e fustella a pareti sottili permette di campionare i terreni compatti a grana fine o coesivi, la cui consistenza arresterebbe l'infissione a pressione della fustella. Viene spinto e ruotato meccanicamente dalla batteria di aste.

I campionatori quali i tradizionali Shelby, Denison e Mazier, possono essere utilizzati solo in seguito alla preventiva autorizzazione da parte della direzione dei lavori e comunque sotto la completa responsabilità dell'impresa per quanto riguarda l'esito del campionamento. Altri tipi di campionatore possono essere presentati dall'impresa stessa, per essere sottoposti a preventivo esame da parte della direzione dei lavori.

## Art. 13 Prove geotecniche in foro di sondaggio

### Generalità

Le prove geotecniche in foro di sondaggio sono le seguenti:

- Standard Penetration Test (S.P.T.)
- Prove scissometriche in foro (VANE TEST)
- Prove di permeabilità tipo Lefranc
- Prove di permeabilità tipo Lugeon
- Prova pressiométrica tipo Menard
- Prove di portata
- Campionamento per analisi
- Rilievo televisivo
- Prova di fratturazione idraulica
- Prova dilatometrica.

### Standard penetration test (s.p.t.)

Questa prova consiste nell'infissione a percussione di una speciale punta conica o di un particolare campionatore a pareti grosse (*Campionatore Raymond – split spoon*), i quali consentono di valutare la resistenza meccanica del terreno alla penetrazione, in base al numero di colpi infissi da un apposito maglio per un dato avanzamento.

La normativa di riferimento per l'esecuzione di prove S.P.T. è la seguente:

- A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;
- ASTM D1586-67 (74); D1586-84. Standard Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soil";
- ISSMFE Techn. Committee (1988). Standard Penetration Test (SPT): International Reference Test procedure.

## Art. 14 Strumentazione geotecnica

### Generalità

Al termine della perforazione possono essere poste in opera particolari strumentazioni geotecniche quali:

Piezometri:

- a tubo aperto
- celle di Casagrande
- elettrici
- elettropneumatici

Tubi inclinometrici

Tubi per prove geofisiche Down-hole

Tubi per prove geofisiche Cross-Hole

Assestimetri

## Art. 15 Piezometro a tubo aperto in foro di sondaggio

L'installazione di un piezometro ha come scopo quello di potere controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni

In seguito viene presa in esame l'installazione di piezometri a tubo microfessurato (open-stand-pipe) ovvero la posa di una batteria di tubi in PVC rigido; tali tubi hanno uno spessore di 1÷2 mm e diametro di 40÷80 mm (2"- 4"); vengono forniti in

spezzoni ciechi o fessurati di lunghezza non superiore a 3 m con giunti filettati ben sigillanti; è necessario rivestire con calza geotessile il tratto ove, in base alla precedente perforazione, si suppone abbia sede la falda d'acqua. Il tratto fessurato, di lunghezza variabile, sarà realizzato alla distanza di 1 m dall'estremità inferiore del tubo piezometrico; la finestratura avrà apertura di 0.4÷1.0 mm. Nel fondo sarà applicato l'apposito tappo di chiusura.

L'impiego di questi piezometri è generalmente limitato al campo dei terreni uniformi permeabili o molto permeabili ( $K > 10^{-5}$  m/sec).

L'utilizzo di tubi piezometrici di materiali o dimensioni diversi da quelli descritti dovrà essere subordinato ad approvazione da parte della direzione dei lavori.

## **Art. 16 Prove penetrometriche**

### **Prove penetrometriche dinamiche continue pesanti dpsh-sept**

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica infissa nel terreno per battitura. La prova fornisce informazioni di tipo continuo poiché le misure della resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Secondo la terminologia ISSMFE, la prova descritta rientra nel tipo "superpesante" (DPSH: Dynamic Probing Super Heavy) in quanto il maglio pesa più di 60 kg.

L'attrezzatura da utilizzarsi sarà conforme ad una delle due norme sopracitate per penetrometri dinamici di classe superpesante o comunque rientrerà nelle tolleranze elencate nel successivo paragrafo.

Le modalità esecutive non differiscono e sono specificate nel seguito.

Normativa di riferimento

- A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988).

Dynamic Probing (DP): International Reference Test Procedure

## **Art. 17 Indagini geofisiche**

### **Attrezzature in generale**

Le attrezzature geofisiche dovranno essere adeguate alla tipologia delle indagini richieste e dovranno essere a disposizione dell'impresa dall'inizio delle indagini geognostiche.

Qualora le strumentazioni geofisiche non fossero ritenute idonee allo scopo, la stazione appaltante ha facoltà di richiederne l'immediata sostituzione, sospendendo le indagini sino a sostituzione avvenuta, senza che l'impresa possa vantare alcun compenso.

