PROVINCIA DI IMPERIA

VIALE MATTEOTTI, 147 I-18100 IMPERIA

SEGGIOVIA BIPOSTO AD AMMORSAMENTO FISSO

"TRE PINI – CIMA DELLA VALLETTA"

COMPRENSORIO SCIISTICO DI MONESI – COMUNE DI TRIORA

PROGETTO DEFINITIVO

Descrizione:

RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA E SISMICA

I Progettisti:

Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO

Str. Provinciale 41/C

18017 Costarainera (IM)

Tel/Fax 0183 91 658 - Cell 347.5747258

e mail info@studioromagnolo.net

www.studioromagnolo.net

C.F. RMG MNL 73B 56B 885D

P.I. 01956480063

Responsabile del procedimento:

Ing. Michele RUSSO
(Dirigente Settore Viabilità, Trasporti e Grandi Infrastrutture Provincia Imperia)

Co-progettisti:

Ing. Michele RUSSO
(Dirigente Settore Viabilità, Trasporti e Grandi Infrastrutture Provincia Imperia)

Geom. Roberto MERIGGIO
(Funzionario Settore Viabilità, Trasporti e Grandi Infrastrutture Provincia Imperia)

Rev.	*Data*	*Oggetto della revisione*	*Eseguito*	*Verif./Approv.*	*Nome elaborato*
00	*09/01/13*		*MR*	*MR*	12077_GT001_PD00.doc
01					
02					

Questo elaborato è di proprietà del Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO, qualsivoglia divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata

Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO
Str. Provinciale 41/C - 18017 Costarainera (IM)
Tel/Fax 0183 91 658 - Cell 347.5747258
e mail info@studioromagnolo.net
www.studioromagnolo.net

INDICE

1. PREMESSA	PAG	3
2. METODOLOGIA DI LAVORO E CARTOGRAFIA	PAG	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	PAG	3
4. RELAZIONE GEOLOGICA	PAG	5
5. IDROGEOLOGIA	PAG	13
6. INDAGINI SISMICHE AREA STAZIONE DI PARTENZA	PAG	14
7. CALCOLO STABILITÀ VERSANTE	PAG	16
8. FOTOINTERPRETAZIONE	PAG	17
9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	PAG	18
10. CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO	PAG	19
11. NORME GEOLOGICO TECNICHE	PAG	21
12. SISMICITÀ	PAG	22
13. TERRE E ROCCE DA SCAVO	PAG	24
14. CONCLUSIONI	PAG	25
STRALCIO ATLANTE DEI RISCHI IDRAULICI ED IDROGEOLOGICI	PAG	26
ALLEGATI	PAG	27
BIBLIOGRAFIA	PAG	28

Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO
Str. Provinciale 41/C - 18017 Costarainera (IM)
Tel/Fax 0183 91 658 - Cell 347.5747258
e mail info@studioromagnolo.net
www.studioromagnolo.net

1. PREMESSA

Con la presente, si analizza la situazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismiche dei terreni su cui si andrà ad impostare il tracciato della nuova seggiovia.

2. METODOLOGIA DI LAVORO E CARTOGRAFIA

Come previsto dal 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", dalle NTC 2008 e dalla L.R. 4/99 per zone sottoposte a vincolo per scopi idrogeologiche, è stato eseguito uno studio di dettaglio mirato a determinare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche locali e la fattibilità del progetto.

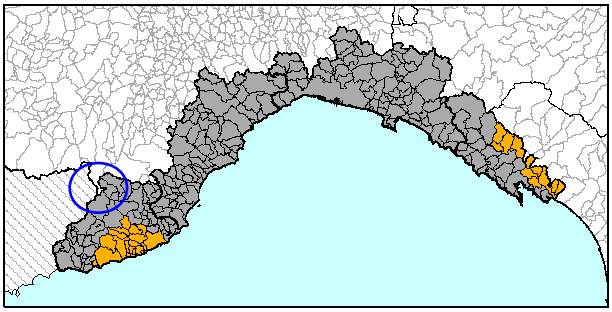
La metodologia di lavoro per la redazione del presente progetto si è sviluppato attraverso le seguenti fasi lavorative:

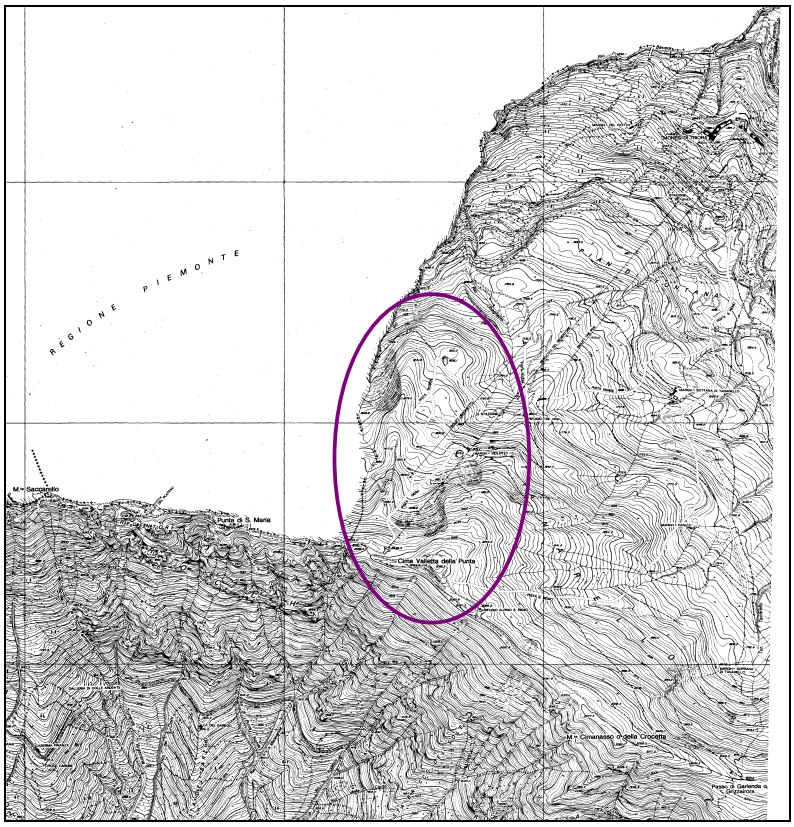
- Reperimento presso gli enti locali di tutta la cartografia ed i dati esistenti;
- Rilievo geologico, geomorfologico e geostrutturale dell'area compresa tra il Rio Bavera a Nord ed Ovest, il Torrente Tanarello ad Est ed il crinale spartiacque Cima Valletta della Punta - Monte della Crocetta a Sud;
- Studio delle foto aeree degli ani 1974, '89, '98 e 2002;
- Indagine sismica sull'area di posizionamento della stazione di partenza;
- prova laboratorio rocce su campione prelevato sull'area d'imposta della stazione di arrivo
- Restituzione cartografica di quanto rilevato e reperito in formato DWG con le conseguenti normative tecniche.

Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO
Str. Provinciale 41/C - 18017 Costarainera (IM)
Tel/Fax 0183 91 658 - Cell 347.5747258
e mail info@studioromagnolo.net
www.studioromagnolo.net

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA







Geograficamente l'area è ubicata nel settore Nord della Provincia di Imperia al confine con la regione Piemonte.

Il versante oggetto d'indagine è ubicato a quote che partono da 1.370,00 m s.l.m. (Monesi di Triora) ed arrivano a 2.092,00 m (Cima Valletta della Punta).

L'Area confina a nord ed Ovest con il Rio Bavera che è anche confine Regionale, ad Est con il Torrente Tanarello ed a Sud con il crinale Cima Valletta della Punta, Rifugio Alpino Redentore e M.te Cimonasso o della Crocetta.

4. Relazione Geologica

Inquadramento geologico e geomorfologico

Come tutte le Alpi, anche l'attuale catena montuosa è formata da enormi masse rocciose (chiamate Falde) che, in seguito alle deformazioni della litosfera durante l'orogenesi, sono state dislocate dalla loro porzione originaria e sovrapposta l'una all'altra.

Le fasi principali dell'orogenesi alpina si realizzarono nel settore delle Alpi Liguri all'incirca tra 90 e 40 milioni di anni fa, attraverso l'avvicinamento e la successiva collisione dei due paleocontinenti. Ciò produsse la deformazione sia dei materiali oceanici interposti, sia di quelli continentali più prossimi alla zona di sutura, che furono inoltre traslati verso l'avanpaese e più o meno ampiamente impilati gli uni sugli altri, formando un edificio a falde di ricoprimento.

Ciascuna di queste costituisce oggi un'unità tettonica, o stratigrafico strutturale, caratterizzata da una certa successione di terreni e da una determinata posizione geometrica nell'edificio, elementi che sono spesso sufficienti per identificare, il dominio paleogeografico dal quale essa proviene.

Dominio Piemontese – Ligure (Oceanico)

Da questo dominio si ritiene provengano le falde formate da successioni ofiolitifere-cenomaniane e la maggior parte di quelle costituite da successioni flyschoidi, cretaceo superiori terziarie, con i loro "complessi di base", globalmente note in letteratura come "Flysch ad Elmintoidi". Questi ultimi sono sostanzialmente non o poco metamorfici.

Le successioni flyschoidi sono attualmente in posizione esterna, Sud – occidentale, ove costituiscono un gruppo di quattro Unità tettoniche:

- Sanremo – M. Saccarello
- Moglio – Testico

- Borghetto d'Arroscia – Testico
- Colla Domenica – Leverone

I terreni flyschoidi che formano le quattro unità predette sono, in prima approssimazione, abbastanza simili tra loro sia per i caratteri litologici che per l'età, stabilita in base a microfossili, globalmente compresi tra il Cretaceo ed il Paleocene – Eocene.

L'area d'indagine ricade nell'Unita di Sanremo - M. Saccarello, attribuita al Cretaceo; consta di un complesso di base (Formazione di S. Bartolomeo) che corrisponde ad un'argillite varicolori ascrivibile per età e caratteri litologici alle "Argille a Palombini". Segue al di sopra una litozona caratterizzata da peliti generalmente non calcaree, di colore grigio scuro, variamente pigmentate e rese lucenti da spalmature di Fe e Mn.

Esse rappresentano per lo più l'intervallo sommitale di torbiditi sottili aventi alla base siltiti od arenarie fini e laminate. Essa termina verso l'alto con un livello di emipelagiti e sottili strati torbiditici di natura calcarea con Elmintoidi.