L'ubicazione dei profili indagine sarà fissata dall'amministrazione appaltante, e rimarrà comunque facoltà della stessa variarla in funzione delle maggiori conoscenze che si avranno durante la fase esecutiva delle indagini, senza che l'impresa possa vantare alcun compenso.

Realizzazione di profili diversi da quelli concordati comporterà la ripetizione dei profili nei luoghi precedentemente stabiliti; ciò senza che l'impresa possa vantare alcun compenso.

### **Prospezioni sismiche**

#### **Indagine sismica a rifrazione ad onde di compressione (onde p)**

L'indagine sismica a rifrazione ad onde di compressione consiste nella energizzazione del sottosuolo e nella registrazione degli arrivi delle onde P, rifratte in corrispondenza di geofoni verticali, disposti secondo un allineamento con interassi tra i geofoni e lunghezza totale dello stendimento, tali da permettere un'adeguata profondità di indagine.

La misura dei tempi di arrivo delle onde P ai diversi geofoni permette di ricostruire l'andamento e la profondità del rifrattore e permette anche di calcolare le caratteristiche elastiche dinamiche dei terreni e degli ammassi rocciosi investigati.

Normative di riferimento

ASTM D 5777 - 95 - Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation

### **Attrezzature**

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita da:

- sismografo a 24 canali, con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtri analogici e digitali programmabili (filtri attivi tipo high pass, band pass e band reject), guadagno verticale del segnale (in ampiezza) e sensibilità tra 6 e 92 decibel, registrazione dei dati in digitale per elaborazioni successive con formato in uscita minimo a 16 bit;

- 24 geofoni verticali a frequenza propria variabile tra 8 e 14 Hz;
- sistema di energizzazione adeguato alla profondità di indagine; potrà essere costituito da cannoncino sismico calibro 8 oppure da cariche di esplosivo.
- 

### **Modalità esecutive**

La "copertura" dei tiri sulle basi sismiche dovrà essere tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alle profondità stabilite dal progetto delle indagini o dalla direzione dei lavori ed in ogni caso non dovranno essere in numero inferiore a 5, dei quali 3 interni alla base e 2 esterni.

Nel caso in cui il rilievo debba interessare profondità superiori a 30 ÷ 50 m e sia prevista una elaborazione tomografica, i "tiri" non dovranno essere inferiori a 7 per base sismica, dei quali 5 interni e 2 esterni.

L'elaborazione dei dati dovrà essere realizzata mediante software ad elevata valenza diagnostica in grado di fornire i valori dei parametri di velocità, relativi ai rifrattori individuati, per ogni stazione geofonica (ad esempio software che utilizzi il metodo "GRM" - Generalized Reciprocal Method, Palmer '80).

### **Elaborazione tomografica dei dati**

Se richiesto dal progetto delle indagini, l'elaborazione dovrà essere sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropica, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica (ad esempio con l'impiego di algoritmi ART - Algebraic Reconstruction Technique, SIRT - Simultaneous Iterative Reconstruction Technique o ILST - Iterative Least Square Technique), il campo delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma rettangolare, potranno avere dimensioni orizzontali (asse x) e verticali (asse z) pari a, rispettivamente,  $1/3 \div 1/5$  e  $1/5 \div 1/10$  della spaziatura tra i geofoni.

### **Documentazione**

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- sismogrammi originali sia su supporto cartaceo che digitale;
- profili sismostratigrafici in scala adeguata che indichino i valori delle velocità delle onde di compressione (VP), calcolati per intervalli omogenei;
- elaborazione a isolinee o a campiture di colore delle velocità delle onde di compressione (VP) in caso di elaborazione tomografica;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicate le strumentazioni utilizzate, le metodologie operative, gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi, procedure applicate, le risultanze finali ed interpretative;
- documentazione fotografica.

### **Rilievo topografico del piano completo di prospezione sismica**

Ad integrazione dell'indagine sismica dovrà essere eseguito un rilievo topografico comprendente la determinazione planoaltimetrica delle ubicazioni dei geofoni delle basi sismiche a rifrazione, riferita a punti notevoli o ad elementi cartografici noti dell'area interessata. Le coordinate del rilievo topografico dovranno essere inquadrare in un sistema di coordinate generale di progetto fornito dalla Società.

Qualora quest'ultimo non risulti disponibile, il suddetto rilievo sarà fornito in coordinate relative. Tale rilievo dovrà essere corredato dai libretti di campagna dei rilievi ed informatizzazione dei dati nei formati digitali stabiliti dalla società o dalla direzione dei lavori.

### **Indagine sismica a rifrazione ad onde di taglio (onde s)**

L'indagine consiste nella energizzazione del sottosuolo e nella registrazione degli arrivi delle onde di taglio (onde S) in corrispondenza di geofoni orizzontali, disposti secondo un allineamento con interassi tra i geofoni e lunghezza totale dello stendimento, tali da permettere un'adeguata profondità di indagine.