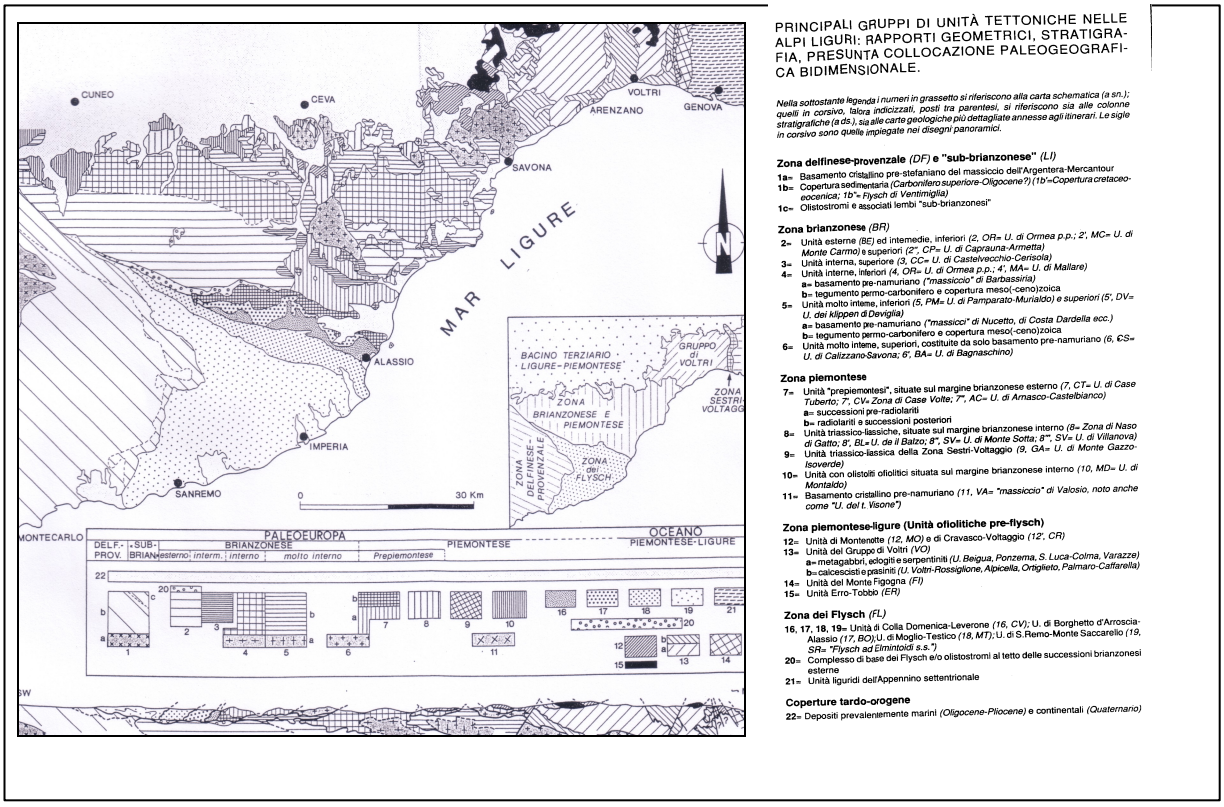
Il Flysch di Sanremo è una formazione relativamente monotona e potente, costituita dalle tipiche facies del Flysch ad Elmintoidi essenzialmente calcareo marnose.

Le più caratteristiche cono sismotorbiditi in megastrati, con arenarie piuttosto fini e ben laminate alla base del ritmo e, al suo tetto, un potente intervallo marnoso.

Il suo affioramento forma un grosso triangolo con verticale nella zona di del Colle di Tenda e base parallela alla costa, tra Albenga e Bordighera; lungo il lato settentrionale le falde flyschoidi sono globalmente sovrapposte ad Unità piemontesi e brianzonesi; lungo il lato Sud – occidentale esse si sovrappongono alla zona delfinese – provenzale.

Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO
Str. Provinciale 41/C - 18017 Costarainera (IM)
Tel/Fax 0183 91 658 - Cell 347.5747258
e mail info@studioromagnolo.net
www.studioromagnolo.net

Figura 1



La zona d'indagine ricade nella successione dell'Unità di Sanremo – M. Saccarello d'età Cretacea costituita dalla base verso il tetto dalle seguenti formazioni:

- ◊ "Complesso di Base" o Formazione di San Bartolomeo (non interessata dal tracciato), costituita da argille e peliti non calcaree di colore da grigio scuro a vinaccia, variamente pigmentate e rese lucenti da spalmature d'ossidi di Fe e Mg;
- ◊ membri H^1 ed H^2 (**solo il membro H^1 interessa la zona d'indagine**), costituite da strati torbiditici calcareo marnosi (H^1) e strati calcareo – marnosi – arenacei (H^2)
- ◊ Arenarie di Bordighera (non affioranti in zona) costituite da arenarie torbiditiche massicce, in spessi strati, localmente amalgamati, granulometricamente piuttosto grossolane, sino al conglomeratiche.