### **Attrezzature**

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- sismografo a 24 canali, con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtri analogici e digitali programmabili (filtri attivi tipo high pass, band pass e band reject), guadagno verticale del segnale (in ampiezza) e sensibilità tra 6 e 92 decibel, registrazione dei dati in digitale per elaborazioni successive con formato in uscita minimo a 16 bit;
- 24 geofoni orizzontali a frequenza propria variabile tra 8 e 14 Hz;
- sistema di energizzazione adeguato alla profondità e alla natura dell'indagine; potrà essere costituito da massa battente (mazza da 10 kg), agente lateralmente su un blocco ancorato al terreno, da cannoncino sismico calibro 8, oppure da cariche di esplosivo.

### **Elaborazione tomografica dei dati**

Se richiesto dal progetto delle indagini, l'elaborazione dovrà essere sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropica, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica (ad esempio con l'impiego di algoritmi ART - Algebraic Reconstruction Technique, SIRT - Simultaneous Iterative Reconstruction Technique o ILST - Iterative Least Square Technique), il campo delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma rettangolare, potranno avere dimensioni orizzontali (asse x) e verticali (asse z) pari a, rispettivamente,  $1/3 \div 1/5$  e  $1/5 \div 1/10$  della spaziatura tra i geofoni.

### **Analisi della attenuazione anelastica e determinazione del fattore qualità**

Consiste in un'elaborazione dei dati ottenuti da prospezioni sismiche a rifrazione ad onde di compressione (onde P) e onde di taglio (onde S) in grado di determinare i parametri di Attenuazione Anelastica e Fattore Qualità dei terreni o degli ammassi rocciosi investigati.

L'elaborazione dei dati dovrà essere realizzata mediante software ad elevata valenza diagnostica in grado di fornire i valori dei parametri di Attenuazione e Fattore Qualità, relativi ai rifrattori individuati e per ogni stazione geofonica utilizzando l'algoritmo del "Rapporto Spettrale".

### **Elaborazione tomografica dei dati**

Se richiesto dal progetto delle indagini, l'elaborazione dovrà essere sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropica, la quale dovrà fornire, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. (Ray Tracing Curvilineo) e algoritmi di ricostruzione tomografica, il campo delle velocità del sottosuolo ad elevata densità di informazioni: le celle unitarie, di forma rettangolare, potranno avere dimensioni orizzontali (asse x) e verticali (asse z) pari a, rispettivamente,  $1/3 \div 1/5$  e  $1/5 \div 1/10$  della spaziatura tra i geofoni.

### **Documentazione**

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- profili sismostratigrafici in scala adeguata che indichino i parametri dei Fattori Qualità calcolati per intervalli omogenei;
- elaborazione a isolinee o a campiture di colore in caso di elaborazione tomografica;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicati:
- gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi;
- la caratterizzazione su base geofisica ottenuta da correlazione delle risultanze delle analisi ad onde di compressione (VP) e o taglio (VS) e Attenuazione onde di compressione (P) e di taglio (S) e Fattore Qualità delle onde di compressione (QP) e delle onde di taglio (QS);
- le risultanze finali ed interpretative.

### **Prospezione sismica in foro di sondaggio (down-hole)**

La prova consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici generati in superficie ad un ricevitore posto all'interno di un foro di sondaggio verticale, adeguatamente rivestito con apposita tubazione.

La prova consente la misura diretta delle velocità di propagazione VP delle onde di compressione (onde P) e VS delle onde di taglio (onde S) e la determinazione dei parametri elastici dei terreni in condizioni dinamiche.

Normative e specifiche di riferimento

ISRM Commission on Testing Methods (1988) – Suggested Methods for Seismic Testing Within and Between Boreholes – Part 2: Suggested Method for Seismic Testing Within a Borehole.

### **Documentazione**

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- le modalità esecutive del foro;
- lo schema geometrico di ogni tubazione installata;
- la quota assoluta o relativa della testa della tubazione di misura;
- le caratteristiche della tubazione installata;
- modalità di iniezione, quantità e composizione della miscela iniettata nell'intercapedine;
- sismogrammi in originale delle registrazioni di campagna su supporto magnetico;
- relazione conclusiva, elaborata in base ai risultati delle indagini svolte in cui saranno indicati:
- gli algoritmi di calcolo impiegati, tabelle e tavole ad integrazione e chiarimento delle analisi;
- diagrafie riportanti:
- stratigrafia del sondaggio;
  - tempi di arrivo delle onde di compressione e di taglio;
  - velocità delle onde di compressione e di taglio per ogni stazione;
  - velocità intervallari delle onde di compressione e di taglio;
  - attenuazione e fattore qualità;
  - coefficiente di Poisson dinamico;
  - modulo di elasticità dinamico;
  - modulo di taglio dinamico;
  - modulo di compressibilità dinamico;
  - tracce sismografiche onde di compressione;
  - tracce sismografiche onde di taglio;
  - risultanze finali ed interpretative.