Figura 2

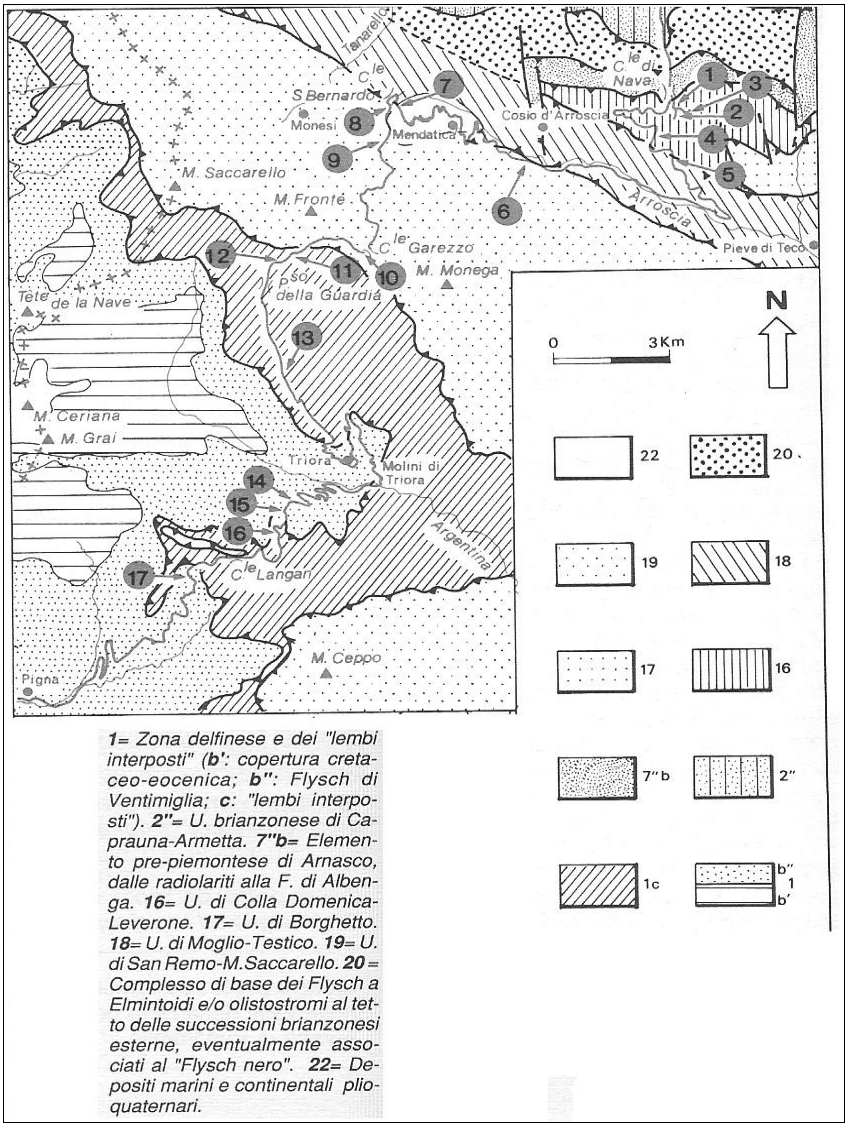

Tenarello
C.le
S.Bernardo
Monesi
Mendatica
Cosio d'Arroscia
C. le di Nave
M. Saccarello
M. Fronté
Arroscia
Pieve di Teco
C.le Garezzo
M. Monega
Tête de la Nave
Colla della Guardia
M. Ceriana
M. Grai
Triora
Molini di Triora
Argentina
C.le Langan
M. Ceppo
Pigna
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
N
0
3Km
22
20
19
18
17
16
7"b
2"
1c
b"
1
b'
1= Zona delfinese e dei "lembi interposti" (b': copertura cretaceo-eocenica; b": Flysch di Ventimiglia; c: "lembi interposti"). 2"= U. brianzonese di Caprauna-Armetta. 7"b= Elemento pre-piemontese di Arnasco, dalle radiolariti alla F. di Albenga. 16= U. di Colla Domenica-Leverone. 17= U. di Borghetto. 18= U. di Moglio-Testico. 19= U. di San Remo-M.Saccarello. 20 = Complesso di base dei Flysch a Elmintoidi e/o olistostromi al tetto delle successioni brianzonesi esterne, eventualmente associati al "Flysch nero". 22= Depositi marini e continentali plio-quaternari.

Figura 3



Dal rilevamento geologico di campagna su bancate di roccia del substrato, affioranti nella parte alta del versante, in prossimità del Rifugio "Tre Pini", sul versante in destra del T.

Tanarello e lungo la strada bassa che porta all'abitato di Piaggia e su una falesia ubicata nel settore Ovest dell'area indagata, risulta che la giacitura dei piani di stratificazione si mantiene essenzialmente costante (situazione monoclinale) con il seguente orientamento:

- direzione NW - SE
- inclinazione variabile da 15° a 55° verso NE

con rapporto giacitura - versante a traverpoggio – franapoggio.
Dal punto di vista geomorfologico occorre distinguere due settori:

- settore in prossimità della località Monesi di Triora che si spinge altimetricamente fino alla quota di circa 1.650 m s.l.m. caratterizzato da coltri detritiche a base argillosa con buone percentuali di ghiaie, ciottoli e blocchi a spigoli vivi, di tipo colluviali derivate da antichi processi di trasporto e deposito dei fini ad opera di sottili lame d'acqua; lo spessore delle coltri in oggetto varia da 5 a 16 metri circa;
- settore che a partire da quota 1.650 m circa s.l.m., si spinge fino ai prati di Pian di Fontana caratterizzato da coltri eluviali e colluviali d'origine nivale a base argillosa con granulometria grossolana, derivate da processi d'alterazione del substrato in posto associati a fenomeni di trasporto e deposito dei fini; lo spessore delle coltri in oggetto oscilla da 3 a 5 metri;
- settore che dal Pian di Fontana si spinge fino al Rifugio "Tre Pini", caratterizzato da roccia affiorante e/o subaffiorante con coltri eluviali sottili (1 – 3 m).

In genere, stratigraficamente le coltri citate si posizionano al tetto del substrato flyschoide e mostrano un orizzonte superficiale di terreno vegetale, umifero, di spessore variabile da 60 a 80 cm.

Nei settori alti del versante sono visibili detriti di falda alla base delle propaggini rocciose costituiti da sfasciume di roccia calcarea e calcareo marnosa, soggetta ai fenomeni nivali.

Il passaggio stratigrafico al sottostante substrato roccioso in posto, avviene con un passaggio di spessore limitato 50 – 200 cm, di substrato fratturato.

DATI GEOFISICI

Rispetto alla media del nostro paese, le Alpi Liguri possono essere considerate una regione a sismicità globalmente moderata.

Fra i terremoti più recenti, quello più disastroso si verificò il 23 febbraio 1887, con epicentro in mare, in prossimità di Diano Marina valutato al IX – X grado della scala Mercalli – Cancani _ Sieberg.

La maggior parte degli epicentri dei sismi verificatisi in questo secolo è situato in prossimità della costa (sia terraferma sia mare) o lungo una fascia a direzione NO estesa dal Monviso al Mar Ligure passante in prossimità di Cuneo e Sanremo. Gli ipocentri sono per lo più molto superficiali, tranne alcuni al di sotto dal Mar Ligure , situati al limite crosta mantello (Fig. 4)

Secondo quanto previsto dalle D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008 il Comune di Triora è inserito nella zona 3S con accelerazione orizzontale d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g) pari a 0,18.