### **Prospezione sismica tra fori di sondaggio (cross-hole)**

La prova consiste nella misurazione dei tempi di arrivo di impulsi sismici generati in profondità all'interno di un foro di sondaggio verticale ad un ricevitore posto all'interno di un secondo foro di sondaggio verticale. I fori, paralleli e adeguatamente rivestiti con apposita tubazione, dovranno essere ad una distanza reciproca compresa tra 5 e 20 m.

La prova consente la misura diretta delle velocità di propagazione VP delle onde di compressione (onde P) e VS delle onde di taglio (onde S) e la determinazione dei parametri elastici dei terreni in condizioni dinamiche.

Normative e specifiche di riferimento:

.ASTM D 4428/D 4428M – 91 – Standard Test Method for Crosshole Seismic Testing

## Prospezioni elettriche

### Sondaggio elettrico verticale (sev)

L'indagine geoelettrica consiste nell'immettere una corrente continua nel terreno tramite due elettrodi A e B (AB = dipolo di corrente o di intensità) e nel misurare la caduta di potenziale, dovuta alla resistenza del terreno al passaggio della corrente elettrica, in corrispondenza di due elettrodi M ed N (MN = dipolo di misura o di potenziale). Attraverso la determinazione della resistività del terreno, l'indagine consente di ricostruire indirettamente il profilo litostratigrafico del terreno.

Gli elettrodi saranno allineati (M ed N in posizione interna, A e B esterni) e simmetricamente disposti rispetto ad un centro.

Nella configurazione Schlumberger, gli elettrodi di tensione M ed N dovranno essere mantenuti ad una distanza fissa, mentre gli elettrodi di corrente A e B dovranno essere allontanati progressivamente di una certa distanza dal centro geometrico dello stendimento.

Nella configurazione Wenner, i quattro elettrodi dovranno essere tra loro equidistanti; dopo ogni misura, l'equidistanza verrà aumentata.

Nella configurazione dipolo-dipolo gli elettrodi dovranno costituire due coppie separate (AB ed MN) che verranno reciprocamente allontanate tra loro.

### Documentazione

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- cartografia di base in scala adeguata con ubicazione delle prove eseguite e dei centri di misura, con indicazione degli azimut e della quota dei centri di misura;
- tabulazione dei valori di resistività apparente misurati;
- curve di resistività apparente in grafici bilogarithmici;
- copia di tutti i dati raccolti in campagna;
- relazione riassuntiva con descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità operative, dei metodi di interpretazione e comprensiva della resistività elettrica alle diverse profondità e delle unità elettrostratigrafiche evidenziate.

### Tomografia elettrica

Questo tipo di indagine, che potrà essere eseguita con diverse configurazioni (Wenner, dipolo-dipolo o Schlumberger), abbinata all'indagine con georadar, può essere utilizzata con successo nella definizione della geometria e dello spessore di strutture sepolte a piccola profondità, come ad esempio plinti di fondazione; questo tipo di indagine infatti è in grado di mantenere, per profondità non superiori, in questo caso, a 10 m da p.c., risoluzioni apprezzabili del variare della resistività del semispazio indagato.

### Attrezzature

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- georesistivimetro con millivoltmetro (sensibilità massima 0.1 mV), circuito di azzeramento dei potenziali spontanei e milliamperometro con scala 1 mA - 2 A (sensibilità 0.1 mA);
- generatore con almeno 1.5 kW di potenza (uscita 500 V);
- cavi elettrici di collegamento a 25 conduttori;
- almeno 48 elettrodi di corrente in acciaio cromato;
- elettrodi di tensione impolarizzabili, in rame o ceramica;
- cavi di collegamento vari ed accessori.

### Profilo di resistività

L'indagine geoelettrica consiste nell'immettere una corrente continua nel terreno tramite due elettrodi A e B (AB = dipolo di corrente o di intensità) e nel misurare la caduta di potenziale, dovuta alla resistenza del terreno al passaggio della corrente elettrica, in corrispondenza di due elettrodi M ed N (MN = dipolo di misura o di potenziale). Attraverso la determinazione della resistività del terreno, l'indagine consente di ricostruire indirettamente il profilo litostratigrafico del terreno.

Nel profilo di resistività gli elettrodi verranno disposti secondo lo schema di un quadripolo AMNB costante, progressivamente spostato lungo un allineamento predefinito per la determinazione delle variazioni laterali delle caratteristiche elettriche dei terreni.

### Prospezioni con georadar dalla superficie

L'indagine con georadar consente di individuare strutture o cavità sepolte a piccola profondità attraverso la trasmissione dalla superficie, mediante opportune antenne, di un segnale elettromagnetico di tipo radar e la registrazione degli echi di ritorno in un determinato periodo di tempo; il segnale riflesso è funzione della costante dielettrica dei mezzi indagati.