Figura 4

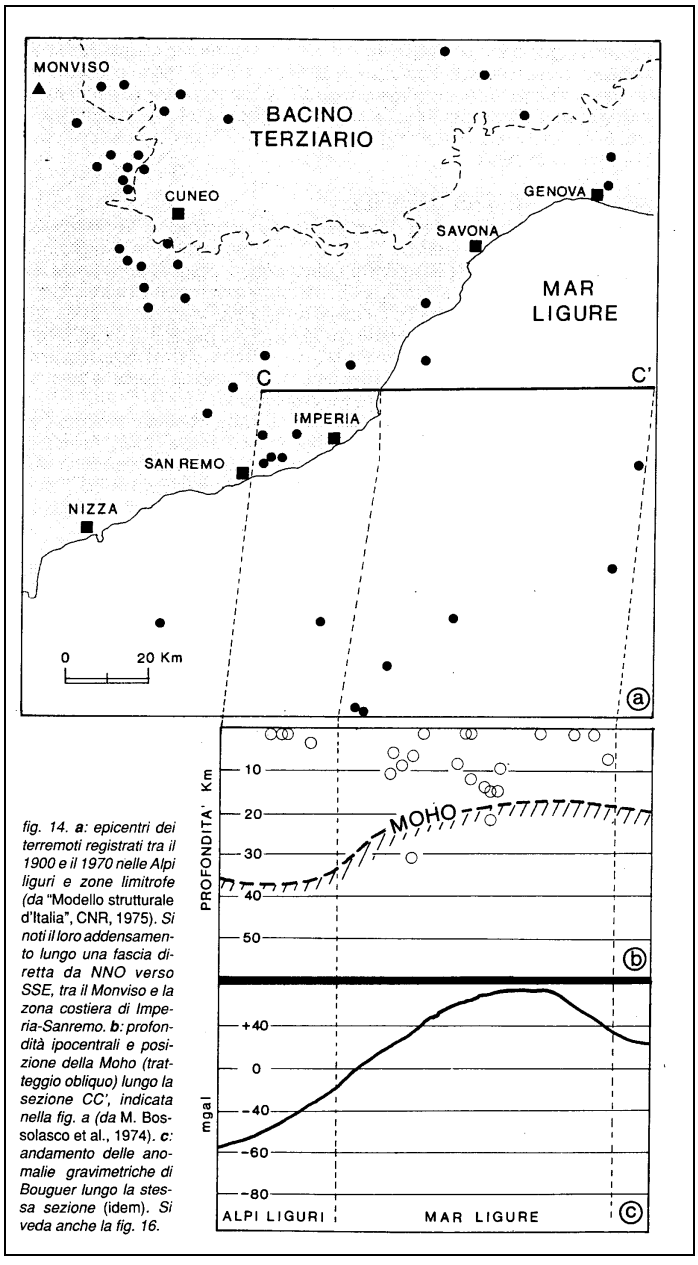


fig. 14. ***a****: epicentri dei terremoti registrati tra il 1900 e il 1970 nelle Alpi liguri e zone limitrofe (da* "Modello strutturale d'Italia", CNR, 1975). *Si noti il loro addensamento lungo una fascia diretta da NNO verso SSE, tra il Monviso e la zona costiera di Imperia-Sanremo.* ***b****: profondità ipocentrali e posizione della Moho (tratteggio obliquo) lungo la sezione CC', indicata nella fig. a (da* M. Bossolasco et al., 1974). ***c****: andamento delle anomalie gravimetriche di Bouguer lungo la stessa sezione* (idem). *Si veda anche la fig. 16.*

5. IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrologico il bacino sotteso all'area di studio si spinge dal crinale di Cima Valletta fino al sottostante impluvio naturale della conca di Monesi ed è delimitato ad est dall'impluvio del Rio Tanarello e a Nord - Ovest dall'impluvio del Rio Bavera.

Le acque drenate dal bacino imbrifero in questione convergono verso un piccolo solco di impluvio affluente di destra del Rio Bavera.

La situazione stratigrafica sopra delineata individua tre materiali a comportamento idrogeologico differente:

- la coltre detritica a media permeabilità per la presenza di una matrice ghiaioso – ciottolosa, con valori di K. perm. oscillanti da 10^{-4}a 10^{-5}cm/sec (permeabilità primaria)

- la coltre detritica a medio bassa permeabilità per aumento della frazione fine (limi e argille), con valori di K. perm. oscillanti da 10^{-5}a 10^{-6}cm/sec (permeabilità primaria)

- il substrato Flyschoide permeabile per fratturazione (permeabilità secondaria).

Lungo il tracciato a progetto non sono stati rilevati segni di erosione superficiale e/o diffusa, né ristagni d'acqua e/o emergenze idriche.

6. Indagine Sismica Area Stazione di Partenza

Sismica a rifrazione

Il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) nel sottosuolo.
Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale, sia artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.).

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo), in corrispondenza di una molteplicità di punti disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni). Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei materiali da queste attraversati.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale appoggiato da procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi/distanze), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Stesa

Da 0,00 a –2,50 m

Terreni a bassa velocità sismica Vp = 342,0 m/sec

Da -2,50 a –10,00 m

Terreni a medio bassa velocità sismica Vp = 881,0 m/sec

oltre a –10,00m

terreni ad alta velocità sismica Vp = 2.161,20 m/sec

Stendimento MASW

Il metodo MASW (Mulchannel Analysis of Suface Waves) è una tecnica d'indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, basandosi sulla misura attiva (con energizzazione di una massa battente di 10 Kg su una piastra di alluminio) delle onde superficiali fatta in corrispondenza di sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.
In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980).

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza si propagano negli strati più superficiali e danno informazioni sulla parte più superficiale del sottosuolo, viceversa le onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi di cui né danno informazioni.

Dall'esecuzione della stesa Masw è risultato:

- VS30 (m/s): 334
- Possibile Soil Type: C
- Periodo 0,35 s
- Frequenza 2,9 Hz

7. Calcolo di Stabilità Versante

Al fine di verificare l'iterazione dei nuovi manufatti con la stabilità globale del versante si sono eseguiti calcoli di di stabilità del versante con il metodo di *MORGENSTERN e PRICE* per i pendii in terra della stazione di partenza e *JAMBU* per il pendio in roccia della stazione di arrivo, in condizioni non drenate (a breve termine) secondo le NTC 2008, considerando superfici cilindriche.

Il fattore di sicurezza minimo è così risultato:

- Stazione di partenza stato attuale superfici cilindriche Fs= 1,04;
- Stazione di partenza stato attuale superfici generiche Fs_1= 2,28 - Fs_2= 7,12
- Stazione di partenza stato a progetto superfici cilindriche Fs= 1,30
- Stazione di partenza stato a progetto superfici generiche Fs_1= 2,47 - Fs_2= 9,79
- Stazione d'arrivo stato attuale superfici cilindriche Fs= 1,03;
- Stazione d'arrivo stato attuale superfici generiche Fs_1= 3,11 - Fs_2= 2,08 - Fs_3= 1,23
- Stazione d'arrivo stato a progetto superfici cilindriche Fs= 2,09
- Stazione d'arrivo stato a progetto superfici generiche Fs_1= 3,49 - Fs_2= 3,56 - Fs_3= 1,25

In tutte le ipotesi il fattore di sicurezza minimo è risultato sopra l'unità e quindi in regime di sicurezza stabile, in allegato i calcoli.

8. FOTOINTERPRETAZIONE

Allo scopo di ricercare fenomeni non identificabili nel rilevamento di dettaglio, si è eseguito uno studio temporale, col metodo della fotointerpretazione, delle aree interessate dal progetto, ed in particolare verificando gli eventuali movimenti di alcuni corpi detritici su cui insistono alcuni dei piloni bassi della linea a progetto.

A tale scopo sono state studiate le foto aeree degli anni 1974, 1989, 1998 e 2002.

Dalla fotointerpretazione temporale si è potuto individuare:

1. un fenomeno importante localizzabile nel paleoaccumulo del settore di Nord - Ovest (Fa del PAI) che parte dalla falesia della zona ovest in destra del Rio Bavera a quota di 1.650 m e si sviluppa verso NE fino al Rio Bavera stesso. I terreni ricadenti in quest'area sono in continua evoluzione con movimenti concentrati nella zona di accumulo dove il Rio Bavera erode l'unghia dell'accumulo gravitativo (che non interessa il tracciato);
2. un accumulo gravitativo (Fq del PAI) interessa il settore Ovest dell'abitato di Monesi ma non sono rilevabili particolari movimenti sia dall'esame delle foto aeree temporali che dal rilevamento geologico di dettaglio che identifica solo lievi creep superficiali (che non interessa il tracciato);
3. una frana attiva in sinistra del T. Tanarello a valle dell'albergo Redentore la cui evoluzione ha causato i danni agli edifici sovrastanti (Albergo Redentore e l'edificio ad uso abitativo prospiciente la S.P. di Monesi – Vedi carta geologica geomorfologica manufatti lesionati), che ad oggi è stato stabilizzato da con intervento eseguiti dall'Amministrazione Provinciale di Imperia (che non interessa il tracciato);
4. frane superficiali di scivolamento della coltre vegetale dovuti all'erosione al piede delle coltri detritiche, localizzabili sulle sponde dei Torrenti Bavera e Tanarello che sono in fase erosiva (che non interessa il tracciato).

9. Caratterizzazione Geotecnica dei Terreni

Terreno argilloso superficiale

- peso di volume 1.87 t/mc
- angolo d'attrito presunto 22° - 25°
- coesione 0.05 Kg/cmq
- scavo con pala meccanica

Terreni detritici/colluviali

- peso di volume 2,07 t/mc
- angolo d'attrito presunto 28° - 30°
- coesione 0,40 Kg/cmq
- portanza prudenziale 2,50 Kg/cmq
- scavo con pala meccanica

Substrato roccioso

- peso di volume 2.60 t/mc
- angolo d'attrito ammasso roccioso 29° - 35°
- carico di rottura 26,51 MPa
- scavabile solo con martello

10. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Nel campo della progettazione di infrastrutture di ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione. Allora diventa importante poter utilizzare uno schema che possa soddisfare le richieste, un metodo empirico che permetta di risolvere i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.
Le classificazioni di Beniawsky e Romana (la seconda è derivata dalla prima, che risultava troppo "conservativa") consentono di soddisfare i quesiti richiesti e le problematiche che si presentano.
La classificazione di Beniawsky si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;
A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);
A3 = spaziatura delle discontinuità;
A4 = condizioni delle discontinuità;
A5 = condizioni idrauliche;
A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'**Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky)** e con le dovute correzioni apportate da **Romana** nel 1985 lo **Slope Mass Rating (SMR)**.
L'RMR, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMRb} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

RMR CORRETTO = RMR_C = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) + A6

Input dati per il calcolo di Rock Mass Rating (RMR)

Indice di resistenza (Is)=1,9 Mpa
Coefficiente K =14
Numero di fratture per mc di roccia (Jv)=19
Spaziatura delle discontinuità (s)=0,3 m
Persistenza (continuità) del giunto = 1 - 3 m
Apertura del giunto < 1 mm
Giunto liscio
Pareti non alterate

Riempimento assente
Roccia asciutta
Orientamento delle discontinuità applicato alle fondazioni
Orientamento mediocre

Risultati relativi a Rock Mass Rating (RMR)

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
26,60	52,3

Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
59,87	52,87	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
19,74	54,87	299,35	34,94	239,48	28,95

Input dati per il calcolo di Slope Mass Rating (SMR)

Rottura: planare o a cuneo
Parallelismo fra l'immersione dei giunti e quella del pendio:condizione mediocre (20°-10°)
Inclinazione dei giunti:condizione mediocre (30°-35°)
Relazione fra inclinazione del fronte e quella dei giunti:condizione mediocre (0°)
Metodo di scavo:Scarpata naturale

Risultati relativi a Slope Mass Rating (SMR)

Classificazione corretta dell'ammasso roccioso

SMR	Classe	Descrizione
62,62	Seconda	Buona

Grado di stabilità, tipo di cinematismo di rottura, eventuali interventi di stabilizzazione

Stabilità	Modo di rottura	Stabilizzazione
Stabile	Possibili blocchi	Occasionale

11. NORME GEOLOGICO TECNICHE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di seggiovia biposto ad ammorsamento fisso, per la cui esecuzione saranno necessari scavi di sbancamento del terreno.