Tale indagine può essere utilizzata con successo nella definizione della geometria di plinti di fondazione, anche se bisogna tener presente che la metodologia descritta di seguito consente l'individuazione delle geometrie superiori del plinto, non essendovi la certezza che l'intensità dei segnali trasmessi, anche se potenziati, sia tale da permettere ulteriori riflessioni dalla base del plinto; in altri termini l'indagine radar non sempre consente, dalla superficie, di ottenere riflessioni discriminabili in

termini di riflessioni primarie e secondarie al variare della profondità. Per poter quindi determinare dalla superficie lo spessore dell'oggetto indagato (ad es. plinto) occorre abbinare all'indagine radar un diverso tipo di rilevamento, ovvero quello tomografico di tipo elettrico, l'unico in grado di mantenere, risoluzioni apprezzabili del variare della resistività del semispazio indagato.

### **Attrezzature**

L'attrezzatura di prova dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- unità radar, in grado di operare con almeno due canali, dotato di funzione "stack"; l'unità dovrà essere collegata ad un computer dotato di monitor e stampante a colori;
- set di antenne bistatiche, T (trasmittenti) ed R (riceventi), dotate di amplificatore di potenza e con frequenza variabile da un minimo di 100 MHz sino ad un massimo di 500 MHz;
- cavo di collegamento tra l'unità radar e l'antenna.

### **Modalità esecutive**

Le esatte modalità di configurazione in fase di prova saranno in ogni caso preventivamente concordate con la direzione dei lavori.

## **Art. 18 Prove geotecniche di laboratorio**

### **Generalità**

#### **Requisiti generali del laboratorio**

L'attività del laboratorio di prova dovrà essere condotta in accordo alla norma UNI-CEI-EN 45001 - Criteri generali per il funzionamento di laboratori di prova.

Il laboratorio di prova dovrà essere certificato ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001 e competente per l'esecuzione delle prove in programma; il personale tecnico sarà in numero sufficiente, avrà adeguata formazione ed aggiornamento documentabili e farà capo ad un responsabile di laboratorio.

Le analisi e prove dovranno essere condotte nel rispetto delle normative di riferimento previste per le voci di prova e le raccomandazioni AGI 1977.

#### **Locali di prova**

L'ambiente in cui le prove vengono eseguite non deve in alcun modo invalidarne i risultati né influenzare le misure: i locali di prova dovranno essere opportunamente protetti da condizioni anomale quali temperatura, polveri, umidità, vapori, vibrazioni, disturbi o interferenze elettromagnetiche; dovranno inoltre essere sufficientemente spaziosi e dotati di apparecchiature e sorgenti di alimentazione adeguate.

Per quanto riguarda ambienti particolari quali camera umida di conservazione o zona di preparazione provini e assemblaggio delle prove, i locali dovranno essere dotati di strumentazione di controllo e condizionamento ambientale.

L'accesso alle zone di prova dovrà essere controllato e regolato da procedure.

#### **Apparecchiature di prova**

Il laboratorio di prova deve essere fornito di tutte le apparecchiature necessarie per la corretta esecuzione delle prove in programma.

Tutte le apparecchiature devono essere conservate con cura e devono essere disponibili idonee procedure di manutenzione.

Per le apparecchiature di prova principali dovrà essere disponibile un sistema di registrazione in cui sia riportato:

- il nome dell'apparecchiatura;
- il nome del fabbricante, l'identificazione del tipo ed il numero di serie;
- la data di acquisizione e la data di messa in servizio;
- lo stato al momento del ricevimento;
- le operazioni di manutenzione eseguite;
- i danni subiti e le riparazioni eseguite;
- copia del certificato di taratura di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Una copia delle schede di registrazione delle apparecchiature da utilizzare nell'ambito della Commessa dovrà essere sottoposta alla direzione dei lavori prima dell'inizio dell'attività di prova. Gli strumenti di misura e le apparecchiature di prova dovranno essere sottoposte a taratura secondo un programma temporale adeguato al carico di lavoro del laboratorio, e comunque ad intervalli non superiori ai sei mesi. La taratura degli strumenti di misura e di prova dovrà essere effettuata in modo da garantire la riferibilità delle misure effettuate alla catena metrologica internazionale. Copia dei certificati di taratura delle apparecchiature e degli strumenti di misura utilizzati per l'esecuzione delle prove, di data non anteriore di sei mesi alla data di prova, dovrà accompagnare il rapporto di prova emesso dal laboratorio a conclusione dell'incarico.