L'esecuzione degli scavi, dovrà in ogni caso essere eseguita per campioni ridotti, dello sviluppo di m 4.00 in larghezza e 2.0 in altezza, cui seguirà l'immediata realizzazione dalle opere di fondazione e di contrasto contro terra, prima della realizzazione del campione successivo; gli scavi non dovranno essere lasciati aperti senza opportuni contrasti per un tempo superiore a 2 giorni e dovranno essere protetti con teli impermeabili per evitare che durante fenomeni piovosi il terreno perda la sua attuale resistenza al taglio e ceda; le scarpate in coltre dovranno mantenere un angolo d'inclinazione inferiore a 40°.

Il materiale terroso di risulta dalle operazione di scavo potrà e dovrà essere utilizzato per eventuali sistemazioni di terreno (non essendo l'area una zona con presenza di materiali inquinanti), ma dovrà essere abbancato per strati successivi non superiori a 30 cm opportunamente vibrati e compattati, prima della posa dello strato successivo.

Le strutture fondazionali della stazione di arrivo e dei piloni del tracciato, dovranno essere impostate oltre la frangia di terreno vegetale direttamente od indirettamente nei livelli sani del substrato roccioso locale, in grado di sopportare le pressioni imposte dalle nuove strutture; la stazione di partenza dovrà essere fondata ad almeno 2,00 m di profondità in terreni ghiaioso – limosi dove la portanza ammissibile (vedi calcoli in allegato) supera i 2,50 Kg/cmq.

Le acque di superficie dovranno essere captate, sia in fase di realizzazione dell'opera che a lavori ultimati, da canalette ed inviate verso adeguate opere di smaltimento in grado di sopportarne l'ulteriore peso idraulico, mentre le acque d'infiltrazione sotterranea dovranno

essere drenate tramite la posa, all'interfaccia struttura/terreno, di materiale arido drenate quale ghiaie della pezzatura 15/30 mm.

È fatto assoluto divieto di realizzare scavi e movimentare il terreno durante fenomeni meteorici e comunque fino a che il terreno non sia asciutto.

Si declina ogni responsabilità nel caso in cui vengano apportate modifiche al progetto o a quanto sopra prescritto senza che sia stato concordato e verificato di concerto tra la scrivente e lo strutturista incaricato.

12. SISMICITÀ

Il Comune di Triora rientra nei Comuni di classe 3 S con ag pari a 0,18 – Tipo di Suolo C per la stazione di partenza e di tipo A per la stazione d'arrivo

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.
latitudine: 44,070993860817
longitudine: 7,74574038617445
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18010	Lat: 44,0936Lon: 7,7100	Distanza: 3802,323
Sito 2	ID: 18011	Lat: 44,0969Lon: 7,7795	Distanza: 3949,027
Sito 3	ID: 18233	Lat: 44,0471Lon: 7,7842	Distanza: 4065,554
Sito 4	ID: 18232	Lat: 44,0437Lon: 7,7148	Distanza: 3916,038

Parametri sismici
Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T3
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,032 g	
Fo:	2,573	
Tc*:	0,193	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,045 g	
Fo:	2,573	
Tc*:	0,218	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,148 g	
Fo:	2,460	
Tc*:	0,295	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,198 g	
Fo:	2,489	
Tc*:	0,310	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,810
St:	1,200
Kh:	0,012
Kv:	0,006
Amax:	0,573
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,740
St:	1,200
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,799
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,480
Cc:	1,570
St:	1,200
Kh:	0,063
Kv:	0,032
Amax:	2,578
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,400
Cc:	1,550
St:	1,200
Kh:	0,080
Kv:	0,040
Amax:	3,263
Beta:	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com

13. TERRE E ROCCE DA SCAVO

L'opera per cui si chiede autorizzazione comporterà scavi in suolo e sottosuolo pertanto, ai sensi dell'art 3 del D. M. 161 del 10 agosto 2012 che stabilisce gli ambiti di applicazione ed esclusione dei materiali provenienti da scavo, si sono accertate le condizioni della coltre e del substrato litoide interessati dallo scavo per verificare l'assenza di sostanze contaminanti.

Dai sopralluoghi eseguiti nella zona a progetto e dalle osservazioni effettuate sui terreni interessati dagli sbancamenti per la realizzazione dell'opera, risulta che non sono presenti nell'area indagata e nei dintorni evidenze visive ed olfattive di inquinamento nei terreni, né possibili fonti di contaminazione; inoltre la zona non rientra nei siti industriali o artigianali a progetto, i terreni non sono stati oggetto di deposito di materiali inquinanti (fertilizzanti, concimi, ecc.) e non sono presenti impianti di spandimento di acque provenienti da vasche Imhoff.

Per quanto sopra, valutando i risultati positivi dell'indagine, la scrivente certifica che nel sito non è presente alcuna contaminazione, pertanto le terre da scavo potranno essere abbancate nel lotto edificatorio per la sistemazione di terreno in livelli sovrapposti compattati fino ad uno spessore massimo di metri 1.

14. CONCLUSIONI

Alla luce della situazione esposta, si afferma che è verificata la fattibilità dell'opera in progetto in quanto l'intervento proposto non altera la stabilità e l'idrogeologia dei luoghi, ottemperando a quanto prescritto nel capitolo Norme Geologico Tecniche.

Dall'esame dell'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici Foglio 244 – III – Mendatica, si è verificato che la zona oggetto d'intervento non ricade in aree in frana;

Si raccomanda, in fase esecutiva dei lavori, di richiedere il sopralluogo ***OBBLIGATORIO*** *della scrivente per verificare l'adempimento delle prescrizioni impartite e per la verifica "in situ" dei valori geomeccanici dei terreni.*

Costarainera, 04 dicembre 2012

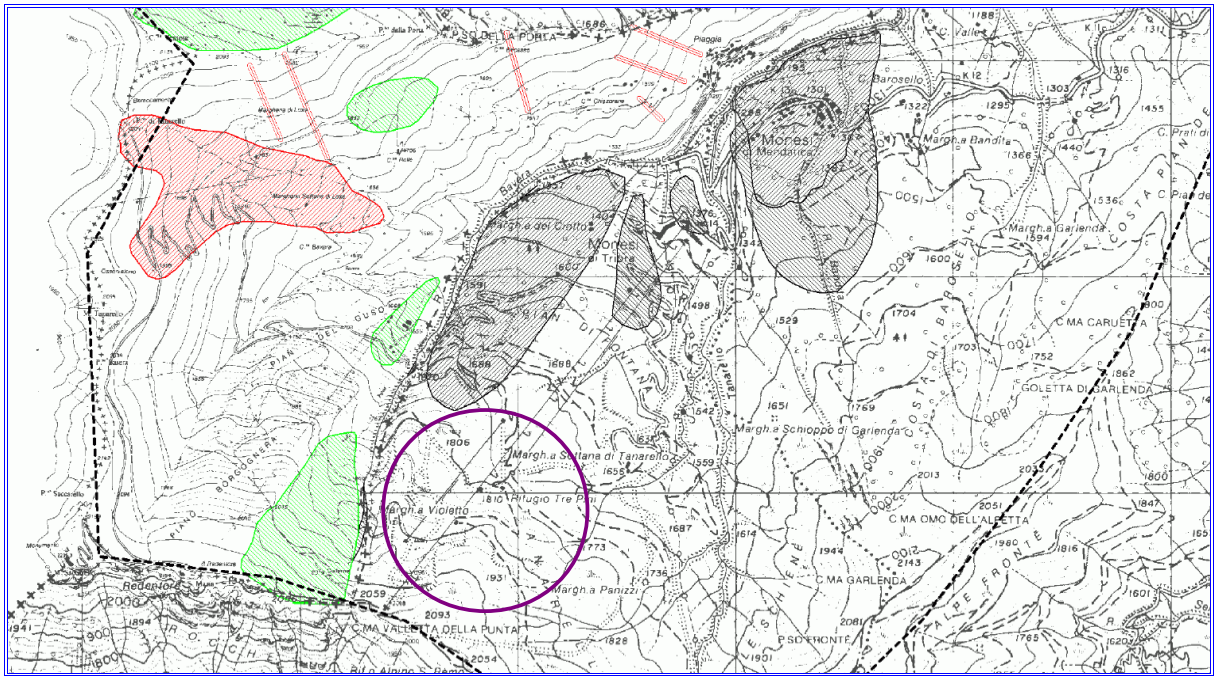
Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO

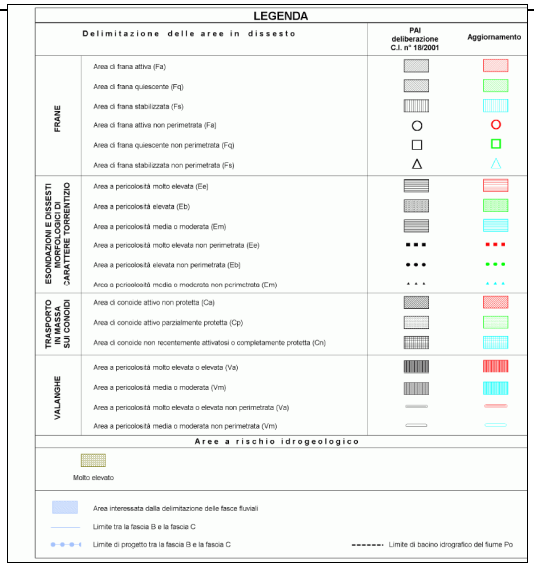
Dott. Geol. Manuela ROMAGNOLO
Str. Provinciale 41/C - 18017 Costarainera (IM)
Tel/Fax 0183 91 658 - Cell 347.5747258
e mail info@studioromagnolo.net
www.studioromagnolo.net

STRALCIO ATLANTE DEI RISCHI IDRAULICI ED IDROGEOLOGICI

Delimitazione Aree di Dissesto

FOGLIO 244 – III – Mendatica





ALLEGATI

1. Carta geologica geomorfologica area partenza Scala 1:5.000;
2. Sezione geologica interpretativa Scala 1:2.000;
3. Sezione geologica interpretativa zona partenza Scala 1:500
4. Sezione geologica interpretativa zona arrivo Scala 1:500;
5. Documentazione fotografica;
6. Sezioni sismostratigrafiche;
7. Indagine MASW;
8. Analisi di laboratorio rocce;
9. Relazione di calcolo stabilità area partenza e arrivo;
10. Relazione di calcolo portanza fondazioni area partenza.

BIBLIOGRAFIA

- ◊ Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Foglio 244 – III - Mendatica
- ◊ Carta geologica ufficiale scala 1:100.000 Foglio 91 Boves
- ◊ Guide geologiche regionali – Alpi Liguri – Società Geologica Italiana – (BE-MA Editrice)
- ◊ Geologia Tecnica di F. Ippolito – P. Nicotera – P. Lucini – M. Civita – R. de Riso (editrice ISEDI)
- ◊ Progettazione antisismica di David J. Dowrick (editrice HOEPLI)
- ◊ La liquefazione del terreno in condizioni sismiche di T. Crespellani – R. Nardi – C. Simoncini
- ◊ Contribution à l'Etude géologique des Alpes Maritimes Franco – Italiennes. Di Marcel LANTEAUME
- ◊ Cedimenti e meccanica delle rocce – Sebastiano BELFIORE – Dario Flaccovio Editore
- ◊ Il rilevamento geologico tecnico –Scesi L., Papini M. – Città Studi Edizioni
- ◊ Il manuale del Geologo – Pitagora Editore