#### **Documentazione da fornire**

Alla consegna dei certificati di prova dovrà essere fornita anche una sintesi che riporterà i risultati principali ottenuti dalle singole prove. Tale sintesi, espressa in un quadro riepilogativo generale, dovrà contenere:

- la sigla identificativa del campione e la profondità di prelievo;
- le percentuali delle diverse frazioni granulometriche;
- i valori dei limiti di consistenza e dell'indice di plasticità;

- le classificazioni AGI, USCS e CNR-UNI 10006;
- il contenuto d'acqua e il peso di volume naturale;
- i valori ottenuti dalle prove di taglio diretto e dalle prove triassiali;
- i valori di modulo edometrico, permeabilità, coefficiente di consolidazione verticale e coefficiente di consolidazione secondaria per una determinata pressione di riferimento.

Il rapporto finale di ciascuna prova dovrà comprendere almeno le seguenti informazioni:

- il nome e l'indirizzo del laboratorio di prova;
- l'identificazione univoca del rapporto di prova, di ciascuna sua pagina e del numero totale delle pagine;
- il nome ed indirizzo del committente;
- l'identificazione dei campioni;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di prova;
- lo standard di riferimento seguito per l'esecuzione delle prove;
- tutte le misure, gli esami e i loro risultati, corredati di tabelle, grafici, disegni e fotografie e tutte le anomalie individuate;
- la firma del responsabile del rapporto di prova e la data di emissione.

I risultati di tutti i calcoli e le determinazioni eseguite dovranno essere espressi in opportune unità SI, con relative multipli o sottomultipli.

### **Subappalto**

Non è consentito, salvo diverse prescrizioni, l'affidamento dell'esecuzione delle prove di laboratorio ad un laboratorio diverso da quello indicato dall'impresa. È consentito l'affidamento ad un laboratorio esterno di prove particolarmente sofisticate, non routinarie, e per le quali il laboratorio non sia adeguatamente attrezzato, solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

In ogni caso il laboratorio dovrà garantire la corretta esecuzione delle prove subappaltate e l'attendibilità dei risultati ottenuti, assicurandosi e garantendo nei confronti della direzione dei lavori che il laboratorio subappaltante soddisfi i criteri generali di competenza prescritti nelle presenti norme tecniche.

## **Art. 19 Analisi chimiche sulle acque**

### **Determinazione del tenore in solfati**

La prova consiste nella determinazione del quantitativo di solfati presenti in un campione d'acqua.

Normative e specifiche di riferimento:

IRSA C.N.R. D 014 - 1979 - Metodo A: Determinazione dei solfati per via gravimetrica.

### **Determinazione del tenore in cloruri**

La prova consiste nella determinazione del quantitativo di cloruri presenti in un campione d'acqua.

Normative e specifiche di riferimento:

IRSA C.N.R. D 009 - 1974 - Metodo A: Determinazione dei cloruri per titolazione argentometrica.

## **CAPITOLO 3** **NORME DI MISURAZIONE, CONTABILIZZAZIONE**

### **Art.20 Elenco Prezzi Unitari**

#### **Sondaggi - Prove geotecniche in foro di sondaggio - Strumentazione geotecnica - Prove penetrometriche - Indagini geofisiche - Prove geotecniche di laboratorio**

Per la valutazione dei lavori si applicheranno i prezzi previsti al cap. 20 - INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE - del Prezzario Generale per i Lavori Pubblici della Regione Siciliana anno 2013, per tutte le voci in detto capitolo riportate.

In allegato Elenco Prezzi sintetico estratto dal prezzario della Regione.

## **CAPITOLO 4** **DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'APPALTO**

### **Art. 21 – Consegna dei Lavori**

Il responsabile del procedimento autorizza il direttore dei lavori alla consegna dei lavori/servizi dopo che il contratto è divenuto efficace. La consegna deve avvenire non oltre quarantacinque giorni a decorrere dalla data di stipula del contratto. Il direttore dei lavori comunica all'esecutore, anche per le vie brevi, il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori/servizi, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni del programma delle indagini geognostiche. Sono a carico dell'esecutore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della stazione appaltante.

Effettuato il tracciamento, sono collocati picchetti, capisaldi, sagome, termini ovunque si riconoscano necessari. L'esecutore è responsabile della conservazione dei segnali e capisaldi.

La consegna dei lavori/servizi deve risultare da verbale redatto in contraddittorio con l'esecutore; dalla data di tale verbale decorre il termine utile per il compimento delle indagini geognostiche.

Il processo verbale di consegna contiene i seguenti elementi:

- a) le condizioni e circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi;
- b) le aree, i locali, unitamente ai mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori;
- c) c) la dichiarazione che l'area su cui devono eseguirsi i lavori è libera da persone e cose e, in ogni caso, che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.

Qualora, per l'estensione delle aree da indagare, o per l'importanza dei mezzi d'opera, occorra procedere in più luoghi e in più tempi ai relativi accertamenti, questi fanno tutti parte integrante del processo verbale di consegna. Il processo verbale è redatto in doppio esemplare firmato dal direttore dei lavori e dall'esecutore. Dalla data di esso decorre il termine utile per il compimento dei lavori. Un esemplare del verbale di consegna è inviato al responsabile del procedimento, che ne rilascia copia conforme all'esecutore, ove questi lo richieda. La consegna dei lavori/servizi, per comprovate esigenze, può farsi in più volte con successivi verbali di consegna parziale quando la natura o l'importanza dei lavori o dell'opera lo richieda. L'esecutore comincia i lavori/servizi per le sole parti già consegnate. La data di consegna a tutti gli effetti di legge è quella dell'ultimo verbale di consegna parziale.

Il direttore dei lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi. Se sono riscontrate differenze fra le condizioni locali ed il programma delle indagini geognostiche, non si procede alla consegna, e il direttore dei lavori ne riferisce immediatamente al responsabile del procedimento, indicando le cause e l'importanza delle differenze riscontrate rispetto agli accertamenti effettuati in sede di redazione del programma delle indagini geognostiche e delle successive verifiche, e proponendo i provvedimenti da adottare.

Il responsabile del procedimento, acquisito il benessere del dirigente competente, cui ne avrà riferito, nel caso in cui l'importo netto dei lavori non eseguibili per effetto delle differenze riscontrate sia inferiore al quinto dell'importo netto di aggiudicazione e sempre che la eventuale mancata esecuzione non incida sulla funzionalità dell'opera o del lavoro, dispone che il direttore dei lavori proceda alla consegna parziale, invitando l'esecutore a presentare, entro un termine non inferiore a trenta giorni il programma di esecuzione.

Qualora l'esecutore non si presenti nel giorno stabilito, il direttore dei lavori fissa una nuova data. La decorrenza del termine contrattuale resta comunque quella della data della prima convocazione. Qualora sia inutilmente trascorso il termine assegnato dal direttore dei lavori, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della stazione appaltante, l'esecutore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso l'esecutore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate ma in misura non superiore ai limiti dell'1% dell'importo dell'appalto. Ove l'istanza dell'esecutore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna l'esecutore ha diritto al risarcimento dei danni dipendenti dal ritardo, pari all'interesse legale calcolato sull'importo corrispondente alla produzione media giornaliera prevista dal programma di esecuzione dei lavori nel periodo di ritardo, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva consegna dei lavori.

Qualora, iniziata la consegna, questa sia sospesa dalla stazione appaltante per ragioni non di forza maggiore, la sospensione non può durare oltre sessanta giorni.

E' facoltà dell'Amministrazione effettuare la consegna dei lavori, in casi d'urgenza (comma 13) nei modi e alle condizioni previste al comma 8 dell'art. 32 D. Lgs. 50/2016.

L'impresa, ricevuta la consegna dei lavori, deve provvedere entro il termine di dieci giorni all'impianto del cantiere. In caso di ritardo sarà applicata una penale dell'1 per mille dell'ammontare netto contrattuale.

L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non ristora eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Eventuali ulteriori cantieri si dovranno approntare entro 5 giorni dalla comunicazione della D.L., in caso di ritardo saranno riportate le penali nei modi e nelle condizioni sopra riportate.all'art.23.

## **Art. 22 Tempo utile per l'ultimazione dei lavori**

La durata del contratto è di **gg. 90 (giorni novanta)** naturali successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna.

La decorrenza dei termini può essere interrotta da parte della Stazione appaltante, previa accettazione della Ditta, qualora si rendessero necessari ulteriori approfondimenti o per esigenze sopravvenute.

Qualora circostanze speciali impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, il direttore dei lavori ne ordina la sospensione, indicando le ragioni e l'imputabilità anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna.

Fuori dei casi previsti dal comma precedente il responsabile del procedimento può, per ragioni di pubblico interesse o necessità, ordinare la sospensione dei lavori. Rientra tra le ragioni di pubblico interesse l'interruzione dei finanziamenti disposta dall'ente finanziatore per sopravvenute esigenze di equilibrio dei conti pubblici.

Il direttore dei lavori, con l'intervento dell'esecutore o di un suo legale rappresentante, compila il verbale di sospensione indicando le ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori. Il verbale è inoltrato al responsabile del procedimento entro dieci giorni dalla data della sua redazione.

Nel verbale di sospensione è inoltre indicato lo stato di avanzamento delle indagini svolte e le cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate ed ultimate senza eccessivi oneri la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.

I verbali di ripresa dei lavori, da redigere a cura del direttore dei lavori, non appena venute a cessare le cause della sospensione, sono firmati dall'esecutore ed inviati al responsabile del procedimento nel modi e nei termini sopraddetti. Nel verbale di ripresa il direttore dei lavori indica il nuovo termine contrattuale.

Ove successivamente alla consegna dei lavori insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento dei lavori, l'esecutore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei lavori non eseguibili in conseguenza di detti impedimenti, dandone atto in apposito verbale.

Le contestazioni dell'esecutore in merito alle sospensioni dei lavori sono iscritte a pena di decadenza nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, salvo che per le sospensioni inizialmente legittime per le quali è sufficiente l'iscrizione nel verbale di ripresa dei lavori.

## **Art. 25 Sub-Appalto**

I lavori ed i servizi, della cui regolare organizzazione l'esecutore sarà ritenuto responsabile, non potranno in alcun caso essere ceduti e subappaltati o altre forme di partecipazione se non quelle indicate nella legge/norma vigente o nella procedura/disciplinare/invito di gara, sotto la comminatoria dell'immediata rescissione del contratto, oltre al risarcimento dei danni che eventualmente da ciò derivassero alla stessa Amministrazione Comunale.

## **Art. 26 Penale per ritardata ultimazione dei lavori e per inesatto adempimento**

In caso di ritardata ultimazione dei lavori, sarà applicata una penale della misura dell'1 per mille dell'ammontare netto contrattuale per ogni giorno di ritardo.

La Ditta vincitrice della gara, dovrà costituire la relativa cauzione fidejussoria.

La cauzione viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse.

L'Amministrazione appaltante ha il diritto di valersi della cauzione per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei servizi nel caso di risoluzione del contratto disposta nei confronti della Ditta. L'Amministrazione appaltante ha inoltre il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto dovuto dalla Ditta per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e di regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non ristora eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Le penali, valutate dalla Direzione lavori, vengono iscritte a debito dell'appaltatore e detratte dallo stato di avanzamento lavori.

## **Art. 27 Pagamenti**

### **Anticipazione somme**

E' prevista la corresponsione in favore dell'appaltatore di un'anticipazione pari al 20 per cento dell'importo contrattuale, previa costituzione di garanzia fidejussoria, ai sensi dell'art. 35 - comma 18 - del decreto n. 50/16.

### **Pagamenti in acconto**

Il pagamento in acconto potrà essere emesso ogni qual volta i dati contabili raggiungono l'importo previsto di rata di **euro 20.000,00 (euro Ventimila/00)** nel registro delle misure.

### **Pagamento finale**

Il pagamento dei lavori sarà effettuato alla fine dei lavori previsti in progetto, dopo che la D.L. emette certificato di regolare esecuzione dei lavori e previa presentazione della fattura da parte dell'impresa come rata di saldo.

La contabilità dei lavori sarà effettuata, ai sensi del titolo IX del D.P.R. n.207/2010 .

### **Art. 28 Conto finale**

Si stabilisce che il conto finale dovrà essere compilato entro i termini previsti dalla legge dalla data dell'ultimazione dei lavori.

### **Art. 29 Modalità e termini del collaudo**

Il completamento delle operazioni di collaudo o del certificato di regolare esecuzione dei lavori dovrà avvenire entro e non oltre TRE mesi dall'ultimazione dei lavori con l'emissione del relativo certificato di collaudo o di regolare esecuzione dei lavori provvisorio e l'invio dei documenti all'amministrazione.

### **Art. 30 Documenti da allegare al contratto**

Oltre al presente quaderno dei patti e delle condizioni per indagini geognostiche con annesso elenco sintetico dei prezzi, fanno parte integrante del contratto i seguenti documenti:

- Il computo metrico completo delle indagini geognostiche;
- Piano Operativo di Sicurezza del cantiere a norma del Decreto L.vo n. 81/2008

### **Art. 31 Comunicazioni**

Tutte le ingiunzioni e le comunicazioni di qualsiasi genere dipendenti dal contratto medesimo, saranno fatte alla Ditta o alla persona che la rappresenta per iscritto, in breve, presso la sede dell'Amministrazione committente o D.L. oppure mediante raccomandata, pec, indirizzata al domicilio eletto.

Le comunicazioni formulate in via breve dovranno essere controfirmate dalla Ditta stessa o da un suo rappresentante in segno di presa visione.

### **Art. 32 Conclusione del contratto e rimandi**

La Ditta potrà ritenere concluso il contratto dopo verifica dei requisiti richiesti per l'affidamento e dopo approvazione del dirigente competente, nella fattispecie il Responsabile del Procedimento, che potrà motivatamente negarla per vizi di legittimità nelle procedure di affidamento o per gravi motivi di interesse pubblico. In ogni caso alla Ditta non potrà essere corrisposto alcun indennizzo per la mancata approvazione da parte del dirigente competente, ai sensi degli articoli 1341 e 1342 del Codice civile.

Per quanto non contemplato nel presente Capitolato speciale si rimanda al DPR 207/2010 al D.Lgs 50/2016, alle norme vigenti e successive modifiche ed integrazioni.

### **Art. 33 – Proprietà dei dati delle indagini**

I dati ottenuti dal lavoro/servizio in oggetto sono patrimonio dell'Amministrazione committente e la loro divulgazione, anche parziale, sarà ammessa solo previa autorizzazione della medesima e dovrà recare l'indicazione che la Città Metropolitana di Messina è l'Ente promotore dell'indagine stessa.